04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 49

SECTION 2 *Les indicateurs d'efficacité de la gestion des AMP*

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 50

CLAUDIO VELASQUEZ/NATUREPL.COM

Les mangroves, comme ci-dessus à Antsiranana, Madagascar, sont des zones de reproduction vitales pour les poissons et contribuent à empêcher l'érosion côtière. Toutefois, de nombreuses forêts de mangroves ne sont pas suffisamment protégées, affaiblissant ainsi le succès des AMP.

Les indicateurs d'efficacité de la gestion des AMP

Introduction

Cette section présente 42 indicateurs: 10 indicateurs biophysiques, 16 indicateurs socio-économiques et 16 indicateurs de gouvernance. Afin de les rendre applicables à toute une variété de buts et objectifs de l'AMP, ces indicateurs ont été développés au travers d'un processus rigoureux de deux années de recherche, d'évaluation et de validation sur le terrain par des experts.

Ces indicateurs ont été élaborés en vue de répondre à plusieurs critères afin de leur donner un caractère utile et pratique. Ces critères peuvent vous permettre de sélectionner les indicateurs les plus appropriés pour votre site, notamment dans la mesure où un but ou objectif donné peut être associé à un ou plusieurs indicateurs. Suivant les meilleures pratiques, un bon indicateur répond à cinq critères (cf. Margolius et Salafsky, 1998):

Mesurable: Peut être enregistré et analysé en termes quantitatifs et qualitatifs.

Précis: Défini de la même manière par tout le monde.

Constant: N'évolue pas au fil du temps de façon à toujours mesurer la même chose.

Sensible: Évolue proportionnellement aux changements effectifs de l'attribut ou de l'élément mesuré.

Simple: Les indicateurs simples sont généralement préférés aux indicateurs complexes.

Pour de plus amples informations sur la façon dont les indicateurs ont été développés (y compris le processus et le calendrier), veuillez vous référer à l'adresse http://effectiveMPA.2. gov/guidebook/background.html

Le niveau de difficulté

À chaque indicateur correspond un niveau de difficulté qui a pour but de vous éclairer sur la facilité relative avec laquelle l'indicateur correspondant peut être mesuré à l'aide des méthodes les plus élémentaires recommandées (dans certains cas, des méthodes plus complexes se traduiront par un ou deux points supplémentaires dans le niveau de difficulté). Ce niveau tient compte du temps, des compétences techniques, du budget et autres ressources nécessaires pour mesurer l'indicateur.

1 – l'indicateur est facile à mesurer
2 – l'indicateur est relativement facile à mesurer
3 – la mesure de l'indicateur nécessite des efforts modérés
4 – l'indicateur est relativement difficile à mesurer
5 – l'indicateur est difficile à mesurer

Encadré 10

UTILISATION DES INDICATEURS

Intitulé	*Signification*
Nom	Numéro et nom de l'indicateur.
But et objectif	Les buts et objectifs auxquels cet indicateur correspond (en rapport avec la liste générique plus vaste des buts et objectifs du projet de l'AMP).
Niveau de difficulté	Le niveau de difficulté que présente la mesure de l'indicateur (cf. ci-dessus).
Que signifie «(nom de l'indicateur)»?	Brève description de l'indicateur.
Pourquoi mesurer cet indicateur?	Finalité et fondement de l'indicateur..
Exigences	Ressources (humaines, matérielles) nécessaires à la collecte et à l'analyse des informations.
Comment collecter les données?	La méthode et l'approche adoptées pour recueillir les informations sur l'indicateur.
Comment analyser et interpréter les résultats?	Les méthodes et procédures d'analyse des données ainsi que des suggestions relatives à la présentation des résultats.
Produits	Quels sont les résultats et comment peuvent-ils être utilisés par l'AMP?
Points forts et limites	Quelle est l'utilité globale de l'indicateur et quels problèmes son utilisation est-elle susceptible de soulever?
Exemple sur le terrain	Un exemple d'utilisation de l'indicateur.
Références et liens Internet utiles	Suggestions de sources d'informations relatives aux méthodes et d'explications complémentaires concernant l'indicateur.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 52

Optimisation du temps et des ressources

En fonction des indicateurs que vous avez sélectionnés, certains peuvent être collectés conjointement. Cela implique a) de collecter des données strictement identiques pour deux indicateurs ou davantage, ou b) d'avoir recours aux mêmes méthodes ou à des méthodes similaires afin de collecter des données différentes pour deux indicateurs ou davantage. L'encadré ci-dessous présente des groupes d'indicateurs susceptibles d'être mesurés ou collectés simultanément.

Encadré 11

GROUPES D'INDICATEURS

Groupes d'indicateurs biophysiques

- B1, B2 – mêmes données collectées sur les comptages et longueurs des espèces focales.
- B1, B4 – mêmes méthodes utilisées pour mesurer l'abondance relative.
- B1, B4, B7 – données similaires collectées sur le débarquement des captures et les espèces cibles.
- B2, B5 – méthodes similaires utilisées pour mesurer les recrues.
- B1, B2, B3, B4, B5 – approche et méthodes similaires d'étude.
- B1, B3 – données similaires collectées sur l'utilisation de l'habitat.
- B4, B6 – consacrés à la composition de la communauté.
- B10, B1 – B8, S3, S1, S5, S10, G1, G4, G14 – dédiés aux impacts humains.
- B10, B7 – examinent les retombées sur les activités humaines.
- B7, B4, B6 – étudient les niveaux trophiques.
- B9, B10 – méthodes similaires pour les mesuresaériennes.

Groupes d'indicateurs socio-économiques

- S2, S3, S6, S9, S10, S13, S14 – les données peuvent être collectées à partir d'une enquête auprès des ménages.
- S8, S11 – les données peuvent être collectées à partir d'un entretien auprès des informateurs clés.

Groupes d'indicateurs de gouvernance

- G2, G3, G6, G7, G9, G14, G15, G16 – les données sont collectées à partir d'entretiens avec les gestionnaires et/ou le personnel de l'AMP.

Veuillez noter que même si les autres indicateurs de gouvernance nécessitent tous des entretiens avec les parties prenantes, les groupes de parties prenantes concernés sont différents pour chaque indicateur.

NOAA PHOTO LIBRARY

Les indicateurs biophysiques

Introduction

Outre les nombreux avantages et objectifs sociaux que présentent les AMP, celles-ci constituent véritablement un outil de conservation des conditions biophysiques de nos côtes et océans. À ce titre, le recours à des indicateurs pour mesurer ces conditions revêt généralement un intérêt majeur pour les gestionnaires dont l'activité est d'évaluer l'efficacité d'une AMP.

Il existe souvent un lien explicite et étroit entre l'état biologique du milieu marin et les moyens de subsistance, le revenu et la sécurité alimentaire des individus qui l'utilisent et en dépendent. Par conséquent, la mesure des indicateurs biophysiques permet non seulement de caractériser les écosystèmes naturels mais elle peut également s'avérer utile lorsqu'elle est envisagée sous l'angle des conditions socio-économiques et de gouvernance rencontrées à l'intérieur de l'AMP et dans ses environs. Par exemple, les produits biologiques (comme le poisson) et les services écologiques (comme le cycle des substances nutritives on utilise souvent le néologisme «nutriments» au lieu de «substances nutritives») générés à partir d'AMP gérées efficacement peuvent être envisagés en termes financiers, l'AMP représentant un «compte bancaire» qui conserve le capital naturel dont l'avenir de la société dépend. Si ce capital naturel est préservé et s'il lui est possible d'augmenter au fil du temps, le «revenu» généré à partir de ce «capital» peut être en mesure de fournir des produits et services écologiques d'utilité immédiate pour les individus, tout en leur offrant également une sécurité pour l'avenir. Sans les AMP, une part trop importante de ce capital naturel serait peut-être «gaspillée» par la société, épuisant ainsi le «capital» au fil du temps. Six des indicateurs biophysiques (B1, B2, B3, B4, B6, et B8) peuvent être utilisés pour évaluer dans quelle mesure le «capital» est préservé et disponible, tandis que les quatre autres indicateurs (B5, B7, B9, et B10) examinent la proportion de «revenu» susceptible d'être influencée par les activités de l'AMP.

Les 10 indicateurs biophysiques présentés dans ce guide se rapportent à l'une des trois catégories suivantes: biotique, abiotique et aérienne. Les six premiers indicateurs (B1 – B6) sont utilisés pour évaluer le contexte biotique à l'intérieur de l'AMP et dans les zones voisines. Les indicateurs B1 et B2 permettent d'examiner l'état des populations d'espèces. La mesure de ces deux indicateurs présente une difficulté moyenne et dépend de l'étendue du site à échantillonner et de la facilité avec laquelle les organismes à étudier peuvent être observés ou capturés. Les indicateurs B3 à B6 visent à caractériser les conditions écologiques et bien qu'importants, ils comptent parmi les indicateurs les plus délicats à mesurer. Les indicateurs B5 et B6 nécessitent notamment des capacités, disponibilités et ressources humaines dont la plupart des AMP dans le monde ne disposent probablement pas. La question de l'éventuelle élimination de l'indicateur B6 en raison de sa complexité et de sa capacité discutable à démontrer une gestion efficace dans de nombreuses AMP polyvalentes et étendues a soulevé de nombreux débats et réflexions. Un consensus en faveur du maintien de cet indicateur a finalement été atteint car les gestionnaires et les experts ont estimé qu'une meilleure compréhension et gestion des relations trophiques était indispensable à la réussite de la conception et de l'utilisation des AMP.

> *Notez que les indicateurs biotiques (notamment B1, B2 et B3) reposent de manière significative sur la comparaison de données collectées à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. Il est par conséquent nécessaire d'adopter une approche d'échantillonnage appropriée dans les deux zones.*

L'indicateur B7 est un indicateur quasi-biotique qui mesure le niveau de certains des produits biologiques générés à partir du milieu marin (à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP). Il évalue les tendances concernant les méthodes d'exploitation, le rendement et les efforts dans le domaine de la pêche de façon à refléter la productivité et la santé des stocks exploités.

B8 est le seul indicateur présenté dans ce guide qui permet d'évaluer les conditions abiotiques du milieu marin.

Enfin, les indicateurs B9 et B10 sont des mesures localisées des changements biophysiques observés. L'intégration de ces deux indicateurs aériens dans la catégorie biophysique a été largement débattue tout au long de leur développement et de leur expérimentation. Dans la mesure où ils visent directement à caractériser les conditions biologiques de l'AMP, ils n'ont pas été affectés à la catégorie des indicateurs de gouvernance bien qu'ils soient les indicateurs les plus étroitement liés à cette question et qu'ils exigent la collecte de données similaires.

