

Identification et délimitation des zones humides dans les Départements et Régions d'Outre-mer

Fascicule 4

Démarche de Recherche & Développement pour élaborer les protocoles et listes de référence

Guillaume Gayet
Marine Porteneuve
Ludovic Bonin
Vincent Boulet
Frédéric Feder
Benjamin Ferlay
Émile Fonty
Sophie Gonzalez
Cédric Hoarau
Marie Lacoste
Olivier Pélegrin
Nils Servientis
Déborah Viry

Décembre 2024

PATRINAT

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Un service commun
de l'Office français de la biodiversité,
du Muséum national d'Histoire naturelle,
du Centre national de la recherche scientifique
et de l'Institut pour la recherche et le développement



Nom du Projet : Identification et délimitation des zones humides dans les Départements et Régions d'Outre-Mer.

Financeurs : Office français de la Biodiversité et Ministère de la Transition Ecologique.

Responsables de l'étude : Marine Porteneuve et Guillaume Gayet.

Chefs de l'équipe en charge du programme : Remy Poncet et Stanislas Wroza.

Spécialistes mobilisés : M. Porteneuve (PatriNat - pilotage global du projet), G. Gayet (PatriNat - écologue spécialiste des milieux humides), D. Andreis (ARBIG - botaniste), L. Bonin, C. Hoarau, (Biotope La Réunion et Mayotte, - botanistes), V. Boulet (botaniste indépendant), B. Ferlay (CBN Martinique), E. Fonty, N. Servientis (Biotope Guyane et Caraïbes, - botanistes), S. Gonzalez (IRD de Guyane et Herbiers de Cayenne – botaniste), M. Lacoste (CBN Mascarin – botaniste), F. Feder (pédologue), O. Péglerin (Biotope métropole - écologue spécialiste des milieux humides, pilotage des tests), D. Viry (écologue indépendante).

Relecteurs : Pierre Caessteker (Office français de la Biodiversité - Direction de la Police et du Permis de Chasser), Odile Cruz et Hélène Udo (Office français de la Biodiversité - Direction des Outre-mer), Ghislaine Ferrère (Ministère de la Transition Ecologique), Valentin Le Tellier (DEAL de La Réunion), Stéphan Lerider (DEAL Martinique), Nicolas Heitz, Ophélie Postillon (DGTM Guyane) et Anne Philipczyk (DEALM Mayotte), Rémy Poncet (PatriNat).

Référence du rapport conseillée : Gayet Guillaume, Porteneuve Marine, Bonin Ludovic, Boulet Vincent, Feder Frédéric, Ferlay Benjamin, Fonty Émile, Gonzalez Sophie, Hoarau Cédric, Lacoste Marie, Péglerin Olivier, Servientis Nils, Viry Déborah. 2024. Identification et délimitation des zones humides dans les Départements et Régions d'Outre-Mer – Fascicule 4 : Démarche de Recherche & Développement pour élaborer les protocoles et listes de référence.

Crédits photos non spécifiés dans tout le rapport : G. Gayet & M. Porteneuve (PatriNat OFB – MNHN).

PatriNat

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel



Dans une unité scientifique associant des ingénieurs, des experts et des spécialistes de la donnée, PatriNat rapproche les compétences et les moyens de ses quatre tutelles que sont l'OFB, le MNHN, le CNRS et l'IRD.

PatriNat coordonne des programmes nationaux d'acquisition de connaissance pour cartographier les écosystèmes, les espèces et les aires protégées, surveiller les tendances de la biodiversité terrestre et marine, répertorier les zones clés pour la conservation de la nature (Znieff), et produire des référentiels scientifiques et techniques (TaxRef, HabRef, etc.). Ces programmes associent de nombreux partenaires et fédèrent les citoyens à travers des observatoires de sciences participatives (tels que Vigie-Nature, INPN espèces ou Vigie-terre).

PatriNat développe des systèmes d'information permettant de standardiser, partager, découvrir, synthétiser et archiver les données aussi bien pour les politiques publiques (SIB, SINP) que pour la recherche (PNDB) en assurant le lien avec les systèmes internationaux (GBIF, CDDA, etc.).

PatriNat apporte son expertise dans l'interprétation des données pour accompagner les acteurs et aider les décideurs à orienter leurs politiques : production d'indicateurs, notamment pour l'[Observatoire national de la biodiversité](#) (ONB) et des livrets de chiffres clés, élaboration des Listes rouges des espèces et écosystèmes menacés, revues systématiques, préparation des rapportages pour les directives européennes, élaboration d'outils de diagnostic de la biodiversité pour les acteurs des territoires, ou encore évaluation de l'efficacité des mesures de restauration. PatriNat organise également l'autorité scientifique CITES pour la France.

L'ensemble des informations (de la donnée brute à la donnée de synthèse) est rendu publique dans les portails NatureFrance, INPN et Compteur BIOM.

En savoir plus : www.patrinat.fr

Direction : Laurent PONCET et Julien TOUROULT

Naturefrance

Le service public d'information sur la biodiversité



Naturefrance représente le service public d'information sur les politiques publiques de biodiversité en France. Il se décline dans plusieurs portails d'information, dont le portail général naturefrance.fr. Destiné à un public aussi large que possible, il propose des clés de lecture des grands enjeux liés à la biodiversité et à son évolution, aux pressions qu'elle subit, et aux réponses de la société. Naturefrance présente des chiffres clés, des indicateurs développés dans le cadre de l'ONB (Observatoire national de la biodiversité), des articles et des publications, issus de l'analyse scientifique des données provenant des politiques publiques de conservation ou d'activités socio-économiques favorables ou défavorables à la biodiversité.

Dans le cadre de cette mission confiée par l'OFB, PatriNat gère ce portail et participe au traitement, à l'analyse et à l'interprétation d'une partie des données versées sur Naturefrance : par exemple, celles provenant du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) ou encore du Système d'information de la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (SI CITES).

En savoir plus : naturefrance.fr

Inventaire national du patrimoine naturel

Le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer



Dans le cadre de NatureFrance, l'Inventaire national du patrimoine naturel (INPN) est le portail de la biodiversité et de la géodiversité françaises, de métropole et d'outre-mer (www.inpn.fr). Il regroupe et diffuse les informations sur l'état et les tendances du patrimoine naturel français terrestre et marin (espèces animales, végétales, fongiques et microbiennes actuelles et anciennes, habitats naturels, espaces protégés et géologie) en France métropolitaine et ultramarine.

Les données proviennent du Système d'information de l'inventaire du patrimoine naturel (SINP) et de l'ensemble des réseaux associés. PatriNat organise au niveau national la gestion, la validation, la centralisation et la diffusion de ces informations. L'inventaire consolidé qui en résulte est l'aboutissement d'un travail associant scientifiques, collectivités territoriales, naturalistes et associations de protection de la nature, en vue d'établir une synthèse régulièrement mise à jour du patrimoine naturel en France.

L'INPN est un dispositif de référence français pour la connaissance naturaliste, l'expertise, la recherche en macroécologie et l'élaboration de stratégies de conservation efficaces du patrimoine naturel. L'ensemble de ces informations sont mises à la disposition de tous, professionnels, amateurs et citoyens.

En savoir plus : www.inpn.fr

Compteur Biodiversité Outre-mer

Le portail des indicateurs, des enjeux et des initiatives sur la biodiversité en outre-mer



Dans le cadre de NatureFrance, le Compteur de la biodiversité Outre-mer (BiOM) développe une entrée dédiée aux territoires ultramarins français qui abritent une part importante de la biodiversité mondiale. Portail accessible, actualisé et pérenne, il favorise la rencontre des citoyens et des acteurs de la biodiversité, autour de trois objectifs : partager la connaissance scientifique, valoriser les actions des territoires ultramarins, et encourager chacun à agir. Cette démarche vise à relater les contextes culturels et mettre en avant des enjeux spécifiques de chaque territoire, pour répondre à un engagement du Livre bleu des Outre-mer.

Des études auprès des citoyens viennent compléter l'initiative : par exemple le premier panorama des programmes de sciences participatives dans les territoires, et une enquête sur la perception de la nature et l'utilisation des outils numériques.

PatriNat assure la mise en œuvre du projet et avec la participation des acteurs des outre-mer, suivant trois axes : production d'indicateurs de biodiversité (connaissances, espèces menacées, espaces protégés, etc.), relai des actions de mobilisation et de sciences participatives (écogestes, inventaires participatifs, etc.) et gestion technique du portail.

En savoir plus : biodiversite-outre-mer.fr

Précautions valables sur les données brutes présentées dans les Fascicules

Toutes les données brutes présentées dans les Fascicules 4 et 5 ont été collectées sur le terrain dans le cadre du présent projet de Recherche et Développement visant à proposer des protocoles et listes de référence pour l'identification et la délimitation des zones humides dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM). Il ne saurait être considéré que les données brutes relevées sur le terrain engagent de quelque manière les agents de l'OFB, du MNHN ou les partenaires associés au projet sur la présence ou l'absence d'une zone humide, sur un site donné, comme cela est requis par ex. dans un dossier d'autorisation environnementale et de déclaration. Les données brutes relevées sur le terrain ne peuvent donc pas être utilisées directement dans un contexte réglementaire et judiciaire. A ces fins, il est impératif de réaliser des relevés sur le terrain sur les sites concernés.

Le contenu du Fascicule 5 fournit les informations scientifiques et techniques en perspective de la publication d'un arrêté interministériel au sujet des protocoles et listes de référence à mobiliser pour identifier et délimiter les zones humides dans les DROM. Ce contenu peut déjà être utilisé par des acteurs techniques sur le terrain, avant un arrêté interministériel. Il constitue le meilleur état de l'art sur le sujet, au moment de la parution des présents Fascicules. Cependant, ce contenu n'a pas de valeur opposable à l'État ou à un tiers, il n'est pas obligatoire d'y recourir, tant qu'un arrêté interministériel n'y fait pas référence.

Remerciements

Ce projet a bénéficié d'un double financement de l'Office français de la biodiversité et du Ministère de la Transition Écologique.

Nous remercions Sébastien Abric, Ghislaine Ferrère et Claire-Cécile Garnier au Ministère chargé de la Transition Écologique pour avoir participé activement au projet.

Nous remercions les services de l'État de chacun des DROM pour avoir accompagné la démarche : Jérôme Valérin (DEAL Guadeloupe), Laurent Chaulvet, Stéphan Lerider (DEAL Martinique), Grégoire De-Saint-Romain, Mélodie Gosset, Valentin Le Tellier (DEAL de La Réunion), Nicolas Heitz, Ophélie Postillon (DGTM Guyane) et Anne Philipczyk (DEALM Mayotte).

Nous remercions les services de l'État de Mayotte et de La Réunion pour avoir pris les arrêtés préfectoraux nécessaires aux campagnes de terrain. Nous remercions la DEALM de Mayotte pour le soutien concernant les conditions de sécurité réunies durant la campagne de terrain à Mayotte.

Des relevés ont été réalisés dans des espaces naturels protégés (par ex. zone cœur du Parc National de La Réunion, Réserve Naturelle Nationale de l'étang de Saint Paul et Conservatoire du littoral à Mayotte) durant le projet. Des demandes d'accès spécifique ont été formulées auprès des gestionnaires de ces sites. Nous remercions les gestionnaires et acteurs sur ces espaces naturels qui ont donné les autorisations nécessaires. Merci à Pascal Hoarau, directeur de la Réserve Naturelle Nationale de l'étang de Saint Paul pour l'organisation de la journée de terrain et son aide précieuse pour les autorisations et la sélection des sites. Merci au Parc national de La Réunion pour les autorisations données, ainsi qu'à William Riviere et Julien Triolo (ONF de La Réunion) pour les autorisations d'accès et leurs apports sur le choix des sites de prospection. Merci à Julie Erudel du Conservatoire du littoral à Mayotte pour son autorisation d'accès.

Nous remercions Marc Gayot du CB Guadeloupe, pour son accompagnement précieux.

Nous remercions l'ensemble des partenaires du projet pour leurs précieuses contributions, leur temps, leurs réactivités et leurs expertises : Vincent Boulet (botaniste indépendant), Frédéric Feder (CIRAD), Benjamin Ferlay (CBN Martinique), Darlionei Andreis (ARBIG), Sophie Gonzalez (IRD de Guyane), Marie Lacoste (CBN Mascarin) Bertrand Laroche (INRAe).

Nous remercions Olivier Brunaux (ONF), Julien Engel (IRD, UMR AMAP), Jean-François Molino (ex IRD, UMR AMAP), Hélène Richard (ONF) et Daniel Sabatier (ex IRD, UMR AMAP) pour leurs expertises concernant les espèces arborescentes de Guyane ainsi que Michel Boudrie (Ptéridologue indépendant) pour son expertise des fougères de la liste des espèces de Guyane.

Nous remercions également le bureau d'études Biotope pour sa contribution sur les terrains et leurs expertises concernant les listes de référence d'espèces végétales : Justine Michel, Daniel Pinelli, Vincent Ruffray, Mathieu Souquet. Merci à Anthony Montée pour l'application Qfield développée en prévision des relevés sur le terrain.

Nous remercions Odile Cruz, Lucie D'Eurvillier et Hélène Udo, à la Direction des Outre-mer de l'OFB pour avoir suivi ce projet de façon rapprochée.

Nous remercions également Eric Céciliot et Pierre Antoine David à la Direction des Outre-mer de l'OFB pour leur soutien concernant le projet.

Nous remercions Florence Baptist (Soltis), Pierre Caessteker (OFB), Bertrand Laroche (INRAe), Eric Lucot (Université de Franche-Comté) et Ottone Scammacca (IRD) pour leur expertise lors de la relecture de la synthèse bibliographique réalisée par Frédéric Feder (Cirad) sur le sol et les zones humides dans les DROM. Merci à César Delnatte pour son avis sur les listes d'espèces végétales des Antilles et de la Guyane.

Pour la relecture et l'appui sur les questions réglementaires, nous remercions Pierre Caessteker (OFB).

Nous remercions Claudine Ah-Peng (UMR PVBMT du Cirad), pour le temps accordé concernant la réflexion sur les Sphaignes, et leur éventuelle inclusion dans la liste de référence d'espèces végétales caractéristiques des zones humides de La Réunion.

Nous remercions les partenaires locaux et les acteurs locaux intéressés qui ont participé à la campagne de terrain :

- Service départemental (SD) de l'OFB de Mayotte : Mahamoud Attoumani, Ségolène Come, Prince Ismaël Harouna, Loïc Thouvignon, Anli Toilbou ;
- SD OFB Guyane et UTC Guyane : Stéphanie Barthe, Philippe Florentine, Olivier Nadaud, Orphée Walburger ;
- SD OFB La Réunion : Victor Détienne ;
- SD OFB Guadeloupe et UTC Antilles : Félicia Bandou, Fabian Rateau, Sandy Sébastien ;
- SD OFB Martinique : Bruno Agache, Baptiste Anselin, Sophie Brugneaux, Martin Dubernet, Jean-Yves Janise, François Marguet ;
- DEAL Guadeloupe : Jérôme Valérin ;
- DEAL Martinique : Laurent Chaulvet et Stephan Lerider ;
- DEALM Mayotte : Mélissa Conord et Erell Dos-Santos ;
- DGTM Guyane : Nicolas Heitz et Ophélie Postillon ;
- PatriNat : Marine Didier ;
- tous les autres agents qui ont participé à la collecte de données...

Ces partenaires ont alimenté des retours critiques précieux pour parvenir aux protocoles et listes de référence finaux.

Nous remercions les acteurs locaux rencontrés sur le terrain, pour les échanges riches et le partage de leur connaissance du territoire. Nous remercions également les spécialistes ainsi que les polices municipales de Mayotte qui nous ont accompagnés sur le terrain.

Nous remercions Maxime Cammas (PatriNat) et son équipe pour nous avoir orientés sur la bancarisation des données sur le site de l'INPN et nous avoir permis d'obtenir les couches SIG sur tablette aux Antilles. Merci à Paul Bezes (expert indépendant) pour son appui concernant le SIG.

Merci à Christophe Ferrier (OFB), pour sa contribution à la préparation des missions sur le terrain, pour ses conseils et la préparation des couches SIG sur tablette en Guyane, à La Réunion et à Mayotte.

Merci également à Jessica Thevenot (PatriNat), pour l'extraction des photos de l'INPN des taxons appartenant à la liste de référence d'« espèces végétales » des zones humides dans les DROM. Ces

photos ont permis d'aider à la reconnaissance d'espèces végétales dans les DROM. Merci à Guillaume Gigot (PatriNat) pour son expertise sur TaxRef.

Merci à Rémy Poncet, Julien Touroult et Stanislas Wroza (PatriNat) pour l'aide précieuse apportée durant ce travail.

Nous souhaiterions également à travers ces remerciements rendre hommage au regretté Vincent Boulet (Botaniste indépendant) pour son aide très précieuse au cours du projet et sa grande expertise concernant l'aspect botanique à Mayotte en particulier.

Table des matières

| | |
|--|------------------|
| <u>Précautions valables sur les données brutes présentées dans les Fascicules</u> | <u>4</u> |
| <u>Remerciements</u> | <u>5</u> |
| I. <u>Démarche adoptée pour concevoir les protocoles et listes de référence.....</u> | <u>17</u> |
| I.1. Historique et genèse du projet | 17 |
| I.2. Partenariats scientifiques..... | 17 |
| I.3. Partenariats technico-scientifiques | 19 |
| I.4. Prestations complémentaires..... | 21 |
| I.5. Bilan des principaux partenariats et prestations pour élaborer et tester les protocoles et listes de référence..... | 22 |
| I.6. Méthodologie pour concevoir les Fascicules | 22 |
| II. <u>Présentation du prototype.....</u> | <u>26</u> |
| II.1. Méthode et résultats - listes de référence caractéristiques de zones humides | 27 |
| II.1.1. Les listes de référence d' « habitats » et d'« espèces végétales » | 28 |
| II.1.1.1. Texte préliminaire sur les habitats « H » et « pro parte » | 28 |
| II.1.1.2. Texte préliminaire sur les espèces végétales cotées « absolu », « relatif » et « aquatique » | 29 |
| II.1.1.3. Démarches entreprises par les spécialistes pour élaborer les listes de référence | 31 |
| a. Guyane par l'Herbier IRD de Guyane (acronyme CAY)..... | 32 |
| Les espèces végétales | 32 |
| Les habitats | 35 |
| b. Martinique et Guadeloupe par le CBN Martinique et le CB Guadeloupe | 36 |
| Conception de la liste de référence d' « espèces végétales » indicatrices des zones humides | 36 |
| Conception de la liste de référence d' « habitats » caractéristiques des zones humides | 37 |
| c. L'île de La Réunion par le CBN Mascarine | 38 |
| Conception de la liste de référence d'« espèces végétales » indicatrices des zones humides | 38 |
| Conception de la liste de référence d' « habitats » caractéristiques de zones humides. | 38 |
| d. Mayotte par Vincent Boulet..... | 40 |
| Recherche bibliographique | 40 |
| Taxonomie, nomenclature et statuts | 40 |
| Systèmes humides concernés et état des connaissances | 41 |

| | |
|---|----|
| Impact bioclimatique sur la valeur indicatrice de zones humides..... | 42 |
| II.1.1.4. Commentaire générale sur les hésitations pour identifier les habitats cotés « H » ou « pro parte » et les espèces végétales cotées « absolu » ou « relatif »..... | 44 |
| II.1.1.5. Commentaire sur l'absence de sphaignes dans les listes de référence d'« espèces végétales »..... | 45 |
| II.1.1.6. Commentaire sur le terme « hygrophile » | 46 |
| II.1.1.7. Nombre d'espèces végétales et d'habitats dans les prototypes listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » par DROM..... | 47 |
| II.1.2. Listes de référence sur le sol | 48 |
| II.1.2.1. Texte préliminaire sur les traits d'hydromorphie | 48 |
| II.1.2.2. Démarche entreprise pour élaborer les listes de référence | 48 |
| II.1.2.3. Listes de référence sur le sol | 49 |
| II.1.2.4. La profondeur du toit de la nappe comme élément de la liste de référence de « sols » dans les contextes et les sols particuliers | 64 |
| II.1.3. Périodes propices à l'application des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides | 68 |
| II.1.4. Commentaire sur l'opérationnalité des listes de référence | 69 |
| II.1.4.1. Listes de référence d'« habitats »..... | 75 |
| II.1.4.2. Listes de référence d'« espèces végétales » | 75 |
| II.1.4.3. Listes de référence de « sols »..... | 76 |
| II.1.4.4. La profondeur du toit de la nappe comme élément de la liste de référence de « sols » | 77 |
| II.1.5. Approche alternative avec des listes de référence pour identifier les zones humides | 78 |
| II.2. Résultats – prototype de protocoles et listes de référence | 81 |
| II.2.1. Sur le terrain, où réaliser les relevés ?..... | 82 |
| II.2.2. Sur le terrain, que mesurer et comment ? | 83 |
| II.2.2.1. Différence fondamentale entre les tests des prototypes et l'approche générale qui serait mise en œuvre à l'issue du projet avec un arrêté interministériel pour identifier et délimiter les zones humides | 83 |
| II.2.2.2. Informations de contexte à relever par point de relevé..... | 85 |
| II.2.2.3. Identification de zone humide d'après l'habitat sur le point de relevé..... | 86 |
| II.2.2.4. Identification de zone humide d'après les espèces végétales sur le point de relevé | 87 |
| II.2.2.5. Identification de zone humide d'après le sol sur le point de relevé..... | 90 |
| II.2.2.6. Commentaire sur le relevé et évaluation du prototype de protocole et listes de référence... .. | 93 |
| II.2.3. Matériels nécessaires sur le terrain..... | 95 |

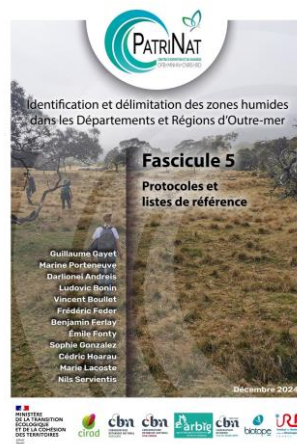
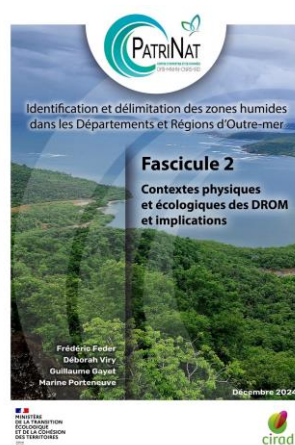
| | | |
|-------------|--|------------|
| III. | <u>Approche pour constituer un échantillon de sites afin de tester le prototype</u> | 104 |
| III.1. | Étape 1 : Identifier les contextes anthropisés ou sous pression anthropique | 105 |
| III.2. | Étape 2 : Identifier les ensembles physiques d'un territoire | 106 |
| III.3. | Étape 3 : Identifier les contextes favorables à la présence d'une zone humide..... | 107 |
| III.4. | Étape 4 : Identifier des sites pour y relever des informations | 109 |
| III.5. | Remarques complémentaires..... | 110 |
| IV. | <u>Présentation de la campagne de terrain et des réunions d'information sur les territoires</u> | 112 |
| V.1. | Informations sur les territoires à propos de la réalisation du projet..... | 112 |
| IV.2. | Périodes et saisons des tests | 112 |
| IV.3. | Principaux observateurs ayant participé aux tests | 115 |
| IV.4. | Nombres de sites, de transects et de relevés | 118 |
| IV.5. | Focus sur la Guyane | 119 |
| IV.5.1. | Campagne de terrain | 119 |
| IV.5.2. | Réunion d'information | 121 |
| IV.6. | Focus sur la Guadeloupe et la Martinique..... | 122 |
| IV.6.1. | Campagne de terrain | 122 |
| IV.6.2. | Réunion d'information | 125 |
| IV.7. | Focus sur La Réunion | 126 |
| IV.7.1. | Campagne de terrain | 126 |
| IV.7.2. | Réunion d'information | 128 |
| IV.8. | Focus sur Mayotte | 129 |
| IV.8.1. | Campagne de terrain | 129 |
| IV.8.2. | Réunion d'information | 131 |
| IV.9. | Répartition des relevés par système hydrogéomorphologique | 132 |
| IV.10. | Répartition des relevés par grands types de milieux | 138 |
| IV.11. | Quelques commentaires à l'issue de la campagne de terrain | 143 |
| IV.12. | Retours critiques de terrain détaillés sur le prototype de protocoles et listes de référence | 145 |
| IV.12.1. | Communs à tous les DROM | 146 |
| IV.12.2. | Guyane..... | 157 |
| IV.12.3. | Martinique et Guadeloupe..... | 160 |
| IV.12.4. | La Réunion | 162 |
| IV.12.5. | Mayotte | 164 |
| V. | <u>Présence d'une zone humide détectée sur le terrain par liste de référence</u> | 165 |

| | |
|---|------------|
| IV.1. D'après les listes de référence d'« habitats » | 165 |
| V.1.1. Délai pour réaliser les relevés avec le prototype..... | 167 |
| V.1.2. Conclusion d'après le prototype | 167 |
| V.1.3. Révisions et conclusion d'après le protocole final et les listes de référence finales | 173 |
| V.1.3.1. Révisions opérées..... | 173 |
| V.1.3.2. Conclusion sur la présence d'une zone humide | 173 |
| V.2. D'après les listes de référence d'« espèces végétales »..... | 179 |
| V.2.1. Délai pour réaliser les relevés avec le prototype..... | 179 |
| V.2.2. Répartition des relevés par espèces végétales observées..... | 185 |
| V.2.3. Conclusion d'après le prototype | 188 |
| V.2.4. Révisions et conclusion d'après le protocole final et les listes de référence finales | 195 |
| V.2.4.1. Révisions opérées..... | 195 |
| V.2.4.2. Conclusion sur la présence d'une zone humide | 197 |
| V.3. D'après les listes de référence de sols..... | 205 |
| V.3.1. Délai pour réaliser les relevés avec le prototype..... | 205 |
| V.3.2. Répartition des relevés par grands types de sols | 205 |
| V.3.3. Conclusion d'après le prototype | 213 |
| V.3.4. Révisions et conclusion d'après le protocole final et les listes de référence finales | 218 |
| V.3.4.1. Révisions opérées..... | 218 |
| V.3.4.2. Conclusion sur la présence d'une zone humide | 224 |
| V.3.5. Remarque sur la profondeur du toit de la nappe comme élément de la liste de | |
| référence de « sols » dans les contextes et les sols particuliers..... | 231 |
| | |
| VI. <u>Absence et présence d'une zone humide avec l'approche alternative des listes de référence</u> | 232 |
| | |
| VI.1. Analyse comparative des conclusions avec l'approche alternative et l'avis des | |
| observateurs..... | 232 |
| VI.1.1. Prototype de listes de référence | 232 |
| VI.1.2. Listes de référence finales | 241 |
| VI.2. Analyse comparative des conclusions avec les listes de référence d'après l'approche | |
| alternative..... | 248 |
| VI.2.1. Contribution individuelle des listes de référence à la détection d'une zone humide | |
| | 248 |
| VI.2.1.1. Prototype de listes de référence..... | 248 |
| VI.2.1.2. Listes de référence finales..... | 249 |
| VI.2.2. Contribution des listes de référence à la détection d'une zone humide avec une | |
| approche alternative..... | 251 |

| | |
|---|------------|
| VI.2.2.1. Prototype de listes de référence..... | 251 |
| VI.2.2.2. Listes de référence finales..... | 259 |
| <u>VII. Conclusion sur la faisabilité et la fiabilité des protocoles et listes de référence.....</u> | 267 |
| VII.1. Faisabilité | 267 |
| VII.2. Fiabilité..... | 267 |
| VII.1.1. Méthode statistique utilisée..... | 268 |
| Test de Cochran Q..... | 268 |
| Test post-hoc de McNemar | 268 |
| VII.1.2. Résultats..... | 269 |
| VII.1.2.1. Habitats..... | 269 |
| VII.1.2.2. Espèces végétales | 269 |
| VII.1.2.3. Sols | 270 |
| VII.1.2.4. Approche alternative | 270 |
| <u>VIII. Réflexions prospectives complémentaires au présent projet.....</u> | 276 |
| <u>IX. Diffusion des données collectées sur le terrain</u> | 285 |
| IX.1. Restitution du résultat de l'étude..... | 285 |
| IX.2. Diffusion des données collectées..... | 285 |
| <u>Discussion</u> | 286 |
| <u>Bibliographie.....</u> | 289 |
| <u>Résumé des Fascicules.....</u> | 298 |

Ce Fascicule 4 constitue un élément de la série de 5 Fascicules restituant les résultats du projet de Protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides dans les DROM :

- **Fascicule 1** : Introduction générale et objectifs
- **Fascicule 2** : Contextes physiques et écologiques des DROM et implication
- **Fascicule 3** : Un panorama de 20 ans de connaissances sur les zones humides dans les DROM et appropriations
- **Fascicule 4** : Démarche de Recherche & Développement pour élaborer les protocoles et listes de référence
- **Fascicule 5** : Protocoles et listes de référence



I. Démarche adoptée pour concevoir les protocoles et listes de référence

I.1. Historique et genèse du projet

En 2018 un projet avait été financé par l'Agence Française pour la Biodiversité, dont l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) de Guyane était le bénéficiaire, pour développer des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les ZH dans les DROM. Ce projet de protocoles et listes de référence n'avait finalement pas abouti.

Fin 2022, PatriNat OFB-MNHN avec la Direction Surveillance, Évaluation et Données (DSUED), la Direction des Outre-mer (DOM) de l'Office Français de la Biodiversité (OFB), et le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (MTECT) ont relancé ce projet. Un vaste consortium d'acteurs scientifiques, techniques et administratifs concernés par l'élaboration de ces protocoles et listes de référence dans les 5 DROM a été créé.

I.2. Partenariats scientifiques

PatriNat est le coordinateur scientifique de l'ensemble du projet, dans le cadre de l'activité courante de la cellule Milieux humides. PatriNat apporte son expertise sur le sujet et anime le projet. À cette fin, l'animation est assurée via un financement de la part du MTECT.

PatriNat a mobilisé un réseau de partenaires scientifiques et techniques pour mettre en œuvre le projet. Ces partenaires ont notamment été sélectionnés de telle sorte à ce qu'ils représentent :

- plusieurs disciplines (pédologie, botanique, droit...);
- des profils scientifiques (pour concevoir des protocoles et des listes de référence robustes) et des profils techniques (pour vérifier leur fiabilité et leur faisabilité);
- des spécialistes souvent implantés dans les DROM.

Les partenariats ont été mobilisés durant une démarche de Recherche & Développement pour élaborer les protocoles et listes de référence. Cette démarche a consisté à • réaliser des recherches bibliographiques & mobiliser l'expertise de spécialistes, • élaborer des prototypes de protocoles et de listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides dans les DROM, • tester ces prototypes sur les terrains dans les DROM avec le public cible destinataire des résultats finaux du projet, • émettre des retours critiques sur les prototypes, • réviser les protocoles et listes de référence, • avant de restituer des protocoles et des listes de référence finaux.

Les tests de prototypes ont pour but de valider les protocoles et les listes de référence. Comme préconisé par König (2012), la validation a été réalisée selon un processus consistant à évaluer les propriétés fonctionnelles et non fonctionnelles de la conception et de la mise en œuvre d'un protocole par rapport aux exigences des utilisateurs qui doivent identifier les zones humides avec efficacité. La validation du protocole a compris toutes les activités du processus de développement du protocole qui servent cet objectif, incluant le prototypage, l'analyse des résultats...

Des partenariats scientifiques ont donc permis de mettre en œuvre cette démarche de R & D :

- **Convention de coopération N°OFB-22-0550 relative à l'établissement de protocoles pour la définition et la délimitation des zones humides en outre-mer.** La Direction des Outre-mer de l'OFB a établi une coopération avec **(i)** le Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement durable des régions tropicales méditerranéennes (Cirad) et **(ii)** les Conservatoires Botaniques Nationaux de Martinique et de Mascarin. La répartition des missions était la suivante :
 - **Missions du Cirad - critère « Sol » sur l'ensemble des DROM :**
 - rédaction d'une synthèse bibliographique afin de proposer des listes de référence robustes pour identifier les zones humides d'après le sol (cf. Fascicule 2). L'environnement physique, les zones humides, l'inventaire et les conditions pédologiques de reconnaissance des sols des zones humides sont décrits par territoire,
 - rédaction d'un prototype de protocole pédologique à tester sur le terrain,
 - participation à l'échantillonnage des sites tests,
 - rédaction d'un protocole final intégrant les retours critiques sur le protocole,
 - **Missions des conservatoires botaniques nationaux de Martinique et de Mascarin - listes de référence « Espèces végétales » et « Habitats » aux Antilles et à l'île de La Réunion respectivement :**
 - recherche bibliographique et mobilisation de la bibliographie existante pour identifier les espèces végétales caractéristiques de zones humides,
 - rédaction d'une synthèse concernant les listes de référence : dresser la liste de référence des espèces végétales indicatrices des zones humides, dresser la liste de référence des habitats indicateurs des zones humides,
 - rédaction de deux prototypes de protocoles,
 - échantillonnage et participation aux tests des protocoles sur le terrain,
 - rédaction d'un protocole final intégrant les retours critiques sur le protocole.
- **Prestation via la Direction des Outre-mer de l'OFB avec un spécialiste indépendant pour élaborer les protocoles et listes de référence :**
 - **Vincent Boulet** (botaniste indépendant) dans le cadre d'une prestation financée par l'OFB, a défini des prototypes de protocoles et listes de référence pour les espèces végétales et les habitats à Mayotte. Ces prototypes de protocoles et listes de référence ont été révisés en fonction des retours critiques des campagnes de terrain pour aboutir à des protocoles et listes de référence finaux.

- **Prestation via PatriNat avec l'IRD de Guyane concernant les listes de référence relatives au critère « végétation » en Guyane. Les missions consistaient à :**
 - participer à proposer un protocole « végétation » sur la large bande côtière guyanaise (recherche de protocole adéquat) afin d'identifier les zones humides d'après les espèces végétales ou les habitats,
 - tester sur le terrain les prototypes de protocoles et listes de référence sur la large bande côtière guyanaise en vue de versions finales,
 - proposer le contenu d'un guide illustré et pédagogique de détermination des espèces végétales caractéristiques des zones humides de la large bande côtière guyanaise.

- **Sollicitations complémentaires sans formalisation administrative :**
 - **l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAe) a été sollicité** pour élaborer la liste de référence « sol » via la contribution de **l'INRAe-Unité INFO&SOLS,**
 - l'expertise du **Conservatoire botanique de Guadeloupe** a pu bénéficier au projet courant 2024, avec sa structuration croissante. Il a pu émettre un retour critique sur les listes de référence relatives aux espèces végétales et aux habitats de Guadeloupe.

À noter que les partenaires associés au projet ont pu mobiliser régulièrement des expertises locales, en sollicitant directement des spécialistes de différents domaines. Le réseau de spécialistes mobilisés est donc plus vaste que celui évoqué ci-avant (voir la section Remerciements).

I.3. Partenariats technico-scientifiques

En plus des partenariats scientifiques énumérés ci-avant, des partenariats technico-scientifiques ont également permis de pleinement mettre en œuvre la démarche de R & D présentée ci-avant.

Qui étaient les destinataires du prototype en perspective des tests ?

Tous les partenaires associés au projet cités dans la section I.5 du document, les agents des services de l'État et de l'OFB dans les DROM ont été destinataires du prototype de protocoles et de listes de référence. Le document (prototype) n'a pas été diffusé librement, pour prévenir la diffusion de listes de référence et de protocoles non finalisés et qui auraient pu induire une confusion avec le livrable final produit à l'issue du projet.

Qui a pu contribuer aux tests du prototype ?

Tout agent ayant des connaissances dans le domaine de l'écologie, représentatif des futurs utilisateurs des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter une zone humide, et appartenant aux acteurs énumérés ci-avant, a pu tester le prototype sur le terrain.

Ces agents appartenait donc à des bureaux d'études, services de l'État et établissements publics en charge de la police de l'eau, collectivités locales, associations de protection de l'environnement... Ces derniers n'ont pas été destinataires des prototypes mais ils ont pu contribuer s'ils le souhaitaient aux tests des prototypes sur le terrain avec les destinataires des documents.

Tout agent qui a contribué aux tests sur le terrain devait être en capacité de :

- **réaliser un sondage pédologique avec les instructions du prototype ;**
- **décrire un sondage pédologique à l'aide du prototype de protocole et de listes de référence ;**
- **identifier les principales espèces végétales et/ou les principaux habitats** caractéristiques de zones humides d'après le prototype fourni.

Les agents qui ne maîtrisaient pas encore ces aspects mais qui souhaitaient les utiliser dans le cadre de leur pratique métier ont pu également participer.

À noter que les spécialistes qui ont participé à élaborer le prototype dans les DROM ont également participé aux tests pour fournir leurs propres regards critiques sur leur production.

Les partenariats pour tester les protocoles et listes de référence dans une démarche de R & D ont été les suivants :

- **Le MTECT a financé une partie des tests de prototypes des protocoles et listes de référence sur une variété de zones humides, dans tous les DROM, pour faire un retour critique étayé et contextualisé.** Ces tests ont été réalisés par le bureau d'étude Biotope, suite à un « Marché relatif à la réalisation de tests des protocoles de caractérisation « Flore/Sol » des zones humides des départements et régions d'outre-mer en vue de l'application à ces territoires de l'arrêté du 24/06/2008 modifié », avec les partenaires du projet, dès le début de l'année 2023.
 - **Mission 1 de Biotope** : développement d'une application Qfield et création d'un échantillon de sites où tester les prototypes dans les 5 DROM,
 - **Mission 2 de Biotope** : tests sur le terrain du prototype, traitement des données de terrain, note de synthèse à l'issue des tests avec une analyse critique sur l'approche générale et son application, propositions de perspectives d'amélioration.
- **Sous l'impulsion du MTECT, les services de l'État en charge de la police de l'eau dans chaque DROM ont été des partenaires privilégiés durant la réalisation du projet :** indications des contacts techniques clefs, éventuels arrêtés préfectoraux pour avoir accès à des sites pour tester les prototypes de protocoles et listes de référence, participation à l'échantillonnage des sites « test », retours critiques...

- La Direction des Outre-Mer (DOM) de l'OFB a également proposé aux agents des services territoriaux de l'OFB dans les 5 DROM de réaliser des tests en propre durant la période de tests du prototype.

I.4. Prestations complémentaires

- **Prestation de Déborah Viry (écologue indépendante) financée par PatriNat**
 - **Mission 1 - mise en forme et bancarisation des données de la campagne de terrain :** les données sont classées et compilées dans un seul tableur, les photographies prises durant les tests sur le terrain sont vérifiées et référencées,
 - **Mission 2 - trois synthèses produites :**
 - *Environnement physique et biologique des territoires ultramarins français, les paysages, pressions et menaces sur les milieux naturels, la biodiversité sont décrits.* Cette synthèse (Fascicule 2) présente les identités écologiques et les contextes anthropiques propres à chacun des DROM, justifiant et alimentant des approches particulières pour élaborer des protocoles et listes de référence afin d'identifier les zones humides (Fascicule 4). Elle complète la synthèse réalisée par le Cirad sur l'environnement physique de chaque DROM,
 - *Un panorama de 20 ans de connaissances sur les ZH dans les DROM et appropriations.* Cette synthèse est exploitée dans le Fascicule 3. La question traitée est la suivante : **Quels sont les principaux projets d'acquisition de connaissances réalisés sur les zones humides dans les DROM au cours des 20 dernières années ?**
L'objectif est de faire un état des lieux de l'existant afin de mettre en avant les travaux réalisés dans les territoires et de tenir compte des éléments les plus prometteurs et utiles pour le présent projet,
 - *Tableau bilan des retours critiques suite à la campagne de terrain.* Ce tableau fait un bilan des retours critiques suite aux tests sur les terrains par DROM. Cette synthèse est intégrée dans le présent Fascicule.
- **Prestation de Biotope financée par PatriNat afin d'analyser en détail les prototypes de listes de référence d'espèces végétales caractéristiques des zones humides par DROM**

Suite aux tests sur le terrain, une prestation a été lancée avec les botanistes de Biotope dans les 5 DROM afin de bénéficier d'une analyse critique des listes de référence d'espèces végétales établies par les partenaires. L'intérêt était de bénéficier d'une expertise croisée entre spécialistes sur les territoires.

 - **Missions :** analyse des prototypes de listes de référence d'espèces végétales de chacun des DROM, réunions organisées par PatriNat avec Biotope et les partenaires ayant élaboré les prototypes de listes pour obtenir des listes finalisées.
- **Prestation d'AgriConseil financée par PatriNat afin de bancariser sur le site de l'INPN les photos d'habitats et de sites.**

- **Missions** : sélectionner des photos d'habitats et de sites réalisées sur le terrain, pour les bancariser dans l'INPN.

I.5. Bilan des principaux partenariats et prestations pour élaborer et tester les protocoles et listes de référence

Afin de mettre en œuvre le projet, un réseau de partenaires a donc œuvré selon leurs compétences pour rédiger les protocoles et listes de référence. La Figure ci-après résume les principaux partenariats.

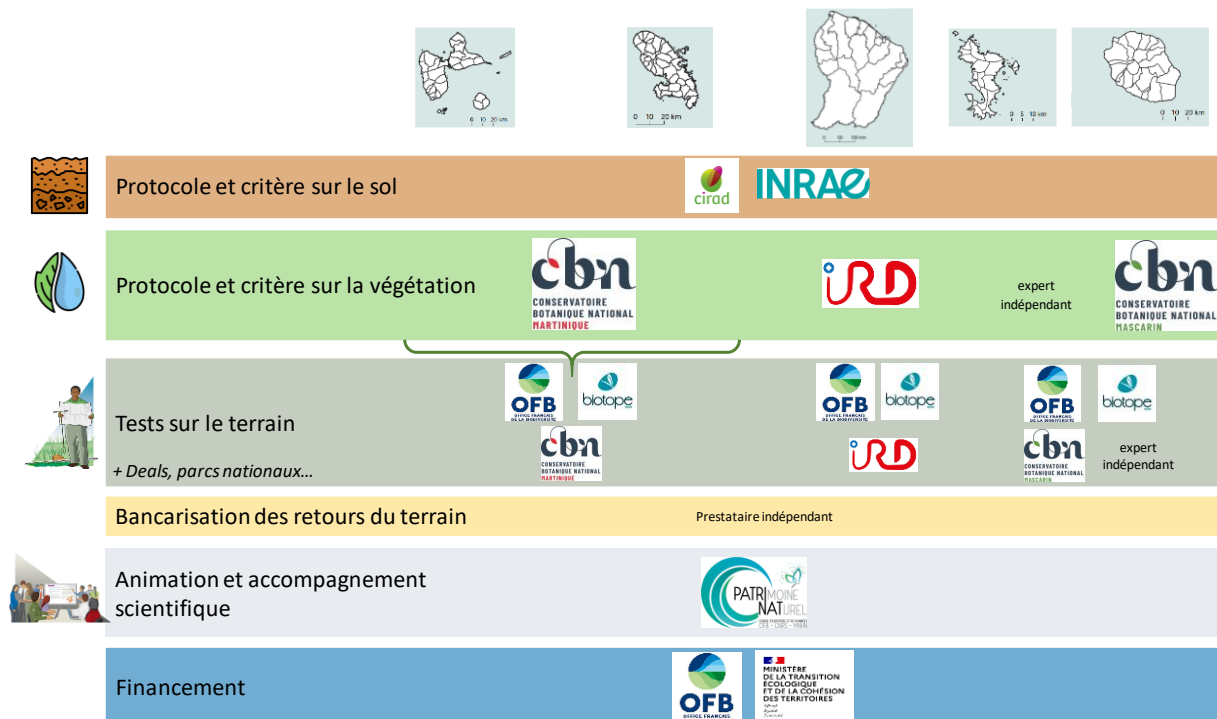


Figure 1 : Partenaires non exhaustifs associés au projet visant à développer des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides dans les DROM et implications respectives.

En plus des acteurs indiqués sur la Figure ci-avant, il convient d'indiquer la contribution des services de l'État implantés dans les DROM (DEAL et DGTM) : informations locales réalisées durant le projet, facilitation de la réalisation du projet...

I.6. Méthodologie pour concevoir les Fascicules

Ce projet a été rythmé en trois phases successives (Figures ci-après) :

- **une phase « production »** : élaboration du prototype de protocoles et listes de référence. Cette phase s'est terminée début 2023. Le prototype a été conçu conjointement avec les partenaires selon leurs domaines d'expertise ;

- **une phase de « tests sur le terrain »** : des tests du prototype de protocoles et listes de référence ont été réalisés sur une variété de zones humides, dans tous les DROM, dans l'objectif de faire un retour critique étayé et contextualisé de leur faisabilité et de leur efficacité ;
 - **La campagne de terrain a eu lieu de mars 2023 à novembre 2023 dans les DROM.** Ces tests ont été réalisés par le bureau d'études Biotope, avec les partenaires du projet, et PatriNat principalement. Les services de l'État, des gestionnaires de sites, des agents des services territoriaux de l'OFB, les partenaires... ont également pu participer à ces tests. Les profils de ces acteurs ont permis de recueillir des avis critiques variés et d'identifier les corrections à réaliser pour favoriser l'appropriation future des protocoles et listes de référence par un large public et améliorer leur efficacité ;
 - **Des réunions locales d'informations par DROM** ont eu lieu en présentiel durant l'année 2023. Les acteurs techniques intéressés par le sujet ont été invités à y participer pour être informés de la démarche mais également pour faire part de retours critiques, commentaires, souhaits de participer aux tests... ;
- **une phase de « révision » et de production de la « version finale ».** Les protocoles et listes de référence ont été améliorés à partir des retours critiques reçus. PatriNat et les partenaires ont entrepris ces révisions pour aboutir aux protocoles et listes de référence finaux.

Concernant la gouvernance du projet, des réunions entre PatriNat, le MTECT, les services déconcentrés dans les DROM et la Direction des Outre-mer de l'OFB ont été réalisés régulièrement afin de s'informer de l'avancement du projet et de discuter de la stratégie à adopter. De plus, comme indiqué dans le schéma ci-après, un COPIL a été mis en place afin d'avancer de manière concertée.

Sur l'initiative du MTECT, le projet a fait l'objet de deux présentations spécifiques en 2024 à l'intention du Ministère de l'Intérieur et des Outre-mer et du Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, qui seront cosignataires d'un futur arrêté interministériel à l'issue de ces travaux.

Afin de partager les résultats avec les instances aux niveaux local et national, et de consolider ainsi les protocoles et listes de référence officialisés ensuite par un arrêté, le présent rapport (en particulier le Fascicule 5 qui contient les protocoles et listes de référence finaux) sera présenté aux Conseils Scientifiques Régionaux du Patrimoine Naturel (CSRPN) et aux Comités de l'Eau et de la Biodiversité (CEB) de chaque territoire, puis à la Mission Interministérielle de l'Eau (MIE), au Comité National de l'Eau (CNE) et au Comité National de la Biodiversité (CNB).

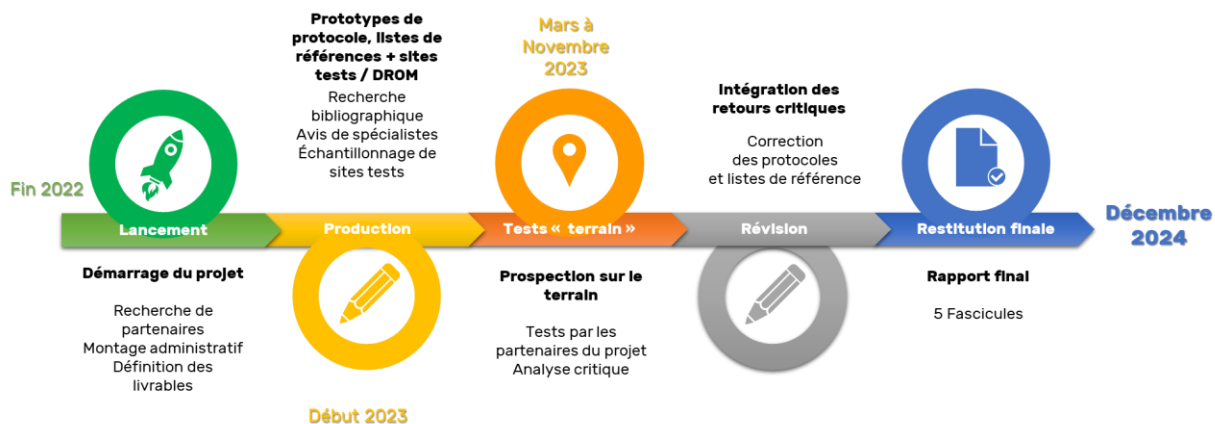


Figure 2 : Phases simplifiées de conception des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides dans les DROM.

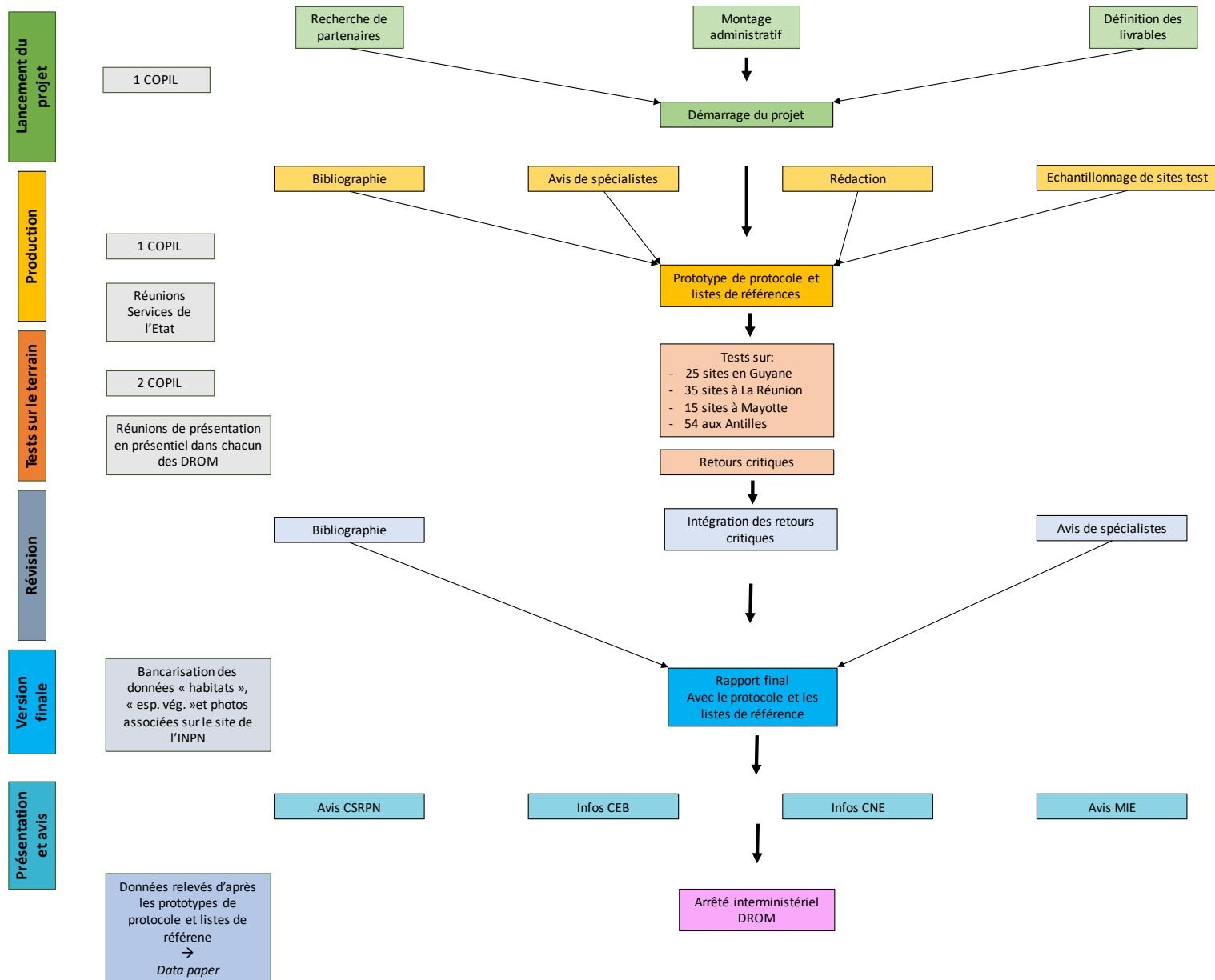


Figure 3 : Phases détaillées de conception des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides dans les DROM. COFIL : les membres du Comité de pilotage étaient constitués du MTECT, du bureau d'étude Biotope, des partenaires et de PatriNat.

II. Présentation du prototype

Les tests du prototype ont eu pour but de mettre en situation un observateur en charge d'identifier et de délimiter les zones humides dans le cadre de la police de l'eau, de la constitution ou de l'instruction d'un dossier loi sur l'eau, etc. afin qu'il en évalue la qualité. Après avoir mis en œuvre le prototype sur un point de relevé donné, l'observateur a ainsi dû répondre à la question suivante :

Le prototype de protocoles et de listes de référence permet-il d'identifier la présence d'une zone humide avec fiabilité ?

Après avoir mis en œuvre le prototype sur au moins deux relevés répartis de part et d'autre de la limite d'une zone humide, l'observateur a dû répondre à la question suivante :

Le prototype de protocole et de listes de référence permet-il d'identifier une limite¹ de la zone humide (délimitée) dans l'espace avec fiabilité ?

Le cas échéant, l'observateur devait indiquer les problèmes rencontrés (fiabilité, faisabilité principalement) et les pistes d'amélioration à exploiter.

Le prototype contenait à la fois :

- les listes de référence proposées par des botanistes et des pédologues, avec des listes d'habitats, d'espèces végétales et de sols caractéristiques de zones humides ;
- les protocoles proposés par des écologues, des botanistes et des pédologues. Les protocoles contiennent l'ensemble des règles qui régissent les opérations à réaliser sur le terrain pour collecter les informations nécessaires à l'identification (une zone humide est-elle présente ?) et à la délimitation (où est la limite de la zone humide ?).

Les protocoles et la démarche d'échantillonnage proposés pour sélectionner des sites à étudier étaient en partie inspirés de Gayet *et al.* (2023a). Le prototype était formalisé sous la forme d'un document PDF. En plus, un tableur et une extension Qfield permettaient de consigner les relevés sur le terrain (l'un ou l'autre était utilisable selon la façon de travailler de l'observateur).

¹ Dans le cadre des tests, il ne s'agit pas de délimiter toute une zone humide.

II.1. Méthode et résultats - listes de référence caractéristiques de zones humides

Dans la première section du Fascicule 2, il apparaît que les contextes physiques des 5 DROM présentent quelques similarités, par ex. :

- climat tropical et humide dans l'essentiel des DROM ;
- forte variabilité des conditions climatiques et notamment pluviométriques au sein d'un même DROM, même au sein des contextes insulaires ;
- appartenance de plusieurs DROM à un même biome ;
- grande diversité de contextes écologiques au sein d'un même DROM ;
- grande variété des types de sols à l'intérieur de chaque DROM du fait de conditions géomorphologiques, géologiques, hydrologiques... qui génèrent dans chaque DROM des combinaisons écologiques complexes qui leur sont propres.

Les contextes écologiques dans chaque DROM résultent d'une combinaison complexe des facteurs sus-cités.

Le Fascicule 3 met en évidence le fait que les acteurs se sont déjà bien emparés sur les territoires de l'opérationnalisation de la réglementation, en travaillant sur des listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides. Ces antériorités sont à l'origine des premières listes de référence sur les territoires, qui ont permis d'enclencher des travaux pour cartographier les zones humides par exemple.

À partir de ce constat, il est donc proposé de produire des listes de référence sur les habitats, les espèces végétales et le sol, pour identifier et délimiter les zones humides (i) en les déclinant par territoire, (ii) en tenant compte de la variabilité des contextes au sein de chaque territoire, et (iii) en exploitant et citant le recours aux travaux antérieurs. La méthode mise en œuvre pour élaborer les listes de référence et les protocoles associés tient notamment compte de ces considérations.

II.1.1. Les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales »

II.1.1.1. Texte préliminaire sur les habitats « H » et « pro parte »

Une communauté végétale donnée peut indiquer avec fiabilité la présence d'une zone humide si elle est composée d'un cortège d'espèces inféodées aux zones humides qui dominent sa composition et/ou sa structure. **Des listes d'habitats peuvent être exploitées pour élaborer des listes de référence d'« habitats » qui indiquent la présence d'une zone humide d'après les communautés végétales.** Ces listes de référence d'« habitats » sont sous la forme de typologies locales, qui déclinent les habitats en niveaux hiérarchiques, du plus grossier au plus fin. Des codes et des dénominations sont systématiquement attribués à chaque poste typologique. Par exemple, dans la typologie de Hoff (créée en 1997 et mise à jour en 2019), en Guyane, « G4 Forêts » est un des niveaux les plus grossiers, alors que « G4A.32 Pinotières claires sur pégasse de 30 à 40 cm d'épaisseur » est un niveau plus fin. Des clefs de détermination des habitats, une description d'habitat par poste typologique... sont également des informations disponibles dans quelques-unes de ces typologies.

Les typologies mobilisées pour élaborer des listes de référence d'« habitats » par DROM sont référencées dans HabRef², le référentiel des habitats de métropole et d'outre-mer, disponible sur le site de l'INPN³. La version 7.0 d'HabRef a été utilisée, avec les typologies suivantes par DROM :

- Guyane, Martinique et Guadeloupe : Typologie provisoire des habitats naturels des départements d'Outre-mer français, basée sur CORINE biotopes et la « Classification of Palaearctic habitats » du Conseil de l'Europe de Hoff (créée en 1997 et mise à jour en 2019) ;
- Mayotte : Typologie des milieux naturels et des habitats terrestres et littoraux (supralittoral, médiolittoral pro parte) de Mayotte (Boullet, 2005) ;
- La Réunion : Typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion (Lacoste et al. 2021).

En mobilisant des expertises en botanique dans chaque DROM, un habitat a été coté « H » si ledit habitat, et tous les habitats de niveaux hiérarchiques inférieurs, sont caractéristiques de zones humides. Sur un point de relevé donné, la présence d'un habitat coté « H » permet donc seule de conclure qu'une zone humide est présente. Si l'habitat d'un niveau hiérarchique donné ne peut pas être considéré comme systématiquement ou entièrement caractéristique de zones humides (les habitats de niveaux inférieurs ne sont pas tous humides, pas de déclinaison typologique assez précise pour distinguer ceux typiques de zones humides), ledit habitat a été coté « pro parte » (il est impossible de conclure à la présence d'une zone humide d'après la seule information sur l'habitat). Sans cote associée à un habitat, il n'y a pas de zone humide détectée d'après l'habitat seul.

Une liste de référence d'« habitats » caractéristiques de zones humides a été produite par DROM. Cela exploite et valorise les travaux locaux sur les typologies d'habitats (cf. Fascicule 3) et reconnaît les singularités écologiques propres à chaque DROM.

² <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats>

³ <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

Sur le point de relevé, le prototype de protocole présenté ci-après permet de conclure à la présence d'une zone humide d'après les habitats selon la présence d'un éventuel habitat coté « H ».

II.1.1.2. Texte préliminaire sur les espèces végétales cotées « absolu », « relatif » et « aquatique »

Une espèce végétale donnée peut indiquer avec fiabilité la présence d'une zone humide si elle est strictement inféodée aux zones humides, c'est-à-dire qu'elle ne se développe que dans des conditions d'engorgement prolongé du sol. Le référentiel utilisé pour élaborer des listes de référence d'« espèces végétales » est TaxRef⁴ (2024), le référentiel des taxons de métropole et d'outre-mer, disponible sur le site de l'INPN⁵. La version 17.0 de TaxRef a été utilisée.

En mobilisant des expertises en botanique, et la bibliographie locale dans chaque DROM ou dans des contextes écologiques similaires, une espèce végétale a été coté « absolu » par DROM si ladite espèce, et, le cas échéant, tous les taxons de rang sub-spécifiques sont indicateurs de zones humides. Si une espèce végétale ne peut pas être considérée comme systématiquement ou entièrement caractéristique de zones humides (espèces généralement en zones humides mais pas systématiquement par ex.) ladite espèce a été cotée « relatif » par DROM. Enfin, des espèces végétales ont été cotées « aquatique » pour souligner le fait que des espèces végétales n'ont pas été cotées en « absolu » ou « relatif » car elles évoluent surtout en pleine eau, donc hors zone humide d'après la réglementation en vigueur.

Lors de la conception de liste de référence d'« espèces végétales » caractéristiques de zones humides par DROM, les travaux réalisés par le passé sur chaque territoire à ce sujet ont bien été exploités (cf. Fascicule 3). La production d'une liste de référence d'« espèces végétales » par DROM reconnaît aussi les singularités écologiques propres à chaque DROM.

L'approche utilisée en métropole pour élaborer des listes de référence d'« espèces végétales » a été reconduite dans les DROM, par souci de cohérence nationale, en tenant compte de spécificités dans les territoires, pour distinguer les espèces cotées « absolu » caractéristiques de zones humides (<https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000019151510/>). En métropole, une seule liste d'espèces a été produite dans l'arrêté sus-cité pour l'ensemble du territoire, même si elle peut être complétée localement.

Cette approche partage également des similitudes avec l'approche menée aux Etats-Unis d'Amérique pour lister les espèces caractéristiques de zones humides (voir par ex. <https://wetland-plants.sec.usace.army.mil/>), par grande région, en distinguant les espèces terrestres (« *Upland – UPL* » plantes des habitats non humides), obligatoires (« *Obligate – OBL* » espèces submergées, flottantes, à feuilles flottantes, émergentes dépendantes des zones humides, nécessitant de l'eau stagnante ou des sols saisonnièrement saturés), facultatives en zones humides (« *Facultative Wetland – FACW* » espèces dépendant principalement des sols *hydric*, de l'eau stagnante ou des nappes phréatiques saisonnièrement hautes), facultatives (« *Facultative – FAC* » espèces de manière équivalente en zone humide et hors zone humide)... Il convient toutefois de rester vigilant avec cette comparaison de l'approche menée aux Etats-Unis d'Amérique, puisque cette réglementation inclut également des milieux

⁴ <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentiels/habitats>

⁵ <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index>

aquatiques de pleine eau dans les zones humides, contrairement à la réglementation en vigueur en France sur les zones humides.

Dans la perspective de structurer les listes de référence d'« espèces végétales » caractéristiques de zones humides par DROM, les espèces végétales ont été distinguées à titre d'information selon leurs types biologiques :

- Phanérophytes ou les « arbres et arbustes » *sensu lato*, avec une hauteur de l'appareil végétatif > 1 m ;
- Chaméphytes ou « arbrisseaux » ; soit les ligneux de taille < 1 m ;
- Herbacées vivaces regroupant les hémicryptophytes et les géophytes, de taille < 1 m, ou plus simplement appelées les « herbes vivaces » ;
- Thérophytes ou plus simplement les « herbes annuelles » ;
- Pour les plantes à port non autonome ayant besoin d'un support, soit les lianes, pseudo-lianes (étrangleurs) et épiphytes :
 - Lianes *sensu lato* lianes vraies et pseudo-lianes, soit les « lianes et plantes assimilées »,
 - « Épiphytes »,
- Hydrophytes (type qui diffère un peu du traitement d'Ellenberg et Mueller-Dombois 1967) avec les hydrophytes vasculaires errants (Pleustophytes) et les hydrophytes enracinés (soit des géophytes, soit des hémicryptophytes, rarement des thérophytes) qui ont en commun un port supporté par l'eau. Dans un contexte d'étude des zones humides qui n'inclut pas les écosystèmes de pleine eau, il est plus simple de regrouper tous les hydrophytes ensemble.

À noter qu'en Guyane, les spécialistes ont fait part de la nécessité de distinguer les « Palmiers » dans une catégorie dédiée puisqu'ils sont relativement nombreux en comparaison des autres territoires.

A partir des espèces végétales cotées « absolu » ou « relatif », il existe plusieurs façons de conclure sur la présence d'une zone humide. Tiner (2016) propose une synthèse des recommandations aux Etats-Unis d'Amérique pour conclure à partir des espèces « *Obligate* », « *Facultative Wetland* »... Par ex. le « test de dominance » spécifie que 50 % des espèces doivent être « *Obligate* », « *Facultative Wetland* » et/ou « *Facultative* » pour conclure qu'une zone humide est présente, le « test rapide » spécifie que toutes les espèces dominantes doivent être « *Obligate* » et/ou « *Facultative Wetland* », le FAC-test neutre spécifie que les espèces « *Obligate* » + les espèces « *Facultative Wetland* » doivent être supérieures aux espèces qui sont surtout dans des zones non humides (« *Facultative upland* »), ou quasi toujours hors zone humide en conditions naturelles (*Obligate upland*), une autre approche spécifie qu'une ou plusieurs espèces dominantes doivent être « *Obligate* »...

Le prototype de protocole proposé dans les DROM d'après les espèces végétales tient compte des cotations « absolu » ou « relatif » des espèces végétales. Dans le cas des espèces végétales cotées « absolu », il est nécessaire que la présence d'au moins une espèce végétale cotée « absolu » soit significative (coefficient d'abondance-dominance ≥ 1) sur la placette associée à un point de relevé pour conclure qu'une zone humide est présente. Dans le cas des espèces cotées « relatif », il est nécessaire que l'espèce végétale ou les espèces végétales cotées « relatif » observée(s) sur la placette associée à un point de relevé constitue(nt) plus de la moitié de la richesse spécifique des espèces végétales, en ne

considérant que les espèces dont la présence est significative sur ladite placette (coefficient d'abondance-dominance ≥ 1), pour conclure qu'une zone humide est présente. **Sur le point de relevé, le prototype de protocole présenté en détails ci-après permet de conclure sur la présence d'une zone humide d'après les espèces végétales selon l'abondance-dominance d'espèces végétales cotées « absolu » ou « relatif ».**

II.1.1.3. Démarches entreprises par les spécialistes pour élaborer les listes de référence

Cette section détaille la démarche entreprise par les spécialistes de chaque DROM pour élaborer les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales ».

Concernant la liste de référence sur les habitats, après cette démarche, un examen des termes lemmatisés souvent spécifiques aux zones humides a été réalisé pour vérifier qu'aucun poste typologique caractéristique de zones humides n'avait été omis. Cet examen revient à utiliser des textes sous une forme réduite et standardisée (Fallery et Rodhain 2007). À titre d'exemple, les termes lemmatisés suivants ont été examinés : « héloph », « inond », « alluv », « marécag », « rivul », « ripi », « mangrov », « berg », « suint », « marais », « pégass », « pinot », « banc », « taro », « song », « butte », « tourb », « galerie », « amphibi », « vasiè », « émerg », « carex », « hydrom », « humid », « jonc », « junc », « tempor », « riv », « pripri »...

En complément, des termes lemmatisés souvent spécifiques à l'absence de zone humide au sens de la réglementation en vigueur, ont été examinés, par ex. « hydroph », « aquat », « flott », « xéro », « cours », « stagn », « submerg », « fluv », « radeau », « herbier », « immerg », « saut », « lagun », « mare », « criq », « bassin », « étang », « gravièr », « cana », « fossé », « baranq », « retenue », « réservoir », « aquacult », « lac », « barrage », « ravine », « pélag »... Cela a permis d'examiner le résultat des expertises, pour vérifier qu'il n'y avait pas d'erreurs parmi les habitats cotés « H » ou « pro parte ».

Concernant la liste de référence d'« espèces végétales », une expertise croisée entre DROM n'a pas été réalisée (par ex. vérifier qu'une espèce végétale cotée « absolu » dans un DROM l'est également dans un autre DROM où elle est présente). L'état des connaissances sur les caractéristiques écologiques d'une espèce donnée peut être insuffisant pour « homogénéiser » le référencement d'une espèce végétale, les caractères écologiques mêmes des espèces peuvent varier d'un DROM à l'autre...

a. Guyane par l'Herbier IRD de Guyane (acronyme CAY)

Les espèces végétales

La liste de référence d'« espèces végétales » de Guyane constitue une deuxième révision de la première liste établie par l'Herbier IRD de Guyane en 2011 avec un avis favorable émis en 2012 par le CSRPN de Guyane (Gonzalez et al., 2011), révisée une première fois en 2014 (Gonzalez et al., 2014) – travaux réalisés pour l'ex-DIREN de Guyane sur le même sujet. Elle a été corrigée et complétée suite à l'évolution de la connaissance sur la flore et la végétation des zones humides et à l'évolution de la taxonomie et de la nomenclature des taxons.

Cette liste de référence a pu être élaborée en premier lieu grâce à la collection de 200 000 échantillons de l'Herbier CAY constamment révisée et mise à jour taxonomiquement grâce au réseau de spécialistes du Consortium « *Flora of the Guianas* », <https://www.naturalis.nl/en/science/flora-of-guianas>. Divers experts et/ou chercheurs ayant des connaissances complémentaires de contextes variés en Guyane ont également été sollicités. Ces connaissances ont été mobilisées via des échanges bilatéraux (voir la section Remerciements).

L'établissement de la liste de référence et ses révisions successives ont comporté chacune trois phases, les résultats de chacune d'entre elles venant enrichir les deux autres.

PHASE I : Définition des critères pris en compte pour l'établissement de la liste de référence.

Les critères pris en compte ont évolué au cours des révisions successives, expliquant que certaines espèces ont pu être retirées de la liste de référence, tandis que d'autres qui n'avaient pas été prises en compte y ont finalement été ajoutées.

- Le caractère de taxon de zone humide « absolu » ou « relatif » n'a pas été envisagé dans les deux premières versions de la liste qui comprenaient plutôt les espèces (468 au total) que nous considérons aujourd'hui dans la cotation « absolu ». La liste de référence produite dans le cadre du présent projet tient compte du fait que les espèces retenues ne doivent pas se limiter aux espèces végétales associées à la présence d'une lame d'eau à la surface du sol durant une partie significative de l'année (par exemple dans les bas-fonds, dans les zones marécageuses). Elle inclut également les espèces dans tous types de contextes propices à un engorgement prolongé du sol.
- La liste de référence définitive a été réalisée en éliminant par exemple certains taxons qui n'apportaient que peu d'intérêt pour la définition des zones humides. Par exemple n'ont pas été prises en compte les espèces végétales liées exclusivement à des micro-milieus très particuliers, comme les parois verticales granitiques suintantes ou les chaos rocheux (ex : *Lembocarpus amoenus* Leeuwenb., 1958). Les habitats auxquels sont liées ces espèces végétales sont aisément identifiables sans le recours à l'analyse de la végétation les colonisant.
- Il a également été choisi de ne pas prendre en compte certaines espèces végétales en milieu naturel qui sont uniquement dans des conditions humides mais qui peuvent s'accommoder de milieux beaucoup plus secs dans un contexte d'espèce cultivée (ex : *Calliandra surinamensis* Benth., 1844).

- Lorsqu'un doute subsiste quant à la cotation de « relatif » ou « absolu » pour une espèce végétale après le croisement de toutes les sources connues de données, la cotation « relatif » a été préféré. Par exemple, un seul des deux échantillons de Guyane française de la Poaceae *Arundinella hispida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.) Kuntze dans l'Herbier CAY cite expressément le caractère hydromorphe du sol. Il n'y a pas d'éléments dans la littérature en faveur du caractère absolu. « *Savannas, forest edges, edges of Mauritiapalm swamp, 50-2200m* » in « *Flora of the Venezuelan Guayana* » Vol.8 Poaceae (G. Davidse & al., 2004). « *Lowland savannas to montane forest edges* » in « *Flora of the Guianas* » Series A : Phanerogams 187.Poaceae (E. Judziewicz, 1990). Les botanistes n'étant pas en mesure de trancher à dire d'expert, l'espèce a été cotée comme « relatif ».

PHASE II : Croisement de toutes les sources de données existantes et « screening » de toutes les espèces connues de Guyane française.

Les versions de la liste de référence d'« espèces végétales » pour la Guyane ont mobilisé en premier lieu des extractions successives de la base de données Aublet2 (<http://publish.plantnet-project.org/project/caypub>) de l'Herbier IRD de Guyane (CAY) appartenant aux types biologiques « aquatique », « dulçaquicole », « mares gravillonnaires », « savane hydromorphe », etc.

Cependant la base de données Aublet2 ne permet pas d'obtenir de façon simple une liste de référence d'« espèces végétales » de zones humides car les types biologiques généralement usités par les collecteurs pour décrire leurs collectes ne sont pas assez précis pour permettre une telle extraction. Le type biologique « herbacée terrestre », par exemple, sans autre indication, ne renseigne pas sur le degré d'hydromorphie du sol. Nous avons donc passé en revue les quelques 5 000 espèces recensées en Guyane en croisant les sources de données suivantes afin de pouvoir établir leur caractère d'espèce de zones humides dans un premier temps, puis « absolu », « relatif » ou « aquatique » pour la présente version.

1. La littérature botanique

Les flores locales et régionales (englobant l'entité géomorphologique du plateau des Guyanes) ainsi que les monographies, les publications d'espèces nouvelles et les articles ou documents non publiés exposant les résultats d'études effectuées sur divers sites, comme par exemple les prospections effectuées sur les « pripris » de Yiyi en vue de la candidature comme site Ramsar (Hoff, Toriola-Marbot et al., 1995), fournissent des informations sur les aires de répartition connues ainsi que des descriptions morphologiques et souvent des notes sur les habitats des espèces. Parmi ces flores, celles qui ont été le plus utilisées pour l'établissement de la liste de référence d'« espèces végétales » de Guyane sont :

- La série *Flora of the Guianas*, qui édite une flore des 3 Guyanes depuis 1985 dans le cadre du Consortium de la Flore des Guyanes rassemblant 10 instituts au niveau mondial (les Herbiers de Guyane, Surinam, Guyana mais aussi Paris, New-York, Kew, Berlin, Leiden Washington, et Belem au Brésil). À ce jour, 76 familles d'Angiospermes et 7 familles de Ptéridophytes ont été traitées par un peu plus de 60 spécialistes ;
- La série *Flora Neotropica* qui renseigne les taxons de toute la zone intertropicale du Nouveau Monde, est éditée depuis 1967 et compte aujourd'hui 124 volumes. Le dernier volume publié en 2023 est celui du genre *Panicum* (Poaceae) ;
- La flore de la partie du Venezuela appartenant à l'entité géomorphologique du plateau des Guyanes, « *Flora of the Venezuelan Guyana* », parue entre 1995 et 2005 (9 volumes), apporte un

appui également très appréciable pour l'aide à la détermination et aux habitats fréquentées par différents taxons puisque de nombreuses espèces sont communes à ces deux flores ;

- Citons également le « Guide des arbres de Guyane » (Richard H. & Ateni J., 2021) qui présente 288 espèces arborescentes (sur les 1 800 recensées à ce jour) qui a permis d'ajouter quelques espèces d'arbres à la liste de référence (ex : *Crudia aromatica* (Aubl.) Forsyth f., 1794) grâce aux précisions qu'il apporte sur l'écologie des espèces présentées.

2. L'expertise des spécialistes en activité, qui peuvent corriger ou amender les données anciennes trouvées dans la littérature botanique

La mise au point de cette liste de référence a également été l'occasion de solliciter plusieurs botanistes qui n'avaient pas pu être sollicités lors de la réalisation des deux premières versions, notamment pour l'ajout d'espèces arborescentes. En effet les espèces arborescentes de zones humides ont été les plus difficiles à identifier (hormis bien sûr les plus communes comme par exemple *Virola surinamensis* (Rol. ex Rottb.) Warb., 1897 ou *Symphonia globulifera* L.f., 1782). En effet les connaissances sur l'écologie des arbres sont encore très lacunaires et la désignation des espèces caractéristiques de zones humides concernant la strate arborée se fait surtout à dire d'expert (voir la section Remerciements).

3. L'étude des échantillons d'herbier, physiquement ou à travers les bases de données d'Herbiers

La première source d'information est ici l'Herbier IRD de Guyane et sa base de données Aublet2 (<http://publish.plantnet-project.org>). D'autres sources en ligne sont utilisées, les plus fiables étant *Plant Of the World Online* (POWO), <https://powo.science.kew.org/>, du Royal Botanic Gardens de Kew, la base Tropicos du Missouri Botanical Garden (<https://www.tropicos.org/home>) ainsi que la base du *New-York Botanical Garden*, <https://sweetgum.nybg.org/science/vh/>.

Comme précisé plus haut, un passage en revue de tous les spécimens des 5 000 espèces présentes dans l'Herbier CAY a été réalisé avec lecture de toutes les étiquettes (154 000) pour pouvoir inférer du caractère humide ou non des biotopes de collecte des espèces en fonction des commentaires des collecteurs (qui ne figurent pas systématiquement dans un champ formaté requêttable de la base de données).

PHASE III : Consolidation des listes.

L'utilisation de la première liste de 2011 depuis plusieurs années par des botanistes des bureaux d'études sur le terrain a permis de cibler quelques espèces manquantes.

La liste a été entièrement revue, espèce par espèce, pour attribuer les différentes cotes : « absolu », « relatif » ou « aquatique ». Ces cotes ont été attribuées à dire d'expert, en s'appuyant sur la bibliographie, les étiquettes d'herbiers et l'expérience de terrain des botanistes. Pour les espèces sur lesquelles les avis divergeaient entre experts pour l'attribution de la cote, plusieurs réunions ont été organisées pour échanger les points de vue, ce qui a permis de trancher. Lorsqu'un doute subsistait entre les cotations « absolu » et « relatif », c'est toujours la cotation « relatif » qui a été privilégiée.

Les habitats

L'identification des habitats « H » et « pro parte » a été réalisée grâce à une expertise en propre de l'IRD sur la typologie d'habitats. Elle se base sur la typologie des habitats de Hoff et al. (1997) qui est la plus exhaustive et la plus détaillée de Guyane bien que son utilisation ne soit pas toujours aisée pour qualifier nombre d'habitats particuliers, obligeant à opérer l'identification à un niveau très général. Il est par exemple impossible de distinguer dans la catégorie « G86 : Villes, villages et sites industriels » entre un village actuel « G86.2 : villages » et un ancien village amérindien ou autre (catégorie inexistante). Les habitats ne sont pas décrits et cette typologie qui ne présente pas de clef de détermination des habitats pour faciliter l'identification.

L'identification de l'habitat lors des relevés s'accompagnera chaque fois que jugé nécessaire, de commentaires explicites permettant de compléter l'identification. Ces commentaires permettront également de compléter les connaissances relatives à ces habitats dans l'optique d'une évolution nécessaire de cette liste.

