

METHODE DE RESTAURATION DES MANGROVES ET FORETS MARECAGEUSES

Version 1
Novembre 2023

Ce document est une méthode approuvée par le Ministère de la Transition Energétique dans le cadre du label bas-carbone. Elle permet de déterminer les conditions d'éligibilité et de vérification de projets de restauration de mangroves et forêts marécageuses et d'évaluer les réductions d'émissions induites. Cette méthode a été rédigée par EcoAct et a bénéficié, dans le cadre du projet GROVE-FIT :

De l'appui financier de :



Du soutien technique de :



ecoact

Table des matières

1. Applicabilité, définitions, durée	4
1.1. Mangroves et forêts marécageuses	4
1.2. Porteur de projet.....	5
1.3. Durée du projet	6
1.4. Sources et puits carbone à prendre en compte	6
2. Critères d'éligibilité	8
2.1. Conditions générales d'éligibilité des projets	8
2.1.1 Ecosystèmes	8
2.1.2 Activités éligibles	8
2.1.3 Ecosystèmes et activités non-éligibles	10
2.2. Conditions d'éligibilité légale des projets	12
2.2.1 Habilitation et autorisations.....	12
2.2.2 Respect du code de l'environnement	12
2.3. Éléments obligatoires lors du dépôt de projet.....	13
Etape 1 : Renseignement des limites géographiques du projet.....	13
Etape 2 : Analyse des faciès écologiques	14
Etape 3 : Démonstration de la dégradation des mangroves.....	15
Etape 4 : Description du plan de gestion.....	17
3. Démonstration de l'additionnalité	19
3.1 Additionnalité par rapport à la législation et aux pratiques communes	19
3.2 Additionnalité financière.....	20
4. Analyse des co-bénéfices	20
5. Intégration du risque de non-permanence	23
Evénements extrêmes.....	23
5.1.1 Rabais pour risque de non-permanence	23
5.1.2 Renouvellement décennal.....	24
5.2 Élévation du niveau de la mer.....	24
5.2.1 Délimitation des zones : définition et fréquence	24
5.2.2 Évaluation de l'élévation du niveau de la mer	25
6. Calcul des réductions d'émissions	26
6.1 Explication de l'approche par Tier.....	26
6.1.1 Spécificités du Tier 1.....	27
6.1.2 Spécificités du Tier 2.....	28

6.1.3	Spécificités du Tier 3.....	30
6.2	Réductions d'émissions potentielles.....	30
6.2.1	Principes généraux de calcul.....	30
6.2.2.	<i>C</i> biomasse, <i>t, i</i> : biomasse aérienne (vivante et morte) et souterraine (vivante).....	32
6.2.3.	<i>CCOS, t, i</i> : carbone organique du sol.....	37
6.2.4	<i>C02 travaux, q, j, t</i> : travaux et combustibles fossiles.....	39
6.2.4.	Synthèses des calculs de RE.....	41
7.	Vérification	41
7.1	Modalités de vérifications.....	42
7.1.1	Vérifications documentaires.....	42
7.1.2	Vérification de terrain.....	43
7.2	Auditeurs.....	44
7.3	Processus de vérification et de reconnaissance des réductions d'émissions.....	44
3.1	Récapitulatif relatif à la fiabilité des données.....	45
	Bibliographie.....	46
	Annexes.....	48
	Annexe 1 : Qualité du sol.....	48
	Annexe 2 : Equations allométriques.....	49
	Annexe 3 : Valeurs de Tier 1 GIEC.....	50
	Annexe 4 : Plan de suivi et échantillonnage de la biomasse.....	53
	Annexe 5 : Définir un protocole d'échantillonnage.....	54
	Annexe 6 : Protocole de mesure du carbone organique dans le sol.....	55
	Annexe 7 : Liste des pièces justificatives à fournir.....	55

Liste des Tableaux

<i>Tableau 1. Habitats éligibles à la présente méthodologie et leurs caractéristiques</i>	5
<i>Tableau 2. Compartiments de GES à considérer dans le calcul des Réductions d'Émission</i>	7
<i>Tableau 3. Activités de restauration des mangroves et forêts marécageuses éligibles à la présente méthode</i>	9
<i>Tableau 4 : Indicateurs à renseigner pour caractériser chaque faciès identifié</i>	14
<i>Tableau 5 Exemple de cadre de suivi du plan de gestion dans le scénario de projet</i>	18
<i>Tableau 6. Grille d'évaluation des co-bénéfices avec bonus associés</i>	21
<i>Tableau 7. Récapitulatif pour le scénario de référence</i>	41
<i>Tableau 8. Récapitulatif pour le scénario de projet (valeurs différentes du scénario de référence)</i>	41
<i>Tableau 9. Synthèse des rabais applicables dans le cadre de cette méthode</i>	45

1. Applicabilité, définitions, durée

L'objectif de cette méthode est de permettre la valorisation économique du carbone nouvellement stocké dans les sols et la biomasse des mangroves et forêts marécageuses, du fait d'activités de restauration active (plantation) mais aussi passive (recolonisation naturelle favorisée par l'amélioration des conditions abiotiques et écosystémiques).

Elle facilite ainsi le développement de projets additionnels dans les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM). Elle n'est cependant pas applicable aux territoires des Collectivités d'Outre-Mer (COM) où le label bas-carbone ne s'applique pas.

La méthode décrit l'ensemble des critères d'éligibilité, d'additionnalité, de prise en compte des risques de non-permanence et d'évaluation des co-bénéfices, ainsi que les procédures permettant d'estimer et de vérifier l'absorption nette d'émissions de gaz à effet de serre dans le cadre des projets développés.

Elle permet aux porteurs de projets d'obtenir des financements supplémentaires pour la mise en place et le maintien d'activités dont l'effet est d'augmenter les stocks de carbone dans les sols et dans la biomasse.

1.1. Mangroves et forêts marécageuses

La mangrove est un écosystème forestier développé dans la zone de balancement des marées des régions tropicales et subtropicales. Elle est composée de palétuviers, espèces ligneuses adaptées aux cycles d'inondation-exondation des marées, aux substrats souvent meubles (vases).

La forêt marécageuse littorale se situe en amont de la mangrove, au-delà de la limite des marées et baigne dans des eaux douces ou faiblement salées. Cette formation singulière, appelée également forêt inondable, se rencontre aux Antilles et en Guyane et est composée d'une espèce structurante majeure, le Mangle médaille : *Pterocarpus officinalis*. A Mayotte, cette forêt marécageuse côtière est composée de peuplements à *Heritiera littoralis*. Ces forêts marécageuses forment avec des écosystèmes similaires, mais de dimensions souvent moins importantes, ce que l'on appelle l'arrière-mangrove. L'arrière-mangrove correspond à une zone de transition (écotone) entre la mangrove et la végétation purement terrestre et se retrouve, de fait, moins exposée aux marées et à l'eau salée que les mangroves elles-mêmes. Notamment présents en Guyane et à Mayotte, la restauration de ces habitats est acceptée par la présente méthode (Tableau 1).

En arrière de la mangrove et de la forêt marécageuse, ou entre ces deux forêts, sont présentes des étendues herbacées dont la composition dépend essentiellement des conditions d'humidité et de salinité des sols. Ces écosystèmes peuvent prendre la forme de marais saumâtres, marais d'eau douce ou encore prairies marécageuses. Les projets portant sur ces écosystèmes ne sont pas éligibles dans cette première version de la méthode.

Tableau 1. Habitats éligibles à la présente méthodologie et leurs caractéristiques¹

DROM	Essences majoritaires			Type de climat	
	Mangroves	Surfaces ²	Forêts marécageuses		Surface s ³
Guadeloupe	<i>Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Avicennia schaueriana, Conocarpus erectus</i>	3 306 ha	<i>Pterocarpus officinalis</i>	2 700 ha	Tropical humide
Martinique	<i>Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Avicennia schaueriana, Conocarpus erectus</i>	1 856 ha	<i>Pterocarpus officinalis</i>	20 ha	Tropical humide
Guyane	<i>Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa, Rhizophora racemosa, Conocarpus erectus</i>	53 106 ha	<i>Symphonia globulifera, Virola surinamensis, Pachira aquatica, Chrysobalanus icaco, Carapa guianensis, Genipa americana, Pterocarpus officinalis</i>	3 000 km ²	Tropical humide
Mayotte	<i>Sonneratia alba, Avicennia marina, Rhizophora mucronata, Bruguiera gymnorhiza, Ceriops tagal, Lumnitzera racemosa, Xylocarpus granatum</i>	623 ha	<i>Heritiera littoralis</i>	5 ha	Tropical humide

Cette méthode n'est pas applicable à La Réunion où les mangroves ne sont pas présentes.

1.2. Porteur de projet

Le Porteur de projet est l'entité légale qui est à l'origine de la définition et conception du projet s'appuyant sur la présente méthode. Le porteur de projet est responsable du contenu présenté dans le document de projet qui est soumis à l'Autorité (entité en charge de la validation) pour lancer la demande de certification.

Toute personne, qu'elle soit de droit privé ou de droit public, peut être Porteur de projet. A titre d'exemple (liste non exhaustive), elle peut être un propriétaire en nom propre, une société civile immobilière (SCI), une indivision, une fondation, une association, un organisme, un établissement public, un établissement public de coopération intercommunale (EPCI), une coopérative, une collectivité, l'État ou une agence d'État (Conservatoire du Littoral, ONF). Elle devra prouver détenir un

¹ [CARNAMA: cartographie nationale des mangroves – Pôle-relais Zones Humides Tropicales \(pole-tropical.org\)](https://www.pole-tropical.org/actions/les-actions-du-reseau-dobservation-des-mangroves/carnama/)
<https://www.pole-tropical.org/actions/les-actions-du-reseau-dobservation-des-mangroves/carnama/>

² Trégarot et al., 2021

³ ONF

accord contractuel supérieur à 10 ans, avec le ou les propriétaires des terres concernées par le projet, mentionnant explicitement la possibilité de mettre en œuvre les activités de restauration mentionnées dans le document de projet.

S'il le souhaite, le Porteur de projet peut faire appel à un mandataire pour le représenter, qui sera alors l'unique interlocuteur de l'Autorité. Le mandataire réalisera et transmettra le document de projet et fournira les données nécessaires à la réalisation des calculs, puis au suivi des émissions.

1.3. Durée du projet

Par dérogation à la partie IV.C du référentiel du label bas-carbone, et en adéquation avec les dynamiques écologiques des mangroves et forêts marécageuses, la durée d'un projet mené dans le cadre de cette méthode est de 10 années, renouvelable deux fois, soit une durée maximale de 30 ans.

Le calcul des Réductions d'Émissions⁴ (RE) pouvant être générées par le projet est réalisé sur une période de 10 ans. Tous les engagements du Porteur de projet reposent à minima sur cette période de 10 ans. Afin d'inciter les porteurs de projet à renouveler leur engagement, un rabais de 5% sera appliqué par défaut aux réductions d'émissions générées, afin de prendre en compte les incertitudes liées à la non-prolongation du projet. Les porteurs de projets s'engageant à renouveler les activités éligibles à la présente méthode pour 10 ans supplémentaires bénéficieront de la levée du rabais pour la décennie révolue et des réductions d'émissions concernées par ce rabais. Ce renouvellement d'engagement aura lieu lors de la vérification de la 10^{ème} et de la 20^{ème} année.

$$\text{Rabais}_1 = 5\%$$

Les réductions d'émissions sont vérifiées par un auditeur après la mise en œuvre des activités éligibles (vérification à posteriori) et tout au long du projet. Les réductions d'émissions générées de manière anticipée ne sont pas permises dans le cadre de cette méthode. La fréquence de vérification est laissée à la discrétion du porteur de projet mais la période entre deux vérifications ne pourra excéder 5 ans. Le porteur de projet doit indiquer lors du dépôt du dossier la fréquence choisie.

1.4. Sources et puits carbone à prendre en compte

Les mangroves et forêts marécageuses littorales peuvent être divisées en deux compartiments de carbone : le compartiment aérien et le compartiment souterrain. Ces compartiments sont utilisés dans la présente méthode pour classer et évaluer les différents puits et sources de carbone liés à l'écosystème.

En outre, la mise en œuvre d'activités éligibles peut induire ou modifier des flux de gaz à effet de serre (GES) dans la zone du projet. L'ensemble des sources et puits considéré par la présente méthode sont présentés dans le tableau suivant :

⁴ Le terme « réductions d'émissions (RE) » est utilisé de façon générique pour qualifier les gains carbonés valorisés par la présente méthode. Les RE sont composées uniquement d'émissions absorbées et séquestrées dans le sol et la biomasse.

Tableau 2. Compartiments de GES à considérer dans le calcul des Réductions d'Emission

Compartiments	Sources/puits	Prise en compte dans les calculs
Aérien	Séquestration de carbone dans la biomasse vivante aérienne (feuilles, troncs, branches, racines)	Oui
	Séquestration de carbone dans la biomasse morte aérienne (litière et bois mort)	Oui
Souterrain	Séquestration de carbone dans la biomasse vivante souterraine (racines)	Oui
	Séquestration de carbone dans la biomasse morte souterraine (sols)	Oui
Emissions de gaz à effet de serre, liées à l'utilisation de véhicules et équipements mécaniques lors des travaux nécessaires à la mise en œuvre du projet.		Oui ⁵
Emissions de méthane produites par les microorganismes en conditions axoniques (méthanogenèse).		Non ⁶
Carbone allochtone ⁷		Non

⁵ Pour le scénario de projet uniquement. Exclues du scénario de référence à titre conservatif.

⁶ Les activités pouvant entraîner une augmentation de la méthanogenèse ne sont pas éligibles dans le cadre de cette méthode (se référer à la section 2.1.3). Les réductions d'émissions de méthane induites par la modification des conditions hydrologiques de la zone du projet ne sont pas considérées dans les calculs.

⁷ Le carbone allochtone est le carbone produit à un endroit et déposé dans la zone du projet. Les écosystèmes marins qui stockent le carbone sont localisés dans des environnements à fort hydrodynamisme (vagues, courants, marées).

2. Critères d'éligibilité

Cette section détermine les conditions d'éligibilité et précise les éléments à fournir par le porteur de projet afin de vérifier l'éligibilité du projet et du porteur lui-même. L'ensemble des documents à fournir dans le cadre de la présente méthode est résumé en Annexe 7 : Liste des pièces justificatives à fournir.

2.1. Conditions générales d'éligibilité des projets

2.1.1 Ecosystèmes

Pour que le projet soit éligible, il est nécessaire d'établir un scénario de référence spécifique au projet⁸. Celui-ci doit correspondre à une situation dans laquelle les **mangroves et forêts marécageuses incluses dans le périmètre du projet sont déjà dans un état dégradé**. Sont considérées en état dégradé mangroves et forêts marécageuses ayant un taux de couverture quasi-nul (moins de 15%), clairsemé (entre 16 et 30%) et moyen (entre 31 et 60%). Les zones dont la couverture est dense (61 à 80%) ou intacte (supérieur à 81%) ne sont pas éligibles.

Pour garantir la pertinence, le succès et la durabilité du projet de restauration, il est impératif de réaliser une consultation des parties prenantes de l'écosystème cible et des communautés locales associées lors de l'étude de la dégradation de la mangrove. Leurs retours seront intégrés dans le dossier du projet sous la forme de verbatims (voir Section 2.3 pour plus de détails).

2.1.2 Activités éligibles

Pour que le projet soit éligible, il est également nécessaire que le scénario de projet propose une amélioration des fonctions écosystémiques du milieu grâce aux activités de restauration envisagées par le projet.

Pour s'assurer de la pertinence des activités de restauration envisagées, il est essentiel de démontrer la dégradation environnementale en identifiant les facteurs responsables du déclin des écosystèmes marécageux. L'analyse des causes de dégradation permet de mieux comprendre les enjeux auxquels ces écosystèmes afin d'élaborer des stratégies de restauration appropriées.