Tous les indicateurs ne seront pas appropriés pour chacune des AMP. Certains d'entre eux nécessitent davantage de compétences, de personnel, de ressources financières et de temps que d'autres. Des méthodes de base peu coûteuses ont été fournies dans la mesure du possible, et ce, même pour les indicateurs qui figurent parmi les plus délicats, bien que leur mesure puisse se révéler descriptive, fortement subjective, et par conséquent moins précise et moins fiable.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 54

© WWF-Canon/Edward Parker

▲ ***Comme dans les 11 autres AMP pilotes, plusieurs indicateurs biophysiques ont été testés entre 2002 et 2003 dans le parc marin de l'île Mafia en Tanzanie. Ci-dessus, un agent du WWF teste une nouvelle maille de filet sur l'île de Mafia.***

Tous les indicateurs biophysiques, à l'exception de deux (B6 et B9), ont été testés avec succès par des AMP volontaires. Malgré la complexité de bon nombre d'entre eux, les huit autres indicateurs ont été déclarés utiles aux équipes d'évaluation qui les ont testés afin de mesurer leur réussite dans la poursuite de la réalisation des objectifs biophysiques fixés pour leur AMP et d'en rendre compte.

Notez que dans certains cas, la mesure des conditions biophysiques à l'intérieur et autour de l'AMP n'est pas nécessairement révélatrice de l'efficacité de la gestion car ces conditions peuvent être imperméables à l'influence d'une AMP, même des mieux gérées, et hors du contrôle de ses gestionnaires. Dans de tels cas, les indicateurs peuvent être utilisés afin de faire ressortir ce point et de permettre aux gestionnaires de souligner ouvertement auprès des décideurs, du public et des donateurs que certaines des conditions environnementales ne peuvent être maîtrisées par l'AMP et l'équipe de gestion.

Il n'a pas été facile pour les collaborateurs et auteurs de résumer correctement mais succinctement les nombreuses méthodologies de contrôle et d'analyse proposées à l'équipe d'évaluation afin de mesurer les attributs biophysiques. La plupart de ces méthodes étant largement documentées dans la littérature scientifique, les indicateurs biophysiques ne peuvent toutes les examiner ni ne visent un tel objectif. Les descriptions des indicateurs présentées dans ce guide s'attachent plutôt volontairement à résumer quelques-unes des méthodes de base, les plus largement reconnues et les plus activement appliquées dans la pratique. Des considérations analytiques concernant les données collectées ont été introduites sur la base d'une approche similaire. Certaines des techniques les plus avancées de collecte et d'analyse de données sont citées dans les références mais ne constituent pas l'objet principal des informations synthétisées dans ce guide.

La question de la normalisation ou non des méthodes et références relatives à la mesure des indicateurs biophysiques, qui conditionne l'existence de choix méthodologiques pour le lecteur, a en outre été largement examinée. Finalement, la plupart des évaluateurs, des sites d'expérimentation et des collaborateurs ont convenu que la possibilité d'options de mesures multiples constituerait l'approche la plus flexible et inclusive, compte-tenu: a) de la réalité des spécificités propres au site des caractéristiques biophysiques de la plupart des AMP, et b) du fait que les équipes d'évaluation disposeront de capacités et de ressources différentes. Par conséquent, ce guide ne préconise pas l'adoption d'une méthode de mesure au détriment d'une autre. La responsabilité du choix de la méthode «appropriée» incombe à l'équipe d'évaluation qui est invitée à se baser sur son expertise, son appréciation et sa connaissance du site pour décider de la méthode la plus adaptée à une analyse et une utilisation au sein de son AMP, au regard des spécificités des organismes, des communautés et de l'environnement étudiés.

Notez que les méthodes de base proposées pour la mesure des indicateurs ne constituent qu'un point de départ. Il est possible qu'elles n'apportent pas toujours des preuves fiables ou suffisantes de l'efficacité du fonctionnement de votre AMP. Les méthodes énumérées sont plutôt proposées en vue d'une première évaluation de certaines des conditions biophysiques fondamentales rencontrées à l'intérieur d'une AMP et dans ses environs. Ainsi, il convient de ne pas considérer ces méthodes comme une liste exhaustive de moyens de mesure de ces conditions. Les méthodes présentées font encore pour certaines l'objet d'expérimentations et d'études et sont continuellement affinées.

Veillez à ne pas vous réjouir ou à paniquer trop vite après avoir obtenu les résultats! De nombreuses années d'observation et de validation minutieuses et cohérentes seront nécessaires pour qu'une équipe puisse commencer à distinguer clairement les effets écologiques d'une AMP dans un contexte de variabilité des conditions naturelles.

Références utiles

Bell, J.D., Craik, G.J.S., Pollard, D.A. et Russell, B.C. (1985). «Estimating length frequency distribution of large reef fish underwater». *Coral Reefs* 4: 41–44.

Clarke, K.R. et Warwick, R.M. (2001). *Change in marine communities: An Approach to Statistical Analysis and Interpretation*. 2nd edition. Primer-E, Plymouth, UK.

Dartnall, H.J. et Jones, M. (1986). *A manual of survey methods of living resources in coastal areas*. ASEAN-Australia Cooperative Programme on Marine Science Hand Book. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australie.

Done, T.J. et Reichelt, R.E. (1998). «Integrated coastal zone and fisheries ecosystem manage¬ment: generic goals and performance indices». *Ecological Applications* 8 (supplément): 110–118.

Elliot, J.M. (1977). «Some methods for statistical analysis of benthic invertebrates». *Freshw. Biol. Assoc. Sci. Publ.*, U.K 25: 1–156.

English, S., Wilkinson, C. et Baker, V. (eds.) (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources. 2nd Edition*. Australian Institute for Marine Science, Townsville, Queensland, Australie.

Grumbine, R.E. (1994). «What is Ecosystem Management?» *Conservation Biology* 8(1): 2738.

Hilborn, R. et Walters, C.J. (1992). *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, dynamics, and uncertainty*. Chapman and Hall, New York, NY, USA.

Lackey, R.T. (1995). «Ecosystem Management: Implications for Fisheries Management.» *Renewable Resources Journal* 13 (4): 11–13.

Ludwig, D., Hilborn, R. et Walters, C.J. (1993). «Uncertainty, resource exploitation, and conservation: lessons from history». *Science* 260: 17–18.

Odum, E.P. (1971). *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders Co., Philadelphia, PA, USA.

Sale, P.F. (2002). «he science we need to develop for more effective management» Sale, P.F. (ed.), *Coral Reef Fishes: Dynamics and diversity in a complex ecosystem*. Academic Press, San Diego, USA. pp. 361–376.

Tupper, M. (2002). «Marine reserves and fisheries management». *Science* 295: 1233.

NOAA Photo Library

Chris Gomersall/naturepl.com

Figure 2 Buts, objectifs, indicateurs biophysiques

Tableau récapitulatif

Buts (n=5) et objectifs (n=26) biophysiques couramment associés à l'utilisation d'une AMP

Correspondance entre les indicateurs biophysiques et les buts et objectifs communs

		B1 Abondance des espèces focales	B2 Structure de population des espèces focales	B3 Complexité et répartition de l'habitat	B4 Composition et structure de la communauté	B5 Succès du recrutement au sein de la communauté	B6 Intégrité du réseau trophique	B7 Type, niveau et rentabilité de l'effort de pêche	B8 Qualité de l'eau	B9 Zones présentant des signes d'amélioration	B10 Zones soumises à un impact humain nul ou limité
BUT 1	**Maintien ou protection des ressources marines**										
1A	*Rétablissement ou maintien à des points de référence choisis des populations d'espèces cibles utilisées à des fins extractives ou non extractives*	●	●				●	●			
1B	*Prévention des pertes de diversité biologique et de la dynamique et de la structure de l'écosystème*			●	●	●			●		
1C	*Protection des populations d'espèces cibles utilisées à des fins extractives ou non extractives contre les captures sur sites et/ou au cours des stades biologiques où elles deviennent vulnérables*	●	●		●		●	●		●	●
1D	*Réduction, prévention ou interdiction totale de la surexploitation des ressources marines vivantes ou non vivantes*	●	●		●		●	●			●
1E	*Amélioration ou maintien du rendement des captures dans les zones de pêche situées à proximité immédiate de l'AMP*	●				●		●		●	●
1F	*Accroissement ou maintien du taux de régénération des stocks halieutiques au sein de l'AMP*	●	●					●		●	
BUT 2	**Protection de la diversité biologique**										
2A	*Représentation et protection suffisante des écosystèmes, communautés, habitats, espèces et patrimoines génétiques locaux*				●	●		●		●	●
2B	*Maintien des fonctions de l'écosystème*						●		●	●	
2C	*Protection des espèces rares, à distribution restreinte ou endémiques*	●	●		●						
2D	*Protection des zones essentielles pour les différents stades biologiques des espèces*		●	●				●	●		●
2E	*Élimination ou diminution des menaces et des impacts anthropiques à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'AMP*				●				●		●
2F	*Juste répartition sur l'ensemble de l'AMP des risques de perturbations ingérables*										
2G	*Éradication ou prévention de l'établissement d'espèces et génotypes étrangers et envahissants*	●			●						
BUT 3	**Protection des espèces individues**										
3A	*Accroissement ou maintien de l'abondance des espèces focales*	●	●	●			●	●		●	
3B	*Rétablissement ou maintien de l'habitat et des fonctions de l'écosystème nécessaires à la survie des espèces focales*			●	●		●	●	●	●	
3C	*Élimination ou diminution des menaces et des impacts anthropiques à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'AMP*							●	●		●
3D	*Éradication ou prévention de l'établissement d'espèces et génotypes étrangers et envahissants*	●	●		●						
BUT 4	**Protection des habitats**										
4A	*Rétablissement et/ou maintien de la qualité et/ou de la quantité des habitats*			●	●	●			●	●	
4B	*Protection des processus écologiques indispensables à l'existence des habitats*			●	●	●			●	●	
4C	*Élimination ou diminution des menaces et des impacts anthropiques à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'AMP*			●	●	●			●		●
4D	*Éradication ou prévention de l'établissement d'espèces et génotypes étrangers et envahissants*	●		●	●				●		
BUT 5	**Restauration des zones dégradées**										
5A	*Rétablissement des populations d'espèces indigènes à des points de référence choisis*	●					●	●		●	
5B	*Restauration des fonctions de l'écosystème*	●	●		●				●	●	
5C	*Restauration ou réhabilitation de la qualité et/ou de la quantité des habitats*		●	●	●				●	●	
5D	*Élimination ou diminution des menaces et des impacts anthropiques à l'intérieur et/ou à l'extérieur de l'AMP*	●			●				●	●	●
5E	*Éradication ou prévention de l'établissement d'espèces et génotypes étrangers et envahissants*	●		●	●					●	

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 58

BRANDON COLE/NATUREPL.COM

Dans les Caraïbes, un grand dauphin **(Tursiops truncatus)** *saute hors de l'eau. Les mammifères marins sont des symboles utiles pour représenter les AMP auprès du public.*

INDICATEUR BIOPHYSIQUE 1 *Abondance des espèces focales*

Que signifie «abondance des espèces focales»?

