

Modalités de suivi des herbiers marins de Nouvelle-Calédonie

Étude de préfiguration - 2025



Ce projet, piloté par l'ANCB avec le soutien financier de l'IFRECOR, de l'État, de l'Office français de la biodiversité et de l'Initiative Récifs Résilients, s'inscrit pleinement dans la Stratégie nationale biodiversité 2030 et les ambitions de gestion durable des écosystèmes marins en Nouvelle-Calédonie.



Sommaire

1	Introduction et objectifs de l'étude	4
2	Méthodologie	5
3	Synthèse des attentes et besoins des parties prenantes	6
	Pourquoi mettre en place un programme de surveillance des herbiers calédoniens ?	6
	Quel mode opératoire pour le suivi des herbiers calédoniens ?	6
	À qui confier les analyses des résultats des suivis ?	7
	Sur quels critères sélectionner les zones d'herbiers à suivre ?	7
	Quel outil de restitution des données ?	7
	Où bancariser les données collectées ?	8
4	Protocole de suivi de la santé générale des herbiers de Nouvelle-Calédonie	9
	Cartographie des herbiers	10
	Suivi stationnel	12
	Fréquence des suivis	15
	Sélection des sites	16
	Analyses des données	18
	Évaluation sommaire des coûts de mise en œuvre du suivi	18



Étude : CORTEX - Sandrine Job - Tél. +687 75 03 33 - sandrinejob@yahoo.fr

Photo de couverture : Magali Boussion • Graphisme : Cédille

Manuel rédigé par Sandrine Job sur la base du rapport *Définition des modalités d'un suivi des herbiers marins de Nouvelle-Calédonie* (2025).



1 Introduction et objectifs de l'étude

L'Agence néo-calédonienne de la biodiversité (ANCB) a engagé une étude visant à **définir les modalités d'un suivi de l'état de santé des herbiers marins en Nouvelle-Calédonie**. Cette initiative répond à un déficit de connaissances sur ces écosystèmes essentiels au maintien des espèces emblématiques, telles que les dugongs et les tortues marines.

Le projet s'inscrit dans la continuité des actions de l'IFRECOR et du premier atelier régional sur les herbiers du Pacifique (Nouméa, 2022), qui ont souligné la nécessité d'harmoniser les protocoles de suivi et de structurer un réseau d'observation dans les outre-mer.

L'étude poursuit trois objectifs principaux : établir un plan d'échantillonnage représentatif du territoire, proposer

un protocole simple et efficace pour suivre la santé des herbiers, et estimer les coûts de mise en œuvre selon différents modes opératoires (prestataires spécialisés ou participation encadrée de la société civile).

Elle a été conduite en trois phases complémentaires : une phase exploratoire pour inventorier les projets de suivi existants et consulter des acteurs clés (membres du groupe technique « Herbiers » - GT Herbiers - et experts en matière de suivi des herbiers) ; une phase de proposition pour concevoir des scénarios de suivi adaptés au contexte local ; et une phase d'évaluation des coûts sur la base des zones prioritaires et selon le mode opératoire définis par les gestionnaires.

2 Méthodologie

La définition des modalités d'un suivi des herbiers marins en Nouvelle-Calédonie s'est appuyée sur une démarche structurée en plusieurs étapes, combinant **analyse documentaire, concertation des acteurs et expertise scientifique**. Cette approche visait à élaborer un protocole réaliste, scientifiquement rigoureux et adapté aux spécificités locales.

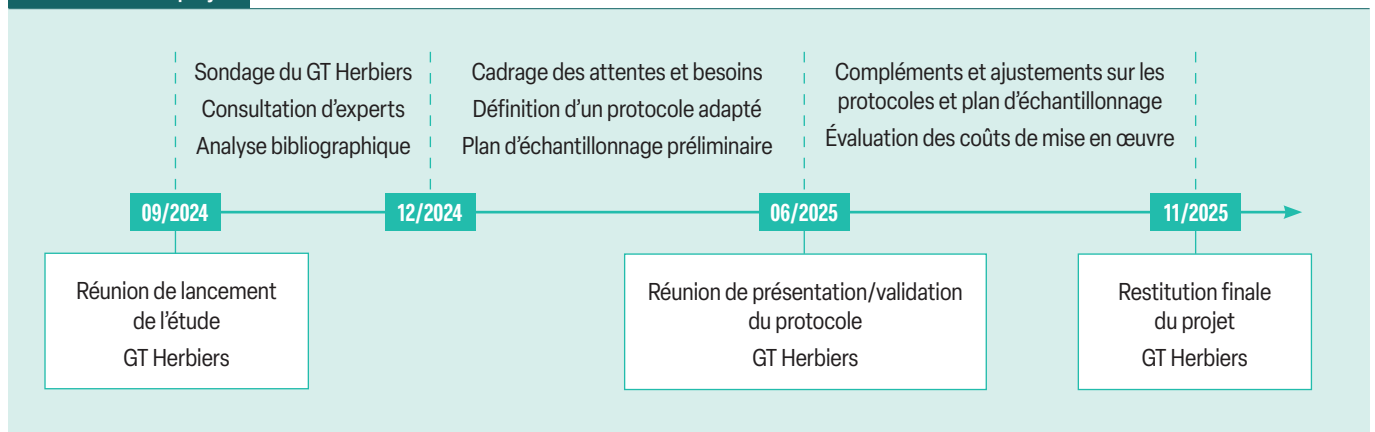
Trois axes méthodologiques ont guidé la phase exploratoire. Le premier a consisté à mobiliser le **GT Herbiers**, réunissant des représentants des trois provinces, du Gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, des services de l'État (DAFE, OFB), de l'ANCB, de l'IRD, des associations et ONG (ASBO, WWF, CI, CEIL) et du secteur minier (CNRT, SLN). Ce groupe a participé à plusieurs étapes : définition des orientations générales, questionnaire de recueil des attentes, entretiens bilatéraux approfondis et relecture critique des documents préparatoires. Ces échanges ont permis de

préciser les priorités, les besoins et les contraintes liées au futur suivi.