Les activités mises en place, en lien avec les causes de dégradation identifiées, devront permettre la restauration des mangroves par recolonisation naturelle ou plantation, via leur gestion et leur maintien dans le temps, à minima pendant la durée du projet. Elles peuvent être « actives » via l'introduction d'espèces végétales, ou « passives », c'est-à-dire une restauration via l'amélioration des

⁸ Scénario de référence spécifique : Le scénario de référence peut être établi spécifiquement pour un Projet, dont il permet de décrire précisément les effets. La construction du scénario de référence et la démonstration de l'additionnalité sont alors conduites en suivant les spécifications de la Méthode (III.C.2 du référentiel label bas-carbone)

conditions physico-chimiques du site. Le tableau suivant présente les activités éligibles dans le cadre de la présente méthode :

Tableau 3. Activités de restauration des mangroves et forêts marécageuses éligibles à la présente méthode

Type d'activités	Description
L'amélioration et la gestion des conditions hydrologiques du site	<ul style="list-style-type: none"> • Amélioration de la connectivité hydrologique du site ; • Suppression des barrières aux mouvements de marées ; • Restauration des flux de marée vers les zones humides ;
La gestion améliorée de l'apport sédimentaire	<ul style="list-style-type: none"> • Réouverture de l'apport sédimentaire via le ruissellement / suppression d'ouvrage • Protection contre l'érosion ;
La gestion améliorée des caractéristiques salines	<ul style="list-style-type: none"> • Restauration hydrologique entre la zone marine et les zones intérieures ;
La gestion améliorée de la qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction de l'apport en nutriments (eaux usées et intrants agricoles) ; • Rétablissement des échanges et dispersion des matières avec les marées ; • Réduction du temps de présence des nutriments ; • Réduction de la pollution par les déchets solides et liquides ;
La réintroduction des espèces végétales	<ul style="list-style-type: none"> • Plantations, replantations, réintroductions d'essences adaptées (cf Tableau 1) ; • Réintroduction de plantes endémiques disparues sous contrôle scientifique ;
La gestion améliorée des espèces végétales	<ul style="list-style-type: none"> • Lutte contre le défrichement illégal et la dégradation du milieu par prélèvement ; • Lutte contre les espèces invasives comme la sargasse, typha, etc. ;
Les actions facilitant l'adaptation de l'écosystème côtier au changement climatique et la reconquête de son espace d'évolution naturelle	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion de l'emprise foncière ; • Changement d'affectation des sols.

Pour déterminer les activités à mettre en place selon les conditions des zones cibles, les porteurs de projet peuvent se référer aux guides et cadres disponibles en France et à l'international sur le sujet tels que le Guide de restauration des mangroves du Pôle Relais Zones Humides Tropicales⁹, le Guide

⁹ Guide technique, la Restauration de mangrove, PRZHT, 2018

d'Ingénierie Ecologique de l'Ifrecor¹⁰, le Guide de restauration des écosystèmes de mangrove dans la région océan Indien occidental¹¹ et le manuel du carbone bleu disponible en anglais et espagnol¹².

Le porteur de projet peut mettre en œuvre une seule et même activité pour toutes les zones, des activités différentes selon les zones, ou encore une combinaison d'actions pour une même zone. Des activités complémentaires, nécessaires à la gestion ou à la mise en œuvre de l'une des activités mentionnées ci-dessus, ainsi que leurs coûts respectifs, peuvent être considérés dans le projet, à savoir : études et aménagements (protection, ouvrages, etc.), préparation et entretien du site, mise en œuvre, surveillance de la zone et actions de sensibilisation.

Toutes les activités de restauration choisies par le porteur de projet sont détaillées dans **un plan de gestion des mangroves et des forêts marécageuses** et communiquées lors du dépôt du dossier.

Afin de garantir la crédibilité des activités proposées, le plan de gestion devra être revu et validé par un tiers compétent. Ce dernier vérifiera que les activités sont pertinentes au regard des causes de dégradation, respectent les critères d'inéligibilité, et que les conditions de mise en œuvre prévues permettront une restauration effective. Le tiers compétent peut être une personne ou une organisation démontrant **une connaissance théorique des causes de dégradation des zones humides et des activités de restauration associées, et/ou une expérience pratique de restauration de zones humides**. La compétence sera démontrée à l'aide de pièces justificatives telles que (liste non exhaustive) : diplômes, publications scientifiques, citations dans des études ou revues scientifiques ou encore attestations de bonne exécution de services (études hydrogéologiques, analyses d'impact de projets sur zones humides, réalisation de plan de gestion, mise en place d'action de restauration, gestion de zones humides, etc.).

2.1.3 Ecosystèmes et activités non-éligibles

Ne sont pas éligibles dans le cadre de cette méthode les projets ayant les caractéristiques suivantes :

- **Les prairies marécageuses** naturelles et autres écosystèmes à valeur écologique importante, pour lesquels un historique de forêt marécageuse ou de mangrove ne peut être démontré. Des photos satellites ou photos de sites historiques devront être mobilisées pour prouver la présence historique de mangroves ou forêts marécageuses sur site ;
- **L'introduction ou la réintroduction d'espèces dont les caractéristiques écologiques les classent localement comme espèces envahissantes** ; une liste des essences introduites grâce au projet est demandée et vérifiée lors de la visite de terrain. Les guides de l'OFB qui

¹⁰ LÉOCADIE, A., PIOCH, S., PINAULT, M. (2020). Guide d'Ingénierie Écologique : La réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés. Édition IFRECOR. 114p. Disponible à : <http://ifrecor-doc.fr/files/original/2d636eb8f9730ed9d4a21bf395f37680.pdf>

¹¹ https://www.commissionoceanindien.org/wp-content/uploads/2023/07/Guide-mangrove_version-francaise_hd.pdf

¹² Coastal Blue Carbon Manual, Mars 2019; <https://www.thebluecarboninitiative.org/manual>

répertorient les espèces exotiques envahissantes pour chaque territoire doivent être utilisés dans ce cadre¹³.

- **Les projets dont l'utilisation initiale des terres est déplacée en dehors du périmètre du projet** (agriculture, tourisme, etc.), conduisant à la destruction d'autres zones-humides et à de nouvelles sources d'émissions de GES. Une évaluation des activités existantes dans la zone du projet ainsi que de toute relocalisation envisagée est requise dans la description détaillée du projet. Pour prévenir ce type de déplacement nuisible, il est impératif de caractériser les zones où les activités qui pourraient être déplacées, en fournissant des éléments probants tels que des images satellites, des cartographies actualisées ou d'autres informations pertinentes datant de moins d'un an. Dans le cas où la relocalisation de certaines activités n'est pas envisagée, une justification doit être fournie à l'aide de documents officiels ou de preuves écrites émanant des responsables de ces activités, ou encore de l'autorité chargée de la gestion du site.
- **Les projets qui convertissent une zone non humide en zone humide, ou entraînent une baisse du niveau piézométrique de la zone**, c'est-à-dire du niveau de la nappe phréatique ou de l'aquifère sous-jacent. La hauteur d'eau a une influence forte sur la méthanogenèse¹⁴ et ces activités auront pour conséquence une augmentation significative des émissions de méthane, non prises en compte dans cette première version de la méthode. Le porteur de projet s'appuiera sur la littérature scientifique, sur une modélisation hydrologique ou sur l'expertise du tiers compétent pour démontrer que les activités choisies ne font pas entrer le projet dans cette catégorie.
- **Les projets qui modifient la salinité de la zone, sauf si celle-ci est et demeure supérieure à 18 g/L** (scénario de référence et scénario de projet). La salinité est également un facteur d'influence de la méthanogenèse mais les émissions de méthane peuvent être considérées comme négligeables en eau polyhaline (fortement salée) et euhaline (totalement salée). L'analyse de la salinité est prévue dans le cadre de la définition du scénario de référence (Section 2.3, étape 2). Le porteur de projet s'appuiera sur la littérature scientifique, une modélisation hydrologique ou l'expertise du tiers compétent pour démontrer que les activités choisies ne font pas entrer le projet dans cette catégorie.
- **Les projets dont les modifications hydrologiques perturberaient négativement les écosystèmes connexes.** Le porteur de projet doit fournir des éléments (description qualitative avec cartes topographiques, description des flux hydrologiques, sources scientifiques à l'appui) expliquant en quoi la modification de l'hydrologie du site n'impacte pas les écosystèmes alentours. L'audit vérifiera par la conduite d'entretiens et la vérification sur site qu'aucun impact négatif n'est provoqué par le projet (pour plus d'information, consulter la Partie 5. Vérification).

Le respect des critères d'inéligibilité sera vérifié par le tiers compétent avant de valider le plan de gestion (voir section précédente) et par l'auditeur lors des vérifications terrains (section 7.1.2).

¹³ OFB, 2021, Espèces exotiques envahissantes : nouvelles obligations des établissements de recherche et de conservation, <https://www.ofb.gouv.fr/les-especes-exotiques-envahissantes>

¹⁴ www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aao4985

2.2. Conditions d'éligibilité légale des projets

Le Porteur de projet doit faire une analyse approfondie du cadre juridique de son territoire avant de mettre en œuvre son projet.

2.2.1 Habilitation et autorisations

Le porteur de projet doit fournir les pièces administratives permettant de démontrer son habilitation à intervenir sur le périmètre du projet et à mettre en œuvre les activités prévues dans le cadre du projet, dont les autorisations des différentes autorités concernées, notamment du gestionnaire des sites concernés par le projet. L'ensemble des documents à fournir dans le cadre de la présente méthode est présenté en Annexe 7.

Il est à noter que la compétence GEMAPI (Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations) est attribuée depuis le 01 janvier 2018 aux EPCI (établissements publics de coopération intercommunale) à fiscalité propre soit : les Métropoles, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération et les communautés de communes (CGCT, art. L.5217-2, L.5215-20, L.5216-5, L5214 – 16). Cette compétence consiste à mettre en œuvre 4 missions (C. env., art. L. 211-7, 1°, 2°, 5°, 8°) :

- Aménagement d'un bassin ou d'une fraction de bassin hydrographique ;
- L'entretien et l'aménagement d'un cours d'eau, à ce canal, à ce lac ou à ce plan d'eau ;
- La défense contre les inondations et contre la mer ;
- La protection et la restauration des sites, des écosystèmes aquatiques et des zones humides ainsi que des formations boisées riveraines.

Le porteur de projet devra donc s'adresser directement à l'EPCI compétent.

Dans l'hypothèse où le périmètre du projet est inclus, pour tout ou partie, dans le périmètre d'une aire marine protégée ou si le projet est déployé, pour tout ou partie, dans le périmètre d'un parc naturel régional ou national, le Porteur de projet doit s'assurer de la conformité de ses actions avec les autorités compétentes de ces territoires, et produire une attestation certifiant l'accord des structures concernées pour son déploiement.

Dans le cas où plusieurs gestionnaires ont la charge de mêmes zones humides (Parc National, Département, etc.), le Pôle-relais zones humides tropicales met à disposition des guides juridiques permettant d'évaluer les besoins d'autorisation : <https://www.pole-tropical.org/actions/guides-juridiques-om/>. Les informations légales sur les DROM-COM sont également disponible à l'adresse suivante : <https://drom-com.fr>.

2.2.2 Respect du code de l'environnement

L'évaluation de la faisabilité du projet dans son aspect légal doit s'appuyer sur la nomenclature « eau » du code de l'environnement.

En effet, celui-ci définit les zones humides comme des « terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; ou dont la

végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » (C. env., article L. 211-1).

La « nomenclature eau », définie à l'article R214-1 du code de l'environnement s'emploie pour les installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration (C. env., art L. 214-1 à L.214-6). Dans la pratique, il est nécessaire d'avoir une autorisation pour l'assèchement, mise en eau, imperméabilisation, remblais de zones humides pour une surface de plus de 1 hectare, et une déclaration pour une mise en eau ou un assèchement supérieur à 0,1 hectare et inférieur à 1 hectare.

Le porteur de projet doit identifier, pour toutes les rubriques de son projet, quelles sont les incidences directes ou indirectes cumulées, positives ou négatives de son projet sur le milieu aquatique (nomenclature eau, article R, 214-1 du Code de l'environnement) et vérifier si le projet relève des seuils d'autorisation ou de déclaration de la nomenclature eau. Si c'est le cas, le Porteur de projet devra fournir une déclaration ou une autorisation pour les rubriques de la nomenclature. Il peut s'adresser à la Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DEAL) à cet effet.

2.3. Éléments obligatoires lors du dépôt de projet

En complément de l'analyse juridique précédemment décrite, le porteur de projet doit également s'appuyer sur une analyse écologique de la zone du projet pour justifier l'éligibilité de celui-ci. L'étude portera sur les dernières connaissances techniques et scientifiques disponibles pour la zone concernée. Les éléments collectés seront présentés lors du dépôt de projet sur le site dédié du Ministère.

Les quatre étapes suivantes précisent les éléments à fournir dans le cadre du dépôt de dossier.

Étape 1 : Renseignement des limites géographiques du projet

L'objectif de cette première étape est de délimiter géographiquement le projet. Les limites géographiques choisies pour le projet doivent être justifiées d'un point de vue écologique (formation végétale) ou hydrologique (zones basses, zones humides, etc.).

Il convient d'intégrer dans la délimitation initiale du projet les directions d'évolutions potentielles de la mangrove et des forêts marécageuses face au changement climatique à horizon 2050 (zones de fluctuation naturelle, recul stratégique lié à l'élévation du niveau de la mer). Pour cela le Porteur doit s'appuyer sur les modélisations issues des dernières publications scientifiques sur le sujet et pertinentes pour le contexte spécifique du projet (modèles locaux, contexte géomorphologique, etc.). La zone telle que définie doit être représentée sur une carte, associée à des indications GPS (Google Earth ou outils SIG) et intégrée en annexe du DDP, au format KML (Keyhole Markup Language).

A noter que le projet peut être un espace continu ou une association de plusieurs espaces discontinus (exemple : plusieurs mangroves à l'échelle d'une baie, l'ensemble des mangroves d'une façade maritime, etc.). Il est possible de grouper plusieurs zones au sein d'un même projet. Cependant, les documents, cartes, et calculs devront être fournis pour chacune des zones contiguës présentées.

A la fin de cette étape, les limites géographiques du projet sont clairement définies.

Etape 2 : Analyse des faciès écologiques

L'objectif de cette seconde étape est de décomposer chaque zone du projet en sous-zones à caractéristiques écologiques homogènes appelées faciès. Il s'agit de faire ressortir, sur une seconde carte, les différents faciès de végétations observés pour chaque zone prédéfinie dans la première étape. La description des indicateurs suivants (Tableau 4) est à fournir :

Tableau 4 : Indicateurs à renseigner pour caractériser chaque faciès identifié

Indicateur de faciès	Description
Essences dominantes	Renseigner l'abondance (compte des individus) et le recouvrement (voir Tableau 1 des habitats éligibles) ;
Taux de couverture ¹⁵	Quasi-nul (moins de 15%), clairsemé (entre 16 et 30%), moyen (entre 31 et 60%), dense (61 à 80%), intacte (supérieur à 81%). Le pourcentage précis sera à fournir et à justifier. Il faudra justifier d'un taux de couverture inférieur à 60% pour qu'un projet soit éligible.
La hauteur moyenne de la végétation de la zone observée	Basse (<5m), Moyenne (>5m et < à 10m), Haute (>10 mètres) ;
Régénération	Noter la présence de jeunes plantules (<1m de hauteur ou < 1cm de diamètre ¹⁶) par espèce dans les parcelles de suivi permanentes, en termes de présence/absence pour estimer l'état de santé des arbres
Etat écologique et occupation du sol	Intact (pour la plupart, des arbres vivants, des troncs et des tiges non endommagés, une canopée intacte/fermée à 80-100%), dégradé (ex : dommages causés par les insectes, les maladies, les animaux, les typhons) ou déboisé ;
Topographie	Plat, en pente, en dépression ou en élévation ;
Milieu géomorphologique	La mangrove est proche de fleuve/cours d'eau, d'océan, la sous-placette est proche de/dans une mangrove/au bord de l'océan, la sous-placette est située à l'intérieur de la mangrove, etc. ;
Description des sédiments	Organiques (habituellement de couleur brune/noire, parfois de grandes quantités de petites racines visibles) ou minéraux (de couleur grise, parfois de texture granuleuse entre les doigts). Des informations supplémentaires sur la qualité du sol sont disponibles en Annexe 1 ;
Infractions et dégradations observées	Présence de déchets (quels types), arbres sectionnés, coupés, empiètements urbains, etc. ;
Salinité du substrat	En g/L, permet d'identifier les secteurs propices pour telle ou telle espèce, selon leur degré de tolérance au sel. La mesure de la salinité permet d'établir un gradient par espèce ;

¹⁵ Le taux de couverture consiste à sommer la surface des couronnes des arbres par rapport à l'espace étudié (m²/m²) ce qui indique à un taux exprimé en %. A ne pas confondre avec la fermeture de canopée.