L'**abondance** des espèces correspond au nombre d'individus d'une espèce particulière relevé à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. L'abondance des espèces est un témoin communément utilisé pour appréhender l'effectif d'une population et qui est supposé refléter l'état d'une population d'espèces au sein d'une zone spécifique; il permet par exemple de mesurer si la population considérée s'accroît au fil du temps. La densité d'une espèce est déterminée par l'étude de son abondance dans une unité de surface déterminée. L'abondance des espèces est l'une des mesures de réussite biologique de l'efficacité de la gestion la plus largement utilisée.

Une **espèce focale** est un organisme ayant de la valeur sur le plan écologique et/ou humain et qui présente un intérêt prioritaire pour la gestion par l'intermédiaire de l'AMP. Plusieurs types d'espèces focales peuvent être identifiés pour une AMP donnée (cf. encadré B1). Pour de nombreuses AMP, les buts et objectifs sont directement liés à la nécessité d'assurer la protection de certaines espèces focales.

L'abondance des espèces focales peut également être définie comme la fréquence relative d'une espèce donnée par rapport aux autres espèces au sein de la même communauté, ce qui correspond à l'indicateur B4.

Pourquoi mesurer cet indicateur?

La protection, l'amélioration et/ou le maintien des populations d'espèces focales comptent parmi les justifications les plus répandues de l'utilisation des AMP. L'accroissement et le maintien sur la durée du nombre d'espèces focales dans l'AMP est généralement considéré comme révélateur d'une utilisation efficace de l'AMP. Par conséquent, la surveillance de l'évolution de l'abondance des populations d'espèces focales constitue l'une des activités les plus couramment supervisées par les gestionnaires d'AMP. Les méthodes de base utilisées afin de comparer le nombre d'individus d'une population observée à l'intérieur d'une AMP à celui de la même population rencontrée à l'extérieur d'une AMP sont heureusement peu complexes et assez faciles à appréhender.

Les populations d'espèces focales qui résident dans l'AMP sont protégées et peuvent se développer,

Encadré B1

TYPES D'ESPÈCES «FOCALES»

(adapté from Noss, 1990)

- Espèces endémiques – espèces qui ne sont rencontrées à l'état naturel que dans dans les eaux voisines de l'AMP.
- Espèces exotiques – espèces non indigènes dont les effets négatifs sur l'écologie locale sont préoccupants, comme les algues introduites qui prolifèrent de manière agressive et étouffent l'habitat indigène.
- Espèces vedettes - espèces charismatiques ayant une importance sociale et culturelle et par conséquent utilisées par les gestionnaires en tant que symboles des efforts de l'AMP afin de susciter l'intérêt et le soutien du public.
- Espèces témoins – espèces qui indiquent comment les perturbations peuvent se répercuter sur d'autres organismes au sein de la communauté, comme les loutres de mer dans les forêts de varech.
- Espèces pivots – espèces dont dépendent directement d'autres espèces au sein de la communauté. Par exemple, les poissons prédateurs de niveau trophique supérieur qui maintiennent une chaîne alimentaire côtière ou encore les espèces de récifs coralliens qui fournissent un espace vital (habitat) à d'autres espèces.
- Espèces cibles – espèces qui présentent un intérêt en raison de leur utilisation à des fins extractives ou non extractives. Par exemple, les mollusques généralement capturés pour les besoins alimentaires locaux ou les baleines à bosse qui attirent les touristes sur le site. Dans la mesure où toutes les espèces cibles ne seront pas prioritaires en matière de gestion, elles ne seront par conséquent pas toutes apparentées à des espèces focales.
- Espèces vulnérables – espèces connues pour être moins résilientes aux changements environnementaux que d'autres espèces dans la communauté et/ou qui nécessitent une gestion attentive pour pouvoir subsister. Par exemple, les organismes à croissance lente ou qui ont peu de descendants ou encore les espèces menacées, en voie de disparition ou rares (comme celles qui figurent sur la liste rouge des espèces menacées de l'UICN).

NOAA PHOTO LIBRARY

▶ ***Les requins comme le requin blanc* (Carcharodon carcharias) *ont souvent des fonctions d'espèces focales dans les AMP. La plupart d'entre eux jouent le rôle d'espèces pivots en tant que prédateurs supérieurs mais ils sont également utilisés comme espèces vedettes afin de renforcer l'intérêt du public vis-à-vis des besoins et activités des AMP en termes de gestion.***

Se rapporte aux buts et objectifs

BUT 1
1A 1C
1D 1E
1F

BUT 2
2C 2G

BUT 3
3A 3D

BUT 4
4D

BUT 5
5A 5B
5D 5E

Niveau de difficulté 3 1–5

B1

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 60

mais leurs individus sont susceptibles de migrer ou de se «propager» dans les zones voisines non protégées, accroissant ainsi la biomasse disponible pour l'usage humain. Par conséquent, de nombreux gestionnaires sont non seulement chargés de montrer comment le nombre d'individus des espèces focales augmente au sein de l'AMP au fil du temps, mais également comment ces effectifs s'accroissent dans les eaux voisines de l'AMP.

Par ailleurs, le maintien de populations saines d'espèces charismatiques comme les baleines ou les tortues peut présenter un intérêt pour les utilisateurs à des fins récréatives, les visiteurs et le grand public, conduire à une hausse des revenus du tourisme et à un soutien accru du public et permettre à l'AMP de continuer à exister. Enfin, le fait de montrer clairement aux décideurs comment une AMP conduit à l'accroissement ou à la conservation du nombre d'espèces focales peut contribuer à garantir le soutien financier et politique nécessaire au maintien et/ou au développement futur des efforts de gestion.

Cet indicateur peut en outre constituer un témoin utile de la présence/absence d'espèces envahissantes et de l'ampleur (abondance) de cette présence.

Exigences

- Une liste des espèces focales (examinée et approuvée par les parties prenantes).
- Sites d'échantillonnage définis à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP.
- Un nombre suffisant de personnel et/ou de bénévoles formés aux méthodes d'étude et à l'identification taxonomique.
- Un bateau (avec équipements de sécurité) et un moteur.
- Outils d'étude (un mètre ruban, une boussole, un câble de remorquage, une ardoise sous-marine par exemple).
- Équipement de plongée (masque et tuba ou scaphandre autonome).
- Un système GPS portable.
- Appareil photo numérique étanche (pour vérifier les identifications des espèces).
- Techniques avancées (le cas échéant): photographie aérienne, imagerie satellite, et systèmes d'information géographique; petit avion ou hélicoptère (pour les grands organismes); matériel d'étiquetage et de télémesure; caméra vidéo numérique et boîtier étanche.

Comment collecter les données?

Avant de commencer à collecter les données, l'équipe d'évaluation devra disposer d'une liste des espèces focales présentes dans l'AMP et ses environs, devant être observées au cours de la période d'évaluation. Dans certains cas, ni l'équipe d'évaluation, ni l'équipe de gestion de l'AMP ne connaissent précisément ces espèces. Un nombre discret d'espèces focales doit alors être identifié par l'équipe et listé par écrit. Il peut à cet effet s'avérer utile de passer en revue les différents types d'espèces focales (cf. encadré B1 ci-dessus) présents dans l'AMP. Cette liste doit être examinée et approuvée par les principales parties prenantes impliquées dans la gestion de l'AMP préalablement à la réalisation de l'étude.

> *Notez que des discussions sont en cours au sein de la communauté scientifique concernant le niveau taxonomique auquel les mesures de l'abondance sont le mieux collectées. Nous nous intéressons ici aux comptages réalisés au niveau des espèces (par opposition aux genres ou familles) pour les organismes qui ont une place importante au sein de l'AMP.*

Certaines AMP n'ont que quelques espèces focales à surveiller contre des dizaines dans d'autres sites. Le nombre d'espèces focales pouvant raisonnablement être étudiées pour mesurer cet indicateur dépendra largement des capacités et des ressources de l'équipe d'évaluation.

Un certain nombre de techniques peuvent être utilisées afin de mesurer l'abondance d'une population d'espèces focales dans un site déterminé. Celles-ci sont largement documentées dans la littérature et ne sont par conséquent pas rappelées ici. Quelques-unes des références les plus communément utilisées dans la pratique et pouvant être utiles à l'équipe d'évaluation sont énumérées à la fin de cette section. Toutefois, d'une manière générale, trois approches communes peuvent être utilisées pour évaluer l'abondance des populations d'espèces focales:

a) l'évaluation du nombre d'individus observés *in situ*;

b) l'évaluation de l'étendue de la population observée en termes de surface (par exemple la couverture totale en km² des zostères marines évaluée à l'aide d'un GPS) ou de **biomasse** (par exemple la surface terrière ou litière feuillue des palétuviers) par le biais d'études in situ ou de l'utilisation de technologies de télédétection (la photographie aérienne et la technologie satellite par exemple); et

c) l'évaluation des quantités débarquées (prises de pêche) des espèces focales capturées dans le site concerné.

BRANDON COLE/NATUREPL.COM

▲ ***Avec les espèces focales très mobiles à l'habitat étendu comme la baleine à bosse, la comparaison des données d'abondance entre l'intérieur et l'extérieur de l'AMP n'est pas nécessairement pertinente dans la mesure où les individus sont susceptibles de tous appartenir à la même population.***

Au niveau le plus basique, l'équipe d'évaluation devra estimer le nombre d'individus observés in situ au sein de l'aire d'étude en fonction des classes d'abondance. Pour certaines espèces, l'observation in situ peut simplement s'effectuer à la nage ou par remorquage à l'arrière d'un bateau. Pour les espèces très mobiles, un bateau, un avion ou un hélicoptère peuvent s'avérer nécessaires. Le comptage absolu des individus correspond à une mesure plus précise que les classes. Si l'équipe d'évaluation dispose du temps, du personnel et des ressources nécessaires, mieux vaut privilégier les comptages absolus, notamment pour les espèces qui se prêtent à cette méthode (les espèces rares, à faible densité de population ou confinées dans de petites aires d'étude par exemple). Selon la densité des espèces et l'étendue du site échantillonné, les comptages absolus peuvent se révéler trop longs et laborieux pour pouvoir raisonnablement être réalisés.