Le second axe reposait sur une **revue bibliographique** approfondie, portant sur environ 70 références récentes et pertinentes. Les documents analysés incluaient des manuels de suivi, publications scientifiques, rapports techniques, présentations et comptes rendus d'ateliers. Cette synthèse a permis d'identifier les méthodes les plus adaptées au contexte local.

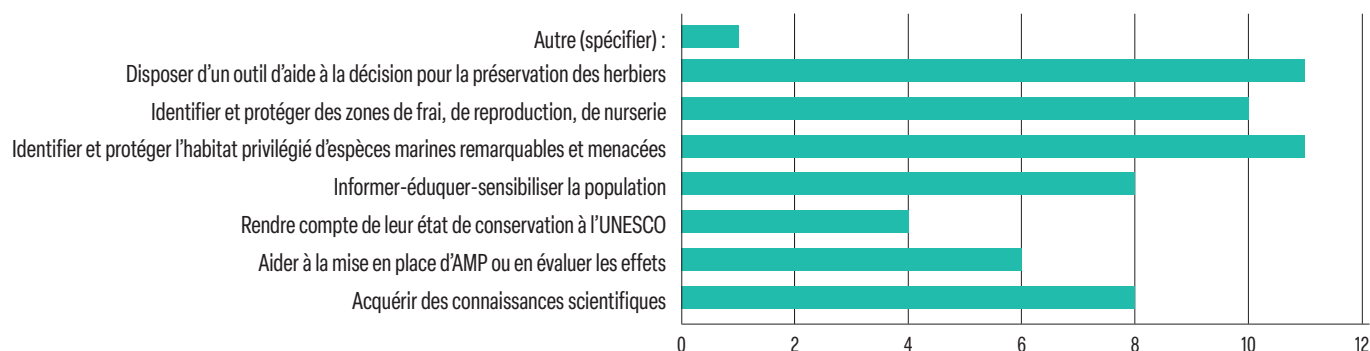
Enfin, une quinzaine d'**experts** issus d'organismes de recherche, d'associations et de bureaux d'études calédoniens, métropolitains, de l'outremer français, et du Pacifique ont été consultés. Leurs retours d'expérience sur la conception, la mise en œuvre et l'évaluation des suivis d'herbiers ont été intégrés dans les recommandations finales, contribuant à consolider la robustesse et la faisabilité du protocole proposé.

Déroulement du projet



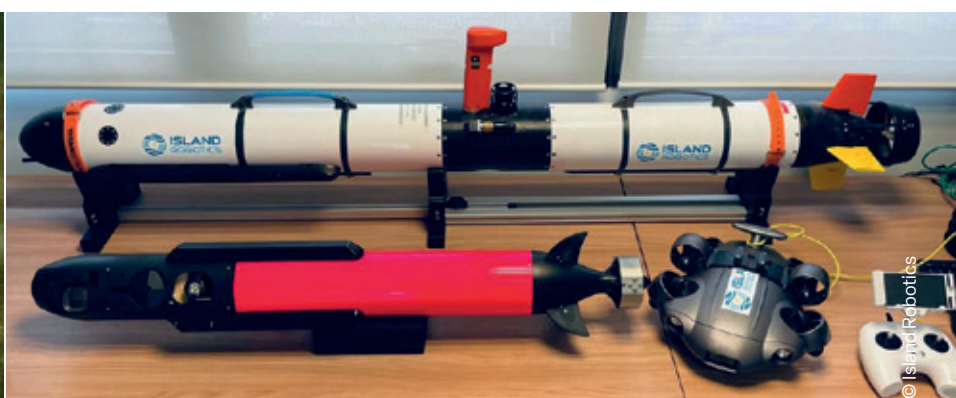
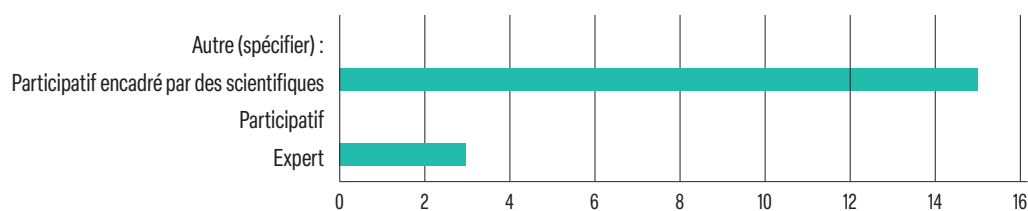
3 Synthèse des attentes et besoins des parties prenantes

Pourquoi mettre en place un programme de surveillance des herbiers calédoniens ?



Dugongs et tortues vertes dépendent des herbiers marins pour leur alimentation. Un des principaux enjeux de ce suivi vise à évaluer la disponibilité de leurs ressources et à soutenir les Plans d'Actions Dugong et Tortues Marines pour la conservation de ces espèces.

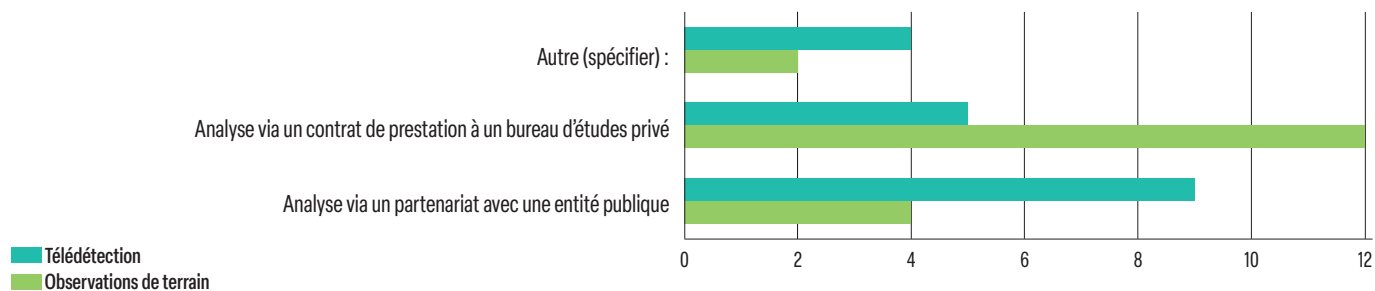
Quel mode opératoire pour le suivi des herbiers calédoniens ?