Les habitats, comme les espèces végétales ont été qualifiés selon qu'ils soient strictement « H » et « pro parte » ou non ZH.

b. Martinique et Guadeloupe par le CBN Martinique et le CB Guadeloupe

Conception de la liste de référence d' « espèces végétales » indicatrices des zones humides

Une étape bibliographique

Cette première étape a été indispensable pour élaborer une première version de la liste de référence d'« espèces végétales » indicatrices des zones humides. **Des informations ont été collectées dans plusieurs ouvrages tels que la flore des Petites Antilles (Howard *et al.*, 1974-1989) et la flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique (Fournet, 2002). L'écologie de certaines des espèces décrites y est précisée (principalement dans la flore de Fournet, 2002).** Cela a permis de réaliser un premier tri sur les espèces potentiellement indicatrices des zones humides. L'ouvrage concernant les plantes, milieux et paysages des Antilles françaises (Sastre & Breuil, 2007), avec une approche par compartiment écologique, a également été utilisé pour vérifier et/ou compléter la liste. Cet ouvrage se base principalement sur la publication de Jacques Portecop (1979) sur la phytogéographie et l'écologie de la Martinique.

En plus de ces ouvrages, une revue des publications scientifiques et des rapports techniques non publiés concernant spécifiquement les zones humides a été effectuée, toujours dans l'objectif de préciser la liste de référence d'« espèces végétales ». De cette manière, plusieurs documents, de Henri Stehlé (1970), Bruno De Foucault (1978, 1981, 1991), Joël Jérémie et Bernard Jeune (1992) et Franck A. Maddi (2010, 2014, 2018, 2019) ont été pris en compte. Pour terminer, des données historiques dans les Herbiers ont été intégrées. Cela a consisté à étudier les différents échantillons disponibles à la consultation en ligne (échantillons numérisés) de plusieurs Herbiers internationaux (Paris, New York, Martinique...) des espèces considérées comme étant indicatrices des zones humides. Cela a notamment permis de récolter des informations sur l'écologie de ces espèces lorsque l'information était présente sur l'étiquette, et de confirmer la présence de certaines espèces sur les territoires.

A cette liste d'espèces tirée d'éléments purement bibliographiques, la base de données du CBN Martinique a été consultée pour y ajouter les espèces ayant été inventoriées dans des zones humides.

Pour plusieurs raisons, les Bryophytes n'ont pas été intégrées à cette liste de référence d'« espèces végétales ». En effet, les connaissances sur ce groupe taxonomique dans les Antilles françaises ne permettent pas à ce jour d'avoir un recul suffisant concernant leur présence ou non dans des zones humides. Même si quelques connaissances sur certaines espèces sont suffisantes, aucune espèce strictement confinée aux zones humides n'est connue (présence en zones humides principalement en forêts ombrophiles et/ou forêts ombrophiles de montagne). Ne pas prendre en compte ce groupe taxonomique permet aussi de ne pas alourdir la complexité de la liste de référence d'« espèces végétales », déjà relativement compliquée pour les non botanistes.

Une étape de terrain

Grâce à plusieurs rapports concernant l'inventaire des zones humides en Martinique (Gayot & Laval, 2007 ; Impact Mer, Bios & IGED, 2015), plusieurs sites ont été sélectionnés afin de réaliser des inventaires complémentaires dans des zones considérées comme étant humides, afin de comparer le résultat de ces inventaires avec la liste de référence d'« espèces végétales » indicatrices basée sur la bibliographie. Une semaine de terrain a également été effectuée en Guadeloupe, du 18 au 22 septembre 2023, en collaboration avec l'ARBIG et le Conservatoire Botanique des îles de la Guadeloupe.

Une consolidation des listes

Cette dernière étape a consisté à revoir l'intégralité de la liste de référence, espèce par espèce, pour attribuer les cotes : « absolu », « relatif », « aquatique ». Cela a été attribué à dire d'expert, en s'appuyant sur la bibliographie et sur l'expérience de terrain des botanistes. Pour les taxons délicats, des personnes ont été consultées au sein de l'équipe du CBN Martinique, mais aussi auprès d'autres spécialistes botanistes ayant de l'expérience de terrain dans les territoires concernés par ces listes de référence.

Conception de la liste de référence d' « habitats » caractéristiques des zones humides

Une étape bibliographique

De la même manière que pour la liste de référence d'« espèces végétales », une première étape bibliographique a été effectuée pour les habitats. Plus concrètement, le travail a débuté à partir de la typologie des habitats proposée par Hoff (1997). La typologie a été simplifiée pour ne garder que les habitats correspondant à des zones humides. Après avoir effectué cette sélection, d'autres documents ont été consultés afin d'évaluer les potentiels habitats humides manquants. De cette manière, plusieurs articles de Bruno De Foucault ont été étudiés, mais aussi des documents concernant plutôt les Grandes Antilles, comme les ouvrages d'Attila Lajos Borhidi (1983-1996). L'étude des habitats et des végétations dans les Petites Antilles est assez pauvre, la liste retenue est la version la plus aboutie en l'état des connaissances, mais a vocation à évoluer au rythme de l'intensification des études sur les habitats menées par les Conservatoires botaniques de Martinique et de Guadeloupe.

Une étape de terrain

Lors des sorties d'inventaires sur le terrain pour compléter les listes de référence d'« espèces végétales », la liste de référence d'« habitats » a également été testée afin de mettre en évidence d'éventuels oublis. Tous les types d'habitats rencontrés étaient présents dans la liste de référence et aucun autre habitat n'a été ajouté à partir du retour du terrain.

c. L'île de La Réunion par le CBN Mascarin

La constitution des Listes de flore vasculaire et d'habitats de communautés végétales indicateurs des zones humides de La Réunion, soit les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » caractéristiques de zones humides, s'appuie sur la bibliographie (voir section Bibliographie). Elle s'appuie aussi sur :

- l'Index Taxonomique de la Flore vasculaire de La Réunion, versé à TaxRef (Conservatoire Botanique National de Mascarin, 2022) ;
- la cartographie des zones humides de La Réunion menée en 2009 par le Conservatoire Botanique National de Mascarin pour le compte de la DEAL de La Réunion ; une liste de sols indicateurs de zones humides réunionnaises ainsi qu'une liste de référence flore avaient été produites, et présentées en CSRPN pour avis (Lacoste M. & Picot F, 2009) ;
- le Cahier des Habitats de Zones humides de La Réunion (Lacoste et al, 2021) ;
- la Typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion (TDHR), versée en 2021 à HabRef (Lacoste et al, 2021).

Conception de la liste de référence d'« espèces végétales » indicatrices des zones humides

La liste d'« espèces végétales » indicatrices qui avait reçu un avis favorable du CSRPN en 2009 a été corrigée et complétée à la suite de l'évolution de la connaissance sur la flore et la végétation des zones humides et à l'évolution de la taxonomie et de la nomenclature des taxons.

Le référentiel taxonomique de la flore vasculaire de La Réunion (ITR, CBNM 2020) est mis à jour et versé régulièrement à TaxRef, en fonction de la naturalisation sur le territoire de nouveaux taxons.

Dr Christophe Lavergne (comm. pers. du 05/11/21024) estime une dizaine de naturalisation par an, compte tenu de la règle des 3-10 communément admise qui indique que pour 1 000 taxons entrant dans un territoire, 100 s'acclimatent, 10 se naturalisent, 1 deviendra invasif.

Ainsi, une mise à jour de la liste de référence d'« espèces végétales » indicatrices des zones humides devrait faire l'objet de mises à jour quinquennales, afin de prendre en compte les nouvelles naturalisations, ainsi que les changements taxonomiques et nomenclaturaux.

À noter, il a été choisi pour les infra-taxons dans la liste de référence d'« espèces végétales » de faire figurer également le niveau spécifique afin de ne pas bloquer les opérateurs dans une démarche fastidieuse d'identification de sous-espèces.

Conception de la liste de référence d'« habitats » caractéristiques de zones humides

Le référentiel pour les habitats de communautés végétales est la Typologie Descriptive des Habitats naturels et semi-naturels de La Réunion, (TDHR 2021), versée à HabRef. Cette typologie a évolué entre 2008 et 2021, en fonction de l'état d'avancement du programme Cahiers des Habitats de La Réunion, programme de caractérisation des habitats de communautés végétales de l'île. Ces deux référentiels liés se sont attachés aux communautés végétales des milieux naturels et semi-naturels de l'île, à l'exclusion des taches urbaines et des zones agricoles. Les surfaces agricoles ou urbaines ne sont donc pas codées dans cette typologie, il conviendrait de renseigner NA (non applicable) lors de l'identification d'un habitat dans ces surfaces lorsque cette typologie est utilisée.

Cette typologie à 4 niveaux hiérarchiques présente les habitats de La Réunion par étage de végétation, élément d'information qui constitue le niveau 1. Puis le niveau 2 indique une précision sur l'étage, le niveau 3 le type de formation végétale, et les habitats de communautés végétales naturelles et semi-naturelles sont renseignés au niveau 4.

À noter que les communautés végétales associées aux zones humides *lato sensu* qui avaient été caractérisées en 2011 dans le cadre du Cahier des Habitats des Zones humides de La Réunion, sont codées 2.X.X.X. à La Réunion. Les zones humides *lato sensu* sont dites azonales en ce sens qu'elles ne répondent pas à l'étagement thermo-altitudinal des végétations réunionnaises dans leur ensemble, mais sont réparties en deux grands ensembles floristiquement cohérents, permettant de discriminer les zones humides de basse à moyenne altitudes de celles de moyenne altitude, avec une limite.

Les zones humides de basse à moyenne altitudes sont codées 2.1.X.X, tandis que celles de moyenne à haute altitudes sont codées 2.2.X.X. Dans ces groupes particuliers, le niveau 3 ne reflète pas la formation végétale mais le niveau d'enneigement de la communauté végétale. Ainsi dans cet ensemble de zones humides *lato sensu* tous les niveaux 4 ne correspondent pas à des habitats indicateurs de zones humides *stricto sensu*.

Enfin, chacun de ces habitats de communautés végétales réunionnaises pouvant être identifiés dans l'un ou l'autre des étages thermo-altitudinaux de l'île, ils y sont également reportés. C'est pourquoi des communautés végétales sont susceptibles d'apparaître avec des codes différents, selon que l'on prend l'entrée zones humides *lato sensu*, ou l'entrée étage thermo-altitudinal. Les deux approches restent valables.

D'autre part, certains types d'habitats de communauté végétale sont naturellement peu végétalisés (végétations pelousaires par exemple) ou à végétation dite mobile (parce que le substrat est remobilisé par les crues et/ou les épisodes de houle) ; il conviendra de bien observer le site dans son ensemble, ainsi que le recouvrement attendu de la végétation sur l'habitat, au-delà du strict point de relevé afin d'y rattacher un poste d'habitat de communauté végétale.

D'une façon analogue à la démarche de cotation des espèces végétales (« absolu », « relatif » ou « aquatique »), les habitats de communautés végétales semi-naturelles ou naturelles ont été cotés selon qu'ils sont strictement « H » ou « pro parte ».

d. Mayotte par Vincent Boulet

Recherche bibliographique

La constitution de la liste de la flore vasculaire indicatrice des zones humides de Mayotte, soit les listes de référence liste de référence d'« espèces végétales » caractéristiques de zones humides, s'appuie sur :

- les travaux phytosociologiques menés depuis 2003 sur la végétation de l'île, dont une première vision synthétique a été fournie en 2005, préalablement à l'inventaire des ZNIEFF de Mayotte et qui a récemment été complétée, en ce qui concerne les zones humides, par une série de travaux sur les prairies humides, le lac Karihani et la lagune d'Ambato (Boulet 2022) ;
- la **Typologie des habitats de Mayotte**, dont la première version (Boulet *in* Rolland & Boulet 2005) a été régulièrement complétée jusqu'à la version actuelle [2022.1, V. Boulet (aut.)] ;
- l'**Inventaire des zones humides de Mayotte de 2011** où figure, entre autres, une première Liste des espèces indicatrices de zones humides de Mayotte qui a servi de base à l'élaboration de l'Arrêté préfectoral n°37/DEAL/SEPR/2014 relatif à la liste de référence d'« espèces végétales » indicatrices de zones humides pour le département de Mayotte et complétant la liste nationale, en date du 20 mars 2014 ;
- les **cahiers d'habitats de Mayotte**, avec une première génération de cahiers détaillés ciblant notamment des habitats de zones humides : mangroves, roselières (Boulet 2008, Boulet & Viscardi 2008), puis une seconde génération plus synthétique dont seul le volet littoral a été réalisé ;
- une **documentation plus générale concernant la flore et la végétation de Mayotte**, principalement « La Flore illustrée de Mayotte » (Barthelat 2019) et « Plantes et forêts de Mayotte » (Pascal 2002).

Taxonomie, nomenclature et statuts

Les informations taxonomiques, nomenclaturales et les statuts des taxons s'appuient sur la dernière version (2022-1) et la mise à jour de l'Index de la flore vasculaire de Mayotte (ITM). La nomenclature et la taxonomie suivent le référentiel national TaxRef, à l'exception d'éventuelles mises à jour non encore effectuées.

Lorsqu'une espèce indicatrice n'est représentée à Mayotte que par un infrataxon différent du type, seul l'infrataxon concerné est mentionné [Ex. : *Oldenlandia lancifolia* var. *scabridula* Bremek., 1952]. Lorsqu'une espèce indicatrice n'est représentée à Mayotte que par son infrataxon type, seule l'espèce est mentionnée [Ex. : *Lumnitzera racemosa* Willd., la var. *racemosa* étant la seule variété présente dans l'ouest de l'océan Indien]. Lorsque plusieurs infrataxons d'une espèce sont présents à Mayotte mais qu'un seul d'entre est indicateur de zone humide, seul celui-ci est mentionné [Ex. : *Achyranthes aspera* var. *porphyrostachya* (Wall. ex Moq.) Hook.f.].

Plusieurs difficultés taxonomiques subsistent concernant la flore indicatrice des zones humides de Mayotte.

1. *Acrostichum aureum* L. - L'identité des *Acrostichum* de l'ouest de l'océan Indien est entièrement à réviser. Les deux espèces de l'agrégat, *Acrostichum aureum* L. et *A. speciosum* Willd. ont été signalées et sont considérées comme présentes à Madagascar. *A. aureum* L. a été mentionné seul dans les

Mascareignes, les Comores, les Seychelles, Juan de Nova. Cependant l'analyse moléculaire d'échantillons de La Réunion et de Juan de Nova, réalisée par Renchao Zhou, a montré leur position intermédiaire entre ces deux espèces, suggérant un caractère hybridogène. Les populations de Mayotte n'ayant pas à ce jour fait l'objet d'investigations moléculaires, il a été préféré d'en rester au concept classique d'*A. aureum*.

2. - *Ammannia multiflora* Roxb., 1820. – L'identité taxonomique des populations rapportées jusqu'à au complexe d'*Ammannia multiflora* Roxb., 1820. nécessite de nouvelles investigations. Le référentiel TaxRef ne le permet pas, mais il serait plus juste d'utiliser la formulation « *Ammannia cf. multiflora* Roxb. ». ».

3. - *Cyperus aromaticus* Mattf. & Kük. – L'espèce est vraisemblablement représentée à Mayotte par la var. *elatus* (Steud.) Kük., mais compte tenu de la grande confusion régnant à la fois sur ce concept taxonomique et plus globalement sur le complexe de *Cyperus polyphylla* dans la documentation mahoraise, il a été préféré d'en rester au rang d'espèce.

4. *Cyperus longifolius* Poir. – Il subsiste un problème d'identité taxonomique non résolu entre *Cyperus longifolius* Poir. et *C. balfourii* C.B.Clarke, considérés par certains auteurs comme 2 espèces différentes et par d'autres comme étant conspécifiques. Ce dernier point de vue (Marais & Araujo 2018) a été retenu ici.

5. *Nymphaea caerulea* Savigny – Les plantes de Mayotte correspondent vraisemblablement à la subsp. *zanzibariensis* (Casp.) S.W.L.Jacobs. Mais la valeur taxonomique de cette sous-espèce fait débat, tout comme d'ailleurs la séparation au rang d'espèce des plantes africaines (*Nymphaea caerulea* Savigny), des plantes d'Asie (*N. nouchali* Burm.f.). Certains auteurs préfèrent traiter les plantes africaines comme une variété de *N. nouchali* [*N. nouchali* var. *caerulea* (Savigny) Verdc.], position reprise récemment pour Mayotte par Barthelat (2019).

6. *Schoenoplectus scirpoides* (Schrad.) Browning, 1994 - La distinction entre *Schoenoplectus scirpoides* (Schrad.) J. Browning, taxon essentiellement littoral et lié à des milieux saumâtres, et *S. subulatus* (Vahl) Lye, non littoral (voir Browning 1994), n'est pas admise par certains auteurs, le nom prioritaire étant alors *S. subulatus* (Vahl) Lye ! Le traitement retenu ici maintient la distinction des deux espèces et suit Honselaar *et al.* in *Flora of Tropical East Africa* (2010) et le « *Catalogue of the Plants of Madagascar* » (15/09/2021).

Systemes humides concernés et état des connaissances

Les zones humides naturelles de Mayotte sont associées aux plaines alluviales littorales et intérieures, aux estuaires et fonds de baies vaseuses à sablo-vaseuses, ainsi qu'aux franges alluviales du réseau hydrographique. Si la végétation et les habitats des systèmes mangroviens estuariens et de fond de baie, des systèmes alluviaux des plaines littorales et intérieures sont aujourd'hui relativement documentés, il n'en est pas de même des végétations rivulaires des cours d'eau de l'île. Dans ce réseau hydrographique au fonctionnement essentiellement temporaire lors de la saison des pluies, les toposéquences et l'organisation transversale des végétations et habitats ripariens frangeant le lit mineur des cours d'eau sont particulièrement complexes. Les enchaînements de compartiments écologiques (catenas) fluviatiles et les séries de végétation qu'ils portent sont mal ou non encore décrits, ce qui limite actuellement l'application de la notion de zone humide sur ce réseau hydrographique. Compte tenu de toutes ces lacunes, la valeur indicatrice de la flore associée aux végétations rivulaires (principalement des ripisylves) nécessiterait des investigations complémentaires.

Impact bioclimatique sur la valeur indicatrice de zones humides

Sous le bioclimat général pluviosaisonnier de Mayotte, à caractère bipolaire, avec une saison humide (kashkazi) de novembre à avril, et une saison sèche (koussi) de mai à octobre, les variations saisonnières de pluie jouent un rôle considérable dans l'alimentation en eau des zones humides de Mayotte, et notamment des systèmes alluviaux. Ce régime bioclimatique pluviosaisonnier bipolaire et sa grande variabilité d'une année sur l'autre sont à l'origine des fortes oscillations des niveaux des nappes phréatiques alluviales et du caractère variable, hydromorphe des habitats et hygrophile des végétations. Le marnage des eaux de surface et des nappes est un aspect hydrologique discriminant de la végétation des zones humides non marines de Mayotte.

Dans le cas des systèmes alluviaux des plaines fluviales et littorales, inondables à la saison des pluies, le marnage des nappes alluviales est important et l'inondation peut dépasser le mètre de hauteur. Mais la phase de submersion est d'une part trop courte, et la phase d'assèchement d'autre part trop prolongée, pour installer de véritables végétations amphibies. Ces situations de marnage profitent avant tout à des plantes tolérantes au stress hydrique inhérent à de telles situations contrastées avec de longues périodes d'assèchement sur des sols argilo-limoneux fortement compactés et craquelés en saison sèche. Dans les niveaux topographiques les plus bas, là où les eaux de submersion stagneront plus longtemps, des hydrophytes totalement invisibles à la saison sèche peuvent se maintenir, comme par exemple *Nymphaea caerulea* Savigny, 1801, *Ipomoea aquatica* Forssk, 1775, *Marsilea minuta* L., 1771. Des végétations interstitielles de pleustophytes (*Lemna aequinoctialis* Welw., 1859, *Pistia stratiotes* L., 1753, *Salvinia molesta* D.S.Mitch., 1972) s'y intercalent aussi (voir un exemple sur la Figure ci-après). Elles persisteront, plus ou moins longtemps après la phase d'inondation, sur les sols encore imbibés avant de perdre leur feuillage et de subsister dans les sols alluviaux par leur appareil végétatif souterrain ou leurs organes de résistance. Toutes ces plantes aquatiques sont donc aussi de bons indicateurs de zones humides alluviales.



Figure 4 : Aspects contrastés de la prairie adlittorale inondable à *Marsilea minuta* et *Paspalum distichum* de Chirongui : sec et ras en saison sèche (à gauche) ; inondé et dressé avec quelques taches de *Nymphaea caerulea* (feuilles bien visibles sur le cliché) à la saison des pluies (à droite). [Photos V. Boulet, 11/10/2019 et 14/02/2019]

Dans le cas du lac intérieur de Karihani, l'important marnage annuel des eaux du lac génère un vaste complexe de ceintures amphibies organisées le long du gradient topographique des rives du lac. Les durées respectives d'exondation et d'inondation, les hauteurs de submersion et le degré

d'assèchement des sols conditionnent l'organisation tessellaire des végétations et leur composition floristique. La spécialisation de la végétation à ces alternances amphibies y est particulièrement développée, avec des fluctuations extrêmes permettant de passer de phases aquatiques avec de vastes herbiers aquatiques enracinés à feuilles flottantes (nupharaies) à *Nymphaea caerulea* Savigny, 1801, à des assecs couverts du pré amphibie à *Leersia perrieri* Launert, 1965 (voir Figure ci-après).



Figure 5 : Fluctuations extrêmes de végétations du lac temporaire de Karihani (Mayotte). À gauche, en phase aquatique de saison humide avec le vaste herbier aquatique à Lotus bleu d'Égypte (*Nymphaea caerulea* subsp. *zanzibariensis*) de la zone infralittorale moyenne. À droite, lors de l'assecs de novembre 2011, avec la zone infralittorale moyenne couverte du pré amphibie à *Leersia perrieri*. [Photo V. Boulet, 06/10/2019 ; Illustration (p. 4) in Mdallah (2012)].

II.1.1.4. Commentaire générale sur les hésitations pour identifier les habitats cotés « H » ou « pro parte » et les espèces végétales cotées « absolu » ou « relatif »

Occasionnellement, durant les échanges qui ont précédé la cotation d'une espèce végétale comme étant en « absolu », « relatif » ou « aquatique », des avis contradictoires ont pu être émis par des spécialistes sur le fait qu'une espèce soit par ex. cotée « absolu » ou « relatif », non caractéristiques des zones humides ou « absolu ». **Dans ces situations, la méthode pour conclure au sujet de la cotation d'une espèce a été rigoureuse et précautionneuse en veillant à ne pas inclure des espèces avec une cotation qui ferait débat au niveau le plus « élevé » de la liste de référence, pour ne pas risquer d'inclure des écosystèmes qui ne seraient pas des zones humides dans les diagnostics réalisés sur le terrain.** Par exemple, en cas d'hésitations pour coter une espèce cotée « absolu » ou « relatif », il a été décidé de la coter « relatif ». Les règles suivantes ont ainsi été suivies sur tous les DROM :

- avis de spécialistes unanimes et certains, solides références bibliographiques convergentes au sujet de la cotation à attribuer : identification de la cotation proposée ;
- l'unique spécialiste a un avis certain, l'unique ressource bibliographique est très claire au sujet de la cotation à attribuer : cotation d'après la ressource unique mobilisée ;
- avis de spécialistes divergents et certains sans être radicalement différents, solides références bibliographiques divergentes sans être radicalement différentes au sujet de la cotation à attribuer : identification de la cotation la plus basse parmi toutes celles proposées ;
- avis de spécialistes radicalement différents, solides références bibliographiques radicalement différentes : taxon exclu de la liste de référence.

À noter que cette démarche rigoureuse et précautionneuse n'aura généralement pas pour effet d'exclure *sensu stricto* des zones réellement humides, puisqu'elles seront identifiées généralement identifiées sur la base des autres listes de référence utilisées (approche alternative - voir section II.1.5 du document). La rigueur ainsi appliquée a donc tout son sens, dans le cadre plus global des autres listes de référence mobilisées pour l'identification des zones humides.

De la même manière que pour l'élaboration des listes de référence d'« espèces végétales », la cotation des habitats comme étant « H » ou « pro parte », a été réalisée de manière rigoureuse et précautionneuse. Il s'agissait de veiller à ne pas inclure des habitats avec une cotation qui ferait débat au niveau le plus « élevé » de la liste de référence, pour ne pas risquer d'inclure des écosystèmes qui ne seraient pas des zones humides dans les diagnostics réalisés sur le terrain. Par exemple, en cas d'hésitations pour coter un habitat en « H » ou en « pro parte », il a été décidé de le coter comme étant « pro parte ».

II.1.1.5. Commentaire sur l'absence de sphaignes dans les listes de référence d'« espèces végétales »

La détermination des sphaignes requiert de l'expérience et, généralement, une vérification au laboratoire, même si quelques espèces peuvent avoir un aspect reconnaissable sur le terrain. La réflexion de départ portait sur le genre *Sphagnum* pris dans son ensemble (*Sphagnum* sp.), et comptant donc pour un seul taxon. Mais si l'on cherche à connaître le nombre d'espèces dans un tapis de sphaignes, cela n'est pas forcément simple. Une telle analyse est chronophage et requiert une bonne expérience de terrain et des vérifications au microscope. Ce n'est donc pas évident pour les agents concernés qui en resteront sans doute au genre « *Sphagnum* », et qui sera rencontré peu fréquemment sur le terrain.

Un autre problème est que les plantes vasculaires qui ont des racines n'exploitent pas les mêmes horizons du sol que les bryophytes qui n'ont pas de racines. Les compartiments écologiques et spatiaux exploités par les bryophytes sont en fait bien différents de ceux des plantes vasculaires. C'est pour cela que d'un point de vue phytoécologique, on sépare souvent les deux domaines d'indication. Dans l'exemple des talus frais à humides, les sphaignes présentes répondent souvent à des conditions aérohygrométriques (humidité ambiante) alliées à des apports d'eau très superficiels (suintements, engorgements de surface de l'horizon humique) alors que les sols ne sont pas hydromorphes. D'un point de vue spatial, les indications écologiques des sphaignes ne sont pas à la même échelle que celles des plantes vasculaires (à l'exception de quelques petites plantes vasculaires qui s'enracinent superficiellement dans les tapis de sphaignes : quelques droséras, des orchidées spécialisées...). Ainsi, au sein d'un même type de végétation vasculaire (ou un habitat fondé sur la flore vasculaire), les sphaignes peuvent exploiter les moindres variations écologiques (édaphiques, topographiques et donc microbioclimatiques) [on parle de micro-habitats] et traduire la microhétérogénéité du milieu, d'où l'apparition ponctuelle de taches de sphaignes dans ces milieux...

D'un point de vue méthodologique, la prise en compte des sphaignes, revient de fait à prendre en compte les bryophytes et la strate muscinale. Or, compte tenu des difficultés d'identification des bryophytes, cela ne sera jamais fait en dehors du genre *Sphagnum*. En outre, l'échelle générique ne paraît pas pertinente, car elle ne propose pas la même représentativité spécifique (à moins d'être capable de reconnaître les espèces, mais ce n'est pas simple on l'a dit).

Ainsi, si le genre « *Sphagnum* » était utilisé comme taxon, son utilisation comme indicateur relatif ne devrait pas biaiser la démarche en pratique, puisque dans l'exemple des talus pris à l'échelle bien plus grande d'habitat de la flore vasculaire, le genre *Sphagnum* risque d'être le seul indicateur relatif. Néanmoins la frontière entre micro-habitat à l'échelle des bryophytes et micro-zone humide à l'échelle de la flore vasculaire (couloir suintant, petite vasque...) où l'on retrouvera des sphaignes dans la strate muscinale en compagnie d'autres plantes de zones humides, la limite formelle est souvent théorique...

Pour conclure, l'inclusion des sphaignes semble amener plus de problèmes pratiques et méthodologiques, en plus de l'hétérogénéité probable de traitement entre territoires, qu'elle n'apporte d'amélioration à la démarche actuelle. Après échanges entre spécialistes, les sphaignes n'ont donc pas été retenues.

II.1.1.6. Commentaire sur le terme « hygrophile »

Le sens du terme « hygrophile » pour qualifier les taxons ou contribuer à nommer les habitats dans les DROM n'est pas identique à celui donné en métropole. Le lecteur doit donc être vigilant quant à l'usage du terme « hygrophile » dans les Fascicules associés à ce projet.

En métropole, ce terme permet couramment de qualifier « un taxon ou une communauté exigeant de fortes quantités d'eau tout au long de son existence et se développant en milieu très humide, climatiquement et (ou) édaphiquement »⁶. Dans « la valence écologique des plantes et son utilisation en bioindication », Julve (2009) associe ce terme aux conditions d'humidité édaphique, pour indiquer notamment des conditions d'inondation. En métropole, le terme permet donc d'identifier la relation d'un taxon ou d'une communauté végétale avec des conditions d'humidité importantes dans le sol. Ces taxons et ces communautés sont alors généralement indicateurs de la présence d'une zone humide.

En revanche, dans les DROM, ce terme permet surtout d'identifier des taxons ou des communautés qui se développent dans des conditions d'humidité ambiante importantes, du fait d'une pluviométrie et/ou d'une humidité atmosphérique importantes, en particulier dans les écosystèmes forestiers. **Dans les DROM, l'association du terme « hygrophile » avec un taxon, ou l'inclusion de ce terme dans la dénomination d'un habitat, ne suggère pas que ledit taxon ou ladite communauté soient impérativement indicateurs de la présence d'une zone humide**, en particulier dans les écosystèmes forestiers.

⁶ <https://www.cbnbrest.fr/observatoire-milieus/boite-a-outils/determination-milieus/guide-zh-pdl/glossaire-guide-zh-pdl>

II.1.1.7. Nombre d'espèces végétales et d'habitats dans les prototypes listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » par DROM

Le Tableau ci-après présente le nombre d'espèces végétales et d'habitats inclus dans les prototypes de listes de référence. Le nombre d'espèces végétales est particulièrement important en Guyane (n=492 espèces) comparé aux autres DROM. Cela s'explique notamment par la plus grande diversité floristique dans ce DROM comparé aux autres. Dans les autres DROM, le nombre total d'espèces par DROM ne dépasse pas 140 espèces.

La plupart des habitats dans chaque DROM sont cotés « H », mais avec une nuance à Mayotte, où l'habitat pro parte occupe approximativement 1/5 de la liste de référence des habitats « H » et « pro parte ». Cela pourrait s'expliquer par un développement important de la typologie des habitats de Mayotte, plus propice à une identification fine des habitats « H » et « pro parte ». La différence entre Mayotte et La Réunion, où la typologie des habitats a été très développée, pourrait davantage s'expliquer par la plus grande variabilité des habitats humides à Mayotte (qui inclut aussi de véritables mangroves) comparé à La Réunion, générant une liste de référence d'« habitats » plus étendue à Mayotte.

Tableau 1 : Bilan du nombre d'espèces végétales cotées « absolu », « relatif » et des habitats cotés « H » et « pro parte » par DROM dans les prototypes de listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats » caractéristiques de zones humides.

| | Nombre d'espèces végétales présentes ⁷ d'après TaxRef V17.0 | Espèces végétales cotées « absolu » | Espèces végétales cotées « relatif » | Habitats cotés « H » | Habitats cotés « pro parte » |
|------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------------------------|
| Guyane | 5 015 | 241 | 251 | 95 | 8 |
| Martinique | 1 881 | 53 | 77 | 107 | 7 |
| Guadeloupe | 2 026 | 59 | 79 | 108 | 7 |
| La Réunion | 2 389 | 50 | 39 | 58 | 4 |
| Mayotte | 956 | 49 | 47 | 195 | 53 |

Les prototypes de listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » n'ont pas été diffusés librement durant la mise en œuvre du projet, et après celui-ci. L'objectif était de prévenir la diffusion de listes de référence non finalisées qui induiraient plus tard une confusion, avec le livrable final produit à l'issue du projet.

⁷ Nombre d'espèces considérées avec les cotations « présent (indigène ou indéterminé) », « natif », « endémique », « subendémique », « cryptogène », « introduit », « introduit envahissant » parmi les Angiospermes, les Gymnospermes et les Ptéridophytes, avec la validité « NR » (nom de référence) sur TaxRef V17, version en cours, consultée via TaxRef-Web et groupes opérationnels en date du 03/12/2024 (source : G. Gigot PatriNat).

II.1.2. Listes de référence sur le sol

II.1.2.1. Texte préliminaire sur les traits d'hydromorphie

Dans le Fascicule 2, est souligné l'enjeu de saisir à la fois les conditions écologiques propices à des conditions d'engorgement temporaire ou permanent pour identifier avec fiabilité et exhaustivité les zones humides. En effet, il ne s'agit pas « simplement » d'identifier les écosystèmes avec une lame d'eau à la surface du sol durant une majeure partie de l'année par exemple, mais plutôt de saisir la diversité des fonctionnements de zones humides en incluant aussi les zones humides avec un engorgement prolongé, pas nécessairement permanent, proche de la surface, sans que cela s'accompagne de la présence d'une lame d'eau à la surface du sol.

Dans cette perspective, les traits d'hydromorphie dans la synthèse du Fascicule 2 apparaissent comme une manifestation physique d'un engorgement suffisamment prolongé qui peut être exploitée pour élaborer une liste de référence de « sols » afin d'identifier les zones humides, quelle que soit la cause de la manifestation de l'hydromorphie. En effet, elle permet souvent d'identifier à la fois des conditions d'engorgement permanent et temporaire mais prolongé, via la diversité des traits d'hydromorphie qui peuvent être observés : rédoxiques, réductiques + les horizons histiques.

Étant donné que l'hydromorphie résulte de processus biogéochimiques qui peuvent avoir lieu en tout contexte climatique rencontré dans les DROM, les traits d'hydromorphie peuvent alimenter des listes de référence fiables, dans tous les DROM, même s'ils peuvent parfois se manifester sous des formes variables selon le type de sol d'un DROM ou entre DROM. Aucune connaissance scientifique n'a justifié qu'ils ne puissent pas être utilisés. En revanche, il convient de souligner des exceptions quant à leur exploitation fiable. Par exemple, dans des contextes géologiques, hydrologiques et pédologiques particuliers (« sols ou contextes particuliers »), ces traits d'hydromorphie ne se manifestent pas, peu ou non explicitement ou ne sont pas observables malgré des conditions d'engorgement suffisantes. Ces sols et contextes particuliers sont également abordés, en recourant à une information complémentaire sur le toit de la nappe.

II.1.2.2. Démarche entreprise pour élaborer les listes de référence

L'élaboration des listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats » (section ci-avant), se base essentiellement sur l'expertise de spécialistes en botanique par DROM et des ouvrages de botanique, des relevés décrivant les caractéristiques écologiques des espèces végétales dans les DROM. À la différence de ces listes, l'élaboration de la liste de référence sur le sol se base sur l'exploitation de la synthèse bibliographique insérée dans le Fascicule 2 ; pour ● identifier les traits d'hydromorphie et les types de sols pour alimenter cette liste de référence, ● identifier les mesures à réaliser sur ces traits d'hydromorphie pour identifier la présence d'une zone humide, ● lister des sols et des contextes particuliers où l'exploitation des traits d'hydromorphie n'est pas pertinente, ● avant d'y proposer une mesure complémentaire sur le toit de la nappe pour identifier la présence d'une zone humide.

À la différence des listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats », les caractéristiques observées sur le sol et les mesures à réaliser dans tous les DROM sont similaires. Il convient toutefois de tenir compte de particularités propres à chaque DROM : par ex. natures des

sols et contextes particuliers entre DROM, mois privilégiés de l'année durant lesquels réaliser les observations selon la saisonnalité propre à chaque DROM.

Le lecteur se reportera donc utilement à ce Fascicule 2, pour disposer de tous les éléments bibliographiques et réflexions qui justifient les listes de référence ci-après.

II.1.2.3. Listes de référence sur le sol

Les paramètres à relever sur le terrain d'après les listes de référence de « sols » sont donc les traits d'hydromorphie (Encadré ci-après). Ils prennent donc la forme d'une règle générale qui reprend essentiellement les éléments de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié précisant pour la métropole les listes de référence de définition et de délimitation des zones humides en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement, à quelques exceptions près.

L'examen des sols doit porter prioritairement sur des points de part et d'autre de la frontière supposée de la zone humide, suivant des transects perpendiculaires à cette frontière. Le nombre, la répartition et la localisation précise de ces points dépendent de la taille et de l'hétérogénéité du site, avec 1 point (= 1 sondage) par secteur homogène du point de vue des conditions mésologiques, avec une relative homogénéité globale donc.

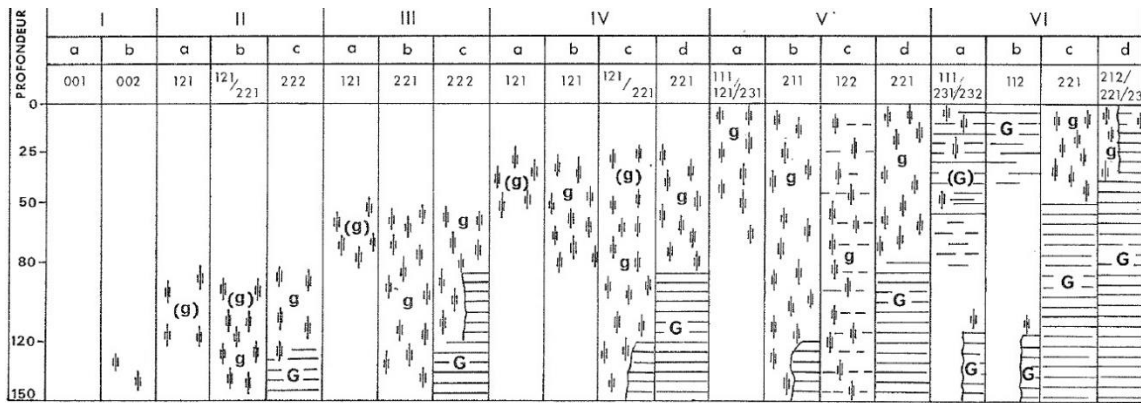
Chaque sondage pédologique sur ces points doit être d'une profondeur de l'ordre de 1,20 mètre si la profondeur du sol le permet, pour ensuite y rechercher d'éventuels traits d'hydromorphie ou la présence d'un horizon histique. L'examen du sondage pédologique vise à vérifier la présence :

- d'un horizon histique (ou tourbeux) débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- ou de traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol ;
- ou de traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de la surface du sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur.

Les mesures à réaliser sur les horizons histiques, les traits réductiques ou les traits rédoxiques pour détecter leur éventuelle présence sont décrites ci-après. Si l'une de ces caractéristiques est présente, le point de prélèvement est caractéristique d'une zone humide.

En complément de l'identification ponctuelle *in situ* des traits d'hydromorphie ou des horizons histiques, le type de sol constitue un autre élément pour alimenter également la liste de référence (notées de 1 à 3 ci-après). Les types de sols n'ajoutent donc pas, a priori, de zones humides à celles identifiées avec les traits d'hydromorphie, mais illustrent plutôt les situations identifiées avec les traits d'hydromorphie selon une autre méthodologie et souvent une échelle moins précise. Les types de sols des zones humides correspondent :

1. À tous les histosols, car, par définition, ils connaissent un engorgement permanent en eau qui provoque l'accumulation de matières organiques peu ou pas décomposées ; ces sols correspondent aux classes d'hydromorphie H (GEPPA, 1981 ; modifié – voir Figures ci-après) ;
2. À tous les réductisols, car, par définition, ils connaissent un engorgement permanent en eau à faible profondeur se caractérisant par des traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol. Ces sols correspondent surtout aux classes VI c et d (GEPPA, 1981 ; modifié – voir Figures ci-après) ;
3. Aux sols caractérisés par des traits rédoxiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol et se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur. Ces sols correspondent surtout aux classes IV et V (GEPPA, 1981 ; modifié – voir Figures ci-après).



84 - Importance des formes de l'excès d'eau

La gravité de l'engorgement du sol peut être estimée d'après les classes de drainage naturel interne.

Elle croît simultanément de la classe I à la classe VI et de a à c ou d dans chaque classe, les deux échelles pouvant se recouper ; l'importance des sous-classes a, b, c ou d est aussi grande pour l'interprétation de l'hydromorphie que celles des classes I à IV.

- (g) pseudogley peu marqué
- g pseudogley marqué
- (G) gley réoxydé
- G gley

Six classes sont proposées :

- Classe I : Aucune manifestation d'hydromorphie avant 120 cm.
- Classe II : Manifestations d'hydromorphie apparaissant entre 80 et 120 cm.
- Classe III : Manifestations d'hydromorphie apparaissant entre 50 et 80 cm.
- Classe IV : Manifestations d'hydromorphie apparaissant entre 25 et 50 cm.
- Classe V : Manifestations d'hydromorphie apparaissant entre 0 et 25 cm.
- Classe VI : Manifestations d'hydromorphie dès la surface du sol, avec un horizon réduit débutant avant 80 cm.

| Causes de l'excès d'eau | | Formes de l'excès d'eau | Effets sur le sol ** |
|--|---|--|---|
| 1 - Inhérentes au sol * | | | |
| 11 - Défaut d'infiltration | Horizon non perméable dès la surface dont battance ou compaction anthropique | 111 - engorgement de subsurface stagnation de surface | → pseudogley ou "gley" de prairie ou de labour |
| | | 112 - nappe superficielle | → stagnogley |
| 12 - Défaut de percolation | Horizon peu perméable, d'épaisseur et de profondeur variées Absence de macroporosité | 121 - "nappe perchée" ou engorgement temporaire localisé | → pseudogley localisé |
| | | 122 - engorgement d'ensemble | → absence de signes d'hydromorphie ou de pseudogley d'ensemble (endohydromorphie des sols argileux) |
| 2 - Externes au sol | | | |
| 21 - Circulation d'eau hypodermique ou arrivée d'eau profonde mais localisée | | 211 - mouillères temporaires | → pseudogley |
| | | 212 - mouillères permanentes | → gley |
| 22 - Présence d'une nappe phréatique | | 221 - nappe libre avec battement | → gley oxydé |
| | | 222 - nappe libre sans battement | → pseudogley et gley → gley |
| 23 - Venue d'eau { par ruissellement par débordement | | 231 - submersion localisée | → absence de signes d'hydromorphie ou pseudogley ou gley réoxydé de surface |
| | | 232 - submersion généralisée temporaire | → gley de surface ou d'ensemble |
| | | 233 - submersion généralisée semi-permanente | → gley de surface ou d'ensemble |

* L'horizon non ou peu perméable peut être remplacé par un substrat : couche géologique ayant une perméabilité analogue.
** Il peut y avoir plusieurs causes et formes d'excès d'eau pour un même sol.

Figure 6 : Visuel original du diagramme GEPPA (1981) pour qualifier les formes, les causes et les effets d' « excès d'eau » dans le sol.

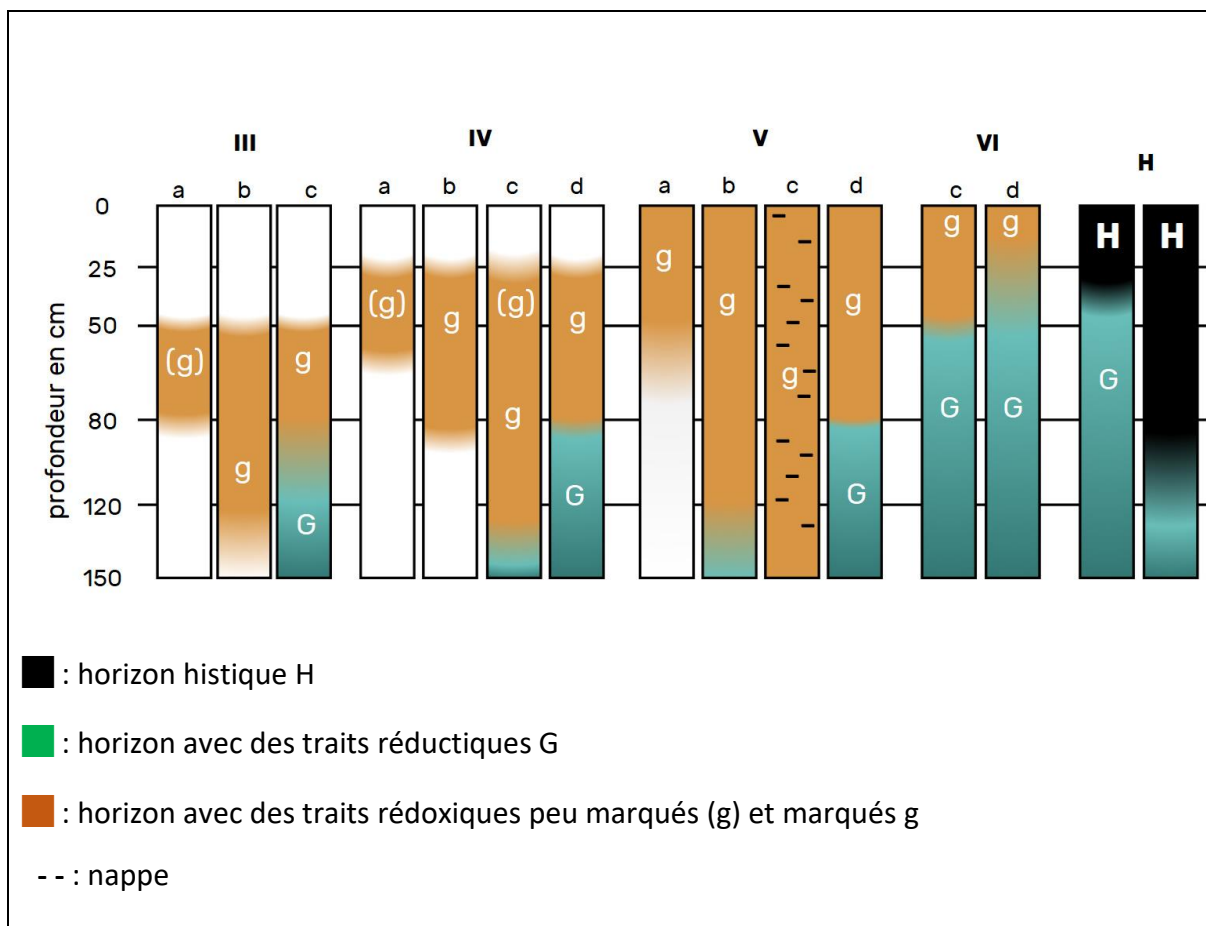


Figure 7 : Visuel simplifié et complété du diagramme GEPPA (1981) pour identifier des classes de sol hydromorphes qui correspondent à l'essentiel des situations, avec les profondeurs d'apparition des traits d'hydromorphie pour identifier la présence d'une zone humide.

Pour opérationnaliser la lecture des traits d'hydromorphie avec un visuel, l'illustration du GEPPA (1981) (Figures ci-avant) est ici quelque peu « dévoyée », puisque ces travaux portaient notamment sur la qualification de l' « excès d'eau dans le sol » qui peut occasionner « une gêne dans son utilisation normale » d'après cette référence. Ici, les résultats de ces travaux sont plutôt exploités dans la perspective de faciliter l'identification visuelle des traits d'hydromorphie dans le sol et faciliter la conclusion quant à la présence d'une zone humide pour préserver leurs fonctions et les services multiples qui leur sont associés. Notons enfin que le recours aux classes GEPPA peut comporter quelques limites, puisque ces visuels n'incluent pas toutes les situations rencontrées qui réunissent les listes de référence proposées ici (par ex. la classe H pour les histosols n'existent pas dans le GEPPA (1981) et elle a été ajoutée ci-avant dans le visuel simplifié).

Même si ce visuel GEPPA (1981) a principalement été développé (et utilisé par la suite dans l'arrêté de 2008 modifié en métropole) pour qualifier les sols de métropole et les formes, causes et effets de l' « excès d'eau » dans le sol, la construction de ces classes d'hydromorphie comprend une dimension suffisamment générale vis-à-vis de la manifestation des formes d'hydromorphie dans le sol, pour qu'il puisse être envisagé sans biais scientifique ou technique connus de transposer son opérationnalité dans les DROM. Cette transposition visuelle n'a ici qu'une valeur pédagogique, pour

l'observateur, mais ne remplace en rien le recours aux listes de référence mesurables et factuelles qui sont énoncées ci-après.

L'application de la règle générale conduit également à la liste des types de sols présentée dans le Tableau ci-après. Cette liste est applicable dans les 5 DROM. Elle utilise les dénominations scientifiques du référentiel pédologique de l'Association française pour l'étude des sols (AFES, Baize et Girard, 1995 et 2008), qui correspondent à des « Références ». Un sol peut être rattaché à une ou plusieurs références (rattachement double par exemple). Lorsque des références sont concernées pro parte, la condition pédologique nécessaire pour définir un sol de zone humide est précisée à côté de la dénomination.

Tableau 2 : Inventaire des sols des zones humides identifiés dans les territoires ultramarins français ainsi que leurs conditions pédologiques et classes d'hydromorphie.

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydromorphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--|---|---|--|-------------------------------------|--|---|--|--|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| GUYANE | Sols minéraux bruts (Leprun et al., 2001) | Sols minéraux bruts d'apport | Un seul groupe alluvial et sous-groupe modal | Tidalic Fluvisols | Thalassosols-Réductisols | VI (c et d) | Souvent salés avec des profils non différenciés en horizons. Réduction des sulfates en sulfures au contact de matières organiques enterrées. Dominance des horizons réductiques à taches brunes à brun-noirs diffuses. Apparition de quelques traits rédoxiques en phase temporaire de marées basses | Situés à l'extrémité de la plaine côtière, le long des estuaires, et soumis à l'influence des marées et inondés le plus souvent. |
| | Sols peu évolués (Leprun et al., 2001) | Sols peu évolués d'apport | Sols peu évolués d'apport modaux | Fluvic Cambisols | Fluvisols typiques | V (a, b, c, d) | Sols peu différenciés en horizons, pouvant présenter des concrétions ferrugineuses, plus ou moins durcies, et argileuses formées à partir des alluvions marines. Présence de sulfures, et couche de tourbe pégasse avec une épaisseur variable. | Leur évolution est liée à l'influence de la submersion permanente ou temporaire des marées, au dessalement partiel ou total, et à l'oxydation progressive du matériau. |
| | | | Sols peu évolués d'apport hydromorphes | Gleyic Cambisols | Fluvisols rédoxiques ou réductisols fluviatiques | | | |
| | | | Sols peu évolués d'apport salés | Salic Cambisols | | | | |
| Sols podzolisés et Podzols (Leprun et al., 2001) | Sols podzolisés de climat tropical | Podzols à hydromorphie profonde (alios) | Gleyic Podzols | Podzosols réductiques ou rédoxiques | IV (c, d) et | Les Podzols à hydromorphie profonde à alios ferrugineux | Situés dans les zones assez bien drainées, aérées (bord de plateaux, changements | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--------------------------|---|--|---|----------------------------|--|---|--|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | | | Podzols humiques | Histic Podzols | Podzols humiques | V (b, d) | Horizon humifère épais (mor), un horizon A2 blanchi et un horizon profond d'accumulation de matière organique (E/Bp). | de pente) et influencées par la présence d'une nappe peu profonde, localement et momentanément affleurante. |
| | Sols hydromorphes (Leprun et al., 2001) | Sols hydromorphes organiques | | Histosols | Histosols leptiques | H | Sols contenant une matière organique de type tourbe, avec : - plus de 30 % sur au moins 40 cm si la matière minérale est argileuse, - plus de 20 % si la matière minérale est sableuse. | |
| | | Sols hydromorphes moyennement organiques | Deux sous- groupes : sols humiques à gley à anmoor acide, et sols humiques à gley salés | Gleysols | Réductisols humiques à anmoor ou épihistiques | VI (c et d) | Sols moyennement organiques caractérisés par : · une matière organique de type anmoor (C/N < 20) teneur en matière organique variant de 8 à 30% sur 20 cm, · une hydromorphie totale, mais temporaire en surface. | |
| | | Sols hydromorphes peu humifères ou minéraux | | Gleysols | Réductisols typiques | V (d) et VI (c et d) | Les sols hydromorphes peu humifères possèdent moins de 8 % de matière organique sur une épaisseur de 20 cm. L'hydromorphie s'exprime par des caractères de couleur : Horizon réductique principalement partiellement réoxydé (Gr, Go). | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--------------------------|---|-------------|-------------|----------------------------|--|---|---|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| MARTINIQUE | Sols alluviaux (Colmet-Daage, 1969 ; Venkatapen, 2012) | | | Fluvisols | Fluvisols | | Développés dans les fonds de vallées et dans la plaine du Lamentin, ils sont donc caractérisés par une position basse dans les paysages et par la présence d'une nappe permanente ou temporaire à fortes oscillations. | |
| | Sols hydromorphes des zones humides salées ou saumâtres (étangs, mares, marais et mangroves) (Acer Campestre, 2006) | | | Tidalic Fluvisols | Thalassosols- Réductisols | VI (c et d) | Sols développés dans des formations d'apports marins ou fluvio-marins, et donc situés à des altitudes voisines de celles de la mer. Les solums sont peu différenciés, non décarbonatés et non brunifiés. D'après le référentiel pédologique de 2008, seuls peuvent être présents les horizons de référence suivant : H, A (ou LA), Js, Jp, G, -g, C et Yp. | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--------------------------|--|-------------|-------------|----------------------------|--|---|---|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | | | | Fluvisols ou Gleysols | Thiosols et Sulfatosols | VI (c et d) | <p>D'après Baize et al. (2009), les Thiosols et Sulfatosols partagent les mêmes paysages de plaines basses littorales, liés aux alluvions marines ou fluvio-marines que les Thalassosols.</p> <p>Les Thiosols sont définis par la présence d'un matériau thionique (code TH) débutant à moins de 50 cm de profondeur. Les caractéristiques du solum sont les suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> - présence de soufre élémentaire et de sulfates de fer, avec une teneur en soufre total > 0,75 % ; - pH s'abaissant à des valeurs < 3,5 après séchage ; - consistance fluide à très plastique : n > 1,4 ; - sans structure, parce que les solums sont toujours inondés ; - souvent intercalations d'horizons H (fibriques, mésiques ou sapriques). | Observés dans les zones continuellement saturées en eau généralement salée ou saumâtre. |
| GUADELOUPE | Fluvisols (Sierra et Desfontaines, 2018) | | | Fluvisols | Fluvisols | | Développés sur des alluvions fluviales le long des cours d'eau, ils occupent des positions basses dans les paysages, et sont marqués par la présence d'une nappe phréatique alluviale permanente ou temporaire, et un risque d'inondation en période de crue. | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|---|--|-------------|-------------|----------------------------|--|---|---|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | Sols hydromorphes de mangroves (Sierra et Desfontaines, 2018) | | | Tidalic Fluvisols | Thalassosols- Réductisols | VI (c et d) | Développés sur des alluvions marines et lacustres dans les régions côtières ; et présentant des horizons réductiques. | |
| | | | | Gleysols | Sulfatosols | VI (c et d) | Sols des estuaires et deltas vaseux, caractérisés par la présence de soufre (pyrite, jarosite) dans les solums, et susceptibles de devenir hyperacides lorsque drainés. | |
| | | | | Histosols | Histosols | H | Présence d'horizons histiques. | |
| LA RÉUNION (RAUNET, 1991) | Andosols perhydratés hydromorphes | | | Gleyic Andosols | | V (c) et VI (c et d) | Sols semi-tourbeux observés dans la Plaine des Palmistes, et présentant des zones imperméables renforcées par la formation d'un niveau ferrugineux aliotique entre les cendres et les coulées, créant une nappe perchée qui engorge les sols en permanence. Aux endroits où la nappe est sub-affleurante, les débris végétaux se décomposent mal et s'accumulent en « hydromor » spongieux et fibreux. Le degré d'hydromorphie de ces sols est variable suivant la profondeur du plan d'eau (entre 0 et 50 cm). | Ces sols portent une végétation particulière : un fourré très hygrophile à <i>Pandanus montanus</i> (moins de 3 m de haut), dont les racines échasses plongent dans le matériau engorgé, parfois inondé. Ces sols montrent une thixotropie très marquée et une faible portance, avec des teneurs en eau pondérale supérieures à 300 %. |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--------------------------|----------------------------------|---|-------------|----------------------------|--|---|--|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | Les sols d'alluvions à galets | Les sols d'alluvions récentes | | Tidalic Fluvisols | Fluvisols juvéniles | | Les alluvions des zones hydromorphes marécageuses littorales, issues des grands cônes de déjection des rivières, et des étangs (Saint-Paul, Sainte-Suzanne et Gol). | Présence d'une nappe phréatique proche ou sub-affleurante, douce ou saumâtre en surface, plus salée en profondeur. |
| | | Les sols d'alluvions actuelles | | Leptic Fluvisols | Fluvisols bruts | | Sables et galets des lits majeurs des cours d'eau. | |
| | Les sols d'alluvions fines | Les sols d'alluvions des plaines d'ennoyage littorales | | Tidalic Gleysols | | | Sols observés dans les plaines d'ennoyage littorales, situées entre les cônes de déjection à galets et les cordons sableux littoraux. Ces alluvions à dominance limoneuse ou argileuse, sont mises en place par les eaux en conditions peu turbulentes. La nappe phréatique et la pluviométrie jouent des rôles prépondérants dans l'hydromorphie et la salinité de ces sols. | La nappe phréatique reste le plus souvent à moins de 2 mètres de la surface. Douce en surface, elle peut être saumâtre en profondeur (spécialement autour de l'étang de Saint-Paul et à l'Hermitage). |
| | | Les sols d'alluvions des plaines d'altitude à piégeage cendreux | | Plinthic Gleysols | | | Sols observés dans les hautes plaines d'altitude, à faible déclivité, où les coulées de basalte se sont épanchées sans direction dominante, isolant ainsi des gouttières ou larges cuvettes (mares et marais d'altitude). | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|---|--|-------------|-------------|------------------------------|--|---|---|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | Sols de colluvions terro-caillouteux des îlets | | | Gleyic Colluvic Cambisols | Colluviosols | V (a, b, c, d) | Sols généralement observés dans les îlets ou « surfaces-reliques » des compartiments affaissés présentent une morphologie typique en gouttières plus ou moins marquées, ou cuvettes arrondies. Ces zones peuvent être hydromorphes lorsque l'exutoire est insuffisant. Les cuvettes marécageuses ou lacustres ayant entre 30 et 300 mètres de diamètre sont souvent remplies de matériaux fins de décantation et sont souvent inondables. | |
| MAYOTTE (LATRILLE, 1981 ; GUIOT & LACOSTE, 2011) | Sols hydromorphes de mangroves | | | Tidalic Fluvisols | Thalassosols- Réductisols | VI (c et d) | Sols formés d'alluvions fluvio-marines à accumulation d'argiles et limons, périodiquement inondés par les eaux des hautes marées. Notons que le préfixe qualificatif « tidalic » signifie : « étant inondé par les eaux des plus hautes marées, mais non recouvert par l'eau à marée basse moyenne ». Présence d'horizons G débutant à moins de 50 cm et se prolongeant en profondeur (Baize et al., 2009). | |
| | Sols hydromorphes à gley de surface des plaines littorales de transition avec les mangroves | | | Tidalic Fluvisols | Thalassosols- Redoxisols | | Sols observés dans les plaines littorales de transition avec les mangroves, et formés d'alluvions fines des plaines littorales. Présence d'horizons –g ou g débutant à moins de 50 cm et traits rédoxiques se prolongeant ou s'intensifiant en profondeur (Baize et al., 2009). | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--------------------------|---|-------------|-------------|----------------------------|--|---|---|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | Sols hydromorphes brunifiants à gley de surface des plaines littorales | | | Tidalic Fluvisols | Thalassosols- Redoxisols | | Sols observés dans les plaines littorales et formés d'alluvions très fines des plaines littorales. | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--------------------------|--|-------------|-------------|----------------------------|--|---|--|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | Sols hydromorphes brunifiants à gley de surface des plaines intérieures | | | Planosols | Planosols | | <p>Sols observés dans les plaines intérieures et formés d'alluvions fines des plaines intérieures.</p> <p>Dans ces sols, un contraste existe :</p> <ul style="list-style-type: none"> - les horizons supérieurs perméables qui sont saisonnièrement le siège d'excès d'eau, et présentant donc des caractères rédoxiques (-g) ; - forte différenciation texturale entre horizons supérieurs peu argileux, assez perméables, et horizons plus profonds, beaucoup plus argileux et très peu perméables (= plancher) : - la différence entre taux d'argile au sein du solum doit être d'au moins 20 % ; - l'horizon E le moins argileux ne doit pas excéder 30% d'argile ; - l'horizon le plus argileux du solum doit avoir au moins 25 % d'argile. <p>Saisonnièrement, les horizons E sont (au moins en partie) le siège d'engorgements par des nappes perchées temporaires à écoulement essentiellement latéral. Il en résulte des phénomènes d'oxydoréduction qui se marquent morphologiquement par des décolorations et/ou des précipités d'oxyhydroxydes de fer (Baize et al., 2009).</p> | |

| TERRITOIRE ULTRAMARIN | SOLS DES ZONES HUMIDES RECENSÉES | | | | | Classe d'hydro morphie du GEPPA (1981) | Conditions pédologiques nécessaires | Conditions complémentaires non pédologiques |
|--------------------------|---|-------------|-------------|----------------------------|--|---|--|---|
| | Classe | Sous-classe | Sous-groupe | Dénomination WRB (2015) | Dénomination RP 2008 (Baize et al., 2009) | | | |
| | Sols vertiques hydromorphes | | | Vertic Cambisols | Pélosols- Redoxisols | IV (d) et V (a, b, c, d) | Sols observés dans les glacis d'épandage, et formés d'alluvions fines des débouchés de torrents. | |
| | Sols hydromorphes des fonds de vallées | | | Colluvic Cambisols | Colluviosols- Redoxisols | | Sols observés dans les fonds de vallées indifférenciés, et formés de colluvio-alluvions. | |

II.1.2.4. La profondeur du toit de la nappe comme élément de la liste de référence de « sols » dans les contextes et les sols particuliers

Les contextes et les sols particuliers sont ceux qui ne sont pas propices à l'observation de traits d'hydromorphie suffisamment fiables ou simples à déterminer pour identifier la présence d'une zone humide. Ils sont listés dans le Tableau ci-après d'après la synthèse du Fascicule 2. Les erreurs d'omission (zones humides qui ne sont pas identifiées sur le terrain d'après une observation des traits d'hydromorphie mais qui existent bien sur le terrain) et les erreurs de commission (zones humides qui sont identifiées sur le terrain d'après une observation des traits d'hydromorphie mais qui n'existent pas sur le terrain) associées à ces contextes et sols particuliers sont également précisées (voir Tiner, 2016).

Tableau 3 : Sols particuliers par DROM et principales erreurs d'omission ou erreurs de commission associées pour détecter la présence d'une zone humide d'après les traits d'hydromorphie.

| Sols et contextes particuliers | DROM concernés | | | | | Principaux processus causant une erreur d'omission ou de commission pour identifier la présence d'une zone humide d'après les traits d'hydromorphie |
|--------------------------------|----------------|--------------|------------|--------------|------------|--|
| | Guadeloupe | Guyane | Martinique | Mayotte | La Réunion | |
| Fluvisols | oui | oui | oui | non rapporté | oui | <p>Circulation souvent rapide de la nappe, sans conditions d'anoxie permettant aux cycles d'oxydo-réduction d'avoir lieu.</p> <p>→ erreur d'omission : l'absence de traits d'hydromorphie à une profondeur minimale escomptée n'indique pas l'absence de zones humides avec fiabilité d'après la liste de référence de « sols ».</p> |
| Vertisols | oui | non rapporté | oui | non rapporté | oui | <p>Le fer peut être immobilisé dans les feuillets d'argile et les conditions ne sont donc pas propices à sa mobilité.</p> <p>→ erreur d'omission : l'absence de traits d'hydromorphie à la profondeur minimale escomptée n'indique pas l'absence de zones humides avec fiabilité d'après la liste de référence de « sols ».</p> <p>→ erreur de commission : la roche mère est riche en fer et les produits de son altération sont de la même couleur que des traits d'hydromorphie rédoxiques.</p> |

| Sols et contextes particuliers | DROM concernés | | | | | Principaux processus causant une erreur d'omission ou de commission pour identifier la présence d'une zone humide d'après les traits d'hydromorphie |
|---|----------------|--------|--------------|--------------|------------|--|
| | Guadeloupe | Guyane | Martinique | Mayotte | La Réunion | |
| Podzols | non rapporté | oui | non rapporté | non rapporté | oui | <p>Ces sols présentent des horizons de texture sableuse où la circulation des eaux est relativement rapide, ou un engorgement prolongé en eau ne s'accompagne pas nécessairement de traits d'hydromorphie apparents. De plus, les caractéristiques physico-chimiques (Eh, pH) sont favorables à une solubilisation du fer et à sa mobilité. Ainsi, les traits d'hydromorphie peuvent être absents.</p> <p>→ erreur d'omission : absence de traits d'hydromorphie.</p> |
| Nitisols, Nitosols, Ferruginosols, Ferrallitisols et Oxydisols classe des sols à sesquioxydes de fer et manganèse, classe des sols ferrallitiques | oui | oui | oui | oui | oui | <p>La couleur rouge de la plupart de ces sols résulte de fortes teneurs en oxydes et oxy-hydroxydes de fer. L'identification des traits d'hydromorphie rédoxiques visibles, différenciables de cette matrice minérale n'est donc pas toujours possible ou aisée.</p> <p>→ erreur d'omission : difficulté de caractériser des traits d'hydromorphie dans une matrice minérale riche en oxydes de fer de couleur rouge.</p> <p>→ erreur de commission : certaines roches mères d'origine volcaniques présentent une coloration d'altération rouge.</p> |
| Régosols, Leptosols, Lithosols, classes des sols minéraux bruts et des sols peu évolués | oui | oui | oui | oui | oui | <p>Ces sols sont très peu épais (moins de 10 cm), très peu différenciés et évolués. Ils ne se prêtent donc pas au développement de signes d'hydromorphie. De plus, lorsque ces sols résultent de l'altération de roches volcaniques récentes souvent riches en fer, les éléments grossiers voire sableux de couleur rouge rendraient impossible l'identification de traits rédoxiques.</p> <p>→ erreur d'omission : difficulté de caractériser des traits d'hydromorphie dans une matrice minérale riche en oxydes de fer de couleur rouge.</p> |

| Sols et contextes particuliers | DROM concernés | | | | | | Principaux processus causant une erreur d'omission ou de commission pour identifier la présence d'une zone humide d'après les traits d'hydromorphie |
|---|----------------|--------|------------|---------|------------|--|--|
| | Guadeloupe | Guyane | Martinique | Mayotte | La Réunion | | |
| Dunes, arénosols et autres contextes similaires | oui | oui | oui | oui | oui | | <p>Dans les arénosols, au sein des dunes (bien que cela ne puisse pas être considéré comme un sol) et dans des contextes similaires, l'hydromorphie peut exister. Cependant, en plus des faibles teneurs en fer dans ces milieux, la circulation des eaux peut y être relativement rapide, sans conditions d'anoxie suffisantes pour permettre aux cycles d'oxydo-réduction d'avoir lieu.</p> <p>→ erreur d'omission : absence de traits d'hydromorphie.</p> |

Dans ces contextes et sols particuliers, l'observation des traits d'hydromorphie habituellement facilement reconnaissables ne peut donc pas être exploitée avec fiabilité. Il est donc proposé de recourir comme en métropole à une mesure de la profondeur du toit de la nappe.

Dans les DROM, il s'agit d'observer la saturation prolongée par l'eau dans les 50 premiers centimètres de sol pendant 14 jours consécutifs (voir Fascicule 2, la synthèse bibliographique du *National Research Council* (1995) selon laquelle l'inondation ou l'engorgement d'un sol pendant au moins 14 jours est propice à des conditions dans lesquelles sont présentes des zones humides). Cette mesure doit avoir lieu durant les périodes pendant lesquelles les nappes sont pleines. La Figure ci-après donne des indications sur les périodes de l'année à privilégier pour réaliser cette mesure.

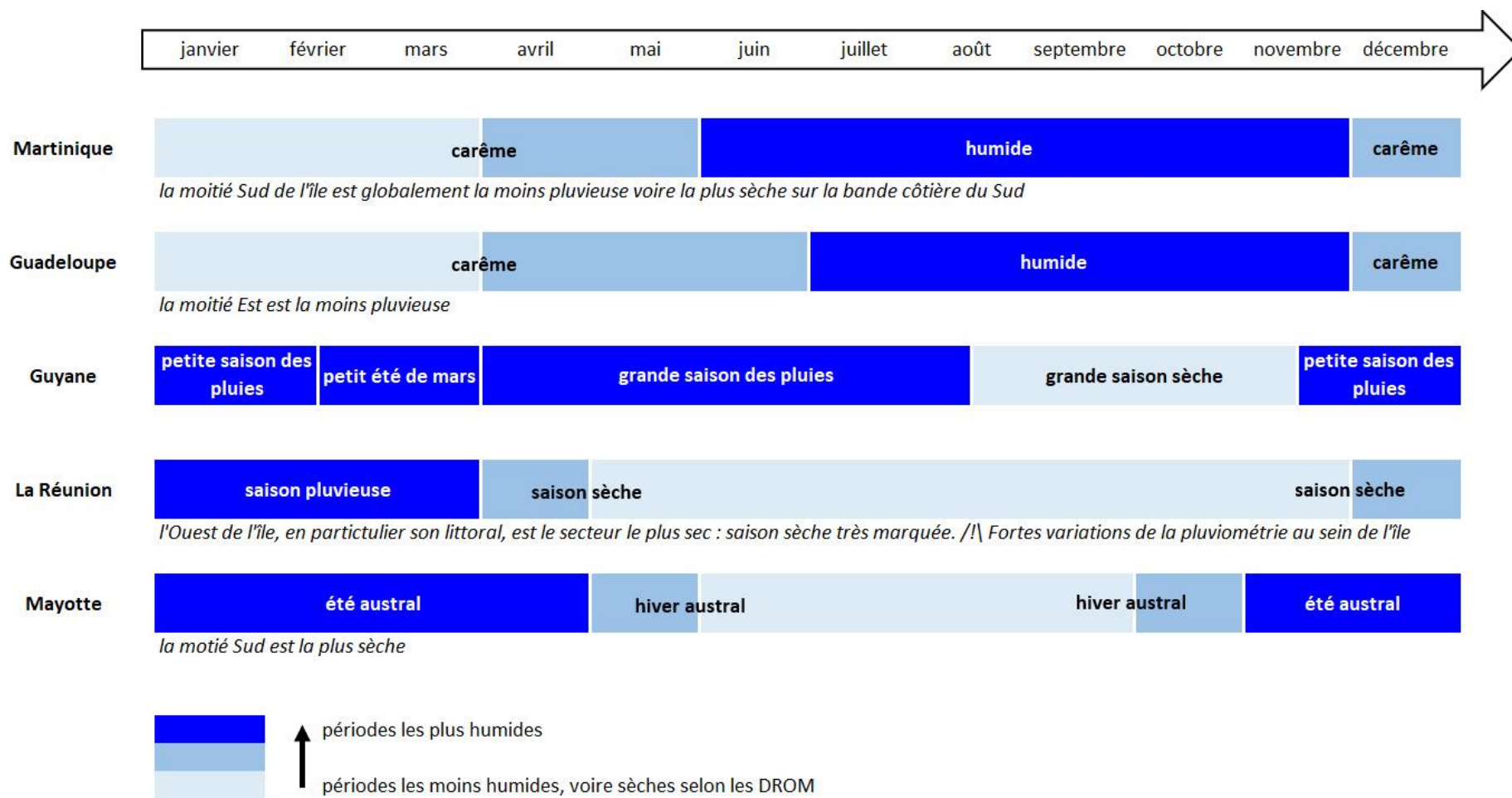


Figure 8 : Périodes de l'année par DROM les plus propices à des conditions d'engorgement prolongé pour identifier la présence d'une zone humide dans les contextes et les sols particuliers d'après le toit de la nappe. Par ex. en Martinique, les conditions les plus propices seraient entre juin et novembre, et dans une moindre mesure en avril, mai et décembre ; cette vigilance valant surtout pour la moitié Sud de l'île et en particulier la bande côtière.

II.1.3. Périodes propices à l'application des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides

Les périodes les plus propices pour mobiliser les listes de référence correspondent aux périodes les plus humides ou peu après celles-ci. Pour disposer d'une indication par DROM des périodes les plus propices, voir ci-avant section V.4.

Il conviendra toutefois de rester vigilant, quant au fait que ces indications peuvent souffrir occasionnellement de la survenance de conditions météorologiques particulières (par ex. conditions météorologiques particulièrement sèches et précoces une année donnée). **Ainsi, l'observateur devra être vigilant quant à la mobilisation des protocoles et listes de référence hors des périodes de sécheresse manifestes, en tenant aussi compte de conditions météorologiques particulières.**

Cette préconisation quant aux périodes propices pour appliquer le protocole et les listes de référence vaut en particulier pour le sol, mais elle vaut également pour les listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats » dans le cas des habitats qui ne sont pas parmi les plus humides (par ex. les habitats rudéraux, certaines savanes) ou qui subissent une forte variabilité des conditions d'humidité du sol au cours de l'année. En effet, il peut être complexe de réaliser un relevé sur la flore ou une identification fiable des habitats pendant les périodes les plus sèches dans certains cas.

II.1.4. Commentaire sur l'opérationnalité des listes de référence





Les Tableaux ci-après résument empiriquement et simplement les principaux atouts et inconvénients opérationnels⁸ des listes de référence mobilisées pour identifier et délimiter les zones humides : habitats, espèces végétales et sols. **Toutes les listes de référence présentent des avantages certains, listés dans ces Tableaux. Cependant, pour identifier les problèmes potentiels dans la pratique pour les utiliser, pour construire une approche logique qui permet de les appréhender avec efficacité sur le terrain, il est nécessaire de connaître leurs intérêts et leurs limites.**

Les commentaires dans les sections suivantes portent sur les avantages et les inconvénients de chaque liste de référence.

⁸ Critère prêt à être utilisé sur les terrains, à identifier une zone humide avec efficacité.

Tableau 4 : Opérationnalité⁹ simplifiée des listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales », de « sols » (le toit de la nappe est un élément de la liste de référence de « sols ») pour identifier et délimiter les zones humides. Cette opérationnalité est analysée à partir de l'appréciation des auteurs du présent Fascicule.

★★★★★ : opérationnalité très élevée. ★ : opérationnalité très faible.





| |  Habitats |  Espèces végétales |  Sols |  Nappe |
|--|--|---|---|---|
| Très bonne transposabilité entre DROM | ★★★★ Guyane, Martinique et Guadeloupe | ★★★★ Martinique et Guadeloupe | ★★★★ ★★★★ | ★★★★ ★★★★ |
| | ★★★ La Réunion et Mayotte | ★★★ Guyane, Martinique et Guadeloupe | | |
| | | ★★★ La Réunion et Mayotte | | |
| Peu ou pas d'effet saisonnier | ★★★★ ★★★★ | ★★★ | ★★★★ ★★★★ | ★ |
| Peu ou pas d'effet des perturbations anthropiques | ★★★ | ★★★ | ★★★★ ★★★★ | ★★★ |
| Peu ou pas d'effet « observateur » | ★★★ La Réunion | ★★★★ ★★★★ | ★★★★ ★★★★ | ★★★★ ★★★★ |
| | ★★★ Autres DROM | | | |
| Très bonne accessibilité à un public technique d'écologie | ★★★ La Réunion | ★ Guyane | ★★ La Réunion | ★★★ ★ |
| | ★★ Autres DROM | ★★★ Martinique, Guadeloupe, La Réunion et Mayotte | ★★★ Guyane, Martinique, Guadeloupe et Mayotte | |
| Très faible capacité physique requise | ★★★★ ★★★★ | ★★★★ ★★★★ | ★★ | |
| Très peu de temps nécessaire pour réaliser une mesure | ★★★★ ★★★★ | ★★★★ sauf les forêts en Guyane | ★★★★ ★★★★ | ★ |
| | | ★★★ forêts en Guyane | | |
| Très faible quantité de matériels nécessaires | ★★★★ ★★★★ | ★★★★ ★★★★ | ★★★ | ★★★ |
| Très faible coût des matériels nécessaires | ★★★★ ★★★★ | ★★★★ ★★★★ | ★★★ | ★ |
| Très bons supports pédagogiques adaptés aux DROM | ★ | ★ | ★ | ★ |

























⁹ Prêt à entrer en activité, à fournir le résultat optimal voulu, à identifier avec robustesse et avec facilité la présence de zone humide.













Toutes ces listes de référence partagent comme inconvénient le fait de ne pas disposer actuellement de bons supports pédagogiques, accessibles à un public généraliste et technique d'écologie, pour qu'il se les approprie avec efficacité.

Tableau 5 : Opérationnalité détaillée des listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales », de « sols » (le toit de la nappe est un élément de la liste de référence de « sols ») pour identifier et délimiter les zones humides. Cette opérationnalité est analysée à partir de l'appréciation des auteurs du présent Fascicule.