Le choix de la technique d'étude appropriée pour les comptages in situ d'une espèce focale déterminée dépendra largement de son comportement et de son cycle biologique. Toutefois, afin de déterminer la méthode la plus adaptée, les règles empiriques suivantes peuvent être appliquées:

a) Les espèces **sessiles**, **sédentaires** et les espèces **benthiques** à l'habitat peu étendu (comme les ormeaux ou l'étoile de mer épineuse) peuvent être observées au sein ou le long d'une série de quadrats, parcelles, transects ou points de relevé positionnés de façon aléatoire (idéalement) ou stratifiés systématiquement et en continu en deux emplacements ou plus sur des sites d'étude déterminés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP.

b) Les espèces mobiles (comme les poissons ou les loutres de mer) et les espèces benthiques à l'habitat plus étendu (comme le homard) peuvent être échantillonnées par recensement visuel sous-marin à l'aide de points de relevé multiples (positionnés par GPS), de transects en bande (notamment pour les invertébrés sédentaires) et de nages chronométrées (incrémentales et d'une durée constante de 15 minutes et à une distance de 10 m de part et d'autre d'une ligne imaginaire) le long de profils de profondeur fixe dans les habitats concernés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. Il convient d'enquêter au niveau de plusieurs profils de profondeur (c'est-à-dire moins profond, plus profond) selon le type d'habitat/ fond étudié. La méthode des nages chronométrées peut se révéler plus adaptée pour le comptage des grands poissons mobiles, tandis que les méthodes des points de relevé et des transects conviennent peut-être davantage aux poissons de taille plus réduite.

c) Les espèces à l'habitat étendu et les espèces hautement migratoires (comme les oiseaux marins, les tortues ou les mammifères) peuvent être observés in situ par observation visuelle ou suivis à l'aide de radio-émetteurs et de **systèmes de télémesure**.

La mesure de l'étendue (en termes de surface ou de biomasse) ou des quantités débarquées d'une espèce focale est évoquée plus en détail dans les sections relatives aux indicateurs B4 (p. 85 à 92) et B8 (p. 112 à 116).

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 62

NOAA Photo Library

▲ ***Au Nord-Ouest des îles Hawaï, les phoques moines endémiques (Monachus schauinlandi) font tout au long de l'année l'objet d'une étroite surveillance visant à mieux comprendre les effets du nouveau sanctuaire marin sur les populations résidentes.***

d) L'étude des espèces **cryptiques** et rares peut nécessiter l'utilisation de techniques différentes de celles utilisées pour d'autres espèces focales d'intérêt.

Les détails méthodologiques de ces règles empiriques sont bien documentés dans la littérature et sont référencés à la fin de la description de cet indicateur. La réplique de l'étude devra être effectuée à la fois dans les zones de traitement et dans les zones de référence au niveau de sites d'échantillonnage et de profondeurs multiples dont la localisation s'effectuera de façon aléatoire ou systématique.

La collecte de données relatives à la taille d'une population d'espèce focale permettra également aux évaluateurs de mesurer l'indicateur B2.

Le cas échéant, les comptages des différentes espèces focales devront si possible être réalisés lors de la même étude afin d'optimiser les investissements en termes de temps et de ressources humaines et financières.

Outre le simple comptage des individus observés, l'équipe d'évaluation devra si possible tenter de collecter les données relatives à la taille pour la population de l'espèce focale concernée. Ces informations peuvent permettre aux gestionnaires d'aller au-delà de la simple estimation du nombre d'individus présents et de mieux comprendre la répartition des individus observés par classe de taille – c'est-à-dire, la proportion des individus de taille plus petite (juvéniles) et celle des individus de taille plus importante (adultes) dans la population considérée. Une répartition égale des individus entre les différentes classes de taille peut indiquer qu'il existe un stock reproducteur et par conséquent, que l'abondance de la population pourra à l'avenir être accrue ou maintenue. Les méthodes utilisées afin de collecter les données relatives à la taille sont présentées dans la partie consacrée à l'indicateur B2. Les classes de taille peuvent être définies par des intervalles fixes et égaux: des diamètres de 10 cm ou des longueurs de 1 m par exemple. La collecte de données sur les invertébrés sédentaires peut s'avérer plus aisée que sur les vertébrés mobiles, car les premiers se laissent manipuler et mesurer. Il est possible d'apprendre à estimer précisément la longueur des vertébrés mobiles (comme les poissons) avec un peu de pratique (cf. références ci-dessous).

Si des données relatives à la taille sont également collectées, reportez-vous à l'indicateur B2 pour obtenir des informations concernant l'analyse et l'interprétation de ces données.

Il convient de collecter régulièrement des données sur la mesure de l'abondance (et de la taille, le cas échéant) des espèces focales, selon le cycle biologique et le comportement de/des (l')organisme(s) concerné(s). Ce type de données devra être collecté au minimum tous les ans ou tous les deux ans. En théorie, ces données devraient être collectées deux fois par an ou tous les trimestres. Elles devront être recueillies à partir de sites d'échantillonnage situés à l'intérieur (zone de traitement) et à l'extérieur (zone de référence) de l'AMP, y compris à partir des zones se trouvant à proximité immédiate des frontières de l'AMP afin de détecter les effets de «propagation». Le cycle biologique et le comportement saisonnier des espèces étudiées doivent être pris en compte pour déterminer la planification et la fréquence logique des études au cours de l'année. Les répliques des études devront chaque année être menées le même jour du mois ou le plus près possible de ce jour.

Si l'équipe d'évaluation doit mesurer l'abondance d'espèces exotiques, il lui sera utile de disposer d'une liste de contrôle actualisée des espèces envahissantes connues et supposées peupler le site étudié afin d'identifier et éventuellement de détecter rapidement la présence de nouvelles espèces sur le site. Des informations sur les espèces exotiques supposées et connues peuvent être obtenues auprès des groupes de travail de l'UICN sur les espèces envahissantes régionales.

Le cas échéant, des technologies plus sophistiquées peuvent également permettre de surveiller l'abondance des espèces focales. Par exemple, des images capturées grâce à l'utilisation de la vidéo et/ou de la photographie sous-marines à des distances fixes le long d'un transect peuvent ultérieurement être analysées à terre en vue de calculer minutieusement la fréquence des espèces focales. Cela s'avère particulièrement utile dans les eaux plus profondes où il peut être dangereux de respirer de l'air comprimé pendant des périodes de plongée prolongées. Le suivi des populations de grands organismes migrateurs peut nécessiter l'utilisation de radio-émetteurs et de systèmes de télémesure. Les technologies d'étude par photographie aérienne et de télédétection peuvent en outre aider les évaluateurs à étudier les populations importantes d'organismes et/ou d'échantillons avec une couverture suffisante dans les AMP étendues. Ces techniques avancées impliqueront des ressources et des capacités beaucoup plus importantes que les comptages *in situ*.

Comment analyser et interpréter les résultats?

Rassemblez, enregistrez et gérez les données collectées au sein de la base de données d'évaluation de l'AMP. Tracez une représentation graphique de l'évolution dans le temps de la fréquence (axe des ordonnées) des individus d'une espèce focale observée à l'intérieur de l'AMP et de cette évolution à l'extérieur de l'AMP (axe des abscisses). La comparaison dans le temps de l'évolution des espèces focales présentes à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP révèle-t-elle des tendances ou changements observables? Les zones extérieures voisines de l'AMP témoignent-elles d'un effet de «propagation»? À l'aide des méthodes statistiques (tests t de Student, analyses de variance par exemple), comparez l'évolution dans le temps des populations des mêmes espèces focales échantillonnées à l'intérieur de l'AMP, celle des populations de ces mêmes espèces focales échantillonnées à l'extérieur de l'AMP puis comparez ces évolutions entre elles. Les changements perçus ou les tendances observées à l'intérieur de l'AMP sont-ils fiables par rapport à la variabilité rencontrée à l'extérieur de l'AMP? Des espèces envahissantes connues ou nouvelles ont-elles été observées au cours de l'étude?
Calculez une estimation brute de la densité des espèces focales en divisant le nombre total d'individus observés (fréquence) par la surface échantillonnée. Comparez l'évolution dans le temps des densités observées à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. Représentez graphiquement la répartition de ces densités sur le site étudié. Tentez de dégager certaines caractéristiques à partir de la densité observée: les individus sont-ils uniformément répartis sur l'ensemble des sites étudiés ou sont-ils regroupés au niveau de certains sites échantillonnés?

Élaborez une représentation graphique de l'abondance (axe des ordonnées) relative des populations observées des différentes espèces focales (axe des abscisses, sous la forme d'histogrammes) au sein de la communauté. Surveillez l'évolution dans le temps de l'abondance relative de ces populations d'espèces focales. Une quelconque relation proportionnelle ressort-elle de l'abondance relative de ces populations? L'abondance relative des différentes espèces focales observées au sein de la communauté évolue-t-elle ou reste-t-elle constante? Des espèces

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 64

Produits (pour chaque espèce focale étudiée)

- Un profil de l'abondance (en termes de classes, de comptages absolus, de surface ou de biomasse) à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP.
- Une estimation des densités de population à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP.
- Une idée de la façon dont la population étudiée est répartie sur le site d'étude, à savoir sous la forme de groupes ou uniforme.

Autres produits (le cas échéant)

- Un profil de l'abondance des individus de plus petite taille comparé à celle des individus de taille plus importante (par le biais des classes de taille) au sein de la population de l'espèce focale à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP.
- L'abondance relative de différentes espèces focales observées sur l'ensemble de la communauté étudiée.
- Connaissance de la présence/absence et de l'abondance d'espèces envahissantes présentes dans la communauté.

Encadré B2

EXEMPLE SUR LE TERRAIN

À la Réserve marine d'Extrême-Orient, la planification de la mesure par l'équipe d'évaluation des populations résidentes de phoques Larga (*Phoca largha* – à droite) dans la baie de Pierre le Grand peut s'avérer délicate. Le mois de février correspond à la principale période de reproduction durant laquelle la plupart des individus de cette espèce focale vedette vulnérable arrivent sur les côtes, entraînant ainsi des impératifs de calendrier très stricts en matière de recensement. Malheureusement, ce mois de février connaît souvent les conditions climatiques et maritimes les plus inhospitalières de l'année. Les membres de l'équipe d'évaluation ont appris à effectuer leurs travaux de recensement à partir de bateaux de petit tonnage durant cette période de l'année, malgré des températures quotidiennes de –10°C en moyenne et une mer agitée. Les données collectées au cours des dernières années indiquent que la protection des sites de mise-bas contribue à une augmentation locale de cette espèce qui avait pratiquement disparu de la Primorye du Sud en Russie.

WWF RUSSIA/FAR EASTERN MARINE RESERVE

envahissantes connues ou récemment apparues ont-elles été observées lors de la réalisation des études?