Le suivi participatif encadré permet d'allier fiabilité scientifique des données et mobilisation des citoyens.

L'usage de nouvelles technologies peut compléter le suivi participatif sur des zones difficilement accessibles ou très vastes. Ici des véhicules sous-marins autonomes munis de caméra et/ou sonar.

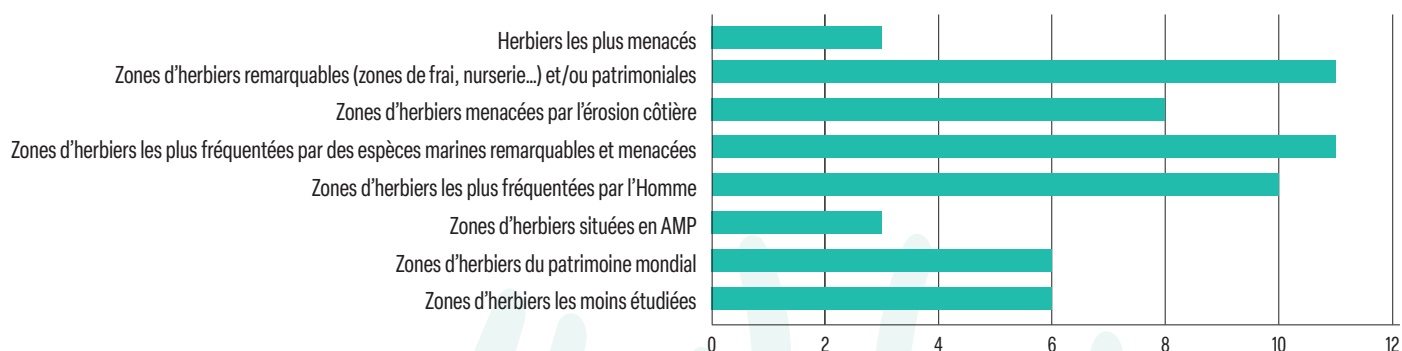
À qui confier les analyses des résultats des suivis ?



Concernant la structure la plus adaptée pour analyser les données, la majorité privilégie un bureau d'études, garantissant une restitution rapide et une exploitation opérationnelle. Certains recommandent d'associer un institut de recherche pour les analyses spectrales et le

développement d'outils cartographiques. Tous soulignent l'importance de la **propriété et de l'accessibilité des données**, qui doivent rester publiques et directement utilisables par les gestionnaires.

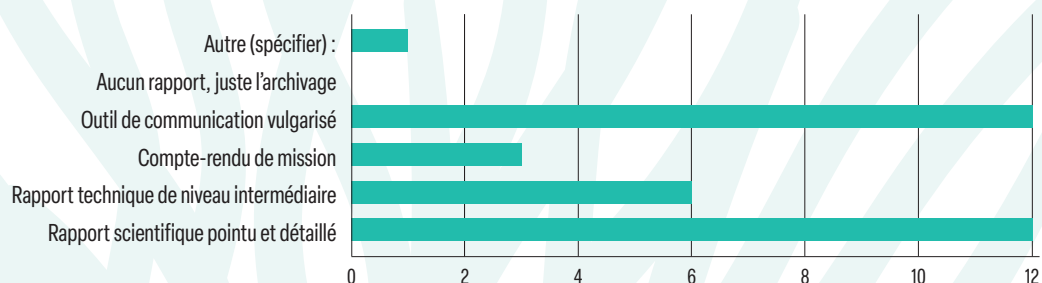
Sur quels critères sélectionner les zones d'herbiers à suivre ?



Les critères principaux qui guident le choix des stations sont : la présence d'**espèces emblématiques** (dugongs, tortues) ou de **zones de frai et de nurserie**, les zones soumises à des **pressions anthropiques**, et l'existence

de **données historiques**. La mise en place de **stations témoins** est jugée essentielle dans le cadre de l'évaluation des impacts anthropiques ou de l'efficacité de mesures de gestion (ex. aires marines protégées).

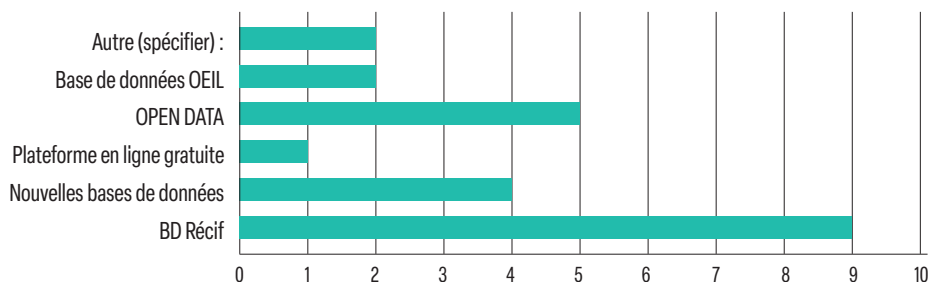
Quel outil de restitution des données ?



Les membres du GT Herbiers souhaitent un **rapport technique et un document de communication** simplifié destiné au grand public, annuels, complétés d'un **bilan scientifique quinquennal** qui pourrait s'aligner sur la

programmation IFRECOR (bilan quinquennal de la santé des récifs, herbiers et mangroves de l'outremer français) et l'évaluation du maintien de l'intégrité du bien inscrit au patrimoine mondial (un bilan tous les 6 ans).

