

**Code indicateur**

SNB-B06-12-SC01

Évaluation FRB- i-BD² : N° 19**Évaluation réalisée par**Mehdi Adjeroud
Camille Mellin
Laurent Wantiez**Synthèse réalisée par**

Sarah Aubertie

En date du

16 juin 2016

*Évaluations antérieures à la mise à jour du site ONB 2016***Objectifs**

B4 - Préserver les espèces et leur diversité

B6 - Préserver et restaurer les écosystèmes et leur fonctionnement

Première évaluation

ÉVOLUTION DE L'ÉTAT DES RÉCIFS CORALLIENS

Pourcentage des stations de suivis des récifs coralliens dans les outre-mer français dont le recouvrement en corail vivant est stable ou en augmentation

Selon l'évaluation, l'indicateur, en donnant une valeur pour l'ensemble de l'outre-mer, n'est pas représentatif. Il ne prend en compte actuellement que les stations incluses dans son calcul et ne renseigne pas sur l'évolution de l'état des récifs. L'évaluation souligne l'importance d'homogénéiser, autant que faire se peut, les protocoles d'échantillonnage. Les plans d'échantillonnage sont ici d'une importance majeure et doivent être représentatifs et validés.

A – Présentation et interprétation de l'indicateur

L'indicateur s'inscrit dans l'orientation stratégique B de la SNB « Protéger la biodiversité et préserver sa capacité à évoluer », même s'il apparaît très restrictif par rapport à cette orientation assez large et ambitieuse. L'indicateur est plutôt destiné à renseigner sur l'état de santé général des récifs coralliens à échelle de l'ensemble de l'outre-mer, au travers de la variabilité temporelle de la couverture en corail vivant.

L'indicateur est pertinent pour l'objectif B6, il ne l'est pas pour répondre à B4, ou seulement dans sa composante habitat, nécessaire au maintien des populations. En effet, il ne renseigne pas sur les tendances par espèce ni sur les fonctions et services de l'écosystème corallien.

L'intitulé de l'indicateur correspond à sa description. Toutefois, l'intitulé est général et implique de multiples facettes que l'indicateur seul ne recouvre pas. Par exemple, la couverture en corail vivant n'est pas synonyme de l'état des récifs (elle ne prend pas en compte la diversité spécifique), ce n'en est qu'un aspect. Cet indicateur n'est pas assez précis et fin pour véritablement suivre l'évolution de l'état des récifs coralliens.

La phrase présentant la valeur de l'indicateur est correcte, tant que la mention « des stations » est bien présente. En effet, les stations analysées en global ne sont pas forcément représentatives de l'évolution globale des récifs coralliens français. Pour que ce soit le cas, il faut qu'elles reposent sur un plan d'échantillonnage validé à l'échelle globale, ce qui n'est pas le cas pour la valeur globale donnée. En revanche, le résultat peut être représentatif en local s'il s'appuie sur un plan d'échantillonnage correct. Par ailleurs, comme le souligne le texte sous-jacent, la valeur souffre de nombreuses limites (forte hétérogénéité des valeurs ayant conduit à cette moyenne, nombre de stations

impliquées dans son calcul, etc.) et n'est finalement pas très informative. L'évaluation précise enfin que dans certains cas (« phase shifts » en anglais), il n'y a pas reprise de la colonisation en corail, les algues colonisent le substrat et la colonisation corallienne est impossible.

La valeur ne s'accompagne pas d'un intervalle de confiance. Il est impératif à l'échelle globale de relier l'indicateur aux stations et non à un état général des récifs. Cet indicateur utilisé à l'échelle locale sur la base d'un plan d'échantillonnage validé ne pose pas de problème. A l'échelle globale, il doit évoluer pour avoir un sens : intégrer une pondération en fonction de la superficie des récifs dans les différentes collectivités et surtout s'assurer que les plans d'échantillonnages des différentes collectivités sont comparables (typologie des récifs, sous-unité géomorphologique, profondeur, etc.). Il est en outre toujours préférable d'associer à une moyenne la taille et la variabilité intra-échantillon. L'intervalle donné ici est celui de la valeur minimale-valeur maximale, alors que sont données en général les valeurs de l'intervalle de confiance à 95%. L'évaluation suggère un intervalle de confiance à 95%, qui permettrait d'exclure les valeurs les plus extrêmes et améliorer la représentativité de l'indicateur. Cette procédure permettrait d'obtenir des valeurs plus parlantes (par exemple, le minimum de 29% ne concerne qu'une seule station).