¹⁶ ONFI & IGN FI (2023). Outil d'évaluation du stockage de Carbone des mangroves (Forland)

Inondation	<p>Identifier les secteurs propices pour la replantation de telle ou telle espèce, selon leur degré de tolérance à la submersion. Ces secteurs sont appelés dans la littérature scientifique « classes d'inondation¹⁷ » (voir figure ci-dessous)</p> <p style="text-align: center;">Fig 2.5 The Watson Inundation Classes for a mangrove in Benut, southern Peninsular Malaysia.</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>Inundation Class</th> <th>Flooded by:</th> <th>Times flooded per month</th> <th>Mangrove tree species that may be found here</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>All high tides</td> <td>56-62</td> <td><i>Sonneratia alba</i>, <i>Avicennia alba</i></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Medium high tides</td> <td>45-59</td> <td><i>Rhizophora</i> spp., <i>Bruguiera</i> spp</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Normal high tides</td> <td>20-45</td> <td><i>Xylocarpus</i> spp., many species</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Spring high tides</td> <td>2-20</td> <td><i>Lumnitzera littorea</i>, many species</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>Rare tides</td> <td><2</td> <td>Many species</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Adapted from Tomlinson 1986.</p> <p style="text-align: center;">Figure 1 : Classes d'inondation (VAN LOON, A. et al., 2016)</p>	Inundation Class	Flooded by:	Times flooded per month	Mangrove tree species that may be found here	1	All high tides	56-62	<i>Sonneratia alba</i> , <i>Avicennia alba</i>	2	Medium high tides	45-59	<i>Rhizophora</i> spp., <i>Bruguiera</i> spp	3	Normal high tides	20-45	<i>Xylocarpus</i> spp., many species	4	Spring high tides	2-20	<i>Lumnitzera littorea</i> , many species	5	Rare tides	<2	Many species
Inundation Class	Flooded by:	Times flooded per month	Mangrove tree species that may be found here																						
1	All high tides	56-62	<i>Sonneratia alba</i> , <i>Avicennia alba</i>																						
2	Medium high tides	45-59	<i>Rhizophora</i> spp., <i>Bruguiera</i> spp																						
3	Normal high tides	20-45	<i>Xylocarpus</i> spp., many species																						
4	Spring high tides	2-20	<i>Lumnitzera littorea</i> , many species																						
5	Rare tides	<2	Many species																						

Pour délimiter et décrire les faciès, le Porteur de projet s'appuiera sur la littérature scientifique et technique pertinente pour le site choisi. En l'absence de tels documents, ou si ceux-ci ne couvrent pas l'entièreté de la zone, le porteur de projet devra alors compléter l'analyse par des données d'observation de terrain obtenues :

- Par inventaire forestier représentatif de la zone étudiée, en suivant le protocole d'échantillonnage décrit en Annexe 5
- Par un survol de la zone à l'aide de drones équipés de la technologie LIDAR. Cette approche permet la création de modèles numériques en 3D de haute définition, offrant une représentation précise des ressources forestières et du terrain.
- Par utilisation de données d'observation satellitaire. Les essences dominantes (dans des zones peu denses), le taux de couverture, l'état écologique et d'occupation du sol, la topographie, le milieu géomorphologique ou encore l'historique local d'inondations sont des indicateurs pour lesquels des données d'observation satellitaire peuvent être pertinentes. Des bases de données ouvertes¹⁸ ou des services payants¹⁹ peuvent être utilisés à cet effet.

A la fin de cette étape, la zone du projet est divisée en sous-zones homogènes correspondant aux « faciès » et représentant les caractéristiques écologiques principales retrouvées dans ces sous-zones (essences dominantes, taux de couverture, hauteur moyenne, régénération, etc.) et toutes autres informations utiles à la bonne compréhension du site. Pour compléter la description, une cartographie est fournie sous format KML (Keyhole Markup Language).

Etape 3 : Démonstration de la dégradation des mangroves

L'objectif de cette troisième étape est de décrire le scénario de référence spécifique, c'est-à-dire celui qui a le plus de chance de se produire si le projet ne voyait pas le jour. Pour rappel, pour que le projet

¹⁷ VAN LOON, A. et al., 2016. «Hydrological Classification, a Practical Tool for Mangrove Restoration». PLoS ONE. 11(3): e0150302. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150302>

¹⁸ <https://land.copernicus.eu/en/dataset-catalog>, <https://www.fao.org/faolex/opendata/>

¹⁹ Par exemple, Kayrros ou Orbify

soit éligible, il est nécessaire de démontrer que ce scénario de référence correspond à une situation où les écosystèmes (mangroves et forêts marécageuses) inclus dans le périmètre du projet sont déjà dans un état dégradé (taux de couverture inférieur à 60%). Il est également essentiel de décrire les causes de la dégradation pour justifier, d'une part que l'écosystème n'est pas jeune et en phase de propagation, et d'autre part de la pertinence des activités envisagées par le projet.

Il convient de faire un état des lieux des dégradations d'origines anthropiques et climatiques locales à date, et de projeter l'évolution de celles-ci dans le futur sur la durée du projet, dans le cas où aucune intervention autre que les activités déjà engagées sur chaque zone du projet n'est mise en œuvre.

Afin d'établir le scénario de référence, le porteur de projet doit interroger la situation de chacune des zones au travers des questions-guides suivantes :

- Quel est l'état actuel de la zone concernée, et qu'en est-il de son évolution historique (tendance à l'amélioration, stagnation, aggravation) ? Le choix de l'horizon temporel pour l'analyse de l'évolution est laissé à l'appréciation du Porteur de projet, afin de prendre en compte la dynamique complexe des processus de dégradation et les spécificités des zones choisies. Le Porteur de projet devra présenter les sources d'information et les données utilisées, et justifier leur pertinence pour évaluer la dégradation de l'écosystème.

Documents à mobiliser :

- Les cartes et inventaires faisant état des dégradations à l'œuvre actuellement et historiquement (obligatoire) ;
- Synthèse du bilan de l'IFRECOR qui reprend l'état actuel des mangroves et liste les pressions qui s'y exercent pour les territoires concernés par la zone du projet (obligatoire) ;
- Résultats des transects terrains avec vidéo et photographies géoréférencées (obligatoire) ;
- Synthèse de la littérature scientifique et grise (rapport d'étude, évaluation environnementale de la mangrove, des sites d'analyse tels que globalmangroveswatch.org sont également disponibles comme outils d'aide à la décision,) appliquée à la zone du projet (obligatoire) ;
- L'imagerie aérienne/satellite historique : une cartographie de l'état du site par rapport à la période de référence historique, à partir des données très haute résolution pourra venir en appui à la compréhension du scénario de référence. Le porteur pourra s'appuyer sur les bases de données externes (ex PRZHT, ONF, OFB, Parc national, travaux universitaires, etc.) [Si une imagerie aérienne / satellite historique n'est pas disponible pour la zone, il faudra soumettre un autre document justifiant de la cartographie de la zone] (obligatoire) ;
- Les verbatims d'entretiens avec les utilisateurs de l'écosystème et/ou les communautés locales (obligatoire) ;
- Commentaire qualitatif issu de la carte harmonisée des mangroves des DROM-COM disponible ici : <https://www.pole-tropical.org/actions/les-actions-du-reseau-dobservation-des-mangroves/carnama/> (optionnel) ;

- Quelle est la cause de cette dégradation ?
Documents à mobiliser :
 - Une synthèse des facteurs d'origine anthropique ou naturelle ayant contribué à la dégradation de la zone (obligatoire) ;
 - Étude technique validée par un expert identifiant les principales causes de dégradation ou une étude scientifique / technique existante spécifiquement liée à la zone, mettant en évidence les facteurs de dégradation (obligatoire) ;
 - Les verbatims d'entretiens avec les collectivités locales, experts, scientifiques, utilisateurs de l'écosystèmes et communautés locales (obligatoire) ;
 - Rapports ou documents gouvernementaux sur les pressions anthropiques ou climatiques dans la zone d'étude (optionnel) ;
 - Toute autre information pertinente sur les causes de dégradation identifiées par des sources fiables et validées (optionnel) ;

- Y'a-t-il des tendances ou des mesures actuellement prises, susceptibles d'améliorer sensiblement l'état de la zone concernée ?
Documents à mobiliser :
 - Une synthèse des évolutions liées à la mangrove, issue des documents d'aménagements locaux (PLU, SCOT, Plan Climat) (obligatoire) ;
 - Les verbatims d'entretiens avec les collectivités locales, experts, scientifiques, utilisateurs de l'écosystèmes et communautés locales (obligatoire) ;

- Y'a-t-il un risque que les pressions climatiques pesant sur la zone aggravent la situation à un horizon 30 ans ?
Documents à mobiliser :
 - Une analyse synthétique et sourcée des impacts climatiques susceptibles d'entraîner des modifications profondes du milieu à horizon 2050 (élévation du niveau de la mer, précipitation et apports en eau douce) (obligatoire) ;

A la fin de cette étape, le scénario de référence est défini et justifié par l'étude de la dégradation actuelle et passée de la zone étudiée.

Etape 4 : Description du plan de gestion

L'objectif de cette dernière étape est de fournir un **plan de gestion** de la mangrove et des forêts marécageuses, qui décrit l'ensemble des activités de restauration que le porteur de projet compte mener **pour chacune des zones** dans le cadre du scénario de projet, ainsi que les moyens mis en œuvre pour suivre la bonne exécution de ce plan.

Concernant ce dernier point, le plan de gestion détaille pour chaque zone :

- **Les activités du plan de gestion qui seront mises en œuvre**, ainsi que la personne responsable de chaque action (et son organisation ou département, ainsi que les coordonnées) ;
- **Les indicateurs de moyen** à suivre pour la bonne mise en œuvre des activités : le pourcentage de budget dépensé, les preuves documentaires de la réalisation des travaux et de conduite

des opérations (contractualisation, factures et récépissés de bonne réalisation des travaux, preuves photographiques, et le détail des méthodes et des protocoles de suivi engagés) ;

- **Les indicateurs de résultats** permettant de qualifier une zone en faciès, qui sont les mêmes indicateurs que ceux du scénario de référence. Des indicateurs techniques tels que le taux de couverture, la densité à l'hectare, le diamètre à hauteur de poitrine (DHP) et la hauteur moyenne, les espèces présentes dans la zone du projet permettront de suivre le succès du projet ;
- **Dans le cadre de l'utilisation de données terrain (approche Tier 3), le plan d'échantillonnage décrit en Annexe 4** : Plan de suivi et échantillonnage de la biomasse (une zone d'échantillon doit être prévue pour chaque zone afin de mesurer, à chaque vérification, les indicateurs suivants : DHP, comptage des arbres, type d'essences).

Un exemple de plan de suivi est proposé ci-dessous (Tableau 4) :

Tableau 5 Exemple de cadre de suivi du plan de gestion dans le scénario de projet

Zone i	Description	Plan d'actions pour y répondre	Indicateurs de moyens	Indicateurs de résultats	Plan d'échantillonnage
1.	Zones dégradées de mangrove, salinité trop élevée	Reconnexion hydrologique	XX euros investis. Constat des travaux de réalisation des canaux conforme au plan de gestion	Visite de site Photographies régulières avec coordonnées GPS tous les 6 mois. Suivi du taux de salinité Inventaire forestier sur les placettes permanentes géoréférencés dans le DDP Inventaire forestier annuel	YY placettes permanentes, géoréférencées (voir Annexe 4)
2.	Zone de dépôt sauvage de déchet	Nettoyage du site et programme de plantation	XX euros investis Photos Avant Après le nettoyage	Suivi des plants de la nurserie jusqu'à la plantation Inventaire des plan annuel	Echantillonnage aligné avec l'Annexe 4

L'ensemble des étapes de caractérisation du site devront être réitérées tous les 10 ans (lors du renouvellement du projet), ainsi qu'en cas de catastrophe naturelle majeure susceptible de modifier les caractéristiques écologiques des faciès (ouragans, etc.).

3. Démonstration de l'additionnalité

Etablir l'additionnalité du projet revient à démontrer que celui-ci n'aurait pu voir le jour sans le financement généré par la vente des réductions d'émissions, et donc sans la labellisation du projet. La démonstration de cette additionnalité doit être réalisée lors du dépôt du dossier de demande de labellisation.

Conformément à l'article III.C. relatif à la démonstration de l'additionnalité : « *Pour démontrer l'additionnalité des réductions d'émissions, la Méthode définit un scénario de référence. Seules les réductions d'émissions allant au-delà de ce scénario de référence sont reconnues dans le cadre du Label. Le scénario de référence doit correspondre à une situation au moins aussi défavorable que l'application :*

- ✓ *des obligations découlant des textes législatifs et réglementaires en vigueur ;*
- ✓ *des différentes incitations à générer des réductions d'émissions qui existent, autres que celles découlant du Label. Il s'agit notamment des incitations économiques, qu'elle qu'en soit l'origine ;*
- ✓ *des pratiques courantes dans le secteur d'activité correspondant au Projet, à l'échelle nationale ou régionale selon ce qui est pertinent »*

Le Porteur de projet doit démontrer que la mise en œuvre du projet se heurte à des freins (économiques, sociaux, politiques, culturels...), que l'entrée dans la démarche de labellisation carbone permettra de lever.

Deux éléments sont à prendre en considération dans l'analyse de l'additionnalité des projets concernés: l'additionnalité réglementaire et l'additionnalité financière.

3.1 Additionnalité par rapport à la législation et aux pratiques communes

Le Porteur de projet **doit prendre en compte la réglementation en vigueur sur les zones humides, et les mesures obligatoires associées** à la zone spécifique du projet.

Les projets répondant strictement à une obligation légale de remise en état du site ne sont pas éligibles. Des pratiques imposées par obligation légale peuvent être incluses dans le plan de gestion s'il est démontré que l'obligation légale en elle-même ne permet pas la mise en œuvre totale ou le maintien dans le temps de ces pratiques.

Il incombe au porteur de projet de démontrer en quoi le projet va plus loin que la simple mise en conformité légale du site et, le cas échéant, de justifier l'impossibilité de mise en œuvre d'activités obligatoires.

A noter que les projets développés dans le cadre de mesure de compensation écologique, notamment dans le cadre de la loi du 8 août 2016 pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et paysages, ne sont pas considérés comme additionnels.

3.2 Additionnalité financière

L'exploitation d'écosystèmes tels que les mangroves et les forêts marécageuses ne génèrent pas de revenus directs, l'analyse d'additionnalité financière porte sur les aides, publiques comme privées, dont bénéficie le porteur de projet.

Pour que le projet soit éligible, il incombe au porteur de projet de démontrer que le cumul de l'ensemble des aides (perçues et celles auxquelles le porteur et le projet sont éligibles) ne permet pas le lancement du projet. Celui-ci sera considéré additionnel dès lors que **le cumul des aides existantes est inférieur à 80% du coût total des travaux**. Ce seuil limite de 80 % est spécifique à cette méthode afin de contrebalancer le coût relativement élevé des activités de restauration dans le contexte économique des DROM. Il incombe au porteur de projet de démontrer qu'il ne bénéficie pas d'aides ou de subventions allant au-delà de 80% du coût des travaux, ou sinon qu'il la/les refuse.

Le cumul des aides publiques et du financement obtenu via le label Bas-Carbone ne pourra dépasser 100 % du coût total du projet (travaux, ingénierie de conception, suivi, vérification, etc.). Ce seuil pourra toutefois être dépassé si aucune aide publique n'est sollicitée pour financer le projet.

4. Analyse des co-bénéfices

Au-delà de l'impact carbone, les projets produisent des bénéfices environnementaux et socio-économiques appelés co-bénéfices.

Le porteur de projet doit interroger l'ensemble de son plan de gestion au regard de la grille d'analyse proposée ci-dessous (Tableau 6) et évaluer dans le DDP le nombre de points accumulés au travers du projet pour chacune des trois catégories : socio-économique, biodiversité, eau. Ces co-bénéfices seront suivis et vérifiés, tel qu'indiqué par la partie II.C.4 du référentiel : « les indicateurs sont communiqués à l'Autorité dans le rapport de suivi et font l'objet de vérifications par un Auditeur à l'occasion des vérifications de réductions d'émissions ».