Où bancariser les données collectées ?



Parmi les options étudiées pour la gestion des données, la majorité privilégie une **centralisation nationale dans BD Récif**, afin d'assurer la cohérence et l'interopérabilité avec les suivis des herbiers ultramarins. Open Data NC, bien qu'inadaptée au stockage et à la saisie, constitue un outil pertinent pour la diffusion publique des résultats. Le GT Herbiers souligne la nécessité d'une base commune regroupant l'ensemble des suivis marins, ainsi que la protection des données, qui doivent rester accessibles aux gestionnaires tout en préservant les informations sensibles.



BD Récifs permet la saisie et l'archivage des données des suivis des herbiers selon deux protocoles.
Son déploiement sur le territoire est à l'étude.



4 Protocole de suivi de la santé générale des herbiers de Nouvelle-Calédonie

Le protocole proposé vise à établir un suivi **fiable, standardisé et adapté aux spécificités de la Nouvelle-Calédonie**. Il s'appuie sur les attentes du groupe technique, les recommandations d'experts et les protocoles existants, notamment Seagrass-Watch, largement utilisé en milieu tropical. **L'harmonisation des protocoles est un enjeu central**. Elle garantit la comparabilité des données entre sites et dans le temps, tout en facilitant leur intégration dans les réseaux régionaux et internationaux.

Il repose sur une approche combinant **cartographie et suivi stationnel**, permettant d'évaluer à la fois l'évolution spatiale des herbiers et leur état de santé au sein de zones représentatives.

Le **suiti participatif encadré constitue le modèle privilégié par les gestionnaires**. Les observateurs devront être formés, accompagnés sur le terrain puis progressivement autonomisés, assurant la fiabilité des données et la pérennité du dispositif.

Forces, faiblesses, opportunités et menaces du suivi proposé

Origine interne

Positif	Négatif
FORCES	FAIBLESSES
● Formation et montée en compétence des participants ● Expertise locale disponible et réseau d'acteurs déjà mobilisés ● Cohérence avec les suivis ultramarins, régionaux et internationaux ● Méthode éprouvée et cohérente avec les préconisations de l'IFRECOR et des experts locaux ● Accès facilité aux sites grâce à l'implication des communautés	● Dépendance au volontariat et à un encadrement scientifique rigoureux et régulier ● Qualité des observations variable selon les observateurs ● Nécessité d'un encadrement scientifique et sécuritaire, engendrant des coûts élevés : risque de discontinuité en cas de moyens humains ou financiers limités

Origine externe

OPPORTUNITÉS	MENACES
● Acquisition de données sur un écosystème jusqu'à présent non suivi ● Meilleure compréhension des impacts anthropiques et climatiques sur cet écosystème et sur les espèces marines menacées qui en dépendent (dugongs, tortues) ● Soutien aux sciences citoyennes ● Contribution aux évaluations de l'intégrité du bien inscrit au patrimoine mondial pour la Nouvelle-Calédonie et au rapportage national (IFRECOR) ● Relance du projet de déploiement de BD Récifs en Nouvelle-Calédonie ● Contribution à l'éducation environnementale ● Contribution à l'atteinte des objectifs des plans d'action dugongs et tortues, et au Document d'Orientation Stratégique des récifs coralliens et écosystèmes associés de Nouvelle-Calédonie de l'Initiative Récifs Résilients	● Financements incertains ● Risque de démobilité des volontaires ● Étendue du territoire et contraintes logistiques importantes ● Dépendance aux conditions météo ou de visibilité parfois défavorables ● Risque de perte ou d'incohérence des données sans un encadrement rigoureux

Cartographie des herbiers

En raison de la forte variabilité spatiale des herbiers, de nombreux scientifiques recommandent de **combiner cartographie et mesures *in situ* pour assurer un suivi efficace**. Réalisée en amont du suivi stationnel, la cartographie oriente le plan d'échantillonnage et garantit l'implantation des stations dans des zones homogènes et représentatives. Répétée dans le temps, elle permet de suivre l'évolution de l'extension des herbiers et de repérer les zones en expansion ou en régression.

Des méthodes de cartographie manuelles, optiques ou acoustiques peuvent être utilisées. La méthode doit être

choisie selon les objectifs de gestion, la taille de la zone, la précision souhaitée et les moyens disponibles.

La technique la plus simple consiste à **délimiter l'enveloppe de l'herbier à l'aide d'un GPS, en nageant** le long de sa bordure. Peu coûteuse et rapide, elle est adaptée aux herbiers peu profonds et se prête bien à un suivi participatif. Réalisée annuellement, elle permet de suivre les variations de surface, mais n'apporte pas d'informations sur l'état écologique des herbiers.



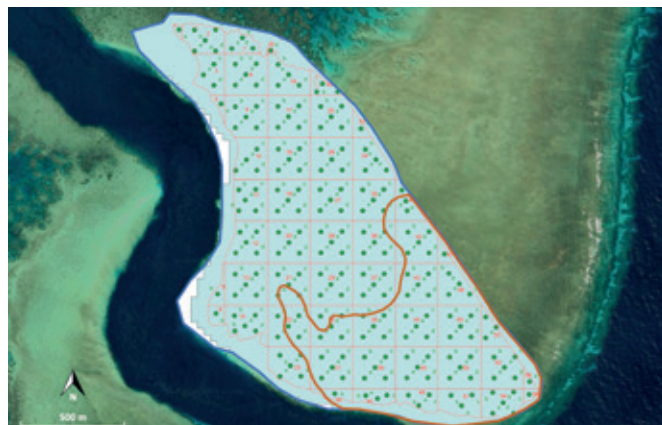
L'observateur suit à la nage la bordure de l'herbier, GPS en main, en enregistrant sa trace et des points de position à intervalles réguliers.