Les illustrations correspondent au message général de l'indicateur. Si l'ajout de l'intervalle de confiance (ou écart-type) des valeurs est retenu, il faudrait envisager un autre type d'illustration (graphe avec barres d'erreur ou boîte à moustaches par exemple). L'évaluation remarque que la photo de l'illustration montre davantage de poissons que de coraux.

Un biais de visualisation est possible si les stations ne sont pas représentatives. En outre, un grand nombre ou une grande diversité de poissons suggère un récif corallien en bonne santé, ce qui n'est pas nécessairement le cas si on se base sur l'indicateur.

L'interprétation de la valeur peut être sujette à erreur, comme pour tout indicateur relatif (tendance). Une station qui passe de 80% à 70% de couverture corallienne et une autre de 10% à 5% seront classées dans la même catégorie alors que les conséquences en termes de dégradation de l'habitat, donc de l'écosystème, ne sont aucunement comparables. De plus, l'essentiel des stations est en état stable, pas en augmentation. Ce sont deux tendances très différentes d'un point de vue écologique, or l'indicateur ne les distingue pas. Il ne considère pas non plus les différences entre collectivités d'outre-mer (COM), la tendance en Polynésie est par exemple à la diminution (10 stations sur 14!). Enfin, l'indicateur ne renseigne pas sur l'importance des augmentations (ou diminutions) et ne définit pas non plus ce qu'est un état « stable ». En effet, les valeurs d'une année sur l'autre ne sont jamais exactement les mêmes, l'évaluation s'interroge dès lors sur le critère utilisé pour distinguer un état stable d'une augmentation ou une diminution.

L'évaluation insiste sur trois points fondamentaux : la nécessité de toujours faire référence au plan d'échantillonnage ; l'utilisation d'autres indicateurs complémentaires ; et la difficulté des interprétations à l'échelle globale qui nécessitent des contraintes fortes pour être validées.

B – Définition, contexte et principales caractéristiques de l'indicateur

Selon l'évaluation, il s'agit d'un indicateur robuste mais grossier. Généralement, il ne permettra pas de détecter un impact dans sa phase initiale. La définition n'est de plus pas très claire, une étape est manquante après « pour chaque station, la tendance évolutive du recouvrement en corail vivant est analysée ». Il faut en effet décrire l'étape qui consiste à classer la tendance de chaque station (état stable, augmentation, diminution) avant d'agrèger les données recueillies pour toutes les stations.

Aucune valeur particulière n'est associée à l'indicateur. Néanmoins, avec les années et l'accumulation de données supplémentaires, il serait intéressant d'associer à la valeur actuelle la valeur sur une période précédente, ce qui permettra d'être plus informatif quant à l'évolution de l'indicateur. Si cet indicateur doit conserver sa simplicité, il doit impérativement être complété par d'autres plus spécifiques portant sur la diversité des formes coralliennes et leurs évolutions. Pour les stations en régression, il serait aussi intéressant de compléter par un « degré » de chute (par exemple : > 10% ; 10-25% ;

25-50% ; 50-75% ; > 75%, ces seuils sont à valider) et un lien à l'état initial. L'évaluation suggère également un indicateur sensiblement différent : l'évolution moyenne de la couverture corallienne, en pourcentage et par an (par exemple, +10% / an pour une augmentation, -10% pour une diminution). Le fait que les valeurs initiales diffèrent entre stations ne poserait pas de problème. Cela prendrait en compte l'importance (magnitude) des augmentations/diminutions à chaque station et permettrait une meilleure comparaison avec d'autres rapports et travaux scientifiques .

Idéalement, la valeur cible de l'indicateur serait « 100% des stations en état stable ou en augmentation ». Cet objectif reste néanmoins peu réaliste, une partie des « diminutions » de la couverture corallienne étant due à l'impact de perturbations « naturelles » contre lesquelles il est très difficile d'agir. Des valeurs cibles pourraient également être définies localement par type de récif, par exemple « le tombant des pentes externes des récifs barrières sous le vent à 10 mètres de profondeur de Nouvelle-Calédonie ».

L'indicateur est pertinent selon le contexte ou type de récif, une augmentation ou un état stable sont en effet deux contextes totalement différents. Il est très pertinent à l'échelle locale. Par exemple, pour un récif qui subirait de nombreuses perturbations et où la couverture corallienne aurait beaucoup chuté pendant quelques années, une diminution qui ne serait que légère l'année suivante serait un bon signal, celui d'une tendance qui va peut-être s'inverser. Or, l'indicateur le classerait toujours comme « diminution ».