★★★★★ : opérationnalité très élevée. ★ : opérationnalité très faible.

| |  Habitats |  Espèces végétales |  Sols |  Nappe |
|--|--|---|--|---|
| Très bonne transposabilité entre DROM | ★★★★ Guyane, Martinique et Guadeloupe : même typologie | ★★★★ Martinique et Guadeloupe : espèces similaires | ★★★★ Listes de référence (traits d'hydromorphie) identiques entre DROM, mais avec des sols et contextes particuliers par DROM | ★★★★ Listes de référence identiques entre DROM mais mobilisables sur des sols et contextes particuliers en partie commun |
| | ★★★ La Réunion et Mayotte : typologies | ★★★ Guyane, Martinique et Guadeloupe : des espèces similaires | | |
| | | ★★★ La Réunion et Mayotte : des espèces similaires | | |
| Peu ou pas d'effet saisonnier | ★★★★ | ★★★ | ★★★★ | ★ En particulier, en sol sans engorgement permanent proche de la surface |
| Peu ou pas d'effet des perturbations anthropiques | ★★★ | ★★★ | ★★★★ Sensible aux perturbations affectant le sol ou la nappe | ★★★ |
| Peu ou pas d'effet « observateur » | ★★★ La Réunion : descriptions des habitats disponibles | ★★★★ | ★★★★ | ★★★★ ★ |

| |  Habitats |  Espèces végétales |  Sols |  Nappe |
|--|--|--|--|---|
| |  <p>Autres DROM : pas de description des habitats disponibles</p> | <p>Peu ou pas d'effet sur l'identification des espèces, mais effet sur l'estimation des coefficients d'abondance-dominance</p> | <p>Peu d'effet sur l'identification des traits d'hydromorphie, mais effet sur l'estimation de leur abondance sur un profil</p> | |
| Très bonne accessibilité à un public technique d'écologie |  <p>La Réunion : descriptions des habitats disponibles, besoin de connaître les espèces</p> |  <p>Guyane : très grand nombre d'espèces caractéristiques de zones humides, mais certaines seulement sont très fréquentes</p> |  <p>La Réunion : contextes écologiques et sols très variés avec cas particuliers</p> |  <p>Nécessité d'être capable d'installer une sonde piézométrique ou autre dispositif pertinent</p> |
| |  <p>Autres DROM : pas de description des habitats disponibles</p> |  <p>Martinique, Guadeloupe, La Réunion et Mayotte</p> |  <p>Guyane, Martinique, Guadeloupe et Mayotte</p> | |
| Très faible capacité physique requise |  |  |  <p>Réalisation des sondages pédologiques (sol) ou d'équivalents pour installer un piézomètre (nappe) nécessitant une bonne condition physique, en particulier sur sols non hydromorphes et/ou non engorgés</p> | |
| Très peu de temps nécessaire pour réaliser une mesure |  |  <p>sauf les forêts en Guyane</p> |  |  <p>Nécessité de passages répétés au cours du temps, à la bonne saison</p> |
| | |  <p>Guyane : grand nombre d'espèces en forêts</p> | | |
| Très faible quantité de matériels nécessaires |  |  |  |  |

| |  Habitats |  Espèces végétales |  Sols |  Nappe |
|--|--|---|--|--|
| Très faible coût des matériels nécessaires |  |  |  |  Nécessité d'acheter des piézomètres par ex. ou autre dispositif pertinent |
| Très bons supports pédagogiques disponibles adaptés aux DROM |  |  |  |  |
| Principales conditions nécessaires pour détecter la présence d'une zone humide avec la liste de référence | Peu ou pas de perturbations anthropiques, pour le développement d'espèces inféodées et d'habitats associés aux zones humides | | Conditions d'anaérobie durant les phases d'engorgement prolongé proche de la surface, fer, manganèse... disponibles pour des cycles d'oxydo-réduction, engorgement permanent favorable à la turfigénèse | Peu ou pas de perturbations anthropiques sur le fonctionnement hydrologique, pluviométrie suffisante aux saisons propices à l'observation |
| Quelques erreurs possibles | Risque de mauvaise identification de l'habitat, en particulier dans les habitats entre deux conditions écologiques (par ex. une partie de la flore inféodée aux zones humides et une autre qui ne l'est pas). Risque de confusion entre des espèces caractéristiques d'un habitat, avec d'autres espèces qui ont une apparence similaire | Risque de mauvaise identification d'espèces appartenant au même genre mais avec certaines espèces par ex. « absolu » et d'autres qui ne le sont pas. Identification de contextes agricoles irrigués et tassés sur des sols ni hydromorphes, ni engorgés durant au moins une période prolongée de l'année (erreur de commission) | Risques de confusion entre l'aspect des traits d'hydromorphie et l'aspect du sol (scories grenat, concrétions rougeâtres, colorations ocres) ou du matériau parental (sol naturellement bleuté) (erreur de commission). Conditions d'engorgement sans hydromorphie (erreur d'omission) | Relevé à une période de l'année non pertinente (par ex. sèche ou avec une pluviométrie récente trop faible) |

II.1.4.1. Listes de référence d'« habitats »

Les listes de référence d'« habitats » réunissent à la fois le moindre recours à des capacités physiques, la moindre quantité et le moindre investissement de matériels et le moins de temps pour être réalisé. En plus, l'utilisation des listes de référence d'« habitats » ne subit souvent pas d'effets saisonniers forts et peu de temps est requis pour l'utiliser sur le terrain.

Concernant les listes de référence d'« habitats », les principaux inconvénients résident dans leur faible transposabilité pour les utilisateurs entre tous les DROM. La transposabilité de la liste de référence d'« habitats » est très forte dans les Antilles et en Guyane puisque la même typologie est utilisée dans ces territoires. Un même observateur devrait donc pouvoir utiliser sans difficulté la même typologie (c'est-à-dire celle d'Hoff (1997)) dans les DROM de l'océan Atlantique, alors qu'il devrait utiliser d'autres typologies à Mayotte (c'est-à-dire celle de Boulet 2005) et à La Réunion (c'est-à-dire celle de Lacoste *et al.* (2021)).

Concernant la qualité de l'information fournie d'après les listes de référence d'« habitats », il convient d'être vigilant. En effet, des perturbations anthropiques importantes peuvent nuire au développement des communautés végétales typiques d'habitats des zones humides dans des contextes écologiques pourtant propices en conditions naturelles. L'usage seul de cette liste pourrait alors générer des erreurs d'omission si des perturbations anthropiques importantes s'exercent. De plus, lorsque l'habitat nécessite de connaître précisément une espèce, cela peut également créer une difficulté lors de l'identification d'un habitat par les observateurs les moins aguerris à l'identification des espèces ou parfois à la phytosociologie.

Une subjectivité relative associée à ce critère est également à noter, en particulier dans les autres DROM que La Réunion, puisque La Réunion est le seul DROM à disposer d'une typologie accompagnée de définitions rédigées par poste typologique (avec une clef rudimentaire d'identification), pour rendre plus objective l'identification d'un habitat. À noter toutefois, que l'opérationnalisation de la typologie de La Réunion mériterait d'être poursuivie pour être pleinement utilisable sur le terrain (par ex. développement d'un guide de terrain d'identification des habitats).

Enfin, les typologies d'habitats ne sont pas exhaustives quant à l'inclusion des habitats caractéristiques de zones humides, et l'usage d'une typologie ne permet pas d'identifier toutes les zones humides, même parmi les plus évidentes, avec cette seule liste de référence.

II.1.4.2. Listes de référence d'« espèces végétales »

Les listes de référence d'« espèces végétales » réunissent à la fois le moindre recours à des capacités physiques, le moindre investissement de matériels et le moins de temps quand l'observateur a les compétences nécessaires, à l'exception des forêts en Guyane où cela peut être très chronophage voire difficilement pratique d'identifier les espèces. La transposabilité de la liste de référence d'« espèces végétales » est très forte en Martinique et en Guadeloupe, où les listes sont très similaires. La liste de référence d'« espèces végétales » est associée à un effet « observateur » plutôt faible, puisque l'identification des espèces est bien normée.

La difficulté majeure est en Guyane, où la richesse floristique est beaucoup plus importante que dans les autres DROM, générant une liste d'espèces très importante. Cependant, il convient de noter qu'au sein de cette liste en Guyane (plus de 500 espèces), seules environ 300 espèces sont très

fréquentes sur la large bande côtière guyanaise, là où les protocoles et listes de référence seront les plus souvent utilisés selon toute vraisemblance. De plus, parmi ces quelques 300 espèces, pour certaines, il suffit de les identifier au niveau du genre, puisque que par ex. toutes les jussies (genre *Ludwigia*) connues en Guyane figurent dans la liste (plus d'une dizaine) et elles sont toutes cotées « absolu ». Il suffit souvent pour un tel genre d'apprendre à identifier ledit genre, sans nécessairement identifier toutes les espèces qui lui appartiennent. **De plus, une autre difficulté particulière se pose en Guyane avec le défi que constitue l'identification des espèces en milieux forestiers naturels.** Cela peut s'avérer très difficiles durant un délai raisonnable.

Il est à noter que les listes sont évidemment particulièrement différentes entre DROM de l'océan Indien et de l'océan Atlantique, même si des similarités existent, même entre les DROM les plus proches géographiquement. Un observateur qui utiliserait ces listes de référence dans les DROM les plus différents entre eux, devraient donc se former à chaque contexte spécifique pour appréhender pleinement ces listes de référence dans tous les territoires où il exercerait. Il semble toutefois, que dans la pratique, il soit très rare, qu'un même observateur concerné par l'utilisation de ces listes de référence sur le terrain, puisse avoir à exercer son métier dans les contextes les plus différents, par ex. à la fois dans les DROM de l'océan Indien et de l'océan Atlantique. De plus, pour des observateurs qui ne sont pas des spécialistes en botanique, il sera nécessaire qu'ils se forment pour appréhender au mieux cette liste de référence dans un DROM donné.

La flore peut être sensible aux effets des perturbations anthropiques qui peuvent prévenir le développement d'espèces inféodées aux zones humides (par ex. drainage qui peut rabattre la nappe et faire disparaître des espèces inféodées aux zones humides, générant des erreurs d'omission alors que le sol est propice à des conditions d'engorgement prolongées, même si elles sont moins longues qu'avant le drainage). D'une autre manière, les perturbations anthropiques peuvent aussi favoriser le développement d'espèces différemment inféodées aux zones humides dans des contextes qui ne leurs sont pourtant pas propices (par ex. irrigation et tassement du sol dans des plantations de canne à sucre *Saccharum officinarum* L., 1753 qui peuvent favoriser les espèces sus-citées sur des sols sans engorgement « naturel » proche de la surface, générant des erreurs de commission).

II.1.4.3. Listes de référence de « sols »

Les listes de référence sur le sol apparaissent comme celles qui réunissent à la fois la meilleure transposabilité, la plus faible sensibilité aux effets saisonniers, aux perturbations anthropiques et à un effet « observateur ».

Concernant les listes de référence de « sols », les principaux inconvénients identifiés sont relatifs à son accessibilité pour un public technique d'écologues, qui ont souvent au moins des notions de pédologie, mais sans maîtriser les listes de référence pour identifier factuellement des zones humides sur le terrain. Même si des repères communs existent entre les territoires, pour identifier et délimiter les zones humides d'après les traits d'hydromorphie, il existe des « faux amis » sur les territoires, générant des erreurs d'omission et de commission.

Il est à souligner que les contextes édaphiques à La Réunion sont peut-être encore plus « particuliers » que dans les autres DROM, avec des difficultés encore plus singulières (par ex. contextes fréquents autour du Piton de la Fournaise sans sol à proprement parler) pour utiliser la liste de référence de « sols ».

De plus, des matériels sont à acquérir réaliser une observation sur le sol, à commander souvent hors DROM, pour le recevoir ensuite, pouvant donc générer des complexités relatives dans l'acquisition et générant un coût (achat de la tarière en particulier).

Finalement, il convient que l'agent qui doit réaliser des profils pédologiques avec une tarière à une profondeur suffisante dispose d'une bonne condition physique.

II.1.4.4. La profondeur du toit de la nappe comme élément de la liste de référence de « sols »

Les observations sur la nappe présentent comme avantage particulier le fait d'être très facilement transposables entre DROM et d'être très peu exposées à un effet « observateur ».

Les principaux inconvénients résident dans le fait que cette mesure soit sensible à de forts effets saisonniers, en particulier en sol sans engorgement permanent proche de la surface du sol. Il importe donc de réaliser cette mesure durant la saison propice à l'occurrence d'un engorgement dans les sols particuliers et dans les contextes particuliers¹⁰.

De plus, cette mesure peut nécessiter plusieurs passages au cours de la saison propice, pour vérifier le caractère « prolongé » de l'engorgement et l'apparition de la nappe au-delà d'une profondeur donnée de sol.

Enfin, le fait de nécessiter des matériels particuliers pour réaliser cette mesure implique d'anticiper leur acquisition, et d'être capable de les maîtriser.

Il convient de disposer d'une bonne condition physique pour l'agent qui doit réaliser les mesures nécessaires (par ex. creuser un trou pour réaliser des observations sur la nappe ou installer un piézomètre).

Enfin, les perturbations anthropiques (par ex. drainage) peuvent compromettre l'identification de zones humides d'après les observations sur la nappe.

¹⁰ Les sols particuliers et les contextes particuliers sont distingués, pour tenir compte des situations où un sol à proprement parler n'est pas présent (par ex. certains contextes écologiques sans « véritables » sols « formés » aux alentours du Piton de la Fournaise à La Réunion) et où le critère nappe pourrait permettre d'identifier avec assurance la présence de zone humide.

II.1.5. Approche alternative avec des listes de référence pour identifier les zones humides

Pour identifier les zones humides en mobilisant les 3 listes de référence sus-citées, il est proposé de réaliser une identification des zones humides d'après une approche alternative, c'est-à-dire :

- qu'il suffit que la présence d'une zone humide soit effective d'après une seule liste de référence, en un point de relevé donné, pour que ledit point de relevé soit identifié comme étant en zone humide ;
- qu'il est nécessaire de vérifier qu'aucune zone humide ne soit détectée d'après toutes les listes de référence, en un point de relevé donné, pour que ledit point de relevé soit identifié comme n'étant pas en zone humide.

Pour rappel, les articles L211-1 et le R211-108 du Code de l'environnement précisent que 1/ la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et 2/ la présence éventuelle de plantes hygrophiles, sont les deux critères à utiliser de manière alternative pour identifier et délimiter une zone humide (applicable sur l'ensemble du territoire national).

L'identification en zone humide d'après une approche alternative, présente par ex. les quelques avantages suivants :

- moindre influence des effets saisonniers et des perturbations anthropiques sur les communautés végétales qui pourraient compromettre la détection de zones humides ;
- délais moindres pour réaliser une identification sur le terrain, c'est-à-dire qu'il n'est pas nécessaire de relever toutes les listes de référence, dès lors qu'une liste de référence témoigne de la présence véritable d'une zone humide.

Cette identification avec une approche alternative est donc préférée à une approche cumulative. D'après une approche cumulative, il conviendrait de vérifier que la présence d'une zone humide soit effective d'après la liste de référence de « sols » et l'une des listes de référence d'« habitats » ou d'« espèces végétales », pour qu'un relevé soit identifié comme étant en zone humide.

Pour faciliter l'usage des listes de référence avec cette approche alternative (identifications fiables, les moins onéreuses et les plus rapides possibles, à destination d'agents aux profils professionnels variés... voir Tableau ci-avant), une démarche simplifiée est formalisée ci-après, pour l'agent amené à utiliser ces listes de référence sur le terrain (Figure ci-après). L'approche suggère en premier lieu d'aborder la liste de référence d'« habitats », pour identifier rapidement les zones humides qui sont parmi les plus évidentes sans avoir à réaliser de relevés sur le sol ou les espèces végétales qui sont souvent plus chronophages. Par ex. si en Guadeloupe, un observateur identifie avec assurance des A11.532 Mangroves des Antilles, un habitat « H » est identifié, et il peut déjà conclure

qu'une zone humide est présente sur un point de relevé. En revanche, si l'identification de l'habitat est douteuse, si l'habitat identifié n'est pas un habitat « H », l'approche suggère en second lieu de procéder prioritairement à une identification des espèces végétales et/ou à un relevé pédologique selon les domaines de compétence des agents. L'approche suggère en dernier lieu de recourir éventuellement à une mesure sur la nappe lorsque nécessaire, où aucune liste de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » n'a pu permettre de conclure quant à la présence effective d'une zone humide, et où des sols particuliers ou des contextes écologiques particuliers ne seraient pas propices à l'observation de traits d'hydromorphie.

Dans le cadre des tests réalisés d'après des prototypes de listes de référence, les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » ont été abordées. Les mesures sur la nappe, mesures les plus pragmatiques et simples techniquement à réaliser, même si elles nécessitent du temps entre d'éventuels passages successifs pour confirmer un engorgement au-delà d'une certaine profondeur, n'ont pas été testées.

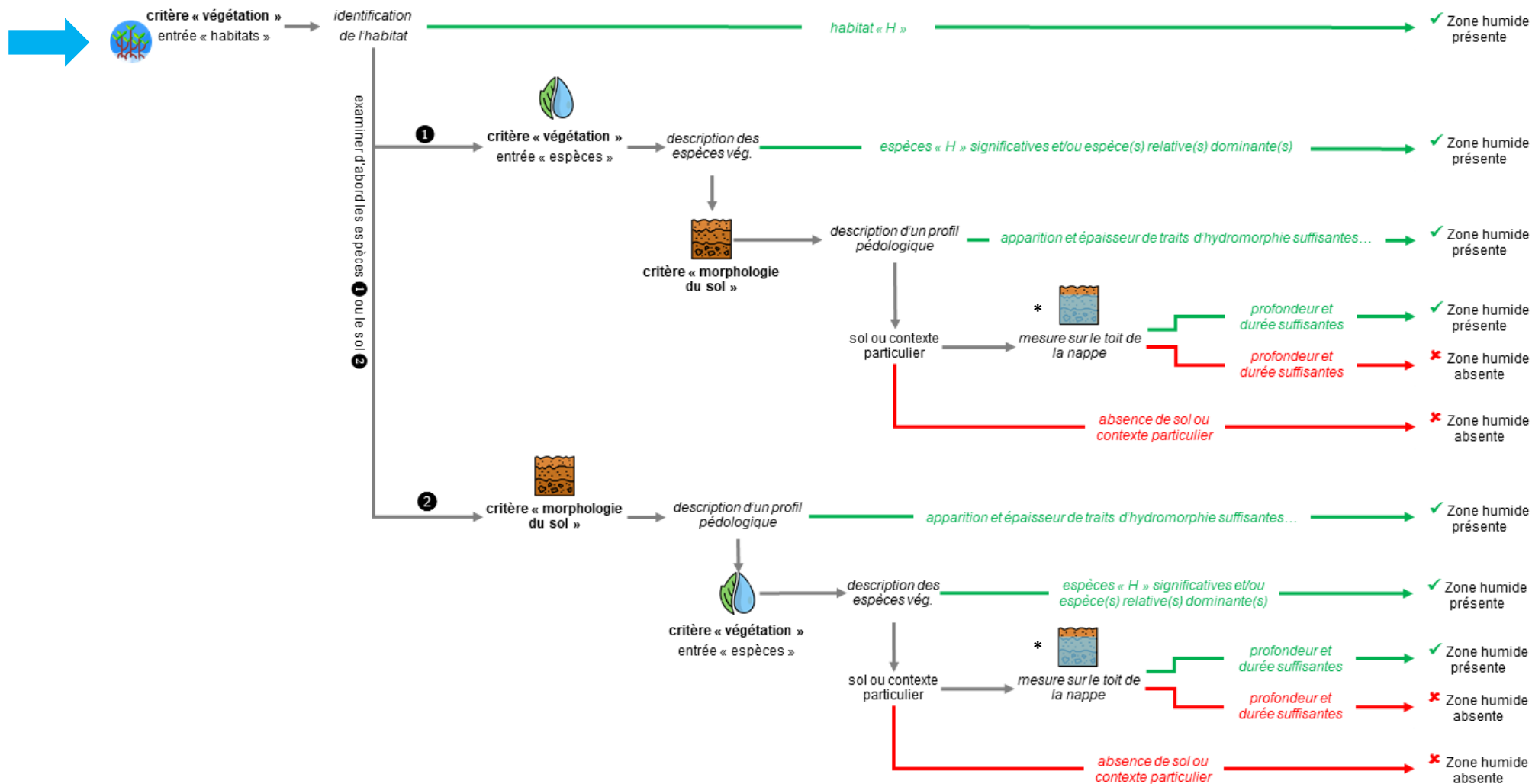


Figure 9 : Démarche simplifiée pour identifier et délimiter les zones humides d'après une approche alternative avec les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » (le toit de la nappe est un élément de la liste de référence de « sols »). * Notez que la mesure sur le toit de la nappe nécessite plus d'un passage sur un site pour vérifier un engorgement prolongé. Elle n'interviendrait donc qu'en dernier recours, seulement dans les sols et contextes particuliers.

II.2. Résultats – prototype de protocoles et listes de référence

Cette section contient le prototype de protocoles et listes de référence tels qu'ils ont été utilisés sur le terrain (pages avec un fond bleu), à l'exception des prototypes de listes de référence sur les habitats et les espèces. Ces derniers n'ont pas été diffusés librement durant la mise en œuvre du projet, et après celui-ci, pour prévenir la diffusion de listes de référence non finalisées qui pourraient induire une confusion avec le livrable final produit à l'issue du projet. Quelques corrections mineures de formulation ont été réalisées entre le prototype testé sur le terrain, et celui restitué ci-après.

Les titres, figures et tableaux ont été renumérotés et quelques compléments d'information sont précisés (surlignés gris).

II.2.1. Sur le terrain, où réaliser les relevés ?

La localisation des relevés sur le terrain pour identifier et délimiter les zones humides, s'organise autour de l'identification de transects qui « coupent » la limite présumée d'une zone humide dans un site. L'identification des transects a été réalisée en deux étapes.

Étape A : par site, sauf exception, répartissez deux transects intersectant le plus perpendiculairement possible la limite supposée de la zone humide, espacés de 100 à 200 m en contextes écologiques variés, par ex. sur différents habitats en zone humide et hors zone humide, sur des zones a priori diversement engorgées ou humides (Planche 1 ci-après). S'il n'est pas possible d'avoir des contextes écologiques variés, à défaut, réalisez deux transects dans des contextes similaires. S'il n'est pas possible de réaliser deux transects (par ex. zone humide de très petite superficie), il est possible de réduire l'espacement entre transects ou de n'en faire qu'un seul.

Étape B : sur chaque transect, localisez au moins deux points de relevés sur une placette d'apparence écologique (c'est-à-dire stationnelle, par ex. pente, microrelief, litière et humidité à la surface du sol) et physiologique homogène (par ex. composition et structure de la végétation). **⚠** Ne pas avoir une mosaïque d'habitats¹¹ à l'intérieur d'une placette. À titre d'indication, la taille d'une placette dépendra du type de milieux en présence, par ex. elle est souvent moins importante pour les milieux herbacés que pour les milieux arborés.

Un point de relevé est en zone humide (vert ci-dessous) et l'autre en dehors de la zone humide (rouge ci-dessous) selon les listes de référence de « sols » ou d'« habitats » ou d'« espèces végétales » (Figure ci-après). La distance entre deux relevés était d'au moins 10 m et dans tous les cas inférieure à 100 m (adaptables selon les contraintes sur le terrain). Si plus de deux points de relevés par transect sont effectués (par ex. pour rechercher l'extérieur de la zone humide - cas c et d sur la Planche 1 ci-après), renseignez tous les relevés dans le tableur. Un maximum de 4 relevés est possible par transect. Exceptionnellement, si la limite de la zone humide n'a pas été identifiée au 4^e relevé (les 4 relevés sont en zone humide), les relevés sur le transect sont terminés après le 4^e relevé. Dans ce cas-là, exceptionnellement, tous les relevés sont identifiés comme étant en zone humide, et il n'est pas requis de passer plus de temps sur le site, un seul transect suffit dans le site.

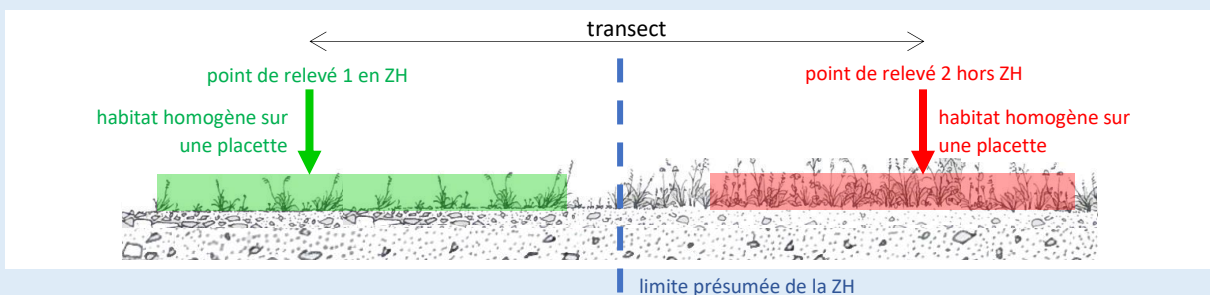


Figure 12 : Relevés pour identifier la présence de zone humide et les délimiter le long d'un transect dans des habitats herbacés.

¹¹ Pour une mosaïque d'habitats, si l'identification en zone humide était réalisée d'après l'habitat sur toute la mosaïque, alors il y aurait lieu de réaliser autant de placettes qu'il y a d'habitats dans la dite mosaïque, mais ce n'est pas l'objet des tests qui visent simplement à chercher à identifier une zone humide sur une placette et à rechercher sa limite.

II.2.2. Sur le terrain, que mesurer et comment ?

II.2.2.1. Différence fondamentale entre les tests des prototypes et l'approche générale qui serait mise en œuvre à l'issue du projet avec un arrêté interministériel pour identifier et délimiter les zones humides

Durant les tests, l'objectif était de tester simultanément l'ensemble des prototypes de listes de référence d'« espèces végétales », d'« habitats » et de « sols », afin d'évaluer la fiabilité et l'accessibilité de chacun pour un public technique. Ces tests simultanés permettaient également d'évaluer leur complémentarité.

Plus tard, si ces prototypes de listes de référence sont bien retenus par un arrêté interministériel (avec d'éventuelles révisions justifiées suite aux tests sur le terrain), le fait qu'au moins une des trois listes de référence, voire une autre (par ex. **mesure du toit de la nappe** sur certains sols non propices à l'observation de traits d'hydromorphie) permette d'identifier la présence effective de zones humides pourrait suffire à confirmer la présence de zone humide, sans recourir aux autres. Un seul critère pourrait donc être relevé si une zone humide est identifiée avec celui-ci, sans relever les autres ; impliquant donc souvent un temps de mise en œuvre des protocoles et listes de référence à l'échelle du relevé bien moindre que durant ces tests.

Notez toutefois, que dans le cadre de la mise en œuvre de la police de l'eau, ou de la constitution d'un dossier loi sur l'eau... il est souvent requis de réaliser plus de deux transects à l'échelle d'un site pour le délimiter de manière plus complète. Le temps pour délimiter un site peut donc être plus important dans la réalité qu'avec seulement deux transects comme proposé durant ces tests.



informations pour appliquer le protocole et les listes de référence d'« **habitats** » et conclure sur la présence de ZH d'après **l'habitat**



informations pour appliquer le protocole et les listes de référence d'« **espèces végétales** » et conclure sur la présence de ZH d'après **les espèces végétales**



informations pour appliquer le protocole et les listes de référence de « **sols** » et conclure sur la présence de ZH d'après **le sol**



informations complémentaires aux protocoles et aux listes de référence sur le site, sur l'observateur, pour évaluer la fiabilité et la faisabilité du protocole et des listes de référence.

Les sections suivantes présentent toutes les informations renseignées sur chaque relevé : identification des contextes écologiques (par ex. système hydrogéomorphologique du site) et opérationnels (par ex. expérience et domaine de spécialisation de l'observateur) du relevé, exposé de la façon dont un relevé a été réalisé sur le terrain, de la façon de conclure sur la présence de zone humide d'après les informations renseignées, la façon de qualifier la fiabilité et la faisabilité du prototype.


Toutes ces informations permettent in fine de déterminer si le prototype de protocoles et de listes de référence permet d'identifier la présence et l'absence de zone humide avec fiabilité ?


PROTOTYPE


PROTOTYPE


PROTOTYPE

II.2.2.2. Informations de contexte à relever par point de relevé


-  ○ indiquez l'identité et les compétences de l'observateur ou des observateurs (maximum 4 observateurs possibles) :
 - nom, prénom, organisme d'appartenance,
 - expérience professionnelle totale (durée en années),
 - expérience professionnelle dans les DROM (durée en années),
 - expérience de terrain totale (durée en années),
 - expérience de terrain dans les DROM (durée en années),
 - champs de compétences dominants (par ex. écologie, naturaliste-botanique, naturaliste autres, pédologie, hydrologie, géomatique, agronomie, sylviculture),

-  ○ attribuez-lui un identifiant sous la forme d'un numéro unique standard : « site_n°trsect_n°releve » ;

-  ○ notez la date et l'heure du début du relevé (à 10 minutes près) sans tenir compte du temps nécessaire pour accéder au site. Ne pas tenir compte du trajet en voiture puis du trajet à pied pour parvenir au site, ne pas tenir compte des discussions avec des acteurs extérieurs afin de leur présenter le projet ;

-  ○ identifiez le système hydrogéomorphologique : « alluvial », « estuarien », « riverain de plan d'eau », « péri-lagunaire », « dépression », « panne dunaire », « source et suintement », « plateau », « côtier ».

Exceptionnellement, quand plusieurs systèmes sont confondus (par ex. comme sur les rives d'un lac alimenté par des sources), indiquez-en plusieurs (par ex. source et suintement + riverain de plan d'eau) ;

-  ○ avec un GPS ou une application de téléphone, indiquez le système de coordonnées utilisé, **vérifiez que la localisation est conforme à la réalité et précise (précision la plus grande possible, tendre vers 5 m en attendant par ex. quelques instants que la précision mesurée sur le GPS s'améliore) puis identifiez les coordonnées géographiques du relevé en notant toutes les décimales de la coordonnée ;**

II.2.2.3. Identification de zone humide d'après l'habitat sur le point de relevé



- identifiez l'habitat au niveau le plus fin possible. Exceptionnellement, si vous ne parvenez pas à identifier l'habitat répondez « je ne sais pas ». Exceptionnellement, si l'habitat en présence ne correspond à aucun poste dans une typologie, nommez-le aussi fidèlement que possible. En cas de mosaïque d'habitats naturels, reportez l'habitat dominant et indiquez les autres en commentaire.



CONCLUEZ

- concluez sur la présence de zone humide avec la liste de référence d'« habitats » seule. **Sur le point de relevé, l'identification d'un habitat « H » permet d'identifier la présence de zone humide.** Vous devez conclure selon deux modalités :

- d'après le prototype de listes de référence : « présence - habitat H¹² », « doute – habitat pro parte¹³ », « absence » ou « je ne sais pas »
- d'après votre appréciation ou votre dire d'experts : « présence », « doute », « absence » ou « je ne sais pas »,



- renseignez le rayon autour du point de relevé en m, dans lequel l'habitat identifié s'étend de manière homogène (un seul habitat présent). Si la distance est supérieure à 100 m, renseignez 100 m ;



- notez le temps nécessaire pour identifier l'habitat,



- réalisez au moins 2 photos distinctes de l'habitat au format paysage, en haute qualité (entre 4 000 et 5 000 pixels, soit des photos entre 4 et 10 Méga octets max) au format JPEG, c'est-à-dire dans deux directions différentes (par ex. une en direction du Nord et une en direction du Sud). **!/** Ne réalisez pas ici des photos du paysage (avec plusieurs habitats), d'espèces, de la couverture végétale uniquement au sol !



¹² L'habitat et tous ceux des niveaux hiérarchiques inférieurs sont caractéristiques de zones humides.

¹³ L'habitat n'est pas systématiquement ou entièrement caractéristique de zone humide, les habitats de niveaux inférieurs ne sont pas tous en zone humide ou il n'existe pas de déclinaison typologique plus précise pour distinguer celles typiques de zone humide. Il n'est pas possible de conclure à partir de la seule information sur l'habitat.

II.2.2.4. Identification de zone humide d'après les espèces végétales sur le point de relevé



- a. depuis votre point de relevé, en prospectant son environnement immédiat, délimitez une placette d'apparence écologique (c'est-à-dire stationnelle, par ex. pente, microrelief, litière et humidité à la surface du sol) et physiologique homogène¹⁴ (par ex. composition et structure de la végétation) qui contient vraisemblablement l'essentiel des espèces de l'habitat présent jusqu'à atteindre un plateau de nouvelle détection d'espèces (approche apparentée à une courbe aire-espèces - Figure ci-après). Un seul habitat doit être présent dans la placette ! À titre d'information, la superficie des placettes pour réaliser les relevés est souvent plus grande dans les milieux arborés que dans les milieux herbacés.

Par ex. dans un milieu herbacé donné, au départ, je peux prospecter une placette de 2 m², puis m'éloigner pour contenir une placette de 4 m², puis à nouveau m'éloigner pour contenir une placette de 8 m²... Si je ne constate plus un nombre d'espèces significatif sur la placette de 8 m² alors la superficie de ma placette est de 4 m² pour ce milieu donné.

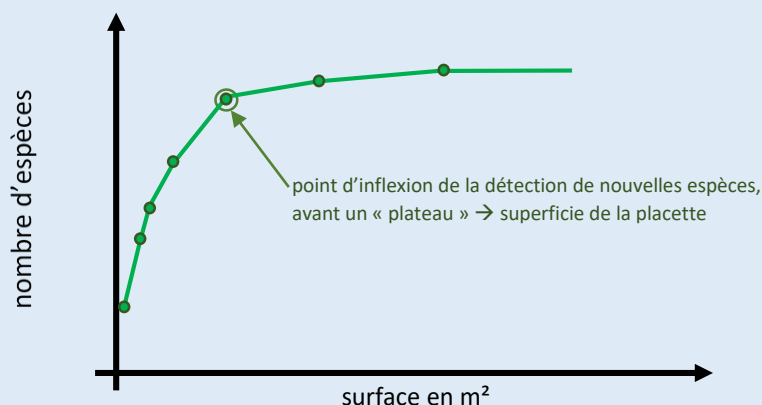


Figure 13: Approche courbe aire-espèces pour délimiter une placette avant d'y relever des informations sur les espèces végétales.

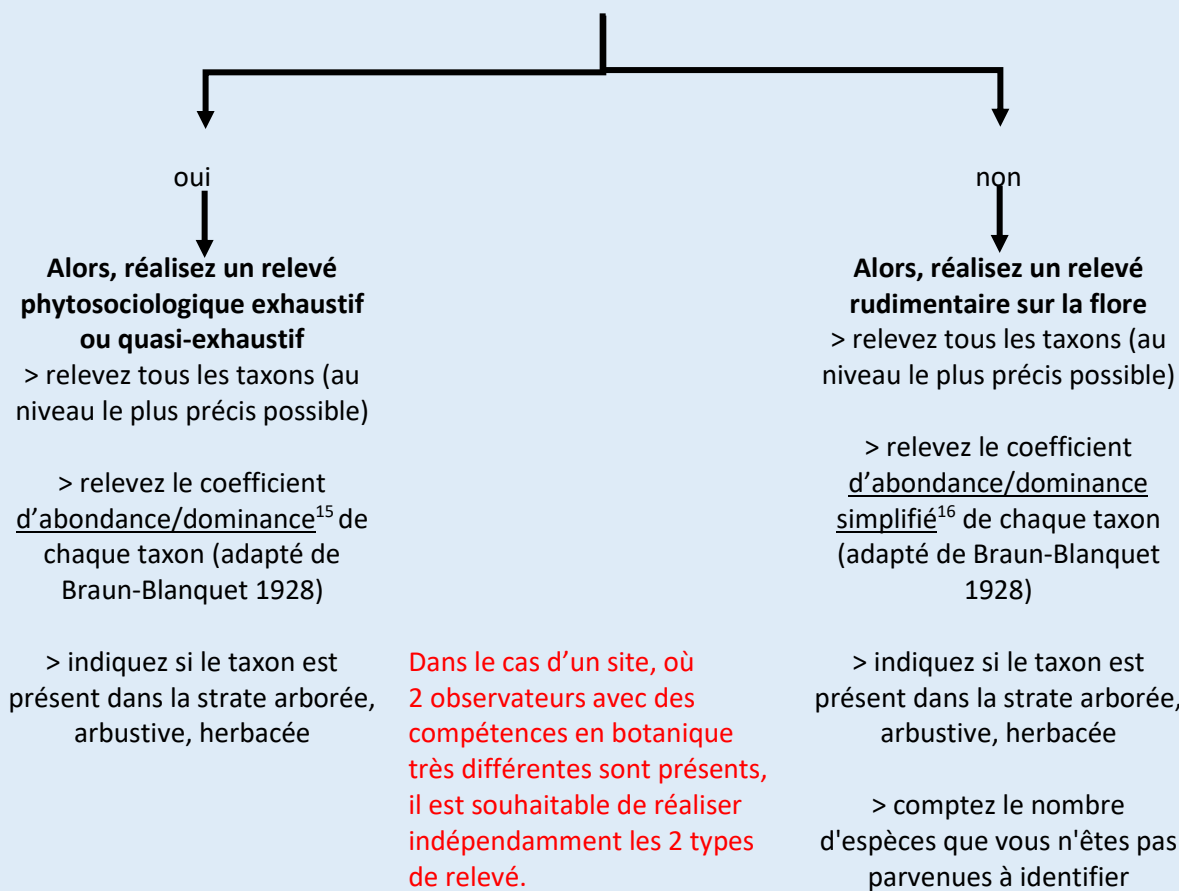


- b. relevez la superficie de la placette où sera réalisé le relevé.

¹⁴ En toute rigueur, la trilogie obligatoire d'homogénéité du relevé phytosociologique devrait être respectée : homogénéités écologique (c'est-à-dire stationnelle), physiologique et floristique. Cette dernière étant plus difficile à appréhender, il est proposé de se limiter ici aux homogénéités écologique et physiologique.



c. êtes-vous en mesure de réaliser un relevé phytosociologique exhaustif ou quasi-exhaustif ?



Commentaire révisé sur le logigramme ci-avant : durant le test de prototype de protocoles et listes de référence, il était proposé de réaliser deux types de relevé selon le profil des observateurs mobilisés. La situation privilégiée était de mobiliser des botanistes pour réaliser des relevés phytosociologiques complets, pour avoir une information exhaustive sur la flore, pour éprouver la liste de référence d'« espèces végétales ». Dans cette situation, il est alors possible de tester les listes de référence d'« espèces végétales » avec une information complète. Dans les rares cas sans botaniste sur le terrain, il était tout de même proposé de relever les espèces floristiques que les observateurs étaient en mesure d'identifier, de manière rudimentaire. Dans ces derniers cas, il n'est évidemment pas possible de tester la liste de référence d'« espèces végétales », mais les informations récoltées sont des informations de contexte sur la flore présente sur le point de relevé qu'il était intéressant de collecter.

¹⁵ 5 Nombre d'individus quelconque, recouvrant plus de 75 % de la surface

4 Nombre d'individus quelconque, recouvrant de 50 à 75 % de la surface

3 Nombre d'individus quelconque, recouvrant de 25 à 50 % de la surface

2 Individus abondants ou très abondants, recouvrant de 5 à 25 % de la surface

1 Individus assez abondants, recouvrement inférieur à 5 % de la surface

+ Individus peu abondants, recouvrement inférieur à 5% de la surface

r Individus très peu abondants (2 à 3 individus), recouvrement très faible

i Individu unique, recouvrement très faible

¹⁶ 1-5 Individus assez abondants, recouvrement inférieur à 5% de la surface (1) à Nombre d'individus quelconque, recouvrant plus de 75 % de la surface (5)

r-i Individus très peu abondants (2 à 3 individus), recouvrement très faible (r) - Individu unique, recouvrement très faible (i)



CONCLUEZ

- d. concluez sur la présence de zone humide avec la liste de référence d'« espèces végétales » seule.
- d'après le prototype de listes de référence : « présence - flore », « doute – flore », « absence » ou « je ne sais pas »

Sur le point de relevé, d'après le prototype, une zone humide est présente si :

→ Si au moins un individu appartient à une espèce « absolu » de la liste des espèces indicatrices de zones humides et il est associé à la classe d'abondance-dominance comprise entre 1 et 5 (relevé phytosociologique exhaustif ou quasi-exhaustif) ou la classe simplifiée 1-5 (relevé rudimentaire sur la flore), le relevé est en zone humide d'après la flore.

→ Si au moins 50 % des espèces relevées avec une abondance-dominance comprise entre 1 et 5 sont des espèces « relatif » de la liste des espèces indicatrices de zones humides, le relevé est en zone humide d'après la flore.

/! ces règles sont en cours d'étalonnage, et ne préfigurent pas nécessairement fidèlement le résultat final à l'issue des tests, de ce qui sera identifié comme étant en zone humide.

- d'après votre appréciation ou votre dire d'expert : « présence », « doute », « absence » ou « je ne sais pas »,



- notez le temps nécessaire pour relever les informations,



- réalisez des photos, en haute qualité (entre 4 000 et 5 000 pixels, soit des photos entre 4 et 10 Méga octets max) au format JPEG :

- systématiquement, de quelques espèces floristiques (sans voir les mains des observateurs) listées dans le prototype de listes de référence comme étant caractéristiques des zones humides (absolu). N'hésitez pas à en prendre plusieurs pour la même espèce (par ex. fleur, feuillage, tronc),
- systématiquement, de chaque espèce floristique (sans voir les mains des observateurs) qui n'est pas listée dans le prototype de listes de référence comme étant caractéristiques des zones humides, mais qui le devrait selon vous (relatif et autres). N'hésitez pas à en prendre plusieurs pour la même espèce (par ex. fleur, feuillage, tronc),

/! Ne réalisez pas ici des photos d'habitat (avec plusieurs espèces souvent), du paysage (avec plusieurs habitats), de la couverture végétale au sol !

PROTOTYPE

PROTOTYPE

PROTOTYPE

II.2.2.5. Identification de zone humide d'après le sol sur le point de relevé



a. réalisez un sondage pédologique à l'aide d'une tarière **en essayant d'atteindre 120 cm de profondeur** (rappel sur la [Planche 2 ci-après](#)) ;



b. mesurez la profondeur totale du sondage et indiquez d'éventuelles causes d'interruption du sondage : « Cailloux », « Compacité du sol », « Roche mère (ou matériau parental) », « Autres », « RAS » : prélèvement jusqu'à 120 cm. Si votre relevé est directement sur un substrat rocheux, notez 0 cm pour la profondeur du sondage ;



c. avant de manipuler le sondage, prenez une photo de l'ensemble du sondage **(1)** dans la gouttière graduée, **(2)** au format paysage, **(3)** avec la surface du sol sur la gauche, **(4)** sans contraste soleil versus ombre sur la même photo, **(5)** l'ardoise sur laquelle est notée l'identifiant du site, transect et relevé bien lisible (numéro unique). La photo est en haute qualité (entre 4 000 et 5 000 pixels, soit des photos entre 4 et 10 Méga octets max) au format JPEG. Prenez également au moins 2 à 3 photos caractéristiques en macro du sol tout le long du profil (Figures ci-contre). En cas de doute sur la lecture du relevé, multipliez les photos en macro ;



d. ouvrez les échantillons de sol en deux dans la hauteur (surtout si les prélèvements sont compacts) pour observer les traits d'hydromorphie ;



e. identifiez la profondeur d'apparition des traits d'hydromorphie rédoxiques, réductiques ou les horizons histiques et leur épaisseur (rappel sur la [Planche 3 ci-après](#)) ;



f. identifiez la classe GEPPA observable sur le sondage ([Planche 5 ci-après](#)) ;



g. notez le degré d'humidité du sol à [0 – 50] cm et [50 – 120] cm :

- sec,

- frais (sensation de fraîcheur au toucher),
- humide (trace d'humidité sur les doigts après avoir touché l'échantillon),
- saturé (toute la porosité est occupée par de l'eau),
- noyé (eau libre circule dans le sol),
- je ne sais pas,



- h. mesurez l'épaisseur de l'horizon organo-minéral (sans l'humus et la litière en surface) sur votre sondage (voir [Planche 6 ci-après](#)) : horizon près de la surface avec suffisamment de matière organique pour avoir une couleur plus sombre que les horizons sous-jacents. **Attention, les horizons histiques (quasiment intégralement ou intégralement composés de matière organique, « tourbe ») ne sont pas considérés comme des horizons organo-minéraux.** Cette information permet de tenir compte d'un biais éventuel, par ex. difficulté à observer les traits d'hydromorphie dans des horizons sombres.



- i. notez l'identification éventuelle d'horizons (intensément rouge ou très clairs voire blancs) ou de sols particuliers (par ex. podzosol, fluvisol), pas toujours propices à l'observation de listes de référence édaphiques permettant d'identifier la présence ou l'absence de zone humide. Vous pouvez également noter la présence d'une semelle de labour, de sillons, de remaniement, de croute de battance...



- j. concluez sur la présence de zone humide avec la liste de référence de « sols » seule. **Sur le point de relevé, l'identification d'un sol appartenant aux classes GEPPA IV à H ou de sols avec des listes de référence particuliers permet d'identifier la présence de zone humide.** Vous devez conclure selon deux modalités :

- d'après le prototype de listes de référence : « présence », « doute », « absence » ou « je ne sais pas » → **Planche 5**,
- d'après votre appréciation ou votre dire d'experts : « présence », « doute », « absence » ou « je ne sais pas »,

CONCLUEZ

Si le résultat d'un sondage est douteux (par ex. incompréhension sur les traits d'hydromorphie), réalisez un autre sondage à quelques mètres pour comparer les résultats et comprendre la nature du problème.

En cas de rencontre avec un obstacle (cailloux, roche, racine...) durant le sondage, arrêtez-vous à cet obstacle, et recommencez l'observation une fois à quelques mètres pour retenir le plus profond.

Si nécessaire, des commentaires et remarques peuvent être ajoutés à chaque relevé.



- k. notez le temps nécessaire pour réaliser le sondage et les relevés sur le sol.










- I. notez **l'heure de la fin du relevé habitat, espèces végétales et sol** (à 10 minutes près) sans tenir compte du temps nécessaire pour quitter le site (par ex. ne pas tenir compte du trajet à pied pour quitter le site puis du trajet en voiture, ne pas tenir compte des discussions avec des acteurs extérieurs afin d'échanger sur les retours du prototype).

PROTOTYPE

PROTOTYPE

PROTOTYPE

II.2.2.6. Commentaire sur le relevé et évaluation du prototype de protocole et listes de référence

-  ○ notez de manière narrative libre, commentez d'éventuelles informations complémentaires au sol, aux espèces végétales et aux habitats, que vous avez identifiées sur le terrain, et qui pourraient aussi indiquer la présence ou l'absence de zone humide : par ex. dépôts d'algues, présence de champs surélevés.
-  ○ évaluez la **faisabilité**¹⁷ du protocole pour relever les informations **sur l'habitat** : « très bonne », « bonne », « assez bonne », « assez médiocre », « médiocre », « très médiocre », « je ne sais pas » ;
-  ○ évaluez la **fiabilité**¹⁸ des listes de référence pour identifier la présence de zone humide **d'après l'habitat** : « très bonne », « bonne », « assez bonne », « assez médiocre », « médiocre », « très médiocre », « je ne sais pas » ;
-  ○ évaluez la **faisabilité** du protocole pour relever les informations **sur les espèces végétales** : « très bonne », « bonne », « assez bonne », « assez médiocre », « médiocre », « très médiocre », « je ne sais pas » ;
-  ○ évaluez la **fiabilité** des listes de référence pour identifier la présence de zone humide **d'après les espèces végétales** : « très bonne », « bonne », « assez bonne », « assez médiocre », « médiocre », « très médiocre », « je ne sais pas » ;
-  ○ évaluez la **faisabilité** du protocole pour relever les informations **sur le sol** : « très bonne », « bonne », « assez bonne », « assez médiocre », « médiocre », « très médiocre », « je ne sais pas » ;
-  ○ évaluez la **fiabilité** des listes de référence pour identifier la présence de zone humide **d'après le sol** : « très bonne », « bonne », « assez bonne », « assez médiocre », « médiocre », « très médiocre », « je ne sais pas ».

¹⁷ Qu'on peut faire ; possible, réalisable.

¹⁸ Auquel on peut se fier, à qui on peut faire confiance.

Commentaires à l'échelle du site de retour au bureau :

Commentaire textuel narratif (pas télégraphique, pas nécessairement long) sur les caractéristiques assez communes de chaque liste de référence d'« espèces végétales », d'« habitats » et de « sols », de chaque relevé et de chaque site et ses éventuelles singularités écologiques.

Éventuelle difficulté précise rencontrée avec le protocole sur le terrain (espèces végétales-habitat et sol) + pistes d'amélioration.

Éventuelle difficulté précise rencontrée avec les listes de référence sur le terrain (espèces végétales-habitat et sol) + pistes d'amélioration.

PROTOTYPE

PROTOTYPE

PROTOTYPE

II.2.3. Matériels nécessaires sur le terrain

| | | | | |
|--|---|--|--|---|
|  | GPS |  | Appareil photo numérique | |
| Utilisables avec des applications gratuites sur téléphone (par ex. application Ma position GPS) ou une tablette numérique | | | | |
|  |  |  |  | X |
| Application Qfield pour saisir les relevés <u>ou</u> Tableur | Tarière graduée tous les 10 cm (avec du scotch) | Gouttière graduée | Décamètre | <u>Prototype</u> de liste d'espèces et d'habitats caractéristiques de zones humides (Annexes) |
|  |  |  |  |  |
| Une petite truelle ou un couteau ni pointu ni tranchant | Quelques sacs plastique étanches | Fiole de test « fer » À manipuler avec précaution | Une paire de gants étanches ou de laboratoire | Une ardoise et un feutre effaçable |

* matériel facultatif fourni par PatriNat sur demande réalisée à l'avance

/! Cette liste de matériels ne contient pas ceux nécessaires pour les agents à des fins de sécurité sur le terrain. Il convient de bien avoir les équipements de sécurité prévus par chaque organisme auquel un agent appartient. Il en va de même pour les règles de sécurité.

Guides et ouvrages floristiques à utiliser éventuellement en plus au bureau ou sur le terrain :

Guyane :

Flora of the Guianas. Accès en 2024. <https://portal.cybertaxonomy.org/flora-guianas/>

Cremers, G., Hoff, M., 2003. Guide de la flore des bords de mer de Guyane française. Muséum national d'histoire naturelle.

de Granville, J.-J., Gayot, M., Guitet, S., 2014. Guide des palmiers de Guyane. Office National des Forêts (ONF).

Hoffman, B., Ruyschaert, S., 2017. Lianas of the Guianas. LM Publishers.

PrévotEAU, J., 2012. Les Héliconias de Guyane française. Biotopé éditions, Parc naturel régional de Guyane.

Richard, H., Ateni, J., 2022. Guide des arbres de Guyane, 3ème édition. ed. ONF.

Sambin, A., Ravet, E., 2021. Les Orchidées de Guyane, Biotopé. ed.

Sant, S., 2022. Guide illustré de la flore de sous-bois du centre de la Guyane, Guyanensis. ed. Parc amazonien de Guyane.

Steyermark, J.A., Berry, P.E., Holst, B.K., Yatskievych, K., 1995. Flora of the venezuelan Guayana. Missouri Botanical Garden St. Louis.

Barabé G., Gibernau M. (2015). Aracées de Guyane française : biologie et systématique. Paris ; Marseille : MNHN ; IRD, 350 p. (Faune et Flore Tropicales ; 46). ISBN 978-2-85653-779-4.

Martinique-Guadeloupe :

Fournet, J., 2002. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique, Tome I. CIRAD, Gondwana éditions, 1324 p.

Fournet, J., 2002. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique, Tome II. CIRAD, Gondwana éditions, 1214 p.

Delnatte, C., Galtier, M., Marchal, F., Exbrayat, A., 2020. Florantilla – Flore photographique des Petites, Exbrayat. ed.

Mayotte¹⁹ :

Barthelat F. 2019. La Flore illustrée de Mayotte. Biotope éditions, Mèze et Publications scientifiques du Muséum national d’Histoire naturelle, Collection Inventaires & biodiversité, 687 p.

La Réunion²⁰ :

Bosser J., Cadet T., Guého J. & Marais W. (coord.) 1976-2018. – Flore des Mascareignes [La Réunion, Maurice, Rodrigues], Sugar Industry Research Institute (Mauritius), Institut de Recherche pour le Développement (IRD, Paris), Royal Botanic Gardens (Kew), 28 vol. parus.

¹⁹ À noter, après les tests, la parution des ouvrages suivants : Boulet V. 2023. – *Flora vegetativa Maoré : clé d’identification des plantes vasculaires de Mayotte à l’état végétatif – Volume 1 – Principes et utilisation, clé générale des sections, Hydrophytes.* – Version 1.3 (juin 2023). Nesogenes et DEAL Mayotte, 48 p. Boulet V. 2023. – *Flora vegetativa Maoré : clé d’identification des plantes vasculaires de Mayotte à l’état végétatif – Volume 2 – Lianes et plantes assimilées (semi-lianes, étrangleurs).* – Version 2.4 (juin 2023). Nesogenes et DEAL Mayotte, 65 p. Boulet V. 2023. – *Flora vegetativa Maoré : clé d’identification des plantes vasculaires de Mayotte à l’état végétatif – Volume 3 – Arbres, arbustes, arbrisseaux, suffrutex et phanérophytes herbacés.* – Version 1.3. Nesogenes et DEAL Mayotte, 109 p.

²⁰ À noter, après les tests, la parution de l’ouvrage suivant : Nilamegame B. et Gorissen A., 2023. Plantes Natives de La Réunion - Tome 1. CBNM. 421 p.

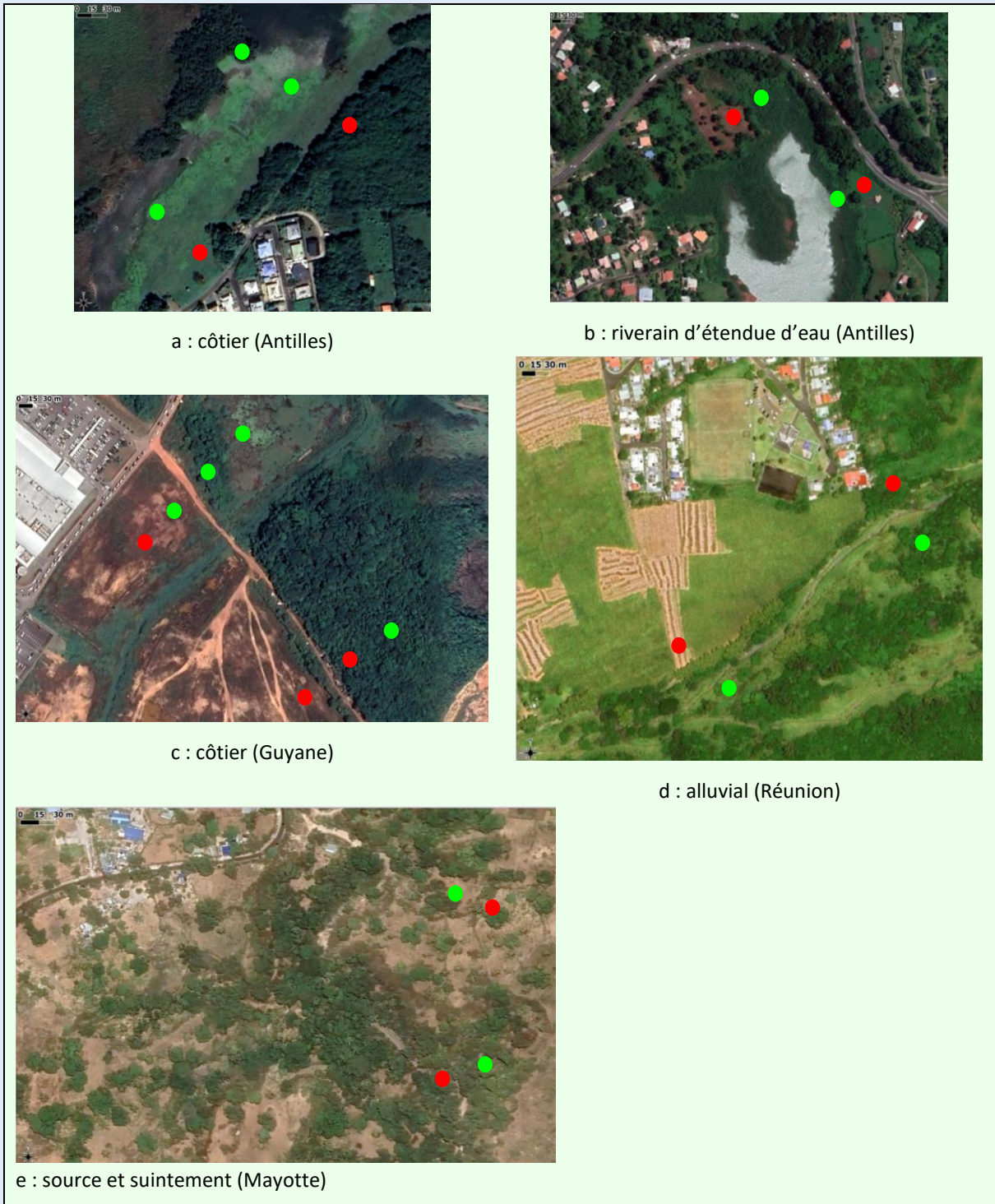


Planche 1 : Exemples fictifs de relevés « sol » et « habitat » avec ce protocole dans cinq contextes écologiques sur 5 DROM. Les **points verts** sont les relevés de l'agent avec au moins un critère « sol » ou « végétation » en zone humide et les **points rouges** sont les relevés de l'agent sans aucun critère « sol » ou « végétation » témoignant de la présence de zone humide (Fond : Google Satellite®).

Notez qu'en a et c, l'agent a fait plus de 2 relevés sur certains transects pour identifier une limite de la zone humide.

Les sites en illustration sont utilisés à des fins de communication uniquement, sans statuer sur leur caractère humide et sans que des visites aient nécessairement eu lieu sur ceux-ci.



A



B



C



D



E



F



G



H

A. Après avoir dégagé la surface du sol si nécessaire (en retirant la végétation et la litière éventuellement présentes en surface), prélever l'intégralité de la première carotte dans la tête de la tarière.

B. Lorsque la tête de la tarière est remplie, cela correspond à un avancement de 20 cm.

C. Nettoyer la surface de la carotte pour éliminer les éventuelles salissures.

D. Déposer ces 20 premiers centimètres dans la gouttière aux graduations correspondantes.

E. Les 20 premiers centimètres de sol sont prélevés.

F. Recommencer les étapes A à C. À partir de là, on ne conserve que les 10 cm dans la partie inférieure de la tête de tarière. En effet, le reste est du matériau remanié lors de la réalisation du sondage.

G. Déposer de nouveau la carotte dans la gouttière.

H. Répéter les opérations A à C puis F et G. Une fois le sondage réalisé, nous disposons, dans la gouttière, d'une vision d'ensemble du profil reconstitué.



Rebouchez le trou de sondage après avoir réalisé votre prélèvement, pour éviter tout accident pour la faune.

Planche 2 : Rappel sur les recommandations pour réaliser un sondage pédologique (extrait et modifié de <http://sols-de-bretagne.fr>).

Traits rédoxiques. Ils sont souvent associés à une nappe temporaire (par ex. défaut d'infiltration des eaux de pluie dû à des horizons peu perméables). Ils se reconnaissent à la présence de tâches ou d'accumulations de couleur rouille, ou de nodules ou de films bruns ou noirs, ou de tâches de couleur blanchâtre pâle qui couvrent au moins plus de 5 % d'au moins une partie de l'horizon observé sur une coupe verticale, cette dernière couleur pouvant représenter jusqu'à 100 % de l'horizon.



G. Gayet© (PatriNat OFB – MNHN) et pour la dernière photo Blandine Lemerrier© (Inrae)

Exemples d'accumulations de couleur rouille, de traces grises de décoloration, de concrétions noires considérées comme des traits d'hydromorphie rédoxiques sur des sondages.

Traits réductiques. Ils sont souvent associés à une nappe permanente (par ex. accumulations des écoulements en contexte alluvial ou de bas-fonds). Ils se reconnaissent à leur couleur uniforme verdâtre ou bleuâtre sur 95 % à 100 % de la surface de l'horizon. Exposée à l'air, cette couleur peut disparaître.



Exceptionnellement, en cas de doute sur la présence de véritables traits réductiques, voir le test fer, sur la [planche 4 ci-après](#).

Exemples d'horizons de couleur bleuâtre relativement uniforme considérés comme des traits d'hydromorphie réductiques sur des sondages.

Horizons histiques. Ils sont souvent associés à une nappe permanente affleurante à la surface du sol, voire à une mince lame d'eau à la surface du sol qui perdure au cours des années. La matière organique ne se décompose pas ou peu. Ils se reconnaissent souvent à leur couleur noirâtre-brune mais surtout à la présence quasiment exclusive de matière organique dans un horizon superficiel d'au moins 0,1 m d'épaisseur.



Exemples d'accumulations de matière organique considérées comme des horizons histiques sur des sondages.

Planche 3 : Rappel sur la description des traits d'hydromorphie rédoxiques, réductiques + les horizons histiques (extrait et modifié de Gayet *et al.* 2023b). Des photos étaient disponibles pour se familiariser à l'identification des traits.

PROTOTYPE

PROTOTYPE

PROTOTYPE

Dans des écosystèmes où l'excès d'eau est quasi-permanent (zone de fonds de vallée par exemple), on peut parfois observer des sols gris bleuâtres ou gris verdâtres. Cette couleur peut être héritée du matériau parental (qui a donné naissance au sol) ou elle peut être liée à la présence de la forme réduite du fer (fer ferreux Fe^{2+}).

Un test rapide et simple nous permet de déterminer si la couleur de l'horizon est liée ou non à la réduction du fer. Cela permet de distinguer si des traits réductiques sont présents. Ce test, appelé « test fer », nécessite d'utiliser un réactif qui est une solution d'ortho-phénantroline à 2 % dans de l'éthanol pur.

Ce réactif étant toxique, réservez son utilisation aux cas où vous avez des doutes sur la présence véritable de traits réductiques.

Procédez de la manière suivante avec des gants étanches :

1 - Versez quelques gouttes de réactif sur l'échantillon de sol.

2 - L'apparition instantanée ou quasi instantanée d'une coloration rougeâtre, plus ou moins vive, indique la présence de fer ferreux (voir illustration ci-dessous) → dans ce cas, indiquez qu'il y a bien présence de traits réductiques. Attention : peu après des pluies importantes, avant ressuyage, avec la circulation d'eau dans le sol chargée en oxygène, il est possible que le réactif ne donne pas de réaction positive malgré la présence de fer réduit.



G. Gayet© (PatriNat OFB - MNHN)

Coloration après mise en contact avec le test fer sur 6 échantillons de sol prélevés le long d'un sondage pédologique. En partant de la droite, le premier échantillon est négatif (pas de fer ferreux et trait réductique absent). Les autres échantillons sont positifs : une coloration rouge clair apparaît sur le second échantillon et une coloration rouge foncé apparaît sur les suivants (fer ferreux présent et traits réductiques présents).

⚠ ATTENTION : rapportez avec vous vos prélèvements exposés à la phénanthroline dans des sacs en plastique étanches pour les jeter en déchetterie car ce composé est toxique.

Planche 4 : Recommandations générales pour réaliser le test fer en cas de doute sur la présence de fer ferreux et donc de traits réductiques.

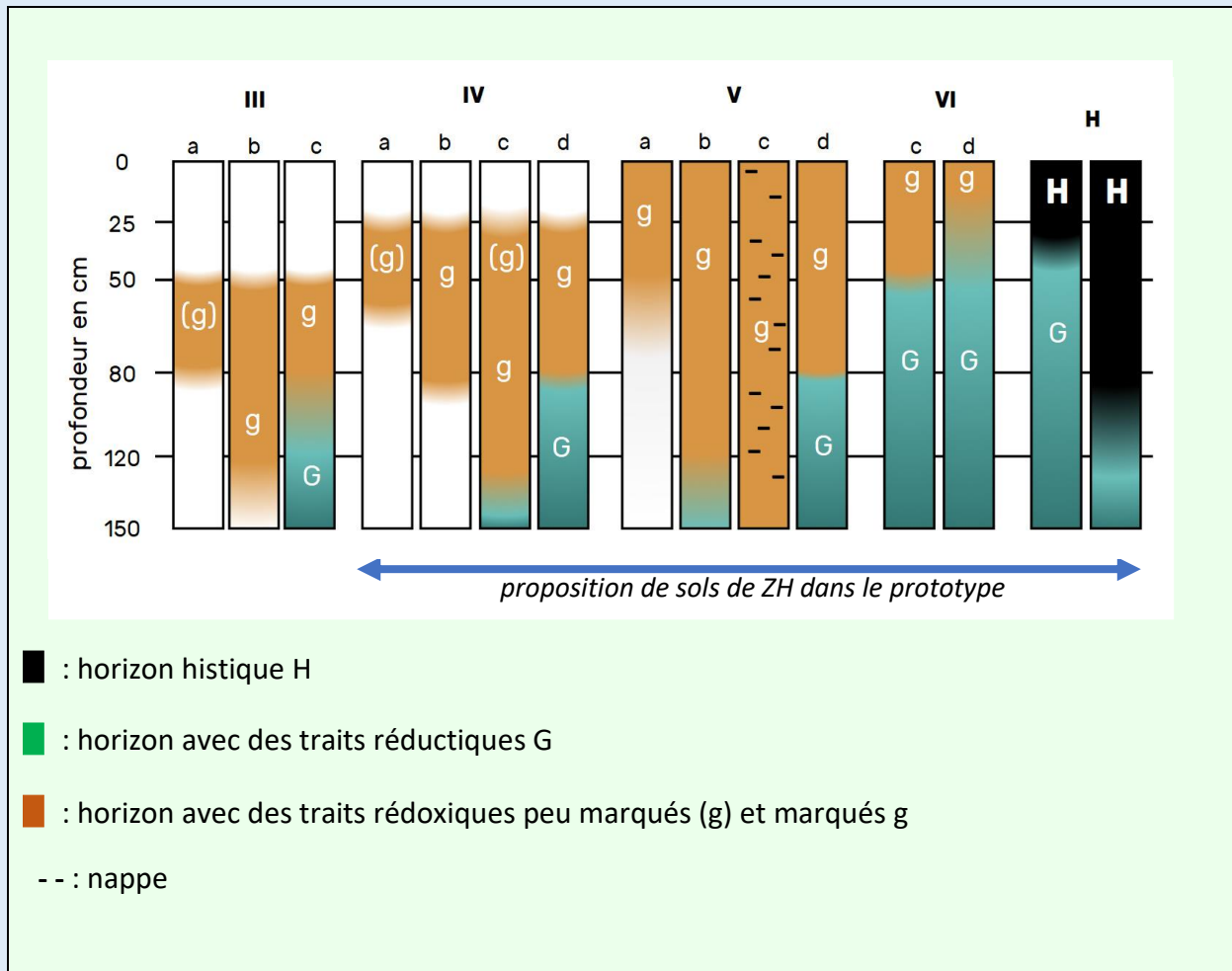


Planche 5 : Rappel des classes GEPPA (1981) auxquelles sont ajoutées la classe H.

PROTOTYPE

PROTOTYPE

PROTOTYPE

Pour identifier l'horizon organo-minéral (sans l'humus et la litière en surface), repérez les horizons près de la surface avec suffisamment de matière organique pour avoir une couleur plus sombre que les horizons plus profonds. Voyez quelques exemples de mesures variables de l'épaisseur des horizons organo-minéraux sur les différents profils ci-dessous (doubles flèches rouges).



Profils de sols avec des épisolums humifères d'épaisseurs variables. Le haut du profil est à droite des photos. L'épisolum humifère correspond aux horizons avec une couleur brune en surface des sondages pédologiques.

0 cm, horizons histiques (« tourbe »)



0 cm, horizons histiques (« tourbe »)



Planche 6 : Illustration de l'épaisseur de l'horizon organo-minéral sur quelques profils (extrait et modifié de Gayet *et al.* 2023b).

III. Approche pour constituer un échantillon de sites afin de tester le prototype

Une approche a été proposée pour constituer un échantillon pertinent de sites, où tester le prototype de protocoles et de listes de référence. Cette approche permet de répondre à la question suivante :

Comment constituer un échantillon de sites pour évaluer la qualité du prototype de protocoles et listes de référence visant à identifier et délimiter les zones humides dans les DROM ?

Évaluer la qualité de prototype de protocoles et listes de référence revient surtout à évaluer :

- **s'il est fiable pour identifier la présence d'une zone humide et la délimiter dans l'espace ;**
- **s'il est accessible au public technique amené à les utiliser.**

L'approche utilisée comporte des analogies avec les travaux d'Oberti *et al.* (2003), de Chambaud *et al.* (2012) et de Gayet *et al.* (2023a). Son objectif est de permettre de concentrer les tests là où le protocole et les listes de référence seront les plus souvent utilisés, tout en veillant à se confronter aux différents contextes écologiques rencontrés. Elle repose sur une séquence en quatre étapes par DROM :

1. identifier les contextes anthropisés ou sous pression anthropique ;
2. identifier les ensembles physiques ;
3. identifier les contextes favorables à la présence d'une zone humide ;
4. identifier les sites où réaliser les relevés.

/!\ Cette approche n'a pas pour vocation d'amener à produire des délimitations d'ensembles physiques, de contextes anthropisés ou sous pression anthropique, de contextes favorables à la présence d'une zone humide sous la forme de livrables (par ex. couches SIG).

Elle a pour vocation d'objectiver l'approche empirique de spécialistes dans les DROM, pour constituer un échantillon de sites d'une manière très similaire entre DROM.

III.1. Étape 1 : Identifier les contextes anthropisés ou sous pression anthropique

Hypothèse : le protocole et les listes de référence peuvent se confronter à des difficultés particulières dans les contextes anthropisés ou sous pression anthropique (par ex. présence de sols perturbés, végétations rudérales), en comparaison de contextes plus naturels. **Étant donné que l'exercice de la police de l'eau, la réalisation de dossiers loi sur l'eau... est vraisemblablement plus fréquent dans ces contextes anthropisés ou sous pression anthropique, il apparaît nécessaire d'y concentrer les tests, sans toutefois délaissier les contextes plus naturels.** Cela permet de vérifier que les protocoles et les listes de référence sont bien adaptés à l'identification des zones humides dans ces contextes, là où ils seront vraisemblablement le plus souvent mobilisés.

→ un contexte anthropisé ou sous pression anthropique correspond à la portion d'un territoire où les perspectives de projet d'aménagement dans le futur pourraient être relativement fréquentes et/ou dans l'environnement direct de projets d'aménagement existants ; ils peuvent donc inclure des habitats avec une forte naturalité jusqu'à des habitats très anthropisés. Ces projets d'aménagement peuvent à la fois inclure des projets d'urbanisations, d'infrastructures de transports, d'installations portuaires, industrielles, commerciales, d'extractions minières...

Des données et des informations à propos de tels aménagements anthropiques sont nécessaires pour y concentrer l'essentiel des tests, là où le besoin de protocoles et de listes de référence est le plus prégnant, notamment dans le cadre de l'exercice de la police de l'eau.

Sources d'information utilisées : par ex. SCOT, PLUI, BD TOPO®, BD Topage®. Voir le Géoportail de l'urbanisme : www.geoportail-urbanisme.gouv.fr ou les Registres parcellaires graphiques sur <https://www.geoportail.gouv.fr/> (par ex. informations sur les cultures intensives) ou les SRCEA (sites internet des DEAL).

Application pratique pour l'échantillonnage :

- privilégier les tests dans les contextes anthropisés ou sous pression anthropique.

III.2. Étape 2 : Identifier les ensembles physiques d'un territoire

Hypothèse : le relief (par ex. accumulation des écoulements), les matériaux parentaux (par ex. perméabilité plus ou moins importante) et les conditions climatiques (par ex. précipitations plus ou moins intenses ou abondantes) influencent la répartition spatiale et les types de zones humides présentes dans un bassin versant.

→ l'ensemble physique est un espace où les conditions topographiques, géologiques et climatiques sont relativement homogènes. La répartition spatiale des zones humides y est différente des ensembles physiques adjacents. Par exemple, une prépondérance de zones humides alluviales et de sources et suintements sera observée sur un plateau karstique, alors qu'une prépondérance de zones humides de plateaux et alluviales sera détectée dans un secteur sédimentaire argileux.

Des données et des informations sur le milieu physique (par ex. matériau parental, climat, étage de végétation, sol) et biophysique (par ex. sol, flore, habitat) sont nécessaires pour identifier des secteurs représentatifs des ensembles physiques des DROM, et donc de différents types de zones humides.

Sources d'information utilisées :

/!\ Les informations citées ci-après sont celles qui seraient utilisables en métropole, puisque cette approche d'échantillonnage s'inspire d'une approche conçue en métropole. Comme les sources d'information ne sont pas toujours homogènes par DROM, elle n'est pas redéclinée ici par DROM. Il convient dès lors de mobiliser les sources d'information pertinentes sur chaque DROM en s'inspirant de ces informations.

Les hydro-écorégions de niveau 2 – délimitées à l'échelle de la métropole selon les conditions topographiques, géologiques et climatiques – permettent d'identifier les ensembles physiques. Quand des cartographies plus précises existent (par ex. cartes des petites régions écologiques), elles peuvent aussi être utilisées, de même que les Unités Cartographiques de Sols ou les plages cartographiques des Référentiels Régionaux Pédologiques (<https://www.gissol.fr/publications/fiche-referentiel-regional-pedologique-rrp-2192>).

En complément, les cartes géologiques du BRGM au 1/1 000 000 et les cartes géologiques départementales de la BD Charm-50® au 1/50 000 peuvent être utilisées pour identifier les matériaux parentaux. Les modèles numériques de terrain du RGE ALTI® peuvent aussi être utilisés pour obtenir une information sur la topographie, et les cartes des sols à différentes échelles sont des sources d'information qui peuvent être très utiles.

Application pratique pour l'échantillonnage :

- répartir les tests par ensemble physique.

III.3. Étape 3 : Identifier les contextes favorables à la présence d'une zone humide

Hypothèse : dans un ensemble physique, les zones humides peuvent être regroupées selon leur fonctionnement hydrogéomorphologique. Chaque type de zone humide résulte de la combinaison de processus géomorphologiques, hydrogéologiques et hydrologiques (par ex. concentration d'écoulements en talwegs, perméabilité variable des sols et matériaux parentaux, déclivité et distance par rapport au réseau hydrographique de surface, affleurement de flux d'eau souterrains sous forme de sources) qui expliquent son fonctionnement spécifique.

→ Le système hydrogéomorphologique est une classification qui regroupe des zones humides avec une configuration géomorphologique (topographie de la zone humide, matériau parental, emplacement dans le paysage), une source d'alimentation en eau et un hydrodynamisme (direction et importance des flux d'eau de surface et de sub-surface) similaires. La classification de Brinson (1993a, b), réadaptée, simplifiée, aboutit à 5 systèmes : (1) alluvial ou estuarien, (2) riverain de plan d'eau – péri lagunaire, (3) dépression ou panne dunaire, (4) source et suintement, (5) plateau²¹.



alluvial ou
estuarien



riverain de plan
d'eau, péri-
lagunaire



dépression ou
panne dunaire



source et
suintement



plateau²¹

Sources d'information utilisées : les sources d'information suivantes peuvent être utilisées pour détecter les contextes favorables à la présence de différents types de zones humides dans un ensemble physique. Elles sont listées de manière non exhaustive ci-après, en évoquant quelques intérêts et quelques limites :

- relief : SCAN 25[®], modèle numérique de terrain du RGE ALTI[®] à 5 m de l'IGN ;
- matériau parental : carte géologique départementale de la BD Charm-50[®] au 1/50 000 du BRGM. Il convient d'être vigilant parfois sur le manque d'harmonisation qui peut exister entre cartes ;
- remontée de nappe : cartographie des zones de sensibilités aux remontées de nappes (<https://www.georisques.gouv.fr/donnees/bases-de-donnees/inondations-par-remontee-de-nappes>) ;
- sol :
 - carte des sols : voir les données sur les sols disponibles ici : <https://webapps.gissol.fr/georefersols/> (attention Refersols n'est pas exhaustif). Cette information peut également être intéressante pour détecter les contextes qui ne sont pas propices à l'identification des zones humides avec le critère « sol » seul (par ex. Fluvisol, Podzol). Attention, cette information peut agréger différents types de sols par unité cartographique,

²¹ Sur les interfluves, lignes de faîte, grandes terrasses des plaines d'inondation... surtout alimentées par les précipitations.

- réseau hydrographique :
 - tronçons de cours d'eau de la BD Carthage® ou de la BD TOPAGE®,
 - sources indiquées sur la BD Charm-50® au 1/50 000,
 - sources indiquées sur le SCAN 25®,
- flore – habitat : diverses bases de données nationales (INPN par ex. via <https://inpn.mnhn.fr/programme/donnees-observations-especes/references/openobs>), locales (par ex. provenant de certains CBN) ou thématiques, les lectures sur orthophotographies (par ex. BD ORTHO®)... donnent une indication sur la présence de tous types de zones humides avec des espèces végétales caractéristiques de zones humides, l'absence vraisemblable de zones humides (xérophiles). Attention, les données précises d'espèces (coordonnées X et Y avec une précision de 10 m) sont parfois difficiles à distinguer (par ex. point représentant le centre d'une parcelle où plusieurs observations ont été réalisées). De plus, la flore ne suffit pas à identifier les zones humides (par ex. mésophile partiellement humide ou non caractéristique de zone humide selon la réglementation en vigueur mais correspondant à une zone humide selon les informations relevées sur le sol d'après la réglementation en vigueur).

Des cartes thématiques peuvent aussi être utilisées en complément (les intérêts et limites sont cités ci-après de manière non exhaustive) :

- des cartes historiques où figureraient les zones humides ou les secteurs engorgés, par ex. équivalentes à la carte de l'état-major (1820-1866) disponible sur www.geoportail.gouv.fr en métropole ;
- les inventaires locaux des zones humides. Ils donnent une information non exhaustive sur la présence d'une zone humide. En théorie, c'est une indication intéressante pour identifier la présence de tout type de zones humides. En pratique, même si l'intérêt de cette donnée reste évident, son utilisation doit faire l'objet d'une vigilance particulière puisqu'elle serait souvent le résultat d'un consensus politique sur « ce qu'on met dans l'inventaire » et puisque les prestataires réalisant ces inventaires ont souvent du mal à appréhender toutes les listes de référence permettant d'identifier les zones humides (par ex. habitats, espèces végétales et sols) ;
- ...

Application pratique pour l'échantillonnage :

- **identifier sommairement les secteurs propices à la présence de différents types de zones humides dans chaque ensemble physique pour y répartir les sites tests.**

III.4. Étape 4 : Identifier des sites pour y relever des informations

Hypothèse : dans un ensemble physique, dans un contexte anthropisé, sur différents systèmes hydrogéomorphologiques, le prototype de protocoles et listes de référence pourraient présenter des biais ; qui pourraient varier selon les habitats. Il conviendra de le tester sur différents types d'habitats : herbacés, arbustifs et arborescents... en veillant à avoir aussi bien des habitats très naturels que très dégradés.

→ Des données de terrain seront récoltées sur différents habitats.

Sources d'information utilisées : les sources d'information utilisées pour pré-identifier les habitats vraisemblablement présents peuvent être des cartes d'habitats ou alors des orthophotographies récentes via les flux WMS disponibles à l'IGN.

Application pratique pour l'échantillonnage :

- répartir les sites et les relevés sur différents habitats.

III.5. Remarques complémentaires

Les sites sélectionnés sont répartis proportionnellement à la représentation des zones humides par système hydrogéomorphologique. Par exemple, si dans un ensemble physique, il y a essentiellement des zones humides alluviales ou estuariennes et dans une moindre mesure des sources et suintements, alors les sites sélectionnés seront essentiellement répartis en systèmes alluviaux ou estuariens et dans une moindre proportion en source et suintement.

Les zones humides dont l'identification nécessite d'autres observations que celles associées aux listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » (par ex. mesure sur le toit de la nappe sur les sols et les contextes particuliers) font l'objet d'une représentation moindre dans l'échantillonnage. Typiquement, il peut s'agir de zones humides avec des Fluvisols, des Podzols... où les espèces végétales, les habitats et le sol ne permettent pas à eux seuls de caractériser ces zones comme étant des zones humides. Il s'agit donc de ne pas passer trop de temps sur ces sols particuliers, à faire des identifications qui risquent d'être imprécises et non concluantes sans recours à une mesure pertinente sur le toit de la nappe.