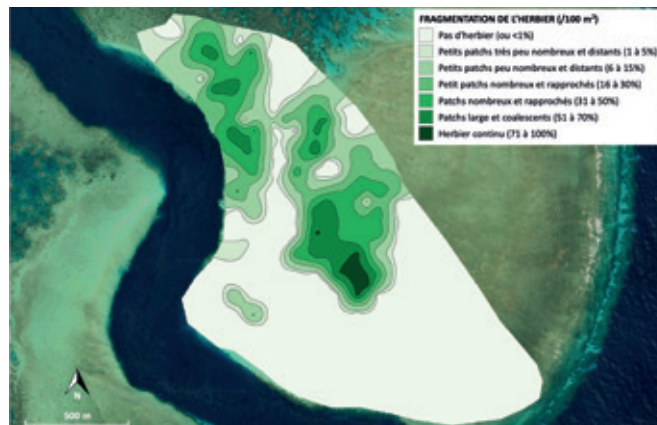
Exemple d'un exercice de photo-interprétation réalisé avant le terrain, visant à délimiter des zones visuellement homogènes et à positionner les points d'observation à visiter.

Lorsque les moyens le permettent, une **cartographie descriptive** peut être conduite par **imagerie optique couplée à des observations de terrain**. Si les herbiers sont visibles sur les images aériennes ou satellitaires (images gratuites : Sentinel-2, Google Earth, Georep. nc), une pré-cartographie en unités homogènes est

réalisée, puis vérifiée sur le terrain par des observations ponctuelles géoréférencées. Dans les zones où les herbiers ne sont pas détectables sur photo aérienne, un maillage régulier est appliqué et les observations sont effectuées par plongeurs ou à l'aide de ROV/RUV.



Exemple d'un plan d'échantillonnage stratifié appliqué à la caractérisation des herbiers de la Passe en S à Mayotte, non visibles sur les images aériennes (Source : MAREX, 2024).

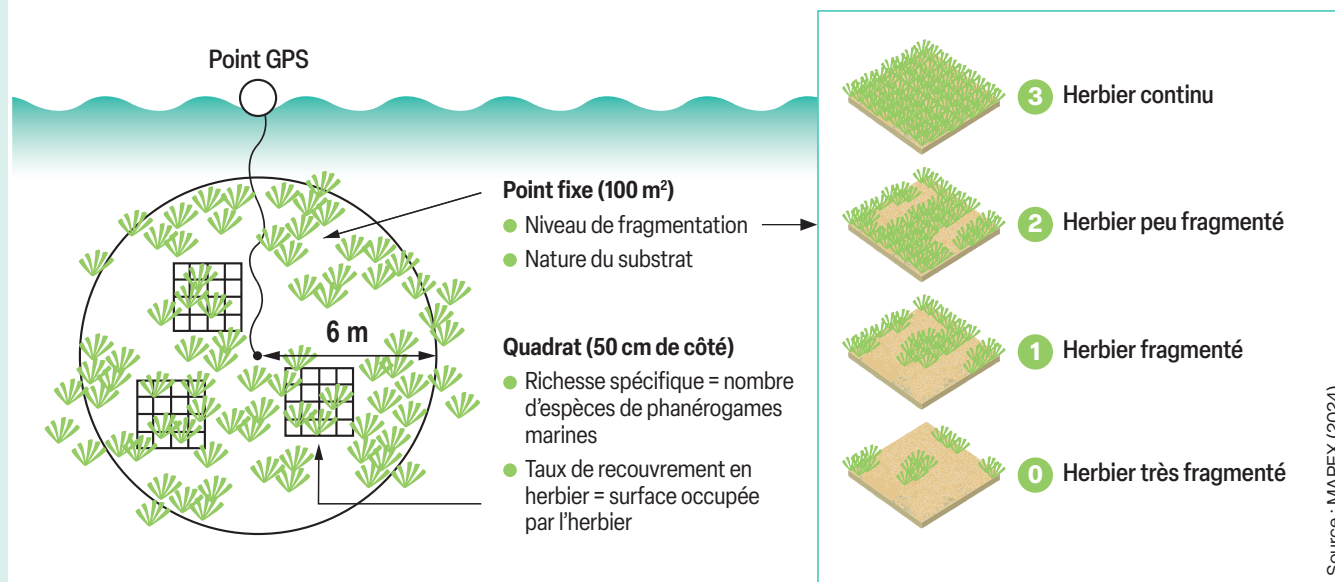


Distribution des herbiers de la Passe en S selon leur niveau de fragmentation (Source : MAREX, 2024).

Sur chaque point d'observation, trois paramètres essentiels sont relevés : la **richesse spécifique des phanérogames**, le **taux de recouvrement** et le **niveau de fragmentation**. Ces mesures simples, réalisables à partir de quadrats de 50 cm, permettent d'évaluer la composition, la densité et la continuité de l'herbier.

En complément, la **nature du substrat** peut être décrite visuellement selon une typologie prédéfinie. Ce dispositif fournit une base solide pour caractériser les herbiers et suivre leur évolution dans le temps, tout en restant accessibles à des observateurs non spécialistes.

Collecte des informations de base nécessaires à la description de l'herbier lors d'une opération de cartographie



Suivi stationnel

Le suivi stationnel complète la cartographie en apportant une **analyse fine de l'état de santé des herbiers dans des zones fixes et représentatives**. Les stations sont implantées hors des bordures, trop dynamiques, et réparties selon des gradients de pression (zones témoins

et impactées). Le protocole recommandé s'appuie sur le référentiel Seagrass-Watch, largement utilisé en milieu tropical, notamment en Nouvelle-Calédonie et dans l'outremer français, et préconisé par le réseau « herbiers » de l'IFRECOR.