L'échelle territoriale de restitution et le grain de précision d'échelle ne sont pas adéquats. L'indicateur tel que formulé actuellement recouvre des situations locales très hétérogènes qui n'apparaissent plus lors du calcul d'une moyenne nationale. Il faudrait peut-être plus pertinent de considérer différentes régions biogéographiques (par ex. Océan Indien vs. Pacifique, etc.). Il est bien connu que les phénomènes tels que El Nino, responsables par exemple de blanchissement corallien ou de cyclones, ont une influence spécifique sur chaque région. L'échelle locale reste la plus pertinente. Pour que les autres échelles le soient, les plans d'échantillonnages doivent être validés (représentativité des récifs et pondération).

Un changement d'échelle peut avoir une incidence sur la pertinence de l'indicateur. L'indicateur est très dépendant des échelles spatiales et temporelles de son calcul, ce qui peut influencer son adéquation avec les objectifs et les contextes. Tout dépend en outre du plan d'échantillonnage qui, quand il est justifié, est élaboré en fonction de questions spécifiques et donc d'échelles prédéfinies.

Le changement d'échelle peut aussi influencer sur la relation entre l'indicateur et le phénomène décrit. Les échelles peuvent être différentes pour suivre les impacts d'une perturbation majeure et identifiée (cyclone, acanthaster, etc.) ou des phénomènes globaux (changement climatique). Certains phénomènes (e.g. blanchissement, cyclone) peuvent impacter les données à l'échelle de la région biogéographique mais pas globale, ils ne seront donc pas forcément capturés par un indicateur regroupant toutes les COM.

De manière générale, le plan d'échantillonnage doit être adapté aux échelles d'étude.

C – Production de l'indicateur

L'évaluation rappelle que ses commentaires sont faits à partir des données analysées, et que celles-ci ne reflètent pas la réalité de ce qui est disponible dans les collectivités d'outre-mer. Cela laisse penser que certains territoires sont en retard par rapport à d'autres. Or, il existe des séries temporelles beaucoup plus complètes que ce qui est indiqué, concernant la Nouvelle-Calédonie par exemple. Il faut dès lors absolument spécifier qu'il n'y a pas eu de bilan exhaustif de ce qui existe en terme de données. Par ailleurs, davantage de détails seraient utiles, notamment dans la partie analyse statistique et sur le type de coraux considérés.

Une seule méthode de calcul de la valeur de l'indicateur est donnée. Celle-ci pourrait être améliorée selon l'évaluation. Par exemple, le nombre minimum de réplicats par station à chaque passage n'est pas précisé, les années ou le nombre d'années non plus (!). Concernant la période pour laquelle l'indice a été calculé, le pas de temps indiqué est de 2 à 5 ans, or la section statistique stipule que seul l'effet « année » a été analysé et non pas la valeur des années, ce qui est sensiblement différent et peut mener à des erreurs.

Comme suggéré dans la description de l'indicateur, l'évaluation suggère d'augmenter le nombre de stations et la taille des séries temporelles dans le calcul de l'indicateur. En outre, elle propose des modèles plus robustes, qui tiennent compte des années (ou pas) et de la structure hiérarchique des données (par exemple, le fait que plusieurs stations d'une même collectivité ne sont pas indépendantes). Le modèle statistique utilisé dans le cas présent est trop simpliste. Selon l'évaluation, les principales améliorations possibles ne se situent pas au niveau du calcul de l'indicateur mais du plan d'échantillonnage. Elle propose une approche par pseudo-réplicats qui permet de prendre en compte la variabilité spatiale des récifs plus efficacement pour un même effort, puis d'utiliser des modèles en blocs multifactoriels pour tester les différences. Passer d'un plan d'échantillonnage répliqué par station à un plan stratifié (pseudo réplification par strate) augmenterait significativement la puissance de l'indicateur pour un effort d'échantillonnage fixe. L'utilisation d'un modèle en bloc fait intervenir la station comme un facteur hiérarchisé, en plus du temps et de la strate. Par ailleurs, la validité des plans d'échantillonnage est essentielle car ce sont des pourcentages qui sont analysés. Cette technique est beaucoup plus efficace et puissante que de répliquer les stations. Elle est également largement supérieure en terme de coûts/bénéfices.