Les actions pouvant générer des co-bénéfices sont associées à un système de bonus pouvant rapporter au projet entre 1 et 5 points par action. Le total des co-bénéfices sera indiqué sous forme de pourcentage pour chacune des catégories. Ce score permet d'inclure une partie ou la totalité des

dépenses liées à la gestion des co-bénéfices dans le plan de financement, ainsi que de valoriser les co-bénéfices du projet vis-à-vis des financeurs.

Le Porteur de projet pourra proposer des co-bénéfices supplémentaires inhérents à son projet, qui pourront rapporter un point chacun. Chaque co-bénéfice supplémentaire devra être facilement contrôlable par l'auditeur qui réalisera la vérification (voir section 7), au risque d'engendrer un surcoût que le Porteur de projet devra supporter financièrement au moment de la vérification.

Tableau 6. Grille d'évaluation des co-bénéfices avec bonus associés

Type de co-bénéfice	Description	Indicateur pour le mesurer	Impact associé au projet	Points
Socio-économique	Sensibilisation des populations à la protection des mangroves	Sondage auprès des populations locales, Nombre de personnes inscrites dans des associations de sensibilisation et de protection des mangroves, Nombre de sessions de sensibilisation par an & Nombre de participants par session	Augmentation des populations sensibilisées	4
Socio-économique	Intégration et aide à l'insertion d'éco-tourisme dans le plan de projet	Eco-tourisme : nombre d'emplois liés aux mangroves et revenus générés par l'activité	Eco-tourisme présent dans le plan de projet	3
Socio-économique	Création de plus-value économique territoriale (2/2)	La majorité des entreprises de travaux sur les mangroves retenues est située dans un rayon de 50km autour du site du projet	Choix d'entreprises de travaux locales (50km)	1
Socio-économique	Création de formations au niveau local liées au projet	Nombre de formations créées	Augmentations des formations locales	3
Socio-économique	Intégration par l'emploi	Une partie des travaux sera réalisée par des entreprises de réinsertion professionnelle ou d'aide à l'emploi de personnes en situation de handicap	Choix d'entreprises de réinsertion professionnelle ou d'aide à l'emploi	5
Socio-économique	Pêche locale : utilisation des mangroves comme zones d'alevinage par des espèces importantes pour la pêche (crevettes, crabes, poissons, etc.)	Nombre d'emplois et revenus associés à une pêche locale et durable	Stabilisation ou augmentation des emplois et des revenus associés à une pêche locale et durable	3

Socio-économique	Planification d'adaptation au changement climatique des prairies marécageuses inondables à horizon 2050	Présence d'une stratégie d'adaptation des forêts marécageuses pour une transition vers des mangroves	Préparation de la zone projet dans un scénario de montée de l'eau	5
Socio-économique	Total de la catégorie sur :			24
Biodiversité	Suivi des espèces marines (requins, raies, etc.) venant se nourrir dans les mangroves	Indicateur de suivi des populations intégré au plan de projet	Intégration d'un indicateur de suivi des populations d'espèces marines au plan du projet	4
Biodiversité	Suivi des espèces en voie d'extinction, vulnérables ou en danger présents sur le site du projet	Indicateur de suivi des populations intégré au plan de projet	Intégration d'un indicateur de suivi des populations d'espèces protégées et/ou présentes sur la liste UICN au plan du projet	5
Biodiversité	Suivi des écosystèmes associés aux mangroves (récifs coralliens, herbiers marins) à proximité du site du projet	Indicateur de suivi des écosystèmes associés intégré au plan de projet	Intégration d'un indicateur de suivi des écosystèmes associés aux mangroves au projet	5
Biodiversité	Bonne fonctionnalité des écosystèmes	Au moins 1 indicateur issu de l'étude Dirberg, G et al (2020) : Dynamique de la structure forestière, Croissance des arbres de la mangrove, Capacité de régénération de l'écosystème, Abondance et diversité des espèces (espèces dont le mode de vie dépend des mangroves), Caractéristiques fonctionnelles des sédiments (en particulier, le processus de dégradation de la matière organique), Signes d'eutrophisation	Intégration d'un indicateur de suivi de la bonne fonctionnalité des écosystèmes	5
Biodiversité	Contribution à la science	Publication des mesures et résultats	Produire de la connaissance sur la biodiversité locale,	4

			les écosystèmes concernés	
Biodiversité	Partenariats avec le monde académique/ scientifique	Un partenariat avec le monde académique ou scientifique : transmission de données, test de protocoles de mesure	Produire de la connaissance sur l'efficacité réelle des méthodes de restauration utilisées	4
Biodiversité	Total de la catégorie sur :			27
Eau	Suivi des écosystèmes associés aux mangroves (récifs coralliens, herbiers marins) grâce au filtrage des sédiments, à la réduction des flux sédimentaires et de nutriments réalisés par les mangroves	Indicateur de suivi de la qualité de l'eau intégré au plan du projet	Intégration d'un indicateur de suivi de la qualité de l'eau intégré au plan du projet	3
Eau	Total de la catégorie sur :			3

5. Intégration du risque de non-permanence

Evénements extrêmes

Les mangroves et forêts marécageuses sont soumises à des risques de non-permanence, notamment dus à des événements imprévus (ouragans, tsunamis, maladies, etc.). Ceux-ci peuvent avoir un impact destructeur sur leur capacité de stockage carbone et engendraient la réémission dans l'atmosphère d'une partie du carbone stocké, en particulier dans la biomasse.

5.1.1 Rabais pour risque de non-permanence

Lors du calcul des réductions d'émissions, un rabais est automatiquement appliqué aux résultats afin de prendre en compte les risques de non-permanence. L'outil de VERRA pour l'évaluation des risques de non-permanence dans les projets AFOLU est utilisé pour évaluer le risque de non-permanence dans le cadre de cette méthode. La matrice relative aux risques naturels²⁰ permet d'évaluer le rabais à appliquer selon la probabilité et le niveau d'impact des événements.

En termes d'impact, l'ouragan Hugo de catégorie 4 représente le scénario le plus pessimiste. En 1989, son œil a traversé la Guadeloupe et entraîné la perte de 74% et 86 % de la biomasse aérienne des

²⁰ https://verra.org/wp-content/uploads/AFOLU_Non-Permanence_Risk-Tool_v4.0.pdf, page 18.

mangroves longeant le lagon du Grand Cul-de-sac Marin²¹. En considérant les stocks moyens de carbone dans les compartiments des mangroves en Guadeloupe²², la perte de carbone sur le territoire touché peut être estimée de 40% à 47%. La catégorie « dévastateur (de 50% à 70% du stock de carbone perdu) » est retenue dans la matrice. En 114 ans, la Guadeloupe a fait face à 3 ouragans de catégorie 4 ou 5 (1929, 1989 et 2017)²³ représentant une fréquence est de 1 tous les 38 ans. La catégorie « tous les 25 à 50 ans » est retenue. Une analyse similaire a été menée pour la Martinique²⁴ avec une conclusion similaire. **Pour prendre en compte le risque de non-permanence lié à des évènements avec ce niveau d'impact et de probabilité, un rabais de 5% est nécessaire.**

Des tempêtes et ouragans à plus faible impact ont lieu de façon plus fréquente (catégorie « moins d'une fois tous les dix ans »). En l'absence d'études sur leur impact, la catégorie « de 5% à 25% du stock de carbone perdu » est retenue afin de pouvoir les prendre en compte. **Un rabais supplémentaire de 5% est appliqué.**

L'application d'un rabais de 10% pour le risque de non-permanence :

$$Rabais_2 = 10\%$$

Note : après un évènement extrême tel que l'ouragan Hugo, la reprise peut être rapide. Les mangroves en bonne santé s'auto-régénèrent et peuvent atteindre 2/3 de la surface initiale dans les 10 premières années, puis 100% de la surface terrière initiale au bout de 20 à 30 années. Cependant, la fréquence de ces évènements affecte les écosystèmes et limitent les caractéristiques (diamètres et hauteur)²¹.

5.1.2 Renouvellement décennal

Le renouvellement du projet tous les dix ans requière la réitération des étapes de caractérisation du site mentionnées dans la section 2.3, à l'exception de la redéfinition des limites géographiques du projet. L'actualisation de la zone de projet et du scénario de référence sur la base de ces nouvelles informations permet d'anticiper et limiter le risque de non-permanence pour la nouvelle période du projet.

Un renouvellement est également nécessaire en cas de catastrophe naturelle majeure susceptible de modifier les caractéristiques écologiques des faciès (ouragans, etc.).

5.2 Élévation du niveau de la mer

5.2.1 Délimitation des zones : définition et fréquence

²¹ Imbert, D. (2002). Impact des ouragans sur la structure et la dynamique forestières dans les mangroves des Antilles. BOIS & FORETS DES TROPIQUES, 273(273), 69–78. <https://doi.org/10.19182/bft2002.273.a20139>

²² En considérant les stocks de carbone par compartiment de IGN (2018), Indicateurs de gestion durable des forêts françaises ultramarines de la Guadeloupe, page 210.

²³ http://www.meteo.fr/temps/domtom/antilles/pack-public/cyclone/tout_cyclone/guadeloupe.htm

²⁴ http://www.meteo.fr/temps/domtom/antilles/pack-public/cyclone/tout_cyclone/martinique.htm

Lors de la cartographie des faciès des mangroves du projet et de ses limites géographiques (étape 1), le porteur de projet doit considérer l'effet de la montée des eaux liée au changement climatique :

- Migrations potentielles des écosystèmes ;
- Inondations ;
- Erosion.

L'élévation du niveau de la mer pourra potentiellement modifier l'emprise spatiale des mangroves. Dans certaines zones, l'élévation du niveau de la mer n'aura pas d'impact négatif car l'accrétion des sols de mangrove suit l'élévation du niveau de la mer. Dans d'autres zones cependant, le substrat ne se maintient pas et l'accrétion est plus faible que le rythme d'augmentation du niveau de la mer, ce qui entraîne une perte de mangrove²⁵.

Le porteur du projet devra donc considérer deux aspects :

- La possibilité d'étendre la zone du projet vers les terres, et ainsi définir les faciès en fonction de cette élévation du niveau de la mer et de la migration anticipée des mangroves et/ou forêts marécageuses vers l'intérieur des terres. Ces nouvelles zones contribueront ainsi aux gains apportés par le scénario de projet par rapport au scénario de référence ;
- La possibilité que les franges littorales soient perdues à un horizon temporel lointain (2100).

Le zonage est donc à refaire obligatoirement tous les dix ans lors du renouvellement du projet, notamment pour prendre en compte le déplacement de la mangrove due à l'élévation du niveau de la mer le cas échéant.

5.2.2 Évaluation de l'élévation du niveau de la mer

Le Porteur de projet doit dans un premier temps évaluer l'élévation du niveau de la mer sur le siècle à venir. Celle-ci doit être cohérente avec les données provenant d'études locales ou d'articles scientifiques. Les porteurs de projets pourront notamment s'appuyer sur les études menées dans le cadre de l'élaboration des Plan Climat et les documents locaux relatifs aux changements climatiques. En l'absence de telles données, l'évaluation s'appuiera sur les données des scénarios SSP3 7.0 ou SSP5 8.5 du GIEC.

Le Porteur de projet doit ensuite analyser les potentiels impacts sur la migration des zones humides, des inondations ou de l'érosion dues à l'élévation du niveau de la mer. L'analyse doit tenir compte du taux d'accrétion de la mangrove, de la pente topographique, de la gestion des terres, de l'approvisionnement en sédiments et des marées.

La migration « horizontale » côtière est également à considérer, notamment lorsque des infrastructures côtières bloquent un mouvement migratoire côtier, et que leur « suppression » ou réaménagement permet d'ouvrir la possibilité de mouvements pour les espèces côtières. Une attention particulière sera portée aux types de pentes: les pentes concaves peuvent causer un

²⁵ Bompoy, F., 2013, Approche écologique et écophysiological de l'effet des variations saisonnières sur la croissance des arbres dans les forêts côtières inondables des Antilles [THESEBOMPY.pdf](#)

« pincement côtier » alors que les pentes droites ou convexes peuvent laisser l'espace nécessaire à cette migration. Le Porteur de projet peut s'appuyer sur la littérature spécifique à la zone du projet, le jugement d'experts ou les deux afin de produire son analyse.

Une fois les conséquences évaluées, le Porteur de projet choisit l'approche la plus adaptée aux spécificités du projet pour les prendre en compte :

- **Option 1** : le porteur de projet n'agit pas contre les effets de l'élévation du niveau de la mer sur la mangrove. Après avoir délimité et caractérisé les zones susceptibles d'être durablement dégradées du fait de l'élévation du niveau de la mer à un horizon 100 ans, le Porteur de projet les retirent des zones éligibles à des actions de restauration.
- **Option 2** : si une des activités du projet consiste à lutter contre l'élévation du niveau de la mer et au maintien de la mangrove qui autrement aurait disparue, le Porteur de projet fournit dans son plan de restauration une explication des actions entreprises afin de maintenir la mangrove.

6. Calcul des réductions d'émissions

Les réductions d'émissions sont déterminées par comparaison de scénarios. Une approche par « Tiers » permet au Porteur de projet de choisir le niveau de complexité méthodologique le plus approprié pour le projet. Les sections suivantes décrivent les différents aspects de la méthode de quantification.

Sauf mention contraire, les calculs seront effectués pour chacun des faciès, et les résultats sommés à l'échelle de la zone. Si le projet comporte plusieurs zones, l'exercice est à répéter pour chaque zone, et les résultats à sommer à l'échelle du projet.

6.1 Explication de l'approche par Tier

L'approche proposée pour le calcul du scénario de référence et du scénario de projet est une approche d'un calcul de différence de stock entre deux périodes et entre deux scénarios (scénario de référence et scénario de projet).

Le renseignement des données est proposé par « Tiers » selon les lignes directrices du GIEC en fonction de la qualité des informations disponibles.

Tableau 4. Description des trois tiers mobilisables pour le calcul des réductions d'émissions par faciès

Tier	Requis	Types de données requises
Tier 1	Valeur par défaut (en l'absence de données spécifiques à la zone)	Les données Tier 1 ont basées sur des revues de littératures mondiales et les moyennes observées de celles-ci. Ce sont les données avec le moins de précisions et de certitudes. Si le Tier 1 est appliqué pour le calcul d'un faciès, un rabais sera appliqué pour le calcul de l'ensemble de la zone (voir ci-après).

Tier 2	Données spécifiques au pays / à la région	Les données Tier 2 sont issues d'observations spécifiques aux territoires concernées par le projet (DROM) et disponibles dans la littérature scientifique et technique spécifique à la région, au département ou au territoire concerné. Les données doivent provenir d'agences publiques compétentes sur le sujet ou de publications issues de revues à comité de lectures.
Tier 3	Données issues d'inventaire terrain spécifiques	Si le porteur de projet en a la possibilité, des données spécifiques au site du projet peuvent être utilisées, ce sont les données de Tier 3 . Elles sont réalisées par mesures directes : sondage et mesure DHP (Diamètre à hauteur de poitrine), hauteur pour la croissance sur le site, carottage des sols.

6.1.1 Spécificités du Tier 1

L'utilisation du Tier 1 est uniquement possible dans le cas où **aucune donnée spécifique aux territoires concernés par le projet (donnée Tier 2) n'est disponible** dans la littérature scientifique. Il incombera alors au porteur de projet d'apporter les éléments justifiant de cette absence, à savoir une revue de littérature complétée de l'avis de spécialistes compétents (académique, bureau d'étude, etc.). Ces éléments seront vérifiés par l'auditeur qui effectuera une contre-expertise de la littérature la plus à jour conformément aux indications de la section 7 décrite plus bas.

Les valeurs éligibles pour une approche de Tier 1 sont issues du rapport du GIEC « 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories : Wetlands » et en particulier du chapitre 4 « Coastal Wetlands » (voir Annexe 3). Le rapport répertorie les données issues d'études relatives aux mangroves et disponibles dans des publications scientifiques.