Au contraire, des zones humides souvent absentes des inventaires et dont l'identification et la délimitation dans l'espace sont souvent peu évidentes alors qu'elles occupent des superficies significatives font l'objet d'une représentation plus importante dans l'échantillonnage. Par exemple, les zones humides de têtes de bassins versants, de sources et suintements ou de plateau.

Dans les DROM, où aucun arrêté préfectoral n'est pris pour accéder aux propriétés, la sélection de sites peut se concentrer en priorité sur les propriétés des personnes morales publiques, même si cela peut être dans certains cas moins pertinents en représentant moins fidèlement tous les contextes écologiques à étudier d'un territoire : voir par ex. des informations sur ces propriétés sur <https://opendata.koumoul.com/applications/carte-des-parcelles-des-personnes-morales-majic?fbclid=IwAR0a3LNgEHt0PcY1UJweDELVbKYs2jR1nCGeTf6Onfsbg74KXY5xAcbtRY8&lat=46.121034&lng=2.729895000000001&zoom=3.46313190340266>

Pour réduire le temps de déplacement entre sites durant une journée, plusieurs sites proches les uns des autres ont pu être choisis de manière privilégiée, tout en veillant à représenter des contextes assez différents.

III.6. Livrables de Biotope – bureau d'études prestataire du MTECT en charge de l'échantillonnage et de l'essentiel des tests avec les partenaires

Biotope est le prestataire missionné par le MTECT pour tester le prototype de protocoles et de listes de référence sur une sélection de sites. Il a donc réalisé un échantillon de 90 sites sur l'ensemble des DROM.

Un fichier SIG été produit par DROM, avec un point par site qui indique le secteur privilégié pour y réaliser des relevés. Les champs de la table attributaire des fichiers SIG étaient a minima :

- le système hydrogéomorphologie pré-identifié ;
- les principaux types de milieux pré-identifiés (par ex. prairie hygrophile, mangrove, forêt marécageuse, fourré, cultures de canne à sucre...) sans aller jusqu'à l'habitat qui s'identifie le plus souvent sur le terrain) ;
- les pressions anthropiques sur le site ou à proximité immédiate du site, par ex. urbaine, agricole, industrielle, commerciale, infrastructures de transport, invasions biologiques, pas de pressions flagrantes... Pour rappel, il est privilégié de faire des relevés dans les contextes anthropisés mais sans délaissier les contextes naturels ;
- la priorité de prospection sur le site : « Prioritaire » (il fera l'objet de prospection en priorité pour intégrer un échantillon plus restreint de 60 sites prioritaires) ou « Optionnel » (il fera l'objet de prospection si un site « prioritaire » n'est finalement pas pertinent, par ex. si une fois sur le terrain, il est constaté que l'accès à un site est impossible) ;
- ...

PatriNat a donné un avis sur l'échantillon de sites avant les prospections sur le terrain pour des corrections. De plus, il a été aussi proposé aux services de l'État de chaque DROM de donner un avis.

IV. Présentation de la campagne de terrain et des réunions d'information sur les territoires

IV.1. Informations sur les territoires à propos de la réalisation du projet

La campagne de terrain a eu lieu de mars 2023 à novembre 2023 dans les DROM. La campagne de terrain a aussi été l'occasion de réaliser une réunion d'information en présentiel sur le projet dans chaque DROM. Les acteurs techniques intéressés par le sujet ont été invités à y participer pour être informés de la démarche mais également pour faire part de retours critiques, commentaires, souhaits de participer aux tests... La liste des invités aux réunions a été réalisée conjointement avec PatriNat, la DOM de l'OFB et les DEAL ou DGTM de chacun des territoires.

À noter, qu'en plus de cette information durant la réalisation du projet, le lancement du projet a été annoncé aux acteurs via une note de synthèse transmise aux services de l'État pour qu'ils la diffusent selon les nécessités. En plus, le lancement du projet a fait l'objet d'une actualité dans la lettre d'information du Pôle-relais Zones Humides Tropicales.

IV.2. Périodes et saisons des tests

La campagne de tests sur le terrain a été réalisée par PatriNat, le bureau d'étude Biotope mandaté par le MTECT, les partenaires disponibles, les Unités techniques Connaissance et les Services Départementaux de l'OFB et d'autres acteurs locaux intéressés. **L'objectif était d'évaluer la faisabilité et la fiabilité de prototype de protocoles et listes de référence afin d'avoir des retours critiques, pour ensuite élaborer les protocoles et listes de référence finaux adaptés aux contextes écologiques de chaque DROM.**

45 journées de terrain ont été réalisées. Le nombre de jours le plus faible est à Mayotte en raison de la plus petite superficie de ce DROM comparé aux autres DROM, et des conditions de sécurité qu'il a été possible de mobiliser via la DEAL pendant une semaine pour réaliser les tests sur ce territoire (Tableau ci-après).

Les périodes de terrain sont celles qui ont été privilégiées par les spécialistes locaux ayant participé aux projets, préférant les saisons sèches, pour réaliser les relevés à la période qui n'est pas la plus propice donc, afin de confronter le prototype aux difficultés parmi les plus importantes que pourraient rencontrer de futurs utilisateurs. À noter qu'à la Martinique et en Guadeloupe, les tests ont pu être réalisés durant les deux principales saisons, mais les tests durant la saison sèche ont été réalisés uniquement par des botanistes locaux, alors que ceux durant la saison humide ont aussi pu être réalisés avec des écologues généralistes, qui étaient également plus familiers de l'utilisation des aspects relatifs au sol.

Tableau 6 : Périodes et saisons durant lesquelles les tests de prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides ont été réalisés par DROM en 2023.

| Période de terrain | Date de début | Date de fin | Principale période associée | Nombre de journées |
|--------------------|---------------|--------------|--|--------------------|
| Guyane | | | | |
| 1 | 14 mars | 30 mars | petite saison sèche ou petit été de mars | 11 |
| Martinique | | | | |
| 1 | 06 mars | 09 mars | saison sèche ou carême | 4 |
| 2 | 23 octobre | 27 octobre | saison humide ou hivernage | 5 |
| Guadeloupe | | | | |
| 1 | 10 mars | 15 mars | saison sèche ou carême | 3 |
| 2 | 16 octobre | 20 octobre | saison humide ou hivernage | 5 |
| La Réunion | | | | |
| 1 | 27 juin | 12 juillet | saison sèche | 12 |
| Mayotte | | | | |
| 1 | 11 septembre | 15 septembre | saison fraîche et sèche ou hiver austral À noter : sécheresse intense durant les relevés. | 5 |

La Figure ci-après illustre le déroulement des tests sur des terrains par DROM.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Figure 14 : Illustration des relevés en Guyane (a), à la Martinique (b), en Guadeloupe (c), à La Réunion (d) et à Mayotte (e) durant lesquels le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

IV.3. Principaux observateurs ayant participé aux tests

Neuf observateurs principaux ont participé aux tests. Ces agents appartiennent à PatriNat OFB - MNHN, Biotope (marché passé avec le MTECT, voir section I.3), le CBN de Martinique et le CBN Mascarin (prestation réalisée avec la Direction Outre-mer de l'OFB, voir section I.2). **Les compétences dominantes des principaux observateurs incluent l'écologie, la botanique et une combinaison des deux (Tableau ci-après)**. Des services de l'État, les agents de l'OFB implantés sur les territoires ou d'autres acteurs locaux (par ex. pédologue, association locale) ont également participé aux tests ponctuellement.

La Guadeloupe, la Guyane et Mayotte sont les DROM où des expertises contradictoires n'ont pas pu avoir lieu sur le terrain avec des botanistes expérimentés. Cela s'explique en Guadeloupe par le fait que le Conservatoire Botanique des îles de la Guadeloupe était alors en cours de structuration au moment de l'élaboration du projet (il a été mobilisé *a posteriori* pour un avis critique sur les listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats »). En Guyane, cela s'explique par l'annulation de la participation de l'IRD aux tests sur le terrain peu auparavant, en raison de contraintes d'agenda propres. Le nombre total d'observateurs est donc particulièrement plus faible en Guyane que dans les autres DROM. À Mayotte, l'organisation de la mission a souffert de contraintes sécuritaires particulières, qui n'ont pas permis d'anticiper suffisamment à l'avance le recours à plusieurs spécialistes en même temps, durant les missions sur le terrain.

Les principaux observateurs ont une expérience professionnelle totale ou sur le terrain allant de 0 à 20 ans, suggérant une combinaison de profils juniors et plus expérimentés dans des champs de compétences particuliers. Dans chaque DROM, des observateurs avec une expérience spécifique dans le DROM concerné par les tests ont participé, permettant alors de mobiliser des expertises spécifiques à chaque territoire.

Tableau 7 : Principaux observateurs ayant participé aux tests de prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides, organismes d'appartenance, expériences et champs de compétences dominants par DROM.

| Nom | Prénom | Organisme | Expérience professionnelle totale | Expérience professionnelle en DROM | Expérience professionnelle sur le terrain totale | Expérience professionnelle sur le terrain en DROM | Champs de compétence dominants |
|-------------------|-----------|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|---|--------------------------------|
| Guyane | | | | | | | |
| Fonty | Émile | Biotope | 15 | 15 | 15 | 15 | botanique |
| Gayet | Guillaume | PatriNat OFB - MNHN | 20 | 0 | 20 | 0 | écologie |
| Martinique | | | | | | | |
| Pinelli | Daniel | Biotope | 3 | 3 | 4 | 3 | écologie |
| Servientis | Nils | Biotope | 3 | 3 | 4 | 3 | botanique |
| Ferlay | Benjamin | CBN Martinique | 10 | 10 | 10 | 10 | botanique |
| Porteneuve | Marine | PatriNat OFB - MNHN | 3 | 0 | 0 | 0 | écologie |
| Gayet | Guillaume | PatriNat OFB - MNHN | 20 | 0 | 20 | 0 | écologie |
| Guadeloupe | | | | | | | |
| Pinelli | Daniel | Biotope | 3 | 3 | 4 | 3 | écologie |
| Servientis | Nils | Biotope | 3 | 3 | 4 | 3 | botanique |
| Porteneuve | Marine | PatriNat OFB - MNHN | 3 | 0 | 0 | 0 | écologie |
| Gayet | Guillaume | PatriNat OFB - MNHN | 20 | 0 | 20 | 0 | écologie |
| La Réunion | | | | | | | |
| Hoarau | Cédric | Biotope | 23 | 23 | 23 | 23 | écologie-botanique |
| Bonin | Ludovic | Biotope | 18 | 7 | 20 | 9 | écologie-botanique |
| Lacoste | Marie | CBN Mascarin | 20 | 17 | 20 | 17 | écologie-botanique |
| Gayet | Guillaume | PatriNat OFB - MNHN | 20 | 0 | 20 | 0 | écologie |
| Porteneuve | Marine | PatriNat OFB - MNHN | 3 | 0 | 0 | 0 | écologie |
| Mayotte | | | | | | | |
| Hoarau | Cédric | Biotope | 23 | 23 | 23 | 23 | écologie-botanique |
| Bonin | Ludovic | Biotope | 18 | 7 | 20 | 5 | écologie-botanique |
| Gayet | Guillaume | PatriNat OFB - MNHN | 20 | 0 | 20 | 0 | écologie |
| Porteneuve | Marine | PatriNat OFB - MNHN | 3 | 0 | 0 | 0 | écologie |

Pour bénéficier des retours critiques du public destinataire des protocoles et listes de référence, la Direction Outre-mer de l'OFB et la Direction de la Police et du Permis de Chasser s'étaient engagées à réaliser des tests en propre (seules) ; avec les implantations territoriales. L'objectif était alors que les agents puissent être mis en situation professionnelle, sans accompagnement, pour connaître les difficultés rencontrées avec le prototype. Les principaux matériels nécessaires avaient été transmis dans cette perspective. En fin de projet, ces tests n'ont

malheureusement pas été réalisés durant la période définie (entre février 2023 et novembre 2023). Mais des tests ont été réalisés par le SD et l'UTC de Martinique à la suite de cette période. À noter, que les services territoriaux de la Guadeloupe, Martinique et de La Réunion, ont réalisé des comptes-rendus avec des retours critiques à l'issue des quelques journées auxquelles ils ont participé avec les principaux observateurs sus-cités.

IV.4. Nombres de sites, de transects et de relevés

Les tests ont été réalisés sur 129 sites. La plus faible représentation de Mayotte dans l'échantillon de sites s'explique par la plus petite superficie de ce DROM comparé aux autres et par les conditions de sécurité qu'il a été possible de mobiliser via la DEAL pendant une semaine pour réaliser les tests sur ce territoire (Tableau ci-après).

Tableau 8 : Répartition du nombre de sites où le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé par DROM.

| DROM | Superficie en km ²²² | Nombre de sites |
|--------------|---------------------------------|-----------------|
| Guyane | 83 534 | 25 |
| Martinique | 1 128 | 30 |
| Guadeloupe | 1 703 | 24 |
| La Réunion | 2 504 | 35 |
| Mayotte | 374 | 15 |
| Total | | 129 |

466 relevés (77 en Guyane, 123 à la Martinique, 95 en Guadeloupe, 117 à La Réunion et 54 à Mayotte), en zone humide ou non, ont été réalisés le long de 215 transects. Le nombre moyen de transects par site est de 1,67 (ES = 0,04) et le nombre moyen de relevés par site est de 3,61 (ES=0,09), contre 2 transects préconisés initialement par site, avec au moins 2 relevés par transect. Cet écart s'explique par les ajustements nécessaires sur le terrain (par ex. site trop petit pour réaliser 2 transects relativement distincts, un seul transect réalisé avec plus de 2 relevés le long dudit transect sur un site dont la limite a été compliquée à détecter sur le terrain). À noter que de tels ajustements étaient bien permis dans le prototype de protocoles et listes de référence.

²² https://www.insee.fr/fr/statistiques/1372998?sommaire=1373022#tableau-multi_graph1_regions2016, accès au 06/05/2024.

IV.5. Focus sur la Guyane

IV.5.1. Campagne de terrain

La section ci-après présente la campagne de terrain qui a eu lieu en mars en Guyane. Cette section précise le nombre de journées de terrain, le nombre de sites où des tests ont été réalisés, les principaux participants et les mesures prises sur le terrain (Tableau ci-après). Aucune mesure n'a été prise par les services de l'État (par ex. arrêté) pour permettre l'accès aux propriétés. Une carte des sites échantillonnés est exposée sur la Figure ci-après. Lors de la campagne de terrain, une réunion d'information en présentiel a eu lieu, nous remercions les principaux participants.

Tableau 9 : Bilan de la campagne de terrain menée en Guyane pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| Guyane | Dates de la campagne de terrain | Nombre de journées de terrain | Nombre de sites | Principaux participants aux tests sur le terrain | Mesures prises pour le terrain |
|--------|---------------------------------|-------------------------------|-----------------|--|--------------------------------|
| | 3 semaines en mars | 11 | 25 | PatriNat, Biotope, IRD UMR Prodig | Néant |

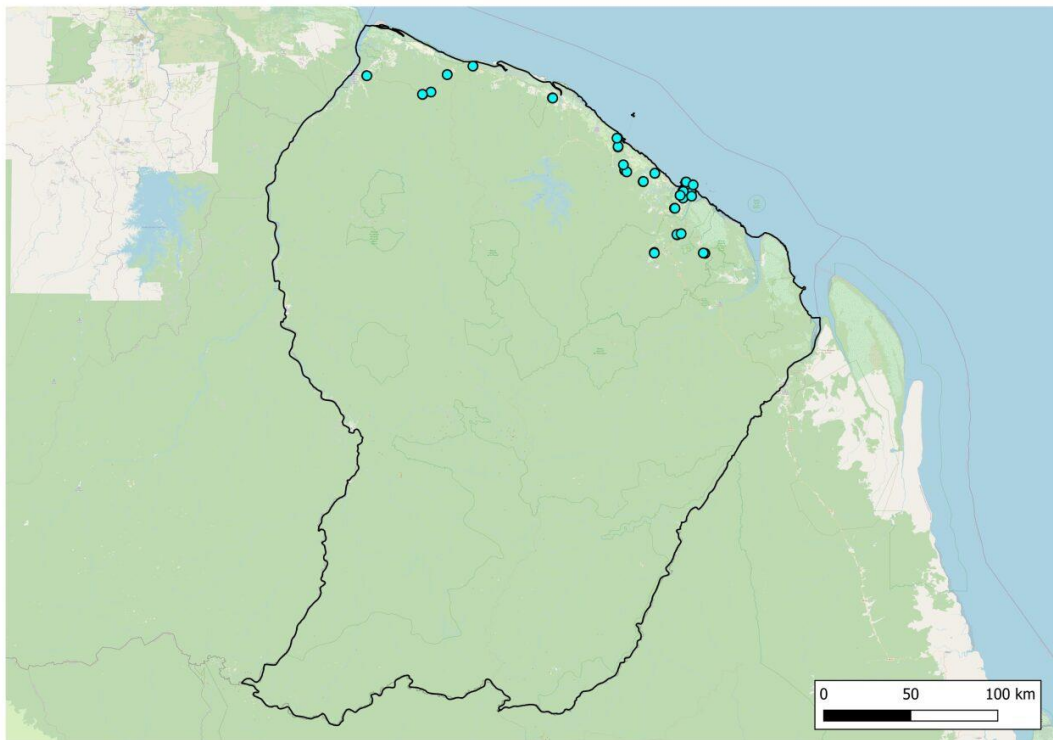
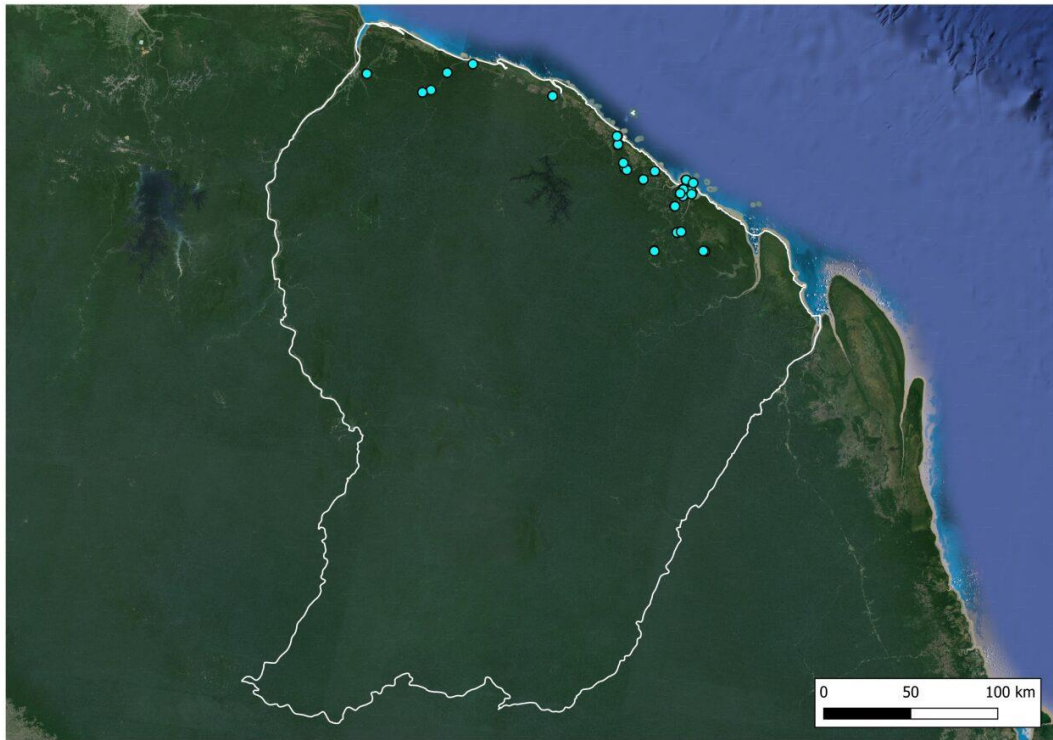


Figure 15 : Localisations des relevés réalisés en Guyane pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides. Chaque point bleu représente un relevé. Fond de carte : Google©.

11 journées de terrain ont été réalisées au total :

- 8 journées ont été réalisées avec un botaniste de Biotope ;
- 2 journées de terrain ont été réalisées avec un pédologue de l'IRD UMR Prodig ;
- 1 journée de terrain a été réalisée avec une botaniste de Biotope ;
- 1 journée de terrain a été réalisée avec des collègues de l'OFB des implantations en Guyane ;
- 1 journée de terrain a été réalisée avec deux agents de la DGTM.

Les sites ont permis de tester le prototype dans des systèmes hydrogéomorphologiques variés, bien que majoritairement de plateau et de source et suintement. Dans l'ensemble, les tests ont été réalisés sur une large variété de contextes écologiques : matériau parental, sol, habitat... Il est à souligner la nécessité évidente d'être prudent avec ces résultats et ce qu'ils représentent à l'échelle de la Guyane. L'essentiel des tests ont été réalisés sur la bande côtière, qui rassemble vraisemblablement la plus grande concentration de secteurs propices à la présence de sols hydromorphes en Guyane (donc de zone humide) et aussi la plus grande concentration d'aménagements. Il n'est donc pas possible d'extrapoler les observations fréquentes de zones humides sur la bande côtière à l'ensemble de la Guyane. À l'intérieur des terres, la prévalence des sols à l'engorgement est vraisemblablement assez hétérogène selon les contextes écologiques rencontrés, avec des enjeux liés aux zones humides bien présents, mais avec une proportion vraisemblablement moindre de zones humides et d'aménagements que sur la bande côtière.

Remarque : en complément des tests de prototype de protocoles et listes de référence, l'essentiel des protocoles et listes de référence finalisés, a été utilisé sur environ 50 sites, avec plus de 200 points de relevé, en juillet et août 2024 durant le projet de Cartographie nationale des milieux humides dans les DROM. Les relevés ont été réalisés par un écologue spécialisé et une écologue junior, une botaniste spécialisée et un botaniste junior en Guyane, un pédologue spécialisé en Guyane. L'analyse empirique des résultats des protocoles et listes de référence finalisés a révélé des résultats très satisfaisants, une liste de référence se substituant à une autre pour détecter avec assurance la présence de véritables zones humides ; sans détecter de contradiction significative quant à la détection de la présence d'une zone humide avec une approche alternative des listes de référence ou d'après l'avis des observateurs.

IV.5.2. Réunion d'information

La réunion d'information a eu lieu en présentiel le 15 mars 2023 dans les locaux de l'IRD de Guyane à Cayenne que nous remercions.

IV.6. Focus sur la Guadeloupe et la Martinique

IV.6.1. Campagne de terrain

La section ci-après présente la campagne de terrain qui a eu lieu en mars et en octobre aux Antilles. Cette section précise le nombre de journées de terrain, le nombre de sites échantillonnés, les principaux participants et les mesures prises pour le terrain (Tableau ci-après). Aucune mesure n'a été prise par les services de l'État (par ex. arrêté) pour permettre l'accès aux propriétés. Une carte des sites échantillonnés est également exposée sur la Figure ci-après. Lors de la campagne de terrain, une réunion d'information en présentiel a eu lieu, nous remercions les principaux participants.

Tableau 10 : Bilan de la campagne de terrain aux Antilles pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| | Dates de la campagne de terrain | Nombre de journées de terrain | Nombre de sites | Principaux participants aux tests sur le terrain | Mesures prises pour les tests sur le terrain |
|----------|--|---|----------------------------------|--|--|
| Antilles | 1 semaine en Guadeloupe et 1 semaine en Martinique par Biotope en mars | 10 journées Biotope (5 jours en Guadeloupe et 5 jours à la Martinique) | 54 | PatriNat, Biotope et CBN Martinique | Néant |
| | Du 16 octobre au 20 octobre 2023 en Guadeloupe et du 23 octobre au 27 octobre en Martinique par PatriNat, Biotope et le CBN Martinique | + 10 journées avec PatriNat, Biotope et le CBN Martinique (5 jours en Guadeloupe et 5 jours à la Martinique) | Guadeloupe: 24 Martinique: 30 | | |

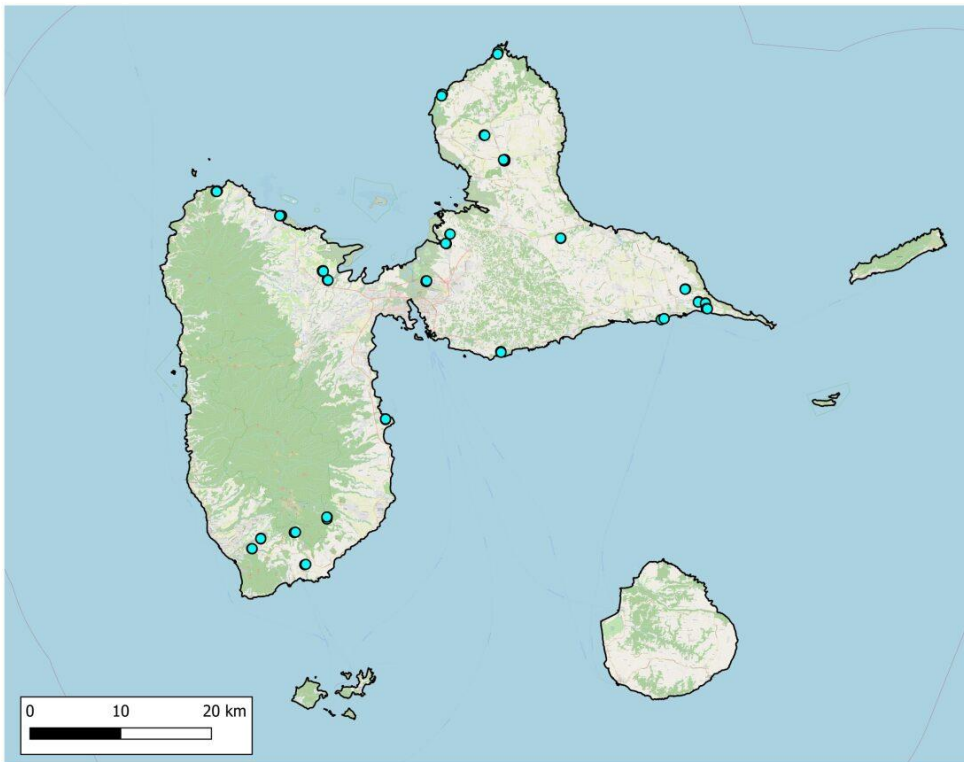
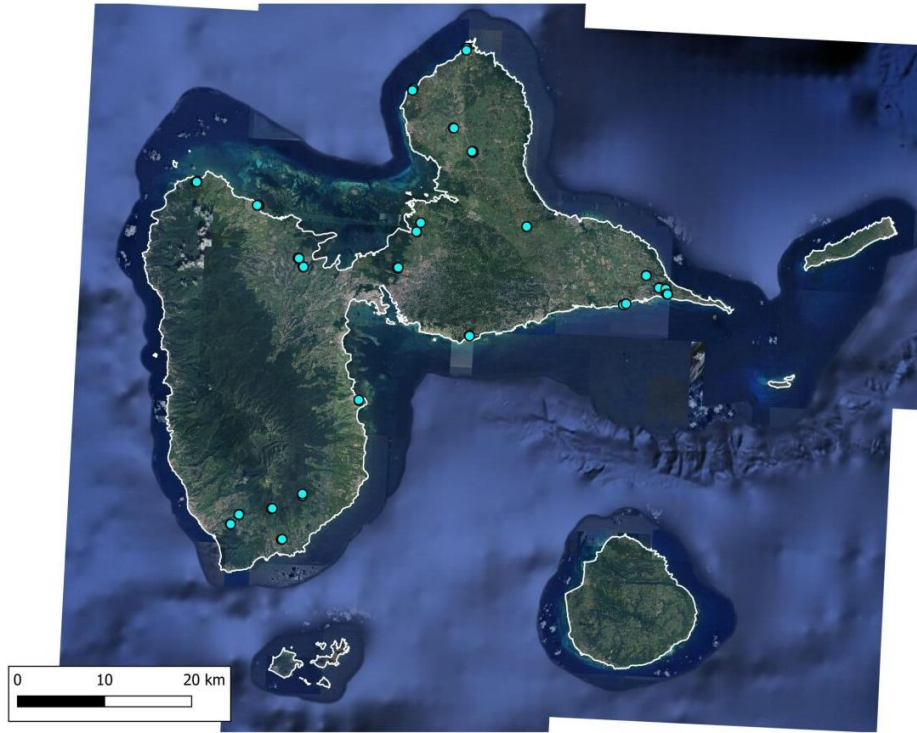


Figure 16 : Localisations des relevés réalisés en Guadeloupe pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides. Chaque point bleu représente un relevé. Fond de carte : Google©.

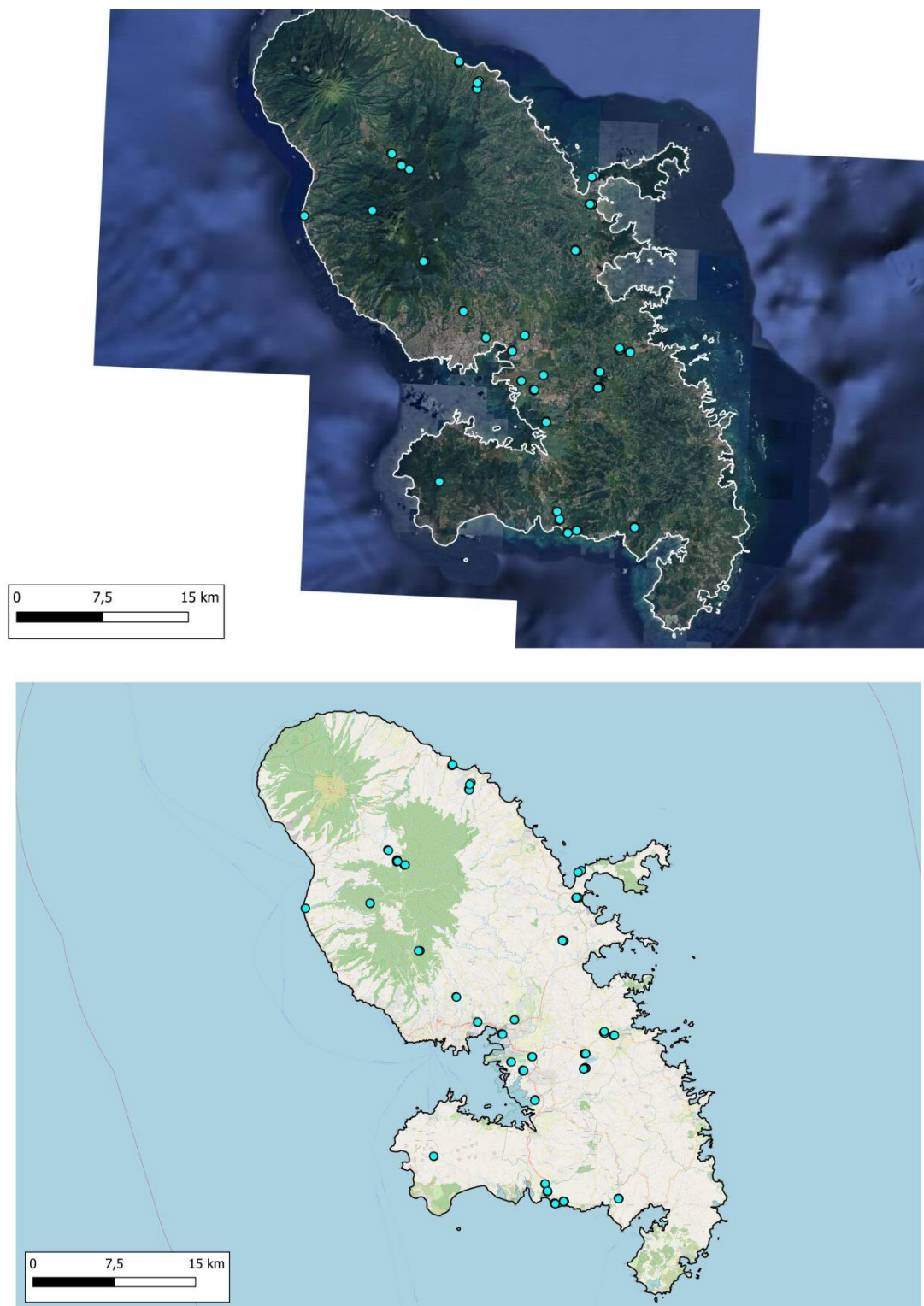


Figure 17 : Localisations des relevés réalisés à la Martinique pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides. Chaque point bleu représente un relevé. Fond de carte : Google©.

10 journées de terrain en présence de PatriNat ont été réalisées au total :

- 4 journées ont été réalisées avec un botaniste de Biotope dont 2 en Martinique et 2 en Guadeloupe, avec également un autre agent de Biotope en charge de saisir les données ;
- 2 journées ont été réalisées avec un botaniste du Conservatoire Botanique de Martinique en Martinique ;
- 1/2 demi-journée de terrain a été réalisée avec la DEAL de Guadeloupe et 3 demi-journées de terrain ont été réalisées avec la DEAL de Martinique ;
- 1 journée et demie pour le Service Départemental (SD) de Guadeloupe et une demi-journée pour l'Unité Technique et Connaissance en Guadeloupe et 4 avec les SD de l'OFB de Martinique.

De plus, 5 journées ont été réalisées en Guadeloupe et 5 journées en Martinique par le bureau d'étude Biotope.

A la Martinique, 30 sites ont été testés, principalement en façade Est, milieux proches de secteurs anthropisés, mais également dans des milieux plus naturels. Les tests ont été réalisés dans des systèmes hydrogéomorphologiques variés et équilibrés, bien que majoritairement en plateau et en dépression. Les systèmes de source et suintement, riverain de plan d'eau n'ont toutefois pas été testés.

En Guadeloupe, 24 sites ont été testés dans une large variété de contextes écologiques, dans des systèmes hydrogéomorphologiques variés et équilibrés, bien que majoritairement de plateau. Les systèmes de sources et suintements n'ont toutefois pas été testés.

IV.6.2. Réunion d'information

Martinique

Cette réunion d'information s'est déroulée le 24 octobre 2023 - matin, dans la salle du Parc naturel régional de la Martinique, Maison du Parc – Morne Tartenson – BP 43 97 200 Fort-de-France. Les acteurs présents ont été invités à la suite d'échanges avec la DEAL Martinique et la DOM de l'OFB. Nous remercions l'ensemble des participants.

Guadeloupe

Cette réunion d'information s'est déroulée le 16 octobre 2023 - matin, dans la salle Corossol Bâtiment DÉAL-DAAF, Zac de Kanopé Bât. G Dothémare II 97139 Les Abymes Guadeloupe. Nous remercions l'ensemble des participants pour leur présence. Les acteurs présents ont été invités à la suite d'échanges avec la DEAL Guadeloupe et la DOM de l'OFB. Nous remercions l'ensemble des participants.

IV.7. Focus sur La Réunion

IV.7.1. Campagne de terrain

Dans la section ci-après est présentée la campagne de terrain qui a eu lieu en juin-juillet à La Réunion. Un arrêté a été pris par le service de l'État pour permettre l'accès aux propriétés et une autorisation a été accordée par le Parc national de La Réunion pour l'accès aux sites dans sa zone cœur. Une autorisation a aussi été obtenue sur la Reserve Naturelle Nationale de l'Étang de Saint-Paul. Cette section précise également le nombre de journées de terrain, le nombre de sites échantillonnés, les principaux participants et les mesures prises pour le terrain (Tableau ci-après). Une carte des sites échantillonnés est également exposée sur la Figure ci-après. Lors de la campagne de terrain, une réunion d'information en présentiel a eu lieu, les principaux participants sont présentés dans la seconde section.

Tableau 11 : Bilan de la campagne de terrain à l'île de La Réunion pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| | Dates de la campagne de terrain | Nombre de journées de terrain | Nombre de sites | Principaux participants aux tests sur le terrain | Mesures prises pour les tests sur le terrain |
|------------|--|-------------------------------|-----------------|--|--|
| La Réunion | 3 semaines du 26 juin au 14 juillet 2023 | 10,5 | 35 | PatriNat, Biotope, CBN Mascarin | <ul style="list-style-type: none">- Arrêté du préfet de la région de La Réunion portant autorisation de pénétrer sur des propriétés privées dans le cadre de l'élaboration du protocole d'identification et de délimitation des zones humides dans les départements d'outre-mer- Autorisation spéciale du Parc national de La Réunion- Autorisation de la RNNESP |

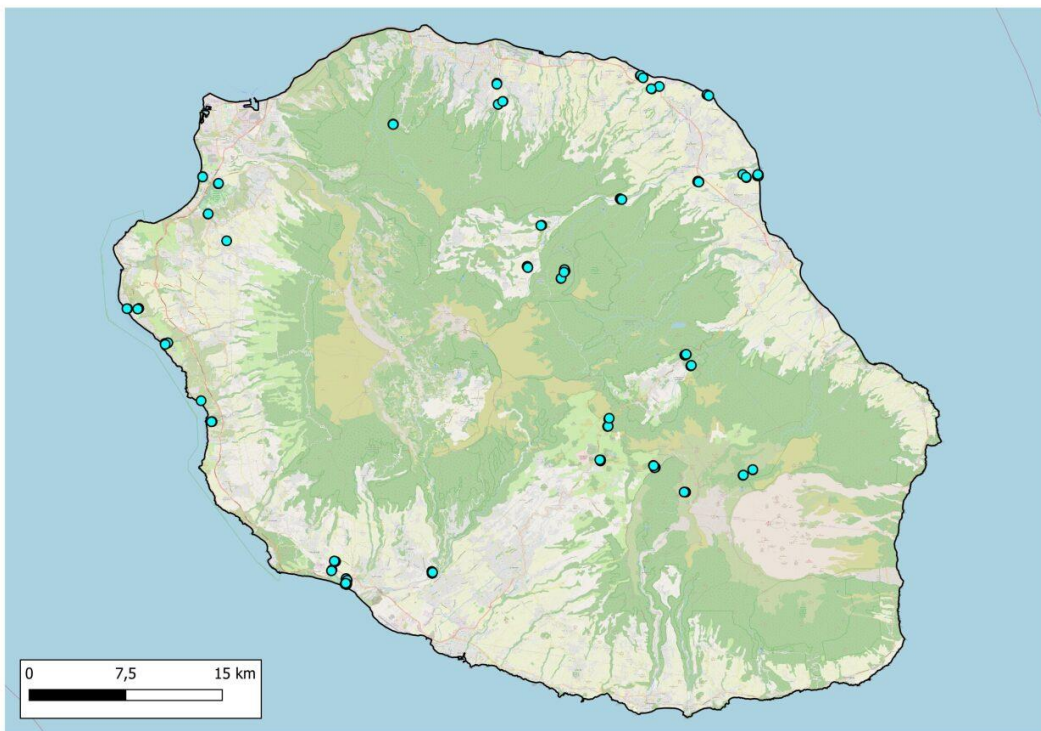
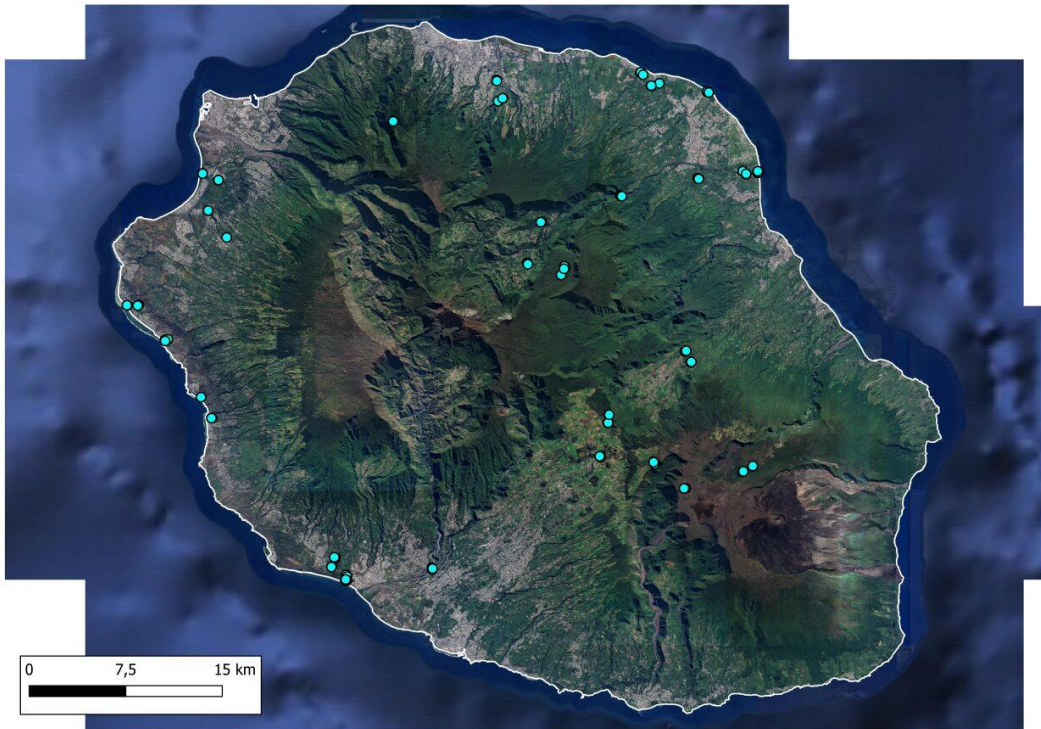


Figure 18 : Localisations des relevés réalisés à La Réunion pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides. Chaque point bleu représente un relevé. Fond de carte : Google©.

10,5 journées de terrain ont été réalisées au total :

- 9,5 journées ont été réalisées avec un botaniste et parfois avec une stagiaire de Biotope ;
- 2,5 journées de terrain ont été réalisées avec une spécialiste de la flore du CBN de Mascarin ;
- 3 journées de terrain ont été réalisées avec un stagiaire inspecteur de l'environnement au SD de l'OFB de La Réunion;
- 1 journée de terrain a été réalisée avec le Directeur en charge de la gestion de l'étang de Saint Paul.

Remarque : en complément des tests de prototype de protocoles et listes de référence, l'essentiel des protocoles et listes de référence finalisés, a été utilisé sur plus de 65 sites, avec plus de 280 points de relevé, en juin, juillet et octobre 2024 durant le projet de Cartographie nationale des milieux humides dans les DROM. Les relevés ont été réalisés par deux écologues spécialisées et un botaniste spécialisé. L'analyse empirique des résultats des protocoles et listes de référence finalisés a révélé des résultats très satisfaisants, une liste de référence se substituant à une autre pour détecter avec assurance la présence de véritables zones humides ; sans détecter de contradiction significative quant à la détection de la présence d'une zone humide avec une approche alternative des listes de référence ou d'après l'avis des observateurs.

IV.7.2. Réunion d'information

Cette réunion d'information s'est déroulée le 28 juin 2023 – matin, dans les locaux de la DEAL à Saint-Denis. Nous remercions l'ensemble des participants pour leur participation. Les acteurs présents ont été invités à la suite d'échanges avec la DEAL de La Réunion et la DOM de l'OFB. Nous remercions l'ensemble des participants.

IV.8. Focus sur Mayotte

IV.8.1. Campagne de terrain

Dans la section ci-après est présentée la campagne de terrain qui a eu lieu en septembre à Mayotte. Un arrêté a été pris par les services de l'État pour permettre l'accès aux propriétés et ils ont pris les dispositions nécessaires avec les polices municipales locales pour prévoir des conditions de sécurité nécessaires sur le terrain. Cette section précise le nombre de journées de terrain, le nombre de sites échantillonnés, les principaux participants et les mesures prises pour le terrain (Tableau ci-après). Une carte des sites échantillonnés est également exposée sur la Figure ci-après. Lors de la campagne de terrain, une réunion d'information en présentiel a eu lieu, les principaux participants sont présentés dans la seconde section.

Tableau 12 : Bilan de la campagne de terrain à Mayotte pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| | Dates de la campagne de terrain | Nombre de journées de terrain | Nombre de sites | Principaux participants aux tests sur le terrain | Mesures prises pour les tests sur le terrain |
|----------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------|--|---|
| Mayotte | 1 semaine du 11 au 15 septembre 2023 | 5 | 15 | PatriNat, Biotope | <ul style="list-style-type: none">- Arrêté de la DEALM portant autorisation de pénétrer sur des propriétés privées dans le cadre de l'élaboration du protocole d'identification et de délimitation des zones humides dans les départements d'outre-mer- Autorisation d'occupation temporaire sur le domaine protégé par le Conservatoire du littoral de Mayotte- Appui de la sécurité sur certains sites (police municipale...) |

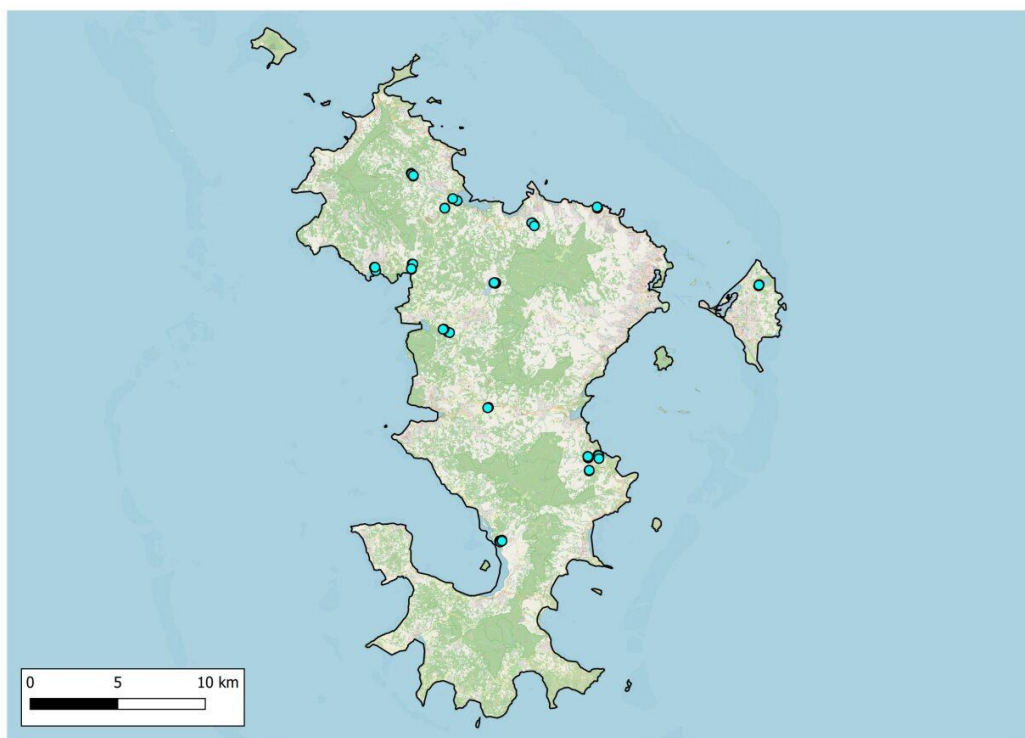
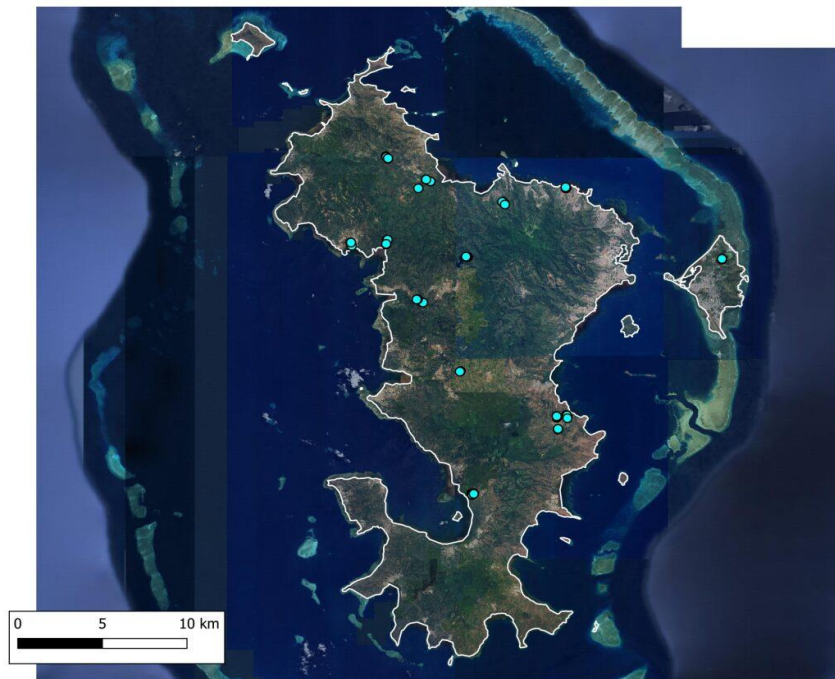


Figure 19 : Localisations des relevés réalisés à Mayotte pour tester le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides. Chaque point bleu représente un relevé. Fond de carte : Google©.

5 journées de terrain ont été réalisées au total ;

- 5 journées ont été réalisées avec au moins un botaniste de Biotope ;
- 2 demi-journées de terrain ont été réalisées avec la DEALM ;
- 2 journées de terrain ont été réalisées avec les SD de l'OFB de Mayotte.

Remarque : en complément des tests de prototype de protocoles et listes de référence, l'essentiel des protocoles et listes de référence finalisés, a été utilisé sur plus de 38 sites, avec plus de 150 points de relevé, en octobre 2024 durant le projet de Cartographie nationale des milieux humides dans les DROM. Les relevés ont été réalisés par un écologue spécialisé et deux botanistes spécialisés. L'analyse empirique des résultats des protocoles et listes de référence finalisés a révélé des résultats très satisfaisants, une liste de référence se substituant à une autre pour détecter avec assurance la présence de véritables zones humides ; sans détecter de contradiction significative quant à la détection de la présence d'une zone humide avec une approche alternative des listes de référence ou d'après l'avis des observateurs.

IV.8.2. Réunion d'information

Cette réunion d'information s'est déroulée le 12 septembre 2023 - matin, dans la salle du SGAR, avenue de la Préfecture. Nous remercions l'ensemble des participants pour leur présence. Les acteurs présents ont été invités à la suite d'échanges avec la DEAL de Mayotte et la DOM de l'OFB. Nous remercions l'ensemble des participants.

IV.9. Répartition des relevés par système hydrogéomorphologique

La répartition des relevés peut être analysée par système hydrogéomorphologique. L'approche hydrogéomorphologique de Smith *et al.* (1995) est basée sur le postulat que les fonctions d'une zone humide dépendent d'abord de l'hydrologie, l'hydrogéologie et la géomorphologie. Elle fait appel au système de classification hydrogéomorphologique de Brinson (1993a, b). Trois points fondamentaux sont décrits pour identifier le système hydrogéomorphologique :

- la configuration géomorphologique : topographie (dépression, vallée...), matériau parental, emplacement dans le paysage (de la tête de bassin jusqu'à la basse vallée) ;
- la source d'alimentation en eau : origine de l'eau (précipitations, apports de surface, sub-surface, souterrains) ;
- l'hydrodynamique : direction et importance des flux d'eau de surface et de subsurface.

Cette classification aboutit à des systèmes hydrogéomorphologiques. Les adaptations dans Gayet *et al.* (2023c) ont permis de retenir neuf systèmes hydrogéomorphologiques (Tableau ci-après). **Les systèmes hydrogéomorphologique (HGM) permettent de comprendre la répartition des relevés dans différents contextes hydrogéomorphologiques, où le prototype de protocoles et listes de référence a pu potentiellement être confronté à des difficultés particulières** (par ex. site avec des matériaux parentaux de nature variée, conditions d'anaérobie plus ou moins intense avec des nappes plus ou moins « circulantes », contexte marin *versus* continental).

Tableau 13: Source d'alimentation en eau dominante par système hydrogéomorphologique (modifié d'après Brinson et al. 1995, voir cette référence pour les informations sur l'hydrodynamique dominante, issu de Gayet et al. 2023b).

| Système hydrogéomorphologique | | Source d'alimentation en eau dominante |
|-------------------------------|-----------------------------|--|
| Continental | Alluvial | Débordement de cours d'eau et connexion à la nappe alluviale |
| | Riverain des étendues d'eau | Débordement des étendues d'eau et connexion avec la nappe de l'étendue d'eau |
| | Dépression | Décharge de nappe et apports de subsurface |
| | Plateau | Précipitation |
| Littoral marin | Source et suintement | Décharge en surface de nappe par source et suintement |
| | Estuarien | Flux marins, connexion à la nappe et débordement de cours d'eau |
| | Péri-lagunaire | Débordement des étendues d'eau marines sur la côte (par ex. lagunes) et connexion avec la nappe de l'étendue d'eau |
| | Panne dunaire | Décharge de nappe et apports de subsurface |
| | Côtier | Flux marins |

Dans chaque DROM, la plus grande fréquence de relevés peut être observée sur les systèmes de plateau (Figure ci-après). Cela s'explique à la fois par le fait que des sites pouvaient comporter des zones humides de plateau, mais également par la recherche des limites de zones humides estuariennes, alluviales, de dépression... en allant souvent réaliser des relevés sur les terres plus « hautes », hors zones humides, avec une configuration de plateau.

De manière secondaire, la plus grande fréquence de relevés dans tous les DROM est observée sur les systèmes alluviaux, excepté en Guadeloupe, où les systèmes de dépression et côtiers ont été prospectés de manière plus importante que les systèmes alluviaux. Cette plus grande fréquence de relevés dans les systèmes alluviaux peut s'expliquer notamment par la forte emprise présumée des zones humides alluviales dans les DROM, et aussi par le souhait d'y tester le prototype de protocoles et listes de référence de manière plus importante en raison de difficultés pressenties dans ces systèmes (par ex. sols particuliers, fortes perturbations fréquentes, présence parfois importante d'espèces exotiques envahissantes).

Tous les systèmes hydrogéomorphologiques ont fait l'objet de tests à l'échelle de l'ensemble des DROM, mais sur certains DROM, certains systèmes n'ont pas été étudiés en raison d'une emprise assez faible comparé aux autres systèmes hydrogéomorphologiques (par ex. les zones humides riveraines d'étendue d'eau sont bien présentes en Guyane mais moins fréquentes que celles dans les autres systèmes).

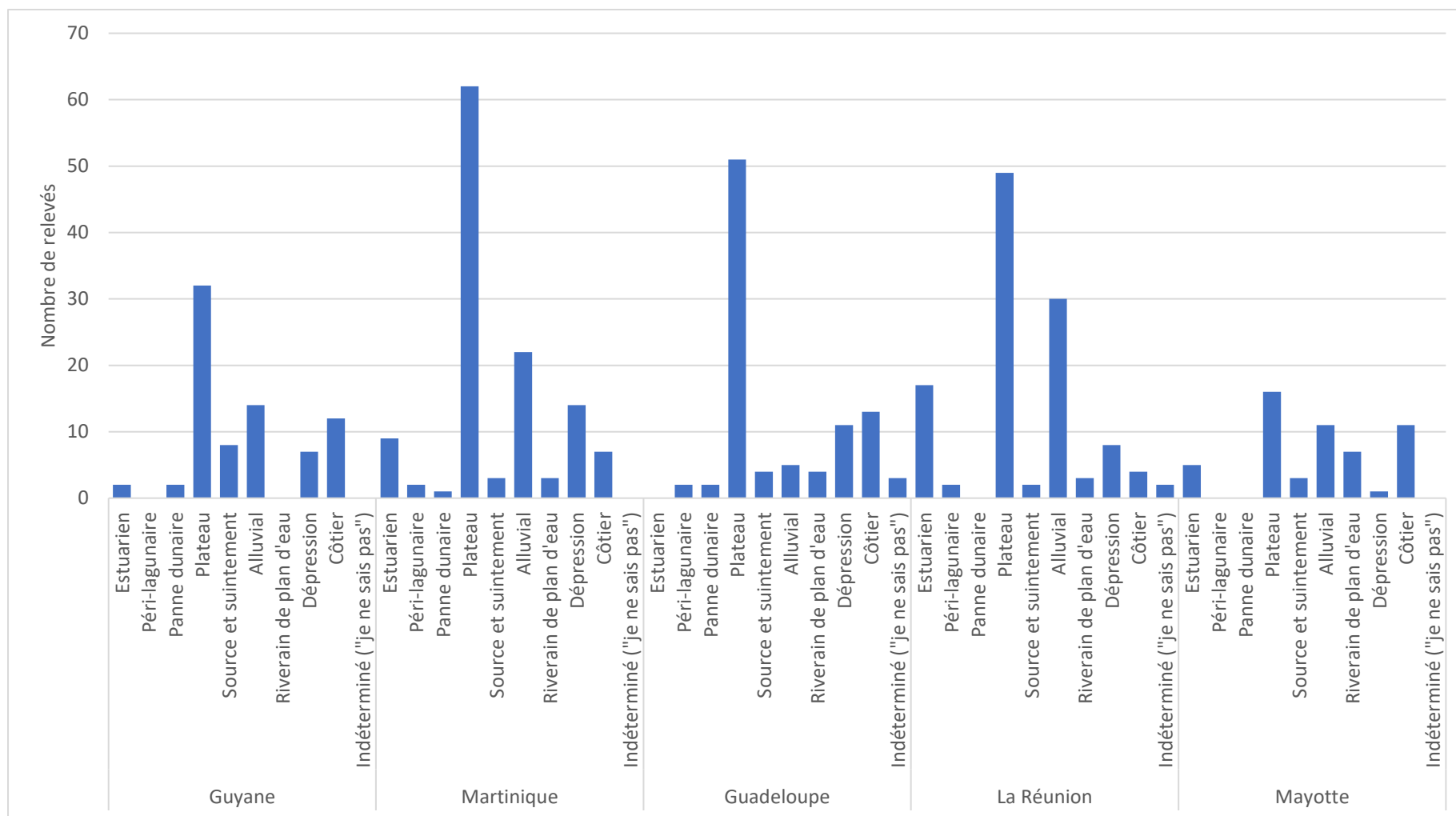


Figure 20 : Répartition des relevés par système hydrogéomorphologique et par DROM, où le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

Les Figures ci-après illustrent quelques sites où des tests ont été réalisés dans différents systèmes hydrogéomorphologiques.



Figure 21 : Site estuarien - « Rivière du Mât » à La Réunion.



Figure 22 : Site péri-lagunaire - « Rochelle » à la Martinique.



Figure 23 : Site de panne dunaire - « Pointe Fontaine » en Guadeloupe.



Figure 24 : Site en plateau - « Carrefour » en Guyane.



Figure 25 : Site de source et suintement - « Ouangani » à Mayotte.

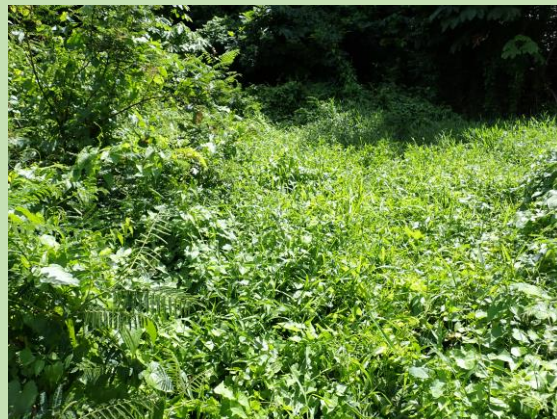


Figure 26 : Site alluvial - « Rivière pilote » à la Martinique.



Figure 27 : Site riverain de plan d'eau - « Clugny » en Guadeloupe.



Figure 28 : Site en dépression - « Caïman » en Guyane.



Figure 29 : Site côtier - « M'Tsangamouji » à Mayotte.

IV.10. Répartition des relevés par grands types de milieu

Parmi les 466 relevés réalisés, les habitats ont pu être décrits sur 457 relevés²³. Les neuf relevés où les habitats n'ont pas été identifiés s'expliquent surtout par l'impossibilité pour les observateurs dans certaines situations d'identifier l'habitat en présence, et de statuer quant au fait que celui-ci figurait bien dans un poste typologique de la typologie d'habitat utilisée par DROM.

La répartition du nombre de relevés par grands types de milieux et par DROM est illustrée sur les Figures ci-après. **La plupart grande fréquence de relevés est observée dans les milieux fortement anthropisés (agricoles, fortement anthropisés) dans chacun des DROM, excepté en Guadeloupe où la fréquence des relevés dans les pelouses, prairies, savanes (A3) et dans les milieux agricoles (A8) est quasiment équivalente.** À noter, qu'à La Réunion, les milieux agricoles tels que les cultures (par ex. de Canne à sucre *Saccharum officinarum* L., 1753) ne sont pas « codés » à proprement parler dans la typologie de Lacoste *et al.* (2021). La plupart des relevés de la catégorie « milieu sans codification détectée – TDHR » (n=20 parmi les 117 relevés réalisés à La Réunion) ont été réalisés dans de tels milieux sur ce territoire.

La plus grande fréquence de contextes fortement anthropisés dans les relevés est cohérente avec les recommandations issues de la démarche d'échantillonnage qui a guidé le choix des sites tests. En effet, l'objectif était de confronter le prototype à des contextes perturbés, là où les protocoles et listes de référence seront vraisemblablement le plus souvent mobilisés (soumis à des pressions d'aménagement plus importantes), mais sans pour autant négliger des contextes plus naturels.

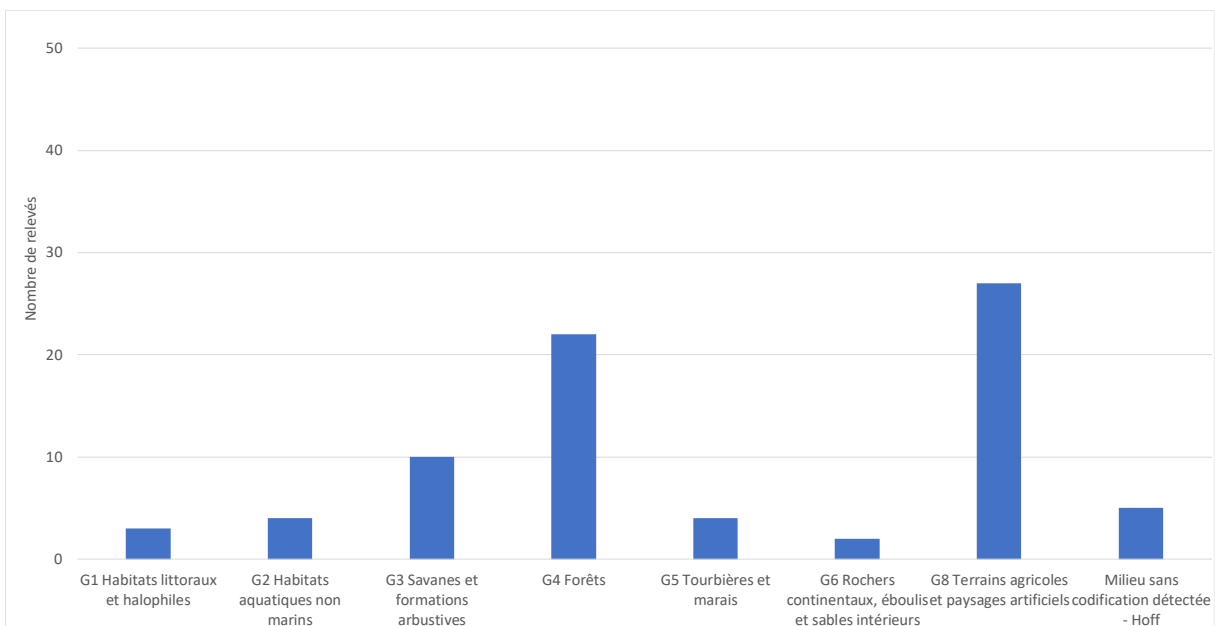


Figure 30 : Répartition des relevés par grands types de milieux d'après la typologie de Hoff (1997 – version HabRef 7.0) en Guayane, où le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

²³ Sans tenir compte des « NA » (n=9).

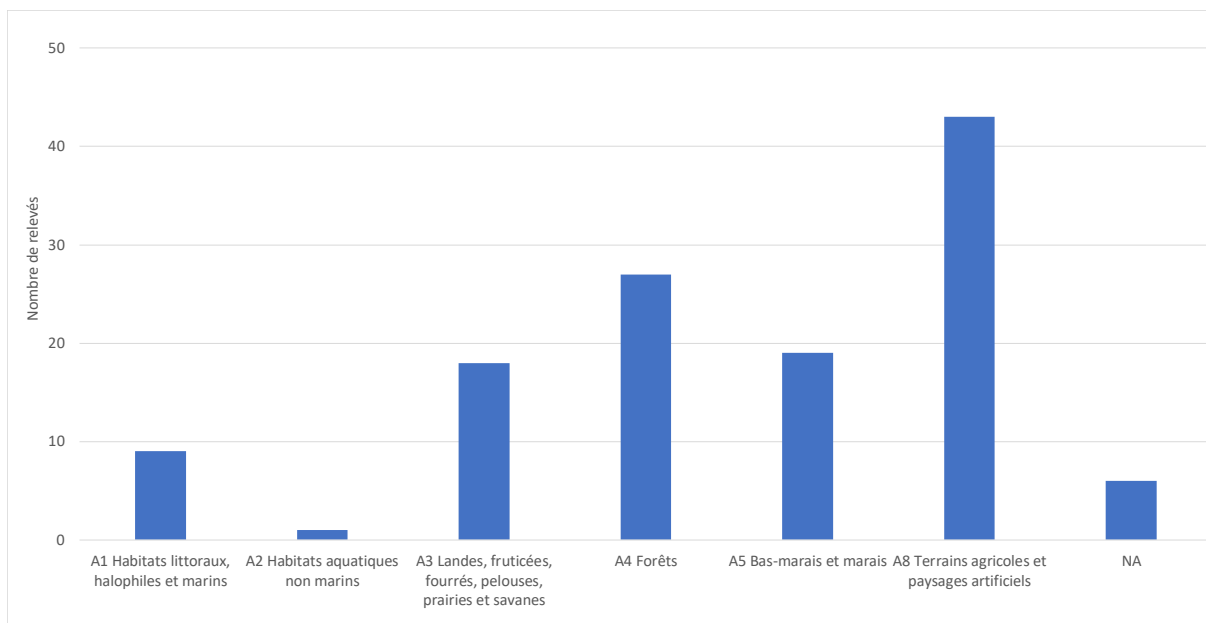


Figure 31 : Répartition des relevés par grands types de milieux d’après la typologie de Hoff (1997 – version HabRef 7.0) à la **Martinique**, où le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

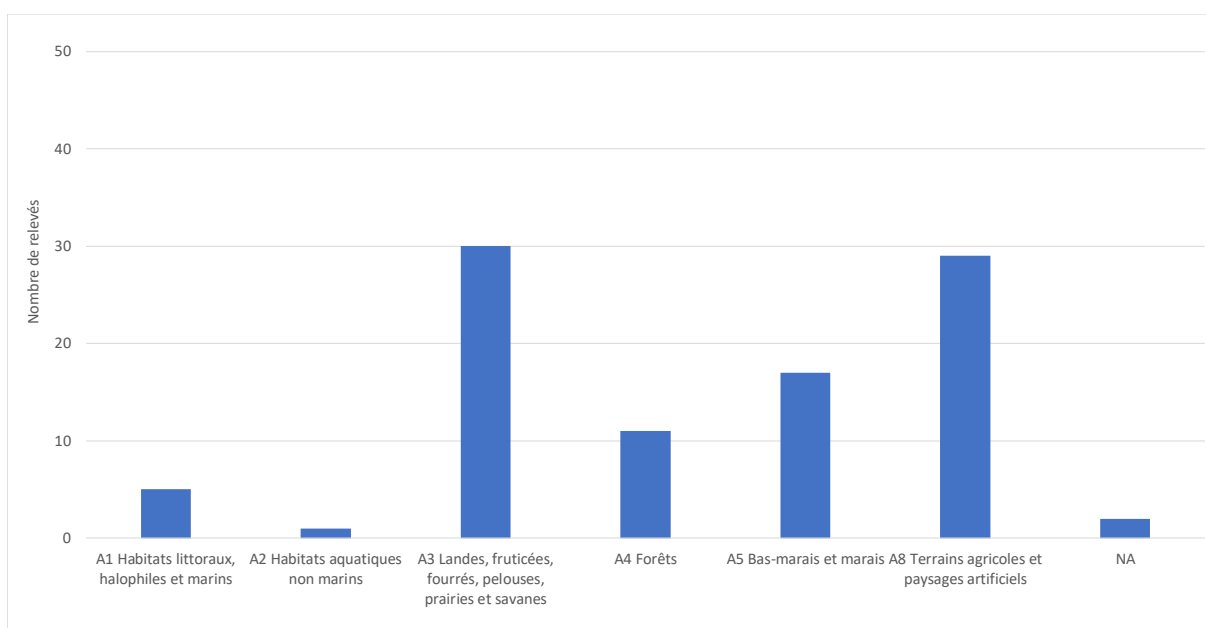


Figure 32 : Répartition des relevés par grands types de milieux d’après la typologie de Hoff (1997 – version HabRef 7.0) en **Guadeloupe**, où le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

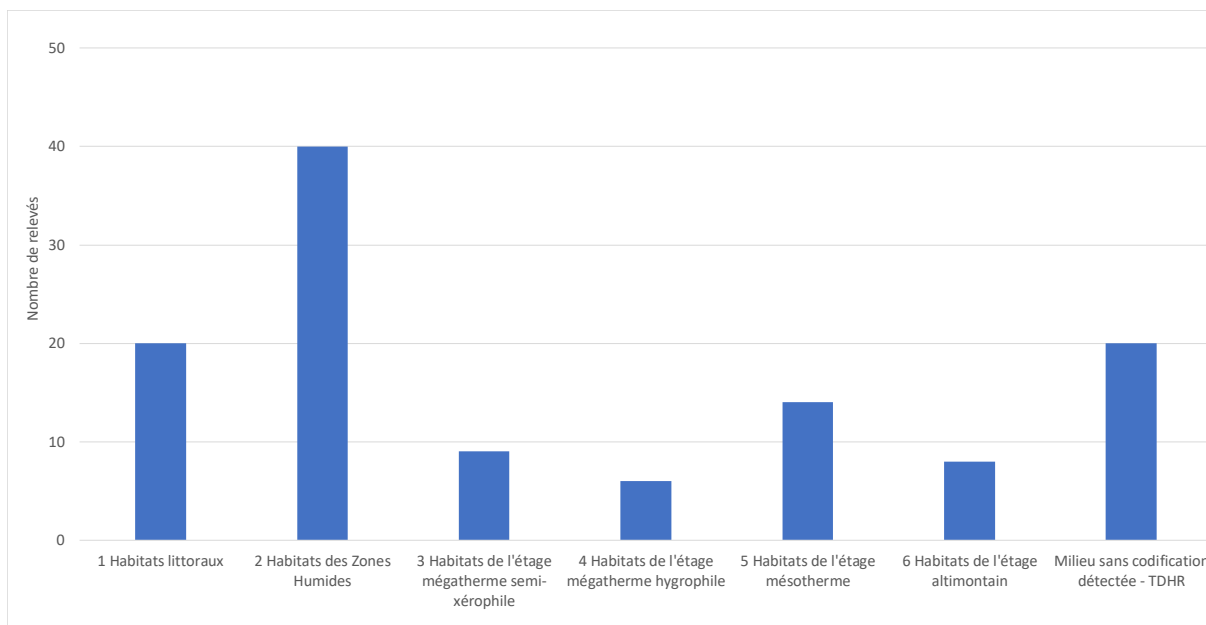


Figure 33 : Répartition des relevés par grands types de milieux d'après la typologie de Lacoste et al. (2021 – version HabRef 7.0) à **La Réunion**, où le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

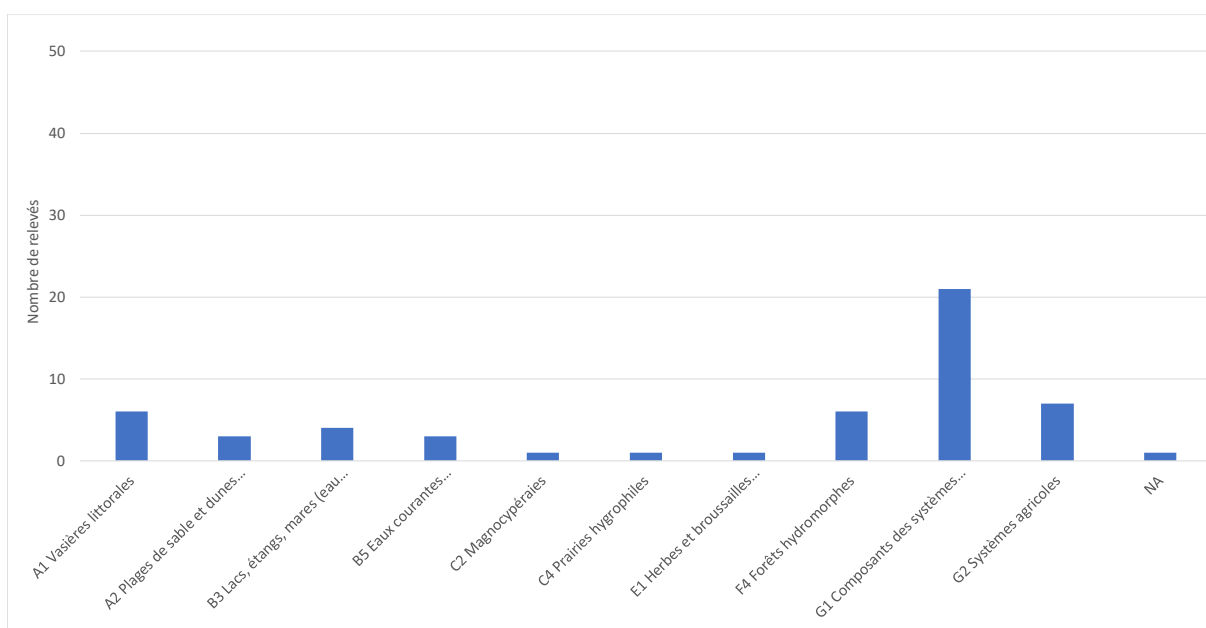


Figure 34 : Répartition des relevés par grands types de milieux d'après la typologie de Boulet (2005 – version HabRef 7.0) à **Mayotte**, où le prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

Les Figures ci-après illustrent quelques sites où des tests ont été réalisés dans divers milieux.



Figure 35 : Site en mangrove - « Salines » en Guyane.



Figure 36 : Site avec des formations rudérales - « Yaya » en Guyane.



Figure 37 : Site forestier - « Petite Cécile » à la Martinique.



Figure 38 : Site en bananeraie - « Lagrange » à la Martinique.



Figure 39 : Site en savane - « Savane des rosières » en Guadeloupe.



Figure 40 : Site en friche agricole - « Frontin » en Guadeloupe.



Figure 41 : Site en « tomillar » - « Piton Iacroix » à La Réunion.



Figure 42 : Site en pelouses ornementales - « Bocage Sainte Suzanne » à La Réunion.



Figure 43 : Site avec des formations d'hélophytes - « Dziani » à Mayotte.



Figure 44 : Site avec des plages de sable - « Trevani » à Mayotte.

IV.11. Quelques commentaires à l'issue de la campagne de terrain

Pour l'ensemble des DROM, les relevés ont permis de réaliser des tests sur des systèmes hydrogéomorphologiques variés, bien que majoritairement de plateau (alimentés surtout par les précipitations) ou alluvial. Les tests sur le terrain ont été réalisés sur des sites, répartis essentiellement sur les premiers kilomètres de bande côtière, surtout en Guyane où cela a concerné la très large bande côtière. Concernant les autres DROM, des tests sont également à l'intérieur des îles, voire à des étages altitudinaux très élevés comme à La Réunion. A priori, les échantillons de sites représentent une large variété de contextes écologiques fréquents sur les DROM (excepté en Guyane), puisqu'il a été construit dans ce sens. Il est à souligner la nécessité d'être prudent avec ce que ces résultats représentent à l'échelle de chaque DROM. L'essentiel des tests ont été réalisés dans les secteurs qui rassemblent vraisemblablement une grande concentration de sols hydromorphes (donc de zones humides) et la plus grande concentration d'aménagements (là où les protocoles et listes de référence seront les plus utilisés).

En plus des échanges entre partenaires scientifiques du projet, les échanges avec les agents d'établissements publics de l'État implantés dans les territoires ont amené des questionnements techniques et pratiques, qui permettent d'anticiper des problèmes de compréhension par les agents de terrain.

L'approche pour réaliser l'échantillonnage de sites sur le terrain s'est avérée pertinente, mais la réalisation de 2 transects/sites, avec au moins 2 relevés/transect et au max 4 relevés/transect pour rechercher la limite des zones humides s'est heurtée parfois à des difficultés pratiques sur le terrain : par ex. temps passé parfois pour accéder à des milieux forestiers très difficilement pénétrables.

Sur le terrain, avant même de réaliser un relevé sur une station, il a été étonnant de constater que l'a priori de deux spécialistes sur la présence d'une zone humide puisse beaucoup diverger. Souvent, cette « contradiction » relative a pu résulter de deux approches différentes, en particulier sur les milieux secondaires et/ou perturbés récemment : l'approche espèces végétales-habitat ne l'identifiant pas comme étant en zone humide, mais l'approche géomorphologique-sol-paysagère, l'identifiant comme étant en zone humide, ceci se confirmant souvent par le fait de ne pas réunir *a posteriori* des relevés qui attestent de la présence d'une zone humide d'après les listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats », mais bien d'après la liste de référence de « sols ». Cette présence d'une zone humide d'après le sol est alors souvent flagrante. Cette observation peut générer une inquiétude importante quant aux pratiques passées sur les territoires, où l'approche « espèces végétales-habitat » a pu prévaloir, omettant donc fréquemment la détection de véritables zones humides durant les études passées. **En cela, une approche alternative des listes de référence est bien pertinente, et souligne la nécessité pour les agents amenés à utiliser ces listes de référence, de pouvoir les appréhender dans leur ensemble.**

Par ailleurs, au contact d'acteurs, il est apparu nécessaire de justifier l'intérêt de détecter les zones humides altérées, qui ne réunissent pas les informations nécessaires pour être en zone humide d'après les listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats », mais bien les informations nécessaires pour être en zone humide d'après la liste de référence de « sols ». Basiquement, la question posée pouvait prendre la forme suivante : est-ce que ce qui importe n'est pas simplement d'identifier les zones humides où il y a un enjeu biodiversité à préserver ? En réponse à cette question, il a été nécessaire de porter à connaissance par ex. les éléments de l'argumentaire suivant :

- la nécessité de préserver les zones humides transcende le seul enjeu « biodiversité » pour aussi préserver leurs fonctions hydrologiques et biogéochimiques ;
- il est nécessaire de préserver les zones humides dans leur ensemble, pour préserver une cohérence spatiale et fonctionnelle, même en incluant des zones humides qui sont dégradées ;
- identifier les zones humides dégradées permet également d'identifier des enjeux pour trouver des solutions durant la mise en œuvre de stratégie de préservation des zones humides, la mise en œuvre de la séquence Éviter – Réduire – Compenser (par ex. potentialités de restauration écologique de zones humides dégradées via des mesures compensatoires notamment)...
- il est également nécessaire de détecter les zones humides après une action infractionnelle où les listes de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats » ne sont plus exploitables pour attester de la présence d'une zone humide ; mais où le sol continue de conserver les paramètres nécessaires à l'identification d'un objectif de conservation « zone humide ».