Préparez les résultats et conclusions pour les communiquer au public. Élaborez une présentation orale et visuelle des résultats avec les publics cibles et distribuez des rapports écrits (comportant des graphiques et tableaux de présentation des résultats). Encouragez la validation indépendante des conclusions par des partenaires et des tiers qui ont des activités sur l'aire marine échantillonnée afin de confirmer ou d'infirmer les résultats et d'améliorer la compréhension des conséquences des activités de gestion sur l'AMP. Veillez à intégrer tout détail ou anecdote fourni par les parties prenantes et illustrant les résultats.

Points forts et limites

L'approche et les méthodes générales d'étude pour mesurer cet indicateur sont relativement peu complexes et couramment utilisées. Toutefois, le degré de difficulté globale de mesure de cet indicateur peut varier de manière significative. Dans certains cas, la collecte des données d'abondance peut s'effectuer rapidement, à moindres frais et avec un minimum de spécialistes. Dans d'autres cas, elle peut nécessiter plusieurs mois et une équipe importante pour être menée à bien. Les ressources nécessaires en termes de temps, de budget, de matériel et de compétences pour les activités de mesure au sein d'une AMP dépendront en partie:

a) De la taille de l'AMP à étudier;

b) Du nombre d'espèces focales échantillonnées;

c) De la densité des espèces focales;

d) Du comportement migratoire et de l'étendue de l'espace vital de la population observée;

e) De la visibilité et de la facilité avec laquelle les espèces peuvent être observées; et

f) De la capacité au niveau local/national de mener l'étude et du niveau de compétence de l'équipe d'évaluation.

Par exemple, la mesure de l'abondance d'un organisme coloré et sessile, rencontré dans les eaux peu profondes d'une AMP de petite taille nécessitera des capacités beaucoup moins importantes que la mesure d'une espèce hautement migratoire et pélagique, connue pour ne visiter que très rarement les eaux qui se trouvent à l'intérieur et à l'extérieur d'une AMP étendue.

Il est difficile de formuler des hypothèses sur l'abondance d'une espèce focale au-delà du site échantillonné. Les AMP étendues et leurs eaux avoisinantes doivent être échantillonnées de façon à ce que leur caractérisation soit suffisamment fiable. En outre, dans la mesure où certaines populations affichent une grande variabilité spatiale et saisonnière, leur surveillance peut nécessiter un effort d'échantillonnage conséquent en termes de surface de couverture et de temps.

Au minimum, les évaluateurs doivent être capables d'entreprendre les comptages d'abondance ou des estimations de classe mais aussi d'identifier correctement les espèces focales in situ. Dans certains cas, les études d'abondance peuvent nécessiter des ressources considérables en termes de temps et de personnel. Les estimations de longueur, de biomasse et/ou les études portant sur les captures débarquées exigent des compétences plus pointues.

Enfin, les comptages sont limités aux profondeurs qui assurent un niveau de sécurité suffisant pour la plongée. Afin de déterminer l'abondance des populations d'espèces focales qui évoluent dans des eaux plus profondes, il convient de réaliser des études sur les captures débarquées d'espèces d'eau profonde.

Références et liens Internet utiles

Noss, R. F. (1990). «Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach». *Conservation Biology* 4(4): 355–364.

Méthodes d'évaluation de l'abondance et de la longueur

Bell, J.D., Craik, G.J.S., Pollard, D.A. et Russell, B.C. (1985). «Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater». *Coral Reefs* 4: 41–44.

Dartnall, H.J. et Jones, M. (1986). *A manual of survey methods of living resources in coastal areas*. ASEAN-Australia Cooperative Programme on Marine Science Hand Book. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australie.

English, S., Wilkinson, C. et Baker, V. (eds.) (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources. 2nd Edition*. Australian Institute for Marine Science, Townsville, Queensland, Australie.

Gunderson, D.R. (1993). *Surveys of Fishery Resources*. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, USA.

Mapstone, B.D. et Ayling, A.M. (1993). *An Investigation of optimum methods and unit sizes for the visual estimation of abundances of some coral reef organisms: A report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority*. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Queensland, Australie.

Mapstone, B.D., Ayling, A.M. et Choat, J.H. (1999). *A Visual Survey of Demersal Biota in the Cairns Section of the Great Barrier Reef Marine Park: A Report to the Great Barrier Reef Marine Park Authority*. Research Publication No. 60. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Queensland, Australie.

Site Internet MPA MEI: useful discussion thread between Tupper and Ellis regarding the appropriate sampling and design for *in situ* observation methods of focal species. [Disponible à l'adresse suivante: effectiveMPA.noaa.gov]

Méthodes de recensement visuel sous-marin

Samoilys, M. (ed.) (1997). *Manual for Assessing Fish Stocks on Pacific Coral Reefs*. Training Series QE9700. Department of Primary Industries, Queensland, Australie.

Thompson, A.A. et Mapstone, B.D. (1997). «Observer effects and training in underwater visual surveys of reef fishes». *Marine Ecology Press Series* 154: 53–63.

Évaluation rapide des poissons et de l'habitat

McKenna, Sheila A., Allen, Gerald R. et Suryadi, Suer (eds.) (2002). «A Marine Rapid Assessment of the Raja Ampat Islands, Papua Province, Indonesia». *RAP Bulletin of Biological Assessment 22*. Center for Applied Biodiversity Science, Conservation International, Washington, DC, USA.

The Atlantic and Gulf Rapid Reef Assessment (AGRRA) Program. [Disponible à l'adresse suivante: www.cep. unep.org/programmes/spaw/icri/aggra.htm]

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:56 am Page 66

Méthodes des nages chronométrées

Donaldson, T.J. (2000). Testing the effectiveness of MPAs and other reef fish management strategies using agent-based models. Proposal to the United States National Oceanographic and Atmospheric Administration. Unpublished report. University of Guam Marine Laboratory. Mangilao, Guam. [Disponible à l'adresse suivante: http://www. uog.edu/marinelab/mpa/abm.pdf]

Que signifie «structure de la population»?

La **structure de la population** correspond à la probabilité que des individus de tailles et âges différents soient rencontrés au sein de la population d'une espèce focale donnée. Une population qui ne subit pas ou peu d'impacts humains et qui n'est réellement influencée que par le milieu naturel aura davantage de chances de comporter le nombre de reproducteurs nécessaires à son renouvellement et à son maintien dans le temps qu'une population dont les individus sont prélevés pour un usage humain.

Cet indicateur permet d'aller au-delà de la simple évaluation du nombre d'individus de la population d'une espèce focale à un instant donné (indicateur B1) et de caractériser la répartition des individus de ladite population par taille et par âge ainsi que d'évaluer son potentiel de reproduction. À cet égard, les gestionnaires peuvent utiliser cet indicateur à la fois comme une «photographie» à un instant T de la proportion de la population d'une espèce focale composée de reproducteurs, et comme une «boule de cristal» leur permettant d'anticiper les taux de croissance de la population ou les éventuels déclins au sein de l'espèce focale considérée résultant de changements au niveau de sa structure par taille/âge.

Parmi les facteurs importants qui influencent la répartition par taille et par âge des individus d'une population figurent la régularité des événements de pontes, la variabilité de la colonisation larvaire et des événements de recrutement en termes de régularité, de volume et de localisation, et le degré de survie et de recrutement juvénile au sein de la population.

Pourquoi mesurer cet indicateur?

La population d'une espèce ne peut perdurer qu'avec un nombre suffisant d'adultes reproducteurs. Le fait que les AMP puissent servir de refuge pour le stock reproducteur des espèces focales justifie leur utilisation et leur soutien. On considère par conséquent que les individus des populations d'espèces focales d'une AMP gérée de façon efficace doivent être convenablement répartis entre les classes de tailles juvéniles et adultes afin de pouvoir se renouveler et être viables (c'est-à-dire subsister au sein de l'aire protégée dans le temps).

De plus, grâce au maintien du stock reproducteur, les AMP gérées efficacement permettraient également:

a) de constituer une source d'?ufs, de larves et de juvéniles exportés vers des zones extérieures à l'AMP; et

b) d'accroître le nombre d'adultes reproducteurs rencontrés dans les eaux extérieures à l'AMP suite à l'effet de «propagation» (migration des individus).

De ce fait, les gestionnaires doivent non seulement démontrer que la structure et le potentiel des populations de l'AMP leur permettent de subsister dans le temps, mais également que les juvéniles et adultes exportés vers les eaux voisines de l'AMP contribuent également à stabiliser les structures et la viabilité des populations qui s'y trouvent.

À de nombreux endroits, ces phénomènes sont considérés comme les principaux avantages liés à l'utilisation d'une AMP. Ainsi, il convient de mettre ces avantages clairement en évidence afin d'assurer et de maintenir un soutien à long terme aux efforts de l'AMP.

Comment collecter les données?

La présence du stock reproducteur et son potentiel de reproduction ainsi que la viabilité future des populations d'une espèce focale peuvent être évalués par la collecte de données relatives à la taille, l'âge, au potentiel reproducteur et au recrutement à partir de sites d'échantillonnage situés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. Dans la mesure où de nombreuses espèces côtières évoluent dans plusieurs habitats selon les différents stades de leur vie, il sera probablement nécessaire d'échantillonner des habitats multiples pour certaines populations d'espèces focales. Dans certains cas, des colorations et marquages distinctifs des espèces focales peuvent également aider les évaluateurs à distinguer clairement les juvéniles des

Notez qu'un réseau de plusieurs AMP peut s'avérer nécessaire pour assurer la subsistance de certaines populations d'espèces focales dont les cycles biologiques sont très variables, avec:

- De longs stades larvaires.
- Des domaines vitaux étendus.
- Un rassemblement à partir de zones étendues vers un site spécifique pour certains événements biologiques.
- Un comportement hautement migratoire.

Le nombre d'individus rencontrés dans une population étant étroitement lié à sa structure par taille et par âge, les indicateurs B1 et B2 sont étroitement associés et leurs données peuvent être collectées simultanément.

Se rapporte aux buts et objectifs

BUT 1
1A 1C 1D 1F

BUT 2
2C 2D

BUT 3
3A 3D

BUT 5
5B 5C

B2

Niveau de difficulté **4** 1–5

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 68

Exigence

- Identiques à celles de l'indicateur B1.
- Filets, lignes et pièges de capture.
- Matériel de mesure de la taille de type ichtyomètre par exemple, un mètre souple à ruban, des bâtonnets de mesure, des compas et un jeu de balances.
- Technique de capture-marquage-recapture basique: kit de marquage plastique.
- Technique de capture-marquage-recapture avancée: système de poursuite et de radio-télémesure.
- Age: matériel de collecte et de conservation pour les spécimens.
- Age: installations de laboratoire et équipements pour l'analyse des spécimens.
- Recrutement: plateaux de collecte, filets et pièges.