Afin de prendre en compte l'incertitude liée à l'utilisation de données génériques pour chaque compartiment, la valeur moyenne fournie par le GIEC est comparée à la valeur la plus conservatrice des valeurs de Tier 2 identifiées pour le même compartiment :

- Si un écart est constaté, la valeur basse de l'intervalle de confiance 95% est alors retenue.
- Si un écart demeure, un rabais est alors appliqué lors des calculs relatifs au compartiment.

Note : les rabais étant appliqués au total des réductions d'émissions éligibles (se référer à l'équation en Section 6.2.1), il convient de pondérer les rabais Tier 1 par l'importance du compartiment auquel ils s'appliquent.

Cette approche, appliquée aux différents compartiments, permet de :

- Retenir la valeur basse de l'intervalle 95% pour les valeurs Tier 1 des compartiments de la biomasse aérienne et du carbone organique du sol.
- Appliquer un rabais de 25% lors de l'utilisation de données Tier 1 pour le compartiment de la biomasse aérienne²⁶ :

$$Rabais_3 = 25\%$$

Aucun rabais n'est appliqué aux calculs relatifs à la biomasse aérienne morte car l'importance relative du compartiment rend le rabais non-significatif.

En l'absence de données identifiées dans la littérature scientifique mondiale, **l'approche Tier 1 n'est pas acceptée pour les forêts marécageuses**. Seule la littérature locale (Tier 2) ou la mesure directe (Tier 3) pourront être utilisées.

6.1.2 Spécificités du Tier 2

Les données éligibles pour une approche de Tier 2 doivent être issues d'études spécifiques aux territoires concernés préalablement validées par la DGEC. L'ensemble des références éligibles à date est disponible sur la page internet de la méthode²⁷.

Le tableau suivant liste les références identifiées au moment de la publication de la méthode et précise leur périmètre :

Référence	Ecosystème	Compartiment concernés	Territoires concernés
IGN (2018) Indicateurs de gestion durable des forêts françaises ultramarines	- Mangroves - Forêts marécageuses	- Biomasse aérienne vivante. - Biomasse aérienne morte. - Biomasse souterraine vivante. - Carbone organique du sol.	- Guadeloupe ²⁸ - Martinique ²⁹ - Guyane ³⁰
Walcker, R., Gandois, L., Proisy, C., Corenblit, D., Mougin, E., Ray, R., Laplanche, C. & Fromard, F. (2018) Control of 'blue carbon' storage by mangrove ageing: evidence	- Mangroves	- Biomasse aérienne. - Biomasse souterraine. - Carbone organique du sol.	- Guyane

²⁶ Cet important rabais s'explique par trois facteurs : (1) un écart très important entre les valeurs Tier 1 et Tier 2 dû à l'absence d'études dans les DROM pour établir les données Tier 1, (2) l'utilisation de la valeur de la biomasse aérienne vivante pour calculer la biomasse souterraine vivante, et (3) l'importance de ces deux compartiments dans l'absorption du carbone par une mangrove.

²⁷ <https://label-bas-carbone.ecologie.gouv.fr/la-methode-restauration-de-mangroves-et-de-forets-marecageuses>

²⁸ https://foret.ign.fr/api/upload/190722_guadeloupe.pdf

²⁹ https://foret.ign.fr/api/upload/190722_martinique.pdf

³⁰ https://foret.ign.fr/api/upload/190625_guyane.pdf

from a 66-year chronosequence in French Guiana ³¹			
Migeot (2010). Phénologie et variations spatiales de la croissance des peuplements à <i>Pterocarpus officinalis</i> Jacq. dans la forêt marécageuse de Guadeloupe.	- Forêts marécageuses	- Biomasse aérienne vivante - Biomasse aérienne morte.	- Guadeloupe
Bompy, F. (2013). Approche écologique et écophysiological de l'effet des variations saisonnières sur la croissance des arbres dans les forêts côtières inondables des Antilles.	- Forêts marécageuses	- Carbone organique du sol.	- Guadeloupe - Martinique
Durrieu de Madron (2008). Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour les forêts de la Guadeloupe, Martinique et Réunion.	- Mangroves	- Biomasse aérienne vivante. - Biomasse aérienne morte. - Biomasse souterraine vivante. - Carbone organique du sol.	- Guadeloupe - Martinique
Jonathan Sanderman et al (2018). A global map of mangrove forest soil carbon at 30 m spatial resolution (supplementary data)³².	- Mangroves	- Carbone organique du sol	- Martinique - Guyane - Mayotte

Si le porteur de projet souhaite s'appuyer sur d'autres publications pour mettre en œuvre une approche Tier 2, il soumettra celles-ci préalablement à la DGEC en démontrant leur pertinence. Il pourra notamment s'appuyer sur l'expertise de l'auteur de la publication ou du tiers compétent à cette fin.

En l'absence de publications relatives à la biomasse vivante (compartiment associé à un rabais pour une approche Tier 1), une approche hybride Tier 2/Tier 3 est proposée dans la mesure où l'âge des mangroves dans la zone du projet est documenté. Le porteur de projet réalise des mesures directes pour calculer le stock de carbone (tC/ha) au début du projet (scénario de référence) suivant le plan d'échantillonnage présenté en Annexe 4. Les données issues des mesures sont ensuite utilisées pour

³¹ DOI : 10.1111/gcb.1410

³² <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aabe1c/data>

estimer l'accumulation annuelle de carbone (tC/ha/an) dans le compartiment (scénario de projet)³³. Contrairement à une approche de Tier 3 présentée ci-après, les mesures ne sont réalisées qu'une seule fois, au lancement du projet.

6.1.3 Spécificités du Tier 3

Les mesures directes sont réalisées au lancement du projet et à chaque vérification. Elles sont exécutées selon un plan d'échantillonnage défini à partir des étapes et critères présentés en Annexe 4 : Plan de suivi et échantillonnage de la biomasse.

A noter que l'outil Forland³⁴ est compatible avec la présente méthode. Il peut donc être utilisé à des fins de traitement des données issues des mesures terrains, et de suivi des indicateurs associés tout au long du projet.

6.2 Réductions d'émissions potentielles

6.2.1 Principes généraux de calcul

Conformément au label bas-carbone, le projet bas-carbone va délivrer des réductions d'émissions (RE). Les projets de restauration labélisés dans le cadre de cette méthode pourront uniquement générer des réductions d'émissions effectuées, vérifiées a posteriori. Ainsi, les réductions d'émissions reconnues par le label après les audits et inscrites dans le registre sont les réductions d'émissions qui ont d'ores et déjà eu lieu au cours des années précédant cette reconnaissance. Les réductions d'émissions anticipées, prévues dans le référentiel du label bas-carbone, ne sont pas incluses dans le cadre de cette méthode.

Les réductions d'émissions éligibles seront déterminées par la différence entre le scénario de référence et le scénario de projet estimé lors du dépôt du projet et mesuré (en cas de Tier 3) ou calculé (en cas de Tiers 1 ou 2) lors de la demande de reconnaissance des Unités de Réductions d'Emissions . Le porteur de projet prend le soin de déduire les rabais appliqués au titre des incertitudes liées à la non-prolongation du projet, au risque de non-permanence, et à l'utilisation potentielle d'une approche de Tier 1 (Equation 1).

$$RE_{\text{éligibles}} = (RE_{\text{projet}} - RE_{\text{ref}}) \times (1 - (\text{Rabais}_1 + \text{Rabais}_2 + \text{Rabais}_3)) \quad (1)$$

Où :

³³ En prenant une hypothèse de croissance linéaire et une maturité atteinte au bout de 20 ans.

³⁴ ONFI & IGN FI (2023). Outil d'évaluation du stockage de Carbone des mangroves (Forland)

$RE_{eligible}$	Réduction d'émissions (ou séquestration carbone) issues de la mise en œuvre des activités de restauration du projet ; exprimées en tCO ₂ e (tonnes de CO ₂ équivalent)
RE_{ref}	Réduction d'émissions nette du scénario de référence ; exprimée en tCO ₂ e
RE_{projet}	Réduction d'émissions nette du scénario de projet ; exprimée en tCO ₂ e
Rabais	<p>Rabais 1 : Rabais dû aux incertitudes liées à la non-prolongation du projet sur 30 ans, applicable uniquement sur les 2 premières périodes de 10 ans, de 5%</p> <p>Rabais 2 : Rabais lié aux incertitudes générales et climatiques affectant le carbone stocké (risque de non-permanence) de 10%</p> <p>Rabais 3 : Rabais dû aux incertitudes liées à la valeur par défaut du Tier 1.</p>

Il convient de noter qu'à partir de l'équation (1) ci-dessus, les équations de calculs doivent être appliquées à la fois sur le scénario de référence et le scénario de projet, et dans chacune des zones identifiées. Ces mêmes calculs devront être réalisés à chaque vérification du projet.

Le calcul des réductions d'émissions est présenté en détail dans les sections suivantes. Les termes avec un indice « ref » (respectivement « projet ») sont relatifs au scénario de référence (scénario de projet).

Les réductions d'émissions sont calculées à partir de plusieurs compartiments, aériens et souterrains. Le stock de carbone est converti en stock de CO₂ équivalent (tCO₂e) par le ratio de poids moléculaire du CO₂ par rapport au carbone, soit 44/12. La méthode de calcul liant les différents compartiments est décrite ci-dessous :

$$RE_{ref} = \sum_{i=1}^M C_{biomasse\ ref,t,i} \times 44/12 + C_{COS\ ref,t,i} \times 44/12 \quad (2)$$

$$RE_{projet} = \sum_{i=1}^M C_{biomasse\ projet,t,i} \times 44/12 + C_{COS\ projet,t,i} \times 44/12 - CO_{2\ travaux,projet,q,j,t} \quad (2\ bis)$$

Avec :

$C_{biomasse\ ref,t,i}$	Stock de Carbone total dans la biomasse hors carbone des sols, soit : biomasse aérienne vivante (feuilles, troncs, branches, racines), biomasse aérienne morte (litière et bois mort) et biomasse souterraine vivante (racines) en situation de référence et dans le faciès i ; à l'instant t, exprimé en tC (tonnes de carbone).
$C_{biomasse\ projet,t,i}$	Stock de Carbone total dans la biomasse hors carbone des sols, soit : biomasse aérienne vivante (feuilles, troncs, branches, racines), biomasse aérienne morte (litière et bois mort) et biomasse souterraine vivante (racines) en situation de projet et dans le faciès i, à l'instant t ; exprimé en tC (tonnes de carbone).

$C_{COS\ ref,t,i}$	Stock de Carbone total dans la biomasse souterraine morte (Carbone organique des sols) en situation de référence et dans le faciès i, à l'instant t, exprimé en tC (tonnes de carbone).
$C_{COS\ projet,t,i}$	Stock de Carbone total dans la biomasse souterraine morte (Carbone organique des sols) en situation de projet et dans la zone du projet i, à l'instant t, exprimé en tC (tonnes de carbone).
$\sum_{i=1}^M$	Somme sur l'ensemble des faciès (M).
44/12	Ratio de conversion équivalence du carbone en dioxyde de carbone.
$CO_2\ travaux,projet,q,j,t$	Flux de dioxyde de carbone généré par l'utilisation de véhicules de transport et engins de terrassement lors des travaux en situation de projet , par le la quantité q, de carburant j, à l'instant t, exprimé en tCO ₂ (tonne de dioxyde de carbone).

6.2.2. $C_{biomasse,t,i}$: biomasse aérienne (vivante et morte) et souterraine (vivante)

Le stock de carbone pour ce compartiment est calculé suivant l'équation (3), **tant dans le scénario de référence que dans le scénario de projet**. Il convient d'appliquer cette équation à chaque zone identifiée, puis d'additionner le stock de biomasse de chaque zone du projet.

$$C_{biomasse,t,i} = A_{t,i} \times [tMS_{aerien,t,i} \times (1 + Ratio_{Racinaire,t,i}) \times 0.45 + C_{boismort,t,i} + C_{litiere,t,i}] \quad (3)$$

Où

$C_{biomasse,t,i}$	Stock de Carbone total dans la biomasse hors carbone des sols, soit : biomasse aérienne vivante (feuilles, troncs, branches, racines), biomasse aérienne morte (litière et bois mort) et biomasse souterraine vivante (racines), en année t et dans le faciès i; exprimé en tC (tonnes de carbone).
$tMS_{aerien,t,i}$	Tonnes de matières sèches de la biomasse aérienne vivante par hectare, en année t, dans le faciès i ; exprimées en tMS (tonnes de matières sèches).
$Ratio_{Racinaire,t,i}$	Tonnes de racines par tonne de matières sèches. Ratio permettant de convertir la biomasse aérienne en biomasse racinaire, sans unité. L'utilisation du ratio racinaire du GIEC ³⁵ pour calculer le stock de Carbone de la biomasse racinaire est de 0,49
$C_{litiere,t,i}$	Stock de carbone par hectare dans la litière en année t, dans le faciès i; exprimé en tC/ha.
$C_{boismort,t,i}$	Stock de carbone par hectare dans le bois mort, en année t, dans le faciès i ; exprimé en tC/ha.

³⁵ Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, [Table 4.5](#)

$A_{t,i}$	Aire du projet au temps t, dans le faciès i ; exprimée en ha.
t	Temps ; exprimé en année.
i	Faciès identifié.
Coefficient 0.45	La proportion de carbone dans la biomasse ; sans unité ³⁶ .

a. $tMS_{aérien,t,i}$: Biomasse aérienne vivante (tMS/ha)

Approche de Tier 1 : Valeurs par défaut (GIEC)

Deux éléments sont considérés pour le calcul du $tMS_{aérien,t,i}$ des scénarios de référence et de projet dans le cadre d'une approche Tier 1 :

- **Le stock de carbone de référence au lancement du projet** est calculé en multipliant une hypothèse de stock de carbone par hectare par la surface correspondant au taux de couverture initial dans le faciès.
- **Le flux** est calculé en multipliant une hypothèse de flux annuel par hectare par la surface correspondant à la zone nouvellement restaurée par la plantation ou la recolonisation naturelle.

Dans une logique d'approche conservatrice, les mangroves présentes dans le faciès au lancement du projet sont considérées à maturité³⁷, dans le scénario de référence comme dans le scénario de projet. Ainsi, les gains carbonés associés aux potentiels bénéfiques des activités de restauration passive sur les mangroves existantes ne sont pas considérés dans le calcul des réductions d'émissions. Cette hypothèse se traduit par :

- Un flux nul pour le scénario de référence
- Un flux uniquement associé à la nouvelle biomasse aérienne vivante dans la zone du projet, issue de la plantation ou recolonisation naturelle dans le cadre du scénario de projet

Le stock de carbone par hectare et l'accumulation annuelle de carbone par hectare dans la biomasse aérienne vivante d'une mangrove sont estimés à partir des données du GIEC³⁸ (voir Annexe 3) :

	Tropical humide
Stock de carbone dans le compartiment aérien d'une mangrove à maturité (20 ans); tMS/ha	187

³⁶ 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands , [Table 4.2](#) (CARBON FRACTION OF ABOVE-GROUND BIOMASS (TONNES C (TONNES D.M.)-1) IN MANGROVES 1)

³⁷ En cohérence avec IGN (2018), Indicateurs de gestion durable des forêts françaises ultramarines de la Guadeloupe, page 23 : « L'évolution au cours du temps [du stock de carbone] est supposée gouvernée uniquement par la surface »

³⁸ Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands , [Table 4.3](#), valeur basse de l'intervalle de confiance IC 95%

Accumulation annuelle de carbone dans le compartiment aérien ; tMS /ha/an	9.4
--	-----

L'accumulation annuelle devient nulle dès lors que le stock atteint la valeur correspondante au stock d'une mangrove à maturité présentée dans le tableau ci-dessous.

Approche de Tier 2 : Littérature scientifique

Le porteur de projet peut utiliser toutes références issues de la littérature scientifique, ayant construit des valeurs sur la base de mesures directes récentes. Il devra ainsi être capable de dériver une estimation carbone soit par des proxys tel que des mesures du DHP (DHP : Diamètre à Hauteur de Poitrine) et/ou des données de biomasse (matière sèche par hectare) soit par des mesures carbone, dans une zone proche ou aux conditions écologiques similaires (dûment justifié) de la zone de projet.

La section 6.1.2 de cette méthode présente une liste non-exhaustive des publications identifiées à cette fin.