Globalement, il doit être anticipé que la « culture » et/ou l'« imprégnation » locale sur le sujet zone humide, puissent être à un stade peu avancé dans des territoires donnés, mais probablement pas moindre que dans beaucoup de territoires de métropole ; même si des initiatives prometteuses sont déjà entreprises pour promouvoir la préservation des zones humides (voir Fascicule 3). **Il convient d'être vigilant quant à la nécessité de renforcer les actions de communication et formation, avec des supports légers et efficaces, pour que les acteurs intéressés (par ex. public technique) et concernés (par ex. les élus, maîtres d'ouvrage, grand public) puissent rapidement s'imprégner des protocoles et listes de référence.** Il convient aussi de tenir compte de la rotation des acteurs intéressés en poste dans les DROM, impliquant donc des itérations régulières dans le déroulement des actions de communication et de formation.

IV.12. Retours critiques de terrain détaillés sur le prototype de protocoles et listes de référence

La synthèse de cette section dresse un bilan narratif des tests du prototype de protocoles et listes de référence, sous la forme de tableaux. Elle permet de :

1. **mettre en avant les retours critiques émis dans chacun des DROM.** Afin d'être au plus proche des contextes écologiques de chaque DROM et des besoins des acteurs qui mettront en place ces protocoles et listes de référence, les retours critiques sont issus de la variété d'acteurs qui ont testés le prototype ;
2. **d'émettre des préconisations pour :**
 - améliorer les protocoles et listes de référence en vue d'une version finale ;
 - mettre en avant des perspectives qui permettront aux acteurs de s'appropriier les protocoles et listes de référence, mais aussi d'accroître l'acceptabilité des résultats du projet dans les territoires, en vue d'un arrêté interministériel.

Plus précisément, par DROM et par liste de référence, les retours critiques issus du terrain sont mentionnés. Des préconisations sont émises ainsi que des perspectives à long terme dans certains cas. Pour chaque critique émise, les principaux types d'acteurs qui les ont formulées sont précisés en les distinguant selon la typologie suivante :

- établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État : PatriNat OFB – MNHN ;
- entreprise privée : Biotope ;
- établissements publics administratifs de l'État : SD OFB ;
- services déconcentrés de l'État : DEAL & DGTM ;
- partenaires scientifiques du projet : CBNs, CIRAD ou INRAe.

IV.12.1. Communs à tous les DROM

Tableau 14 : Retours critiques de terrain communs à tous les DROM à l'issue des tests du prototype de protocoles et de listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|---------|--------------------|--|---|---|
| Communs | Global | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État PatriNat | Rappeler la réglementation spécifique aux zones humides et aux autres milieux : - la réglementation sur les milieux aquatiques de pleine eau permanents (lit mineur des cours d'eau, étendues d'eau stagnantes, mares permanentes) - différence avec les zones tampons, zones de rétention des eaux usées... | Créer et diffuser un support de communication pour rappeler les articulations entre enjeux et réglementations afférentes : exploiter les visuels déjà disponibles à la Direction de la Police et du Permis de Chasser en métropole (voir Fascicule 1). |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|---|---|---|
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Services déconcentrés de l'État</p> | <p>Anticiper le besoin de quantifier les effets de la définition des zones humides : emprise spatiale des territoires en zones humides selon les protocoles et listes de référence.</p> | <p>Rappeler le fait que le projet a pour seule vocation de produire des protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides d'un point de vue écologique uniquement, sur la base d'éléments technico-scientifiques factuels et robustes. Négocier ce qui sera en zone humide, ou pas, quantifier l'emprise en zone humide sur les territoires d'après les protocoles et listes de référence n'entrent pas dans le spectre du projet.</p> <p>La vocation du projet est donc d'opérationnaliser et d'instrumenter la réglementation en vigueur, pour fournir une base solide afin que les décideurs politiques disposent d'éléments pour alimenter leur décision en perspective d'un arrêté interministériel.</p> <p>Par la suite, les résultats finaux du projet peuvent contribuer à cartographier les zones humides dans les territoires (quantifier leur emprise); en complémentarité des prélocalisations et inventaires de zones humides locaux, réalisés ou en cours (Fascicule 3).</p> |
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Entreprise privée</p> | <p>Rappeler la pertinence et la nécessité réglementaire d'utiliser une approche alternative avec les listes de référence (la présence d'une zone humide d'après le critère « sol » ou d'après le critère « végétation » suffit à l'identifier) en comparaison d'une approche cumulative (la présence d'une zone humide d'après le</p> | <p>Souligner la nécessité que les services de l'État et tous les acteurs destinataires d'une identification en zone humide soient vigilants quant à une utilisation intégrée des listes de référence pour identifier une zone humide. Un observateur ne doit par exemple pas réaliser une identification de zones humides d'après son seul domaine de prédilection (par ex. un botaniste qui n'examinerait que les espèces végétales sur un site).</p> |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|--|---|
| | | | critère « sol » et d'après le critère « végétation » est requise pour l'identifier). ²⁴ | |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État | Intégrer les enjeux politiques dans la communication des résultats du projet, pour renforcer leur acceptabilité par les acteurs sur les territoires. | Présenter les résultats finaux du projet pour avis aux Conseil Scientifique Régional de Protection de la Nature (CSRPN) et pour information aux Comité de l'Eau et de la Biodiversité (CEB) sur les territoires. Information au Comité National de l'Eau (CNE) et Mission interministérielle de l'eau (MIE). Élaborer des supports de communication à destination des élus et d'autres acteurs non techniques : enjeux associés aux zones humides + résultats du projet et leur articulation avec la réglementation en vigueur. |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État | Promouvoir une vision intégrée des acteurs techniques au sujet des zones humides et de la diversité de leurs fonctionnements (par ex. plateau alimenté surtout par les précipitations, source et suintement de versant, péri-lagunaire). | Diffuser les connaissances élémentaires sur les zones humides auprès des acteurs techniques (genèse des zones humides en tenant compte des spécificités des territoires, fonctions, services rendus par ex.) avant de diffuser des informations plus complexes. |

²⁴ Pour rappel, les articles L211-1 et le R211-108 du Code de l'environnement précisent que 1/ la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et 2/ la présence éventuelle de plantes hygrophiles, sont les deux critères à utiliser de manière alternative pour identifier et délimiter une zone humide (applicable sur l'ensemble du territoire national).

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|---|---|
| | | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État | Faire connaître les inventaires existants, les rendre plus facilement disponibles et développer les inventaires des zones humides dans les DROM. | Promouvoir le Réseau Partenarial des Données sur les Zones humides (RPDZH) une fois qu'il aura intégré les inventaires et prélocalisations réalisées dans les DROM. |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État PatriNat | Améliorer la présentation du protocole et des listes de référence pour être à la portée des agents techniques non spécialisés en botanique et pédologie : difficultés à appréhender le protocole dans son ensemble. | Réaliser un logigramme formalisant une approche sur le terrain pour appréhender l'ensemble des listes de référence de manière logique. |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Entreprise privée Services déconcentrés de l'État Partenaires scientifiques du projet | Intégrer les vocabulaires propres à chaque DROM dans les documents techniques élaborés à la suite du présent projet : par ex. « savanes » plutôt que « prairies », « criques » en Guyane, « ravines » à La Réunion... | Élaborer un « guide pédagogique d'identification et de délimitation des zones humides dans les DROM ». Il devra intégrer les vocabulaires spécifiques des territoires pour faciliter leur appropriation par le public cible des résultats du projet. |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Entreprise privée | Difficultés pratiques sur le terrain à localiser <i>a priori</i> la limite d'une zone humide dans l'espace avant de réaliser les relevés de part et d'autre de celle-ci. La recherche de limites évidentes par des agents spécialisés dans divers domaines présentait souvent des résultats différents, en particulier dans les secteurs très anthropisés. Cette différence est plus flagrante entre un agent spécialisé en botanique et un agent plus généraliste. | Proposer une façon d'appréhender la localisation des relevés à réaliser sur le terrain. Il s'agit d'optimiser la pratique par exemple en suggérant de rechercher d'abord une station flagrante comme n'étant pas en zone humide, avant de réaliser les relevés en zone humide. Encourager les observateurs à « lire » le paysage pour localiser <i>a priori</i> les zones humides, et donc structurer une approche avant de localiser les relevés à réaliser, afin de gagner du temps sur le terrain. |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|--|---|
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Entreprise privée</p> | <p>Divergence des avis de spécialistes résultant d'approches différentes, en particulier sur les milieux secondaires et/ou perturbés récemment. Par ex. avant de réaliser les relevés, une approche « espèce végétale-habitat » n'identifie a priori pas de zone humide, mais l'approche géomorphologique-sol-paysagère, identifie a priori une zone humide.</p> | <p>Encourager la pluridisciplinarité et l'« acculturation » à d'autres champs disciplinaires pour les agents spécialisés dans un domaine précis.</p> |
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Entreprise privée</p> <p>Services déconcentrés de l'État</p> | <p>Partager les données entre opérateurs : bancarisation, validation et partage des informations (opérateurs sur les territoires, données relevées, listes de référence, conclusions, photos...).</p> | <p>Mettre en œuvre ou adapter un outil qui permettrait de stocker et partager les informations collectées d'après ces protocoles et listes de référence lors d'un diagnostic (par ex. pour le sol : localisation géographique, opérateur, photos, conclusions...). Concernant les espèces végétales, les dispositifs de bancarisation existants semblent opérationnels, mais peut-être pas dans tous les DROM. Des circuits de validation pourraient être créés.</p> <p>Concernant les identifications de zone humide réalisées par un maître d'ouvrage dans le cadre d'une procédure réglementaire, ils doivent être intégrés à l'obligation légale de versement des données brutes de biodiversité Dépopbio, qu'il s'agisse de données d'espèces ou d'habitats (L. 411-1A et D. 411-21-1 et suivants du Code de l'environnement).</p> <p>Concernant les données et photos collectées durant ce projet, elles seront disponibles dans l'INPN.</p> |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|---|---|
| | Sol | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Services déconcentrés de l'État</p> <p>Entreprise privée</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État</p> <p>PatriNat</p> | <p>Difficultés à déterminer les traits d'hydromorphie sur des profils de sols (couleurs des traits d'oxydation peu marqués, matrice du sol colorée, traits d'hydromorphie qui ne sont plus « fonctionnels »...).</p> | <p>Proposer un portfolio des sols de zone humide par DROM où sont mis en avant les risques de confusion associés à la lecture des traits d'hydromorphie.</p> <p>Souligner la nécessité d'un usage pertinent et précautionneux de réactifs pour garantir la qualité des mesures réalisées sur un profil, par ex. la phénanthroline pour identifier avec plus d'assurance les traits d'hydromorphie réductiques.</p> <p><u>Prospectives à long terme :</u> Développer des modules de formation sur les sols des DROM. Travaux à suggérer dans le cadre du GIS SOL.</p> |
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État</p> <p>PatriNat</p> | <p>Difficultés techniques pour réaliser certains sondages pédologiques (forte charge en cailloux → refus de tarière). Les conditions météorologiques, parfois extrêmes, et la saisonnalité très marquée des DROM est un élément majeur à prendre en compte dans l'application du protocole et la mobilisation de la liste de référence de « sols ».</p> | <p>Former les agents à la réalisation de sondage pédologique et à son interprétation.</p> <p>Rappeler l'utilité d'avoir à disposition plusieurs embouts de tarière, un pour les sols plutôt meubles, un pour les sols caillouteux et un autre plus les sols sableux par ex.</p> |
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État (acteurs de terrain)</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État</p> <p>Services déconcentrés de l'État</p> | <p>Préciser comment réaliser des mesures de la nappe : sols et contextes particuliers où la mesure est requise, périodes les plus propices à l'observation, mesures à réaliser.</p> | <p>Préciser les sols et contextes particuliers où il est nécessaire de recourir à la mesure du toit de la nappe.</p> <p>Préciser via la bibliographie ou d'après des spécialistes, ce qui est considérée comme la période la plus propice à cette mesure et les caractéristiques à relever pour identifier une zone humide.</p> |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|--|---|
| | | PatriNat | | |
| | | Établissements publics administratifs de l'État (acteurs de terrain) : SD OFB Services déconcentrés de l'État PatriNat | Intégrer et/ou échanger <i>a posteriori</i> avec des spécialistes en pédologie afin de lever les doutes à propos de l'identification de certains traits d'hydromorphie. | Recourir à des pédologues dans des situations particulières où il est difficile de conclure avec assurance à propos de la présence ou de l'absence de traits d'hydromorphie. |
| | Espèces végétales | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État | Difficultés pratiques à réaliser un relevé phytosociologique pour des agents qui ne sont pas expérimentés en botanique : identifier des placettes de relevés homogènes, les espèces végétales et estimer le recouvrement et l'abondance des espèces. | Former les agents à l'utilisation de la liste de référence d'« espèces végétales » : bases techniques pour les agents non-spécialistes et proposer des aides à l'estimation des coefficients d'abondance dominance, par ex. avec des damiers de recouvrement. → Des relevés phytosociologiques ont été réalisés pour tester le <u>prototype</u> de protocole et de liste de référence d'« espèces végétales ». Des relevés phytosociologiques ne sont pas requis avec le protocole et la liste de référence d'« espèces végétales » <u>finaux</u> (voir Fascicule 5). <u>Perspectives à long terme :</u> Mettre en place des solutions pour conserver la connaissance sur les territoires et éviter la dérive des protocoles (exemples de solutions possibles : groupe de formation continue, mise en place de formations inscrites au catalogue Centre National de la Fonction publique Territoriale (CNFPT), temps d'échanges interservices, réseau de validation des résultats...) |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|---|---|---|
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Entreprise privée</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'état</p> <p>PatriNat</p> | <p>Améliorer le prototype de listes de référence d' « espèces végétales » (cotations « absolu » et « relatif ») et des habitats (cotations « H » et « pro parte ») suite aux retours critiques de terrain. Les cotations attribuées à certaines espèces végétales et à certains habitats ne sont pas pertinentes et elles doivent être révisées.</p> | <p>Réviser le prototype de liste de référence d'« espèces végétales » et d'« habitats » via des échanges entre botanistes par DROM pour bénéficier d'avis contradictoires et complémentaires.</p> |
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Services déconcentrés de l'État</p> <p>Entreprise privée</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel</p> | <p>Difficultés voire impossibilité d'identifier les espèces végétales sans connaissances significatives avancées en botanique dans un DROM. Il n'y a pas de support pédagogique adapté ou ils ne sont pas facilement accessibles. Il convient aussi de tenir compte des caractéristiques météorologiques des DROM (par ex. bi-saisonnalité marquée qui peut compromettre l'identification d'espèces à certaines périodes de l'année).</p> | <p>Proposer une formation sur la botanique en zone humide, avec un focus sur le résultat des listes de référence d'« espèces végétales ».</p> <p>Proposer des guides pédagogiques, de terrain, à propos des espèces végétales caractéristiques des zones humides (descriptions, photos, risques de confusions entre espèces cotées « absolu », « relatif » et d'autres espèces).</p> <p>Dans le cas où des identifications devraient être réalisées en dehors des périodes propices, recourir aux autres listes de référence (« sols » par ex.) et/ou recommander de revenir à une période propice pour garantir l'identification d'une zone humide.</p> <p><u>Perspectives à long terme :</u></p> <p>Veiller à mettre en place des mécanismes pour conserver la connaissance sur place et éviter les dérives dans l'usage des listes de référence (groupe de formation continue, mise en place formations inscrites au catalogue CNFPT, temps</p> |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|---|--|---|
| | | | | d'échanges interservices, réseau de validation des résultats, ...) |
| | | Partenaires scientifiques du projet Entreprise privée | Difficultés pour déterminer les Poacées et les Cypéracées à l'état végétatif hors saison estivale. Cette flore est souvent mal documentée : <i>Carex leporina</i> (=ovalis), <i>Cyperus flavescens</i> et d'autres espèces. Présence de complexes taxonomiques souvent difficiles à déterminer ou en cours de révision taxonomique. | Tester les protocoles et la liste de référence d'« espèces végétales » durant d'autres périodes de l'année afin d'éprouver leurs limites. Suivre les évolutions taxonomiques qui concerneraient les espèces végétales cotées « absolu » ou « relatif », pour informer les acteurs concernés des évolutions. |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État Services déconcentrés de l'État Partenaires scientifiques du projet Entreprise privée | Réviser le texte du protocole sur l'interprétation des résultats de données floristiques (chevauchement inopportun dans la rédaction actuelle pour guider la conclusion d'après la liste de référence entre les interprétations des espèces cotées « absolu » et « relatif »). | Revoir la rédaction du protocole associé à la liste de référence d'« espèces végétales » et sur la façon de conclure quant à la présence d'une zone humide d'après les espèces végétales cotées « absolu » ou « relatif ». |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|---|---|--|
| | | PatriNat | | |
| | | Établissements publics administratifs de l'État (acteurs de terrain) Services déconcentrés de l'État | Évaluer la plus-value des espèces cotées « relatif » pour identifier les zones humides. Par ex. les espèces cotées « relatif » apportent elles une plus-value significative au regard des autres listes de référence prises en compte pour identifier les zones humides ? | Quantifier la plus-value des espèces cotées « relatif » pour détecter la présence d'une zone humide. Le cas échéant, tester des révisions sur le protocole, par ex. différentes règles pour prendre en compte les espèces cotées « absolu » ou « relatif ». |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État | Apporter des précisions sur ce qui est considéré comme des espèces arborées, arbustives, herbacées, épiphytes... En effet, des types biologiques simplifiés sont associés à chaque espèce incluse dans la liste de référence, mais en l'état, ils souffrent d'un manque de définitions. | Préciser les termes botaniques utilisés dans la restitution finale (Fascicule 5), puis dans le « guide d'identification et de délimitation des zones humides dans les DROM » qui en découlerait. |
| | Habitat | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État PatriNat | Typologies des habitats très hétérogènes entre DROM. | Étudier la pertinence d'homogénéiser le degré de développement des typologies d'habitats dans les DROM : par ex. rédiger des descriptions des habitats de Hoff pour documenter clairement ce que chaque poste typologique énuméré contient, ou créer une typologie <i>ex-nihilo</i> en correspondance avec Hoff. |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|-----------------|-------------------|---|
| | | | | <p><u>Perspectives à long terme :</u> Développer des typologies d'habitats avec des descriptions des postes typologiques pour celles qui n'en ont pas encore + développer des guides d'identification des habitats dans les DROM.</p> |

IV.12.2. Guyane

Tableau 15 : Retours critiques de terrain en Guyane, à l'issue des tests du prototype de protocoles et de listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| DRROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|--------|--------------------|--|---|--|
| Guyane | Espèces végétales | Entreprise privée | Identification par des botanistes spécialisés d'erreurs flagrantes dans les cotes « absolu » et « relatif » attribuées aux espèces végétales, voire d'oubli d'espèces végétales dans le prototype de listes de référence d'« espèces végétales ». | Réviser les prototypes de liste de référence d'« espèces végétales » via des échanges entre botanistes de Guyane pour bénéficier d'avis contradictoires ou complémentaires et conclure sur les côtes attribuées aux espèces végétales dans la liste finale. |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État Entreprise privée | Difficultés d'identification des espèces végétales de la canopée : critère pour identifier les arbres et leur recouvrement difficile à appréhender, très grand nombre d'espèces végétales dans les relevés en forêts non dégradées rendant les relevés floristiques exhaustifs pratiquement difficiles, voire impossibles. | Réviser le protocole pour tenir compte des spécificités liées à la richesse des écosystèmes forestiers non dégradés + la difficulté d'identifier les espèces de la canopée. → Des relevés phytosociologiques ont été réalisés pour tester le <u>prototype</u> de protocole et de liste de référence d'« espèces végétales ». Des relevés phytosociologiques ne sont pas requis avec le protocole et la liste de référence d'« espèces végétales » <u>finaux</u> (voir Fascicule 5). |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État | Niveau classique de connaissances en botanique des agents amenés à utiliser ce protocole et cette liste de référence d'« espèces végétales » insuffisant sur le territoire guyanais. Il sera très difficile de former l'ensemble de ces agents à l'identification du grand nombre d'espèces pré-identifiées dans les prototypes de listes de référence (> 500 espèces). | Étudier la plus-value de mobiliser la liste de référence d'« espèces végétales » avec les espèces « relatif » pour identifier une zone humide, compte tenu des informations déjà données par le sol, l'habitat ou les espèces cotées en « absolu ». Si cet intérêt est avéré, alors, il pourrait convenir d'indiquer que ces listes de référence d'« espèces végétales » sont surtout mobilisables hors des milieux forestiers (trop difficiles à mobiliser) et hors mangroves (les listes de référence d'« espèces végétales » et de « sols » |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|---|---|
| | | | | <p>étant vraisemblablement suffisantes dans l'essentiel des cas).</p> <p>Développer un guide des espèces de Guyane avec les espèces cotées « absolu » et « relatif » les plus fréquentes. La production d'un tel guide par l'IRD – Herbarier de Guyane est déjà en cours.</p> <p>Développer des modules de formation sur les espèces végétales de Guyane. Ces modules de formation pourraient aussi conforter l'identification des habitats.</p> |
| | | Partenaires scientifiques du Établissements publics administratifs de l'État | Lors d'un relevé phytosociologique, les relevés d'abondance-dominance par strate sont fastidieux voir irréalisables dans certains milieux forestiers très denses. | <p>L'utilisation de la surface terrière pour les arbres pourrait être un moyen de pallier à la difficulté d'estimer le recouvrement de chaque composante de cette strate.</p> <p>→ Des relevés phytosociologiques ont été réalisés pour tester le <u>prototype</u> de protocole et de liste de référence d'« espèces végétales ». Des relevés phytosociologiques ne sont pas requis avec le protocole et la liste de référence d'« espèces végétales » <u>finaux</u> (voir Fascicule 5).</p> |
| | | Partenaires scientifiques du projet | Remédier aux problèmes associés au critère « végétation » dans des plantations : par ex. plantations de pinots <i>Euterpe oleracea</i> Mart., 1824 dans des secteurs sans sol avec un engorgement prolongé. | Évaluer l'intérêt de préciser des contextes écologiques où l'utilisation des listes de référence d'« espèces végétales » n'est pas pertinente : par ex. les secteurs cultivés. |
| | Habitat | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État | Identification par des botanistes spécialisés, d'erreurs dans les attributions H et pro parte dans le prototype de listes de référence d'« habitats ». | Réviser la liste de référence d'« habitats », en demandant les avis croisés et indépendants de plusieurs spécialistes des habitats pour finaliser cette liste. Il conviendrait alors de bien leur indiquer en amont, ce qui a été défini comme un habitat « H » et un habitat « pro parte ». |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|--|---|
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Services déconcentrés de l'État</p> <p>Entreprise privée</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État</p> <p>PatriNat</p> | <p>La typologie des habitats de Hoff est largement perfectible. Son utilisation peut parfois être délicate, car elle comporte quelques redondances et incohérences. Ce problème est toutefois fréquent dans toute typologie, qui standardise et simplifie des écosystèmes complexes.</p> | <p>Travailler sur la description à associer à chaque poste typologique pour accroître son opérationnalisation. Il s'agit d'un travail conséquent puisque les connaissances actuelles ne permettraient que très rarement de citer des espèces caractéristiques de chaque habitat. Des travaux préliminaires sur les espèces végétales des habitats seraient donc nécessaires avant de penser à rédiger ces descriptions.</p> |

IV.12.3. Martinique et Guadeloupe

Tableau 16 : Retours critiques de terrain communs à la Martinique et à la Guadeloupe, à l'issue des tests du prototype de protocoles et de listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|--------------------------|--------------------|--|--|---|
| Martinique Guadeloupe | Espèces végétales | Établissements publics administratifs de l'État | Difficultés de réalisation d'inventaire phytosociologique dans certaines forêts. Les coefficients d'abondance-dominance sont souvent difficiles à relever et l'étendue des placettes ou réaliser les observations est difficile à matérialiser | → Des relevés phytosociologiques ont été réalisés pour tester le <u>prototype</u> de protocole et de liste de référence d'« espèces végétales ». Des relevés phytosociologiques ne sont pas requis avec le protocole et la liste de référence d'« espèces végétales » <u>finaux</u> (voir Fascicule 5). |
| | | Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État | | |
| | | Entreprise privée | | |
| | | Établissements publics administratifs de l'État | Analyser la méthodologie de la phytosociologie : une même espèce cotée « relatif » dans plusieurs strates avec un recouvrement globale de 5 ne permet pas une identification en zone humide. | → Des relevés phytosociologiques ont été réalisés pour tester le <u>prototype</u> de protocole et de liste de référence d'« espèces végétales ». Des relevés phytosociologiques ne sont pas requis avec le protocole et la liste de référence d'« espèces végétales » <u>finaux</u> (voir Fascicule 5). |
| | | Entreprise privée | | |
| | | Partenaires scientifiques du projet | Remédier aux problèmes associés au critère « végétation » dans des cultures irriguées, avec des sols tassés : par ex. passage d'engin agricole et d'un arrosage régulier dans les plantations de canne à sucre qui pourrait favoriser l'expression d'un cortège d'espèces cotées « relatif » hors zone humide. | Évaluer l'intérêt de préciser des contextes écologiques où l'utilisation des listes de référence d'« espèces végétales » n'est pas pertinente : par ex. les secteurs cultivés. |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|--|--|--|
| | Habitat | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État</p> | <p>Difficultés à réaliser des placettes de relevé d'habitat homogène :</p> <ul style="list-style-type: none"> - la réalisation d'une placette avec un habitat homogène n'est pas toujours possible, en particulier dans les situations avec des complexes d'habitats en mosaïque ; - un relevé en un point peut représenter une mosaïque spatiale (imbrication de relevés) ou une mosaïque de milieux qui s'alternent au cours des saisons. | <p>Expliquer l'intérêt de mobiliser plusieurs listes de référence pour ne pas sous-détecter la présence d'une zone humide, même en cas de mosaïques de communautés qui s'alternent et/ou se succèdent au cours du temps. Par ex. possible de recourir à la liste de référence sur le « sol » qui a souvent plus de résilience au cours du temps que les espèces végétales.</p> |
| | | <p>Établissements publics administratifs de l'État</p> <p>Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État</p> | <p>Difficultés à identifier certains habitats pour les écologues généralistes :</p> <ul style="list-style-type: none"> - vocabulaire parfois peu clair dans la typologie - les formations allochtones (voire les espèces exotiques envahissantes) ne sont pas dans la typologie - pas de structure en amont dans Hoff (par ex. clef de détermination) <p>Frustration des botanistes qui ne trouvent pas assez de détails sur les milieux naturels</p> | <p>Enrichir la typologie des habitats de Hoff par des descriptions, glossaires et clefs de détermination. Voire créer une typologie d'habitats <i>ex-nihilo</i>.</p> <p>Envisager des guides de détermination des habitats.</p> <p><u>Préconisation à long terme :</u></p> <p>Projet de révision de la typologie des habitats de Hoff à la Martinique et en Guadeloupe.</p> |

IV.12.4. La Réunion

Tableau 17 : Retours critiques de terrain à La Réunion, à l'issue des tests du prototype de protocoles et de listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------------|--------------------|---|---|---|
| La Réunion | Global | Établissements publics administratifs de l'État Entreprise privée | Les relevés ont été réalisés en pleine saison sèche durant un hiver 2023 particulièrement sec. | Réaliser de relevés hors des périodes les plus sèches de l'année, en particulier sur les zones humides où les variations du niveau de la nappe sont importantes au cours de l'année. |
| | Espèces végétales | Établissements publics administratifs de l'État Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État | Identification impossible des espèces en l'absence d'un botaniste expérimenté. | Proposer des documents pédagogiques pertinents et des formations adaptées aux agents non-spécialistes. <u>Perspectives à long terme :</u> Réaliser un guide d'identification gratuit des espèces végétales cotées « absolu » et « relatif » de La Réunion (illustrations des espèces, commentaires quant à leurs critères d'identification, leur écologie et les principaux risques de confusion). Ce guide serait un intermédiaire entre l'acteur technique écologue qui veut s'approprier les listes de référence, mais qui ne peut pas intégrer rapidement une flore plus technique à destination de botanistes confirmés. |
| | Habitat | Établissements publics administratifs de l'État | Difficultés d'identification des habitats : → des habitats comportent le terme « hygrophile » dans leur dénomination, ils ne sont pas cotés « H » ou « pro parte » ; → quelques habitats semblent en doublons dans la dernière version de la typologie d'habitat. | Expliquer le sens du terme « hygrophile » pour contribuer à dénommer les habitats dans les DROM (signification différente par rapport à la métropole). Suggérer quelques révisions sur la typologie actuelle ou requérir des compléments d'information pour mieux comprendre les « doublons ». |

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|------|--------------------|---|---|--|
| | | Établissements publics administratifs de l'État Services déconcentrés de l'État PatriNat | Difficultés à identifier les habitats secondarisés, éphémères (alluvions, milieux ripicoles...) ou rudéralisés avec la Typologie Descriptive des Habitats de La Réunion, ce qui peut parfois expliquer un recours plus intuitif à CORINE Biotope. | Améliorer les explications pour identifier avec pertinence les habitats secondarisés, éphémères (alluvions, milieux ripicoles...) ou rudéralisés avec la Typologie Descriptive des Habitats de La Réunion. |
| | | Établissements publics administratifs de l'État Établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel ou établissement public de l'État | Difficulté à appréhender la clef de détermination rudimentaire associée à la Typologie Descriptive des Habitats de La Réunion. La clef pourrait être accompagnée d'un glossaire et aller à des niveaux plus fins de la typologie. | Inclure la révision de la clef de détermination des habitats dans une démarche de Recherche et Développement associant les spécialistes locaux, et le public technique destinataire de cette clef, pour l'enrichir et l'améliorer. |

IV.12.5. Mayotte

Tableau 18 : Retours critiques de terrain à Mayotte, à l'issue des tests du prototype de protocoles et de listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

| DROM | Liste de référence | Types d'acteurs | Retour de terrain | Préconisations |
|---------|--------------------|--|---|---|
| Mayotte | Global | Établissements publics administratifs de l'État Entreprise privée | Intégrer les conditions exceptionnellement sèches de l'année 2023, qui peuvent compliquer la mobilisation du protocole et des listes de référence finaux pendant une période relativement longue de l'année. | Préconiser de réaliser les relevés hors des périodes les plus sèches de l'année, en particulier sur les zones humides où les variations du niveau de la nappe sont importantes au cours de l'année. Le cas échéant, souligner les éléments de vigilance les plus importants, quand l'identification de zones humides doit avoir lieu en période sèche (par ex. liste de référence à privilégier). |
| | Habitat | Établissements publics administratifs de l'État Entreprise privée | Travailler sur la typologie d'habitat pour en accroître la portée opérationnelle. Difficultés d'identification des habitats agricoles et rudéraux (compartiment hétéroclite - Être plus précis avec ID habitats (par ex. B5 Eaux courantes permanentes et temporaires) et le rattachement des habitats rivulaires des eaux courantes ou stagnantes est parfois complexe et soumis à interprétation selon les observateurs. | Enrichir la typologie actuelle par des descriptions des postes typologiques. |

V. Présence d'une zone humide détectée sur le terrain par liste de référence

Rappel préalable à l'interprétation par liste de référence : il est possible de conclure sur la « présence » ou la « non détection » d'une zone humide avec une seule liste de référence. Cependant, d'après une seule liste de référence et avec une approche alternative, il n'est pas possible de conclure sur l' « absence » d'une zone humide. Ce n'est qu'après avoir démontré qu'aucune liste de référence à mobiliser ne démontre la présence d'une zone humide, qu'il est possible de conclure sur l' « absence » d'une zone humide.

Les articles L211-1 et le R211-108 du Code de l'environnement précisent que 1/ la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et 2/ la présence éventuelle de plantes hygrophiles, sont les deux critères à utiliser de manière alternative pour identifier et délimiter une zone humide (applicable sur l'ensemble du territoire national).

V.1. D'après les listes de référence d'« habitats »

L'analyse de la faisabilité de prototype de protocoles et de listes de référence s'attarde particulièrement sur le délai nécessaire pour réaliser les mesures nécessaires avec les listes de référence. En effet, dans des contextes professionnels où les ressources en temps sont limitées pour identifier et délimiter une zone humide, il importe de bien appréhender ces délais, puisque veiller à ce que des délais raisonnables sont nécessaires pour identifier et délimiter une zone humide, peut ensuite promouvoir l'utilisation effective et efficiente des listes de référence.

Les délais affichés ci-après pour réaliser les relevés, doivent être lus en tenant compte du profil des principaux observateurs ayant contribué aux tests (voir section IV.3). Les équipes sur le terrain étaient quasi toujours formées d'observateurs principaux, dont la combinaison de compétences spécialisées dans divers domaines, a souvent permis d'appréhender l'ensemble des listes de référence avec complémentarité. Ces délais moyens laissent donc supposer le temps nécessaire pour réaliser un relevé pour des agents formés dans le futur à l'utilisation de ces protocoles et listes de référence, plutôt que le temps nécessaire pour des débutants qui se forment à cette utilisation.

À noter que les délais pour identifier un habitat, un relevé phytosociologique ou un profil pédologique ont été mesurés dans un cadre expérimental, avec des relevés réalisés (i) en moindre quantité (par ex. seulement 2 transects recherchés ici par site) et (ii) en recherchant le plus d'hétérogénéité possible entre relevés (par ex. 2 habitats très différents dans un même site en zone humide). En comparaison de ce qui est souvent requis durant l'identification et la délimitation d'un site en zone humide hors de ce cadre expérimental (par ex. plusieurs transects autour des limites

d'un site), la durée moyenne à l'issue de ces tests peut surévaluer le délai moyen requis par un observateur qui identifie par ex. plusieurs fois le même habitat à l'intérieur d'un site. Si un observateur réalise par ex. 12 relevés en zones humides dans un site et qu'il rencontre 3 fois le même habitat, il n'est pas nécessaire de réaliser sur chaque relevé une réflexion aussi développée pour identifier un même habitat rencontré plusieurs fois dans un même site.

Exceptée l'analyse empirique réalisée avec les partenaires sur la faisabilité du prototype de protocoles et de listes de référence, l'analyse n'exploite pas les champs renseignés dans le prototype et par point de relevé dédiés à la faisabilité, pour réaliser une étude statistique, même sommaire. En effet, durant la mise en œuvre du prototype, il est apparu, que la faisabilité n'était pas définie de la même manière par les observateurs, et il n'est donc pas possible d'aller plus avant dans l'analyse de cet aspect avec les champs dédiés dans le prototype.

V.1.1. Délai pour réaliser les relevés avec le prototype

Parmi les 432 relevés où l'habitat a été identifié²⁵, la durée moyenne pour réaliser cette identification a été de 6,1²⁶ minutes (ES = 0,15) (Figure ci-après). Le délai pour réaliser ces identifications est sensiblement équivalent entre DROM avec un minimum de 5,2 minutes en moyenne à La Réunion (ES = 0,15) et un maximum de 7,3 minutes à Mayotte (ES = 0,37).

Il convient de noter qu'à La Réunion, des échanges ont été nécessaires entre botanistes pour identifier une trentaine d'habitats, après le terrain. En effet, certains types d'habitats de communauté végétale sont naturellement peu végétalisés ou à végétation dite mobile (voir section II.1.1.3.c). Il a été nécessaire, après le terrain, d'analyser le site dans son ensemble, ainsi que le recouvrement attendu de la végétation sur l'habitat, au-delà du strict point de relevé, afin d'y rattacher un poste d'habitat pertinent de communauté végétale.

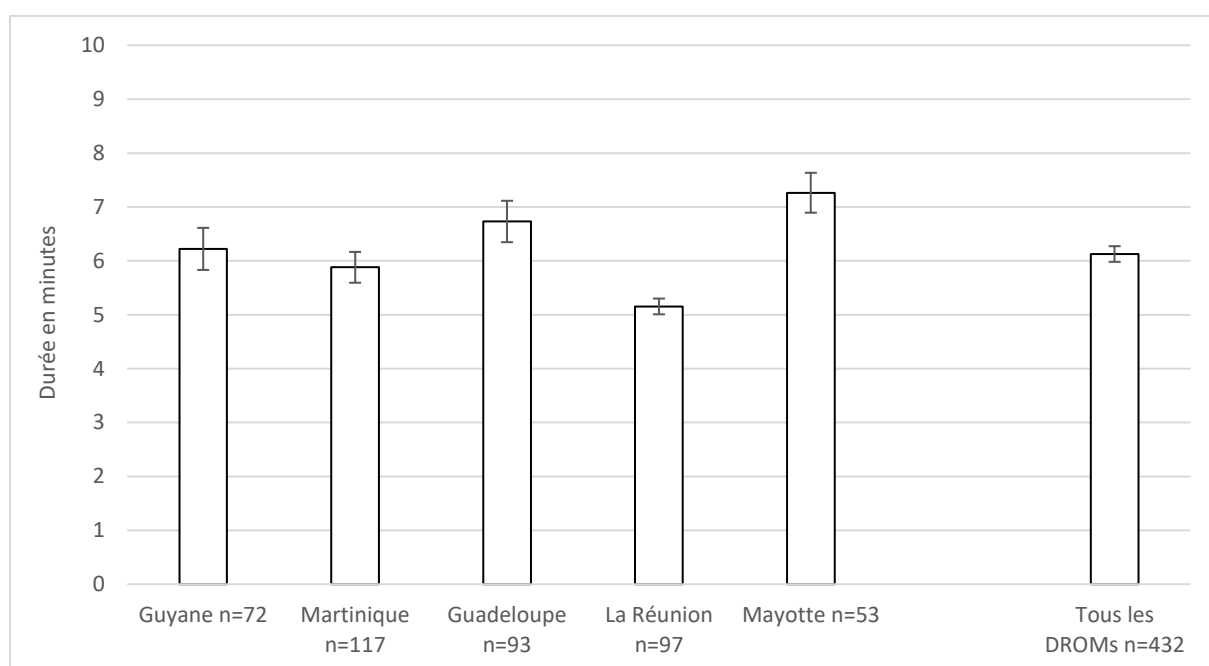


Figure 45 : Durée moyenne et erreur-standard pour identifier les habitats, par DROM et sur l'ensemble des DROM, sur les points de relevé durant le test de prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

V.1.2. Conclusion d'après le prototype

La fiabilité du prototype de listes de référence d'« habitats » est évaluée en la confrontant à l'avis des observateurs qui ont mobilisé le prototype sur les terrains. L'analyse n'exploite pas les champs renseignés dans le prototype et par point de relevé dédiés à la fiabilité, pour réaliser une étude statistique, même sommaire. En effet, durant la mise en œuvre du prototype, il est apparu que la fiabilité n'était pas définie de la même manière par les observateurs, et il n'est donc pas possible d'aller plus avant dans l'analyse de cet aspect avec les champs dédiés dans le prototype.

²⁵ Sans les « NA », ni les habitats sans codification détectée dans une typologie utilisée avec le prototype.

²⁶ Les durées sont indiquées ici et ci-après sous forme numérique. Par exemple, 6,1 minutes correspondent à 6 minutes et 6 secondes.

Le Tableau ci-après présente le nombre de relevés en zone humide d'après **(1)** le prototype de la liste de référence d'« habitats » et **(2)** l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain. Ce Tableau croise également les résultats de ces deux identifications :

- **pour 69,7 % des relevés, les conclusions de non détection** et la présence d'une zone humide convergent ;
- **pour 12,4 % des relevés, l'avis des observateurs conclut qu'une zone humide est présente d'après l'information seule sur l'habitat** alors que d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » une zone humide n'est pas détectée. Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype d'après la liste de référence d'« habitats », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016).
- **pour 1,3 % des relevés, l'avis des observateurs conclut qu'une zone humide n'est pas détectée d'après l'information seule sur l'habitat** alors que d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » une zone humide est détectée. Il s'agit donc de sur-détections potentielles du prototype d'après la liste de référence d'« habitats », ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner (2016).

Pour 14,8 % des relevés, il a été possible de conclure sur la présence ou la non détection d'une zone humide d'après le prototype de listes de référence d'« habitats », mais sans que les observateurs parviennent à conclure avec assurance d'après leurs propres analyses (« doute » ou « je ne sais pas »). Ce constat vaut en particulier pour des zones humides qui ne sont pas détectées par le prototype, mais au sujet desquelles les observateurs émettent un doute ou ne savent pas conclure avec assurance avec une information seule sur l'habitat (12,2 %).

Enfin, les conclusions « NA » d'après le prototype (1,7 %), correspondent aux relevés, où aucun habitat n'a été identifié sur le terrain.

Tableau 19 : Fréquences relatives (proportions) de relevés identifiés comme étant en zone humide **tous DROM confondus** d'après le prototype de listes de référence d'« habitats » et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|---------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de listes de référence d'« habitats » | présence habitat « H » | 24 % | 1,3 % | 0 % | 2,6 % | 27,7 % |
| | non détectée | 12,4 % | 45,7 % | 3,2 % | 9 % | 70,4 % |
| | NA | 0,9 % | 0,9 % | 0 % | 0 % | 1,7 % |
| Total | | 37,3 % | 47,9 % | 3,2 % | 11,6 % | 100 % (n=466) |

L'analyse détaillée des Tableaux suivants par DROM, peut être réalisée avec la même démarche que celle du Tableau précédent. Globalement, il en ressort les principales informations suivantes :

- **pour 60,7 à 75,3 % des relevés dans chaque DROM, la conclusion sur la non détection ou la présence d'une zone humide d'après le prototype de listes de référence d'« habitats » et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat seul convergent.** La Réunion est le DROM où les taux cumulés de non détection et de présence d'une zone humide sont les plus faibles (60,7 %). Cela peut s'expliquer notamment par la révision nécessaire de quelques habitats qui ne sont pas cotés « H » dans le prototype alors qu'ils pourraient l'être (par ex. présence d'une zone humide d'après l'avis des observateurs sur l'habitat seul, pas détectée d'après le prototype car l'habitat n'a pas été coté « H »), par les doutes des observateurs au moment de conclure d'après leur seul avis sur l'habitat en présence de communautés d'espèces associées à des invasions biologiques qui sont souvent peu indicatrices des conditions écologiques d'une zone humide sur un point de relevé (très fréquentes sur l'île)... ;
- **pour 10,5 à 15,6 % des relevés en Guyane, à la Martinique et en Guadeloupe, l'avis des observateurs conclut à la présence d'une zone humide alors que d'après le prototype de listes de référence d'« habitats » une zone humide n'est pas détectée. Ce chiffre est de 7,4 % à Mayotte.** Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype d'après la liste de référence d'« habitats », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016).
- **pour 2,6 % des relevés en Guyane, 2,1 % des relevés en Guadeloupe, 1,7 % des relevés à La Réunion et 0 % des relevés à la Martinique et à Mayotte, l'avis des observateurs conclut sur la non détection d'une zone humide alors que d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » une zone humide est détectée.** Il s'agit donc de sur-détections potentielles du prototype d'après la liste de référence d'« habitats », ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner (2016).

Tableau 20 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **en Guyane** d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|---------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« habitats » | présence habitat « H » | 26 % | 2,6 % | 0 % | 0 % | 28,6 % |
| | non détectée | 15,6 % | 49,4 % | 0 % | 6,5 % | 71,4 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Total | | 41,6 % | 51,9 % | 0 % | 6,5 % | 100 % (n=77) |

Tableau 21 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **à la Martinique** d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« habitats » | présence habitat « H » | 24,4 % | 0 % | 0 % | 1,6 % | 26 % |
| | non détectée | 13,8 % | 49,6 % | 1,6 % | 4,1 % | 69,1 % |
| | NA | 2,4 % | 2,4 % | 0 % | 0 % | 4,9 % |
| Total | | 40,7 % | 52 % | 1,6 % | 5,7 % | 100 % (n=123) |

Tableau 22 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **en Guadeloupe** d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|---------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« habitats » | présence habitat « H » | 28,4 % | 2,1 % | 0 % | 4,2 % | 34,7 % |
| | non détectée | 10,5 % | 41,1 % | 7,4 % | 4,2 % | 63,2 % |
| | NA | 1,1 % | 1,1 % | 0 % | 0 % | 2,1 % |
| Total | | 40 % | 44,2 % | 7,4 % | 8,4 % | 100 % (n=95) |

Tableau 23 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **à La Réunion** d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|---------------|----------------|---------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« habitats » | présence habitat « H » | 17,9 % | 1,7 % | 0 % | 3,4 % | 23,1 % |
| | non détectée | 12,8 % | 42,7 % | 5,1 % | 16,2 % | 76,9 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Total | | 30,8 % | 44,4 % | 5,1 % | 19,7 % | 100 % (n=117) |

Tableau 24 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après le prototype de liste de référence d'« habitats » et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|---------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|-----------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« habitats » | présence habitat « H » | 25,9 % | 0 % | 0 % | 3,7 % | 29,6 % |
| | non détectée | 7,4 % | 46,3 % | 0 % | 16,7 % | 70,4 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Total | | 33,3 % | 46,3 % | 0 % | 20,4 % | 100 % (n=54) |

V.1.3. Révisions et conclusion d'après le protocole final et les listes de référence finales

V.1.3.1. Révisions opérées

À la différence de la section précédente, qui conclut à propos de la présence d'une zone humide sur un relevé d'après le prototype de listes de référence d'« habitats », **cette section conclut d'après les listes de référence d'« habitats » finales.** Pour rappel, le prototype de listes de référence d'« habitats » n'est pas diffusé. **Les listes de référence d'« habitats » finales sont disponibles dans le Fascicule 5, qui fournit la matière finalisée en perspective d'être soumise aux instances locales et nationales pour avis et information, et pour alimenter un arrêté interministériel.** Pour rappel, ces listes de référence d'« habitats » finales ont été élaborées grâce aux retours critiques parvenus après les tests sur le terrain. Ces retours critiques ont fourni la matière pour alimenter les échanges entre spécialistes et effecteur d'éventuelles révisions.

Il importe de souligner que le prototype de protocole pour identifier si l'habitat observé est « H » ou « pro parte » et le protocole final (voir Fascicule 5) sont identiques. Les tests sur le terrain n'ont pas justifié de révisions sur la façon de procéder sur le terrain et de conclure ensuite.

V.1.3.2. Conclusion sur la présence d'une zone humide

Les Tableaux ci-après présentent le nombre de relevés en zone humide d'après **(1)** les listes de référence d'« habitats » finales et **(2)** l'avis des observateurs sur l'habitat seul, observé sur le terrain. Les Tableaux présentent des résultats très similaires à ceux obtenus avec le prototype de listes de référence d'« habitats », pour l'ensemble des DROM d'une part, et par DROM d'autre part (voir section ci-avant). Il est toutefois possible de constater quelques légères variations. Ces variations indiquent quelques révisions mineures réalisées sur les habitats cotés « H » et « pro parte » pour parvenir aux listes de référence finales.

Il est toutefois important de souligner une nouvelle fois :

- que les combinaisons de détections de présence d'une zone humide d'une part, et les non détections d'une zone humide d'autre part, d'après l'observateur et d'après les listes de référence d'« habitats » finales sont particulièrement importantes, et largement majoritaires dans les DROM. Cela souligne la fiabilité globale des listes de référence « habitats » finales ;
- que les erreurs de commission, c'est-à-dire présence d'une zone humide d'après les listes de référence finales sur un relevé, mais non détection d'après l'observateur sont particulièrement faibles (sur-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« habitats » , ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner, 2016). Sauf exception, l'utilisation des listes de référence d'« habitats » aurait donc rarement pour effet de détecter la présence d'une zone humide, là où il n'y en a pas d'après l'observateur ;
- que les erreurs d'omission, c'est-à-dire de non détection d'une zone humide d'après les listes de référence finales sur un relevé, mais présence d'après l'observateur sont significatifs (sous-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« habitats » , ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016). Avec les seules listes de référence d'« habitats »

finales, il peut donc être fréquent de ne pas détecter des zones humides, là où il y en aurait pourtant .

Concernant le commentaire ci-dessus, il est particulièrement important d'observer le résultat final de l'approche alternative avec l'ensemble des listes de référence (section VI). Est-ce que le fait d'utiliser l'ensemble des listes de référence finales avec une approche alternative permet de remédier aux erreurs d'omission encourues en utilisant seulement une d'entre elles, en l'occurrence la liste de référence d'« habitats » finale ?

Tableau 25 : Fréquences relatives (proportions) de relevés identifiés comme étant en zone humide **tous DROM confondus** d'après les listes de référence d'« habitats » finales et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|---------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Listes de référence d'« habitats » finales | présence habitat « H » | 24,7 % | 1,3 % | 0 % | 2,8 % | 28,8 % |
| | non détectée | 11,8 % | 45,7 % | 3,2 % | 8,8 % | 69,5 % |
| | NA | 0,9 % | 0,9 % | 0 % | 0 % | 1,7 % |
| Total | | 37,3 % | 47,9 % | 3,2 % | 11,6 % | 100 % (n=466) |

Tableau 26 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **en Guyane** d'après la liste de référence d'« habitats » finale et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Liste de référence d'« habitats » finale | présence habitat « H » | 20,8 % | 1,3 % | 0 % | 0 % | 22,1 % |
| | non détectée | 20,8 % | 50,6 % | 0 % | 6,5 % | 77,9 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Total | | 41,6 % | 51,9 % | 0 % | 6,5 % | 100 % (n=77) |

Tableau 27 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **à la Martinique** d'après la liste de référence d'« habitats » finale et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|---------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Liste de référence d'« habitats » finale | présence habitat « H » | 24,4 % | 0 % | 0 % | 1,6 % | 26 % |
| | non détectée | 13,8 % | 49,6 % | 1,6 % | 4,1 % | 69,1 % |
| | NA | 2,4 % | 2,4 % | 0 % | 0 % | 4,9 % |
| Total | | 40,7 % | 52 % | 1,6 % | 5,7 % | 100 % (n=123) |

Tableau 28 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **en Guadeloupe** d'après la liste de référence d'« habitats » finale et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Liste de référence d'« habitats » finale | présence habitat « H » | 31,6 % | 2,1 % | 0 % | 4,2 % | 37,9 % |
| | non détectée | 7,4 % | 41,1 % | 7,4 % | 4,2 % | 60 % |
| | NA | 1,1 % | 1,1 % | 0 % | 0 % | 2,1 % |
| Total | | 40 % | 44,2 % | 7,4 % | 8,4 % | 100 % (n=95) |

Tableau 29 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **à La Réunion** d'après la liste de référence d'« habitats » finale et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|---------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Liste de référence d'« habitats » finale | présence habitat « H » | 21,4 % | 2,6 % | 0 % | 5,1 % | 29,1 % |
| | non détectée | 9,4 % | 41,9 % | 5,1 % | 14,5 % | 70,9 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Total | | 30,8 % | 44,4 % | 5,1 % | 19,7 % | 100 % (n=117) |

Tableau 30 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après la liste de référence d'« habitats » finale et d'après l'avis des observateurs sur l'habitat observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Liste de référence d'« habitats » finale | présence habitat « H » | 25,9 % | 1,9 % | 0 % | 5,6 % | 33,3 % |
| | non détectée | 7,4 % | 44,4 % | 0 % | 11,1 % | 63 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 1,9 % | 1,9 % |
| Total | | 33,3 % | 46,3 % | 0 % | 20,4 % | 100 % (n=54) |

V.2. D'après les listes de référence d'« espèces végétales »

V.2.1. Délai pour réaliser les relevés avec le prototype

Parmi les 376 relevés comprenant un relevé phytosociologique²⁷, la durée moyenne pour réaliser ce relevé a été de 13,9²⁸ minutes (ES = 0,4). Le délai pour réaliser ces relevés est décroissant par DROM, avec la durée moyenne la plus longue en Guyane : 21,8 minutes (ES = 1,93), puis à la Martinique, en Guadeloupe, à La Réunion et la plus faible à Mayotte : 9,7 minutes (ES = 0,6) (Figure ci-après).

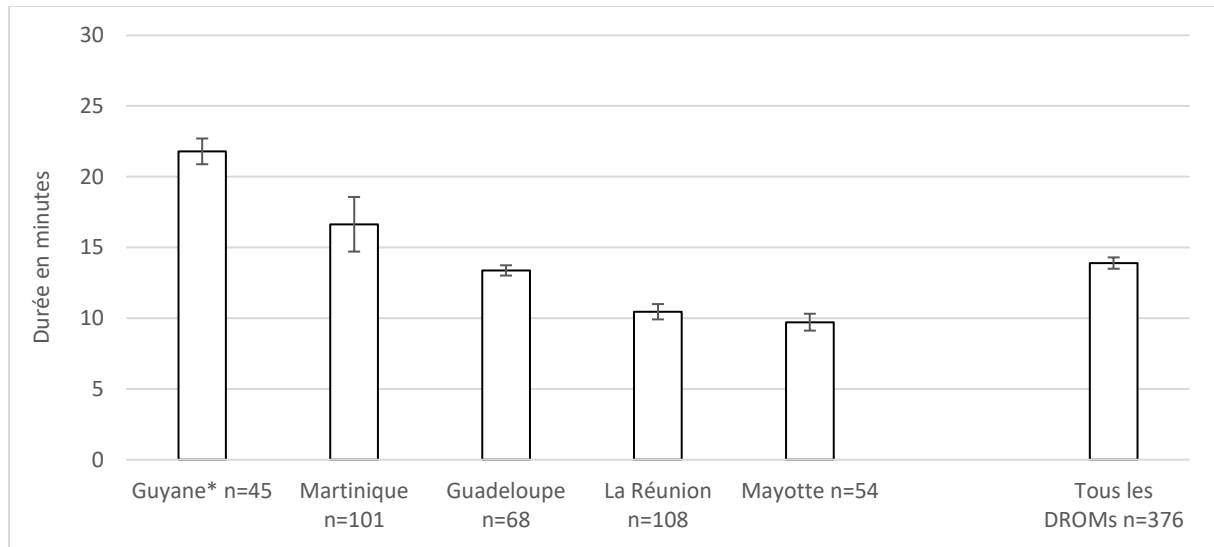


Figure 46 : Durée moyenne et erreur-standard pour réaliser un relevé phytosociologique, par DROM et sur l'ensemble des DROM, sur les points de relevé durant le test de prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides.

* : En Guyane, les relevés dans les milieux « G4 Forêts » ne sont pas pris en compte, puisque les relevés phytosociologiques n'ont pas été exhaustifs en raison d'un délai particulièrement long pour les réaliser (grande richesse spécifique, difficulté à identifier avec aisance les espèces d'arbres...).

Les 5 Figures ci-après illustrent la durée moyenne pour réaliser un relevé par grands types de milieu et par DROM.

En Guyane, les durées moyennes les plus élevées pour réaliser les relevés sont dans les milieux « G2 Habitats aquatiques non marins » (attention à la très faible fréquence des relevés dans ces milieux) et de manière secondaire dans les milieux forestiers « G4 Forêts », là où les relevés phytosociologiques n'ont pourtant pas été exhaustifs (contrairement aux autres milieux). Concernant les « G4 Forêts », cette durée moyenne élevée s'explique en particulier du fait de la très grande richesse floristique dans ces milieux, de la difficulté pratique de déterminer les espèces dans des délais raisonnables, même pour un observateur aguerri. Dans les deux milieux sus-cités, la durée moyenne d'un relevé sur un placette est comprise entre 38,8 (ES = 9,9) et 28,9 minutes (ES = 3,4) respectivement. Il s'agit des durées moyennes les plus importantes pour réaliser un relevé phytosociologique par milieu tous DROM confondus.

²⁷ Sans les « NA ».

²⁸ Les durées sont indiquées ici et ci-après sous forme numérique. Par exemple, 6,2 minutes correspondent à 6 minutes et 12 secondes.

Dans les autres DROM, la durée moyenne pour réaliser un relevé n'excède jamais 20 minutes. La durée moyenne pour réaliser les relevés phytosociologiques est en générale plus élevée dans les DROM des petites Antilles, comparé aux DROM de l'océan Indien. L'échantillon de sites avec des relevés n'est toutefois pas suffisant pour étudier davantage les raisons de cette différence.

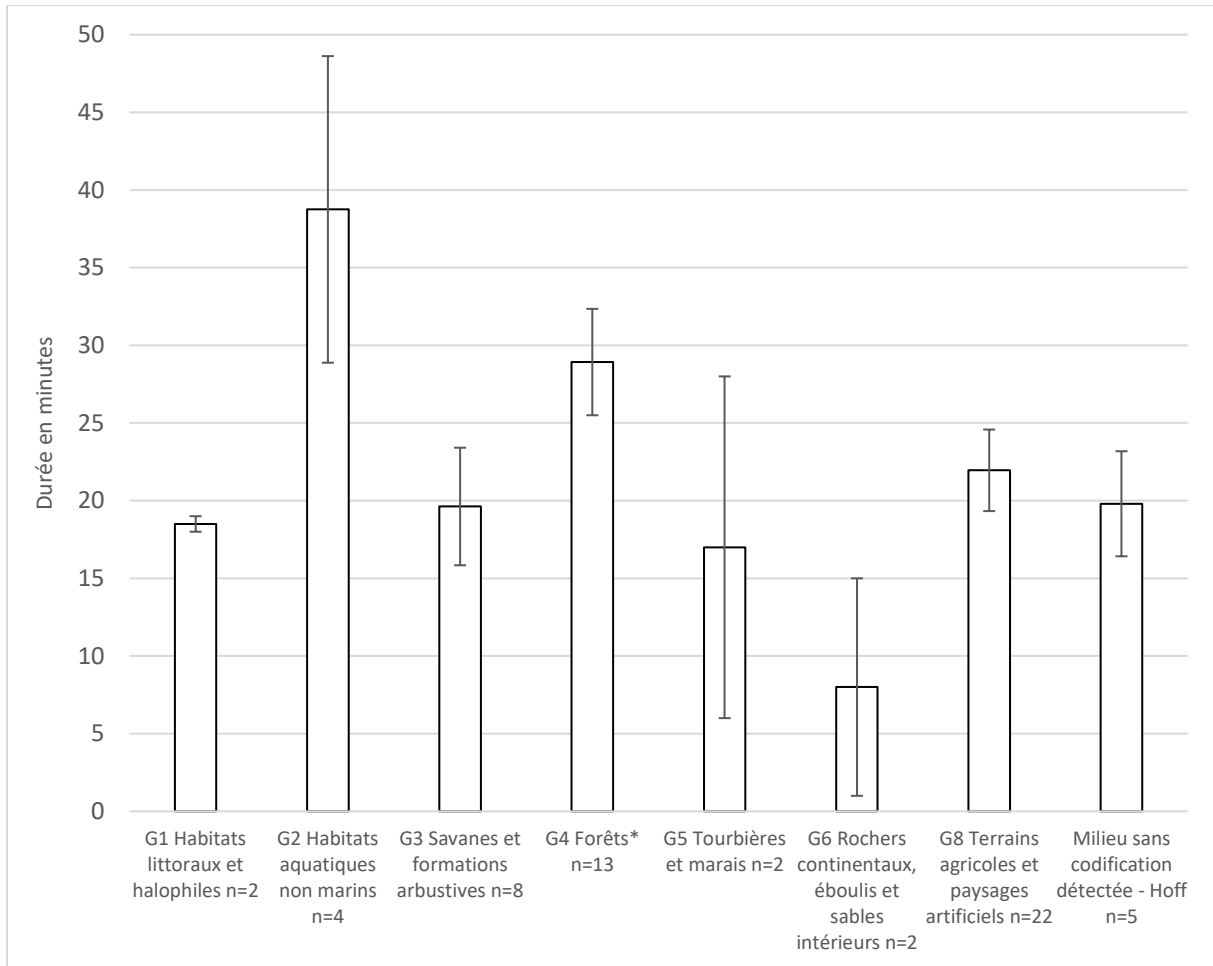


Figure 47 : Durée moyenne et erreur-standard pour réaliser un relevé phytosociologique **en Guyane, par grands types de milieux**, d'après la typologie de Hoff (1997 – version HabRef 7.0), sur les points de relevé durant le test de prototype de protocole et liste de référence d'« espèces végétales » pour identifier et délimiter les zones humides.

* : les relevés dans les milieux « G4 Forêts » ne sont pas des relevés phytosociologiques exhaustifs en raison d'un délai particulièrement long pour les réaliser.

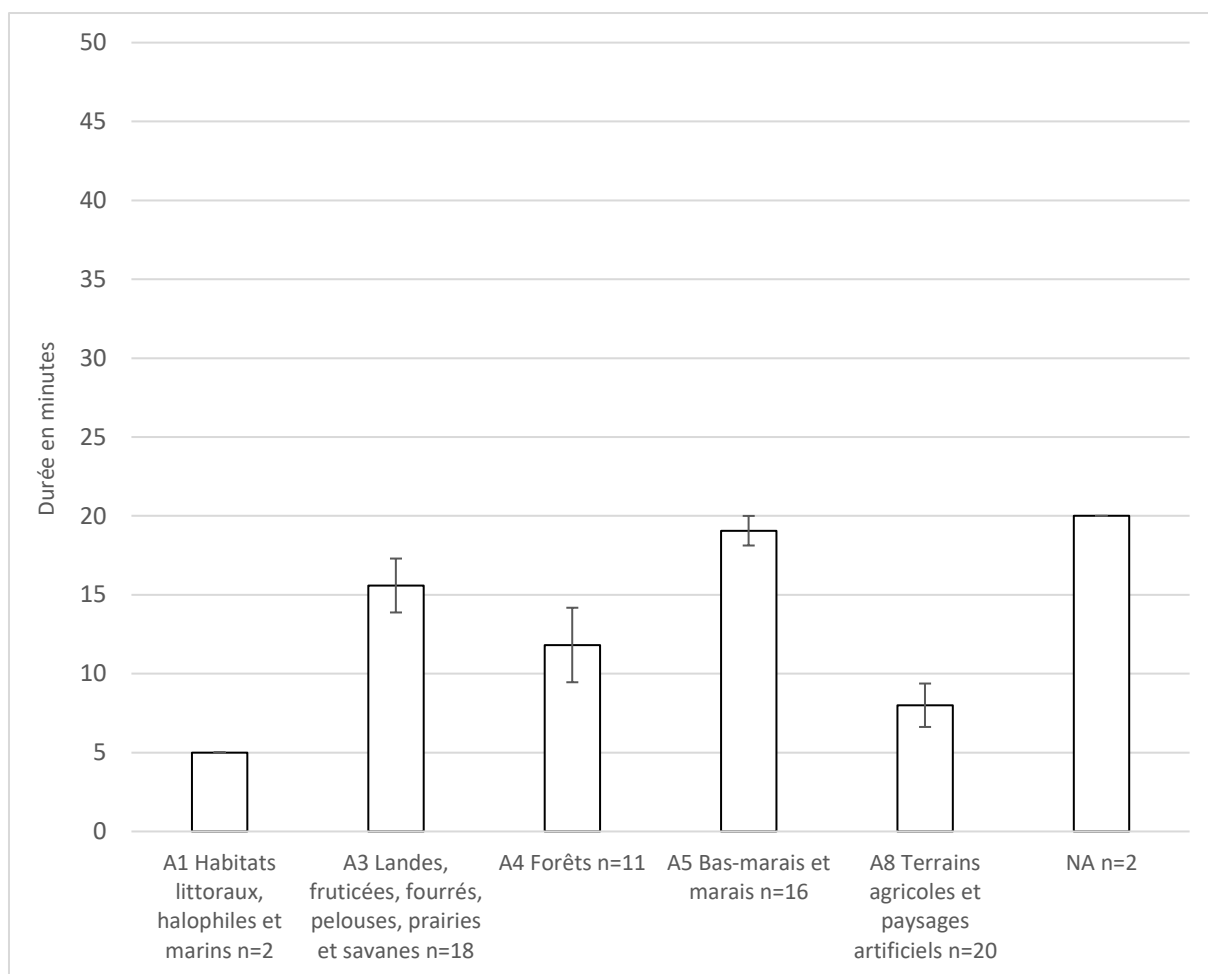


Figure 48 : Durée moyenne et erreur-standard pour réaliser un relevé phytosociologique en Guadeloupe, par grands types de milieux, d'après la typologie de Hoff (1997 – version HabRef 7.0), sur les points de relevé durant le test de prototype de protocole et liste de référence d'« espèces végétales » pour identifier et délimiter les zones humides.

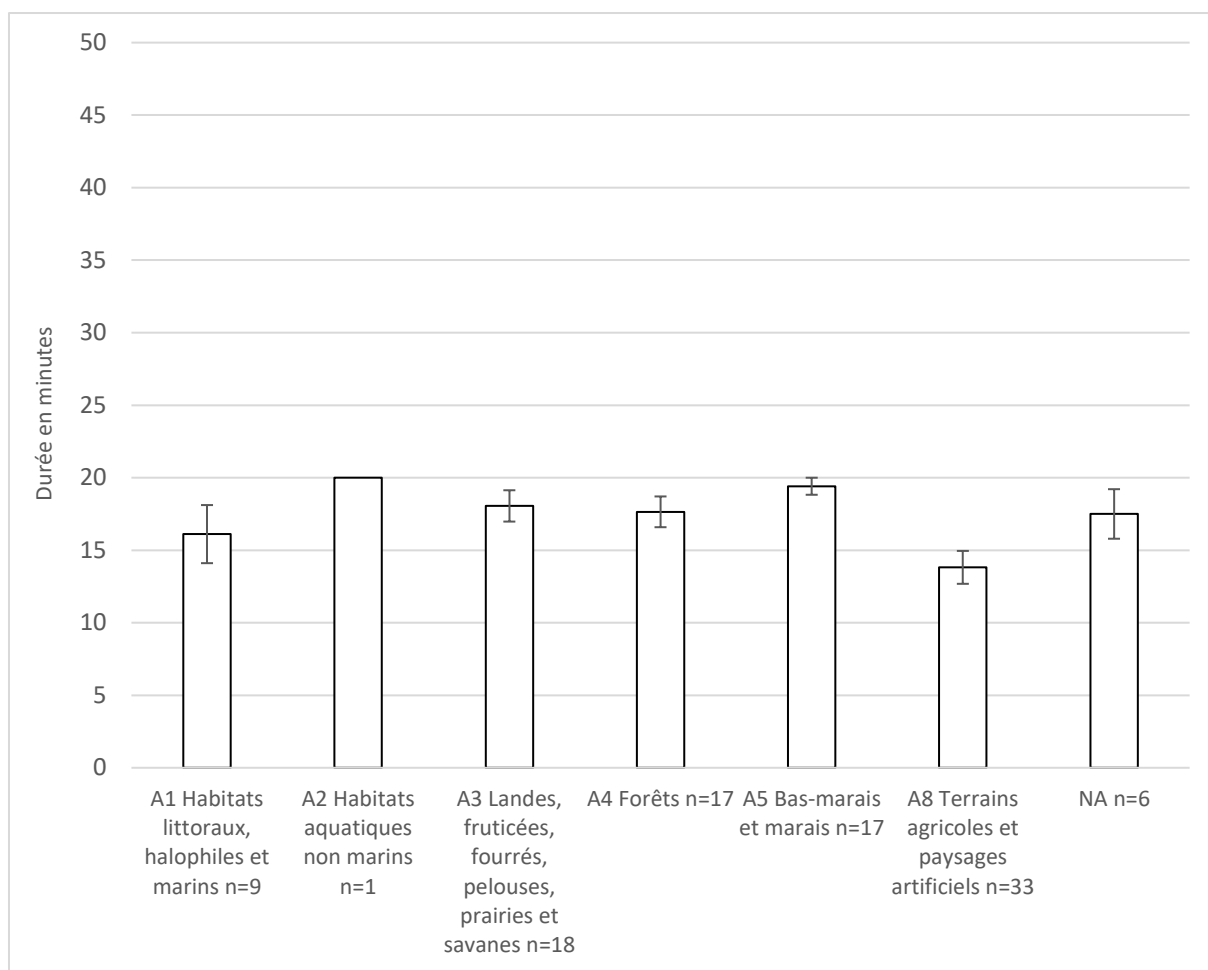


Figure 49 : Durée moyenne et erreur-standard pour réaliser un relevé phytosociologique à la **Martinique, par grands types de milieux**, d'après la typologie de Hoff (1997 – version HabRef 7.0), sur les points de relevé durant le test de prototype de protocole et liste de référence d'« espèces végétales » pour identifier et délimiter les zones humides.

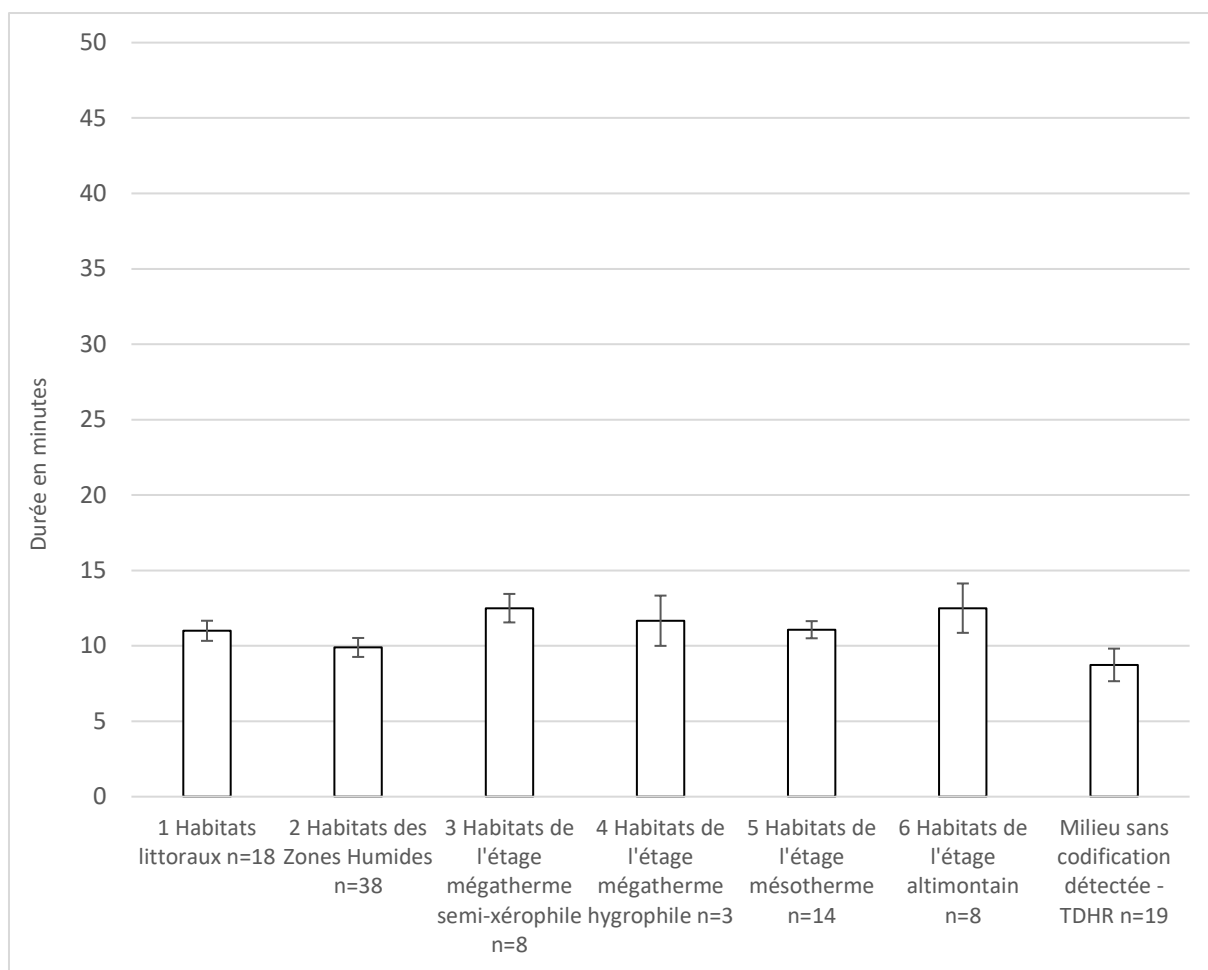


Figure 50 : Durée moyenne et erreur-standard pour réaliser un relevé phytosociologique à **La Réunion, par grands types de milieux**, d'après la typologie de Lacoste et al. (2021 – version HabRef 7.0), sur les points de relevé durant le test de prototype de protocole et liste de référence d'« espèces végétales » pour identifier et délimiter les zones humides.

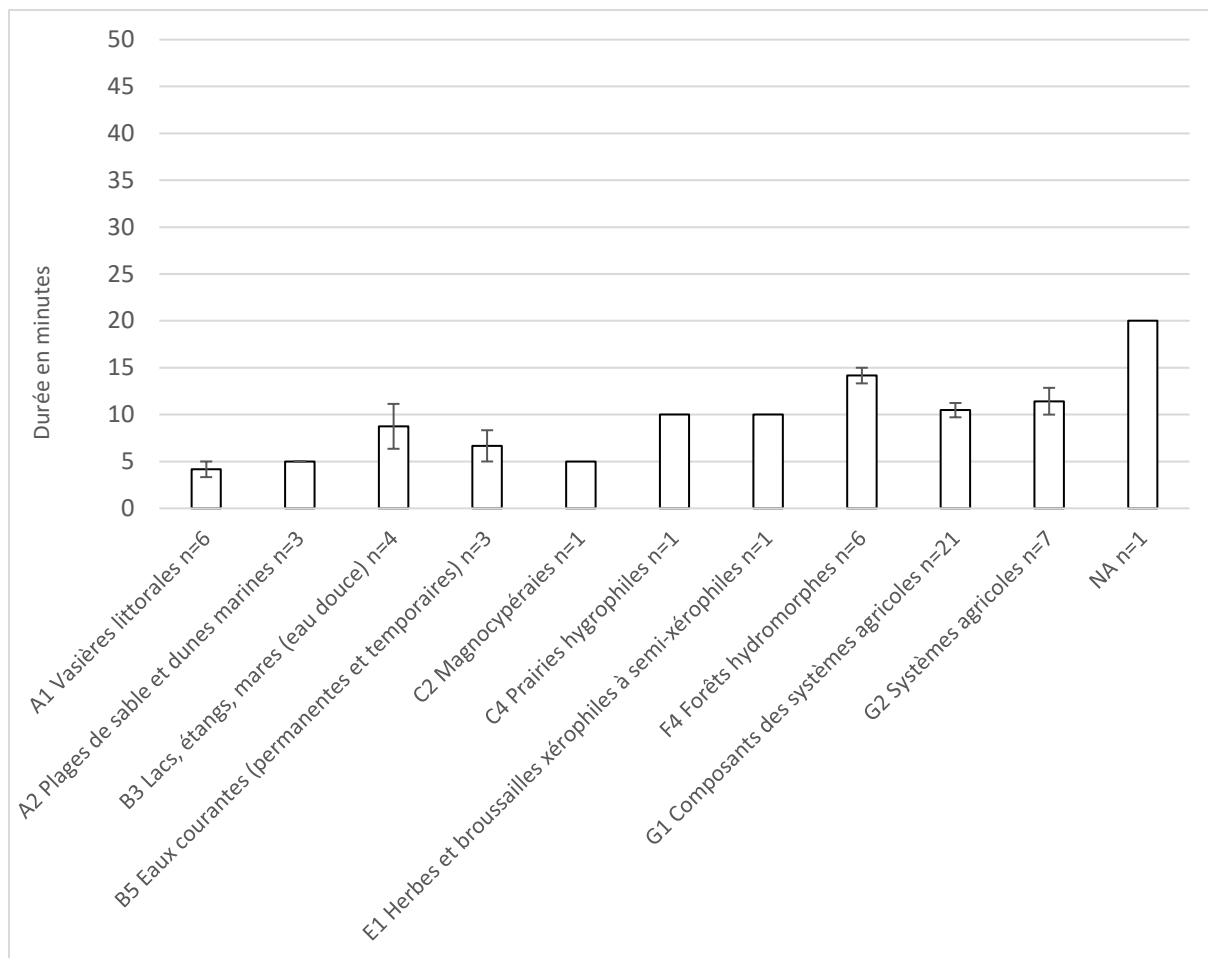


Figure 51 : Durée moyenne et erreur-standard pour réaliser un relevé phytosociologique à **Mayotte, par grands types de milieux**, d'après la typologie de Boulet (2005 – version HabRef 7.0), sur les points de relevé durant le test de prototype de protocole et liste de référence d'« espèces végétales » pour identifier et délimiter les zones humides.

La Figure ci-après illustre la relation entre la durée nécessaire pour réaliser un relevé phytosociologique et la richesse spécifique dudit relevé. **Les 20 relevés les plus chronophages sont en Guyane, pas uniquement dans les communautés végétales qui étaient les plus riches en espèces. Il est également possible de constater que les relevés les moins chronophages, sont pour l'essentiel dans les communautés les moins riches.**

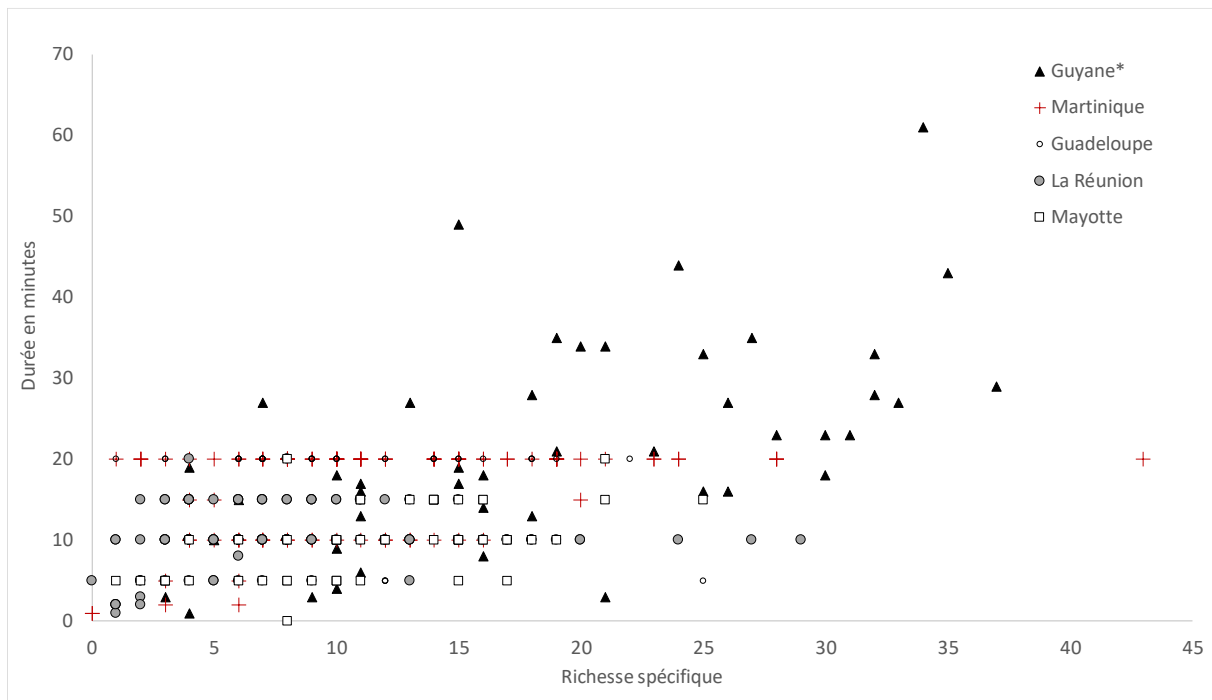


Figure 52 : Durée pour réaliser un relevé phytosociologique **selon sa richesse spécifique, par DROM**, durant le test de prototype de protocole et listes de référence d'« espèces végétales » pour identifier et délimiter les zones humides. À noter que les durées pour réaliser les relevés ont été notées de différentes manières par les observateurs : essentiellement des estimations par intervalle de 5 ou 10 minutes dans les autres DROM que la Guyane, et mesure précise en Guyane.