JOHN PARKS

adultes reproducteurs. En outre, il existe probablement dans la littérature scientifique des références indiquant ou suggérant la taille et/ou l'âge de première reproduction des espèces focales concernées.

Au niveau le plus basique, il convient de collecter des informations sur la taille des individus observés au sein de sites d'étude situés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. La collecte de données de taille sur les individus échantillonnés à partir de la population d'une espèce focale est particulièrement utile lorsqu'il s'avère que l'organisme présente une relation taille/âge déterminée et que l'âge (ou taille) de première reproduction est connu. Dans de tels cas, une distinction fiable peut être opérée entre le stock reproducteur et les juvéniles sur la base de données précises relatives à la taille..

Les méthodes d'étude *in situ* portant sur l'observation et l'échantillonnage des individus afin d'en déterminer la taille sont identiques à celles décrites dans la partie consacrée à l'indicateur B1. Dans la plupart des cas, les données relatives à la taille peuvent être collectées sur les espèces focales par le biais d'études in situ et de la manière suivante:

◀ ***Dans le lagon de Marovo, aux îles Salomon, les pêcheurs du village aident les gestionnaires locaux à surveiller les populations focales de poissons coralliens en leur permettant de mesurer les données de longueur à la fourche sur les individus capturés dans les eaux voisines de plusieurs AMP gérées localement.***

Les données de longueur/taille réelles ou estimées sont mesurées différemment selon le type d'organisme étudié, par exemple:

- Pour les poissons, en fonction de la longueur totale ou caudale (cm ou m).
- Pour les mammifères marins, en fonction de la longueur totale ou de la largeur de la nageoire caudale (m).
- Pour les bivalves, en fonction de la longueur dorso-ventrale (cm).
- Pour les crustacés, en fonction de la longueur céphalothoracique (cm).
- Pour les reptiles marins, en fonction de la longueur céphalothoracique longitudinale (coquille) (cm).
- Pour les mangroves, en fonction de la circonférence du tronc à hauteur d'homme (cm).

NOAA PHOTO LIBRARY

a) Par une estimation de la longueur ou de la taille des individus mobiles observés à distance à partir d'un point situé à l'intérieur du site échantillonné (dans l'eau, sur l'eau ou dans l'air), comme les poissons, les mammifères marins ou les oiseaux marins;

b) Par la collecte, la manipulation et la mesure de la longueur ou de la taille réelle d'individus vivants (avant de les remettre à l'eau); et

c) Par la mesure de la longueur ou de la taille réelle d'individus capturés.

Bien que la collecte de données relatives à l'âge à partir des individus étudiés nécessite un niveau de compétences plus élevé, elle peut être souhaitable, notamment pour les espèces focales dont l'âge de maturation sexuelle est connu et dont la taille ne constitue pas un bon indicateur du potentiel de reproduction. Des études périodiques de la croissance peuvent être réalisées par l'utilisation de méthodes de capture-marquage-recapture (CMR) sur des individus vivants qui ont été recapturés après avoir été précédemment marqués et remis à l'eau. Ces études peuvent s'effectuer à l'aide de marqueurs en plastique simples et peu coûteux et avec un minimum de compétences ou par le bais

▲ ***La surveillance des sites de reproduction et de la périodicité et de la fréquence des événements de reproduction d'une espèce focale peut aider l'équipe d'évaluation à caractériser de façon plus précise la structure et la viabilité de la population étudiée.***

de techniques de surveillance plus sophistiquées comme les rdio-émetteurs submersibles et les équipements de télémesure. L'étude CMR peut non seulement apporter des informations importantes sur le rythme de croissance des individus dans le temps (c'est-à-dire la relation taille-âge), mais également aider les gestionnaires à mieux comprendre les déplacements des populations d'espèces focales à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP.

Dans de nombreux cas, afin de pouvoir établir en toute confiance le profil de la structure par âge d'une population, des études scientifiques sophistiquées seront nécessaires, comme la dissection, la biopsie et l'analyse génétique des organes reproducteurs, la dissection et l'analyse des otolithes de poissons ainsi que l'étude d'autres caractéristiques morphologiques des espèces. De telles études peuvent s'avérer particulièrement utiles si la taille ou l'âge de première reproduction ne sont pas connus

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 70

pour les espèces focales étudiées.

> *Notez que chez certains organismes, comme les poissons coralliens, les rythmes de croissance ne sont pas toujours constants tout au long de la vie des individus. En outre, les corrélations entre la masse corporelle et l'âge n'évoluent pas forcément de manière proportionnelle au fil du temps. Par conséquent, la connaissance de la structure par taille d'une population à plusieurs instants donnés dans le temps ne permettra pas nécessairement aux évaluateurs de comprendre pleinement ou avec précision les rythmes de croissance, la structure par âge ou la capacité de reproduction de cette population.*

L'estimation du potentiel de reproduction d'une population constitue une autre méthode de mesure qui permet d'en évaluer la structure. Ce potentiel de reproduction peut notamment être caractérisé par

NOAA Photo Library

▲ ***Marignan mombin* (Myripristis jacobus) *dans une niche de corail.***

a) La présence d'un stock reproducteur;

b) La quantité (en termes de biomasse, d'effectifs) de reproducteurs;

c) La périodicité du comportement de ponte et la fréquence des événements de reproduction; et

d) La fécondité potentielle du stock reproducteur (définie en fonction du nombre d'?ufs produits par la population observée lors de la ponte).

Enfin, des études relatives au recrutement et à la survie des espèces focales peuvent également être réalisées en vue de faciliter l'évaluation de la viabilité de la population dans le temps. Les données relatives au recrutement peuvent être collectées par recensement visuel ou par la capture et la mesure de la taille des individus (notez que cela peut entraîner une mortalité des spécimens). Les filets, lignes et pièges sont généralement utilisés pour l'échantillonnage des poissons juvéniles et de certains mollusques. Les plateaux de collecte, filets et pièges peuvent être utilisés pour capturer les individus de taille inférieure appartenant à des espèces focales d'invertébrés au corps mou et rigide, comme les recrues et juvéniles de corail. Les pièges sont utiles pour les homards, les conques, les concombres de mer ou autres larves d'invertébrés qui colonisent les fonds marins.

> *Dans la mesure où la collecte de données sur le recrutement au sein de l'AMP est susceptible d'impliquer l'extraction et une certaine mortalité de spécimens vivants, elle peut être incompatible avec les buts ou règles de votre AMP (par exemple, dans une zone non exploitable)*

En théorie, les informations utilisées pour caractériser la structure d'une population (les données relatives à la taille au minimum) doivent être collectées une ou deux fois par an, et au moins tous les deux ans (selon l'espèce focale considérée). La planification appropriée pour les mesures dépendra du cycle biologique des/de l'organisme(s) étudié(s). Pour chaque espèce focale, les données relatives à la taille devront être collectées simultanément avec les données sur l'abondance (indicateur B1).

Comment analyser et interpréter les résultats?

Les méthodes d'analyse et d'interprétation des données collectées pour cet indicateur sont identiques à celles présentées dans la partie consacrée à l'indicateur B1. Enregistrez les données concernant la taille et l'âge dans la base de données d'évaluation de l'AMP de façon à pouvoir les organiser et/ou exporter en fonction de classes de taille ou d'âge déterminées, établies selon des intervalles de valeurs fixes et égales; par exemple, par tranches incrémentales de 10 cm, de 0,5 m de longueur ou d'une année. Inscrivez dans un tableau la fréquence avec laquelle les individus sont observés à l'intérieur ou à l'extérieur de l'AMP pour chaque classe de taille ou d'âge. La répartition des individus par classes de taille/âge peut également être visualisée sur un graphique mettant en relation la fréquence des individus observés (axe des ordonnées) avec leur classe de taille/d'âge respective (axe des abscisses).

> *Les données sur la colonisation larvaire et sur le recrutement des juvéniles peuvent être collectées simultanément avec l'indicateur B5.*

Produits (pour chaque espèce focale)

- Un profil de la structure par taille de la population étudiée (à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP) à un instant T. Ce profil peut notamment inclure une représ- entation de la proportion des individus sexuellement matures dans la population.
- Un graphique de la répartition par taille/classe pour chaque espèce focale étudiée.
- Une meilleure compréhension de la capacité de renouvellement de la population basée sur l'existence d'un stock reproducteur suffisant.

Autres produits (le cas échéant)

- La structure par âge de la population étudiée (à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP).
- Meilleure compréhension de l'âge de maturité sexuelle des espèces focales.
- Une caractérisation du potentiel de reproduction (y compris la capacité de ponte et de reproduction) des espèces focales par rapport au cycle biologique connu.
- Une meilleure compréhension de la viabilité ou de la persistance potentielle de la population en fonction de sa capacité à se renouveler et de l'existence d'un stock reproducteur suffisant.
- Une courbe des captures convertie en longueur et une estimation du taux de mortalité.

> *Notez que plusieurs années seront nécessaires pour bien comprendre la structure d'une population par le biais de cet indicateur. Il est dangereux d'entreprendre la caractérisation d'une population résidente et/ou d'arrêter des décisions en termes de gestion en s'appuyant sur un jeu de données unique ou une série chronologique limitée d'informations.*

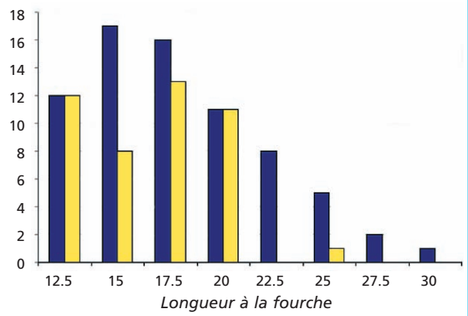
À l'aide des données de capture, déterminez l'évolution de la fréquence annuelle moyenne des différentes tailles (longueurs) d'organismes capturés. À partir de cette évolution, tracez sur un graphique une courbe des captures convertie en longueur. Utilisez les résultats afin de réaliser une estimation du taux global de mortalité que présente chacune des classes. Comparez les résultats avec ceux d'autres populations-échantillons des mêmes espèces.