Approche de Tier 3 : Mesures terrain

Dans le cas où le porteur de projet souhaite procéder lui-même aux analyses de terrain, il devra procéder par échantillonnage de parcelles tel que décrit dans l'Annexe 4.

Le stock de matières sèches total ($tMS_{aérien,t,i}$) des essences composants la zone de projet est calculé en additionnant la biomasse de chaque essence dans chaque parcelle et dans chaque faciès, ramenée à l'hectare.

$$tMS_{aérien,t,i} = b_{arbre,i} \quad (4)$$

$$b_{arbre,i} = \frac{\sum_{p=1}^{n_i} b_{arbre,p,i}}{n_i} \quad (5)$$

Où

$tMS_{aérien,t,i}$	Tonnes de matières sèches des arbres de toutes les essences et tout faciès confondus (biomasse totale aérienne vivante), en année t; exprimées en tMS
A_i	Aire du faciès considérée ; exprimée en ha
$b_{arbre,i}$	Médiane de la biomasse totale des arbres par hectare dans le faciès i ; exprimée en tMS/ha
$b_{arbre,p,i}$	Médiane de la biomasse totale des arbres par hectare de la parcelle p, dans le faciès i ; exprimée en tMS/ha
i	Faciès identifié
t	Temps ; exprimé en année
p	Parcelle identifiée

n_i	Nombre de parcelles échantillonnées dans le faciès i ; sans unité
-------	---

La biomasse cumulée à l'échelle de la parcelle échantillonnée, est la somme de la biomasse de l'ensemble des arbres de différentes essences, ramenée à l'ha :

$$b_{arbres,p,i} = \frac{tMS_{aérien,p,i}}{A_{parcelle,i}} = \frac{\sum_j tMS_{aérien,j,p,i}}{A_{parcelle,i}} = \frac{\sum_j \sum_l tMS_{aérien,l,j,p,i}}{A_{parcelle,i}} \quad (6)$$

$b_{arbres,p,i}$	Médiane de la biomasse totale des arbres par hectare de la parcelle p , dans le faciès i ; exprimée en tMS/ha
$tMS_{aérien,p,i}$	Biomasse des arbres dans la parcelle échantillonnée p , dans le faciès i ; exprimée en tMS
$tMS_{aérien,j,p,i}$	Biomasse totale des arbres de l'essence j , dans la parcelle échantillonnée p , dans le faciès i ; exprimée en tMS
$tMS_{aérien,l,j,p,i}$	Biomasse totale de l'arbre l ; d'essence j , dans la parcelle échantillonnée p , dans le faciès i ; exprimée en tMS
l	Arbre identifié ; exprimé en unité
j	Essence identifiée ; exprimé en unité
p	Parcelle identifiée
i	Faciès identifié
$A_{parcelle,i}$	Aire de la parcelle échantillonnée dans le faciès i ; exprimée en ha

Afin de calculer la biomasse $tMS_{aérien,l,j,p,i}$, il sera nécessaire de procéder à la mesure du diamètre (et de la hauteur en fonction des équations allométriques choisies) des arbres de la parcelle étudiée, conformément aux recommandations (cf Annexe 4) et d'appliquer les équations allométriques spécifiques aux essences inventoriées (cf Annexe 2).

b. Ratio_{Racinaire_{t,i}} : Biomasse souterraine vivante

Seule une approche de Tier 1 est proposée par la présente méthode pour le compartiment souterrain vivant (carbone racinaire). En effet, les contraintes associées à des mesures directes (coûts, destruction de l'habitat, etc.) rendent l'exercice très compliqué.

Approche de Tier 1 : Valeurs par défaut (GIEC)

L'utilisation du ratio racinaire du GIEC³⁹ de 0,49 ($Ratio_{Racinaire,t,i}$) pour calculer le stock de carbone de la biomasse racinaire est considéré. Cette valeur par défaut permet de compléter le Tier 3 pour calculer notamment la biomasse d'un arbre $tMS_{aerien,l,j,p,i}$.

$$tMS_{aerien,l,j,p,i} = f_j(x_{1,l}, \dots) \times (1 + Ratio_{racinaire,l,j,p}) \quad (7)$$

$tMS_{aerien,l,j,p,i}$	Biomasse totale de l'arbre l, d'essence j, dans la parcelle échantillonnée p, dans le faciès i ; exprimée en tMS
$f_j(x_{1,l}, \dots)$	Biomasse aérienne de l'arbre l, d'essence j, dans la parcelle échantillonnée p, dans le faciès i ; exprimée en tMS Cette biomasse aérienne est déterminée après conversion du DHP en tonnes de matière sèche (tMS) moyen des équations allométriques pertinentes (voir annexe 2).
$Ratio_{racinaire,l,j,p}$	Ratio de biomasse racinaire de l'arbre l, d'essence j ; sans unité (vois ci-dessous pour valeur)

L'incertitude de cette approche est prise en compte dans le rabais du Tier 1 liée à biomasse aérienne vivante dans la mesure où le calcul s'appuie sur tMS_{aerien} .

$$c. C_{boismort,t,i} + C_{litiere,t,i} : \text{Biomasse aérienne morte}$$

Approche de Tier 1 : Valeurs par défaut (GIEC)

Deux éléments sont considérés pour le calcul de la biomasse aérienne morte dans les scénarios de référence et de projet dans le cadre d'une approche Tier 1 :

- **Le stock de carbone de référence au lancement du projet** est calculé en multipliant une hypothèse de stock de carbone par hectare par la surface correspondant au taux de couverture initial dans le faciès.
- **Le flux** est calculé en multipliant une hypothèse de flux annuel par hectare par la surface correspondant à la zone nouvellement restaurée par la plantation ou la recolonisation naturelle.

Comme mentionné précédemment, les mangroves présentent dans le faciès au lancement du projet sont considérées à maturité, dans le scénario de référence comme dans le scénario de projet. Ainsi, les gains carbonés associés aux potentiels bénéfiques des activités de restauration passive sur les mangroves existantes ne sont pas considérés dans le calcul des réductions d'émissions. Cette hypothèse se traduit par :

- Un flux nul pour le scénario de référence
- Un flux uniquement associé à la nouvelle biomasse aérienne vivante dans la zone du projet, issue de la plantation ou recolonisation naturelle dans le cadre du scénario de projet

Les hypothèses pour le stock de carbone par hectare et l'accumulation annuelle de carbone dans la litière et le bois mort sont issues des données du GIEC (voir Annexe 3) :

³⁹ Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, [Table 4.5](#)

	Mangrove
Stock de carbone dans la litière ; tC/ha	0 ⁴⁰
Accumulation annuelle de carbone dans la litière ; t/ha/an	0,04 ⁴¹
Stock de carbone dans le bois mort ; tC/ha	6.5 ⁴⁰
Accumulation annuelle de carbone dans le bois mort; t/ha/an	0,54 ⁴¹

L'accumulation annuelle devient nulle dès lors que le stock atteint la valeur correspondante au stock d'une mangrove à maturité.

Comme mentionné et justifié en section 6.1.2, en l'absence de données spécifiques au territoire, l'utilisation de données de Tier 1 pour ce compartiment ne donne pas lieu à un rabais.

Approche de Tier 2 : Littérature scientifique

Le porteur de projet doit utiliser des valeurs issues de publications scientifiques locales extrapolables au site concerné par le projet. La section 6.1.2 de cette méthode présente une liste non-exhaustive des publications identifiées à cette fin.

Approche de Tier 3 : mesures terrain

Aucune approche de Tier 3 n'est proposée au regard de la faible importance du compartiment en termes de stock de carbone.

6.2.3. $C_{COS,t,i}$: carbone organique du sol

Le stock de carbone pour ce compartiment est calculé suivant l'équation (3), **tant dans le scénario de référence que dans le scénario de projet**. Il convient d'appliquer cette équation à chaque zone identifiée, puis d'additionner le stock de biomasse de chaque zone du projet.

$$C_{COS,t,i} = A_{i,t} \times C_{COS,t,i,e} \quad (8)$$

Où

$C_{COS,t,i}$	Stock de carbone organique dans le sol dans le scénario de référence, dans le faciès i, en année t ; exprimé en tC
$A_{i,t}$	Aire du faciès i, en année t ; exprimée en ha
$C_{COS,t,i,e}$	Stock de carbone organique dans le sol par hectare (e), dans le faciès i, en année t ; exprimé en tC/ha

⁴⁰ Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, [Table 4.7](#)

⁴¹ Calculé à partir de Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, [Table 4.4](#), en considérant une croissance linéaire et une maturité de la mangrove à 20 ans.

Les stocks de carbone du sol peuvent être évalués au démarrage du projet à partir de différentes sources :

Approche de Tier 1 : Valeurs par défaut (GIEC)

Deux éléments sont considérés pour le calcul du carbone organique dans le sol, tant pour le scénario de référence que le scénario de projet :

- **Le stock de carbone de référence au lancement du projet** est calculé en multipliant une hypothèse de stock de carbone organique dans le sol par hectare par la surface correspondant au taux de couverture initial dans le faciès.
- **Le flux** est calculé en multipliant une hypothèse de flux annuel par hectare par la surface correspondant à la zone nouvellement restaurée par la plantation ou la recolonisation naturelle.

Comme mentionné précédemment, les mangroves présentes dans le faciès au lancement du projet sont considérées à maturité, dans le scénario de référence comme dans le scénario de projet. Ainsi, les gains carbonés associés aux potentiels bénéfiques des activités de restauration passive sur les mangroves existantes ne sont pas considérés dans le calcul des réductions d'émissions. Cette hypothèse se traduit par :

- Un flux nul pour le scénario de référence
- Un flux uniquement associé à la nouvelle biomasse aérienne vivante dans la zone du projet, issue de la plantation ou recolonisation naturelle dans le cadre du scénario de projet

Le stock de carbone dans le sol par hectare ($C_{COS\ ref,t,i,e}$) est estimé à partir des données du GIEC⁴² (voir Annexe 3) :

	COS ; tC/ha
Sols Organiques	436
Sols Minéraux	247
Sols agrégés	351

Pour l'accumulation annuelle du stock du scénario de projet, l'équation suivante doit donc être considérée :

$$C_{COS,projet,t,i} = A_{i,t} * [C_{COS\ ref,t_0,e} + C_{AccCOS,projet,t,i} * (t - t_0)] \quad (9)$$

Où

$C_{COS,projet,t,i}$	Stock de carbone organique dans le sol dans le scénario de projet, dans le faciès i, en année t ; exprimé en tC/ha
$A_{i,t}$	Aire du faciès i, en année t ; exprimée en ha

⁴² Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Table 4.11

$C_{COS,ref,t0,e}$	Stock de carbone organique dans le sol par hectare dans le scénario de référence, dans le faciès i , en année t_0 ; exprimé en tC/ha/an
$C_{AccCOS,projet,t,i}$	Taux d'accumulation annuelle de carbone dans le sol ; exprimé en tC/ha/an. La valeur dépend du taux de couverture : <ul style="list-style-type: none"> - 1,3 pour un taux de couverture de 50% à 100%⁴³ - 0 pour un taux de couverture inférieur de 0% à 15% - Valeur issue d'une interpolation linéaire entre les deux⁴⁴

Approche de Tier 2 : Littérature scientifique

Le porteur de projet doit utiliser des valeurs issues de publications scientifiques locales extrapolables au site concerné par le projet. Section 6.1.2 de cette méthode présente une liste non-exhaustive des publications identifiées à cette fin.

Approche de Tier 3 : Mesures terrain

En Tier 3, le stock de carbone du sol est estimé par échantillonnage. Il est demandé une campagne de carottage du sol aléatoire avec une réalisation d'un échantillon par faciès identifiés en suivant le protocole décrit en Annexe 6. Pour le taux d'accrétion cette méthodologie accepte l'utilisation des valeurs de Tier 1 ou 2.

Les prélèvements *in-situ* à différents horizons temporels (tous les 10 ans) permettent de comparer l'évolution du stock carbone dans les sols et doivent également suivre une méthodologie d'échantillonnage puis de carottage sédimentaire. La pratique pour les mangroves est d'échantillonner à de plus grandes profondeurs dans les zones côtières que dans leurs homologues terrestres (**une profondeur minimale de 1 m est standard**).

6.2.4 CO_2 travaux,q,j,t: travaux et combustibles fossiles

L'utilisation de combustibles fossiles peut être une source significative d'émissions lorsque les activités mises en œuvre induisent le déplacement de matière du sol à l'aide de véhicules et d'équipements mécaniques. Il convient alors de prendre en compte les flux de dioxyde de carbone générés par les travaux quand ceux-ci sont significatifs. Les calculs ne doivent pas être effectués pour chacun des faciès, mais pour chaque type de véhicule ou équipement utilisé lors des travaux. Les résultats sont ensuite sommés à l'échelle du projet.

A titre conservatif, les émissions liées à la réalisation de travaux peuvent être exclus dans le scénario de référence. Pour le scénario de projet, la formule suivante est utilisée :

$$CO_{2eq\ travaux,v,i,t} = \sum_{v=1}^V Q_{i,t} * FE_i \quad (11)$$

Avec :

⁴³ Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands, Table 4.12

⁴⁴ En cohérence avec l'approche la méthode VM0033 de VERRA (section 8.1.4.2.3, page 36).

$CO_{2eq} travaux,j,k,q,t$	Le flux total de gaz à effet de serre lié à l'utilisation de combustibles fossiles lors de la réalisation des travaux, pendant l'année t; exprimé en tCO _{2eq} .
$Q_{i,t}$	La quantité de combustible i, utilisée pendant l'année t; exprimé en litres
FE_i	Le facteur d'émission du carburant i; exprimé en tCO ₂ /L (tonnes de dioxyde de carbone par litre)
$\sum_{v=1}^V$	Somme sur l'ensemble des véhicules V.

Pour FE_i , le porteur de projet utilisera les facteurs d'émissions de la base carbone® de l'ADEME⁴⁵. Le tableau suivant présente les facteurs les plus pertinents pour le calcul (liste non-exhaustive) :

Périmètre géographique	Type de carburant	Kg CO _{2eq} /litre
Guadeloupe, Martinique, Guyane	Essence/Supercarburant sans plomb (95, 95-E10, 98)	2,84
Guadeloupe, Martinique, Guyane	Gazole routier	2,95
Guadeloupe, Martinique, Guyane	GPL pour véhicule routier	1,88
France continentale ⁴⁶	Gazole non routier (pour engins agricoles et forestiers)	3,16

En l'absence de facteurs d'émissions pertinents dans la base Carbone® pour les travaux concernés, les ressources du GIEC pourront être utilisées⁴⁷.

Si le porteur de projet n'a pas directement accès à la quantité de combustible utilisé ($Q_{i,t}$), il pourra :

- Engin de terrassement : multiplier le nombre d'heures d'opération par la Consommation horaire moyenne de carburant de l'engin⁴⁸.
- Véhicule de transport : multiplier la distance parcourue (km) par le résultat du test WLTP du véhicule⁴⁹ (gCO₂/km).

⁴⁵ <https://base-empreinte.ademe.fr/donnees/jeu-donnees>. Accès gratuit après création d'un compte.

⁴⁶ En l'absence de valeur spécifique pour la zone du projet, le périmètre « France » peut être utilisée.

⁴⁷ 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2 Energy: Chapter 3 Mobile Combustion et IPCC Emission Factor Database (EFDB)

⁴⁸ Par exemple : <https://www.ecolow.fr/consommation-carburant-pelleteuse/>

⁴⁹ <https://co2vans.apps.eea.europa.eu> (utilitaires) et <https://discomap.eea.europa.eu/app/CO2HDV/> (poids lourds)

6.2.4. Synthèses des calculs de RE

Ci-dessous une synthèse des calculs de réduction d'émission à réaliser pour chaque Tier. Une calculatrice (format excel) est fournie aux porteurs de projet pour réaliser ces calculs.