* : En Guyane, les relevés dans les milieux « G4 Forêts » ne sont pas pris en compte, puisque les relevés phytosociologiques n'ont pas été exhaustifs en raison d'un délai particulièrement long pour les réaliser.

V.2.2. Répartition des relevés par espèces végétales observées

Parmi les 466 relevés réalisés, les espèces végétales ont pu être identifiées sur 389 relevés. Les 77 relevés où les espèces végétales n'ont pas pu être identifiés s'expliquent par l'impossibilité pour les observateurs dans certaines situations d'identifier les espèces en présence, même avec des portfolios rudimentaires des espèces, en l'absence de botanistes locaux. **Cela souligne la nécessité de développer des supports pédagogiques et un dispositif de formation, pour permettre à des observateurs débutants de prendre en main les listes de référence.**

Un total de 1 266 espèces végétales distinctes a été identifié durant les relevés phytosociologiques.

9,1 % des espèces végétales étaient des espèces cotées en « absolu » et 12,6 % des espèces végétales correspondaient à des espèces cotées en « relatif » dans le prototype de listes de

référence d'« espèces végétales » par DROM. La Guyane est le DROM où le plus grand nombre d'espèces végétales a été observés (n=508), avant la Martinique (n=324), La Réunion (n=308), la Guadeloupe (n=279) puis Mayotte (n=179) (Figure ci-après).

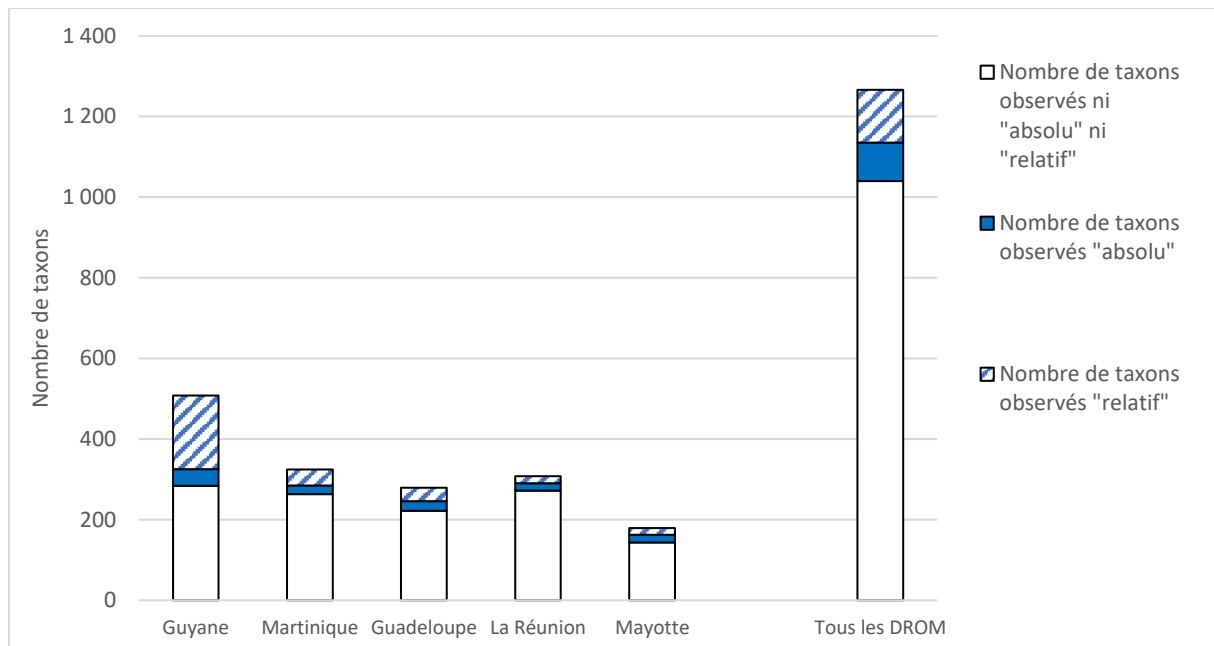


Figure 53 : Nombre de taxons identifiés durant les relevés phytosociologiques par DROM, selon leur cotation d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales », pour identifier et délimiter les zones humides sur les sites où le prototype de protocoles et les listes de référence d'« espèces végétales » pour identifier et délimiter les zones humides a été testé.

Les retours critiques sur le terrain par des spécialistes en botanique qui n'avaient pas conçu les listes de référence d'« espèces végétales » ont justifié de réviser le prototype de listes pour parvenir aux listes de référence d'« espèces végétales » finales. Des échanges entre spécialistes ont donc eu lieu pour réaliser les révisions nécessaires (voir section 1.6).

Globalement la répartition des espèces cotées en « absolu » et « relatif » est similaire dans les DROM, sauf en Guyane, où le nombre d'espèces cotées en « absolu » observées est considérablement accru d'après les listes de référence d'« espèces végétales » finales, alors que le nombre d'espèces cotées « relatif » a considérablement diminué (Figure ci-après). Cette redistribution s'explique surtout par une vision des espèces végétales que les spécialistes n'auraient coté « absolu » que si elles ne sont que dans des « zones humides avec au moins une lame d'eau au-dessus de la surface du sol, dans des marécages et mangroves... » (pour l'écrire simplement) au moment d'élaborer le prototype de liste ; alors que durant l'élaboration des listes de référence finales, la vision a été plus intégrée, pour tenir compte de la variété des zones humides. Une espèce végétale peut par ex. être cotée « absolu » si elle n'est quasiment que dans des conditions d'engorgement prolongé du sol, même sans une lame d'eau au-dessus de la surface du sol.

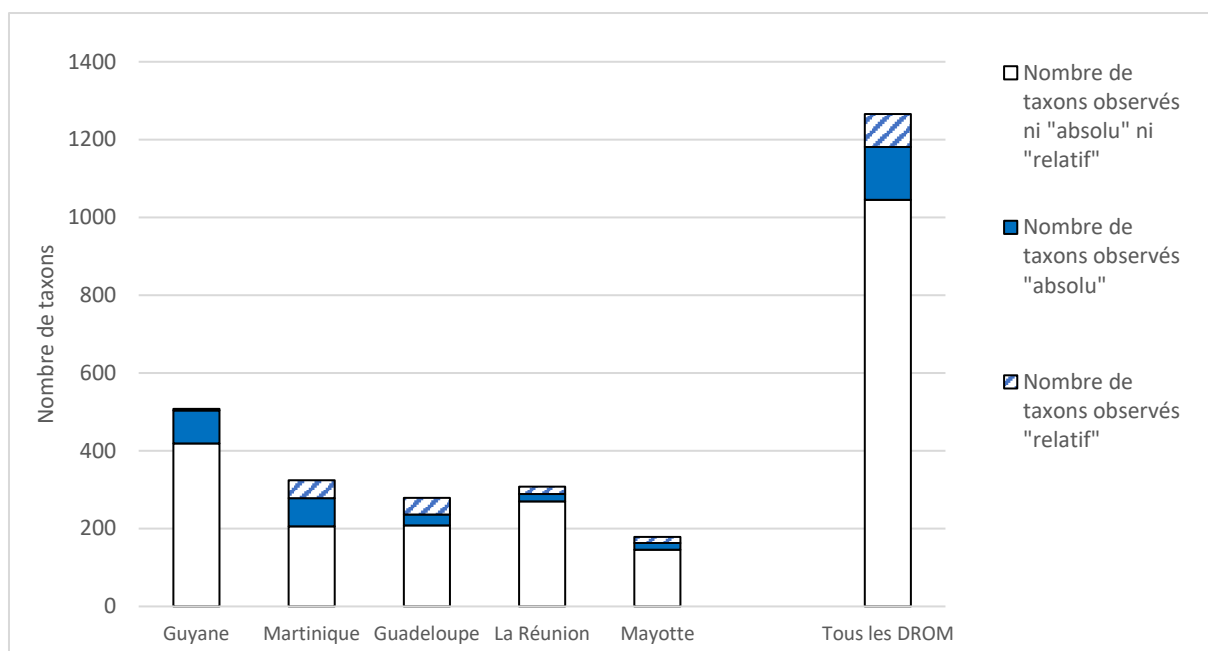


Figure 54 : Nombre de taxons identifiés durant les relevés phytosociologiques par DROM, selon leur cotation d'après les listes de référence d'« espèces végétales », pour identifier et délimiter les zones humides sur les sites où le protocole et les listes de référence d'« espèces végétales » finaux pour identifier et délimiter les zones humides ont été testés.

V.2.3. Conclusion d'après le prototype

La fiabilité du prototype de listes de référence d'« espèces végétales » est évaluée en le confrontant à l'avis des observateurs qui ont mobilisé le prototype sur les terrains. L'analyse n'exploite pas les champs renseignés dans le prototype et par point de relevé dédiés à la fiabilité, pour réaliser une étude statistique, même sommaire. En effet, durant la mise en œuvre du prototype, il est apparu que la fiabilité n'était pas définie de la même manière par les observateurs, et il n'est donc pas possible d'aller plus avant dans l'analyse de cet aspect avec les champs dédiés dans le prototype.

Le Tableau ci-après présente le nombre de relevés en zones humides d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales », d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain (relevé phytosociologique) et il croise les résultats de ces deux identifications :

- **pour 65,7 % des relevés, la conclusion sur la non détection et la présence d'une zone humide d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs convergent ;**
- **pour 5,6 % des relevés, l'avis des observateurs conclut à la présence d'une zone humide alors que d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » une zone humide n'est pas détectée.** Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« espèces végétales », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016).
- **pour 3,4 % des relevés, l'avis des observateurs conclut à la non détection de zone humide alors que d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » une zone humide est détectée.** Il s'agit donc de sur-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« espèces végétales », ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner (2016).

Pour 5,6 % des relevés, il a été possible de conclure sur la présence ou la non détection de zone humide d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales », mais sans que les observateurs parviennent à conclure d'après leurs propres analyses (« doute »).

Pour 0,2 % des relevés, il a été possible de conclure sur la non détection de zone humide d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales », mais sans que les observateurs parviennent à conclure d'après leurs propres analyses (« je ne sais pas »).

Enfin, les conclusions « NA » d'après le prototype (19,5 %), correspondent aux relevés, ou aucun relevé floristique exploitable n'a été réalisé sur le terrain, parce qu'aucun observateur n'était compétent dans le domaine de la botanique lors de certains relevés (en Guyane surtout) ou alors parce que le protocole n'a pas été mis en œuvre avec rigueur par les botanistes présents (non renseignement des coefficients d'abondance-dominance des espèces à la Martinique et en Guadeloupe surtout).

Notez que les espèces végétales cotées en « absolu » contribuent le plus aux identifications en zone humide d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales », en comparaison de la contribution des espèces végétales cotées « relatif ». Cet effet est le moins fort en Guyane. Cependant, dans ce DROM, la liste de référence d'« espèces végétales » cotées en « absolu » et « relatif » observées sur le terrain, d'après le prototype de liste de référence et d'après la liste de référence finale a considérablement évolué (voir ci-avant), suggérant une analyse plus aboutie de la

contribution des espèces cotées en « absolu » ou « relatif » à partir de la liste de référence d'« espèces végétales » finale de ce DROM.

Tableau 31 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **tous DROM confondus** d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|--|-----------------------|---------------|----------------|------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de listes de référence d'« espèces végétales » | présence | 26,4 % | 3,4 % | 0 % | 1,7 % | 31,5 % |
| | présence – espèce « absolu » | 16,7 % | 0,9 % | 0 % | 1,1 % | 18,7 % |
| | présence - espèce « relatif » | 4,1 % | 2,4 % | 0 % | 0,6 % | 7,1 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 5,6 % | 0,2 % | 0 % | 0 % | 5,8 % |
| | non détectée | 5,6 % | 39,3 % | 0,2 % | 3,9 % | 48,9 % |
| | NA | 0,9 % | 3,9 % | 14,4 % | 0,4 % | 19,5 % |
| Total | | 32,8 % | 46,6 % | 14,6 % | 6 % | 100 % (n=466) |

L'analyse détaillée des Tableaux suivants par DROM, peut être réalisée avec la même démarche que celle du Tableau précédent. Globalement, il en ressort les principaux éléments suivants :

- **pour 51,6 % des relevés en Guadeloupe, 53,3 % des relevés en Guyane, 65,1 % des relevés à la Martinique, 79,5 % des relevés à La Réunion et 79,7 % des relevés à Mayotte, la conclusion sur la non détection et la présence d'une zone humide d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs convergent.** Sans tenir compte des NA en Guadeloupe, en Guyane et à la Martinique, où ils sont plus importants, les taux cumulés de non détection et de présence d'une zone humide sont de 84,5 % en Guadeloupe, 70,7 % en Guyane et 82,5 % à la Martinique ;
- **pour 2,1 % des relevés en Guadeloupe, 13 % des relevés en Guyane, 6,5 % des relevés à la Martinique, 3,4 % des relevés à La Réunion et 3,7 % des relevés à Mayotte, l'avis des observateurs conclut à la présence d'une zone humide alors que d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » une zone humide n'est pas détectée.** Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« espèces végétales », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016). Sans tenir compte des NA en Guadeloupe, en Guyane et à la Martinique, où ils sont particulièrement importants, ce taux

de divergence dans les conclusions données est de 3,4 % en Guadeloupe, 17,2 % en Guyane et 8,2 % à la Martinique ;

- **pour 1,1 % des relevés en Guadeloupe, 2,6 % des relevés en Guyane, 2,4 % des relevés à la Martinique, 7,7 % des relevés à La Réunion et 1,9 % des relevés à Mayotte, l'avis des observateurs conclut à la non détection d'une zone humide alors que d'après le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » une zone humide est détectée.** Il s'agit donc de sur-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« espèces végétales », ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner (2016). Sans tenir compte des NA en Guadeloupe, en Guyane et à la Martinique, où ils sont importants, ce taux de divergence dans les conclusions données est de 1,7 % en Guadeloupe, 3,4 % en Guyane et 3,1 % à la Martinique.

Tableau 32 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guyane d'après le prototype de liste de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|--------------|---------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« espèces végétales » | présence | 20,8 % | 2,6 % | 0 % | 0 % | 23,4 % |
| | présence – espèce « absolu » | 9,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 9,1 % |
| | présence – espèce « relatif » | 3,9 % | 2,6 % | 0 % | 0 % | 6,5 % |
| | présence – espèce « relatif » & « absolu » | 7,8 % | 0 % | 0 % | 0 % | 7,8 % |
| | non détectée | 13 % | 32,5 % | 0 % | 6,5 % | 51,9 % |
| | NA | 2,6 % | 1,3 % | 20,8 % | 0 % | 24,7 % |
| Total | | 36,4 % | 36,4 % | 20,8 % | 6,5 % | 100 % (n=77) |

Tableau 33 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à la Martinique d'après le prototype de liste de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« espèces végétales » | présence | 29,3 % | 2,4 % | 0 % | 2,4 % | 34,1 % |
| | présence – espèce « absolu » | 15,4 % | 0 % | 0 % | 1,6 % | 17,1 % |
| | présence – espèce « relatif » | 6,5 % | 1,6 % | 0 % | 0,8 % | 8,9 % |
| | présence – espèce « relatif » & « absolu » | 7,3 % | 0,8 % | 0 % | 0 % | 8,1 % |
| | non détectée | 6,5 % | 35,8 % | 0,8 % | 1,6 % | 44,7 % |
| | NA | 0 % | 2,4 % | 17,9 % | 0,8 % | 21,1 % |
| Total | | 35,8 % | 40,7 % | 18,7 % | 4,9 % | 100 % (n=123) |

Tableau 34 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guadeloupe d'après le prototype de liste de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|--------------|---------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« espèces végétales » | présence | 28,4 % | 1,1 % | 0 % | 4,2 % | 33,7 % |
| | présence - espèce « absolu » | 16,8 % | 0 % | 0 % | 3,2 % | 20 % |
| | présence - espèce « relatif » | 3,2 % | 1,1 % | 0 % | 1,1 % | 5,3 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 8,4 % | 0 % | 0 % | 0 % | 8,4 % |
| | non détectée | 2,1 % | 23,2 % | 0 % | 2,1 % | 27,4 % |
| | NA | 2,1 % | 12,6 % | 23,2 % | 1,1 % | 38,9 % |
| Total | | 32,6 % | 36,8 % | 23,2 % | 7,4 % | 100 % (n=95) |

Tableau 35 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à La Réunion d'après le prototype de liste de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« espèces végétales » | présence | 24,8 % | 7,7 % | 0 % | 0 % | 32,5 % |
| | présence - espèce « absolu » | 19,7 % | 3,4 % | 0 % | 0 % | 23,1 % |
| | présence - espèce « relatif » | 3,4 % | 4,3 % | 0 % | 0 % | 7,7 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 1,7 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,7 % |
| | non détectée | 3,4 % | 54,7 % | 0 % | 1,7 % | 59,8 % |
| | NA | 0 % | 1,7 % | 6 % | 0 % | 7,7 % |
| Total | | 28,2 % | 64,1 % | 6 % | 1,7 % | 100 % (n=117) |

Tableau 36 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après le prototype de liste de référence d'« espèces végétales » et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|--|--|-----------------------|---------------|----------------|---------------|---------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | |
| Prototype de liste de référence d'« espèces végétales » | présence | 27,8 % | 1,9 % | 0 % | 1,9 % | 31,5 % |
| | présence - espèce « absolu » | 24,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 24,1 % |
| | présence - espèce « relatif » | 1,9 % | 1,9 % | 0 % | 1,9 % | 5,6 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 1,9 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,9 % |
| | non détectée | 3,7 % | 51,9 % | 0 % | 13 % | 68,5 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Total | | 31,5 % | 53,7 % | 0 % | 14,8 % | 100 % (n=54) |

V.2.4. Révisions et conclusion d'après le protocole final et les listes de référence finales

V.2.4.1. Révisions opérées

Il importe de souligner la différence entre le prototype de protocole et le protocole final pour conclure sur la présence d'une zone humide d'après les espèces végétales. Durant le test du prototype de protocole, des relevés phytosociologiques ont été réalisés pour disposer des informations les plus exhaustives possibles sur les espèces végétales. A l'issue de ces tests, il apparaît qu'il n'est pas indispensable, et pas toujours faisable, de réaliser un tel relevé pour identifier la présence d'une zone humide d'après les espèces végétales. En effet, il importe surtout de vérifier si la présence des espèces cotées « absolu » est significative à l'échelle d'une communauté végétale, ou alors si les espèces cotées « relatif » sont prépondérantes dans une communauté. Le protocole final a donc été produit en tenant compte de ces considérations. Il est plus simple que le protocole utilisé dans le prototype.

Sur le point de relevé associé à une placette, le protocole final est le suivant :

1. D'abord rechercher la présence d'espèces végétales cotées « absolu » de la liste de référence d'« espèces végétales » finale, sans nécessairement réaliser un relevé phytosociologique²⁹. Si parmi les espèces cotées « absolu », au moins une espèce végétale « absolu » est associée à une classe d'abondance-dominance³⁰ comprise entre 1 et 5, alors une zone humide est présente ;
2. Si la condition 1 sus-citée n'est pas rencontrée, alors il convient de dénombrer toutes les espèces végétales qui ont une abondance-dominance comprise entre 1 et 5 d'une part, puis de distinguer les espèces végétales cotées « relatif » qui ont une abondance-dominance comprise entre 1 et 5 d'autre part. Si au moins la moitié des espèces végétales relevées avec une abondance-dominance comprise entre 1 et 5 sont des espèces végétales cotées « relatif », alors une zone humide est présente ;
3. Si les conditions 1 et 2 sus-citées ne sont pas rencontrées, dans les milieux forestiers de Guyane uniquement (voir Encadré ci-après), si au moins un individu appartient à une espèce « absolu » de la liste de référence d'« espèces végétales » finale de ce territoire, alors une zone humide est présente ;
4. Si les conditions 1, 2 et 3 sus-citées ne sont pas rencontrées, alors la présence d'une zone humide n'est pas détectée d'après la liste de référence d'« espèces végétales ».

²⁹ Réalisation d'un relevé comportant impérativement le nom de l'observateur, la date, la localisation, le rattachement au synsystème, une liste exhaustive de taxons avec leur coefficient d'abondance-dominance (au sens de Delassus, 2015).

³⁰ 5 Nombre d'individus quelconque, recouvrant plus de 75 % de la surface

4 Nombre d'individus quelconque, recouvrant de 50 à 75 % de la surface

3 Nombre d'individus quelconque, recouvrant de 25 à 50 % de la surface

2 Individus abondants ou très abondants, recouvrant de 5 à 25 % de la surface

1 Individus assez abondants, recouvrement inférieur à 5 % de la surface

+ Individus peu abondants, recouvrement inférieur à 5% de la surface

r Individus très peu abondants (2 à 3 individus), recouvrement très faible

i Individu unique, recouvrement très faible (Delassus, 2015).

Encadré 1 : Commentaire sur l'identification des espèces végétales en Guyane à l'issue des échanges entre spécialistes et des tests sur le terrain, et difficultés pour identifier la présence d'une zone humide.

Dans les habitats forestiers de Guyane, mobiliser la liste de référence d'« espèces végétales » avec un protocole similaire à ceux des autres contextes écologiques de Guyane et des autres DROM s'avère particulièrement difficile. En effet, la partie fertile des plantes est très difficilement accessible pour identifier les espèces, en comparaison des habitats ouverts, voire des marges d'habitats forestiers.

Approche générale

Comme ailleurs dans les DROM, pour remédier à cette difficulté pour des non spécialistes en botanique d'un contexte donné, une approche globale avec l'ensemble des listes de référence est préconisée, pour être progressif dans l'application des listes de référence et pas simultanément dans tous les milieux : d'abord l'habitat, puis le sol (voire la nappe dans certains cas) et en dernier recours les espèces végétales.

En Guyane, dans les milieux forestiers à ouverts, les habitats puis les sols permettent de trancher généralement plus facilement quand une zone humide est présente. L'application du protocole relatif aux espèces végétales arrive en dernier recours, quand ni l'habitat, ni le sol, n'ont permis d'identifier la présence d'une zone humide.

Protocole en milieux forestiers guyanais

Pour les milieux forestiers, il faut noter qu'il y a assez peu d'espèces arborées cotées « absolu » ou « relatif » en comparaison des espèces herbacées, des arbustes... Le protocole peut donc constituer assez simplement en la recherche de la présence d'au moins un individu d'une espèce végétale cotée « absolu » pour identifier un relevé en zone humide sur une placette. Le plus souvent, la présence d'une espèce « absolu » est constituée de plusieurs individus ou de la composition de plusieurs espèces cotées « absolu », donc le caractère significatif du terme « présence » n'est pas nécessairement problématique, et ne doit donc pas nécessairement s'accompagner d'un relevé d'informations avec des coefficients d'abondance-dominance ou de surface terrière par espèce, chronophages voire pas réalisables du tout dans des milieux forestiers très complexes, par des écologues généralistes ou par des botanistes spécialisés, même si ces derniers connaissent assez bien à très bien la flore guyanaise.

À la différence de la section précédente, qui conclut à propos de la présence d'une zone humide sur un relevé d'après le prototype de liste de référence d'« espèces végétales », cette section conclut d'après les listes de référence d'« espèces végétales » finales . Pour rappel, le prototype de listes de référence d'« espèces végétales » n'est pas diffusé. **Les listes de référence d'« espèces végétales » finales sont disponibles dans le Fascicule 5, qui fournit la matière finalisée en perspective d'être soumise aux instances locales et nationales pour avis et information, et pour alimenter un arrêté interministériel.** Ces listes de référence d'« espèces végétales » finales ont été élaborées grâce aux retours critiques parvenus après les tests sur le terrain. Ces retours critiques ont fourni la matière pour alimenter les échanges entre spécialistes et effecteur d'éventuelles révisions.

V.2.4.2. Conclusion sur la présence d'une zone humide

Les Tableaux ci-après présentent le nombre de relevés en zone humide d'après **(1)** le protocole final et les listes de référence d'« espèces végétales » finales et **(2)** l'avis des observateurs sur les espèces végétales observées sur le terrain. Les Tableaux présentent des résultats très similaires à ceux obtenus avec le prototype de listes de référence d'« espèces végétales », pour l'ensemble des DROM d'une part, et par DROM d'autres parts (voir section ci-avant). Il est toutefois possible de constater quelques légères variations. Ces variations indiquent quelques révisions mineures réalisées sur le prototype de listes de référence pour parvenir à identifier les espèces cotées « absolu », « relatif » et celles qui ne sont ni l'une ni l'autre dans les listes de référence finales.

Il est toutefois important de souligner une nouvelle fois :

- que les combinaisons de détections de présence d'une zone humide d'une part, et de non détections d'une zone humide d'autre part, d'après les listes de référence d'« espèces végétales » finales, sont particulièrement importantes, et largement majoritaires dans les DROM. Cela souligne la fiabilité globale des listes de référence d'« espèces végétales » finales ;
- que les erreurs de commission, c'est-à-dire de présence d'une zone humide d'après les listes de référence finales sur un relevé, mais de non détection d'après l'observateur sont faibles, même s'ils sont plus importants en Guyane et à La Réunion que dans les autres DROM (sur-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« espèces végétales », ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner, 2016). Sauf exception, l'utilisation des listes de référence d'« espèces végétales » n'aurait donc pas pour effet de détecter la présence d'une zone humide, là où il n'y en a pas d'après l'observateur ;
- que les erreurs d'omission, c'est-à-dire de non détection d'une zone humide d'après les listes de référence finales sur un relevé, mais de présence d'après l'observateur sont faibles (sous-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence d'« espèces végétales », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016). Avec les seules listes de référence d'« espèces végétales » finales, il est donc rare de ne pas détecter des zones humides, là où il y en aurait pourtant.

Concernant, ces commentaires, il est particulièrement important d'observer le résultat final de l'approche alternative avec l'ensemble des listes de référence (voir section II.2.2). Est-ce que le fait d'utiliser l'ensemble des listes de référence finales de manière alternative permet de remédier aux erreurs d'omission encourues en utilisant seulement une d'entre elles, en l'occurrence la liste de référence d'« espèces végétales » finales ?

À noter qu'en Guyane, les révisions sur les cotations des espèces ont été les plus importantes, pour parvenir à la liste de référence finale. C'est donc dans ce DROM que les évolutions sont les plus importantes d'après le prototype de protocole et de listes de référence et d'après ces éléments finalisés. La révision a eu pour effet d'améliorer de manière significative les détections de présence d'une zone humide d'une part, et les non détections d'une zone humide d'autre part, d'après le protocole et les listes de référence finaux et l'avis d'observateur (20,8 % avec le prototype contre 29,9 % avec le résultat final). En revanche, l'effet inverse est observé sur la non détection d'une zone humide d'après le protocole et les listes de référence finaux et l'avis d'observateur (32,5 % avec le prototype contre 26 % avec le résultat final). En ne considérant toujours que les listes de référence d'« espèces végétales » finales, les erreurs de commission seraient particulièrement accrues (2,6 % avec le prototype contre 9,1 % avec le résultat final) en comparaison des erreurs d'omission qui sont considérablement réduites (13 % avec le prototype contre 3,9 % avec le résultat final). **Comme évoqué ci-avant, il convient avec une approche alternative d'étudier ce résultat final, en combinant les avis des observateurs et les listes de référence finales pour évaluer les limites de l'approche qui n'a de sens que considérée dans son ensemble.**

Les espèces cotées « absolu » contribuent à la très grande majorité des identifications en zone humide d'après les listes de référence d'« espèces végétales » finales. À Mayotte, la contribution des espèces cotées « absolu » est la plus forte, avant La Réunion, la Guadeloupe et la Martinique. C'est en Guyane que la contribution des espèces cotées « relatif » est la plus faible avec aucune détection de zones humides d'après les espèces cotées « relatif ». Très peu de détection ont été réalisées uniquement grâce aux espèces cotées « absolu » dans les milieux forestiers (0,09 % des identifications en zone humide).

La principale évolution dans la détection d'une zone humide entre le prototype de listes de référence et les listes de référence d'« espèces végétales » finales réside dans la moindre détection de zones humides d'après les espèces végétales cotées « relatif ».

Tableau 37 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **tous DROM confondus** d'après les listes de référence d'« espèces végétales » finales et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | Doute | |
| Listes de référence d'« espèces végétales » finales | présence | 28,3 % | 5,4 % | 0 % | 2,4 % | 36,1 % |
| | présence - espèce « absolu » | 18,9 % | 2,1 % | 0 % | 1,3 % | 22,3 % |
| | présence - espèce « relatif » | 3,9 % | 2,1 % | 0 % | 1,1 % | 7,5 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 4,7 % | 0 % | 0 % | 0 % | 4,7 % |
| | présence - espèce G4 « forêt » Guyane | 0,4 % | 0,4 % | 0 % | 0 % | 0,9 % |
| | présence - espèce « absolu » & G4 « forêt » Guyane | 0,4 % | 0,2 % | 0 % | 0 % | 0,6 % |
| | non détectée | 3,6 % | 37,3 % | 0,2 % | 3,2 % | 44,4 % |
| | NA | 0,9 % | 3,9 % | 14,4 % | 0,4 % | 19,5 % |
| Total | | 32,8 % | 46,6 % | 14,6 % | 6 % | 100 % (n=466) |

Tableau 38 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guyane d'après la liste de référence d'« espèces végétales » finale et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | Doute | |
| Liste de référence d'« espèces végétales » finale | présence | 29,9 % | 9,1 % | 0 % | 1,3 % | 40,3 % |
| | présence - espèce « absolu » | 24,7 % | 5,2 % | 0 % | 1,3 % | 31,2 % |
| | présence - espèce « relatif » | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | présence - espèce G4 « forêt » Guyane | 2,6 % | 2,6 % | 0 % | 0 % | 5,2 % |
| | présence - espèce « absolu » & G4 « forêt » Guyane | 2,6 % | 1,3 % | 0 % | 0 % | 3,9 % |
| | non détectée | 3,9 % | 26 % | 0 % | 5,2 % | 35,1 % |
| | NA | 2,6 % | 1,3 % | 20,8 % | 0 % | 24,7 % |
| Total | | 36,4 % | 36,4 % | 20,8 % | 6,5 % | 100 % (n=77) |

Tableau 39 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à la Martinique d'après la liste de référence d'« espèces végétales » finale et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | Doute | |
| Liste de référence d'« espèces végétales » finale | présence | 29,3 % | 4,1 % | 0 % | 3,3 % | 36,6 % |
| | présence - espèce « absolu » | 12,2 % | 0,8 % | 0 % | 1,6 % | 14,6 % |
| | présence - espèce « relatif » | 7,3 % | 3,3 % | 0 % | 1,6 % | 12,2 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 9,8 % | 0 % | 0 % | 0 % | 9,8 % |
| | non détectée | 6,5 % | 34,1 % | 0,8 % | 0,8 % | 42,3 % |
| | NA | 0 % | 2,4 % | 17,9 % | 0,8 % | 21,1 % |
| Total | | 35,8 % | 40,7 % | 18,7 % | 4,9 % | 100 % (n=123) |

Tableau 40 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guadeloupe d'après la liste de référence d'« espèces végétales » finale et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | Doute | |
| Liste de référence d'« espèces végétales » finale | présence | 29,5 % | 2,1 % | 0 % | 5,3 % | 36,8 % |
| | présence - espèce « absolu » | 17,9 % | 0 % | 0 % | 3,2 % | 21,1 % |
| | présence - espèce « relatif » | 4,2 % | 2,1 % | 0 % | 2,1 % | 8,4 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 7,4 % | 0 % | 0 % | 0 % | 7,4 % |
| | non détectée | 1,1 % | 22,1 % | 0 % | 1,1 % | 24,2 % |
| | NA | 2,1 % | 12,6 % | 23,2 % | 1,1 % | 38,9 % |
| Total | | 32,6 % | 36,8 % | 23,2 % | 7,4 % | 100 % (n=95) |

Tableau 41 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à La Réunion d'après la liste de référence d'« espèces végétales » finale et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | Doute | |
| Liste de référence d'« espèces végétales » finale | présence | 25,6 % | 8,5 % | 0 % | 0 % | 34,2 % |
| | présence - espèce « absolu » | 20,5 % | 4,3 % | 0 % | 0 % | 24,8 % |
| | présence - espèce « relatif » | 3,4 % | 4,3 % | 0 % | 0 % | 7,7 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 1,7 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,7 % |
| | non détectée | 2,6 % | 53,8 % | 0 % | 1,7 % | 58,1 % |
| | NA | 0 % | 1,7 % | 6 % | 0 % | 7,7 % |
| Total | | 28,2 % | 64,1 % | 6 % | 1,7 % | 100 % (n=117) |

Tableau 42 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après la liste de référence d'« espèces végétales » finale et d'après l'avis des observateurs sur les espèces végétales observée sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--|-----------------------|---------------|----------------|---------------|---------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | Doute | |
| Liste de référence d'« espèces végétales » finale | présence | 27,8 % | 1,9 % | 0 % | 1,9 % | 31,5 % |
| | présence - espèce « absolu » | 24,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 24,1 % |
| | présence - espèce « relatif » | 1,9 % | 1,9 % | 0 % | 1,9 % | 5,6 % |
| | présence - espèce « relatif » & « absolu » | 1,9 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,9 % |
| | non détectée | 3,7 % | 51,9 % | 0 % | 13 % | 68,5 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Total | | 31,5 % | 53,7 % | 0 % | 14,8 % | 100 % (n=54) |

V.3. D'après les listes de référence de sols

V.3.1. Délai pour réaliser les relevés avec le prototype

Parmi les 368 relevés où un relevé sur le sol a été réalisé³¹, la durée moyenne pour réaliser le sondage pédologique et l'interpréter a été de 12,2³² minutes (ES = 0,27). La durée pour réaliser ces relevés est en moyenne de 9,3 minutes (ES = 0,31) pour les relevés qui n'ont pas pu être réalisés à une profondeur de 80 cm (n=162) et cette durée moyenne est de 14,4 minutes (ES = 0,36) pour les relevés réalisés à une profondeur 80 cm (n=206). La relation entre la durée nécessaire pour réaliser un relevé sur le sol et la profondeur du sondage réalisé est illustrée sur la Figure ci-après. Les variations observées entre relevés à des profondeurs similaires ou identiques peuvent surtout résulter de la faisabilité pratique du sondage (par ex. réalisation des prélèvements plus facile dans un sol argileux et humide, que dans un sol caillouteux et sec) ou encore de difficultés d'interprétation des relevés (par ex. doute sur l'identification et l'estimation de l'abondance des traits d'hydromorphie rédoxiques dans un horizon et la profondeur d'apparition des traits).

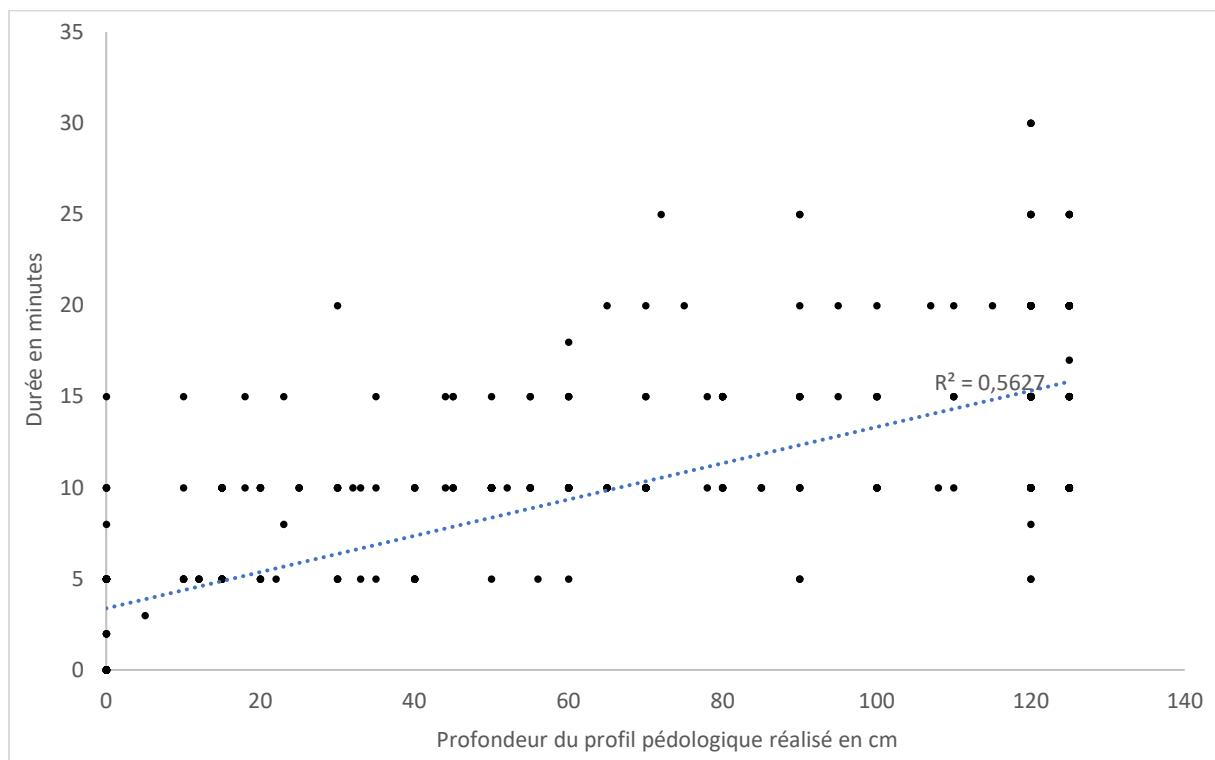


Figure 55 : Durée estimée sur le terrain pour réaliser et interpréter un profil pédologique durant le test de prototype de protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides. Chaque point correspond à un profil pédologique.

V.3.2. Répartition des relevés par grands types de sols

Parmi les 466 relevés réalisés, 98 relevés sur le sol n'étaient pas exploitables ou n'ont pas été réalisés (Figure ci-après). L'essentiel de ces relevés étaient inexploitables (n=89). Ils ont été réalisés durant la période de terrain n°1 à la Martinique et en Guadeloupe, par des observateurs non formés à la pédologie et les relevés comportaient des incohérences ou erreurs flagrantes (par ex. identification

³¹ Sans les « NA ».

³² Les durées sont indiquées ici et ci-après sous forme numérique. Par exemple, 6,2 minutes correspondent à 6 minutes et 12 secondes.

de traits d'hydromorphie rédoxiques et réductiques sur un même échantillon de sol, identification d'horizons histiques sur un horizon qui comporte pourtant une fraction minérale tout à fait significative, confusion entre des colorations ocres du sol avec des traits d'hydromorphie rédoxiques), malgré des premiers supports pédagogiques fournis et des échanges, qui ont rendu les relevés inexploitable pour la liste de référence de « sols » seule (voir section II.1.2). **Cela souligne la nécessité de développer des supports pédagogiques sur mesure et un dispositif de formation, pour permettre à des observateurs débutants de prendre en main les listes de référence.** Les relevés sur le sol qui n'ont pas été réalisés s'expliquent surtout par un ennoisement temporaire au moment où le relevé a été réalisé.

La conclusion sur la présence d'une zone humide avec le prototype de liste de référence de « sols » peut se faire selon la profondeur d'apparition des traits d'hydromorphie, leur prolongement et leur intensification dans un profil pédologique. Pour rappel, les classes GEPPA peuvent être utilisées pour visualiser les grands types de sols hydromorphes associées aux observations des traits d'hydromorphie.

La répartition des classes GEPPA associées aux relevés est indiquée sur la Figure ci-après. Les classes GEPPA IVc, Va, Vb et VI d sont les 4 classes les plus fréquemment observées parmi celles qui seraient en zone humide d'après le prototype de liste de référence de « sols ». La catégorie « Aucune classe GEPPA » contient à la fois des relevés hors zones humides (sol non hydromorphe par ex.) mais elle contient aussi des sols qui ne sont pas propices à la manifestation des traits d'hydromorphie (par ex. quasi-absence de fer, engorgement prolongé sans conditions d'anaérobie) et une mesure sur le toit de la nappe pourrait être mobilisée pour identifier les zones humides si l'une des listes de référence d'« habitats » ou d'« espèces végétales » ne témoigne pas de la présence effective d'une zone humide.

Au total :

- 239 relevés, soit 51,3 % des relevés, ne sont pas identifiés comme étant en zone humide d'après le prototype de liste de référence de « sols » ;
- 123 relevés, soit 26,4 % des relevés, sont identifiés comme étant en zone humide d'après le prototype de liste de référence de « sols » ;
- 6 relevés, soit 1,3 % des relevés, n'ont pas permis de conclure avec les informations récoltées quant à la présence ou non d'une zone humide d'après le prototype de liste de référence de « sols » ;
- 98 relevés, soit 21 % des relevés, n'ont pas pu être exploités (voir explication ci-avant).

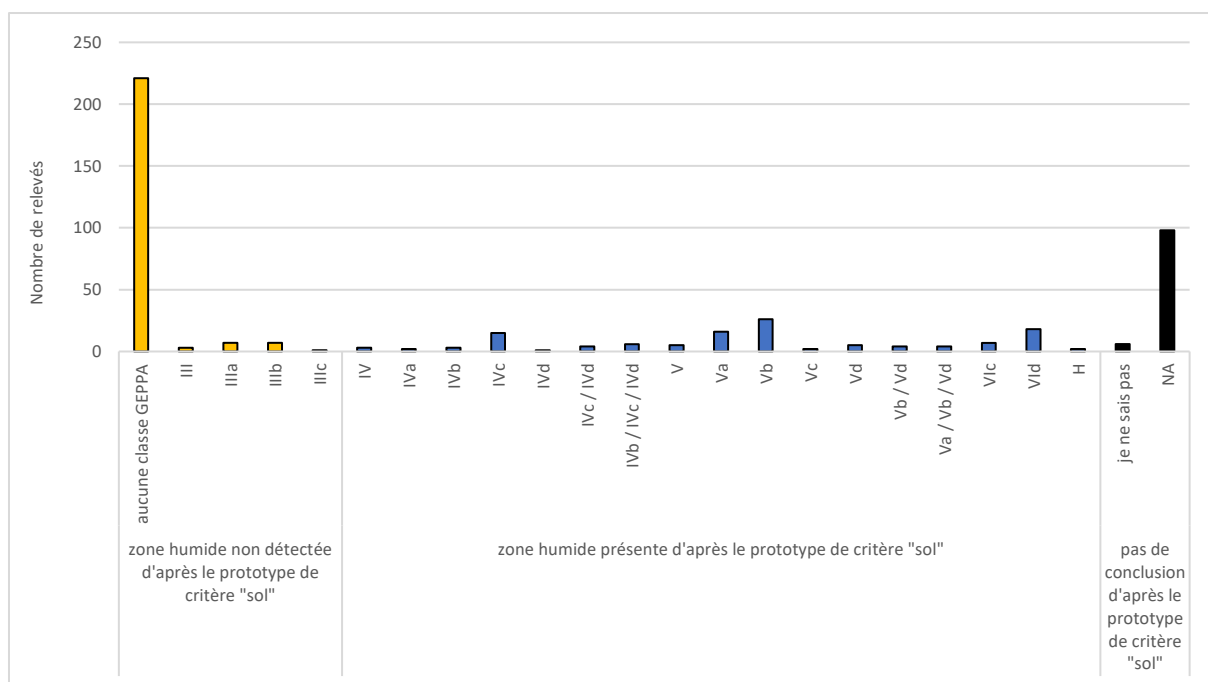


Figure 56 : Nombre de relevés par classe GEPPA. « aucune classe GEPPA » indique que les relevés n'appartiennent à aucune des classes GEPPA suivantes : III, IV, V, VI ou H. « NA » indique que l'information sur le sol n'a pas été acquise (par ex. sol caillouteux ou site ennoyé sans possibilité de réaliser un sondage sur le sol, sondage réalisé par des observateurs non formé à la pédologie avec des relevés inexploitable, relevé inexploitable).

Les Figures ci-après illustrent quelques profils pédologiques sur des sites où des tests ont été réalisés dans divers contextes écologiques.



Figure 57 : Site côtier avec des G3A.1713 Savanes basses herbacées sur sols sableux (podzols) à *Byrsonima verbascifolia* < 30 cm - « Pariacabo, relevé 1.1 » en Guyane.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 125 cm, des traits rédoxiques apparaissent dès 21 cm de profondeur et s'étendent sur 77 cm d'épaisseur. Au-delà de 98 cm de profondeur, un doute apparaît quant au fait que les concrétions rougeâtres, aux contours nets, dans une matrice claire, correspondent à des traits d'hydromorphie « actifs » (non pris en compte dans l'évaluation). Le sol était humide entre 0 et 50 cm de profondeur et saturé entre 50 et 120 cm de profondeur. La classe GEPPA Vb est octroyée au relevé. La présence d'une zone humide est détectée d'après la liste de référence de « sols » seule.



Figure 58 : Site en plateau avec des A46.1 Forêts hygrophiles et méso-hygrophiles primaires (Forêts de pluie) de basse altitude - « Courbarils, relevé 1.1 » à la Martinique.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 120 cm et aucun trait d'hydromorphie n'est identifié sur le profil. Le sol était humide entre 0 et 120 cm de profondeur. Aucune classe GEPPA n'a été octroyée au relevé. Aucune zone humide n'est détectée d'après la liste de référence de « sols » seule.



Figure 59 : Site en source et suintement, et alluvial avec des A24.51 Bancs de vase des cours d'eau, sans végétation - « Bebel, relevé 1.1 » en Guadeloupe.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 120 cm, des traits réductiques apparaissent dès la surface et s'étendent sur 120 cm d'épaisseur. Le sol était noyé sur tout le profil. La classe GEPPA Vid est octroyée au relevé. La présence d'une zone humide est détectée d'après la liste de référence de « sols » seule.



Figure 60 : Site en source et suintement avec des G1.81 Ourlets mésophiles eutrophes - « Carrefour de Soulou, relevé 1.1 » à Mayotte.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 120 cm. Des traits rédoxiques apparaissent dès 10 cm de profondeur et s'étendent sur 110 cm d'épaisseur. Le sol était humide entre 0 et 50 cm de profondeur, puis noyé entre 50 et 120 cm de profondeur. La classe GEPPA Vc est octroyée au relevé. La présence d'une zone humide est détectée d'après la liste de référence de « sols » seule.



Figure 61 : Site estuarien avec un 2.1.5.2 Fourré marécageux à *Thespesia populnea* - « Cocoteraie, relevé 1.2 » à La Réunion.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 125 cm, des traits réductiques n'apparaissent qu'à partir de 100 cm de profondeur et s'étendent sur 25 cm d'épaisseur, bien que le sol soit ennoyé entre 50 et 120 cm de profondeur, ceci en saison sèche ; à noter qu'en saison des pluies, à ce même point, le niveau d'eau est au-dessus du sol. Aucune classe GEPPA n'est octroyée. Le contexte est vraisemblablement propice à un engorgement prolongé voire permanent proche de la surface, mais pas propice à la manifestation de l'hydromorphie sur l'essentiel du profil (par ex. pas de conditions d'anaérobie en raison d'une nappe qui circulerait). Avec un sol particulier, des mesures sur le toit de la nappe sont requises si les espèces végétales et l'habitat n'indiquent pas la présence d'une zone humide. Aucune zone humide n'est détectée d'après la liste de référence de « sols » seule.

V.3.3. Conclusion d'après le prototype

La fiabilité du prototype de liste de référence de « sols » est évaluée en le confrontant à l'avis des observateurs qui ont mobilisé le prototype sur les terrains. L'analyse n'exploite pas les champs renseignés dans le prototype et par point de relevé dédiés à la fiabilité, pour réaliser une étude statistique, même sommaire. En effet, durant la mise en œuvre du prototype, il est apparu, que la fiabilité n'était pas définie de la même manière par les observateurs, et il n'est donc pas possible d'aller plus avant dans l'analyse de cet aspect avec les champs dédiés dans le prototype.

Le Tableau ci-après présente le nombre de relevés en zones humides d'après le prototype de liste de référence de « sols », d'après l'avis des observateurs sur les profils pédologiques observés sur le terrain et il croise les résultats de ces deux identifications :

- **pour 60,7 % des relevés (76,9 % des relevés sans les « NA »), les conclusions à la non détection d'une part, et à la présence d'une zone humide d'autre part, d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sont identiques ;**
- **pour 5,6 % des relevés (7,1 % des relevés sans les « NA »), l'avis des observateurs conclut à la présence d'une zone humide alors que d'après le prototype de liste de référence de « sols », une zone humide n'est pas détectée.** Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype de liste de référence de « sols », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016).
- **pour aucun relevé, l'avis des observateurs conclut à la non détection d'une zone humide alors que d'après le prototype de liste de référence de « sols », une zone humide est détectée.** Il n'y donc pas de sur-détections potentielles du prototype de listes de référence de « sols », ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner (2016).

Pour 7,7 % des relevés (9,8 % des relevés sans les « NA »), il a été possible de conclure sur la présence ou la non détection de zone humide d'après le prototype de liste de référence de « sols », mais sans que les observateurs parviennent à conclure d'après leurs propres analyses (« doute »), signifiant le besoin pour l'observateur d'une information complémentaire pour conclure (par ex. mesures de la profondeur du toit de la nappe au-dessus d'une certaine profondeur sur un sol particulier).

Pour 4,7 % des relevés (6 % des relevés sans les « NA »), des doutes persistent avec le prototype de liste de référence de « sols » sur la détection de zones humides (« doute »), signifiant là aussi le besoin pour les observateurs d'une information complémentaire pour conclure avec des listes de référence requis en complément du sol (par ex. mesures de la profondeur du toit de la nappe au-dessus d'une certaine profondeur sur un sol particulier).

Pour 0,2 % des relevés (0,3 % des relevés sans les « NA »), il a été possible de conclure à la non détection de zone humide d'après le prototype de liste de référence de « sols », mais sans que les observateurs parviennent à conclure d'après leurs propres analyses (« je ne sais pas »).

Enfin, les conclusions « NA » d'après le prototype (21 %), correspondent aux relevés, sans profil pédologique exploitable réalisé sur le terrain, souvent parce que les observations réalisées sur le terrain étaient aberrantes (par ex. protocole non mis en œuvre avec rigueur par des agents insuffisamment formés → horizons réductiques et rédoxiques renseignés comme se superposant dans un profil alors que cela est impossible avec les listes de référence établis). Cela concerne en particulier

des relevés réalisés durant la période de terrain numéro 1 à la Martinique et de la Guadeloupe. Cela pouvait aussi être dû par ex. à l'enneigement d'un site, qui n'a pas permis de réaliser un profil pédologique durant la visite sur le terrain.

Tableau 43 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **tous DROM confondus** d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|--|--------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|------|------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Prototype de listes de référence de « sols » | présence | 25,5 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 25,5 % |
| | non détectée | 5,6 % | 35,2 % | 0,2 % | 7,7 % | 0 % | 48,7 % |
| | doute | 2,1 % | 0 % | 0 % | 2,6 % | 0 % | 4,7 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 21 % | 21 % |
| Total | | 33,3 % | 35,2 % | 0,2 % | 10,3 % | 21 % | 100 % (n=466) |

L'analyse détaillée des Tableaux suivants par DROM, peut être réalisée avec la même démarche que celle du tableau précédent. Globalement, il en ressort les principaux éléments suivants :

- **pour 47,4 % des relevés en Guadeloupe, 53,7 % des relevés à la Martinique, 61,5 % des relevés à La Réunion, 74 % des relevés en Guyane et 79,6 % des relevés à Mayotte**, les conclusions sur la non détection d'une zone humide d'une part, et la présence d'une zone humide d'autre part, d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sont identiques. Sans tenir compte des NA en Guadeloupe et à la Martinique, où ils sont particulièrement importants, les taux cumulés de non détection et de présence d'une zone humide sont de 81,8 % en Guadeloupe et 89,2 % en Martinique ;
- **pour 1,1 % des relevés en Guadeloupe, 1,6 % des relevés à la Martinique, 8,5 % des relevés à La Réunion, 9,3 % des relevés à Mayotte et 10,4 % des relevés en Guyane**, l'avis des observateurs conclut à la présence d'une zone humide alors que d'après le prototype de liste de référence de « sols », une zone humide n'est pas détectée. Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype d'après la liste de référence de « sols », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016). Sans tenir compte des NA en Guadeloupe et à la Martinique, où ils sont particulièrement importants, ce taux de divergence dans les conclusions données est de 1,8 % en Guadeloupe et 2,7 % à la Martinique ;

- les observateurs n'ont jamais conclu « non détection » d'une zone humide alors que le prototype des listes de référence de « sols » aurait, lui, conclu qu'une zone humide est présente.

Tableau 44 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guyane d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---|--------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|-------|-----------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Prototype de liste de référence de « sols » | présence | 33,8 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 33,8 % |
| | non détectée | 10,4 % | 40,3 % | 0 % | 5,2 % | 0 % | 55,8 % |
| | doute | 1,3 % | 0 % | 0 % | 3,9 % | 0 % | 5,2 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 5,2 % | 5,2 % |
| Total | | 45,5 % | 40,3 % | 0 % | 9,1 % | 5,2 % | 100 % (n=77) |

Tableau 45 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à la Martinique d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---|--------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------|---------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Prototype de liste de référence de « sols » | présence | 27,6 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 27,6 % |
| | non détectée | 1,6 % | 26 % | 0 % | 4,1 % | 0 % | 31,7 % |
| | doute | 0 % | 0 % | 0 % | 0,8 % | 0 % | 0,8 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 39,8 % | 39,8 % |
| Total | | 29,3 % | 26 % | 0 % | 4,9 % | 39,8 % | 100 % (n=123) |

Tableau 46 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guadeloupe d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---|--------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Prototype de liste de référence de « sols » | présence | 21,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 21,1 % |
| | non détectée | 1,1 % | 26,3 % | 0 % | 7,4 % | 0 % | 34,7 % |
| | doute | 1,1 % | 0 % | 0 % | 1,1 % | 0 % | 2,1 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 42,1 % | 42,1 % |
| Total | | 23,2 % | 26,3 % | 0 % | 8,4 % | 42,1 % | 100 % (n=95) |

Tableau 47 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **La Réunion** d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---|--------------|-----------------------|---------------|----------------|---------------|--------------|----------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Prototype de liste de référence de « sols » | présence | 17,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 17,1 % |
| | non détectée | 8,5 % | 44,4 % | 0,9 % | 15,4 % | 0 % | 69,2 % |
| | doute | 6,8 % | 0 % | 0 % | 3,4 % | 0 % | 10,3 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 3,4 % | 3,4 % |
| Total | | 32,5 % | 44,4 % | 0,9 % | 18,8 % | 3,4 % | 100 % (n=117) |

Tableau 48 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après le prototype de liste de référence de « sols » et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---|--------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|---------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Prototype de liste de référence de « sols » | présence | 35,2 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 35,2 % |
| | non détectée | 9,3 % | 44,4 % | 0 % | 3,7 % | 0 % | 57,4 % |
| | doute | 0 % | 0 % | 0 % | 5,6 % | 0 % | 5,6 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,9 % | 1,9 % |
| Total | | 44,4 % | 44,4 % | 0 % | 9,3 % | 1,9 % | 100 % (n=54) |

V.3.4. Révisions et conclusion d'après le protocole final et les listes de référence finales

V.3.4.1. Révisions opérées

À la différence de la section précédente, qui conclut à propos de la présence d'une zone humide sur un relevé d'après le prototype de liste de référence de « sols », cette section conclut d'après les listes de référence de « sols » finales. **Les listes de référence de « sols » finales sont disponibles dans le Fascicule 5, qui fournit la matière finalisée en perspective d'être soumise aux instances locales et nationales pour avis et information, et pour alimenter un arrêté interministériel.** Ces listes de référence finales ont été élaborées grâce aux retours critiques parvenus après les tests sur le terrain. Ces retours critiques ont fourni la matière pour alimenter les échanges entre spécialistes et effectuer d'éventuelles révisions.

Le prototype de protocole pour identifier si le sol observé appartient au prototype de liste de référence de « sols » (section II.1.2) et le protocole final mis en œuvre pour identifier si l'espèce végétale observée appartient à la liste de référence d'« espèces végétales » sont peu différents. Les retours critiques du terrain ont surtout justifié de préciser les sols et les contextes particuliers, où la liste de référence de « sols » n'est pas pertinente (sol non propice à l'observation des traits d'hydromorphie) et où il est nécessaire de recourir une mesure sur le toit de la nappe.

Il est possible de visualiser quelques contextes et sols particuliers par DROM sur les Figures ci-après, et de comprendre qu'une variété de contextes et sols particuliers existent dans les DROM.



Figure 62 : Site en source et suintement avec des G46.422 Forêts basses sur sables blancs - « Angoulême, relevé 1.1 » en Guyane. Relevé réalisé sur un versant adjacent à un cours d'eau.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 125 cm, sans trait d'hydromorphie observé. Aucune classe GEPPA n'est octroyée au relevé. Sol humide entre 0 et 20 cm de profondeur, saturé jusqu'à 50 cm et ennoyé sur le reste du profil. Zone humide non détectée d'après la seule liste de référence de « sols ».

Sol particulier : surtout sableux (circulation rapide de la nappe, faible condition d'anaérobie, faible quantité de fer... présumées). Observations sur le toit de la nappe requises si les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » n'indiquent pas la présence d'une zone humide.



Figure 63 : Site alluvial avec des A4A.1 Forêts galeries - « Rhumerie, relevé 2.1 » à la Martinique.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 120 cm, des traits rédoxiques apparaissent dès 50 cm de profondeur et s'étendent sur 70 cm d'épaisseur. Sol humide sur tout le profil. Classe GEPPA IIIb octroyée. Zone humide non détectée d'après la seule liste de référence de « sols ».

Sol particulier : fluviosol présumé, secteur à Alluvions continentales d'après Colmet-Daage (1969). Circulation rapide de la nappe, faible condition d'anaérobie, faible quantité de fer... présumées, non favorables à des traits d'hydromorphie proches de la surface. Observations sur le toit de la nappe requises si les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » n'indiquent pas la présence d'une zone humide.



Figure 64 : Site en plateau, A81.22 Prairies hygrophiles - « Cocoyer, relevé 2.1 » en Guadeloupe.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 120 cm, sans trait d'hydromorphie observé. Sol humide sur tout le profil. Aucune classe GEPPA n'est octroyée au relevé. Zone humide non détectée d'après la seule liste de référence de « sols ».

Sol particulier : vertisol présumé, secteur à Vertisol d'après Sierra et Desfontaines (2018). Processus biogéochimiques avec le fer compromettant l'oxydo-réduction. Observations sur le toit de la nappe requises si les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » n'indiquent pas la présence d'une zone humide.



Figure 65 : Site en plateau, 2.2.1.7 Prairie marécageuse à *Juncus effusus* - « Savane cimetière, relevé 1.1 » à La Réunion.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 125 cm, sans trait d'hydromorphie observé. Coloration rouille uniforme dès 25 cm de profondeur sur 95 cm d'épaisseur. Sol humide entre 0 et 50 cm et saturé jusqu'à 120 cm. Aucune classe GEPPA n'est octroyée. Zone humide non détectée d'après la seule liste de référence de « sols ».

Contexte particulier : coloration rouille uniforme issue des minéraux du matériau parental (minéraux ferriques) perdurant avec ou sans engorgement. Si des traits rédoxiques sont présents, ils se confondent avec les oxydes fer et sont indistincts. Observations sur le toit de la nappe requises si les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » n'indiquent pas la présence d'une zone humide.



Figure 66 : Site alluvial, F4.21.2 Ripisylve du cours inférieur des rivières permanentes à *Barringtonia racemosa* - « Retenue de Combani, relevé 1.1 » à Mayotte.

Le haut du profil pédologique (surface du sol) est à gauche de la photo. La profondeur du profil pédologique est de 120 cm, sans trait d'hydromorphie observé. Sol frais entre 0 et 50 cm et humide jusqu'à 120 cm. Aucune classe GEPPA n'est octroyée. Zone humide non détectée d'après la seule liste de référence de « sols ».

Sol particulier : fluviosol présumé. Circulation rapide de la nappe, faible condition d'anaérobie, faible quantité de fer... présumées, non favorables à des traits d'hydromorphie proches de la surface. Observations sur le toit de la nappe requises si les listes de référence d'« habitats » et d'« espèces végétales » n'indiquent pas la présence d'une zone humide.

V.3.4.2. Conclusion sur la présence d'une zone humide

Les Tableaux ci-après présentent le nombre de relevés en zone humide d'après **(1)** la liste de référence de « sols » finale selon les traits d'hydromorphie et **(2)** l'avis des observateurs sur les espèces végétales observées sur le terrain. Les Tableaux présentent des résultats très similaires à ceux obtenus avec le prototype de liste de référence de « sols », pour l'ensemble des DROM d'une part, et par DROM d'autres parts (voir section ci-avant).

Il est toutefois possible de constater une différence principale. À la suite des tests sur le terrain, des révisions sont survenues pour compléter les sols et les contextes particuliers (sols et contextes pas propices à la manifestation ou à l'observation des traits d'hydromorphie), qui n'étaient pris en compte de manière suffisamment exhaustive dans le prototype de liste de référence. D'après la liste de référence de « sols » finale, cela concerne à présent une proportion tout à fait significative des relevés tous DROM confondus (15,2 %). Parmi ces relevés dans des contextes et sur des sols particuliers, pour 6,2 % des relevés, la présence d'une zone humide est parue évidente pour l'observateur (par ex. présence d'une nappe affleurante à la surface du sol, saturation prégnante du sol dès la surface mais sans trait d'hydromorphie dans le profil). Pour 0,6 % des relevés, une zone humide n'a pas été détectée d'après l'avis de l'observateur (par ex. sol sec en profondeur dans un contexte alluvial et sans trait d'hydromorphie dans le profil). Pour 0,2 % des relevés, l'observateur n'a pas su se prononcer (« je ne sais pas »). Pour 8,2 % des relevés, l'observateur a la plus souvent présumé qu'une zone humide était présente, mais sans assurance pour l'affirmer (par ex. sol ennoyé à moins de 80 cm de profondeur, mais sans trait d'hydromorphie dans le profil et avec un sol humide dans les 50 premiers centimètres depuis la surface).

Tableau 49 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **tous DROM confondus** d'après les listes de référence de « sols » finales et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|------|------------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Listes de référence de « sols » finales | présence | 25,5 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 25,5 % |
| | non détectée | 0,6 % | 34,5 % | 0 % | 1,3 % | 0 % | 36,5 % |
| | contextes et sols particuliers | 6,2 % | 0,6 % | 0,2 % | 8,2 % | 0 % | 15,2 % |
| | doute | 0,9 % | 0 % | 0 % | 0,9 % | 0 % | 1,7 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 21 % | 21 % |
| Total | | 33,3 % | 35,2 % | 0,2 % | 10,3 % | 21 % | 100 % (n=466) |

Tableau 50 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guyane d'après la liste de référence de « sols » finale et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|-------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Liste de référence de « sols » finale | présence | 33,8 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 33,8 % |
| | non détectée | 2,6 % | 40,3 % | 0 % | 0 % | 0 % | 42,9 % |
| | contextes et sols particuliers | 7,8 % | 0 % | 0 % | 5,2 % | 0 % | 13 % |
| | doute | 1,3 % | 0 % | 0 % | 3,9 % | 0 % | 5,2 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 5,2 % | 5,2 % |
| Total | | 45,5 % | 40,3 % | 0 % | 9,1 % | 5,2 % | 100 % (n=77) |

Tableau 51 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à la Martinique d'après la liste de référence de « sols » finale et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------|---------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Liste de référence de « sols » finale | présence | 27,6 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 27,6 % |
| | non détectée | 0 % | 24,4 % | 0 % | 1,6 % | 0 % | 26 % |
| | contextes et sols particuliers | 1,6 % | 1,6 % | 0 % | 3,3 % | 0 % | 6,5 % |
| | doute | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 39,8 % | 39,8 % |
| Total | | 29,3 % | 26 % | 0 % | 4,9 % | 39,8 % | 100 % (n=123) |

Tableau 52 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **en Guadeloupe** d'après la liste de référence de « sols » finale et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|--------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Liste de référence de « sols » finale | présence | 21,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 21,1 % |
| | non détectée | 0 % | 26,3 % | 0 % | 0 % | 0 % | 26,3 % |
| | contextes et sols particuliers | 2,1 % | 0 % | 0 % | 8,4 % | 0 % | 10,5 % |
| | doute | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 42,1 % | 42,1 % |
| Total | | 23,2 % | 26,3 % | 0 % | 8,4 % | 42,1 % | 100 % (n=95) |

Tableau 53 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à La Réunion d'après la liste de référence de « sols » finale et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|--------|-------|---------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Liste de référence de « sols » finale | présence | 17,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 17,1 % |
| | non détectée | 0,9 % | 44,4 % | 0 % | 3,4 % | 0 % | 48,7 % |
| | contextes et sols particuliers | 12 % | 0 % | 0,9 % | 14,5 % | 0 % | 27,4 % |
| | doute | 2,6 % | 0 % | 0 % | 0,9 % | 0 % | 3,4 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 3,4 % | 3,4 % |
| Total | | 32,5 % | 44,4 % | 0,9 % | 18,8 % | 3,4 % | 100 % (n=117) |

Tableau 54 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après la liste de référence de « sols » finale et d'après l'avis des observateurs sur le profil pédologique observé sur le terrain.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--------------|----------------|-------|-------|--------------|
| | | présence | non détectée | je ne sais pas | doute | NA | |
| Liste de référence de « sols » finale | présence | 35,2 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 35,2 % |
| | non détectée | 0 % | 42,6 % | 0 % | 0 % | 0 % | 42,6 % |
| | contextes et sols particuliers | 9,3 % | 1,9 % | 0 % | 9,3 % | 0 % | 20,4 % |
| | doute | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| | NA | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,9 % | 1,9 % |
| Total | | 44,4 % | 44,4 % | 9,3 % | 1,9 % | 0 % | 100 % (n=54) |

V.3.5. Remarque sur la profondeur du toit de la nappe comme élément de la liste de référence de « sols » dans les contextes et les sols particuliers

Comme expliqué ci-avant, recourir à une mesure de la profondeur du toit de la nappe dans les sols et contextes particuliers n'a pas fait l'objet de tests ou mesures particulières, durant les tests de prototypes. En effet, cette mesure est déjà objective et fiable, puisqu'il s'agit de réaliser une mesure directe, alors que les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » sont toutes des mesures indirectes, qui doivent traduire les conditions d'engorgement du sol pour démontrer la présence d'une zone humide.

VI. Absence et présence d'une zone humide avec l'approche alternative des listes de référence

VI.1. Analyse comparative des conclusions avec l'approche alternative et l'avis des observateurs

Rappel préalable à l'interprétation avec une approche alternative des listes de référence : avec l'approche alternative, la présence d'une zone humide doit être démontrée par au moins une liste de référence pour qu'il soit conclu qu'une zone humide est « présente » sur un point de relevé. Après avoir démontré qu'aucune liste de référence à mobiliser ne démontre la « présence » de zones humides, il est possible de conclure à l'« absence » de zone humide.

Pour rappel, les articles L211-1 et le R211-108 du Code de l'environnement précisent que 1/ la morphologie des sols liée à la présence prolongée d'eau d'origine naturelle et 2/ la présence éventuelle de plantes hygrophiles, sont les deux critères à utiliser de manière alternative pour identifier et délimiter une zone humide (applicable sur l'ensemble du territoire national).

VI.1.1. Prototype de listes de référence

Le Tableau ci-après présente le nombre de relevés en zone humide avec une approche alternative d'après le prototype de listes de référence (« habitats », « espèces végétales » et « sols ») et avec une approche alternative d'après l'avis des observateurs. Il croise les résultats de ces deux identifications :

- pour 67 % des relevés (86 % des relevés sans les « NA » et « je ne sais pas »), les conclusions à la présence d'une zone humide d'une part, et à l'absence d'une zone humide d'autre part, d'après l'approche alternative sur le prototype de listes de référence et d'après l'avis des observateurs sont identiques ;
- pour 3,2 % des relevés (4,1 % des relevés sans les « NA » et « je ne sais pas »), l'avis des observateurs conclut à la présence d'une zone humide alors que d'après l'approche alternative sur le prototype de listes de référence une zone humide est absente. Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence, ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016).
- pour 0,9 % des relevés (1,1 % des relevés sans les « NA » et « je ne sais pas »), l'avis des observateurs conclut à l'absence d'une zone humide alors que d'après l'approche alternative sur le prototype de listes de référence une zone humide est présente. Il s'agit donc de sur-détections potentielles du prototype d'après les listes de référence, ou d'erreurs de type II - commission d'après Tiner (2016).

Pour 7,9 % des relevés (6,3 % des relevés sans les « NA » et « je ne sais pas »), il a été possible de conclure à la présence ou l'absence d'une zone humide d'après l'approche alternative avec le

prototype de listes de référence, mais sans que les observateurs parviennent à conclure d'après leurs propres analyses sur au moins une liste de référence (« doute », « NA » ou « je ne sais pas »), signifiant le besoin pour l'observateur d'acquérir une information complémentaire (par ex. information sur le sol non relevée), les limites de capacités des observateurs pour identifier la présence d'une zone humide (par ex. pas en capacité d'apporter un avis d'après l'habitat et/ou les espèces végétales, le sol) ou des doutes sur les informations collectées (par ex. besoin d'une mesure sur la profondeur du toit de la nappe) pour conclure.

Pour 6,2 % des relevés (1,1 % des relevés sans les « NA » et « je ne sais pas »), il a été possible de conclure à la présence ou à l'absence d'une zone humide d'après l'avis de l'observateur, mais sans qu'il soit possible de conclure d'après l'utilisation d'au moins une liste de référence (« doute », « NA » ou « je ne sais pas »), signifiant que l'observateur a été en mesure de conclure d'après une analyse en propre, mais sans que les mesures réalisées sur les listes de référence ne le permettent (par ex. l'observateur a vu un sol engorgé proche de la surface, mais les traits d'hydromorphie n'étaient pas présents pour conclure quant à la présence d'une zone humide d'après la liste de référence de « sols »).

Pour 14,8 % des relevés (1,4 % des relevés sans les « NA » et « je ne sais pas »), il n'a pas été possible de conclure à la présence ou à l'absence d'une zone humide ni d'après l'approche alternative sur le prototype de listes de référence, ni d'après l'avis de l'observateur.

Tableau 55 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés en zone humide **tous DROM confondus** d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des prototypes de listes de référence et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur la liste de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | | | | Total |
|---|------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|--------------------------|--------------|--------------|----------------------|
| | | Présence | Absence | Sol NA | Habitat jnsp | Esp. vég. jnsp | Habitat & Esp. vég. jnsp | Sol jnsp | Doute | |
| Approche alternative - prototype de listes de référence | Présence | 47,9 % | 0,9 % | 1,9 % | 0,2 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0,9 % | 51,7 % |
| | Absence | 3,2 % | 19,1 % | 0 % | 0,6 % | 0 % | 0 % | 0,2 % | 4,1 % | 27,3 % |
| | Habitat & Sol NA | 0 % | 0 % | 0,9 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0,9 % |
| | Esp. vég. NA | 1,3 % | 3,2 % | 0 % | 0 % | 6 % | 0,6 % | 0 % | 0,2 % | 11,4 % |
| | Sol NA | 0,9 % | 0 % | 6 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 6,9 % |
| | Doute | 0,9 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,1 % | 1,9 % |
| Total | | 54,1 % | 23,2 % | 8,8 % | 0,9 % | 6 % | 0,6 % | 0,2 % | 6,2 % | 100 % (n=466) |

L'analyse détaillée des Tableaux suivants par DROM, peut être réalisée avec la même démarche que celle du tableau précédent. Globalement, il en ressort les principaux éléments suivants :

- **pour 51,6 % des relevés en Guadeloupe, 67,5 % des relevés à La Réunion, 67,5 % des relevés à la Martinique, 72,7 % des relevés en Guyane et 83,3 % des relevés à Mayotte**, les conclusions à la présence d'une zone humide d'une part, et à l'absence d'une zone humide d'autre part, d'après l'approche alternative sur le prototype de listes de référence et d'après l'avis des observateurs sont identiques. Sans tenir compte des NA et « je ne sais pas », les taux cumulés de non détection et de présence d'une zone humide sont de 82,4 % en Guyane, 74,5 % à La Réunion, 83,3 % à Mayotte, 96,1 % en Guadeloupe, 98,8 % à la Martinique ;
- **pour 0,8 % des relevés à la Martinique, 6 % des relevés à La Réunion, 1,1 % des relevés en Guadeloupe, 3,7 % des relevés à Mayotte et 5,2 % des relevés en Guyane, l'avis des observateurs conclut à la présence d'une zone humide alors que d'après l'approche alternative sur le prototype de listes de référence une zone humide est absente**. Il s'agit donc de sous-détections potentielles du prototype d'après la liste de référence de « sols », ou d'erreurs de type I - omission d'après Tiner (2016). Sans tenir compte des NA et « je ne sais pas », ce taux de divergence dans les conclusions données est de 1,2 % à la Martinique, 6,6 % des relevés à La Réunion, 2 % en Guadeloupe, 3,7 % des relevés à Mayotte, 5,9 % en Guyane ;
- **pour 1,3 % des relevés en Guyane, 2,6 % des relevés à La Réunion, 0 % de relevé à la Martinique, en Guadeloupe et à Mayotte, l'avis des observateurs conclut à l'absence d'une zone humide alors que d'après l'approche alternative sur le prototype de listes de référence une zone humide est présente**.

Tableau 56 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés en zone humide en Guyane d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des prototypes de listes de référence et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur la liste de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|--------------|-----------------------|---------|----------------|-------|--------------|
| | | Présence | Absence | Esp. vég. jnsp | Doute | |
| Approche alternative - prototype de listes de référence | Présence | 49,4 % | 1,3 % | 0 % | 1,3 % | 51,9 % |
| | Absence | 5,2 % | 23,4 % | 0 % | 5,2 % | 33,8 % |
| | Esp. vég. NA | 1,3 % | 1,3 % | 9,1 % | 0 % | 11,7 % |
| | Doute | 0 % | 0 % | 0 % | 2,6 % | 2,6 % |
| Total | | 55,8 % | 26 % | 9,1 % | 9,1 % | 100 % (n=77) |

Tableau 57 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à la Martinique d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des prototypes de listes de référence et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur la liste de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|---|------------------|-----------------------|---------|--------|--------------|----------------|---------------|
| | | Présence | Absence | Sol NA | Habitat jnsp | Esp. vég. jnsp | |
| Approche alternative - prototype de listes de référence | Présence | 52,8 % | 0 % | 2,4 % | 0,8 % | 0 % | 56,1 % |
| | Absence | 0,8 % | 14,6 % | 0 % | 0,8 % | 0 % | 16,3 % |
| | Habitat & sol NA | 0 % | 0 % | 2,4 % | 0 % | 0 % | 2,4 % |
| | Esp. vég. NA | 0 % | 0,8 % | 0 % | 0 % | 10,6 % | 11,4 % |
| | Sol NA | 2,4 % | 0 % | 11,4 % | 0 % | 0 % | 13,8 % |
| Total | | 56,1 % | 15,4 % | 16,3 % | 1,6 % | 10,6 % | 100 % (n=123) |

Tableau 58 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide en Guadeloupe d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des prototypes de listes de référence du prototype et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur la liste de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | | Total |
|---|------------------|-----------------------|---------|--------|----------------|--------------------------|-------|--------------|
| | | Présence | Absence | Sol NA | Esp. vég. jnsp | Habitat & Esp. vég. jnsp | Doute | |
| Approche alternative - prototype de listes de référence | Présence | 47,4 % | 0 % | 6,3 % | 0 % | 0 % | 0 % | 53,7 % |
| | Absence | 1,1 % | 4,2 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,1 % | 6,3 % |
| | Habitat & sol NA | 0 % | 0 % | 1,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,1 % |
| | Esp. vég. NA | 1,1 % | 11,6 % | 0 % | 6,3 % | 3,2 % | 1,1 % | 23,2 % |
| | Sol NA | 1,1 % | 0 % | 14,7 % | 0 % | 0 % | 0 % | 15,8 % |
| Total | | 50,5 % | 15,8 % | 22,1 % | 6,3 % | 3,2 % | 2,1 % | 100 % (n=95) |

Tableau 59 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à La Réunion d'après l'approche « alternative » des prototypes de listes de listes de référence du prototype et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur la liste de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | | Total |
|---|--------------|-----------------------|---------|--------------|----------------|----------|-------|---------------|
| | | Présence | Absence | Habitat jnsp | Esp. vég. jnsp | Sol jnsp | Doute | |
| Approche alternative - prototype de listes de référence | Présence | 41,9 % | 2,6 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0,9 % | 45,3 % |
| | Absence | 6 % | 25,6 % | 1,7 % | 0 % | 0,9 % | 8,5 % | 42,7 % |
| | Esp. vég. NA | 3,4 % | 1,7 % | 0 % | 1,7 % | 0 % | 0 % | 6,8 % |
| | Doute | 2,6 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 2,6 % | 5,1 % |
| Total | | 53,8 % | 29,9 % | 1,7 % | 1,7 % | 0,9 % | 12 % | 100 % (n=117) |

Tableau 60 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des prototypes de listes de référence du prototype et d'après l'avis d'observateurs.

| | | Avis des observateurs | | | Total |
|---|----------|-----------------------|---------|--------|-----------------|
| | | Présence | Absence | Doute | |
| Approche alternative - prototype de listes de référence | Présence | 48,1 % | 0 % | 3,7 % | 51,9 % |
| | Absence | 3,7 % | 35,2 % | 7,4 % | 46,3 % |
| | Doute | 1,9 % | 0 % | 0 % | 1,9 % |
| Total | | 53,7 % | 35,2 % | 11,1 % | 100 % (n=54) |

VI.1.2. Listes de référence finales

Les Tableaux ci-après présentent le nombre de relevés en zone humide d'après l'approche alternative avec **(1)** les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » finales et **(2)** l'avis d'observateurs sur le terrain. Les Tableaux présentent des résultats très similaires à ceux obtenus avec l'approche alternative sur le prototype de listes de référence, pour l'ensemble des DROM d'une part, et par DROM d'autres parts (voir section ci-avant).