Comparez l'évolution dans le temps des structures des classes de taille/âge de la population à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. En partant du principe qu'un nombre suffisant et stable de juvéniles survivants et d'adultes reproducteurs au sein d'une population améliore ses chances de persistance, et en tenant compte de la variabilité naturelle (qui peut parfois s'avérer significative), tentez de répondre aux questions suivantes. La comparaison de la répartition des individus d'une espèce focale par classes de taille/âge rencontrée à

Encadré B3

Exemple sur le terrain

Le rétablissement des populations en déclin de poissons de récifs constitue l'un des principaux objectifs du réseau de réserves marines de l'île de Guam. Une évaluation de la structure de la population de poissons-perroquets (Chlorurus sordidus), l'une des espèces les plus fréquemment pêchées sur les récifs côtiers de l'île de Guam, a été menée dans la Réserve du plateau récifal d'Achang. Les résultats obtenus par l'équipe d'évaluation (à droite) montrent que les classes de taille des poissons-perroquets de la Réserve du plateau récifal d'Achang sont plus importantes et plus abondantes que celles affichées par les sites témoins adjacents (non protégés). Les données collectées indiquent que l'espèce semble connaître un rétablissement au sein de la Réserve du plateau récifal, satisfaisant ainsi à l'objectif principal du réseau.



▲ ***Répartition observée des poissons-perroquets par classes de taille à l'intérieur (barres violettes) et à l'extérieur (barres jaunes) de la Réserve du plateau récifal d'Achang.***

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 72

l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP révèle-t-elle des tendances ou changements observables? Les individus mesurés dans les zones voisines de l'AMP suggèrent-ils un effet de «propagation» de certaines classes de taille/âge? Si la taille/l'âge de première reproduction est connu, la comparaison de la proportion de l'abondance des juvéniles et reproducteurs rencontrés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP révèle-t-elle des changements observables? Lors de l'interprétation des résultats relatifs aux classes de taille, souvenez-vous que la structure par taille de nombreuses espèces (comme les poissons coralliens) ne reflète pas précisément leur âge ou leur maturité reproductive.

À l'aide des techniques statistiques (tests t de Student, analyse de la variance par exemple), comparez l'évolution des populations des mêmes espèces focales échantillonnées à l'intérieur de l'AMP et celles échantillonnées à l'extérieur puis comparez-les également entre elles. Les changements perçus ou les tendances observées à l'intérieur de l'AMP sont-ils fiables par rapport à la variabilité rencontrée à l'extérieur de l'AMP?

Les données de classe de taille/âge collectées permettent-elles de mieux comprendre si les mesures de gestion adoptées dans l'AMP conduisent à une structure de population plus équilibrée que celle rencontrée à l'extérieur de l'AMP? Avec le temps, des «seuils» ou exigences de taille/d'âge nécessaires au maintien de la population ressortent-ils? Le cas échéant, ces informations peuvent-elles être approfondies afin d'affiner les besoins et processus en matière de gestion? Au vu de l'ensemble des résultats produits pour cet indicateur, quelle est la probabilité de renouvellement et de viabilité de la population dans le temps? Lorsque vous partagez les résultats avec les principaux publics, il peut être utile d'apporter des réponses à ces questions par le biais d'une échelle qualitative (par exemple, plus faible, stable, plus élevé) et/ou une mesure quantitative (par exemple, la probabilité de la capacité de reproduction ou de la fécondité).

Préparez les résultats et conclusions pour les communiquer au public. Élaborez une présentation orale et visuelle des résultats et distribuez des rapports écrits (comportant des graphiques et tableaux de présentation des résultats). Encouragez la validation indépendante des conclusions par des partenaires et des tiers qui ont des activités sur le site échantillonné afin de confirmer ou d'infirmer les résultats et d'améliorer la compréhension des conséquences des activités de gestion sur l'AMP. Veillez à intégrer tout détail ou anecdote fourni par les parties prenantes et illustrant les résultats.

NOAA Photo Library

Compte tenu du caractère souvent difficile de la collecte et de l'analyse de l'information biologique et des conséquences de la variabilité spatiale et temporelle sur l'interprétation des résultats, il est fortement recommandé de solliciter la contribution et l'assistance d'experts extérieurs si l'équipe d'évaluation ou le personnel de l'AMP ne comptent aucun expert qualifié et formé pour traiter ces questions.

Dressez un profil du potentiel de reproduction (le cas échéant) de la population de l'espèce focale considérée et comparez-le aux informations disponibles sur le cycle biologique de l'espèce. Que révèle ce profil concernant la capacité de la population à se maintenir dans le temps? Enfin, s'il y a lieu, présentez le nombre/la densité des tailles des recrues et juvéniles obtenus à l'issue de l'étude relative au recrutement et examinez leur répartition dans les différentes classes de taille observées.

Points forts et limites

Les points forts et limites de cet indicateur sont assez semblables à ceux décrits dans la partie consacrée à l'indicateur B1. Les informations relatives aux classes de taille et d'âge sont des normes reconnues et largement partagées pour déterminer les profils et mieux comprendre la structure et la viabilité d'une population. En outre, la collecte régulière d'informations concernant les classes de taille peut s'avérer utile pour comprendre et prévoir le seuil de viabilité des espèces focales visées par les captures de pêche à l'intérieur ou à l'extérieur de l'AMP. En ce sens, cet indicateur peut à la fois permettre de mesurer l'efficacité de l'AMP, d'améliorer la compréhension de la gestion de la pêche in situ et d'aider à fixer des limites de captures.

◀ ***La répartition de l'habitat et des différents types d'habitats dans une AMP dépend des caractéristiques physiques et biologiques de l'espace vital. Par exemple, les zones d'habitat de cet atoll de l'île de Yap, dans le Pacifique Sud, sont associées au récif corallien. Elle s'étendent des eaux côtières aux eaux du large et sont réparties par profondeur et par types de substrats. Ces habitats englobent:***

a) les rives côtières sablonneuses
b) les vasières intertidales et les zones de débris coralliens
c) les pâtés de corail situés dans les hauts fonds et les herbiers de zostères
d) les plats d'arrière récifs côtiers et les crêtes récifales
e) les canaux récifaux en éperons et sillons et les pentes d'avant-récifs
f) les eaux littorales.

Les mesures de taille et d'âge nécessitent davantage de compétences que la simple observation in situ. L'évaluation à distance de la taille précise des individus requiert des compétences et de l'expérience et s'avère difficilement réalisable par des novices ou des gestionnaires sans formation. Pour réaliser des mesures de la taille sur des spécimens vivants, le personnel doit être expérimenté et formé en matière de capture, manipulation, mesure et remise à l'eau délicates et non destructrices de spécimens vivants. Les évaluations scientifiques de l'âge nécessiteront: a) un personnel doté d'un éventail de compétences techniques plus étendu, b) davantage de temps et c) des ressources matérielles et financières plus importantes

Bien qu'utile, la collecte d'informations sur le potentiel de reproduction et le recrutement multipliera de façon significative la complexité de la collecte de données pour cet indicateur ainsi que ses exigences en termes de personnel, de temps et de ressources financières.

Par ailleurs, plusieurs années d'informations comparables sont nécessaires pour parvenir à une interprétation utile de cet indicateur.

Références et liens Internet utiles

Bell, J. D., Craik, G.J.S., Pollard, D.A. et Russell, B.C. (1985). «Estimating length frequency distributions of large reef fish underwater». *Coral Reefs* 4: 41–44.

English, S., Wilkinson, C. et Baker, V. (eds) (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources. 2nd Edition*. Australian Institute for Marine Science, Townsville, Queensland, Australie.

Munro, J.L. et Pauly, D. (1983). «A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates». *ICLARM Fishbyte* 1(1): 5–6.

Estimation de l'âge

Choat, J.H. et Axe, L.M. (1996). «Growth and longevity in acanthurid fishes; an analysis of otolith increments». *Mar. Ecol. Prog. Ser*. 134: 15–26.

Ferreira, B.P. et Russ, G.R. (1994). «Age valida¬tion and estimation of the growth rate of the coral trout, *Plectropomous leopardus* (Lacepede 1802) from Lizard Island, Northern Great Barrier Reef». *Fish. Bull. U.S.* 92: 46–57.

Fournier, D. et Archibald, C.P. (1982). «A general theory for analyzing catch at age data». *Can. J. Fish. Aquat. Sci*. 39: 1195–1207.

Fowler, A.J. (1990). «Validation of annual growth

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 74

increments in the otoliths of a small tropical coral reef fish». *Marine Ecology Progress Series* 64: 25–38.Hilborn, R. (1990). «Estimating the parameters of full age-structured models from catch and abundance data». *Bull. Int. North Pac. Fish. Comm*. 50: 207–213.

Données sur les classes de taille dans une petite AMP

Tawake, A., Parks, J., Radikedike, P., Aalbersberg, B., Vuki, V. et Salafsky, N. (2002). «Harvesting clams and data: involving local communities in monitoring – a Case in Fiji». *Conservation in Practice* 2(4): 32–35.

Recrutement

Sale, P.F., Doherty, P.J., Eckert, G.J., Douglas, W.A. et Ferrell, D.J. (1984). «Large scale spatial and temporal variation in recruitment to fish populations on coral reefs». *Oecologia* (Berlin) 64: 191–198.

Que signifie «répartition et complexité de l'habitat»?

L'**habitat** est défini comme l'espace occupé par un organisme, une popu¬lation ou une communauté pour y vivre, et caractérisé à la fois par ses propriétés biotiques et physiques. Les habitats se distinguent par leur composition biotique et abiotique distincte et leur structure propre qui constitue l'espace vital.

La **répartition de l'habitat** au sein d'une zone ou d'un écosystème déterminé correspond à la caractérisation structurelle et spatiale de tous les types d'habitats représentés, sur la base de leur:

- Localisation (y compris la profondeur);
- Configuration (leur position les uns par rapports aux autres); et
- Étendue en termes de superficie totale (en km^2).

> *La répartition de l'habitat varie fortement d'une AMP à l'autre. Par exemple, une AMP de taille très réduite et relativement homogène peut ne comporter qu'un ou deux types d'habitats différents. Par contre, les AMP dont l'écosystème est étendu peuvent abriter des dizaines d'habitats.*

Les paysages marins sont des mosaïques biotiques dynamiques comportant différents types d'habitats ainsi qu'une microrépartition caractéristique due à la variabilité spatiale et temporelle. Certaines mosaïques d'habitat sont plus complexes que d'autres. La **complexité de l'habitat** est définie comme l'étendue (superficie en km^2) et la diversité (nombre) des types d'habitat et des zones distinctes figurant dans une région donnée. Un habitat dont la complexité est plus élevée ne reflète pas nécessairement un écosystème «meilleur» ou plus sain; le «juste» niveau de complexité dépend entièrement de ce qui se produirait naturellement en l'absence d'impacts humains. Toutefois, une structure d'habitat très complexe comporte une variété plus importante de types d'habitats et d'espaces au sein de l'écosystème qu'une structure peu diversifiée et uniformément répartie. Les structures d'habitats très complexes qui abritent une grande diversité d'organismes sont souvent citées comme prioritaires en termes de protection par les groupes de gestion et de conservation.