Tableau 7. Récapitulatif pour le scénario de référence

Compartiments		Tier 1 (mangroves seulement)	Tier 2	Tier 3
C_{biomasse}	tMS aérien	Stock : 187 tMS/ha Flux : 0 tMS/ha/an	Littérature scientifique	Equations allométriques
	Ratio racinaire	Stock : 0,49 Flux : x	N/A	N/A
	Litière	Stock : 0 tC/ha Flux : 0 tC/ha/an	Littérature scientifique	N/A
	Bois mort	Stock : 6,5 tC/ha Flux : 0 tC/ha/an	Littérature scientifique	N/A
C_{Cos}	Carbone dans le sol	Stock : 436 / 247 / 351 Flux : 0 tC/ha/an	Littérature scientifique	Echantillonnage

Tableau 8. Récapitulatif pour le scénario de projet (valeurs différentes du scénario de référence)

Compartiment		Tier 1 (mangroves seulement)	Tier 2	Tier 3
C_{biomasse}	tMS aérien	Flux : 9,4 tMS/ha/an x Rabais 3	Littérature scientifique	Equation allométrique
	Litière	Flux : 0,04 tC/ha/an	Littérature scientifique	N/A
	Bois mort	Flux : 0,54 tC/ha/an	Littérature scientifique	N/A
C_{Cos}	Carbone dans le sol	Flux : 1,3 tC/ha/an x Rabais 4	Littérature scientifique	Valeur Tier 1&2
<i>CO₂ travaux,q,j,t,</i>	Travaux	Flux : selon carburant	N/A	N/A

7. Vérification

Les réductions d'émissions sont vérifiées par un auditeur tout au long du projet, au maximum tous les 5 ans. A l'occasion de chaque vérification, le Porteur de projet démontrera à l'organisme tiers vérificateur que le plan de gestion a été mis en œuvre et les mesures requises réalisées. Ce chapitre précise le processus et modalités de vérification.

7.1 Modalités de vérifications

7.1.1 Vérifications documentaires

Le référentiel du label bas-carbone précise que « *par défaut, les vérifications sont principalement documentaires* » (VII.C.).

L'Auditeur est chargé d'effectuer les vérifications permettant de valider la véracité des réductions d'émissions, au regard des exigences du référentiel du label bas-carbone, de la présence méthode, et du dossier de demande de labellisation. L'Auditeur vérifie également la véracité des indicateurs inscrits dans le Rapport de Suivi, la qualité des informations fournies, et des activités mises en place.

Les vérifications documentaires justifiant de la réalité des travaux engagés et de l'effectivité des réductions d'émissions sont systématiques et doivent inclure :

- Les informations fournies dans le rapport de suivi et lors du dépôt de projet (limites géographiques, faciès écologiques, preuves de dégradation et plan de gestion) ;
- Les factures ou de tout élément justifiant de la réalité des travaux engagés et de l'effectivité des réductions d'émissions ;
- Les attestations d'achat et de plantation des plants ainsi que de l'ensemble des travaux nécessaires à leur maintien ;
- La localisation exacte du projet par géolocalisation ;
- Tout autre document justifiant les moyens mis en œuvre pour la mise en place du projet ou toute pièce propre à permettre la vérification de l'évolution de ces données dans le temps (images satellite permettant d'attester de l'évolution du taux de couverture, images photographiques couplées au positionnement GPS, verbatim d'entretiens avec les représentants des collectivités locales attestant de l'évolution du projet et contact des personnes pour vérification par les auditeurs) ;
- Le risque de réversibilité et de non-permanence du projet ;
- La réalité des co-bénéfices ;
- Les données d'entrées qui ont permis le calcul des réductions d'émission estimées, ainsi que le détail des méthodes et des protocoles de suivi engagés.

Ces vérifications systématiques sont complétées par des vérifications spécifiques à l'approche choisie :

Approche Tier 1 : Valeurs par défaut

Dans le cas où le porteur de projet décide de se reporter à des valeurs par défaut, il doit prioritairement se reposer sur des valeurs de Tier 2. **Il ne pourra choisir du Tier 1 seulement si les valeurs de Tier 2 ne sont pas disponibles.** Dans ce cas, il faudra apporter les éléments justificatifs, à l'aide d'une revue de littérature et documents justifiant de l'interrogation de spécialistes (académique, bureau d'étude) compétents. Cette démonstration sera vérifiée par l'auditeur qui effectuera une contre-expertise de

la littérature la plus à jour. Si cela n'est pas jugé correct par l'auditeur, les calculs seront refaits sur la base des valeurs de Tier 2 trouvées par l'auditeur.

Ce premier contrôle sera complété par la vérification du calcul réalisé et de la bonne application des rabais.

Approche de Tier 2 : Littérature scientifique

Il s'agit de vérifier la pertinence des études et publications scientifiques considérées pour les calculs. Tous les documents relatifs à cette étude et au protocole suivi (cartographie, résultats d'échantillonnage, etc.) devront être soumis au vérificateur.

Approche de Tier 3 : Mesures terrain

Si le Tier 3 a été considéré par le porteur de projet, tous les documents relatifs aux méthodes utilisées devront être envoyés au vérificateur.

7.1.2 Vérification de terrain

Afin de compléter la vérification documentaire à distance, l'organisme tiers vérificateur doit vérifier la matérialité du projet tous les 5 ans, à partir du démarrage de la restauration, par une visite de site. Le porteur de projet peut demander qu'une autre temporalité, plus courte, soit instaurée (par exemple deux ans après la validation du projet).

Cette vérification sur le terrain a pour premier objectifs de valider la bonne mise en place des actions de restauration, des méthodes et procédures, en conformité avec le plan de gestion. Les éléments vérifiés devront être conformes avec le respect des critères d'inéligibilité (section 2.1) et les activités sélectionnées par le porteur de projet (Tableau 3), à savoir des actions relatives à :

- L'amélioration et la gestion des conditions hydrologiques du site ;
- La gestion de l'apport sédimentaire ;
- La gestion des caractéristiques salines ;
- La gestion de la qualité de l'eau ;
- La gestion des espèces végétales ;
- Les actions facilitant l'adaptation de l'écosystème côtier au changement climatique et la reconquête de son espace d'évolution naturelle.

La visite de terrain a également pour objectif de vérifier que la restauration est bien effective et que le nombre d'arbres augmente par rapport au scénario de référence. L'auditeur vérifiera l'évolution des indicateurs relatifs à la dynamique de restauration des mangroves ou forêts marécageuses, à savoir :

- L'amélioration du taux de couverture comme indicateur de croissance ;
- La régénération comme indicateur de l'état de santé, à partir du nombre de jeunes plantules (<1m de hauteur ou < 1cm de diamètre⁵⁰) par espèce dans les parcelles de suivi permanentes.

La vérification se fera en comparaison avec les données fournies pour ces mêmes indicateurs lors de l'analyse des faciès écologiques. Une amélioration de ces indicateurs est nécessaire pour conduire à une reconnaissance de réduction d'émission. Il est en effet nécessaire que le nombre d'arbres

⁵⁰ ONFI & IGN FI (2023). Outil d'évaluation du stockage de Carbone des mangroves (Forland)

augmente et que le couvert végétal se régénère pour s'assurer que les activités de restauration ont conduit à une amélioration effective de la zone de projet.

Le vérificateur pourra utiliser des méthodes telles que l'imagerie satellite, les drones ou le comptage des arbres via le protocole d'échantillonnage présent en Annexe 5 pour effectuer une évaluation précise et objective de l'évolution du taux de couverture et de l'état de santé.

Cette visite terrain sera effectuée quel que soit le Tier utilisé par le porteur de projet. De plus, l'auditeur peut demander que des procédures de suivis ou des sources complémentaires soient apportées en cas de doutes avérés et démontrés par celui-ci sur un point particulier.

Enfin, l'auditeur adresse le Rapport de Vérification au porteur de projet, rapport qui sera à joindre à la demande de reconnaissance de réductions d'émissions.

7.2 Auditeurs

Les vérifications sont menées par un Auditeur respectant les exigences détaillées dans la section IV.A.2 du référentiel du label bas-carbone. L'auditeur doit être un organisme certificateur reconnu par la certification ICA environnement de l'AFNOR ou CQI IRCA, d'origine universitaire et/ou bureau d'étude environnemental spécialisé. N'importe quel autre organisme ou professionnel peut être Auditeur, à condition d'être compétent, externe et indépendant du Porteur de projet, s'il remplit les critères suivants :

- **Indépendance** : l'auditeur doit être indépendant du porteur de projet et du mandataire et en cela ce choix devra respecter les exigences de l'article 42 du règlement no 600/2012 de la Commission européenne ou de la norme de la norme ISO 17020. Celui-ci doit démontrer son indépendance financière comparativement au résultat de la validation et/ou de la vérification ;
- **Expertise technique** : il faut également démontrer, en justifiant de certificats, de diplômes, ou d'expériences reconnues, quelles sont les compétences techniques et scientifiques des auditeurs relatifs à l'étude du milieu marin, à la gestion des écosystèmes marins et des mangroves afin de pouvoir garder un esprit critique technique sur les données du projet ;
- **Expertise réglementaire** : bonne connaissance du contexte réglementaire et du label bas-carbone.

7.3 Processus de vérification et de reconnaissance des réductions d'émissions

Conformément au label bas-carbone, le projet bas-carbone va délivrer des réductions d'émissions (RE). Comme vu précédemment, les projets pourront uniquement générer des réductions d'émissions effectuées, donc vérifiées a posteriori. Cette reconnaissance des réductions d'émissions sera effectuée en cours du projet tous les cinq ans au maximum, ce qui implique que les RE seront déduites du potentiel total du projet sur 30 ans. Le porteur de projet devra fournir :

- un Rapport de Suivi (utilisant le formulaire prévu à cet effet par la Méthode), qui indique la quantité de réductions générées et donne les indicateurs définis pour le Projet ;
- un Rapport de Vérification réalisé par un Auditeur ;
- des éléments utiles pour justifier que l'Auditeur choisi est indépendant, impartial et compétent ;
- des noms des bénéficiaires des réductions, s'ils sont déjà connus au moment de la vérification.

La reconnaissance des réductions d'émissions est faite par l'Autorité si la demande est complète et satisfaisante. Cela se concrétise par l'inscription des réductions dans le Fichier de suivi des réductions en indiquant les noms des bénéficiaires des réductions.

Le Référentiel précise qu' «un Projet peut donner des réductions à différents bénéficiaires, mais la répartition des volumes des réductions donnés à chaque bénéficiaire doit être définitivement arrêtée au plus tard au stade de la reconnaissance des réductions. »

Il est également à noter qu'à partir du moment où les réductions d'émissions sont reconnues, elles restent valables après la fin de période de validité du Projet.

7.4 Récapitulatif relatif à la fiabilité des données

Une logique conservatrice est utilisée dans la formulation des méthodes proposées dans les différents tiers qui servent à déterminer les valeurs carbone des scénarios. Le Tier 1, qui permet d'approximer ces valeurs en mobilisant la littérature existante, doit en principe toujours donner des résultats plus faibles que l'utilisation des méthodes proposées dans les autres Tiers, qui elles encouragent l'utilisation de méthodes et de données plus robustes, mais également plus coûteuses à mettre en œuvre.

Tableau 9. Synthèse des rabais applicables dans le cadre de cette méthode

Type de rabais	Description : Applicabilité & Valeur
Risque de non-prolongation du projet sur 30 ans. <i>Rabais₁</i>	Rabais dû aux incertitudes liées à la non-prolongation du projet sur 30 ans, applicable uniquement sur les 2 premières périodes de 10 ans (Section 1.3) Rabais comptabilisé systématiquement à hauteur de 5%.
Risque de non-permanence <i>Rabais₂</i>	Rabais dû au risque de non-permanence (Section 5). Rabais comptabilisé systématiquement à hauteur de 10%.
Risque lié à l'incertitude des données Tier 1. <i>Rabais₃</i>	Rabais dû aux incertitudes liées à la valeur par défaut du Tier 1 utilisé pour évaluer la séquestration de carbone dans la biomasse aérienne vivante (Section 6.1.2). Rabais comptabilisé systématiquement si choix du Tier 1 par le porteur de projet, à hauteur de 25%.

Bibliographie

- Bompy F. (2013). Approche écologique et écophysologique de l'effet des variations saisonnières sur la croissance des arbres dans les forêts côtières inondables des Antilles [THESEBOMPY.pdf](#)
- Dirberg G., Barnaud G., Brivois O., Caesstecker P., Cormier Salem M. C., Cuny P., Fiard M., Fromard F., Gilbert F., Grouard S., Guiral D., Hubas C., Imbert D., Lamy D., Meziane T., Michaud E., Michelet C., Milliton C., Pibot A., Proisy C., Robinet T., Stieglitz T., Sylvi L., Taureau F., Udo H., Walcker R., Zeppilli D., Monnier O. (2020). Towards the development of ecosystem-based indicators of mangroves functioning state in the context of the EU water framework directive. *Vie et milieu* 70 (3-4): 303-310.
- [Chuang P.-C.](#), [Young M. B.](#), [Dale A. W.](#), [Miller L. G.](#), [Herrera-Silveira J. A.](#) and [A. Paytan](#) (2017). Methane fluxes from tropical coastal lagoons surrounded by mangroves, Yucatán, Mexico.
- Durrieu de Madron (2008). Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour les forêts de la Guadeloupe, Martinique et Réunion, ONFI, 81 p.
- Emmer I., Moritz Von E., Crooks S., Emmett-Mattox., (2015). Coastal Blue Carbon in Practice A Manual for Using the VCS Methodology for Tidal Wetland and Seagrass Restoration VM0033
- Trégarot E., Caillaud A., Cornet C.C., et al., Mangrove ecological services at the forefront of coastal change in the French overseas territories, *Science of the Total Environment*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143004>
- Gilman, E. L., Ellison, J., Duke, N. C., & Field, C. (2008). Threats to mangroves from climate change and adaptation options: a review. *Aquatic botany*, 89(2), 237-250.
- He Y., Guan W., Xue D., Liu L., Peng C., Liao B., Hu J., Zhu Q., Yang Y., Wang X., Zhou G., Wu Z., Chen H. Comparison of methane emissions among invasive and native mangrove species in Dongzhaigang, Hainan Island. *Sci Total Environ.* 2019 Dec 20;697:133945.
- Hiraishi T., Krug T., Tanabe K., Srivastava N., Baasansuren J., Fukuda M., & Troxler T. G. (2014). 2013 supplement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories: Wetlands. *IPCC, Switzerland*.
- Howard J., Hoyt S., Isensee K., Telszewski M., Pidgeon E. (eds.) (2019). Coastal Blue Carbon: Methods for assessing carbon stocks and emissions factors in mangroves, tidal salt marshes, and seagrasses. Conservation International, Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO, International Union for Conservation of Nature. Arlington, Virginia, USA.; <https://www.thebluecarboninitiative.org/manual>
- Ifreco, 2021. Etat de santé des récifs coralliens, herbiers marins et mangroves des outre-mer français. Bilan 2020. 335 pp
- Imbert D. (2002). BOIS ET FORÊTS DES TROPIQUES, N° 273 (3) 273dosimb (cirad.fr)
- Kauffman, J.B. and Donato, D.C. 2012 Protocols for the measurement, monitoring and reporting of structure, biomass and carbon stocks in mangrove forests. Working Paper 86. CIFOR, Bogor, Indonesia.

- Chabbert J., Rageade M., Torres V., Moiret A. (2023). Outil d'évaluation du stockage de Carbone des mangroves ,Forland. ONFI & IGN FI
- Judith A. Rosentreter, Damien T. Maher, Dirk V., Rachel H. Murray, and Bradley D. Eyre (2018). Methane Emissions Partially Offset “Blue Carbon” Burial In Mangroves.Sci. Disponible à : <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aao4985>
- Léocadie A., Pioch S., Pinault M. (2020). Guide d'Ingénierie Écologique : La réparation des récifs coralliens et des écosystèmes associés. Édition IFRECOR. 114p. Disponible à : <http://ifrecor-doc.fr/files/original/2d636eb8f9730ed9d4a21bf395f37680.pdf>
- Migeot, J. (2010), Phénologie et variations spatiales de la croissance des peuplements à *Pterocarpus officinalis* Jacq. dans la forêt marécageuse de Guadeloupe , Thèse de l'Université des Antilles : [2012_these_uag_mangrove_j_migeot\(1\).pdf](#)
- Poffenbarger, H., Needelman, B, Megonigal, P (2011). Salinity Influence on Methane Emissions from Tidal Marshes, Springer, 14p
- PNUE-Convention de Nairobi/USAID/WIOMSA (2020). Guidelines on Mangrove Ecosystem Restoration for the Western Indian Ocean Region. PNUE, Nairobi, 71 pp.
- Sanderman J., Hengl T., Fiske G., Solvik K., Adame M. F., Benson, L., ... & Duncan, C. (2018). A global map of mangrove forest soil carbon at 30 m spatial resolution. Environmental Research Letters.
- UICN (2018). Guide technique Restaurer la mangrove, PRZHT; <https://uicn.fr/wpcontent/uploads/2019/03/guide-restauration-web-25.03.pdf>
- Walcker R., Laplanche C., Herteman M., Lambs L., Fromard F. (2019). Damages caused by hurricane Irma in the human-degraded mangroves of Saint Martin (Caribbean). Scientific Reports 9, 18971.