Des révisions ont été opérées sur les listes de référence qui ont amélioré la similarité des conclusions d'après les listes de référence et d'après l'avis d'observateurs. Cependant, on constate sur l'ensemble de ces Tableaux, que ces révisions n'améliorent pas de manière significative les résultats obtenus en prenant en compte les différentes listes (approche alternative). **Il est donc possible d'en conclure que, si les révisions apportées aux listes permettent d'accroître la robustesse de chacune, elles n'améliorent pas sensiblement les résultats de l'approche alternative sur l'échantillon de relevés, qui est donc suffisamment robuste de par la combinaison des conclusions des listes de référence.**

Tableau 61 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés en zone humide **tous DROM confondus** d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des listes de référence finales et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur les listes de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | | | | Total |
|--|------------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|----------------|--------------------------|--------------|--------------|----------------------|
| | | Présence | Absence | Sol NA | Habitat jnsp | Esp. vég. jnsp | Habitat & Esp. vég. jnsp | Sol jnsp | Doute | |
| Approche alternative - listes de référence finales | Présence | 48,9 % | 1,7 % | 2,4 % | 0,2 % | 0 % | 0 % | 0,2 % | 1,1 % | 54,5 % |
| | Absence | 1,3 % | 18,5 % | 0 % | 0,4 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,7 % | 21,9 % |
| | Habitat & Sol NA | 0 % | 0 % | 0,9 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0,9 % |
| | Esp. vég. NA | 0,4 % | 3 % | 0 % | 0 % | 6 % | 0,6 % | 0 % | 0,2 % | 10,3 % |
| | Sol NA | 0,6 % | 0 % | 5,6 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 6,2 % |
| | Doute | 2,8 % | 0 % | 0 % | 0,2 % | 0 % | 0 % | 0 % | 3,2 % | 6,2 % |
| Total | | 54,1 % | 23,2 % | 8,8 % | 0,9 % | 6 % | 0,6 % | 0,2 % | 6,2 % | 100 % (n=466) |

Tableau 62 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés en zone humide **en Guyane** d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des listes de référence finales et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur les listes de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | Total |
|---|---------------------|-----------------------|-------------|----------------|--------------|---------------------|
| | | Présence | Absence | Esp. vég. jnsp | Doute | |
| Approche alternative - listes de référence finales | Présence | 49,4 % | 3,9 % | 0 % | 1,3 % | 54,5 % |
| | Absence | 1,3 % | 20,8 % | 0 % | 1,3 % | 23,4 % |
| | Esp. vég. NA | 1,3 % | 1,3 % | 9,1 % | 0 % | 11,7 % |
| | Doute | 3,9 % | 0 % | 0 % | 6,5 % | 10,4 % |
| Total | | 55,8 % | 26 % | 9,1 % | 9,1 % | 100 % (n=77) |

Tableau 63 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à la Martinique d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des listes de référence finales et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur les listes de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | Total |
|--|------------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|----------------|----------------------|
| | | Présence | Absence | Sol NA | Habitat jnsp | Esp. vég. jnsp | |
| Approche alternative - listes de référence finales | Présence | 52,8 % | 0,8 % | 4,1 % | 0,8 % | 0 % | 58,5 % |
| | Absence | 0,8 % | 13,8 % | 0 % | 0,8 % | 0 % | 15,4 % |
| | Habitat & sol NA | 0 % | 0 % | 2,4 % | 0 % | 0 % | 2,4 % |
| | Esp. vég. NA | 0 % | 0,8 % | 0 % | 0 % | 10,6 % | 11,4 % |
| | Sol NA | 2,4 % | 0 % | 9,8 % | 0 % | 0 % | 12,2 % |
| Total | | 56,1 % | 15,4 % | 16,3 % | 1,6 % | 10,6 % | 100 % (n=123) |

Tableau 64 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide **en Guadeloupe** d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des listes de référence finales et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur les listes de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | | Total |
|--|------------------|-----------------------|---------------|---------------|----------------|--------------------------|--------------|---------------------|
| | | Présence | Absence | Sol NA | Esp. vég. jnsp | Habitat & Esp. vég. jnsp | Doute | |
| Approche alternative - listes de référence finales | Présence | 49,5 % | 0 % | 6,3 % | 0 % | 0 % | 1,1 % | 56,8 % |
| | Absence | 0 % | 4,2 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 4,2 % |
| | Habitat & sol NA | 0 % | 0 % | 1,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,1 % |
| | Esp. vég. NA | 0 % | 11,6 % | 0 % | 6,3 % | 3,2 % | 1,1 % | 22,1 % |
| | Sol NA | 0 % | 0 % | 14,7 % | 0 % | 0 % | 0 % | 14,7 % |
| | Doute | 1,1 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % | 1,1 % |
| Total | | 50,5 % | 15,8 % | 22,1 % | 6,3 % | 3,2 % | 2,1 % | 100 % (n=95) |

Tableau 65 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **La Réunion** d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des listes de référence finales et d'après l'avis d'observateurs. « jnsp » : « je ne sais pas » - observateur pas en capacité de renseigner l'information requise sur les listes de référence.

| | | Avis des observateurs | | | | | | Total |
|--|--------------|-----------------------|---------------|--------------|----------------|--------------|-------------|----------------------|
| | | Présence | Absence | Habitat jnsp | Esp. vég. jnsp | Sol jnsp | Doute | |
| Approche alternative - listes de référence finales | Présence | 45,3 % | 3,4 % | 0 % | 0 % | 0,9 % | 0,9 % | 50,4 % |
| | Absence | 3,4 % | 25,6 % | 0,9 % | 0 % | 0 % | 3,4 % | 33,3 % |
| | Esp. vég. NA | 0,9 % | 0,9 % | 0 % | 1,7 % | 0 % | 0 % | 3,4 % |
| | Doute | 4,3 % | 0 % | 0,9 % | 0 % | 0 % | 7,7 % | 12,8 % |
| Total | | 53,8 % | 29,9 % | 1,7 % | 1,7 % | 0,9 % | 12 % | 100 % (n=117) |

Tableau 66 : Fréquences relatives (proportion) de relevés identifiés comme étant en zone humide à **Mayotte** d'après l'approche « alternative » sur l'ensemble des listes de référence finales et d'après l'avis d'observateurs.

| | | Avis des observateurs | | | Total |
|--|----------|-----------------------|---------------|---------------|-------------------------|
| | | Présence | Absence | Doute | |
| Approche alternative - listes de référence finales | Présence | 46,3 % | 0 % | 3,7 % | 50 % |
| | Absence | 0 % | 35,2 % | 5,6 % | 40,7 % |
| | Doute | 7,4 % | 0 % | 1,9 % | 9,3 % |
| Total | | 53,7 % | 35,2 % | 11,1 % | 100 % (n=54) |

VI.2. Analyse comparative des conclusions avec les listes de référence d'après l'approche alternative

Cette section propose d'analyser en détails la contribution individuelle des listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols », à la détection de la présence d'une zone humide et à la non détection d'une zone humide (absence ou « sans conclusion finale », des informations complémentaires sont alors nécessaires dans ce dernier cas).

VI.2.1. Contribution individuelle des listes de référence à la détection d'une zone humide

VI.2.1.1. Prototype de listes de référence

Tous DROM confondus, en tenant compte de l'ensemble des relevés, la proportion de relevés identifiés d'après chacune des listes de référence est comprise entre 25,5 % et 31,5 % pour les 3 listes de référence (Tableau ci-après) applicables par territoire, compte tenu du fait que 51,7 % des relevés ont été identifiés comme étant en zone humide.

Globalement, les contributions des listes de référence sont assez similaires entre DROM. Il convient toutefois de noter qu'à La Réunion, les contributions des listes de référence d'« habitats », et surtout de « sols », sont faibles comparé aux contributions des listes de référence dans les autres DROM. Cela pourrait s'expliquer respectivement par la forte présence d'habitats occupés par des espèces végétales associées à des invasions biologiques qui préviennent l'identification d'habitats caractéristiques de zones humides et par la présence importante de sols et de contextes particuliers où les traits d'hydromorphie pour identifier une zone humide ne sont pas toujours observables même sur des sols soumis à des engorgements prolongés.

En Guyane, la contribution de la liste de référence d'« espèces végétales » est particulièrement faible (23,4 %) comparé aux autres DROM où cette contribution est comprise entre 31,5 % et 34,1 %. En analysant plus en détails les résultats sur les espèces, il apparaît également que les espèces végétales cotées « absolu » seules, contribuent souvent à au moins deux fois plus de relevés que les espèces végétales cotées « relatif » seules, excepté en Guyane où cette différence n'est pas flagrante.

En Guadeloupe et à La Réunion, la contribution de la liste de référence de « sols » est plus faible que dans les autres DROM. Cela peut s'expliquer par le fait que de nombreux relevés ont pu porter sur des sols et dans des contextes particuliers dans ces DROM (par ex. conditions pas propice à l'observation ou à la manifestation de traits d'hydromorphie), sans présumer que cette proportion puisse indiquer une tendance générale dans ces territoires.

Tableau 67 : Contribution des prototypes de listes de référence à la détection d'une zone humide avec une approche alternative, **tous DROM confondus** et **par DROM**. Les pourcentages indiquent la proportion de relevés.

| | Tous DROM confondus (n=241) | Guyane (n=40) | Martinique (n=69) | Guadeloupe (n=51) | La Réunion (n=53) | Mayotte (n=28) |
|--|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Présence détectée d'après l'habitat | 27,9 % | 28,6 % | 26 % | 34,7 % | 23,1 % | 29,6 % |
| Présence détectée d'après les espèces vég. | 31,5 % | 23,4 % | 34,1 % | 33,7 % | 32,5 % | 31,5 % |
| présence - espèce « absolu » | 18,7 % | 9,1 % | 17,1 % | 20 % | 23,1 % | 24,1 % |
| présence - espèce « relatif » | 7,1 % | 6,5 % | 8,9 % | 5,3 % | 7,7 % | 5,6 % |
| présence - espèce « relatif » & « absolu » | 5,8 % | 7,8 % | 8,1 % | 8,4 % | 1,7 % | 1,9 % |
| Présence détectée d'après le sol | 25,5 % | 33,8 % | 27,6 % | 21,1 % | 16,2 % | 35,2 % |
| Proportion totale de relevés en zone humide | 51,7 % | 52 % | 56,1 % | 53,7 % | 44,4 % | 51,9 % |

Exemple de lecture : tous DROM confondus, parmi les 466 relevés réalisés, 51,1 % étaient en zone humide (n=241). 27,9 % ont été identifiés comme étant en zone humide d'après l'habitat, 31,5 % d'après les espèces végétales et 25,5 % d'après le sol.

VI.2.1.2. Listes de référence finales

Les résultats avec les listes de référence d'« espèces végétales » finales sur l'ensemble des DROM confondus et par DROM (Tableau ci-après) sont très similaires à ceux obtenus avec le prototype (voir ci-avant). La principale évolution est en Guyane. En Guyane, les cotes des espèces « absolu » et « relatif » ont subi des évolutions majeures à la suite d'échanges entre spécialistes et avec une mobilisation complémentaire de la bibliographie. La contribution des détections d'une zone humide passe de 23,4 % avec le prototype, à 40,3 % avec la liste de référence finale pour ce territoire. A La Réunion, la révision des cotes « H » et « pro-partie » attribuées aux habitats a également permis d'améliorer la contribution de la liste de référence d'« habitats » à la détection d'une zone humide.

Tableau 68 : Contribution des listes de référence finales à la détection d'une zone humide avec une approche alternative, **tous DROM confondus** et **par DROM**. Les pourcentages indiquent la proportion de relevés.

| | Tous DROM confondus (n=254) | Guyane (n=42) | Martinique (n=72) | Guadeloupe (n=54) | La Réunion (n=59) | Mayotte (n=27) |
|---|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Présence détectée d'après l'habitat | 28,8 % | 22,1 % | 26 % | 37,9 % | 29,1 % | 27,8 % |
| Présence détectée d'après les espèces vég. | 36,1 % | 40,3 % | 36,6 % | 35,8 % | 34,2 % | 31,5 % |
| présence - espèce « absolu » | 22,3 % | 31,2 % | 14,6 % | 21,1 % | 24,8 % | 24,1 % |
| présence - espèce « relatif » | 7,5 % | 0 % | 12,2 % | 7,4 % | 7,7 % | 5,6 % |
| présence - espèce « relatif » & « absolu » | 4,5 % | 0 % | 8,9 % | 7,4 % | 1,7 % | 1,9 % |
| présence - espèce G4 « Forêt » Guyane | 0,9 % | 5,2 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| présence détectée d'après les espèces « absolu » et les espèces G4 « Forêt » Guyane | 0,6 % | 3,9 % | 0 % | 0 % | 0 % | 0 % |
| Présence détectée d'après le sol | 25,5 % | 33,8 % | 27,6 % | 21,1 % | 17,1 % | 35,2 % |
| Proportion totale de relevés en zone humide | 54,5 % | 54,5 % | 58,5 % | 55,8 % | 50,4 % | 50 % |

Exemple de lecture : tous DROM confondus, parmi les 466 relevés réalisés 54,5 % étaient en zone humide (n=254). 28,8 % ont été identifiés comme étant en zone humide d'après l'habitat, 36,1 % d'après les espèces végétales et 25,5 % d'après le sol.

VI.2.2. Contribution des listes de référence à la détection d'une zone humide avec une approche alternative

VI.2.2.1. Prototype de listes de référence

Les Figures ci-après permettent de quantifier et d'identifier la contribution des prototypes listes de référence à l'identification et délimitation de zones humides, tous DROM confondus, puis par DROM.

Tous DROM confondus, parmi les 466 relevés en zone humide et hors zone humide, il apparaît que 25,5 % des relevés sont détectés en zone humide d'après la liste de référence de « sols », 31,6 % des relevés sont détectés en zone humide d'après la liste de référence d'« espèces végétales » et 27,9 % des relevés sont détectés en zone humide d'après la liste de référence d'« habitats » (39,9 % d'après le critère végétation).

Les relevés sans conclusion finale à l'issue de la mise en œuvre du prototype avec l'approche alternative (21 % des relevés) manquent surtout d'une information :

- sur les espèces végétales (« NA ») à hauteur de 11,2 %. Cela concerne surtout des relevés réalisés sans botaniste en Guyane, à la Martinique et en Guadeloupe, ou alors des relevés où les botanistes n'ont pas estimé les coefficients d'abondance-dominance à la Martinique et en Guadeloupe comme cela était requis par le protocole ;
- sur le sol (« NA » ou « doute »). Cela concerne surtout les relevés réalisés à la Martinique et en Guadeloupe, où des relevés « sol » n'étaient pas exploitables, car les informations récoltées n'étaient pas cohérentes (« NA »). Cela peut également concerner des relevés réalisés à La Réunion sur des sols et contextes particuliers où une mesure complémentaire aurait été requise sur la profondeur du toit de la nappe pour conclure à propos de la présence ou de l'absence de zone humide.

Tous DROM confondus, parmi les 241 relevés détectés comme étant en zone humide seulement, la liste de référence de « sols » contribue à 49,4 % des identifications de relevés en zone humide, la liste de référence d'« habitats » contribue à 53,9 % des identifications de relevés en zone humide et la liste de référence d'« espèces végétales » contribue à 61 % des identifications de relevés en zone humide.

En examinant les relevés par DROM, détectés comme étant en zone humide seulement, il est possible de constater que la contribution de la liste de référence de sols est beaucoup plus importante en Guyane et à Mayotte (65 % et 67,9 % des identifications de relevés en zone humide respectivement) et qu'elle est plus faible à La Réunion et en Guadeloupe (36,5 % et 39,2 % des identifications de relevés en zone humide respectivement).

La contribution de la liste de référence d'« habitats » est plus importante en Guadeloupe (64,7 % des identifications de relevés en zone humide) et plus faible à la Martinique (46,3 % des identifications de relevés en zone humide).

La contribution de la liste de référence d'« espèces végétales » est beaucoup plus importante à La Réunion (73,1 % des identifications de relevés en zone humide) et elle est la plus faible en Guyane (45 % des identifications de relevés en zone humide).

En poursuivant cette analyse, tous DROM confondus, sur les relevés détectés comme étant en zone humide seulement, il apparaît que la fréquence des relevés identifiés comme étant en zone humide d'après une seule liste de référence est la plus forte d'après le « sol » (22,8 %). Elle est moins importante d'après les espèces végétales (15,4 %) et d'après l'habitat (9,1%).

Toujours en poursuivant cette analyse, tous DROM confondus, sur les relevés détectés comme étant en zone humide seulement, en combinant la liste de référence des espèces végétales et celle sur les habitats pour quantifier la contribution du critère végétation (15,4 % + 9,1 % + 26,1 %), il apparaît que les relevés identifiés uniquement d'après le critère végétation (50,6 %) sont nettement plus importants que ceux identifiés uniquement d'après le critère relatif à la morphologie du sol (22,8 %). 26,6 % des relevés sont détectés à la fois d'après le critère végétation et d'après le critère relatif à la morphologie du sol.

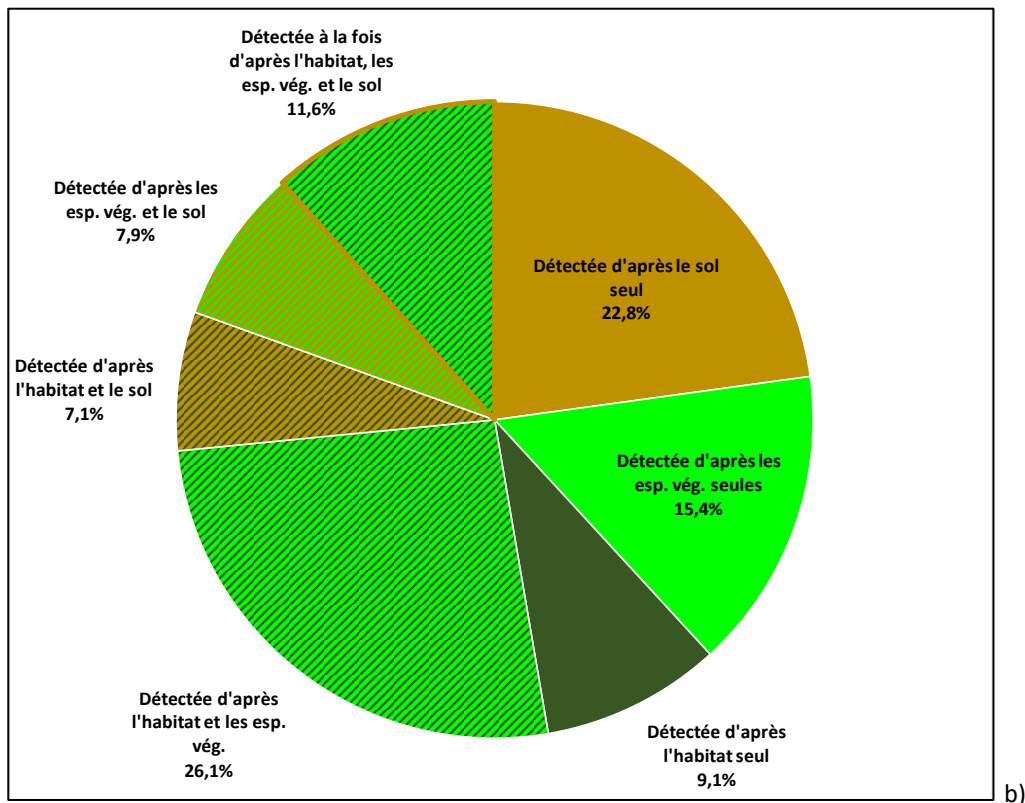
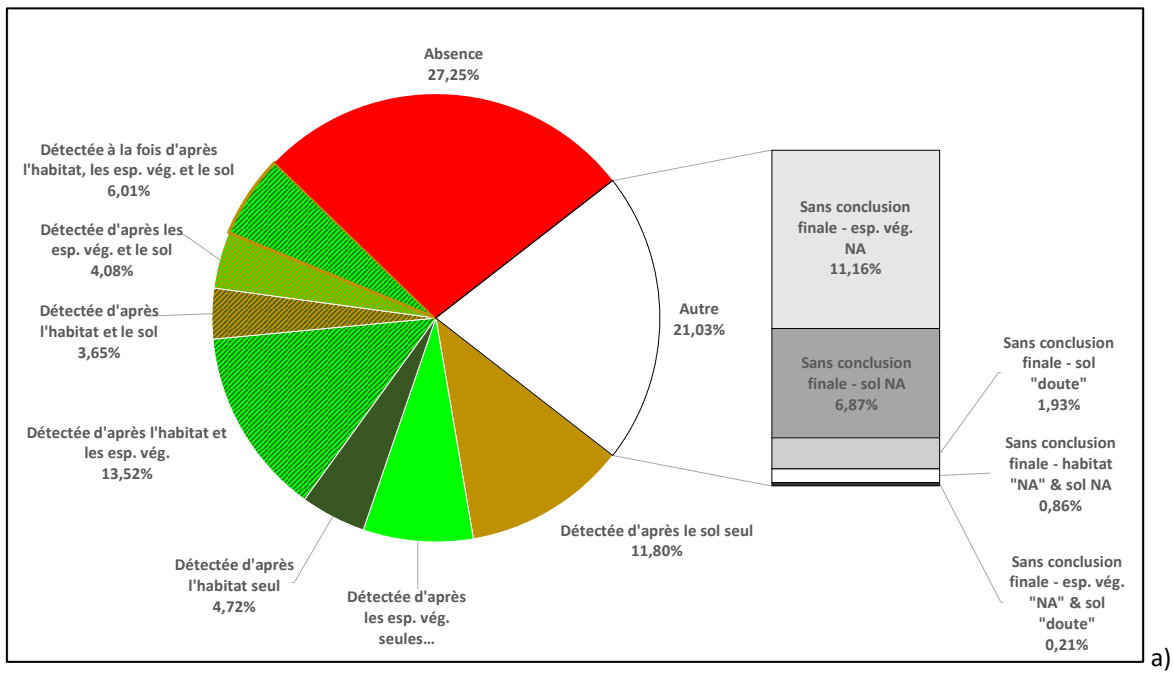


Figure 67 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« DéTECTÉE... ») d'une zone humide d'après une approche alternative du prototype de listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » sur l'ensemble des relevés réalisés, **tous DROM confondus**. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=466 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=241 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

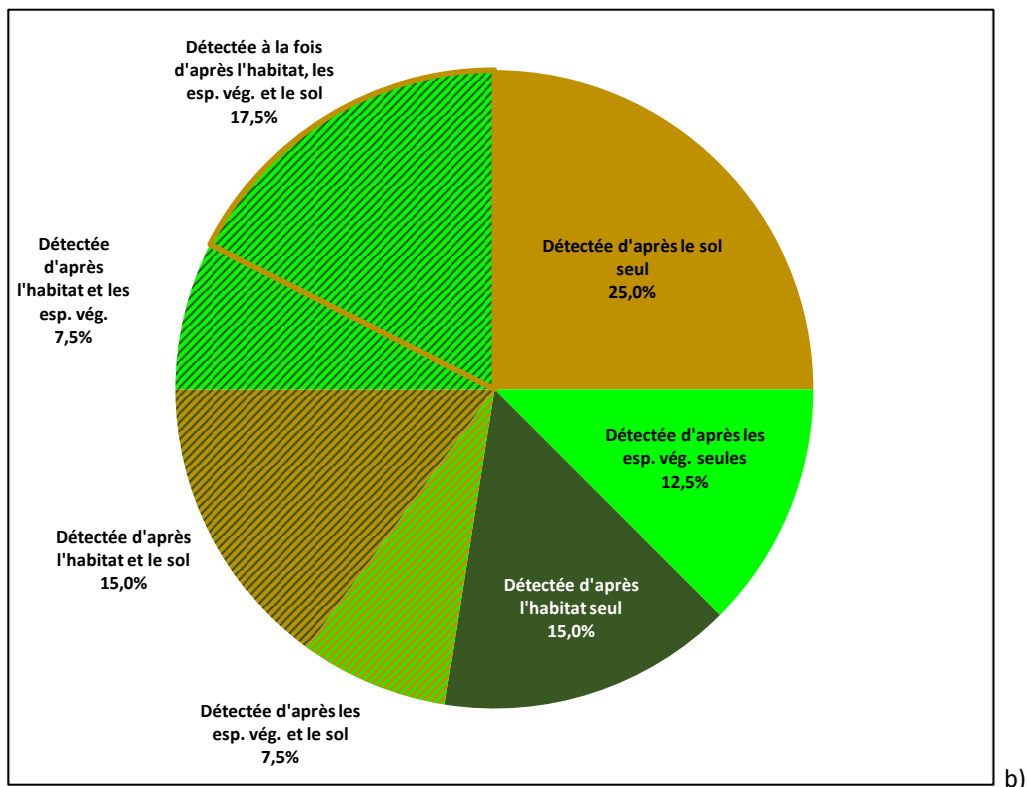
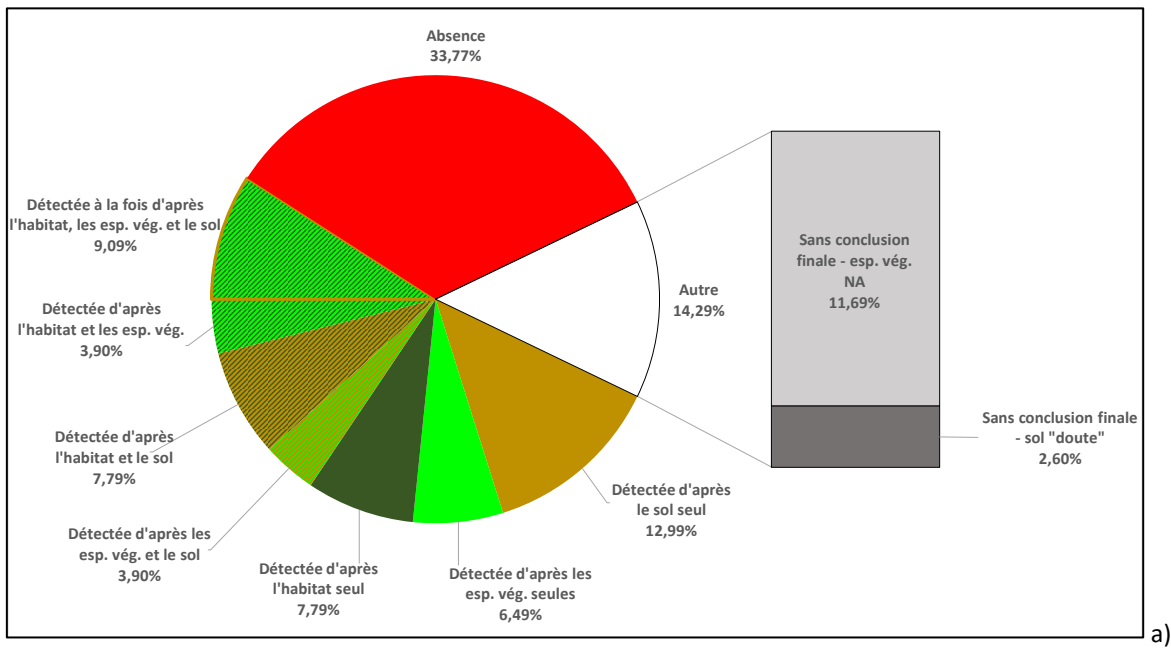
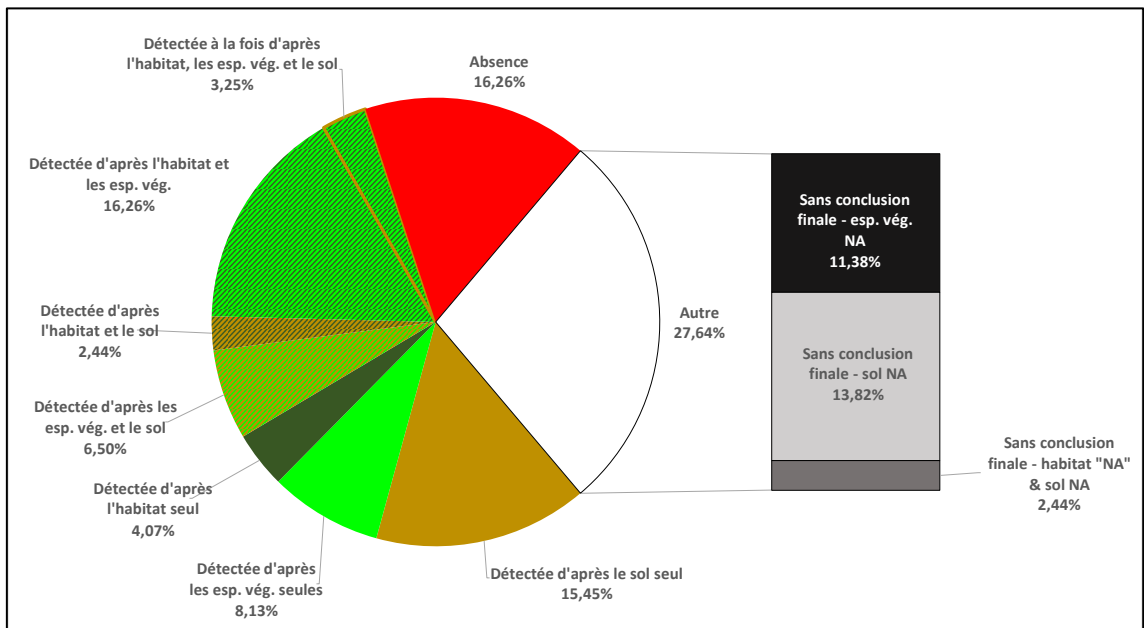
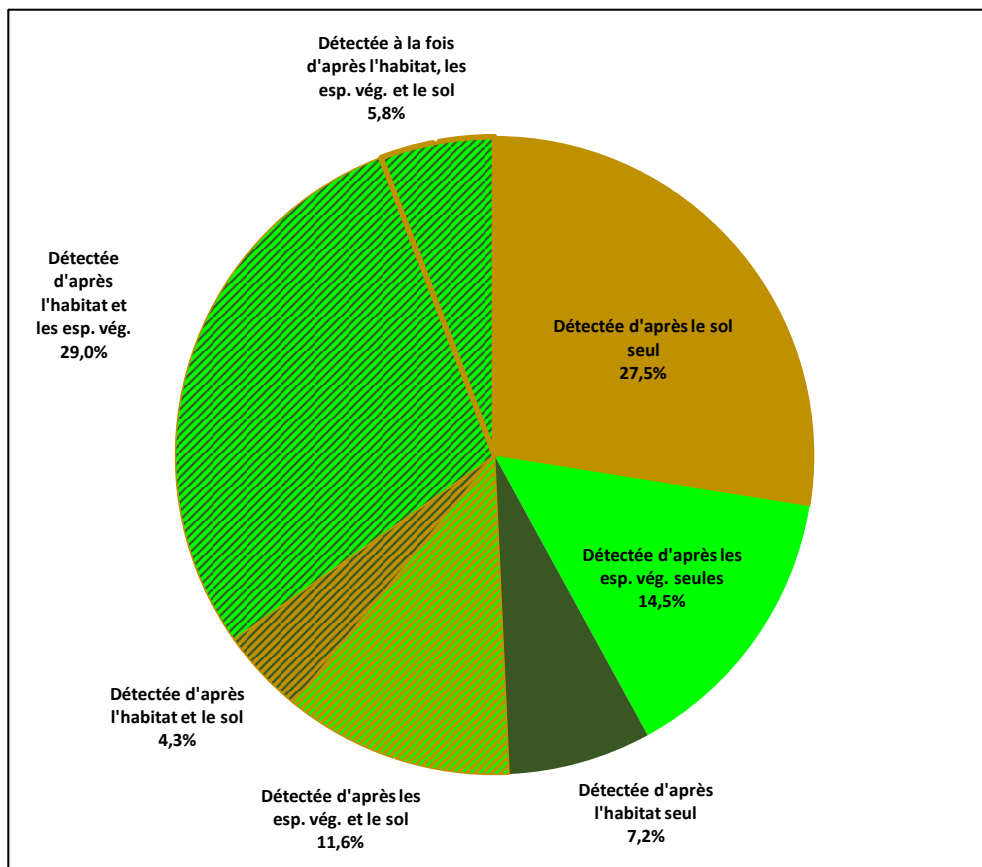


Figure 68 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« DéTECTÉE... ») d'une zone humide d'après une approche alternative du prototype de listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » sur l'ensemble des relevés réalisés en **Guyane**. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=77 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=40 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).



a)



b)

Figure 69 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« DéTECTÉE... ») d'une zone humide d'après une approche alternative du prototype de listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » sur l'ensemble des relevés réalisés à la Martinique. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=123 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=69 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

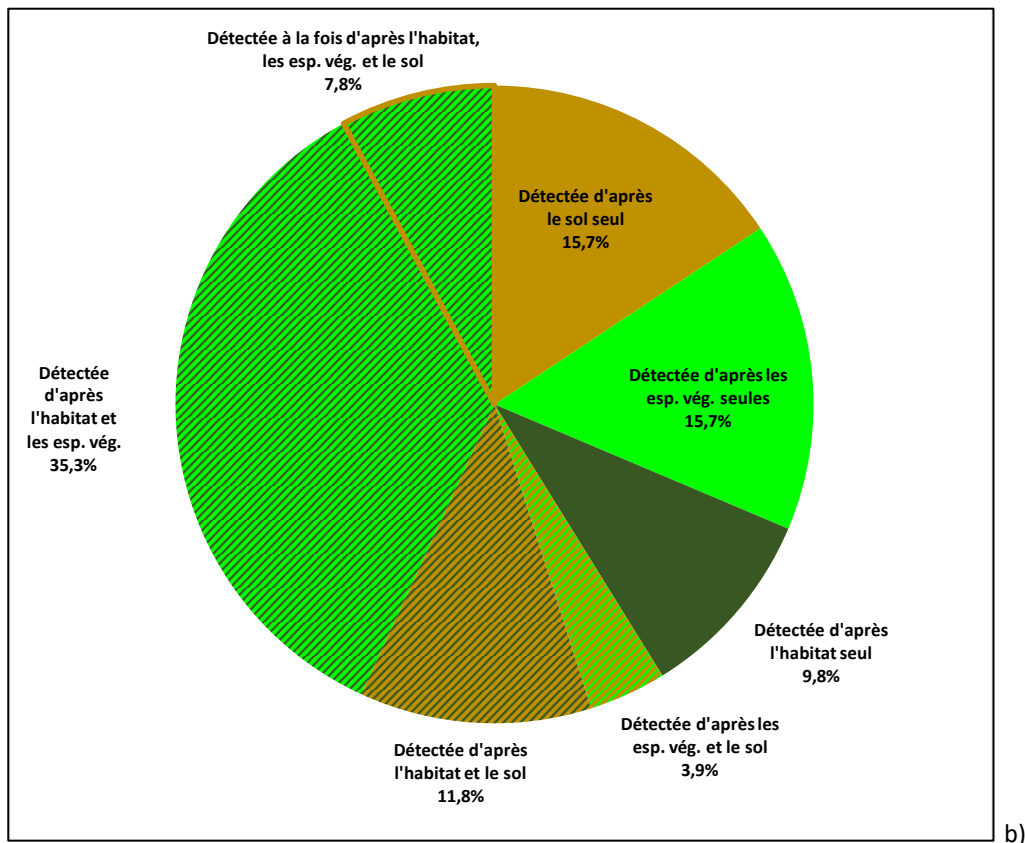
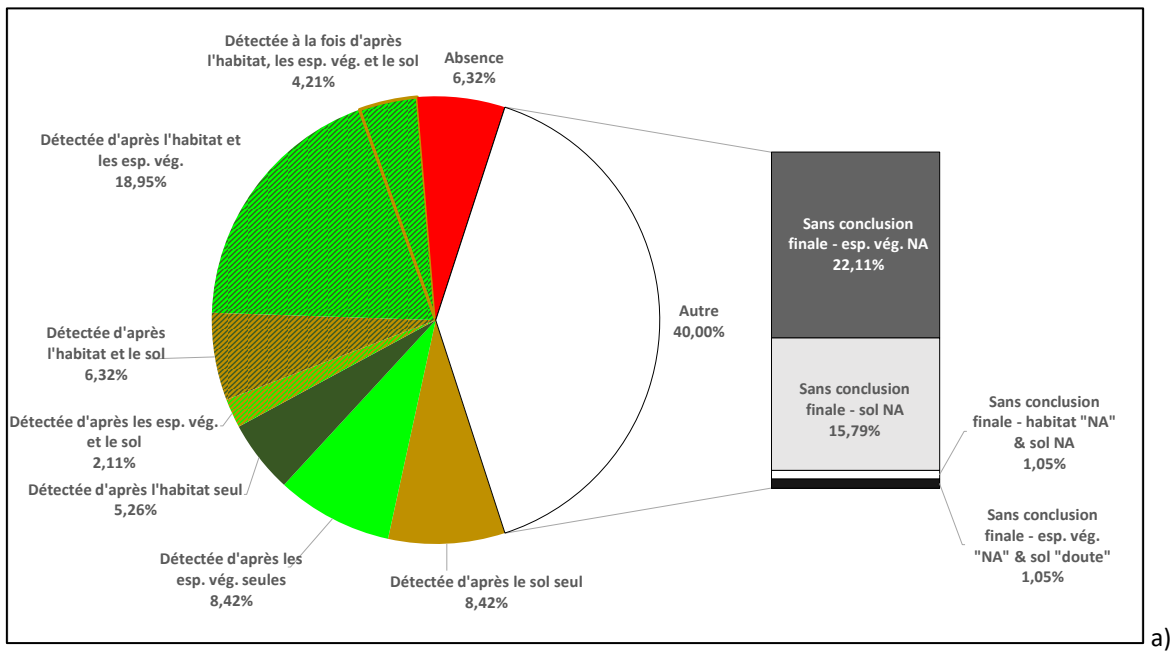


Figure 70 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« DéTECTÉE... ») d'une zone humide d'après une approche alternative du prototype de listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » sur l'ensemble des relevés réalisés en Guadeloupe. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=95 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est déTECTÉE (n=51 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

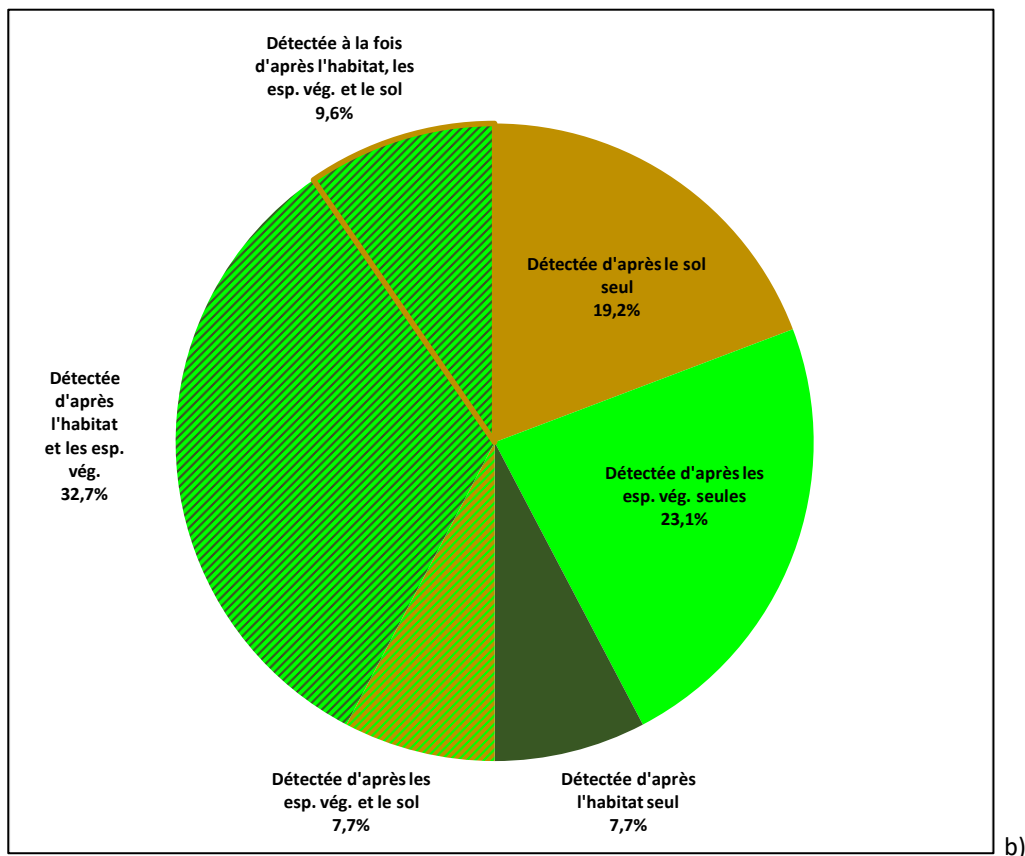
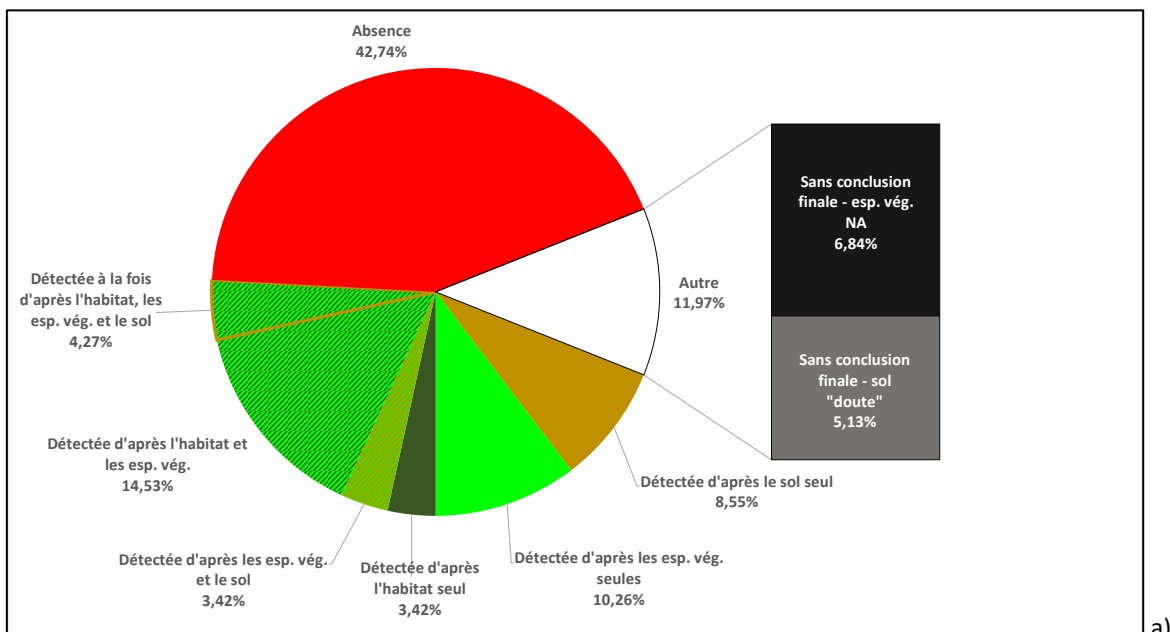


Figure 71 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« DéTECTÉE... ») d'une zone humide d'après une approche alternative du prototype de listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » sur l'ensemble des relevés réalisés à La Réunion. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=117 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=53 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

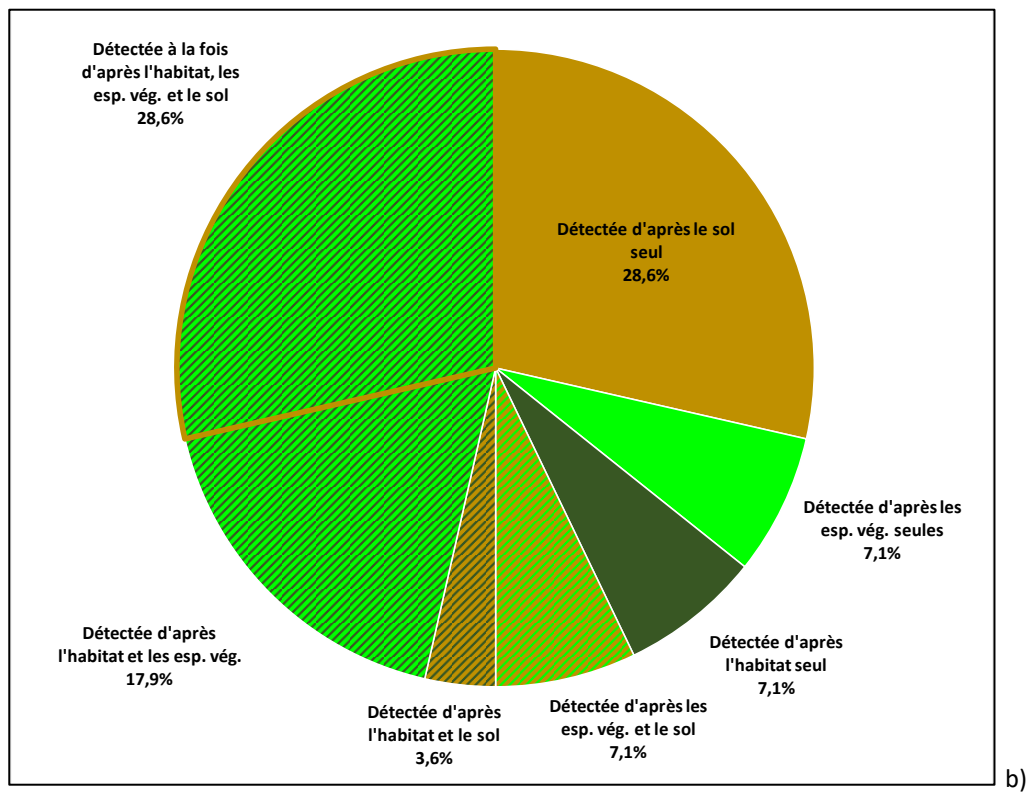
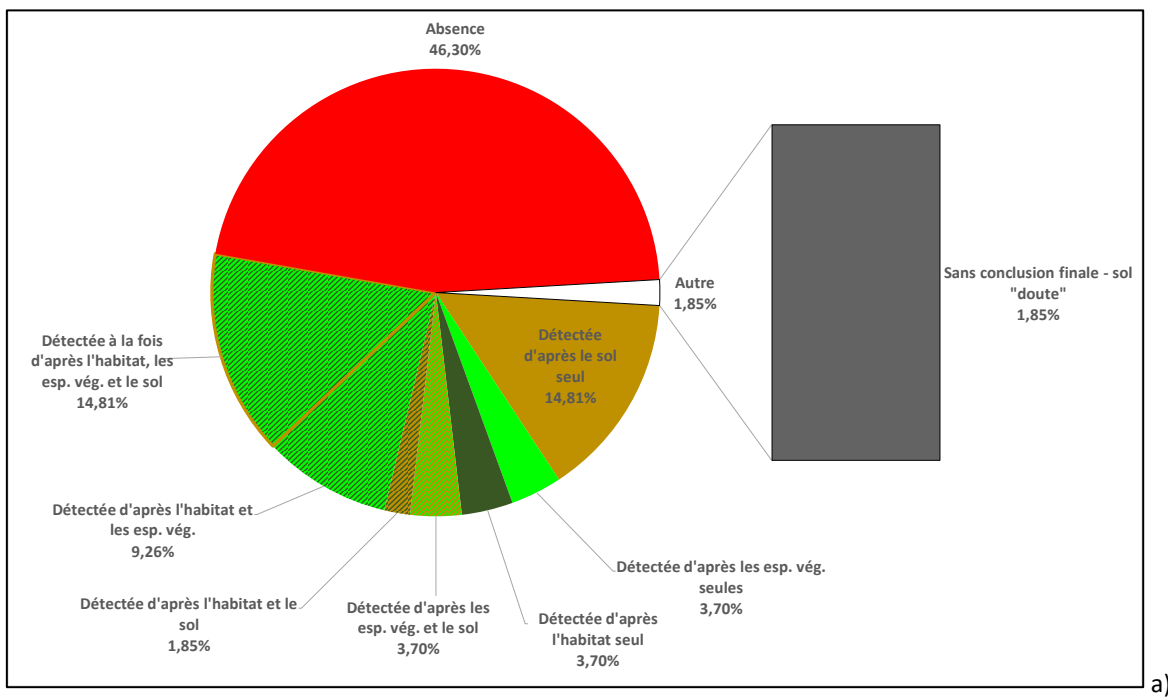


Figure 72 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« DéTECTÉE... ») d'une zone humide d'après une approche alternative du prototype de listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » sur l'ensemble des relevés réalisés à **Mayotte**. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=54 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=28 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

VI.2.2.2. Listes de référence finales

Les Figures ci-après permettent de quantifier et d'identifier la contribution des listes de référence finales à l'identification et délimitation de zones humides, tous DROM confondus, puis par DROM.

Dans les grandes lignes, les contributions de chaque liste de référence finale à l'identification d'une zone humide avec une approche alternative, sont très similaires aux résultats commentés ci-avant pour les prototypes de listes de référence.

Tous DROM confondus, parmi les 466 relevés en zone humide et hors zone humide, il apparaît que 25,5 % des relevés sont détectés en zone humide d'après la liste de référence de « sols », 36,1 % des relevés sont détectés en zone humide d'après la liste de référence d' « espèces végétales » et 28,8 % des relevés sont détectés en zone humide d'après la liste de référence d' « habitats » (44 % d'après le critère végétation).

Les relevés sans conclusion finale à l'issue de la mise en œuvre du prototype avec l'approche alternative (23,6 % des relevés) manquent surtout d'une information :

- sur les espèces végétales (« NA ») à hauteur de 8,8 %. Cela concerne surtout des relevés réalisés sans botaniste en Guyane, à la Martinique et en Guadeloupe, ou alors des relevés où les botanistes n'ont pas estimé les coefficients d'abondance-dominance à la Martinique et en Guadeloupe comme cela était requis par le protocole ;
- sur le sol (« NA » ou « doute »). Cela concerne surtout les relevés réalisés à la Martinique et en Guadeloupe, où des relevés « sol » n'étaient pas exploitables, car les informations récoltées n'étaient pas cohérentes (« NA »). Cela peut également concerner pour l'essentiel, des relevés réalisés à La Réunion sur des sols et contextes particuliers où une mesure complémentaire aurait été requise sur la profondeur du toit de la nappe pour conclure à propos de la présence ou de l'absence de zone humide.

Tous DROM confondus, parmi les 254 relevés détectés comme étant en zone humide seulement, la liste de référence de « sols » contribue à 46,8 % des identifications de relevés en zone humide, la liste de référence d' « habitats » contribue à 52,8 % des identifications de relevés en zone humide et la liste de référence d'« espèces végétales » contribue à 66,2 % des identifications de relevés en zone humide.

En examinant les relevés par DROM, détectés comme étant en zone humide seulement, il est possible de constater que la contribution de la liste de référence de sols est beaucoup plus importante en Guyane et à Mayotte (61,8 % et 70,3 % des identifications de relevés en zone humide respectivement) et qu'elle est plus faible à La Réunion et en Guadeloupe (34 % et 37 % des identifications de relevés en zone humide respectivement).

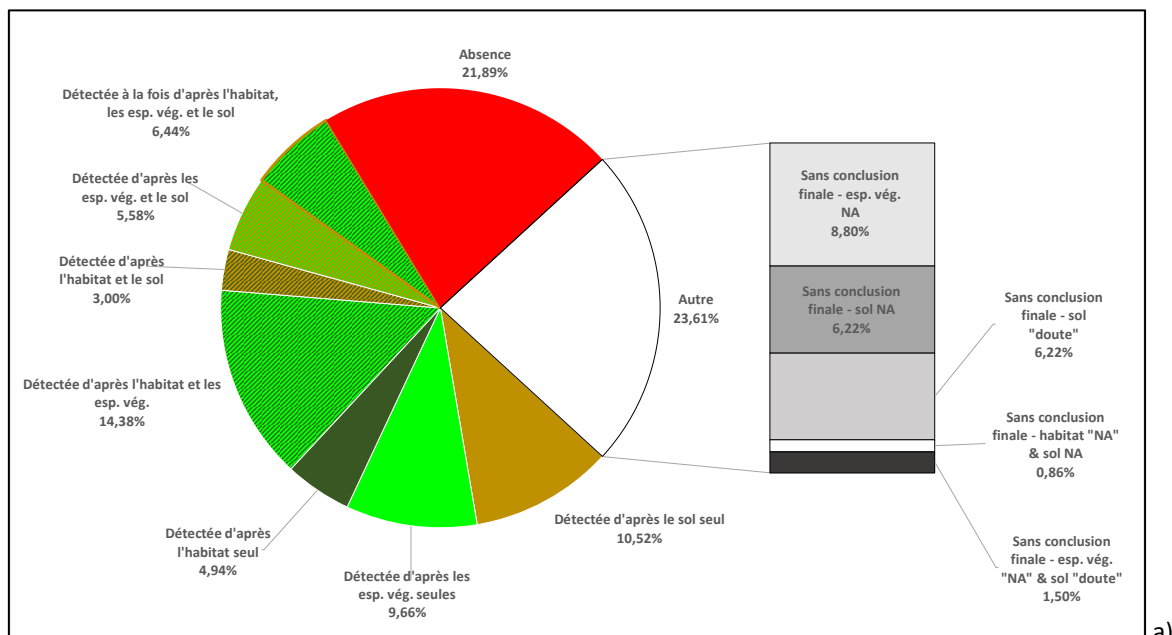
La contribution de la liste de référence d' « habitats » est plus importante en Guadeloupe (66,7 % des identifications de relevés en zone humide) et plus faible à la Martinique (40,3 % des identifications de relevés en zone humide).

La contribution de la liste de référence d'« espèces végétales » est beaucoup plus importante en Guyane, en Guadeloupe et à La Réunion (> 67 % des identifications de relevés en zone humide) et

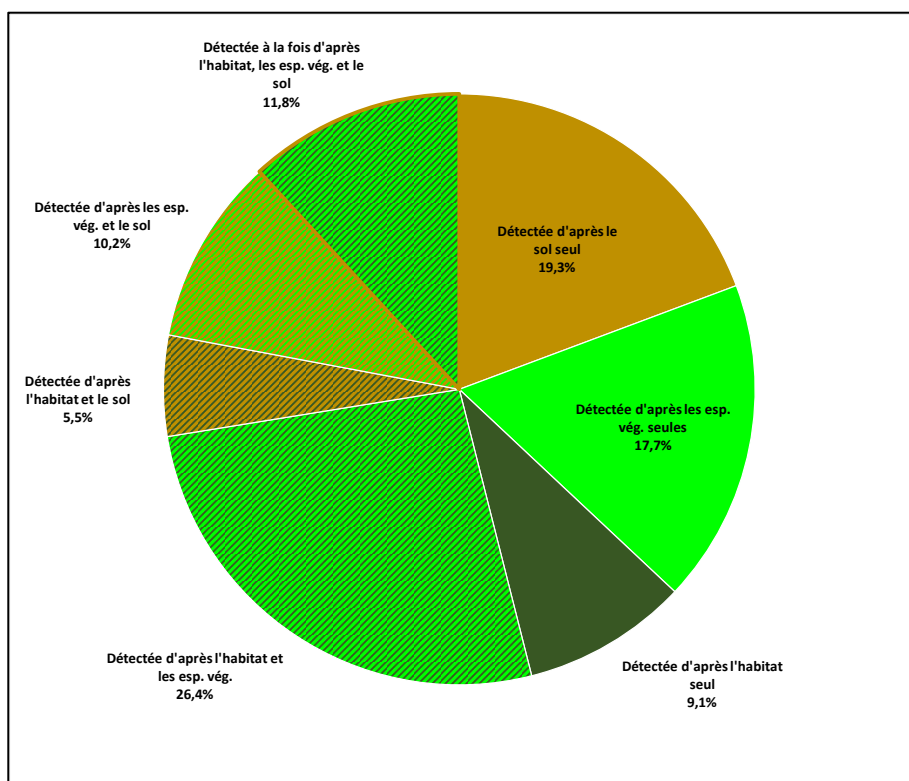
elle est la plus faible à la Martinique et à Mayotte (62,6 % et 62,9 % des identifications de relevés en zone humide respectivement).

En poursuivant cette analyse, tous DROM confondus, sur les relevés détectés comme étant en zone humide seulement, il apparaît que la fréquence des relevés identifiés comme étant en zone humide d'après une seule liste de référence est la plus forte d'après le « sol » (19,3 %). Elle est moins importante d'après les espèces végétales (17,7 %) et d'après l'habitat (9,1%).

Toujours en poursuivant cette analyse, tous DROM confondus, sur les relevés détectés comme étant en zone humide seulement, en combinant la liste de référence des espèces végétales et celle sur les habitats pour quantifier la contribution du critère végétation (17,7 % + 9,1 % + 26,4 %), il apparaît que les relevés identifiés uniquement d'après le critère végétation (53,2 %) sont nettement plus importants que ceux identifiés uniquement d'après le critère relatif à la morphologie du sol (19,3 %). 27,5 % des relevés sont détectés à la fois d'après le critère végétation et d'après le critère relatif à la morphologie du sol.



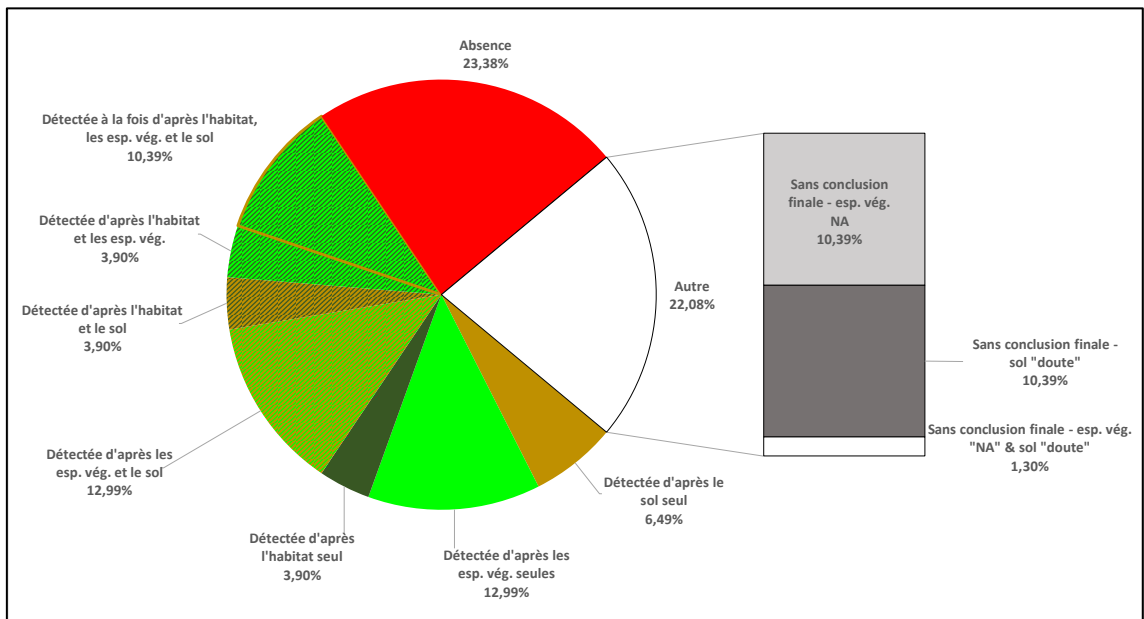
a)



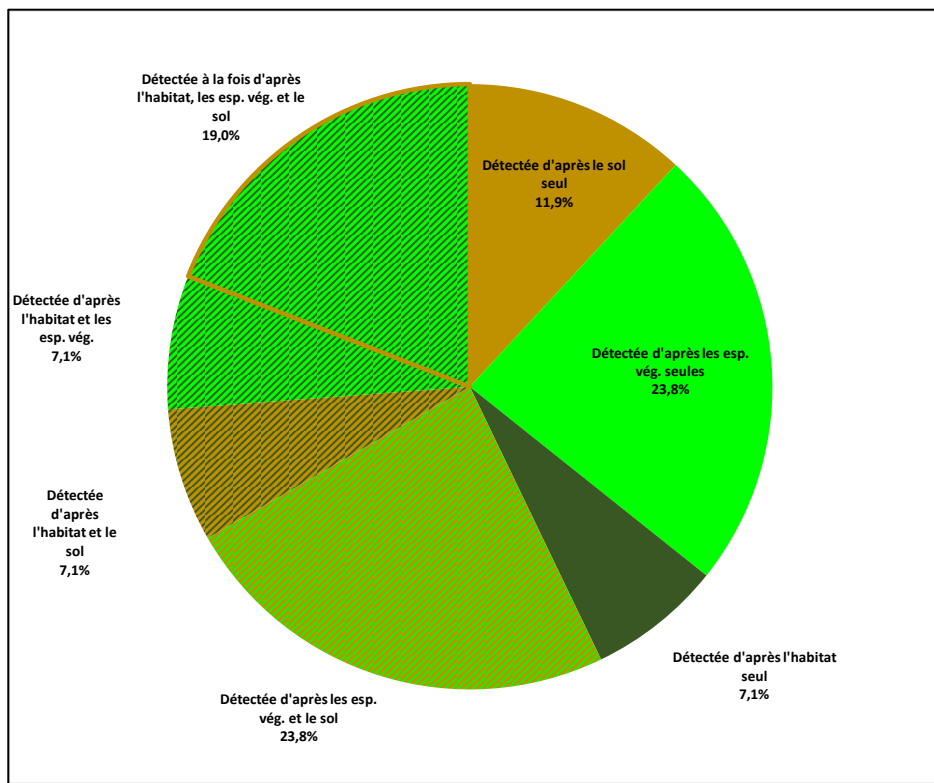
b)

Figure 73 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« Détectée... ») d'une zone humide d'après une approche alternative avec les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » finales sur l'ensemble des relevés réalisés **tous DROM confondus**. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=466 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=254 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).



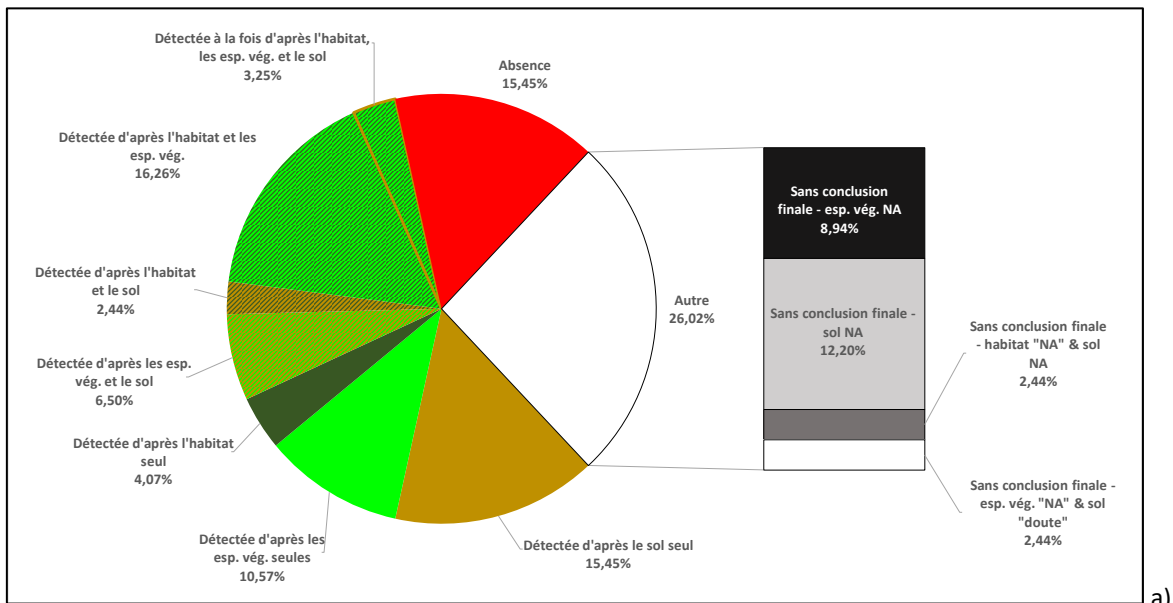
a)



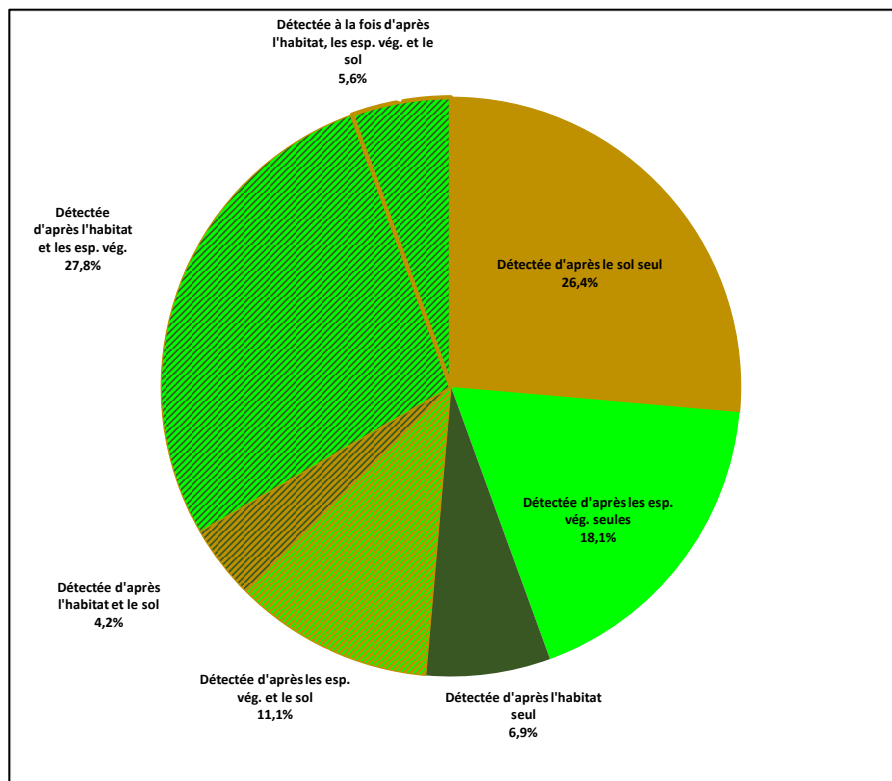
b)

Figure 74 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« Détectée... ») d'une zone humide d'après une approche alternative avec les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » finales sur l'ensemble des relevés réalisés **en Guyane**. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=77 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=42 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).



a)



b)

Figure 75 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« Détectée... ») d'une zone humide d'après une approche alternative avec les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » finales sur l'ensemble des relevés réalisés à la Martinique. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=123 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=72 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

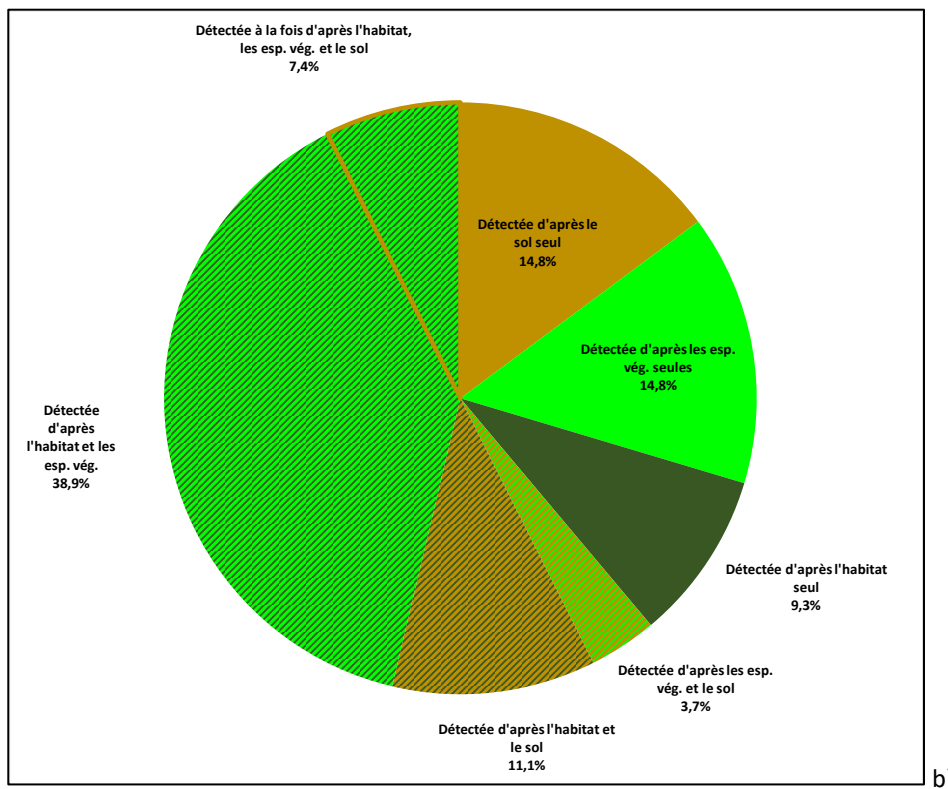
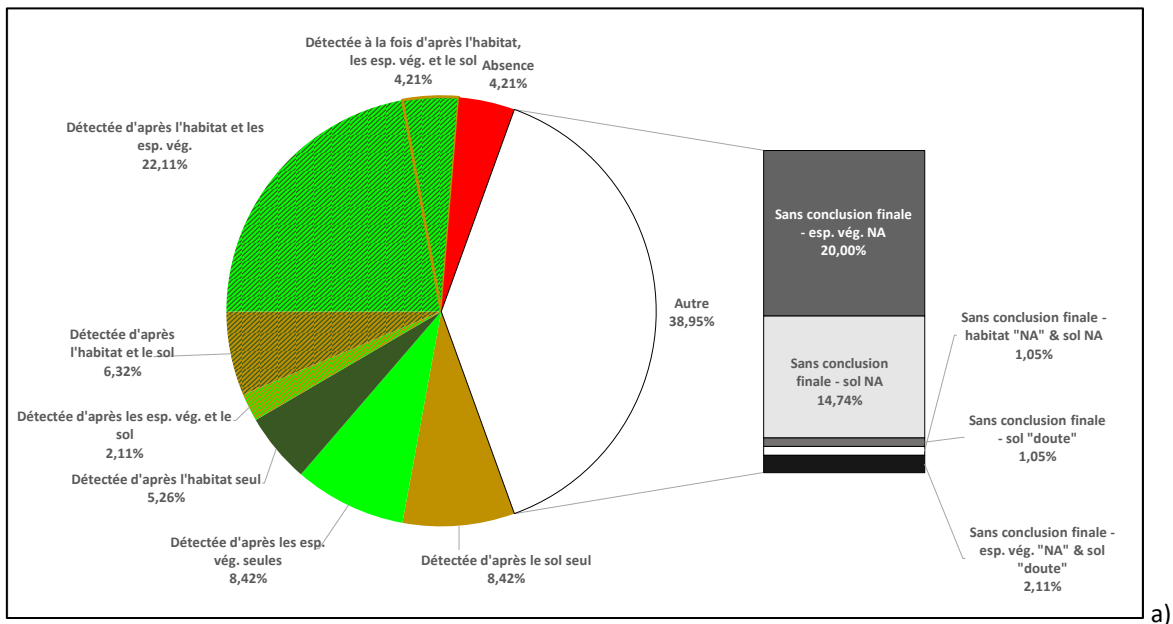
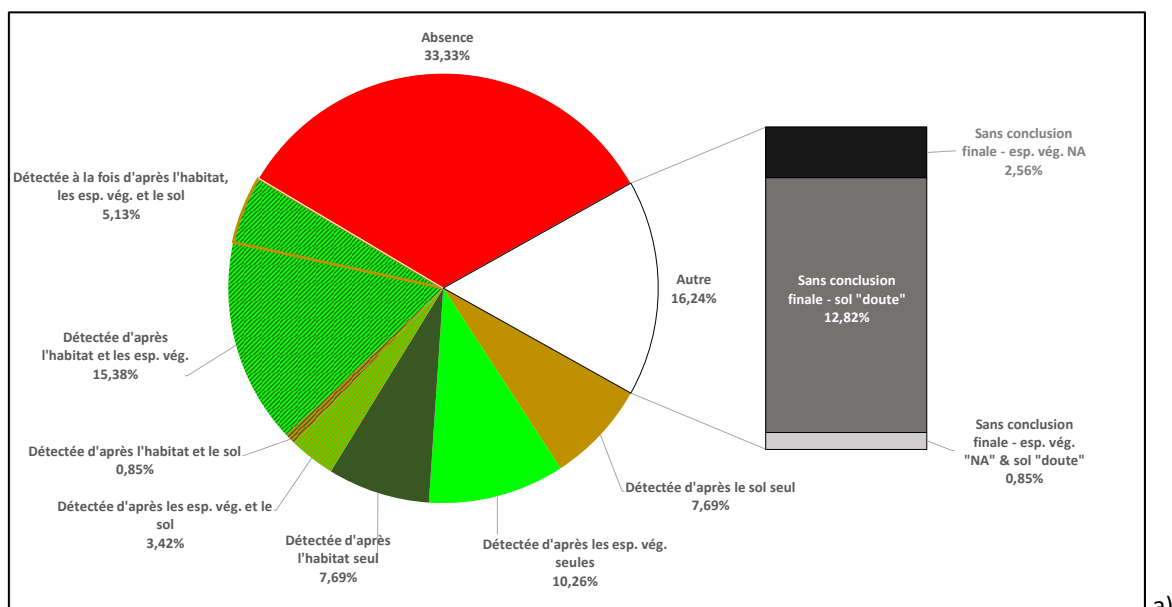
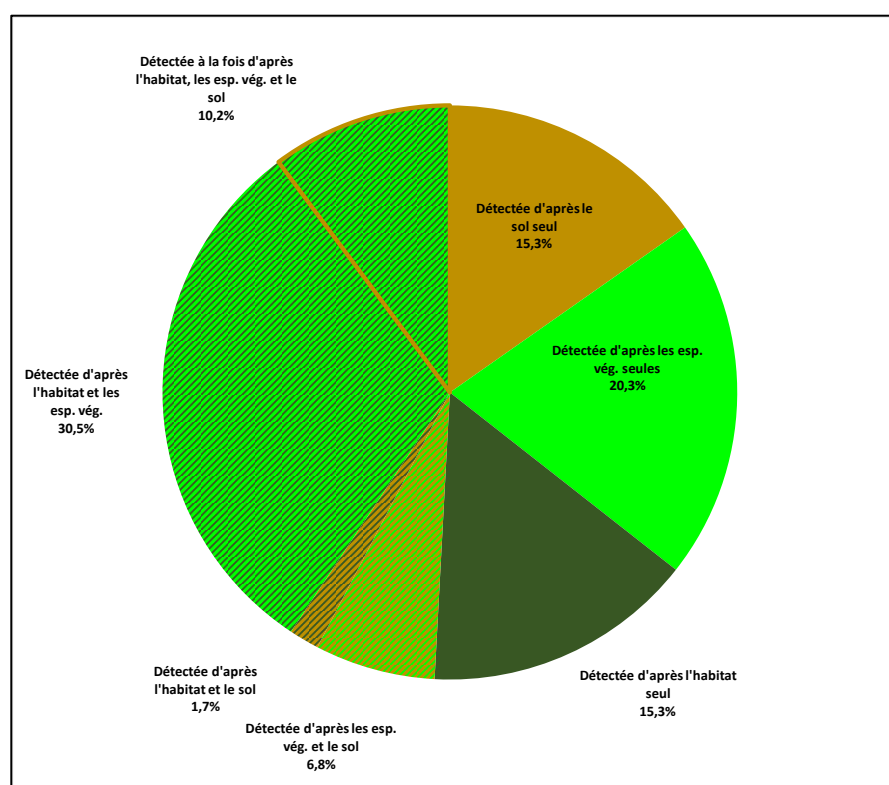


Figure 76 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« Détectée... ») d'une zone humide d'après une approche alternative avec les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » finales sur l'ensemble des relevés réalisés **en Guadeloupe**. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=95 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=54 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).



a)



b)

Figure 77 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« Détectée... ») d'une zone humide d'après une approche alternative avec les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » finales sur l'ensemble des relevés réalisés à La Réunion. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=117 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=59 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

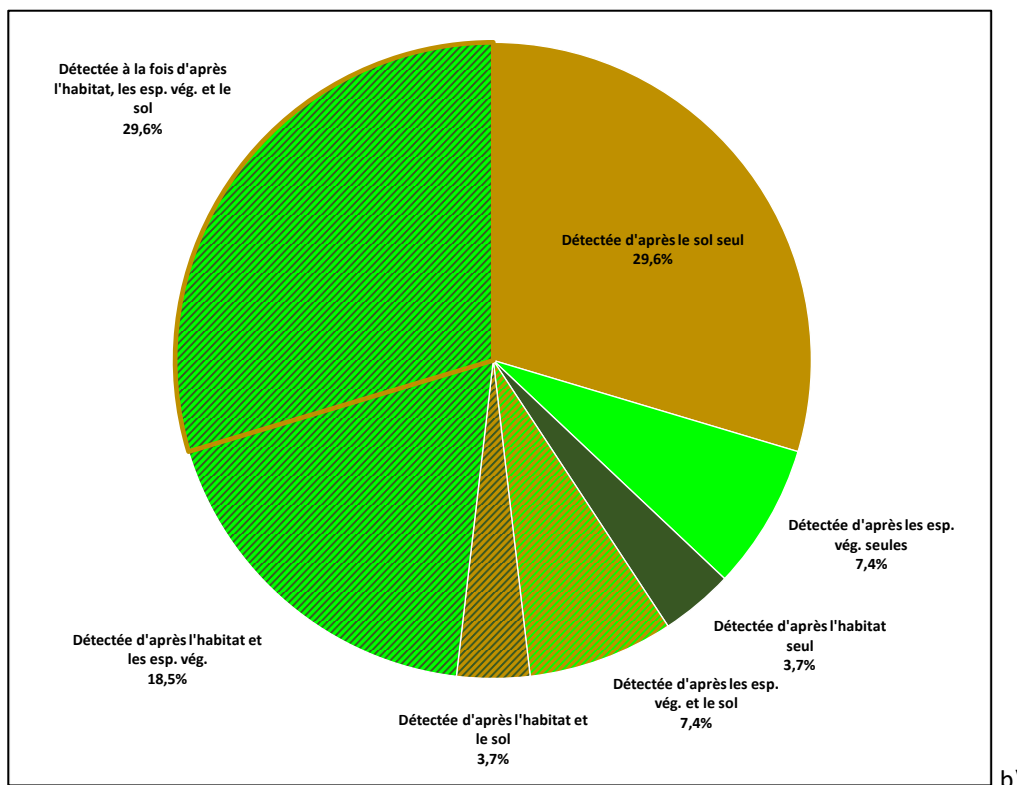
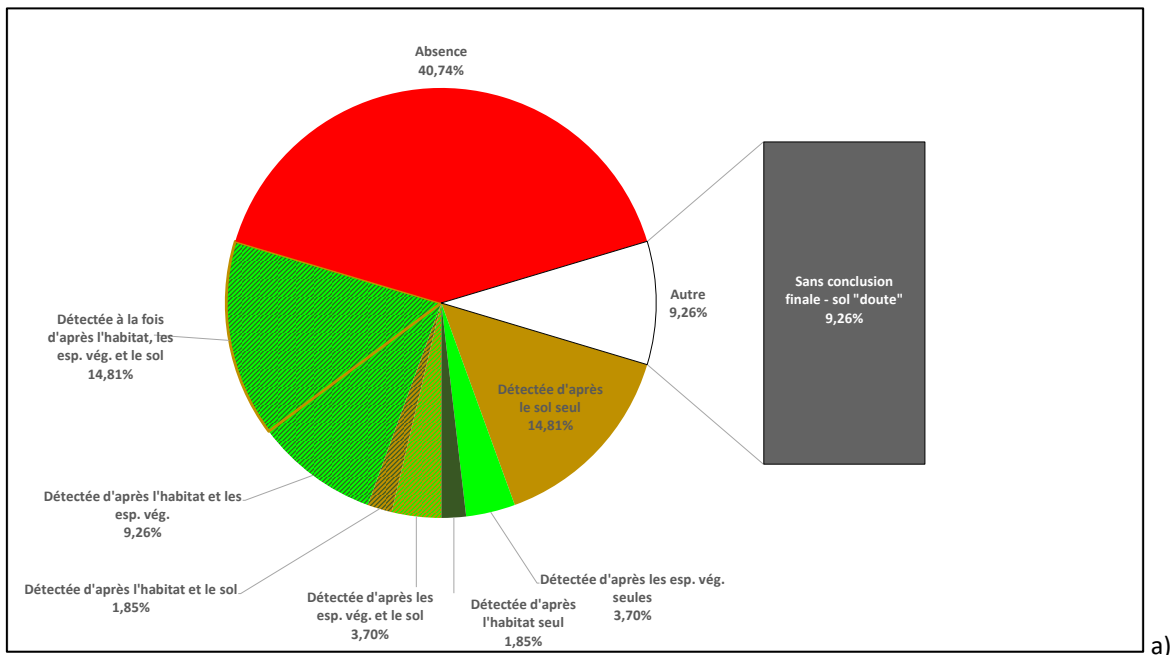


Figure 78 : Conclusion à l'absence (« Absence ») ou à la présence (« DéTECTÉE... ») d'une zone humide d'après une approche alternative avec les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » finales sur l'ensemble des relevés réalisés à Mayotte. Le graphique a) illustre l'ensemble des relevés (n=54 relevés). Le graphique b) illustre seulement les relevés où la présence d'une zone humide est détectée (n=27 relevés).