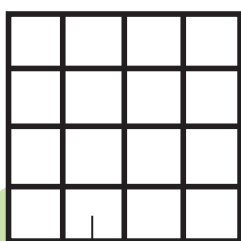
Représentation schématique d'une station de suivi des herbiers marins

Quadrat

Paramètres :

- Taux de recouvrement en herbiers
- Richesse spécifique en phanérogames
- Hauteur de la canopée
- Taux de recouvrement en macroalgues
- Charge en épiphytes
- Nature du fond
- Vitalité des feuilles

← 50 cm →



HERBIER

2 m

50 m

25 à 50 m

25 à 50 m

Transect à largeur fixe

Paramètres :

- Niveau de fragmentation
- Macrofaune benthique
- Bioturbation
- Déchaussement des rhizomes



Sylvain Corbel

Liste des paramètres proposés pour le suivi stationnel des herbiers de Nouvelle-Calédonie

Paramètre	Description du paramètre	Unité de mesure	Méthode de collecte
Taux de recouvrement total en phanérogames	Surface totale recouverte par les phanérogames marines, et si possible par espèce	Pourcentage réel ou selon un indice	Quadrat
Composition spécifique en phanérogames	Identification et dénombrement des espèces de phanérogames présentes	Nombre réel	Quadrat
Fragmentation des herbiers	Surface non végétalisée par rapport à la surface totale de la zone d'étude	Pourcentage réel ou selon un indice	Transect linéaire ou transect à largeur fixe
Hauteur de la canopée	Longueur de trois feuilles sélectionnées aléatoirement de l'espèce dominante, en ignorant les 20% des feuilles les plus grandes. Mesure du sédiment à l'extrémité de la feuille.	Nombre réel	Quadrat
Taux de recouvrement en macroalgues	Surface totale recouverte par les macroalgues fixées, et si possible identification au genre.	Pourcentage réel ou selon un indice	Quadrat
Charge en épiphytes	Surface totale recouverte par les épiphytes, égale au produit du pourcentage de feuilles colonisées (%He) par la densité des épiphytes sur ces feuilles (%Fe)	Pourcentage réel	Quadrat
Nature du fond	Estimation visuelle et tactile de la qualité du sédiment	Classification selon des catégories prédéfinies	Quadrat
Macrofaune benthique	Nombre d'individus par espèces cibles (liste d'espèces à définir : espèces inféodées aux herbiers, commerciales, d'intérêt pour les communautés locales...)	Nombre réel	Transect à largeur fixe
Perturbation : bioturbation	Estimation ou nombre de terriers visibles dans le sédiment (trous ou monticules)	Nombre réel ou selon un indice	Quadrat ou transect à largeur fixe
Perturbation : vitalité des feuilles	Estimation ou surface des feuilles cassées, dégradées, brûlées ou atteintes de nécroses foliaires	Pourcentage réel ou selon un indice	Quadrat (50 cm de côté)
Perturbation : déchaussement des rhizomes	Estimation du niveau de déchaussement de l'herbier	Indice	Transect à largeur fixe





Exemples d'indices de recouvrement en phanérogames marines ou en macroalgues

Indice	Taux de recouvrement		
0	0%	0%	0%
1	1 – 5%	1 – 25%	1 – 25%
2	6 – 30%	26 – 50%	26 – 60%
3	31 – 50%	51 – 75%	61 – 100%
4	51 – 75%	76 – 99%	
5	76 – 100%	100%	

Indices de fragmentation de l'herbier

Indice	Description	Taux de recouvrement
0	L'herbier est très fragmenté. Les patchs sont peu nombreux, de petites tailles, distants de plusieurs dizaines de mètres.	< 10% de la surface de l'habitat
1	L'herbier est fragmenté. Les patchs sont nombreux, de petites tailles, distants de plusieurs mètres.	11 à 40% de la surface de l'habitat
2	L'herbier est peu fragmenté. Les patchs sont coalescents.	41 à 70% de la surface de l'habitat
3	L'herbier est continu.	> 70% de la surface de l'habitat

Catégories de substrats prédéfinies adaptées au suivi des herbiers

Type de substrat	Granulométrie	Texture
Vase	< 63 µm	Lisse et collante.
Sable fin	63 – 250 µm	Assez lisse avec une rugosité à peine détectable. Non collante.
Sable	250 – 500 µm	Granuleuse rugueuse, les particules sont clairement distinguables.
Sable grossier	500 µm – 1 mm	Grossière, les particules sont libres.
Gravier	> 2 mm	Très grossière, avec quelques petites pierres.
Substrat dur	NApp	Roches, blocs, ou dalle corallienne.

Indices de bioturbation

Indice	Catégorie	Description
0	Absence	Aucun terrier ni monticule n'est présent.
1	Occasionnel	L'herbier présente quelques terriers ou monticules espacés les uns des autres mais ils n'affectent pas le recouvrement de l'herbier.
2	Fort	L'herbier est fortement impacté par les terriers ou monticules. Le recouvrement par le sédiment nu généré par bioturbation est égal voire supérieur au recouvrement par les herbiers.

Indices de vitalité des feuilles

Indice	Description	Taux de recouvrement
0	Aucun dommage	0%
1	Faibles dommages / herbiers brûlés	1 – 25%
2	Superficie modérée d'herbiers endommagés / brûlés	26 – 60%
3	Superficie élevée d'herbiers endommagés / brûlés	61 – 100%



© Magall/Boussion

Indices de déchaussement des rhizomes

Indice	Description
0	Les rhizomes sont apparents, lorsque l'herbier est en matte, celles-ci sont déchaussées et se détachent par plaques. Le sédiment est érodé (vasques), laissant apparaître le substrat dur ou les débris/galets >10cm sous-jacents.
1	Les rhizomes et les mattes sont apparents, mais un équilibre semble encore présent entre érosion et piégeage des substrats sableux.
2	Quelques rhizomes sont apparents, mais les substrats sableux sont abondants et ne présentent pas de profil en « marches d'escalier ».
3	Aucune érosion n'est visible, les substrats sableux sont en pente douce et les rhizomes sont enfouis. Une accrétion sableuse est possible localement.