Annexes

Annexe 1 : Qualité du sol

La qualité organique d'un sol est déterminée sur la base de l'Annexe « Wetlands » du GIEC (Hiraishi et al., 2014), elle peut être basée sur une revue de littérature ou sur des mesures directes au choix du porteur de projet. Un sol organique est un sol à forte concentration de matière organique (voir ci-dessous). Tout sol qui n'est pas un sol organique est classé comme sol minéral, conformément aux lignes directrices 2006 du GIEC (annexe 3A.5, chapitre 3 du volume 4).

Un sol organique doit répondre aux critères suivants :

1. L'épaisseur de l'horizon organique du sol est supérieure ou égal à 10 cm. Un horizon inférieur à 20 cm doit contenir au moins 12 % ou plus de carbone organique.
2. Ou alors a) au moins 12% de matière organique carbonique au poids dans le cas d'un sol sans argile ou b) au moins 18% de carbone organique au poids si le sol est composé de plus de 60% d'argile ou c) une proportion intermédiaire de carbone organique pour les niveaux intermédiaires de sols argileux.

La définition ci-dessus ne prend pas en compte les éléments organiques « vivants » des sols (racines)

3. Dans le cas d'absence de données ou de données parcellaires, et seulement dans ce cas, il est possible de se référer à une interprétation de la documentation disponible (littérature scientifique) et en dernier recours à dire d'expert : verbatim convergent de deux entretiens avec académiques ou expert de bureau d'études.

Annexe 2 : Equations allométriques

Une équation commune pour les mangroves est proposée pour les évaluations **ex-ante de biomasse aérienne vivante**, toutes les espèces de mangroves et forêts marécageuses confondues :

$$\text{Komiyama et al. (2005) : } ABG = 0.251pD^{2.46} \quad r^2 = 0.98, \quad n=104, \quad D_{\max} = 49\text{cm}$$

Avec :

D : Diamètre (en cm)

p: Densité (en t/m²) cf. tableau ci-dessous

Les équations allométriques suivantes par espèces peuvent être utilisées (Howard et al., 2019). Si l'espèce intrinsèque au projet n'est pas présente dans le tableau, l'équation de Komiyama est à retenir.

Espèces	Equation allométrique : Biomasse aérienne (en kg) et DHP (en cm)	Sources
<i>Avicennia germinans</i>	$B = 0,200 \times DHP^{2,9}$ Avec DHP <4cm	(Fromard et al., 1998)
<i>Avicennia germinans</i>	$B = 0,14 \times DHP^{2,44}$ Avec 4cm < DHP <60cm	(Fromard et al., 1998)
<i>Rhizophora Mangle</i>	$B = 0,178 \times DHP^{2,472}$	(Imbert & Rollet, 1989) (Cintron et Shaeffer – Novelli, 1994)
<i>Bruguiera gymnorhiza</i>	$B = 0,186 \times DHP^{2,42}$ Avec DHP <25cm	(Clough and Scott, 1989)
<i>Xylocarpus granatum</i>	$B = 0,0823 \times DHP^{2,59}$ Avec DHP <25cm	(Clough and Scott, 1989)
<i>Avicennia marina</i>	$B = 0,308 \times DHP^{2,11}$ Avec DHP <35cm	(Comley and McGuinness, 2005)
<i>Pterocarpus Officinalis</i>	$B = 0,119 \times DHP^{2,42}$	(Chave et al., 2005 utilisé par Bompuy 2013) ⁵¹
Autre	Komiyama et al. (2005)	

⁵¹ <http://www.theses.fr/2013AGUY0674>

Annexe 3 : Valeurs de Tier 1 GIEC

Les valeurs ci-dessous sont les Valeurs de Tier 1 à prendre en compte, issues de l'annexe du GIEC (2013 *Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetland*). Ces valeurs ne sont applicables que pour les mangroves.

1. Stock de carbone de la biomasse aérienne vivante

$tMS_{aérien,t,i}$	Tonnes de matières sèche, en année t, dans le faciès i.
--------------------	---

	Stock de carbone dans le compartiment aérien ; tMS/ha	95% IC
Tropical humide	192	187,204
Tropical Sec	92	88,970
Subtropical	75	66,840

2. Accumulation annuelle de carbone de la biomasse aérienne vivante

$tMS_{aérien,t,i}$	Tonnes de matières sèche, en année t, dans le faciès i.
--------------------	---

	Accumulation annuelle de carbone dans le compartiment aérien ; tMS/ha/an	95% IC
Tropical humide	9.9	9.4 , 10.4
Tropical Sec	3.3	3.1 , 3.5
Subtropical	18.1	17.1 , 19.1

3. Stock de carbone de la biomasse souterraine vivante

$Ratio_{Racinaire,t,i}$	Tonne de racines par tonne de matières sèches par hectare, en année t, dans le faciès i ; sans unité
-------------------------	--

	Ratio racinaire ; sans unité	95% IC
Tropical humide	0.49	0.47, 0.51
Tropical Sec	0.29	0.28, 0.30
Subtropical	0.96	0.91, 1

4. Stock de carbone de la biomasse aérienne morte (litière)

$C_{litière,t,i}$	Stock de carbone dans la litière, au temps t, dans le faciès i ; exprimé en tC
-------------------	--

	Stock de carbone dans la litière ; tC/ha	95% CI
Mangroves	0.7	0, 1.3

5. Stock de carbone de la biomasse aérienne morte (bois mort)

$C_{boismort,t,i}$	Stock de carbone de bois mort, au temps t, dans le faciès i ; exprimé en tC/ha
--------------------	--

	Stock de carbone de bois mort ; tC/ha	95% CI
Mangroves	10.7	6.5, 14.8

6. Accumulation annuelle de carbone dans la litière et bois mort

	Accumulation annuelle (t/ha/an mature)*
Litière	0,04
Bois mort	0,54

* Accumulation annuelle (t/ha/an) = Stock maximum atteint pour une mangrove mature (tC/ha) / 20 (années)

7. Stock de carbone dans le sol

$C_{cosref,t,e}$	Stock de carbone du sol, en année t, dans le faciès i ; exprimé en tC/ha/an
------------------	---

	COS ; tC/ha	95% CI
Sols Organiques	471	436, 510
Sols Minéraux	286	247, 330
Sols agrégés	386	351 , 424

8. Accumulation annuelle de carbone dans le sol

$C_{cos\ ref,t,e}$	Stock de carbone du sol, en année t, dans le faciès i ; exprimé en tC/ha/an	
	tC/ha/an	95% CI
Sols Organiques	1.62	1.3 , 2

Annexe 4 : Plan de suivi et échantillonnage de la biomasse

Un plan d'échantillonnage est mis en œuvre sur la durée du projet pour établir le stock de carbone en situation de référence ainsi que de projet et lors des vérifications au cours du projet. Il est possible pour le construire de suivre le Guide de restauration de Mangrove élaborée par le Pôle Relais Zones Humides Tropicales⁵² ou le Guide de l'IUCN⁵³ qui proposent des recommandations pour l'échantillonnage (type, nombre, taille et localisation, etc.).

Les informations à obtenir dans le cadre de ce plan de suivi sont :

1. Inventaire **des essences présentes** au sein de la parcelle p.
2. **Le diamètre « à hauteur de poitrine » (DHP)** des arbres. Le DHP est le diamètre de l'arbre à 1,30 m du sol. Grâce à cette donnée, il est possible de déterminer le taux de matières sèches de l'arbre grâce aux équations allométriques, et ainsi, de calculer le stock de carbone contenu dans l'arbre grâce à un coefficient (0,45).
3. En fonction des équations allométriques utilisées, la mesure de **hauteur** est nécessaire.

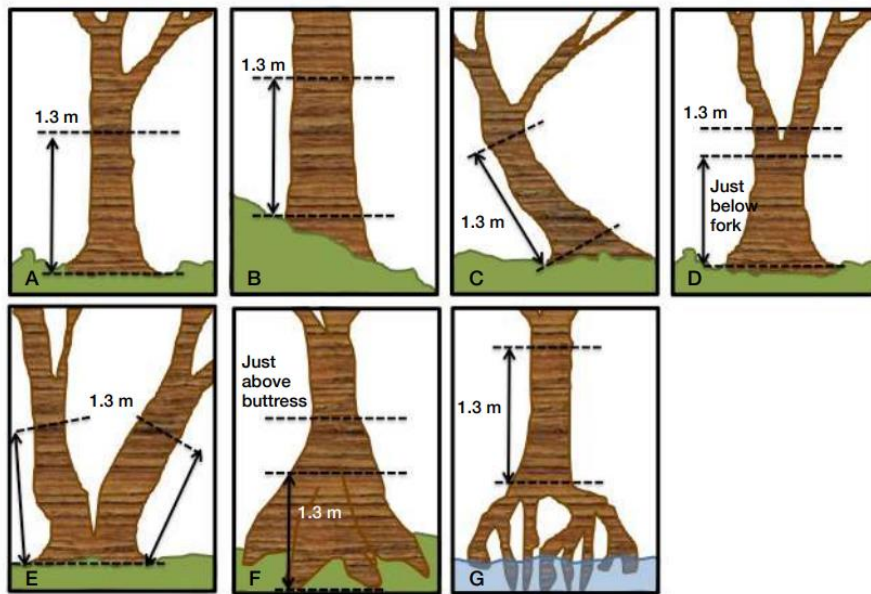


Figure 2 Schématisation de la mesure du Diamètre à Hauteur de Poitrine (DHP) suivant différents cas de figures (Blue Carbon initiative Manual, IUCN, from Pearson et al. 2005)

Les données DHP sont ensuite utilisées dans le cadre des **équations allométriques** fournies en Annexe 1 afin d'établir le contenu tMS de l'unité inventoriée. Un tableur de ce type peut être construit pour chacune des parcelles de la campagne d'échantillonnage.

⁵² PRZHT, (2018). Guide technique, la Restauration de mangrove. <https://uicn.fr/wp-content/uploads/2019/03/guide-restauration-web-25.03.pdf>

⁵³ IUCN (2021). Manual for the creation of Blue Carbon projects in Europe and the Mediterranean. Otero, M. (Ed.), 144 pages

Annexe 5 : Définir un protocole d'échantillonnage

Pour le protocole d'échantillonnage, l'IUCN a élaboré un guide exhaustif décrivant en détail les étapes essentielles pour mener à bien cet exercice de manière rigoureuse et accessible. Dans le chapitre 5 de ce guide, intitulé « conceptualiser un projet de carbone bleu », une section dédiée à l'identification du périmètre du projet et du plan d'échantillonnage (pages 80-85) est divisée en quatre parties clés :

- Les objectifs et la portée du projet,
- La stratégie d'échantillonnage sur le terrain,
- L'analyse des échantillons en laboratoire,
- L'analyse statistique et l'interprétation des résultats pour l'ensemble de la zone du projet.

L'IUCN présente une stratégie de stratification visant à optimiser les coûts d'échantillonnage. Il s'agit de diviser une zone d'échantillonnage en sous-zones ou strates présentant des caractéristiques similaires (tels que les types de faciès par exemple). Il est souligné qu'il est essentiel de trouver un équilibre entre le nombre de strates définies et les ressources disponibles, ainsi que le temps nécessaire. La méthode label bas-carbone propose notamment de se baser sur les étapes 4 « Déterminer le type, le nombre, la taille et l'emplacement des placettes » pour les besoins d'échantillonnage du projet (pages 84-85).

Il est également possible d'utiliser l'outil dédié de la méthodologie VM0033, le "CDM tool AR-Tool03 Calculation of the number of sample plots for measurements within A/R CDM project activities⁵⁴" pour définir la taille de l'échantillon et la répartition entre les strates.

Cette méthode permet plus spécifiquement de calculer le nombre de parcelles d'échantillonnage nécessaires à l'estimation des stocks de biomasse (pour un faciès par exemple) à partir de mesures basées sur l'échantillonnage dans les scénarios de référence et de projet.

Il est donc possible pour le porteur de compléter le protocole de l'IUCN, par la méthodologie proposée par la VM0033 pour quantifier l'étape 4.

Ci-dessous un extrait de: Manual for the creation of Blue Carbon projects in Europe and the Mediterranean, (IUCN, 2021. Manuel pour la création de projets carbone bleu en Europe et en Méditerranée. Chapitre 5, page 84-85)

⁵⁴ <https://cdm.unfccc.int/methodologies/ARmethodologies/tools/ar-am-tool-03-v2.1.0.pdf>

Annexe 6 : Protocole de mesure du carbone organique dans le sol

Pour la mesure de la biomasse souterraine morte (carbone dans le sol) en Tier 3, il est également recommandé de suivre le guide de l’UICN. Dans le chapitre 6 de ce guide, intitulé « l’échantillonnage sur le terrain pour les stocks et les flux de carbone du sol », une section dédiée aux différentes techniques envisageables pour mesurer la densité et la teneur en carbone organique dans le sol.

Les prélèvements *in-situ* à différents horizons temporels (tous les 10 ans) permettent de comparer l’évolution du stock carbone dans les sols. La profondeur minimale d’échantillonnage pour le carbone dans le sol est de **1 m**. Il est demandé pour ce Tier 3, une campagne de carottage du sol aléatoire avec une réalisation d’un échantillon par faciès identifiés (p91-95).

Annexe 7 : Liste des pièces justificatives à fournir

L’explication détaillée de plusieurs des pièces justificatives est décrite en section 2.1.2 ou 2.3. Les formats spécifiés peuvent être amenés à changer et si tel est le cas cela sera indiqué sur la plateforme Démarches simplifiées où un projet est soumis

N°	Nom du document	A cocher
0	Si le projet est porté par un mandataire : -Un document attestant du mandat détenu par le Mandataire signé par le(s) propriétaire(s) -Un document listant le(s) projet(s) individuel(s) connu(s) à date	<input type="checkbox"/>
1	Accord contractuel avec le ou les propriétaires des terres concernées par le projet [LE CAS ECHEANT]	<input type="checkbox"/>
2	Preuve de la présence historique de mangroves ou forêts marécageuses [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
3	Liste des essences introduites grâce au projet [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
4	Evaluation des activités existantes dans la zone du projet ainsi que de toute relocalisation envisagée [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
5	Evaluation hydrologique du site [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
6	Autorisations des différentes autorités concernées (gestionnaire du/des site(s), EPCI) [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
7	Attestation d’accord des autorités compétentes [LE CAS ECHEANT]	<input type="checkbox"/>
8	En application de la nomenclature eau, déclaration ou autorisation requise si le projet relève des seuils d’autorisation [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
9	Délimitation de l’espace et des zones projet comprenant les évolutions potentielles (format .pdf à fournir en plus du format d’origine) [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
10	Evaluation des évolutions potentielles de la mangrove et des forêts marécageuses [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
11	Analyse des faciès [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
12	Cartographie des faciès (format .pdf à fournir en sus du format d’origine) [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
13	Documents prouvant la dégradation des mangroves [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
14	Documents prouvant la cause de la dégradation des mangroves [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>

15	Documents relatifs aux aménagements locaux relatifs à la zone géographique du projet (PLU, SCOT, Plan Climat) [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
16	Analyse synthétique du risque sur les pressions climatiques [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
17	Plan de gestion de la mangrove et des forêts marécageuses, daté et signé par le tiers compétent [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
18	Documents prouvant l'expertise ou expérience du tiers compétent (cf. section 2.1.2) [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
19	Démonstration de l'additionnalité financière (et réglementaire s'il est exigé des restaurations) [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
20	Analyse des potentiels impacts de l'élévation du niveau de la mer [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
21	Tableur(s) des réductions d'émission complété(s) (afférent(s) à la méthode) [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>
22	Justification des tiers considérés pour les calculs [OBLIGATOIRE]	<input type="checkbox"/>