« NA » : l'observateur n'a pas acquis l'information (par ex. oubli) ou il n'a pas été en capacité de réaliser la mesure (par ex. incapacité à identifier les espèces pour utiliser ensuite la liste de référence d'« espèces végétales », relevés aberrants sur le sol et donc non pris en compte). « doute » : l'observateur a besoin d'une information complémentaire sur le sol pour conclure (en contextes et sols particuliers, mesures requises sur la profondeur du toit de la nappe, mais non abordé durant les tests du prototype).

VII. Conclusion sur la faisabilité et la fiabilité des protocoles et listes de référence

Dans la section II, les objectifs assignés aux tests étaient de déterminer si le prototype et le protocole et les listes de référence finaux étaient fiables et pratiques (faisabilité) pour identifier et délimiter une zone humide.

VII.1. Faisabilité

A l'issue des analyses, il apparaît que la faisabilité des protocoles et des listes de référence s'avère très satisfaisantes sur le terrain. Les délais pour réaliser les relevés sont par ex. tout à fait abordables, que ce soit sur l'habitat, les espèces végétales ou le sol.

En ce qui concerne les observations à réaliser sur les espèces végétales, qui pouvaient parfois s'avérer complexes, des révisions majeures ont été réalisées pour parvenir au protocole et aux listes de référence finaux : **1/** les relevés phytosociologiques exhaustifs recherchés avec le prototype sont remplacés par la recherche d'espèces végétales cotées « absolu » dont l'abondance-dominance est significative sur la placette associée à un point de relevé, **2/** sans espèce végétale cotée « absolu » dont l'abondance-dominance est significative sur la placette associée à un point de relevé, il s'agit de dénombrer les espèces avec une abondance-dominance significative et de vérifier si les espèces végétales cotées « relatif » représentent au moins la moitié de ces espèces, **3/** dans les milieux forestiers guyanais où il est difficilement praticable (même pour un botaniste expérimenté) d'identifier toutes les espèces sur une placette (grande richesse spécifique, difficulté à observer le feuillage des arbres), la présence simple d'une espèce végétale cotée « absolu » est à rechercher. Ces révisions ont pour effet d'améliorer la faisabilité des protocoles et listes de référence finaux.

Même avec les révisions réalisées pour parvenir aux protocoles et aux listes de référence finaux, il est nécessaire de prévoir un accompagnement pour une prise en main des protocoles et des listes de référence par les agents techniques dans les DROM. Ces actions à engager, ou pour beaucoup déjà engagées durant ce projet, sont détaillées dans la section IV.12 (par ex. élaboration d'un guide général pour identifier et délimiter les zones humides, élaboration de guide d'identification des espèces végétales par DROM, actions de formation à déployer par DROM). Ces actions sont primordiales pour promouvoir l'accessibilité technique des protocoles et des listes de référence par les acteurs sur les territoires.

VII.2. Fiabilité

La conclusion au sujet de la fiabilité du protocole et des listes de référence est réalisée avec une analyse statistique complémentaire aux analyses graphiques fournies dans les sections qui précèdent. Elle permet d'objectiver l'analyse des résultats obtenus, et donc de conclure sur la fiabilité des protocoles et listes de référence.

VII.1.1. Méthode statistique utilisée

Test de Cochran Q

Le test de Cochran Q est une méthode statistique qui permet dans le cadre de ce projet d'évaluer si les proportions de conclusions diffèrent significativement selon les trois conditions étudiées durant ce projet : ● le prototype, ● l'avis des observateurs, ● les protocoles et listes de référence finales. Ce test tient compte de l'appariement de conclusions qui sont binaires (présence d'une zone humide/absence d'une zone humide). Il généralise le test de McNemar qui est limité à deux conditions et il permet d'évaluer la présence de biais significatifs.

Notez qu'avec le test de Cochran Q, les observations doivent être indépendantes entre elles. Dans le cadre de ce projet, les données ont été collectées sur le terrain d'une seule façon concernant le prototype et les protocoles et listes de référence finaux. Les conclusions ont ensuite été réalisées de différentes manières d'après ces données. Les observateurs se sont efforcés sur le terrain d'être libres de contre dire le résultat du prototype lorsqu'ils ont émis eux-mêmes un avis sur la présence ou l'absence d'une zone humide sur un point de relevé. Il aurait toutefois été préférable d'analyser si l'avis d'observateurs qui appliquent le protocole et les listes de référence, et l'avis d'autres observateurs, qui ne les appliquent pas, diffèrent entre eux, pour accroître l'indépendance des observations entre elles. Cela n'a toutefois pas été possible durant ce projet.

De plus, le test de Cochran Q suppose que les données manquantes sont rares et ne biaiseront pas les résultats si elles sont ignorées. Les données manquantes (sans conclusion « présence », « non détection » ou « absence ») n'ont donc pas été incluses dans l'analyse.

Test post-hoc de McNemar

Lorsqu'un test de Cochran Q détecte une différence significative entre plusieurs conditions, des tests *post-hoc* permettent d'identifier quelles paires de conditions diffèrent entre-elles. Ces tests permettent de comparer des conditions deux à deux en contrôlant le risque de faux positifs (erreur de type I) dû à la multiplicité des comparaisons. Le test de McNemar par paire est un test *post-hoc* couramment utilisé après un test de Cochran Q, pour comparer les proportions de réponses discordantes dans des données appariées ou couplées, avec des résultats binaires. Il repose sur une table de contingence 2x2, à partir de laquelle une analyse des discordances est réalisée.

Il est particulièrement utile dans les cas où l'objectif est d'analyser les changements ou les différences entre deux mesures sur les mêmes individus, notamment durant les études comparant deux méthodes de diagnostic. Le test de McNemar reposant sur une table de contingence 2x2, il ne peut pas inclure de données manquantes (sans conclusion « présence », « non détection » ou « absence »). Chaque relevé qui ne contient pas l'une des deux conclusions précitées, dans les trois conditions à la fois, a donc été écarté de l'analyse statistique. Cela doit toutefois faire l'objet de vigilance quant au biais éventuellement introduit par l'exclusion de ces données.

Pour promouvoir une analyse statistique plus efficiente, dans le cadre de travaux complémentaires, il serait intéressant de disposer de toutes les informations nécessaires pour minimiser la présence de données manquantes (par ex. mesures sur le toit de la nappe dans les sols et les contextes particuliers, veiller à bien mesurer les coefficients d'abondance-dominance des espèces végétales lors de la réalisation de relevés sur une placette).

VII.1.2. Résultats

Les Figures ci-après illustrent les résultats obtenus avec les tests de Cochran Q, puis avec les tests *post-hoc* de McNemar, en considérant donc les trois conditions suivantes : ● prototype, ● avis des observateurs, ● protocoles et listes de référence finales. Ces conditions sont considérées de manière simultanée avec le test de Cochran Q. Elles sont considérées deux à deux avec le test de McNemar.

Les résultats sont détaillés par Figure selon **1/** l'habitat, **2/** les espèces végétales, **3/** le sol et **4/** une approche alternative des conclusions sur l'habitat, les espèces végétales et le sol. Les résultats sont présentés avec les relevés réalisés dans tous les DROM confondus, et ils sont également déclinés par DROM.

VII.1.2.1. Habitats

Le test de Cochran Q détecte une différence significative entre les conclusions obtenues sur les points de relevé (présence ou non détection d'une zone humide) d'après les trois conditions ($p < 0,05$), tous DROM confondus, et dans chaque DROM considéré individuellement.

Les tests de McNemar indiquent que le prototype diffère significativement de l'avis de l'observateur, à l'exception de Mayotte. Le protocole et les listes de référence finaux diffèrent significativement de l'avis de l'observateur, à l'exception de la Guadeloupe, de La Réunion et de Mayotte. Cela suggère donc que la liste de référence finale d'« habitats » (habitats cotés « H » ou « pro parte ») est meilleure que le prototype en Guadeloupe et à La Réunion (même si la p – *value* reste faible dans ce DROM, $p = 0,06$), même si aucune différence statistique significative n'a été détectée entre le prototype et le protocole et la liste de références finaux d'« habitats ».

Le fait de détecter des différences statistiquement significatives entre l'avis de l'observateur et le protocole et la liste de référence finaux d'« habitats » tous DROM confondus, amène à de la vigilance avec l'entrée « habitats » seule, qui pose un risque de sous-détection de la présence d'une zone humide. En effet, après avoir vérifié que la tendance observée en éliminant les points de relevé qui contenaient au moins une donnée manquante est la même que celle illustrée dans la section V.1, il apparaît que les différences significatives détectées résultent pour l'essentiel de sous-détections de la présence d'une zone humide (l'observateur conclut qu'une zone humide est présente, mais le prototype ou la liste de références d'« habitats » finaux conclut qu'une zone humide n'est pas détectée).

VII.1.2.2. Espèces végétales

Le test de Cochran Q détecte une différence significative entre les conclusions obtenues sur les points de relevé (présence ou non détection d'une zone humide) d'après les trois conditions ($p < 0,05$), tous DROM confondus et en Guyane seulement.

Les tests de McNemar indiquent seulement 3 différences statistiquement significatives : 1/ entre le prototype et le protocole et la liste de référence finaux d'« espèces végétales » tous DROM confondus, 2/ et en Guyane, 3/ entre le prototype et l'avis de l'observateur en Guyane. Cela suggère donc que la liste de référence finaux d'« espèces végétales » (espèces végétales cotés « absolu » ou « relative ») est meilleure que le prototype en particulier en Guyane d'après les relevés.

Le fait de ne pas détecter de différence statistiquement significative entre l'avis de l'observateur et le protocole et liste de référence finaux d'« espèces végétales » tous DROM confondus, et dans chaque DROM, démontre la fiabilité globale du critère « végétation » en considérant les espèces végétales. Il n'y a pas de sous-détection, ni de sur-détection significatives de la présence d'une zone humide. A noter toutefois, que La Réunion est le DROM avec la *p – value* la plus faible, même si elle n'est pas significative ($p = 0,096$).

Après avoir vérifié que la tendance observée en éliminant les points de relevé qui contenaient au moins une donnée manquante est la même que celle illustrée dans la section V.1, il apparaît que les différences significatives détectées avec l'avis de l'observateur résultent pour l'essentiel de sous-détections de la présence d'une zone humide (l'observateur conclut qu'une zone humide est présente, mais le prototype ou la liste de références d'« espèces végétales » finaux conclut qu'une zone humide n'est pas détectée).

VII.1.2.3. Sols

Le test de Cochran Q détecte une différence significative entre les conclusions obtenues sur les points de relevé (présence ou non détection d'une zone humide) d'après les trois conditions ($p < 0,05$) tous DROM confondus, mais il ne détecte pas de différence significative par DROM. A noter que la *p – value* tous DROM confondus est proche de la valeur de 0,05 ($p = 0,049$).

Les tests de McNemar n'indiquent pas de différence statistiquement significative tous DROM confondus, ni par DROM.

Le fait de ne pas détecter de différence statistiquement significative entre l'avis de l'observateur et le protocole et liste de référence finaux de « sols » tous DROM confondus, et dans chaque DROM, démontre la fiabilité globale du prototype et du protocole et des listes de référence de « sols ». Il n'y a pas de sous-détection, ni de sur-détection significatives de la présence d'une zone humide.

A l'issue des tests sur le terrain, très peu de révisions ont été réalisées pour parvenir au protocole et aux listes de référence finaux de « sols ». Il y a surtout eu des précisions sur la liste et la dénomination de contextes et de sols particuliers par DROM. Cela explique que les différences soient faibles entre le prototype et le protocole et les listes de référence finaux de « sols ».

VII.1.2.4. Approche alternative

Le test de Cochran Q ne détecte pas de différence significative entre les conclusions obtenues sur les points de relevé (présence ou non détection d'une zone humide) d'après les trois conditions ($p < 0,05$) tous DROM confondus, ni par DROM. Les *p – value* des tests sont toutes nettement supérieures à 0,05, avec même des convergences exhaustives selon les 3 conditions en Guadeloupe et à Mayotte.

Les tests de McNemar n'indiquent pas de différence statistiquement significative tous DROM confondus, ni par DROM.

Le fait de ne pas détecter de différence statistiquement significative entre l'avis de l'observateur et l'approche alternative, démontre la très bonne fiabilité de l'approche alternative. Il n'y a pas de sous-détection, ni de sur-détection significatives de la présence d'une zone humide. L'approche alternative avec les listes de référence a pour bénéfice de détecter la présence ou l'absence

d'une zone humide, même si une liste de référence ne parvient pas à détecter la présence à elle seule ; sans détecter la présence d'une zone humide à l'excès.

Les protocoles et les listes de référence finaux sont fiables pour identifier la présence ou l'absence d'une zone humide sur un point de relevé, puis pour localiser une limite entre ces points de relevé. Les risques de sur-détection ou de sous-détection sont minimisés. Les protocoles et les listes de finaux du projet sont donc pertinents pour réaliser les identifications et délimitations de zones humides durant la mise en œuvre de la police de l'eau, de la constitution d'un dossier loi sur l'eau...

| | Prototype | Avis des observateurs | | Final | |
|-----------------------|------------|-----------------------|-----------|----------|-----------|
| | <i>n</i> | <i>Q</i> | <i>df</i> | <i>p</i> | |
| Prototype | Tous DROM | 389 | 73,057 | 2 | < 2,2E-16 |
| Avis des observateurs | Guyane | 72 | 18,421 | 2 | 1,00E-04 |
| | Martinique | 108 | 34 | 2 | 4,14E-08 |
| | Guadeloupe | 78 | 8,1667 | 2 | 0,01685 |
| Final | La Réunion | 88 | 14,333 | 2 | 0,0007719 |
| | Mayotte | 43 | 8 | 2 | 0,01832 |

a)

| | Prototype | | | | Avis des observateurs | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------|---|-----------|
| | Test de McNemar | | | | Test de McNemar | | | | | |
| | <i>n</i> | <i>X</i> ² | <i>df</i> | <i>p</i> | <i>n</i> | <i>X</i> ² | <i>df</i> | <i>p</i> | | |
| Avis des observateurs | Tous DROM | 389 | 40,641 | 1 | 1,83E-10 | | | | | |
| | Guyane | 72 | 5,7857 | 1 | 0,01616 | | | | | |
| | Martinique | 108 | 15,059 | 1 | 0,0001042 | | | | | |
| | Guadeloupe | 78 | 4,0833 | 1 | 0,04331 | | | | | |
| | La Réunion | 88 | 8,4706 | 1 | 0,003609 | | | | | |
| | Mayotte | 43 | 2,25 | 1 | 0,1336 | | | | | |
| Final | Tous DROM | 389 | 0,26667 | 1 | 0,6056 | Tous DROM | 389 | 37,77 | 1 | 7,96E-10 |
| | Guyane | 72 | 2,2857 | 1 | 0,1306 | Guyane | 72 | 11,529 | 1 | 0,000685 |
| | Martinique | 108 | sans divergence détectée | NA | NA | Martinique | 108 | 15,059 | 1 | 0,0001042 |
| | Guadeloupe | 78 | 1,3333 | 1 | 0,2482 | Guadeloupe | 78 | 1,7778 | 1 | 0,1824 |
| | La Réunion | 88 | 3,2 | 1 | 0,07364 | La Réunion | 88 | 3,5 | 1 | 0,06137 |
| | Mayotte | 43 | sans divergence détectée | NA | NA | Mayotte | 43 | 2,25 | 1 | 0,1336 |

b)

Figure 79 : Résultat du test de Cochran Q pour identifier si des différences statistiquement significatives existent entre l'identification d'une zone humide (présence *versus* non détection, sans les données « NA », « doute... » ou « je ne sais pas ») d'après ● le prototype de protocole et de listes de référence d'« habitats », ● l'avis des observateurs sur l'**habitat** seulement et ● le protocole et la liste de référence finale d'« habitats » (a). Un test post-hoc de McNemar est réalisé pour identifier les différences significatives entre les conditions sus-citées, analysées deux à deux (b).

| | Prototype | Avis des observateurs | | Final | |
|-----------------------|------------|-----------------------|-----------|----------|----------|
| | <i>n</i> | <i>Q</i> | <i>df</i> | <i>p</i> | |
| Prototype | Tous DROM | 348 | 9,5686 | 2 | 0,00836 |
| | Guyane | 53 | 13,176 | 2 | 0,001376 |
| Avis des observateurs | Martinique | 91 | 2,9231 | 2 | 0,2319 |
| | Guadeloupe | 52 | 1,5 | 2 | 0,4724 |
| Final | La Réunion | 106 | 5,5714 | 2 | 0,06169 |
| | Mayotte | 46 | 0,66667 | 2 | 0,7165 |

a)

| | Prototype | | | | Avis des observateurs | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|----------|-----------------------|-----------------------|-----------|----------|---|---------|
| | Test de McNemar | | | | Test de McNemar | | | | | |
| | <i>n</i> | <i>X</i> ² | <i>df</i> | <i>p</i> | <i>n</i> | <i>X</i> ² | <i>df</i> | <i>p</i> | | |
| Avis des observateurs | Tous DROM | 348 | 1,9286 | 1 | 0,1649 | | | | | |
| | Guyane | 53 | 4,0833 | 1 | 0,04331 | | | | | |
| | Martinique | 91 | 1,4545 | 1 | 0,2278 | | | | | |
| | Guadeloupe | 52 | 0 | 1 | 1 | | | | | |
| | La Réunion | 106 | 1,2308 | 1 | 0,2673 | | | | | |
| | Mayotte | 46 | 0 | 1 | 1 | | | | | |
| Final | Tous DROM | 348 | 16,056 | 1 | 6,15E-05 | Tous DROM | 348 | 1,1667 | 1 | 0,2801 |
| | Guyane | 53 | 10,083 | 1 | 0,001496 | Guyane | 53 | 0,9 | 1 | 0,3428 |
| | Martinique | 91 | 0,5 | 1 | 0,4795 | Martinique | 91 | 0,30769 | 1 | 0,5791 |
| | Guadeloupe | 52 | 0,5 | 1 | 0,4795 | Guadeloupe | 52 | 0 | 1 | 1 |
| | La Réunion | 106 | 0,5 | 1 | 0,4795 | La Réunion | 106 | 2,7692 | 1 | 0,09609 |
| | Mayotte | 46 | sans divergence détectée | | NA | Mayotte | 46 | 0 | 1 | 1 |

b)

Figure 80 : Résultat du test de Cochran Q pour identifier si des différences statistiquement significatives existent entre l'identification d'une zone humide (présence *versus* non détection, sans les données « NA », « doute... » ou « je ne sais pas ») d'après ● le prototype de protocole et de listes de référence d'« espèces végétales », ● l'avis des observateurs sur les **espèces végétales** seulement et ● le protocole et la liste de référence finale d'« espèces végétales » (a). Un test post-hoc de McNemar est réalisé pour identifier les différences significatives entre les conditions sus-citées, analysées deux à deux (b).

| | Prototype | Avis des observateurs | | Final | |
|-----------------------|------------|-----------------------|--------------------------|----------|---------|
| Prototype | <i>n</i> | <i>Q</i> | <i>df</i> | <i>p</i> | |
| | Tous DROM | 283 | 6 | 2 | 0,04979 |
| Avis des observateurs | Guyane | 59 | 4 | 2 | 0,1353 |
| | Martinique | 64 | sans divergence détectée | | |
| | Guadeloupe | 45 | sans divergence détectée | | |
| Final | La Réunion | 73 | 2 | 2 | 0,3679 |
| | Mayotte | 42 | sans divergence détectée | | |

a)

| | Prototype | | | | Avis des observateurs | | | | | |
|-----------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------|----------|-----------------------|------------|-----------|--------------------------|---|--------|
| Avis des observateurs | Test de McNemar | | | | | | | | | |
| | <i>n</i> | χ^2 | <i>df</i> | <i>p</i> | | | | | | |
| Tous DROM | 283 | 1,3333 | 1 | 0,2482 | | | | | | |
| Guyane | 59 | 0,5 | 1 | 0,4795 | | | | | | |
| Martinique | 64 | sans divergence détectée | | NA | | | | | | |
| Guadeloupe | 45 | sans divergence détectée | | NA | | | | | | |
| La Réunion | 73 | 0 | 1 | 1 | | | | | | |
| Mayotte | 42 | sans divergence détectée | | NA | | | | | | |
| Final | Test de McNemar | | | | Test de McNemar | | | | | |
| | <i>n</i> | χ^2 | <i>df</i> | <i>p</i> | <i>n</i> | χ^2 | <i>df</i> | <i>p</i> | | |
| | Tous DROM | 283 | sans divergence détectée | | NA | Tous DROM | 283 | 1,3333 | 1 | 0,2482 |
| | Guyane | 59 | sans divergence détectée | | NA | Guyane | 59 | 0,5 | 1 | 0,4795 |
| | Martinique | 64 | sans divergence détectée | | NA | Martinique | 64 | sans divergence détectée | | NA |
| | Guadeloupe | 45 | sans divergence détectée | | NA | Guadeloupe | 45 | sans divergence détectée | | NA |
| | La Réunion | 73 | sans divergence détectée | | NA | La Réunion | 73 | 0 | 1 | 1 |
| | Mayotte | 42 | sans divergence détectée | | NA | Mayotte | 42 | sans divergence détectée | | NA |

b)

Figure 81 : Résultat du test de Cochran Q pour identifier si des différences statistiquement significatives existent entre l'identification d'une zone humide (présence *versus* non détection, sans les données « NA », « doute... » ou « je ne sais pas ») d'après ● le prototype de protocole et de listes de référence de « sols », ● l'avis des observateurs sur le **sol** seulement et ● le protocole et la liste de référence finale de « sols » (a). Un test post-hoc de McNemar est réalisé pour identifier les différences significatives entre les conditions sus-citées, analysées deux à deux (b).

| | Prototype | Avis des observateurs | | Final | |
|-----------------------|------------|--------------------------|-----------|----------|--------|
| | <i>n</i> | <i>Q</i> | <i>df</i> | <i>p</i> | |
| Prototype | Tous DROM | 322 | 1,7333 | 2 | 0,4204 |
| | Guyane | 58 | 1,6 | 2 | 0,4493 |
| Avis des observateurs | Martinique | 84 | 1 | 2 | 0,6065 |
| | Guadeloupe | sans divergence détectée | | | |
| Final | La Réunion | 73 | 0,75 | 2 | 0,6873 |
| | Mayotte | sans divergence détectée | | | |

a)

| | Prototype | | | | Avis des observateurs | | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------|--------------------------|----------|-----------------------|------------|-----------|--------------------------|---|--------|
| | Test de McNemar | | | | Test de McNemar | | | | | |
| | <i>n</i> | χ^2 | <i>df</i> | <i>p</i> | <i>n</i> | χ^2 | <i>df</i> | <i>p</i> | | |
| Avis des observateurs | Tous DROM | 322 | 0,36364 | 1 | 0,5465 | | | | | |
| | Guyane | 58 | 0 | 1 | 1 | | | | | |
| | Martinique | 84 | 0 | 1 | 1 | | | | | |
| | Guadeloupe | 49 | sans divergence détectée | | NA | | | | | |
| | La Réunion | 87 | 0,125 | 1 | 0,7237 | | | | | |
| | Mayotte | 44 | sans divergence détectée | | NA | | | | | |
| | Final | Tous DROM | 322 | 1,5 | 1 | 0,2207 | Tous DROM | 322 | 0 | 1 |
| | Guyane | 58 | 0,25 | 1 | 0,6171 | Guyane | 58 | 0,25 | 1 | 0,6171 |
| | Martinique | 84 | 0 | 1 | 1 | Martinique | 84 | 0 | 1 | 1 |
| | Guadeloupe | 49 | sans divergence détectée | | NA | Guadeloupe | 49 | sans divergence détectée | | NA |
| | La Réunion | 87 | 0 | 1 | 1 | La Réunion | 87 | 0 | 1 | 1 |
| | Mayotte | 44 | sans divergence détectée | | NA | Mayotte | 44 | sans divergence détectée | | NA |

b)

Figure 82 : Résultat du test de Cochran Q pour identifier si des différences statistiquement significatives existent entre l'identification d'une zone humide (présence *versus* absence, sans les données « NA », « doute... » ou « je ne sais pas ») d'après une **approche alternative** ● du prototype de protocole et de listes de référence, ● l'avis des observateurs et ● le protocole et les listes de référence finales (a). Un test post-hoc de McNemar est réalisé pour identifier les différences significatives entre les conditions sus-citées, analysées deux à deux (b).

VIII. Réflexions prospectives complémentaires au présent projet

Les sites parcourus durant la campagne de terrain et les discussions avec les acteurs rencontrés au cours du projet ont alimenté des réflexions sur des travaux qu'il pourrait être pertinent de poursuivre, de renforcer ou d'engager pour contribuer à la préservation des zones humides et des ressources naturelles dans les DROM.

A la différence de la section IV.12, qui contient des perspectives centrées sur le présent projet (révisions nécessaires sur les prototypes pour parvenir au résultat final, accompagnement pédagogique nécessaire des acteurs destinataires des résultats du projet par ex.), ces réflexions vont bien au-delà du seul sujet de l'identification et de la délimitation des zones humides. Il importe ici de souligner le caractère subjectif de ces réflexions, formulées par les auteurs du Fascicule, qui devront nécessairement être contextualisées avec des recherches fouillées dans les projets existants sur les territoires pour en valider la pertinence. Le Fascicule 3 a déjà fourni de nombreux éléments pour contextualiser ces réflexions.

Les perspectives sont présentées par DROM et déclinées par thème. Des priorités sont proposées pour ordonner ces perspectives (Tableaux ci-après). Ces thèmes découlent de la typologie des cas d'usages élaborée pour répondre aux besoins du projet de recherche de « Cartographie nationale des milieux humides » (Vanacker et Gayet, in prep.). Ces usages ont été identifiés de telle sorte qu'ils reposent sur les questions « Biodiversité » soulevées au travers des spectres de la loi sur l'eau, des politiques et textes européens (directives, règlements, politique agricole commune etc.) et des conventions internationales. Les thèmes abordés ci-après sont donc identifiés au travers de ces spectres, sans prétention d'exhaustivité.

Ainsi, on retrouve les thèmes suivants :

- Juridique : actions du pouvoir législatif, exécutif et/ou judiciaire visant la création, la rectification, la précision, la mise en œuvre, l'évaluation des effets ou la suppression d'une règle de droit ;
- Gestion des zones humides : action concrète et planifiée de mobilisation et de mise en œuvre de moyens humains, matériels et financiers en vue d'atteindre les objectifs de préservation et de restauration fixés à l'échelle d'un milieu naturel ou d'un site ;
- Production de connaissances et/ou développement d'outils, méthodologies etc. : actions englobant les activités de recherche, développement, innovation ou structuration de programmes permettant l'acquisition de nouvelles connaissances ou l'élaboration de nouvelles méthodologies ;
- Gestion du territoire : Action concrète et planifiée de mobilisation et de mise en œuvre de moyens humains, matériels et financiers en vue d'atteindre les objectifs de préservation et de restauration d'un milieu fixés à l'échelle d'un territoire de vie en vue d'une articulation effective, efficace et efficiente des politiques publiques ;
- Stratégiques : Actions consistant à élaborer, diriger, coordonner et évaluer des plans d'action afin d'aboutir à un objectif déterminé, programmé sur le court, le moyen ou le long terme via par exemple une feuille de route clarifiant les mesures à prendre, notamment pour lever les contraintes éventuelles, anticiper les risques et proposer des solutions rectificatives ;

- Pédagogiques : actions d'enseignements et d'apprentissages permettant d'acquérir une compréhension approfondie sur un sujet donné et une aide pour appliquer ces connaissances dans la vie quotidienne ou la vie professionnelle.

Tableau 69: Réflexions prospectives sur des actions à engager, à poursuivre ou à renforcer pour contribuer à la préservation des zones humides et des ressources naturelles dans les DROM.

| Territoire | Thème | Sujet à traiter | Niveau de priorité |
|------------------------|--|--|--------------------|
| Commun à tous les DROM | Production de connaissances et/ou développement d'outils, méthodologies etc. | <p>Étendre le projet de cartographie nationale des milieux humides réalisé en métropole aux DROM</p> <p>Le projet de cartographie nationale des milieux humides consiste à prélocaliser les milieux humides et les zones humides (zones humides probables par ex.). Il est complémentaire aux inventaires locaux (zones humides effectives par ex.). Dans les DROM, il n'y a pas de cartographie homogène des zones humides. Ce projet, lancé en 2023 par le MTECT, peut permettre de fournir une telle cartographie. À noter, que ce projet a été lancé en 2024 dans les DROM.</p> | Priorité 1 |
| | | <p>Promouvoir l'inventaire des zones humides</p> <p>L'état d'avancement des inventaires est asynchrone entre DROM, et la qualité de ceux qui ont été réalisés semble hétéroclite (certains étant plus exhaustifs que d'autres). Il apparaît donc nécessaire de promouvoir la réalisation d'inventaires plus complets des zones humides, pour disposer de cartographies des zones humides effectives, alimentant encore plus directement la décision des acteurs qu'une simple prélocalisation. À noter que des travaux ont déjà entrepris des travaux dans cette perspective, par ex. en Guadeloupe. Recourir aux protocoles et listes de référence produits dans les présents Fascicules devrait alors être encouragé.</p> | Priorité 1 |
| | | <p>Promouvoir l'évaluation des fonctions des zones humides dans les DROM et instrumenter leur évaluation</p> <p>Il n'existe pas de méthode homogène, commune aux DROM, en tenant compte des spécificités écologiques de chacun, pour évaluer les fonctions des zones humides. Une telle méthode pourrait promouvoir l'évaluation des fonctions dans le cadre de la mise en œuvre de l'ex-post (voir Gayet et al 2023b en métropole), de l'ex-ante, voire de la restauration écologique... Évaluer les fonctions est également le premier pas nécessaire à l'évaluation des services pour ensuite communiquer auprès des acteurs sur l'intérêt de préserver les zones humides. De tels développements méthodologiques devront nécessairement tenir compte des spécificités de chaque territoire. Par ex. la typologie utilisée aux Etats-Unis d'Amérique relative aux systèmes hydrogéomorphologiques, devrait recourir au langage courant dans les DROM (pour nommer des cours d'eau, parler de crique en Guyane, de ravine à La Réunion...).</p> | Priorité 2 |

| Territoire | Thème | Sujet à traiter | Niveau de priorité |
|------------|-------|--|--------------------|
| | | <p>Promouvoir une évaluation fine des effets de la restauration écologique ou des atteintes portées aux zones humides</p> <p>Développer un projet équivalent à la boîte à outils Mhéo de métropole, en complémentarité ou dans le prolongement du programme MANG déjà existant dans les DROM. Il conviendrait d'être vigilant à ne pas transposer des méthodes métropolitaines, sans précaution. Par ex. au cours des échanges avec les acteurs, certains indicateurs relatifs à la faune de la boîte à outils Mhéo pourraient inspirer des indicateurs dans les DROM, mais pour certains groupes taxonomiques, quasi absents, ou absents à l'état naturel dans certains DROM, il n'y aurait pas d'intérêt.</p> | Priorité 2 |
| | | <p>Étendre aux DROM le projet d'étude diachronique sur la fréquence des atteintes portées aux zones humides</p> <p>PatriNat est en train d'élaborer une approche pour évaluer le solde net de l'action publique sur les zones humides au cours du temps. Cette approche a été testée sur trois territoires en métropole. Étant donné la dynamique d'aménagement très importante dans certains DROM, et les actions pour reconquérir les fonctions des zones humides qui y existent, il serait intéressant de tester cette approche dans un DROM, pour évaluer les difficultés pratiques auxquelles l'approche se confronte dans un contexte tropical par ex.</p> | Priorité 2 |
| | | <p>Développer un référentiel des actions écologiques sur les zones humides des DROM</p> <p>La dynamique d'aménagement en zone humide dans les DROM est tout à fait prégnante. Promouvoir la préservation et la restauration des zones humides dans les DROM s'avère nécessaire en contribuant aux actions déjà entreprises sur ces territoires, pour améliorer le contenu technique des actions écologiques mises en œuvre. Réaliser un référentiel d'actions écologiques dans les DROM (inventorier les actions écologiques, évaluer leur faisabilité, identifier des points techniques sur lesquels être vigilant) paraît intéressant. Cette démarche pourrait s'inspirer du référentiel d'actions écologiques développés à ce sujet en métropole (Gayet et al. 2023d) ou à l'échelle mondiale (https://www.conservationevidence.com/). Il est particulièrement important de veiller à ce qu'un tel référentiel inclue la problématique prégnante des actions sur les espèces végétales associées à des invasions biologiques, par ex. dans un DROM comme La Réunion.</p> | Priorité 2 |

| Territoire | Thème | Sujet à traiter | Niveau de priorité |
|------------|--|---|--------------------|
| | | <p>Poursuivre l'acquisition de connaissances sur les conditions abiotiques associées à la flore</p> <p>En métropole, les caractères écologiques (par ex. climatiques avec la luminosité, la température, l'humidité atmosphérique... ou édaphiques avec la salinité, l'humidité, la texture) sont relativement bien documentés pour de nombreuses espèces, avec des référentiels relativement standardisés. En revanche, dans les DROM cette connaissance apparaît comme étant souvent disparate, lacunaire quand elle existe, ou alors elle reste la connaissance de spécialistes pointus dans un domaine. Il existe toutefois des initiatives locales pour réaliser des flores complètes qui tendent vers cet objectif. Ces défauts importants en connaissance ont pu générer des difficultés pour identifier les espèces caractéristiques de zones humides dans le cadre du présent projet. Pour contribuer à comprendre le fonctionnement des zones humides, pour œuvrer encore plus efficacement à leur préservation (par ex. dans le cadre d'actions écologiques), il apparaît donc nécessaire de poursuivre ou d'engager des actions d'acquisition de connaissances à ce sujet.</p> | Priorité 2 |
| | Pédagogiques | <p>Intégrer les zones humides dans les sciences participatives</p> <p>Malgré toutes les actions déjà entreprises de communication, d'éducation et de sensibilisation pour promouvoir la préservation des zones humides dans les DROM, il semble qu'il puisse y avoir encore, comme dans certains territoires de métropole, un manque d'acculturation et d'imprégnation locale sur le sujet des zones humides, avec des variations assez importantes selon les acteurs locaux. Intégrer ou renforcer l'intégration de la dimension « zone humide » dans les sciences participatives apparaît comme une des solutions prometteuses pour s'adresser à un large public.</p> | Priorité 2 |
| Guyane | Production de connaissances et/ou développement d'outils, méthodologies etc. | <p>Poursuivre le travail de Hoff et al. (1997) sur la typologie des habitats</p> <p>La typologie de Hoff et al. (1997) est la plus exhaustive et la plus détaillée sur l'ensemble des milieux qui peuvent être rencontrés, mais son utilisation est parfois délicate : quelques redondances, incohérences, absence de description des postes typologiques pour réduire les erreurs, absence de clefs de détermination des habitats pour faciliter l'identification, absence de glossaire. Il serait donc nécessaire de la réviser pour la compléter, ou alors éventuellement de créer une typologie <i>ex-nihilo</i>. Une telle production devrait être complétée par un guide opérationnel de terrain.</p> <p>Durant de tels travaux, il importerait d'être vigilant à ce que des correspondances robustes soient établies avec les listes de référence d'habitat développées durant le présent projet d'après Hoff et al. (1997).</p> | Priorité 1 |

| Territoire | Thème | Sujet à traiter | Niveau de priorité |
|--------------------------|--|--|--------------------|
| | Gestion du territoire | <p>Développer un Conservatoire Botanique en Guyane</p> <p>L'implantation d'un Conservatoire botanique des îles de la Guadeloupe s'ajoute au CBN Mascarin et au CBN Martinique. Tous les DROM sont dans le territoire d'agrément d'un CBN, à l'exception de la Guyane. Étant donné les richesses floristiques en Guyane et le niveau de connaissances sur la flore avec une marge d'amélioration qui paraît énorme (10 nouvelles espèces décrites par an, S. Gonzalez comm. pers.), disposer d'un Conservatoire Botanique sur ce territoire apparaît comme indispensable pour promouvoir l'acquisition de connaissances et contribuer à améliorer la gestion du territoire.</p> | Priorité 1 |
| | Pédagogique | <p>Communiquer sur la préservation de l'environnement et la quantité de nature disponible</p> <p>Des acteurs locaux perçoivent souvent la nature comme très bien préservée sur la large bande côtière guyanaise. Dans le même temps, de nombreux écosystèmes en apparence « naturels » sont en fait très dégradés, la dynamique d'aménagement est particulièrement forte et certains milieux à haute valeur patrimoniale (par ex. les savanes humides) font l'objet d'aménagements sévères. Il apparaît donc nécessaire de porter à connaissance des acteurs locaux quel est l'état des écosystèmes sur les territoires, d'identifier les enjeux prioritaires de préservation pour promouvoir une vision plus intégrée du territoire.</p> | Priorité 2 |
| Martinique et Guadeloupe | Production de connaissances et/ou développement d'outils, méthodologies etc. | <p>Poursuivre le travail de Hoff et al. (1997) sur la typologie des habitats</p> <p>La typologie de Hoff et al. (1997) est la plus exhaustive et la plus détaillée en Guadeloupe et à la Martinique, mais son utilisation est parfois délicate : quelques redondances, quelques incohérences, absence de description des postes typologiques pour réduire les erreurs, absence de clefs de détermination des habitats pour faciliter l'identification, absence glossaire. Il serait donc nécessaire de la réviser pour la compléter, ou alors éventuellement de créer une typologie <i>ex-nihilo</i>. Une telle production devrait être complétée par un guide opérationnel de terrain.</p> <p>Durant de tels travaux, il importerait d'être vigilant à ce que des correspondances robustes soient établies avec les listes de référence d'habitat développées durant le présent projet d'après Hoff et al. (1997).</p> | Priorité 1 |
| | Stratégiques | <p>Renforcer les actions pour lutter contre les rejets d'eaux usées dans les milieux naturels, notamment les mangroves</p> | Priorité 1 |

| Territoire | Thème | Sujet à traiter | Niveau de priorité |
|------------|--|--|--------------------|
| La Réunion | Production de connaissances et/ou développement d'outils, méthodologies etc. | <p>Promouvoir la Typologie Des Habitats naturels de La Réunion (TDHR) en améliorant son caractère opérationnel</p> <p>La TDHR bénéficie notamment de descriptions des postes typologiques pour réduire les erreurs, de clefs de détermination rudimentaire des habitats pour faciliter l'identification. Ces éléments améliorent la portée opérationnelle de la typologie, même si quelques compléments et précisions seraient requis (par ex. certains habitats pourraient être encore absents de la typologie) ou alors il pourrait être envisagé de compléter cette typologie par « autre chose » pour décrire les milieux qui ne sont pas abordés par celle-ci (par ex. les habitats agricoles). Cependant, la mise en forme de la TDHR telle qu'elle existe actuellement mériterait d'être revue pour être plus pratique, par ex. en étant incorporée dans un guide opérationnel de terrain, pour les acteurs techniques écologiques qui ne sont pas spécialisés en botanique.</p> | Priorité 1 |
| | Stratégiques | <p>Renforcer la stratégie pour lutter contre les espèces végétales associées à des invasions biologiques</p> <p>Désormais très fortement implantées dans les zones humides et notamment celles des basses altitudes, les espèces végétales associées à des invasions biologiques, et leur grande prolifération serait à l'origine de la raréfaction d'écosystèmes constitués d'espèces autochtones, au profit d'écosystèmes « indifférenciés » constitués d'espèces allochtones principalement. Les prospections sur le terrain ont permis d'identifier des chantiers divers pour lutter contre ces proliférations : arrachage et broyage... et il serait pertinent de continuer à identifier des sites stratégiques (rapport coût-bénéfice) ou les renforcer.</p> | Priorité 1 |
| Mayotte | Production de connaissances et/ou développement d'outils, méthodologies etc. | <p>Promouvoir la typologie de Boulet et al. (2005) en améliorant son caractère opérationnel</p> <p>Cette typologie bénéficie par ex. de descriptions des espèces caractéristiques de postes typologiques, mais elle ne comporte pas de descriptions à proprement parler des postes typologiques, ni de clefs de détermination rudimentaires des habitats pour faciliter l'identification. Enrichir cette typologie avec de tels éléments serait de nature à en promouvoir un usage le plus juste possible (par ex. éviter les erreurs d'identification). Une telle amélioration sur le fond, pourrait être suivie d'une mise en forme dans un guide opérationnel de terrain, pour les acteurs techniques écologiques qui ne sont pas spécialisés en botanique.</p> | Priorité 1 |
| | | <p>Poursuivre l'acquisition de connaissances sur les végétations rivulaires (principalement des ripisylves)</p> <p>Ces habitats seraient parmi les moins connus de Mayotte, alors qu'ils sont l'objet d'un enjeu patrimonial particulier. Pour connaître par ex. la valeur indicatrice de la flore associée aux végétations rivulaires (principalement des ripisylves), il serait nécessaire de réaliser des investigations dans ces habitats.</p> | Priorité 1 |

| Territoire | Thème | Sujet à traiter | Niveau de priorité |
|------------|--------------|--|--------------------|
| | Stratégiques | Renforcer les actions pour lutter contre les rejets d'eaux usées, de déchets, de défrichements, de pollution et d'aménagements sauvages sur les milieux naturels | Priorité 1 |

Sur le thème juridique, hors DROM et hors métropole, il est nécessaire d'envisager les mêmes travaux que ceux réalisés dans le cadre de ce projet à Saint-Pierre-et-Miquelon, puisque le code de l'environnement s'y applique dans les mêmes conditions qu'en métropole. Pour cela, il serait intéressant de tester les protocoles et listes de référence de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié, considérant que ce territoire est dans le même hémisphère et zone biogéographique que la métropole. Les éléments disponibles par ex. au Québec pourraient aussi être étudiés à ce sujet. **Par ailleurs, se pose la question de ce qui pourrait être produit dans les autres territoires que la métropole, les DROM et Saint-Pierre-et-Miquelon, pour contribuer à préserver les zones humides.**

Sur le thème de la production de connaissances et/ou développement d'outils, méthodologies etc., les constats réalisés dans le rapport sont une invitation à vivement renforcer les efforts de recherche fondamentale, appliquée et opérationnelle dans les DROM, pour disposer des connaissances suffisantes pour œuvrer activement à la préservation des zones humides sur ces territoires. Ces travaux de recherche fondamentale ou appliquée sont souvent les préalables indispensables à la réalisation du présent projet, qui relève davantage du développement expérimental. Cette invitation à poursuivre ces travaux de recherche a été confirmée à l'échelle nationale par les travaux de Gayet et al. (2016a, b, c et d).

IX. Diffusion des données collectées sur le terrain

IX.1. Restitution du résultat de l'étude

La restitution de l'étude est nationale. Les auteurs et contributeurs sont cités. Le rapport en Fascicules est largement diffusé via les canaux professionnels pertinents.

IX.2. Diffusion des données collectées

Les données floristiques, d'habitats et les photos associées à ces données seront référencées et bancarisées via PatriNat dans le SINP et libres d'utilisation (voir section I.4). Elles seront susceptibles d'être utilisées dans des formations et des communications à venir.

Les données sur le sol ne feront probablement pas l'objet d'une bancarisation dans Donesol en raison d'une description insuffisamment exhaustive des sols.

Les données relevées d'après le prototype de protocoles et listes de référence pourraient être publiées dans un article de données anglophone « *data paper* ». Les principaux partenaires ayant participé à la conception des prototypes de protocoles et listes de référence et les principaux partenaires les ayant testés seront associés comme co-auteurs ou cités.

Discussion

Le projet de Recherche et Développement « protocoles et listes de référence pour identifier et délimiter les zones humides dans les DROM » propose un résultat fiable et opérationnel en Guyane, à la Martinique, en Guadeloupe, à La Réunion et à Mayotte. Durant sa mise en œuvre, une synthèse bibliographique étayée dans chaque DROM a permis de reconnaître la variété des contextes écologiques qui y est rencontrée (Fascicule 2). La synthèse des travaux entrepris pour acquérir des connaissances sur les zones humides des DROM a permis d'inscrire la réalisation de projet dans le prolongement des travaux réalisés précédemment sur les territoires (Fascicule 3). La démarche avec laquelle il a été mis en œuvre a consisté à associer des scientifiques de domaines variés (botanique, pédologie, recherche & développement, écologie...), le public destinataire du résultat final du projet (agent technique d'établissement public de l'État, de bureaux d'études, services de l'État) tout en tenant informés les acteurs locaux de la réalisation du projet.

Cette démarche de Recherche et Développement est plutôt originale comparé aux autres projets réalisés sur ces territoires. Elle a porté simultanément sur l'ensemble des DROM. Les territoires ont été mis sur un pied d'égalité en valorisant les ressources scientifiques locales. L'investissement sur chaque DROM a été équilibré via un double support du MTECT et de l'OFB pour sa mise en œuvre. Les services de l'État qui sont des garants de la mise en œuvre de la réglementation et les publics techniques d'organismes publics et privés qui y contribuent ont été des partenaires privilégiés. Le projet a bénéficié d'un pilotage scientifique et d'une expertise poussée avec un centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel.

Aujourd'hui, le résultat de cette démarche fournit des éléments essentiels pour promouvoir une mise en œuvre équitable de la réglementation en vigueur sur les zones humides en métropole et dans les DROM.

La démarche de Recherche et Développement pour concevoir ces protocoles et listes de référence a été mise en œuvre avec succès : effectuer des recherches bibliographiques et mobiliser l'expertise de spécialistes, élaborer puis tester le prototype sur le terrain avec le public qui en sera destinataire, réviser les protocoles et listes de référence d'après les retours critiques reçus, produire des protocoles et des listes de référence finales. **Le résultat est scientifique et technique.**

Les listes de référence sur les « habitats », les « espèces végétales », les « sols » sont analogues à des listes de référence déjà développées par le passé dans les DROM. Cela souligne des initiatives tout à fait intéressantes et la volonté des acteurs dans ces territoires d'investir le sujet (voir Fascicule 3), comme cela existe également en métropole (voir par ex. MEDDE et Gis SOL, 2013 pour le sol), ou dans d'autres pays ou régions comme par ex. aux États Unis d'Amérique (Tiner, 2016) ou au Québec (Lachance et al. 2021). Il convient toutefois de noter qu'il n'a pas été possible d'identifier des analogies avec des démarches entreprises à l'étranger, dans des contextes écologiques pour certains similaires aux DROM (par ex. au Brésil, au Suriname, à la Dominique, à l'île Maurice, à Madagascar, aux Comores). Les recherches bibliographiques et quelques contacts pris avec des spécialistes locaux dans ces contextes n'ont pas abouti à l'identification de productions similaires à ces Fascicules, et il n'a donc pas pu en bénéficier.

La mise en œuvre de l'approche pour constituer un vaste échantillon de sites tests a permis de constituer un réseau de sites qui comportent des contextes écologiques représentatifs de chaque DROM. La sollicitation d'avis de spécialistes dans des domaines variés sur le terrain, qui connaissent pour certains très bien les écosystèmes des DROM a permis de réaliser une évaluation poussée de la fiabilité et de la faisabilité des protocoles et des listes de référence.

La validation scientifique des protocoles et des listes de référence a été réalisée par prototypage, en les confrontant à des contextes écologiques variés et à l'avis de spécialistes. Cette démarche de validation avec un prototype fonctionnel a eu comme avantage de le tester en conditions réelles, avec ses futurs utilisateurs, pour en évaluer la performance pratique et offrir des retours d'expérience concrets. Ceux-ci ont alimenté des révisions qui ont permis d'aboutir aux protocoles et aux listes de référence finaux. Cependant, cette démarche a pour inconvénient relatif, d'avoir été relativement onéreuse, de ne pas couvrir tous les scénarios écologiques possibles dans les DROM et de ne pas nécessairement couvrir des problèmes qui ne sont pas détectables dans un prototype. Cette démarche de validation est toutefois apparue comme la plus pertinente dans le cadre de ce projet et elle a fourni les résultats escomptés. À noter que parmi les autres techniques de validation possibles, une validation par simple simulation à partir de données existantes a été envisagée. Elle aurait pu être rapide, plus objective et factuelle que celle reposant sur l'avis des observateurs. Cependant, elle n'était pas possible, puisque les données concomitantes en un point de relevé sur l'habitat, les espèces végétales, le sol voire la nappe, en zone humide et hors zone humide, sont extrêmement rares dans les DROM. La technique de validation avec des données fictives aurait été possible, mais ces dernières auraient généré le risque de ne pas représenter fidèlement les contextes écologiques et de ne pas mettre en situation les observateurs.

Au cours des tests sur le terrain, le protocole pour conclure à la présence ou à l'absence d'une zone humide a été opérationnel, et l'approche alternative sur la base des listes de référence, telle que prévue par la réglementation nationale, a été tout à fait pertinente pour identifier avec une grande exhaustivité les zones humides. Cette approche a permis de tirer profit de la complémentarité des avantages de chaque liste de référence pour identifier les zones humides dans des contextes écologiques variés. Les erreurs d'omission existent toutefois avec cette approche (ne pas identifier une zone humide là où il y en aurait pourtant une d'après les observateurs) mais dans une bien moindre mesure que les erreurs de commission, qui paraissent anecdotiques (identifier une zone humide là où il n'y en aurait pas d'après les observateurs). **Il est important de souligner ces points qui garantissent la crédibilité globale des protocoles et des listes de référence, pour prévenir de trop nombreuses contestations dans le cadre de leur utilisation : les risques d'erreur et donc notamment de surestimation sont particulièrement faibles.** Les révisions opérées sur les listes de référence et les protocoles entre le prototype et le résultat final ont permis de réduire ces risques jusqu'à un niveau de fiabilité qu'il semble difficile d'améliorer, en l'état des connaissances actuelles.

Pour promouvoir la diffusion et l'usage efficient des protocoles et listes de référence, il apparaît impératif de développer des supports pédagogiques et des modules de formation spécifiques à chaque territoire. Ils devront être développés en anticipation d'un arrêté interministériel, pour qu'une fois pris, ils soient rapidement disponibles pour les acteurs des territoires qui souhaitent s'en saisir. En effet, réaliser des observations sur le sol, identifier les espèces végétales caractéristiques de zones humides ou encore les habitats est encore peu développé dans les DROM,

même si par ex. dans un territoire comme La Réunion, des efforts sont déjà entrepris pour former les acteurs à l'identification des habitats.

Ces supports pédagogiques et ces modules de formation pourraient contribuer à promouvoir la préservation de l'environnement au sens large dans les DROM, en encourageant les acteurs à la réalisation de diagnostic écologique avec une vision intégrée des écosystèmes (pas centrée par ex. uniquement sur les espèces végétales). Les partenaires du présent projet sont ainsi en train de développer des supports pédagogiques (par ex. guide pour identifier et délimiter les zones humides commun à tous les DROM, guide de détermination des espèces caractéristiques de zones humides par DROM) et des modules de formation.

Globalement, pour favoriser l'acceptabilité et l'appropriation des protocoles et listes de référence, il importe de poursuivre les efforts déjà entrepris par les acteurs sur les territoires pour mieux connaître les zones humides (Fascicule 3) et leurs actions de communication, d'éducation et de sensibilisation à propos des enjeux associés à la préservation des zones humides. Des perspectives de recherche, d'acquisition de connaissances, de communication, d'éducation, de sensibilisation... sont présentées dans ce Fascicule, leur pertinence restant à vérifier au regard des actions déjà entreprises dans les DROM.

Pour disposer des protocoles et listes de référence finales du projet, le lecteur se tournera utilement vers le Fascicule 5, qui est uniquement consacré à ces résultats finaux.

Bibliographie

- Acevedo-Rodríguez, P., & Strong, M. T., 2012. Catalogue of seed plants of the West Indies. Smithsonian Contributions to Botany. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte
- Areces-Mallea, A. E., Weakley, A. S., Li, X., Sayre, R. G., Parrish, J. D., Tipton, C. V., ... & Panagopoulos, N., 1999. A Guide to Caribbean Vegetation Types. The Nature Conservancy, Washington, DC, United States. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte
- Aublet, J.-M. F., 1775. Histoire des plantes de la Guiane Française. Londres.
- Audige, M., 1985. Estuaire du Mahury. Le littoral guyanais – Fragilité de l'environnement. 1er congrès régional de la Sépanguy. Xème colloque Sepanrit, Cayenne, Sepanguy-Sepanrit. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte
- Baize, D., Girard, M-C., Jabiol, B., Rossignol, J-P., Eimberck, M., et Beudou, A. 2009. Référentiel pédologique 2008. Troisième édition. Association française pour l'étude du sol (AFES), Éditions Quæ, France, 435 pages.
- Bánki, O., Roskov, Y., Döring, M., Ower, G., Vandepitte, L., Hobern, D., Remsen, D., Schalk, P., DeWalt, R. E., Keping, M., Miller, J., Orrell, T., Aalbu, R., Abbott, J., Adlard, R., Adriaenssens, E. M., Aedo, C., Aescht, E., Akkari, N., et al., 2023. Catalogue of Life Checklist (Version 2023-05-15). Catalogue of Life. <https://doi.org/10.48580/dfs6>
- Barabé G., Gibernau M. (2015). Aracées de Guyane française : biologie et systématique. Paris ; Marseille : MNHN ; IRD, 350 p. (Faune et Flore Tropicales ; 46). ISBN 978-2-85653-779-4.
- Barthelat F. 2019. La Flore illustrée de Mayotte. Biotope éditions, Mèze et Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Collection Inventaires & biodiversité, 687 p.
- Beard, J.S., 1949. The natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Mem., 21. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte
- Bena, P., 1960. Essences forestières de Guyane. Paris, Bureau agricole et forestier guyanais. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte
- Benoist, R., 1924. La végétation de Guyane française. Bulletin de la Société Botanique de France 71 :1169-1177. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte
- Bernard J.-F. et al., 2014. Livre rouge des plantes menacées aux Antilles françaises. Paris : MNHN - Biotope, 464 p.
- Bolliger R., Guiot V., Lacoste M., Picot F. & Gigord L. 2017. – Cahiers d'habitats de Mayotte : Étage littoral. Conservatoire botanique national de Mascarin, Saint-Leu, Réunion, 370 p.
- Boulet, R., 1986. Etat des recherches sur les sols guyanais : apport de la pédologie au développement. Cayenne, Orstom :12

- Boullet V., 2005. Typologie des milieux naturels et des habitats terrestres et littoraux (supralittoral, médiolittoral pro parte) de Mayotte. In Rolland R. & Boullet V. (coords), 2005. Mayotte Biodiversité et évaluation patrimoniale. Contribution à la mise en œuvre de l'inventaire ZNIEFF, pp 44-67.
- Boullet V. & Dimassi A. (coord.) 2022. – Index de la flore vasculaire (Trachéophytes) de Mayotte : statuts, menaces et protections. - Version 2022.1 (mise à jour du 25 décembre 2022). Conservatoire botanique national de Mascarin, Saint-Leu (Réunion), format numérique Excel
- Borhidi, A., Muñiz, O., & Del Risco, E., 1983. Plant communities of Cuba, I. Fresh and salt water, swamp and coastal vegetation. *Acta Botanica Hungarica*, 29(1-4), 337-376.
- Borhidi, A., 1996. Phytogeography and vegetation ecology of Cuba. *Akadémiai Kiadó*.
- Bosser J., Cadet T., Guého J. & Marais W. (coord.) 1976-2018. – Flore des Mascareignes [La Réunion, Maurice, Rodrigues], Sugar Industry Research Institute (Mauritius), Institut de Recherche pour le Développement (IRD, Paris), Royal Botanic Gardens (Kew), 28 vol. parus.
- Braun-Blanquet, J., 1928. Zur Kenntnis der Vegetationsverhältnisse des Grossen Atlas. Buchdruckerei Gebr. Fretz AG Zürich, Switzerland.
- Brinson, M.M., 1993a. A hydrogeomorphic classification for wetlands. DTIC Document, USACE, Waterways Experiment Station Report WRP-DE-4.
- Brinson, M.M., 1993b. Changes in the functioning of wetlands along environmental gradients. *Wetlands* 13, 65–74.
- Brinson, M.M. 1993b. A hydrogeomorphic classification for wetlands. 103 p.
- Brinson M.M., Hauer F.R., Lee L.C., Nutter W.L., Rheinhardt R.D. 1995. A Guidebook for Application of Hydrogeomorphic Assessments to Riverine Wetlands. Report. East Carolina Univ. Greenville NC. 219 p.
- Carra, P. (2022). Contribution à la connaissance des milieux humides des Petites Antilles: l'exemple des mares de la Martinique (Doctoral dissertation, Antilles). Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Chambaud F., Lucas J., Oberti D. 2012. Guide pour la reconnaissance des zones humides du bassin Rhône Méditerranée. Volume 1 : méthode et clés d'identification, 138 p. + annexes. Volume 2 : fiches écorégion et clés d'identification, 264 p. Conseil Aménagement Espace Ingénierie pour l'Agence de l'eau Rhône Méditerranée Corse.
- Chemery, J.-B., Gasc, G., Arama, Y., & Dubois, N. (2018). État des lieux des démarches participatives pour une gestion intégrée et durable de l'eau et des milieux aquatiques. 167. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Conservatoire Botanique de Martinique (Viscardi G. coord.) 2022. – Index de la flore vasculaire de Martinique (Trachéophytes) : statuts, menaces et protections. - Version 2022.1. Conservatoire Botanique de Martinique, Fort-de-France, format numérique Excel 2013.
- Conservatoire Botanique National de Mascarin (Boullet V. coord.) 2020.1. – Index de la flore vasculaire de La Réunion (Trachéophytes) : statuts, menaces et protections, Version 2020.1 (mise à jour du

- 06 janvier 2020), Conservatoire Botanique National de Mascarin, Saint-Leu (La Réunion), format numérique Excel 2003.
- Cook, C. D. K., Ed., 1996. Aquatic Plant Book. Amsterdam/New York, The Hague : SPB Academic. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Cremers, G., Hoff, M., 2003. Guide de la flore des bords de mer de Guyane française. Muséum national d'histoire naturelle.
- de Granville, J.-J., Gayot, M., Guitet, S., 2014. Guide des palmiers de Guyane. Office National des Forêts (ONF).
- Delassus L., 2015 - Guide de terrain pour la réalisation des relevés phytosociologiques. Brest : Conservatoire botanique national de Brest, 25 p., annexes (document technique).
- Delelis, A., 1971. Quelques aspects de la végétation en Martinique. Bull. Soc. Bot. N. Fr., Lille, 24 (1): 1-41. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Delnatte, C., Galtier, M., Marchal, F., Exbrayat, A., 2020. Florantilla – Flore photographique des Petites, Exbrayat. ed.
- Dulau, L., Stehlé, H., 1950. L'évolution éco-phytosociologique du littoral de l'Anse Drumont à la Guadeloupe (Antilles françaises). Bull. Mus. nat. Hist. nat., 2ème sér., 22 (4) : 488-501. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Duss, R.P., 1897. Flore phanérogamique des Antilles française. 1-656, Maçon. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Fallery, B. & Rodhain, F. 2007. Quatre approches pour l'analyse de données textuelles: lexicale, linguistique, cognitive, thématique. 16ème Conférence Internationale de Management Stratégique. Flora of the Guianas. Accès en 2024. <https://portal.cybertaxonomy.org/flora-guianas/>
- Foucault, B., 1978. Premières observations phytosociologiques sur les marais de Saint-Louis - Marie-Galante (Guadeloupe). Documents phytosociologiques, Lille, N.S., 2 : 181-189.
- Foucault, B., 1981. Nouvelles observations phytosociologiques sur la végétation aquatique et subaquatique à la Guadeloupe (Antilles Françaises): de la végétation phanérogamique marine aux bombements à sphaignes culminaux. Documents phytosociologiques, 10, 255-277.
- Foucault, B., 1991. Nouvelles considérations sur la végétation de la Guadeloupe (Antilles françaises). Phytocoenologia, 445-478.
- Fournet, J., 2002. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique, Tome I. CIRAD, Gondwana éditions, 1324 p.
- Fournet, J., 2002. Flore illustrée des phanérogames de Guadeloupe et de Martinique, Tome II. CIRAD, Gondwana éditions, 1214 p.
- Funk, V.A, P. E. Berry et al., 2007. Checklist of the Guiana Shield (Venezuela : Amazonas, Bolivar, Delta Amacuro ; Guyana, Surinam, French Guiana). S. Institution. 55 : 1-584. Référence consultée,

ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.

- Gayet G., Lemerrier B., Botcazou F., Gibeault-Rousseau J.-M., Chambaud F., Guelmami A., Hubert-Moy L., Laroche B., Panhelleux L., Rapinel S., Vanacker R. 2023a. Projet de cartographie nationale des milieux humides – Rapport de restitution de la campagne de terrain 2021-2022. DOI : 10.13140/RG.2.2.14932.37764.
- Gayet, G., Baptist, F., Biaunier, P., Caessteker, P., Clément, J.-C., Fossey, M., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Lemot, A., Mesléard, F., Padilla, B., Pelegrin, O. 2023b. Guide de la méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides - version 2. Office français de la biodiversité, collection Guides et protocoles, 154 pages
- Gayet, G., Baptist, F., Biaunier, J., Caessteker, P., Clément, J.-C., Fossey, M., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Lemot, A., Mesléard, F., Padilla, B., Pelegrin, O., 2023c. Méthode nationale d'évaluation des fonctions des zones humides. Fond. Théoriques Sci. Tech. Version 2.
- Gayet, G., Fossey, M., Baptist, F., Caessteker, P., Clément, J.-C., Dausse, A., Gaucherand, S., Isselin-Nondedeu, F., Mesléard, F., Pelegrin, O. 2023d. Référentiel d'actions écologiques mobilisables en zones humides. Version 1.0.
- Gayet, G., Vivier, A., Caessteker, P., Touroult, J., Barnaud, G., 2016a. Synthèse des acquis et des besoins opérationnels - Zones humides, recherches et développements (2001 - 2011) - Fascicule 1 : méthodes. Onema, MNHN, p. 48. Rapport SPN 2016 – 115.
- Gayet, G., Vivier, A., Caessteker, P., Touroult, J., Barnaud, G., 2016b. Synthèse des acquis et des besoins opérationnels - Zones humides, recherches et développements (2001 - 2011) - Fascicule 2 : contributions scientifiques à l'action. Onema, MNHN, p. 180. Rapport SPN 2016 – 116.
- Gayet, G., Vivier, A., Caessteker, P., Touroult, J., Barnaud, G., 2016c. Synthèse des acquis et des besoins opérationnels - Zones humides, recherches et développements (2001 - 2011) - Fascicule 3 : Applications et besoins de recherche pour l'action. Onema, MNHN, p. 58. Rapport SPN 2016 – 117.
- Gayet, G., Vivier, A., Caessteker, P., Touroult, J., Barnaud, G., 2016d. Synthèse des acquis et des besoins opérationnels - Zones humides, recherches et développements (2001 - 2011) - Fascicule 4 : Compendium des synthèses, de l'offre scientifique à la demande de terrain. Onema, MNHN, p. 58. Rapport SPN 2016 – 118.
- Gonzalez, S., Jaouen, G., Molino, J.-F., Prévost, M.-F., Sabatier, D., Smock, J.-L., 2011. Etablissement d'une liste des espèces végétales des zones humides de Guyane française. Rapport final MEEDDM/IRD – n°985/DIREN. Disponible sur : http://www.guyane.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/rapport_final_30-11-11.pdf
- Gonzalez, S., Jaouen, G., Molino, J.-F., Prévost, M.-F., Sabatier, D., Smock, J.-L., 2014. Etablissement d'une liste des espèces végétales des zones humides de Guyane française. Actualisation du rapport de 2011. MEEDDM/IRD – n°985/DIREN.
- Granville, J.-J. de, 1986a. Le projet de réserve domaniale de Kaw. Le littoral guyanais – Fragilité de l'environnement. 1er congrès régional de la Sépanguy. Xème colloque Sepanrit, Cayenne.

- Granville, J.-J. de, 1986b. Les formations végétales de la bande côtière de Guyane française. Le littoral guyanais – Fragilité de l'environnement. 1er congrès régional de la Sepanguy. Xème colloque Sepanrit, Cayenne.
- Groupe d'étude des problèmes de pédologie appliquée, G.E.P.P.A. 1981. Synthèse des travaux de la commission de cartographie.
- Hartog, C.D. et Segal, S., 1964. A new classification of the water-plant communities. Acta Botanica Neerlandica, 13 :367-393. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Hoff, M., Etifier-Chalano, E., Fiard, J. P., Foucault, B. D., & Joseph, P., 1997. Typologie provisoire des habitats naturels des départements d'Outre-mer français, basée du CORINE biotopes et la "Classification of Palearctic habitats" du Conseil de l'Europe. SPN-IEGB-MNHN, Paris 40 p.
- Hoff, M., Reynaud, P.-A., Toriola-Marbot, D., Deshayes, C., 1995. Le Grand Pripris de Yiyi : bilan écologique du site naturel protégé de la crique Yiyi (Guyane Française). Cayenne : ORSTOM, 1995, 114 p. multigr.
- Hoff, M., Toriola-Marbot, D., et al., 1995. Flore et végétation d'un marais tropical : le Grand Pripris de Yiyi (Guyane française). Bulletin de la société d'Histoire Naturelle de Colmar, 63:53-81.
- Hoffman, B., Ruyschaert, S., 2017. Lianas of the Guianas. LM Publishers.
- Howard, R. A. et al., 1974-1989. Flora of the Lesser Antilles: Leeward and Windward Islands. Arnold Arboretum, Harvard University, vol. 1-6.
- IUSS Working Group WRB. 2015. Base de référence mondiale pour les ressources en sols 2014, Mise à jour 2015. Système international de classification des sols pour nommer les sols et élaborer des légendes de cartes pédologiques. Rapport sur les ressources en sols du monde N° 106. FAO, Rome.
- Jérémie, J., & Jeune, B., 1992. Végétation des milieux aquatiques stagnants des Petites Antilles et relation entre la minéralisation des eaux et la distribution des macrophytes. Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle. Section B, Adansonia, 14(2), 297-330.
- Jérémie, J. & Raynal-Roques, A., 1978. Observations sur la végétation aquatique aux petites Antilles : variations saisonnières d'une mare à *Ruppia* et *Najas* à la Guadeloupe. Adansonia, 18 (2) : 279-290.
- Jérémie, J. & Raynal-Roques, A., 1981. Dynamique de la végétation des mares de dolines aux Petites Antilles. Bull. Mus. nat. Hist. nat., Paris, 4e sér., section B, Adansonia, 3 : 259-280.
- JORF. 2003. Journal officiel « Lois et Décrets » de la République française ; JORF n° 0075 du 29 mars 2003.
- Julve P., La valence écologique des plantes et son utilisation en bioindication, Actes du colloque « Les indicateurs des milieux tourbeux et zones humides associées » Pau, 17-19 juin 2009., 1-7.
- König, H., 2012. Protocol Engineering. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-29145-6>.
- Lachance, D., G. Fortin & G. Dufour Tremblay (2021). Identification et délimitation des milieux humides du Québec méridional – version décembre 2021, Québec, ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Direction adjointe de la conservation des milieux

- humides, 70 p. + annexes, [En ligne], <https://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/guide-identif-dellimit-milieus-humides.pdf>.
- Lacoste M., Delbosc P. Picot F. & D. Oudin 2021. – Typologie descriptive des habitats naturels et semi-naturels de La Réunion, version Aout 2021. Rapport technique non publié, Conservatoire Botanique de Mascarin, Saint-Leu, Réunion, 165 p.
- Lacoste M. & Picot F. 2009 – Les Zones Humides de La Réunion, Volume 1 : rapport & annexes, CBNM, DIREN Réunion, 196 p.
- Lacoste M. & Picot F. 2009 – Les Zones Humides de La Réunion, Volume 2 : cartographies, CBNM, DIREN Réunion, 27 p.
- Lacoste M., Delbosc P. Picot F. 2011 – Cahiers d’Habitats de La Réunion : zones humides. Rapport technique n° 6 non publié, Conservatoire Botanique de Mascarin, Saint-Leu, Réunion, 230 p. + annexes
- Latrille, E. 1981. Projet d’inventaire des terres cultivables de Mayotte. Mayotte : carte morphopédologique et des propositions d’affectation des terres. Montpellier : Gerdat-Irat. Service de cartographie, 1 carte, échelle 1/50000. <https://doi.org/10.18167/agritrop/00211>
- Lemerrier, É., Muni Toke, V. et Palomares, É. 2014. Les Outre-mer français : regards ethnographiques sur une catégorie politique. ENS Paris-Saclay, *Terrains & travaux*, vol. 1, n° 24, p. 5-38
- Lointier, M., 1986. Hydrodynamique et morphologie de l’estuaire du fleuve Sinnamary (Guyane française). Le littoral guyanais – Fragilité de l’environnement. 1er congrès régional de la Sepanguy. Xème colloque Sepanrit, Cayenne, Guyane française. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Lointier, M., 1996. Hydrologie des zones humides tropicales, apport de l’information spatialisée aux problèmes de gestion intégrée, applications en Guyane. Université Pierre et Marie Curie, Paris VI. Paris, Paris VI. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Maddi, F. A., 2014. Contribution à l’inventaire de la flore dulçaquicole de la Martinique: les «espèces exotiques envahissantes». Bilan des prospections. Société d’Histoire Naturelle l’Herminier (Nantes-France), Direction de l’Environnement, de l’Aménagement et du Logement Martinique (DEAL).
- Maddi, F. A., 2018. Additions à la v vasculaire aquatique de la Guadeloupe. *Le Journal de Botanique*, 84(1), 39-48.
- Major, P., & Claude, J. P. (2021). Les milieux humides dans le paysage des Petites Antilles: étude des mares de la Martinique. *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 21(1). Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- MEDDE, GIS Sol. 2013. Guide pour l’identification et la délimitation des sols de zones humides. Ministère de l’Écologie, du Développement Durable et de l’Énergie, Groupement d’Intérêt Scientifique Sol, 63 pages.

- Oberti, D., Chambaud, F., Simonnot, J.-L., 2003. Formalisation d'une méthode de délimitation des zones humides selon les listes de référence de la loi sur l'eau: application à la région Bourgogne. *Ingénieries Eau-Agric.-Territ.* p-19.
- Oldeman, R., 1970. L'architecture de la végétation ripicole forestière des fleuves et criques guyanais. Cayenne : ORSTOM, 1970, 13 p. multigr. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Pennington, T. D., 1997. The genus *Inga* Botany. Royal Botanic Gardens Kew (ed.), 844 p. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Portecop, J., 1978. Phytogéographie, cartographie écologique et aménagement dans une île tropicale. Le cas de la Martinique. Grenoble, France, 377.
- PrévotEAU, J., 2012. Les Héliconias de Guyane française. Biotope éditions, Parc naturel régional de Guyane.
- Richard, H., Ateni, J., 2022. Guide des arbres de Guyane, 3ème édition. ed. ONF.
- Rolland R. & Boulet V. (coord.), Mayotte : biodiversité et évaluation patrimoniale. Contribution à la mise en œuvre de l'inventaire Z.N.I.E.F.F. Collectivité départementale de Mayotte, DAF Mayotte et Conservatoire botanique national de Mascarin, 328 p. + annexes et mémoires.
- Rollet, B., Fiard, J. P., & Huc, R., 2010. Arbres des Petites Antilles, Tome 2. Description des espèces. Office National des Forêts, 914 p. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- Raunet, M. 1991. Le milieu physique et les sols de l'île de La Réunion : conséquences pour la mise en valeur agricole. Cirad, 515 pages.
- Sambin, A., Ravet, E., 2021. Les Orchidées de Guyane, Biotope. ed.
- Sant, S., 2022. Guide illustré de la flore de sous-bois du centre de la Guyane, Guyanensis. ed. Parc amazonien de Guyane.
- Sastre, C., & Breuil, A., 2007. Plantes, milieux et paysages des Antilles françaises : écologie, biologie, identification, protection et usages. Biotope, Mèze, 672 p.
- Smith R.D., Bartoldus A.A.C., Brinson M.M. 1995. An approach for assessing wetland functions using hydrogeomorphic classification, reference wetlands, and functional indices. DTIC Document. 90 p.
- Steyermark, J.A., Berry, P.E., Holst, B.K., Yatskievych, K., 1995. Flora of the venezuelan Guayana. Missouri Botanical Garden St. Louis. Référence consultée, ayant participé à la réflexion pour élaborer les protocoles et listes de référence, mais non citée dans le texte.
- TaxRef [Eds] 2024. TaxRef v17.0, référentiel taxonomique pour la France. PatriNat (OFB-CNRS-MNHN-IRD), Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. Archive de téléchargement contenant 8 fichiers générés le 10 janvier 2024. <https://inpn.mnhn.fr/telechargement/referentielEspece/taxref/17.0/menu>
- Tiner, R.W., 2016. Wetland Indicators: A Guide to Wetland Formation, Identification, Delineation, Classification, and Mapping, Second Edition. CRC Press.

Vanacker R., Gayet G., in prep. Projet de cartographie nationale des milieux humides – Rapport méthodologique des ateliers consultatifs territoriaux.

Résumé des Fascicules

Les zones humides pourvoient à des biens et des services essentiels. Leur préservation et leur gestion durable est d'intérêt général. Cependant, les acteurs des Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM), à savoir la Guadeloupe, la Guyane, La Réunion, la Martinique et Mayotte, ne disposent pas d'arrêté interministériel d'identification et de délimitation des zones humides pour mettre en œuvre la réglementation. Un projet inscrit dans le 4^{ème} plan national milieux humides 2022-2026 a été initié en 2022 pour définir des protocoles et des listes de référence.

Une démarche de R et D a donc été déployée avec des partenaires institutionnels, scientifiques et techniques sur les territoires. Durant la première phase du projet, la bibliographie scientifique et des expertises ont été mobilisées pour élaborer un prototype de protocoles et de listes de référence. Une synthèse bibliographique a permis de tenir compte de la diversité des contextes écologiques et des connaissances acquises sur les zones humides dans les DROM.

La seconde phase a consisté à tester les prototypes avec le public technique destinataire des protocoles et listes de référence et des spécialistes. Ces tests se sont déroulés sur 129 sites, avec 466 relevés sur les habitats, les espèces végétales et le sol dans une large diversité de zones humides.

La dernière phase a consisté à finaliser un protocole commun à tous les DROM et des listes de référence spécifiques à chaque DROM, en intégrant les retours critiques effectués. Le protocole et les listes de référence d'« habitats », d'« espèces végétales » et de « sols » s'avèrent pratiques et robustes. Les risques de sous-détection (ne pas détecter des zones humides présentes) et surtout de sur-détection de zone humide (détecter des zones humides où il n'y en a pas) sont minimes.

Les résultats de ce projet sont restitués en 5 Fascicules. Après consultation d'instances locales et nationales, le protocole et les listes de référence sont destinés à être officialisés par un arrêté interministériel cosigné par les Ministères en charge de la Transition Écologique, des Outre-mer, et de l'Agriculture ; équivalent à l'arrêté qui existe en métropole. Les protocoles et listes de référence sont destinés à être mis en œuvre par des agents en bureaux d'études, services de l'État, établissements publics de l'État... Après les actions d'information réalisées durant le projet auprès des acteurs techniques concernés, des supports pédagogiques seront conçus pour favoriser l'appropriation efficace du protocole et des listes de référence sur le terrain.

Ce projet a permis de poursuivre l'investissement des acteurs dans les DROM sur le sujet des zones humides. Les résultats opérationnalisent la réglementation en vigueur, ils promeuvent la préservation des zones humides et l'équité du droit sur le territoire national. Cette contribution ouvre la voie à des travaux ultérieurs suggérés dans les Fascicules.

PatriNat (OFB-MNHN-CNRS-IRD)

Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel

Jardin des Plantes

CP41 – 36 rue Geoffroy Saint-Hilaire

75005 Paris

www.patrinat.fr