© Sandrine Job

Fréquence des suivis

Afin de suivre leur dynamique spatiale, il est recommandé de **cartographier les herbiers tous les 5 à 6 ans**.

Le **suivi stationnel devrait être réalisé chaque année à la même période**, afin de limiter l'influence des variations naturelles de densité et de fragmentation de l'herbier.



© Sylvain Corbel

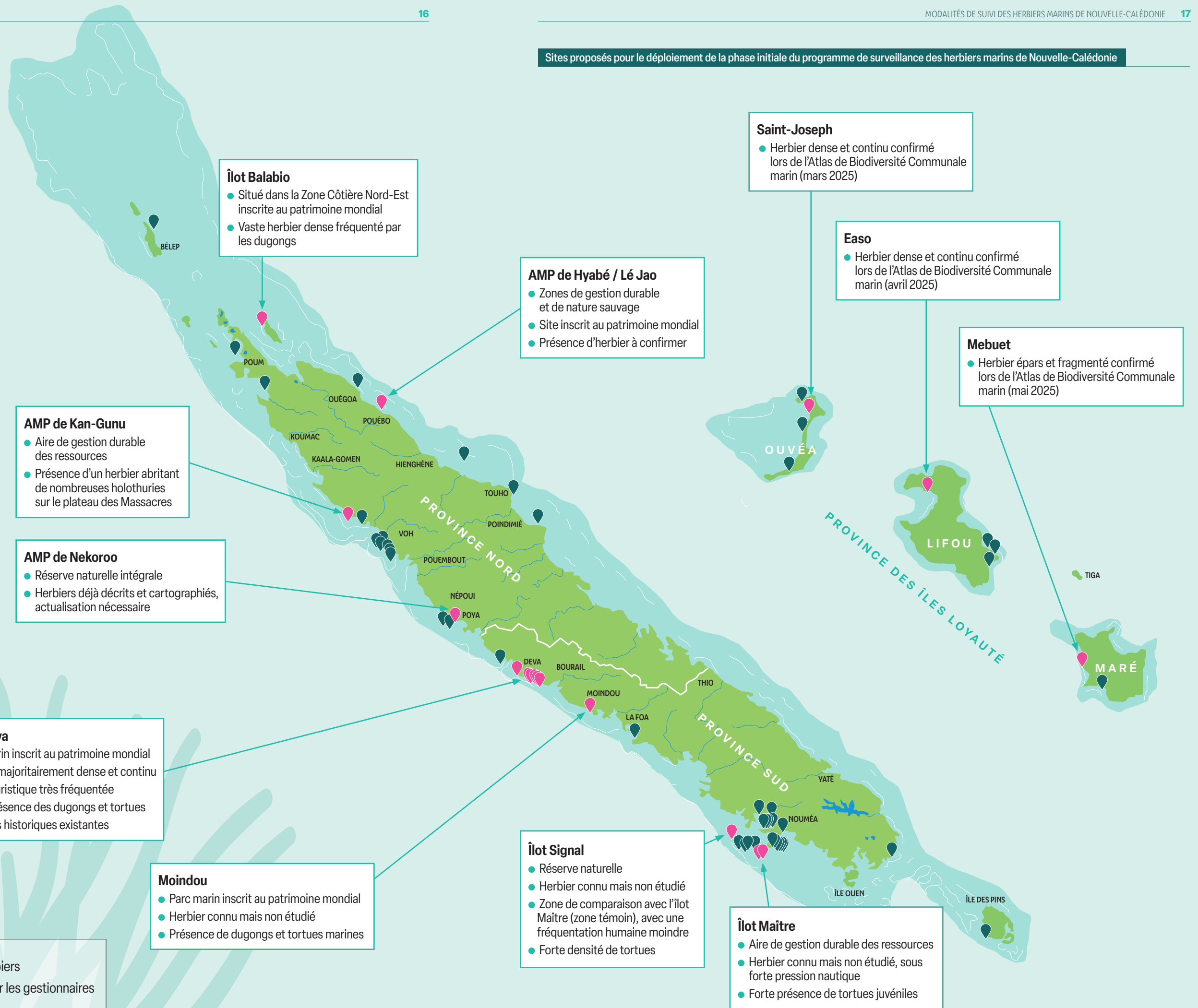
Sélection des sites

Les sites ont été choisis à partir des échanges du GT Herbiers et de l'analyse des études existantes.

Environ cinquante zones ont été pré-identifiées : 8 aux Îles Loyauté, 16 en province Nord et 32 en province Sud. Cette sélection, qui pourra être amené à évoluer, tient compte de l'existence de données historiques et des enjeux écologiques.

Onze sites pilotes ont été retenus pour la phase initiale : quatre en province Nord (Kan Gunu, Nekoroo, Hyabé/Lé Jao, Balabio), trois aux îles Loyauté (Saint Joseph, Easo, Mebuet) et quatre en province Sud (Poé-Déva, Maître, Signal, Moindou).

Les gestionnaires souhaitent que les suivis soient réalisés par les **associations locales, les groupes de personnes déjà impliqués dans la gestion des zones sélectionnées et les observateurs du Réseau d'Observation des Récifs Coralliens de Nouvelle-Calédonie** (l'association Pala Dalik pour la province Sud et les observateurs en apnée pour les provinces Nord et îles Loyauté), avec le soutien des agents provinciaux sur le terrain.