Il n'y a pas de pondération dans le calcul actuel. Celle-ci est essentielle pour produire un indicateur global. Elle est néanmoins complexe car elle nécessite une typologie de tous les types de récifs dans chaque collectivité, leur importance relative et des résultats représentatifs pour chaque type de récif dans chaque collectivité. Selon l'évaluation, il serait plus pertinent et informatif de calculer l'indicateur à l'échelle des localités/régions avant de le faire à l'échelle nationale. Ce calcul serait plus pertinent car c'est essentiellement à l'échelle locale que l'évolution, en lien avec les facteurs environnementaux locaux, s'opère. Par ailleurs, ce type de modèle doit normalement comporter un effet aléatoire pour chaque collectivité et pour chaque année, afin de prendre en compte le fait que des stations d'une même collectivité ou observations d'une même année ne sont pas indépendantes. Cette considération est négligée dans le modèle actuel, il faudrait utiliser un GLMM plutôt qu'une ANOVA (voir Sequeira et al, 2013). La variable utilisée dans ces modèles peut être remplacée par la couverture corallienne.

Les problèmes inhérents au calcul et les points critiques sont le plan d'échantillonnage (de quoi l'indicateur est-il représentatif), le modèle d'analyse des évolutions (comment prendre en compte au mieux l'hétérogénéité du milieu) et le pas de temps variable (2 à 5 ans) qui n'est pas considéré comme tel. Il serait préférable de calculer pour chaque station un taux d'évolution par année (par exemple, +10% /an) puis d'agréger cette valeur à l'échelle nationale ou par région biogéographique.

D – Analyse de l'indicateur

L'évaluation formule globalement les mêmes commentaires concernant la robustesse, la précision, la sensibilité et la fiabilité de l'indicateur, les difficultés ne se posant pas au niveau de l'indicateur mais sur la façon dont il est renseigné.

- **Robustesse** : L'indicateur est robuste si l'échantillonnage est adéquat. Une agrégation de stations de différentes origines nécessite de valider leur représentativité à l'échelle globale. Une importante limite de l'indicateur est donc sa représentativité, il ne représente actuellement que les stations incluses dans son calcul, sans donner de précision sur l'évolution des récifs. Or, en fonction du nombre de stations et de l'étendue de leur série temporelle, la valeur de l'indicateur peut varier fortement. L'intérêt de l'indicateur serait pourtant de pouvoir mesurer une faible évolution (5% d'augmentation de stations en bon état est un résultat « significatif »). D'autres biais existent. Ils sont liés au nombre de réplicats et d'observations, ainsi qu'au pas de temps entre les observations (variable selon les stations, de 2 à 5 ans). Afin de réduire ces biais, l'évaluation propose d'envisager deux niveaux d'échantillonnages compatibles : l'échelle locale et l'échelle globale, le second niveau ne devant en aucun cas contraindre le premier. Elle suggère également d'homogénéiser les données sources (nombre de stations, taille des séries temporelles) lors du calcul de l'indicateur d'une année à l'autre, ainsi que d'exprimer toutes les tendances par an. Elle propose des modèles plus robustes tenant compte de la nature hiérarchique des données (e.g. non indépendance des stations d'une même collectivité et des observations d'une même année).

L'évaluation recommande d'éviter de présenter un indicateur global et encourage à raisonner par collectivité après validation d'un plan d'échantillonnage local. Elle recommande également de mieux décrire chaque étape de préparation des données sources et d'analyse des données. Le changement d'intervalle de temps dans la collecte de données peut biaiser le calcul de l'indicateur et son interprétation (la notion de stabilité ou d'augmentation est fonction de l'échelle temporelle). Il conviendrait d'homogénéiser les données à la base du calcul de l'indicateur, en ne gardant par exemple que les séries temporelles interannuelles. Afin de prendre en compte des phénomènes catastrophiques (perturbations) et globaux (changement climatique), un échantillonnage annuel toujours effectué à la même saison peut être envisagé. Le pas de temps annuel devrait s'accompagner de données agrégées sur différents pas de temps (par ex. 1, 3, 5 ans) pour refléter les tendances à plus ou moins long terme. L'indicateur peut ne pas être aussi robuste à toutes les échelles de territorialisation, cela dépend du plan d'échantillonnage et le nombre de stations disponibles varie énormément d'une collectivité à l'autre. L'échelle spatiale influence sa robustesse puisqu'une moyenne nationale est réalisée in fine. Pour cette raison notamment, il serait plus pertinent et informatif de calculer l'indicateur à l'échelle des localités/régions, avant de le faire à l'échelle nationale.