Analyses statistiques

Les analyses statistiques permettent de suivre l'évolution des herbiers dans le temps et de comparer leur état entre sites. Elles ne peuvent être réalisées que sur des **données quantitatives** (valeurs ou pourcentages), avec un **nombre suffisant de mesures** pour garantir la fiabilité des résultats. Le protocole prévoit 30 mesures par station (3 radiales de 10 quadrats), ce qui permet des analyses à différentes échelles (radiale, station, site). Le plan de suivi proposé ne permet pas d'extrapoler les résultats à l'échelle de la Nouvelle-Calédonie.

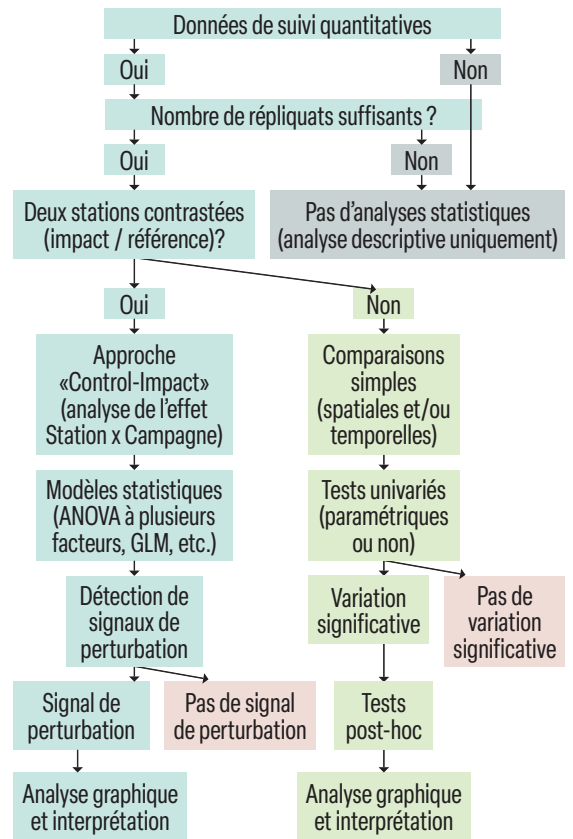
Lorsque deux stations contrastées sont implantées sur un même site — l'une exposée à une pression (impact), l'autre servant de référence —, il est possible d'analyser les effets potentiels des pressions locales.

Deux types d'analyses sont alors envisageables :

- une approche « **Control-Impact** » si le contraste entre stations est suffisamment marqué et que l'objectif est de rechercher les signaux d'un impact particulier sur les herbiers ;
- des **comparaisons simples** (entre campagnes ou entre stations) dans les autres cas ou lorsque l'objectif est d'examiner des évolutions temporelles et/ou spatiales séparément.

Les résultats des analyses statistiques viennent en appui à l'interprétation scientifique.

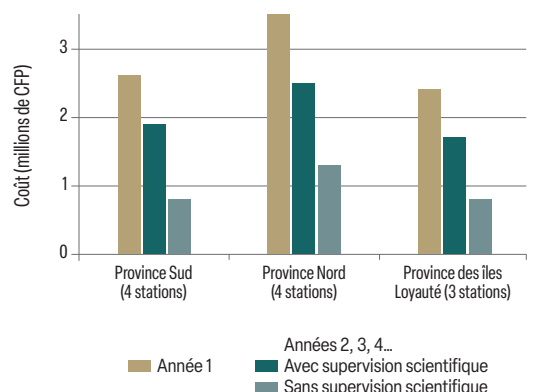
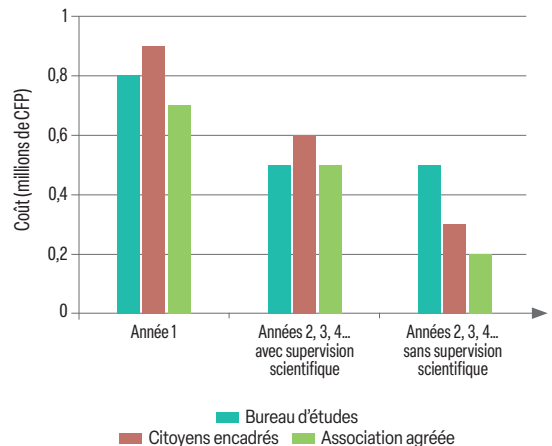
Démarches analytiques dans le suivi des herbiers



Évaluation sommaire des coûts de mise en œuvre du suivi

Les coûts de mise en œuvre du suivi stationnel varient selon le type d'acteurs impliqués (bureau d'études, citoyens encadrés, association agréée) et la maturité du suivi. **La première année est la plus coûteuse** : elle inclut la prospection, l'implantation des stations, la formation des observateurs (s'ils ne sont pas biologistes) et la réalisation du suivi. Par la suite, la prospection n'est plus nécessaire, mais un **encadrement scientifique reste requis tant que les observateurs non biologistes ne sont pas autonomes** pour collecter les données. Une fois formés, ces observateurs peuvent assurer le suivi sans supervision scientifique. En revanche, **l'encadrement sécuritaire reste obligatoire** dans tous les cas : il est assuré bénévolement par les associations agréées, alors qu'il nécessite l'intervention d'un professionnel déclaré à la DJS pour les suivis citoyens, ce qui explique une part importante de la différence de coûts.

Le GT Herbiers, incluant les gestionnaires provinciaux, se sont prononcés en faveur de la mise en place d'un suivi participatif encadré et ont identifié une liste de sites d'intérêt prioritaire à suivre. La province Sud a proposé que l'association agréée Pala Dalik assure la mise en œuvre du suivi. Les provinces Nord et Îles Loyauté souhaitent, quant à elles, mobiliser des citoyens hors cadre associatif agréé. Sur cette base, le graphique ci-contre illustre les coûts estimés par province et par année, en tenant compte de l'évolution progressive du niveau d'autonomie des observateurs non professionnels.







AGENCE NÉO-CALÉDONIENNE
DE LA **BIODIVERSITÉ**