- Précision :** La précision de l'indicateur est faible et doit être améliorée. En général, les imprécisions se situent au niveau des données et proviennent d'un plan d'échantillonnage inapproprié. L'indicateur est une moyenne nationale de l'évolution du recouvrement en corail vivant mesurée au sein de stations de suivi implantées dans les récifs des COM/DOM. Or, les techniques et protocoles d'échantillonnage sont assez hétérogènes entre ces stations, notamment en ce qui concerne le nombre de réplicats, ce qui peut entraîner un manque de précision pour cet indicateur. En effet, le taux de couverture corallienne est évalué visuellement ou mesuré par des observateurs différents et en utilisant des méthodes différentes selon les collectivités. De plus, la quantité de données disponibles ainsi que leur pas de temps varient fortement d'une collectivité à l'autre, ce qui reste cependant très difficile à éviter mais peut être amélioré grâce à des modèles mixtes comportant des effets aléatoires (GLMM). Le niveau de précision n'est pas suffisant pour tracer les variations du phénomène, cela dépend notamment des collectivités. Par exemple, seules 4 stations ont été utilisées pour l'analyse de Wallis & Futuna, soit une faible représentativité. Il faudrait savoir exactement ce qui est fait dans chaque collectivité. Augmenter la quantité de données et standardiser les protocoles au maximum semblent être les meilleurs moyens d'améliorer la précision. Un changement dans l'intervalle de temps entre deux collectes aurait une incidence sur la précision de l'indicateur. Il y a moins de problème entre l'inter-annuel et l'annuel. En revanche, il faut faire attention dès que l'on passe au saisonnier de ne pas comparer des saisons différentes, notamment pour les récifs où les développements d'algues sont saisonniers. L'homogénéisation des protocoles d'échantillonnage peut réduire ce biais. Un pas de temps annuel est adapté, avec des données collectées à la même saison puis agrégées sur différents pas de temps pour refléter les tendances à plus ou moins long terme. La précision de l'indicateur dépend de l'échelle spatiale. Une moyenne nationale, telle que retenue à l'heure actuelle, basée sur des données/protocoles hétérogènes, n'est pas compatible avec une grande précision. La précision dépend également de la stratégie d'échantillonnage qui est généralement définie pour une échelle donnée.
- Sensibilité :** La sensibilité de l'indicateur est limitée et doit être améliorée. Dans la mesure où l'indicateur présente une moyenne nationale de l'évolution du recouvrement en corail vivant mesurée dans des stations de suivi réparties dans les 3 océans, il ne pourra pas déceler un changement significatif à l'échelle locale. Le fait d'avoir un indicateur par station permettrait d'augmenter la sensibilité de la mesure de l'évolution de l'état des récifs. En outre, il n'est pas précisé à partir de quel seuil l'on passe d'un état stable à une augmentation. Enfin, le plan d'échantillonnage a aussi une incidence sur l'indicateur. Les grands changements seront mis en évidence par l'indicateur, il n'y a pas de limite supérieure. L'indicateur ne détectera pas les événements brefs et extrêmes, sous réserve d'un plan

d'échantillonnage adapté. Dans la mesure où le suivi du recouvrement corallien est interannuel (une campagne de mesure par an) et que la recolonisation/résilience des récifs est longue, les événements ponctuels et intenses tels que les cyclones peuvent être mis en évidence. Néanmoins, comme l'indicateur est une moyenne nationale de cette évolution, cette détection risque d'être diluée et peu perceptible. Par ailleurs, un pas de temps de 5 ans ne reflètera probablement pas l'effet d'un épisode de blanchissement survenu après la première observation, car le corail aura certainement recolonisé le substrat dans l'intervalle. En matière de données, la méthodologie est simple mais une formation est nécessaire, les problèmes sont généralement issus d'un échantillonnage inadapté. Ici, les données ont visiblement été filtrées correctement pour éliminer ce type d'erreur (par exemple stations déplacées ou nombre de suivis insuffisant). Dans sa formulation actuelle, l'indicateur ne peut pas être utilisé pour détecter des changements inhabituels qui s'opèrent le plus souvent à l'échelle d'une région/station. Il pourrait toutefois détecter de tels changements à l'échelle de la région biogéographique et à partir du moment où le plan d'échantillonnage est adapté. L'indicateur peut indiquer un changement qui n'a pas eu lieu si le plan d'échantillonnage est inadapté et si le protocole ou le nombre de stations changent au cours du temps. Cela n'arrivera cependant pas si le protocole est standardisé. Selon l'évaluation, l'indicateur peut ne pas détecter un changement qui a eu lieu. Le mode de calcul de l'indicateur fait qu'un changement significatif à l'échelle locale ne sera pas forcément perceptible. Il en va de même si le pas de temps entre deux suivis est trop important et si la couverture corallienne a le temps de chuter (suite à une perturbation) puis de ré-augmenter avant le suivi suivant. L'indicateur présente la moyenne nationale des évolutions locales. Une évolution locale significative peut donc passer inaperçue dans l'examen de l'indicateur « national ». Le pourcentage est lié au plan d'échantillonnage et donc à la représentativité des stations. Par ailleurs, il n'est pas précisé quelles espèces de coraux sont prises en compte. Il semble que les coraux mous, souvent signe d'une écosystème dégradé car ils recolonisent le substrat plus vite que les coraux durs (de type *Acropora*), ne sont pas pris en compte. La sensibilité de l'indicateur n'est pas la même selon l'échelle territoriale. Tel que calculé actuellement, l'indicateur est fortement dépendant du nombre de stations par localité. C'est pour cette raison qu'il conviendrait d'homogénéiser le nombre de stations par localité/région et en fonction de la superficie des récifs, avant d'effectuer la moyenne à l'échelle nationale.

- **Efficacité / Fiabilité** : La fiabilité de l'indicateur est satisfaisante pour suivre l'évolution générale de l'état des récifs, mais pas pour répondre aux orientations stratégiques et aux objectifs de la SNB. Il est peu probable que l'indicateur ne varie pas dans le même sens que le phénomène décrit, à moins que le pas de temps soit mal contrôlé (effet saisonnier). Un changement dans l'intervalle de temps entre deux collectes aurait une incidence sur la fiabilité de l'indicateur, notamment si une perturbation survient dans l'intervalle : le recouvrement va d'abord chuter puis ré-augmenter, cette augmentation ira alors dans le sens inverse du phénomène décrit (perturbation). Comme évoqué précédemment, il conviendrait d'homogénéiser les données sources, avec un suivi interannuel du recouvrement corallien. L'indicateur sera plus fiable à l'échelle locale. Des tendances inverses ne seront pas forcément détectées après avoir été agrégées à l'échelle nationale.
- **Pertinence vis-à-vis de la biodiversité** : L'indicateur a un lien indirect avec la biodiversité, il est un « proxy » de l'état de l'habitat. Le corail représente l'habitat essentiel de nombreuses espèces récifales dont poissons, invertébrés benthiques, etc. L'indicateur est essentiellement destiné à renseigner sur l'évolution de l'état de santé générale de récifs, il ne concerne pas directement l'évolution de la biodiversité de ces écosystèmes. L'indicateur a un lien direct avec le fonctionnement des écosystèmes : un recouvrement corallien élevé sous-tend une diversité récifale accrue et une meilleure résilience face aux perturbations. Il a un lien indirect avec les services écosystémiques, une diversité récifale élevée est liée à des rendements de pêche supérieurs, un intérêt touristique majeur, etc. Les coraux étant une source de nourriture et d'habitat pour de nombreuses espèces, dont les espèces d'intérêt commercial par exemple, leur diversité et l'abondance dépendent en grande partie de la vitalité corallienne. L'indicateur représente l'état de l'habitat des espèces, ainsi qu'une forme de biodiversité

spécifique et écosystémique, donc un indice d'état de santé des écosystèmes récifaux, très utilisé par d'autres organismes (inter)gouvernementaux tels que l'UICN. Si l'objectif est aussi de « préserver les espèces et leur diversité », un indicateur complémentaire et spécifiquement dédié à cet objectif devra être mis en place. Il pourrait s'agir de suivre l'évolution des principaux taxons coralliens, et notamment les plus menacés (l'identification spécifique étant complexe chez les coraux, la diversité génétique serait plus appropriée). Par ailleurs, il faudrait au moins s'assurer que l'indicateur ne concerne que les coraux durs. Idéalement, il pourrait être intégrée une mesure de la diversité en corail, en plus de la couverture corallienne. Enfin, comme cela a été suggéré précédemment, il serait souhaitable d'exprimer la tendance moyenne évolutive du recouvrement corallien (pourcentage) plutôt que le nombre de stations en augmentation.

- **Données** : La qualité de l'indicateur dépend étroitement de celle des données sources collectées à chaque station de suivi du recouvrement en corail vivant. Les données utilisées sont incomplètes par rapport à ce qui existe dans les collectivités, et un indicateur global est donné sans aucune réflexion sur ce que ces stations représentent. Des renseignements sur l'échelle spatiale de chaque zone d'étude (e.g. superficie des récifs dans la collectivité concernée, distance moyenne entre deux stations) seraient utiles. Un changement d'échelle spatiale ou temporelle devrait s'accompagner d'une redéfinition des plans d'échantillonnage de chaque collectivité et d'une pondération pour être représentatif à l'échelle globale. Dans la mesure du possible, il convient de retenir, pour le calcul de l'indicateur, uniquement les données issues de protocoles d'échantillonnage relativement homogènes en termes de réplicats (« taille » et fréquence des séries temporelles, etc.). Concernant un changement d'échelle spatiale, l'évaluation rappelle que la collecte des données se fait à l'échelle locale pour répondre à des problématiques locales. Il est essentiel que cela continue. Si des données supplémentaires sont nécessaires pour l'échelle globale, celles-ci doivent être acquises en plus et financées par ailleurs par ce niveau global. Des biais peuvent intervenir, en particulier s'il existe des différences dans le niveau d'expertise des observateurs.

E - Propositions d'amélioration

L'évaluation indique que les différences entre collectivités incluent aussi des différences dans la géomorphologie des récifs, ce qui devrait être pris en compte via par exemple un échantillonnage stratifié. Ainsi, certains récifs comporteront un platier, un lagon (avec éventuellement un pic corallien) et récif barrière ; chacune de ces zones est impactée par une perturbation donnée de manière différente.

L'évaluation formule un certain nombre de propositions d'améliorations et de développement de l'indicateur.

Elle préconise de ne pas changer d'échelle spatiale de manière « automatique » et insiste sur les plans d'échantillonnages et leur représentativité locale, ainsi que sur le raisonnement nécessaire avant agrégation à une échelle supérieure. Elle suggère également de changer de modèle statistique et de passer à un modèle multifactoriel en bloc, qui permettrait en outre de prendre en compte les changements d'échelle. Selon elle, le « succès » de l'indicateur repose essentiellement sur la qualité des données sources. Dans ce contexte, il conviendrait de s'assurer de l'homogénéité des données, en terme de protocoles d'échantillonnage (nombre de réplicats, fréquence des suivis) et de taille des séries temporelles. Comme évoqué précédemment, il conviendrait de travailler avec un indicateur à l'échelle locale/régionale, quitte à le synthétiser dans un deuxième temps à l'échelle nationale.

Par ailleurs, comme pour tout indicateur, certains aspects mériteraient d'être analysés de manière plus approfondie, par exemple le biais lié aux différents observateurs d'un même suivi. Un indicateur complémentaire spécifiquement dédié au suivi de la diversité des espèces et de leur préservation (cf. orientation/objectifs SNB) devrait être testé. Une déclinaison de la mesure pour différentes formes coralliennes pourrait aussi être envisagée.

En termes de données, le plan d'échantillonnage doit être stratifié et élaboré en fonction de la typologie des récifs, à chaque échelle spatiale. L'acquisition de données

supplémentaires sur les facteurs à l'origine des changements significatifs (cyclones, blanchissements, invasions de prédateurs) pourrait améliorer l'analyse et l'interprétation de l'indicateur. L'acquisition de plus de données (sites et/ou réplicats) dans les collectivités d'outre-mer qui en disposent le moins permettrait de rééquilibrer l'échantillonnage.

L'évaluation propose une réflexion sur la représentativité de la valeur de l'indicateur en fonction des données utilisées. Selon elle, comme pour tout indicateur basé sur des séries temporelles, il conviendrait de s'assurer de la qualité des données collectées au fil des suivis, de leur bancarisation, et cela de manière régulière. Une déclinaison de l'indicateur pour chaque COM est également suggérée.

Enfin, il conviendrait de s'assurer, en partenariat avec tous les acteurs impliqués dans la gestion et la conservation des récifs, que cet indicateur réponde bien à leurs objectifs.

F - Bibliographie des évaluateurs

De'ath G., Fabricius K.E., Sweatman H., Puotinen M. (2012) The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109: 17995-17999.

English S., Wilkinson C., Baker V. (1997) Survey manual for tropical marine resources. Australian Institute of Marine Science, 390 pp.

Facon M., Pinault M., Obura D., Pioch S., Pothin K., Bigot L., Garnier R., Quod J.P. (2016) A comparative study of the accuracy and effectiveness of Line and Point Intercept Transect methods for coral reef monitoring in the southwestern Indian Ocean islands. *Ecological Indicators* 60: 1045-1055.

Gill J.A., Gardner T.A., Watkinson A.R. (2005) Measuring coral reef decline through meta-analyses. *Philosophical Transaction of the Royal Society B*, doi 10.1098/rstb.2004.1591.

Mellin C., MacNeil MA, Cheal A, Emslie M, Caley MJ (2016) Marine protected areas increase resilience among coral reef communities. *Ecology Letters* 19: 629-637. DOI: 10.1111/ele.12598.

Musso B.M., Inglis G.J. (1998) Developing reliable coral reef monitoring programs for marine tourism operators and community volunteers. CRC Reef Research Centre Technical Report No. 24. Townsville, CRC Reef Research Centre, 134 pp.

Osborne K., Dolman A.M., Burgess S.C., Johns K.A. (2011) Disturbance and the Dynamics of Coral Cover on the Great Barrier Reef (1995-2009). *Plos One* 6: 1-10.

Pante E., Dustan P. (2012) Getting to the point: accuracy of point count in monitoring ecosystem changes. *Journal of Marine Biology* ID802875, 7 pp.

Price A.R.G., Keeling M.J., Stewart I.N. (2007) A robustness metric integrating spatial and temporal information: application to coral reefs exposed to local and regional disturbances. *Marine Ecology Progress Series* 331: 101-108.

Sequeira A., Mellin C., Delean S., Meekan M., Bradshaw C. (2013) Spatial and temporal predictions of inter-decadal trends in Indian Ocean whale sharks. *MEPS* 478: 185-195.

Référencement

Adjeroud, M., Mellin, C., Wantiez, L. & Aubertie, S. 2016. *Evaluation scientifique de l'indicateur « Evolution de l'état des récifs coralliens »*. In : *Fondation pour la recherche sur la Biodiversité (2016), Evaluation scientifique de 55 indicateurs de la Stratégie Nationale pour la Biodiversité, Expertise*. Ed. Barbara Livoreil et Sarah Aubertie, 296 pages. <http://www.fondationbiodiversite.fr/fr/societe/avec-la-societe/appui-a-la-decision/indicateurs/indicateurs-de-l-onb/evaluation-scientifique-des-indicateurs-2015.html>.



<http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr/>



www.fondationbiodiversite.fr

<http://www.fondationbiodiversite.fr/fr/societe/avec-la-societe/appui-a-la-decision/indicateurs/indicateurs-de-l-onb/evaluation-scientifique-des-indicateurs-2015.html>

L'Observatoire National de la Biodiversité (ONB) développe une base de données originale des indicateurs de biodiversité, comprenant des informations précises sur chaque indicateur. Cette base de données publique et gratuite doit également aider au choix d'indicateurs par différents usagers et au développement de nouveaux indicateurs. Intitulée i-BD² (pour Indicateurs de BioDiversité en Base de Données), son premier développement sert actuellement de base à un site internet où sont présentés les indicateurs de biodiversité de l'ONB (<http://indicateurs-biodiversite.naturefrance.fr>). Pour une première série d'indicateurs de l'ONB, il a été demandé à la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB) de coordonner une analyse scientifique critique selon une méthodologie transparente et indépendante, permettant de clarifier les forces et les faiblesses de ces indicateurs et améliorer leur fiche de description. Cette démarche doit également permettre l'amélioration de la structure-même de la base en ligne i-BD². Cette fiche présente la synthèse de cette expertise pour l'un de ces indicateurs.

La Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité (FRB) a coordonné l'analyse scientifique critique de 55 indicateurs du premier jeu de synthèse de la Stratégie Nationale de la Biodiversité (SNB). Les aspects scientifiques et techniques de chaque indicateur ont été examinés par des évaluateurs scientifiques qui se sont penchés sur les concepts qui sous-tendent la création de l'indicateur, les éléments utilisés pour estimer sa robustesse, sa fiabilité, sa précision, sa sensibilité. La qualité de l'évaluation scientifique a été assurée en mettant en œuvre une approche méthodologique standardisée (grille d'évaluation issue d'un travail scientifique collaboratif avec des experts internationaux), des évaluateurs qui ont travaillé de la même manière que des pairs évaluant une publication scientifique (anonymat, indépendance) ainsi qu'une forte transparence des processus et des résultats.