> *Notez que dans des conditions naturelles, la répartition et la complexité de l'habitat ne restent pas figées dans le temps et l'espace. Par exemple, une diminution de la complexité de l'habitat observée dans une AMP en raison d'une dominance algale accrue peut être la conséquence de la variabilité naturelle et non de l'activité humaine.*

L'intégrité de l'habitat peut être définie comme la probabilité que la répartition et la complexité de l'habitat d'une région donnée résiste au temps. On considère par conséquent qu'un habitat «sain» présente une forte intégrité ainsi qu'une résilience face à des changements marqués. L'intégrité de l'habitat offre une perspective plus dynamique à cet indicateur qu'un simple «instantané» de la structure de l'habitat (à un instant T).

Pourquoi mesurer cet indicateur?

Les communautés d'organismes dépandent de la présence d'un espace vital suffisant au sein duquel elles peuvent exister et se reproduire. L'apparition d'événements perturbateurs dans la communauté, qu'ils soient d'origine naturelle ou humaine, peut entraîner des changements au niveau de la structure de l'habitat et une diminution de sa complexité. De tels changements peuvent à leur tour provoquer un déclin de l'abondance des espèces focales et modifier la structure des populations et la composition des communautés.

Les AMP visent souvent à empêcher ou à réduire la fréquence et l'intensité des perturbations d'origine humaine dans une région donnée afin d'enrayer les changements nuisibles qui affectent leurs habitats. Cela suppose que ces événements perturbateurs soient localisés à l'intérieur ou à proximité de l'AMP et qu'ils ne soient pas hermétiques à l'influence des actions de gestion. Les événements perturbateurs hors du contrôle des gestionnaires, comme une élévation de la température de la surface de la mer et une sédimentation en aval due aux activités d'exploitation forestière, peuvent menacer l'efficacité des actions de gestion de l'AMP. La préservation de la complexité et de la «santé» (intégrité) de l'habitat est donc en toute logique considérée comme un facteur critique de succès dans de nombreuses AMP, notamment dans les AMP étendues, à l'échelle de l'écosystème, qui sont représentatives d'habitats multiples. Une prise de conscience ainsi qu'une meilleure compréhension des sources de changement de la structure de l'habitat et de l'importance de ces changements peut non seulement permettre aux gestionnaires de les identifier et potentiellement de les traiter, mais également de réévaluer et d'ajuster de façon intuitive au fil du temps les frontières de l'AMP et le zonage des activités afin de s'adapter à ces changements.

Comment collecter les données?

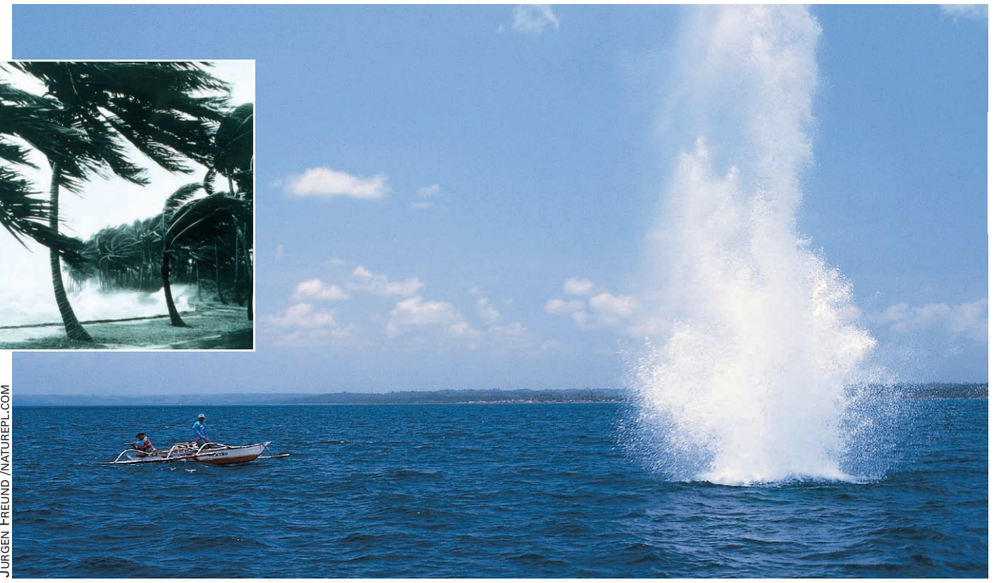
La collecte des données concernant cet indicateur nécessite un processus approfondi d'étude et de caractérisation à l'intérieur et de l'AMP et dans ses environs.

Se rapporte aux buts et objectifs
BUT 1
1B
BUT 2
2D
BUT 3
3A 3B
BUT 4
4A 4B 4C 4D
BUT 5
5C 5E

Niveau de difficulté 5 (1–5)

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 76

NOAA Photo Library



Jurgen Freund /naturepl.com

▲ ***Les tempêtes et cyclones (médaillon) sont des exemples d'événements de perturbation naturelle connus pour entraîner des changements au niveau de la répartition et de la complexité de l'habitat. Le chalutage de fond, la pêche à la dynamite (image principale) et la pêche au cyanure sont des exemples d'événements localisés d'origine humaine dont les effets sur la réduction de la complexité de l'habitat sont établis.***

Cet indicateur est étroitement lié aux cinq buts biophysiques identifiés pour les AMP (cf. Figure B1), notamment aux buts 4 (protection de l'habitat) et 5 (restauration des zones dégradées).

Un inventaire complet des différents habitats rencontrés à l'intérieur et tout autour de l'AMP peut être réalisé si l'équipe d'évaluation dispose de suffisamment de temps et de ressources à cet effet. À défaut, une proportion de 20 à 30 % minimum de la superficie totale de l'AMP et de ses environs doit être échantillonnée et caractérisée de façon aléatoire, les études devant être stratifiées par profondeur et par type de substrat. L'équipe d'évaluation doit au moins avoir pour objectif de caractériser les types d'habitats «prioritaires»; à savoir, les habitats majoritaires sur la surface totale couverte par l'AMP ou dont la conservation et la gestion sont établies comme des valeurs importantes pour les espèces focales rencontrées à l'intérieur de l'AMP (comme les habitats estuariens dans lesquels les juvéniles d'espèces focales sont recrutés et se développent). En principe, la plupart des AMP disposeront du temps et des ressources leur permettant de réaliser un inventaire et une caractérisation in situ des différents types d'habitats (et pas uniquement les habitats prioritaires) représentés à l'intérieur et dans les environs de l'AMP. Dans certains cas, tous les types d'habitats représentés au sein de l'AMP seront considérés comme des priorités en termes de gestion et devront par conséquent être étudiés.

Exigences

- Sites d'échantillonnage définis à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP.
- Un nombre suffisant de personnel et/ou de bénévoles qualifiés.
- Équipe d'évaluation capable de reconnaître, de distinguer et de délimiter les différents types/zones d'habitats et **écotones** (zones de chevauchement des différents habitats).
- Équipe d'évaluation connaissant les différents types de menaces anthropiques actives et leur étendue, et capable de reconnaître les effets des perturbations d'origine humaine.
- Participation d'un écologiste des communautés expérimenté et/ou d'un spécialiste des études et de la cartographie de l'habitat ou la possibilité de consulter ce type d'experts.
- Un bateau (avec équipements de sécurité) et un moteur.
- Des outils d'étude (un mètre ruban, une boussole, un câble de remorquage, une ardoise sous-marine par exemple) pour la caractérisation in situ des substrats et assemblages d'organismes qui composent l'habitaes.
- Équipement de plongée (masque et tuba ou scaphandre autonome)..
- Cartes de base (de préférence numérisées) pour le site d'étude le plus étendu, à différentes résolutions (élevée à faible).
- Un système GPS portable.
- Logiciel d'information géographique (SIG) et le matériel associé (des ordinateurs, un traceur numérique et une grosse imprimante par exemple).
- Techniques avancées (le cas échéant): accès aux technologies de télédétection (par exemple, l'imagerie satellite et/ou la photographie aérienne); petit avion ou hélicoptère pour la photographie aérienne; caméra vidéo numérique et boîtier étanche; engin télécommandé et autres équipements robotiques; sonar d'analyse des fonds marins; équipe d'évaluation connaissant les schémas d'utilisation de l'habitat.

La caractérisation de l'habitat s'effectue par le biais d'études in situ et/ou *ex situ* réalisées à l'intérieur et autour de l'AMP. L'étude de caractérisation de l'habitat implique la collecte de trois catégories de données: 1) les données relatives à la composition des habitats, 2) les données se rapportant à l'état des habitats et 3) les données sur la répartition des habitats. Les méthodes de collecte de données concernant ces trois catégories sont décrites ci-dessous.

Les données relatives à la composition des habitats sont collectées via une étude des caractéristiques biotiques (espèces, composition de la communauté) et abiotiques (substrat, physicochimie de l'eau) du site échantillonné. Les distinctions opérées entre les divers modèles de caractéristiques biotiques et abiotiques permettent d'identifier les différents types d'habitats et d'écotones rencontrés. Les méthodes in situ d'études en eaux peu profondes visant à caractériser le substrat ainsi que les assemblages d'organismes constitués d'une ou plusieurs espèces sont abordées dans les parties consacrées aux indicateurs B1 et B2. Les méthodes d'étude utilisées pour analyser la phycochimie de l'eau sont décrites dans le cadre de l'indicateur B8.

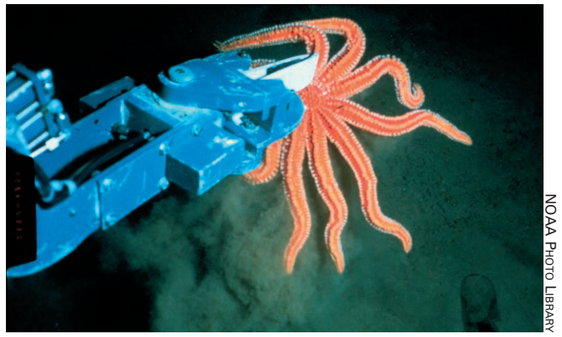
Lorsque ces méthodes d'échantillonnage in situ ne sont pas réalisables, une généralisation qualitative des différents types de substrats observés et de la composition des espèces peut être effectuée au sein de l'aire marine étudiée par le biais de nages chronométrées ou aléatoires avec un équipement de plongée libre. Certaines AMP peuvent disposer de technologies plus avancées pour déterminer le profil de l'habitat par des méthodes alternatives in situ, y compris la couverture vidéo de haut-fonds, la vidéographie par engin télécommandé, l'utilisation de submersibles habités, de sonars à balayage latéral et de sonars à pénétration de sédiments, le recours à la bathymétrie multifaisceaux et à l'échosondage ainsi que l'échantillonnage de fond. Ces technologies alternatives d'études in situ sont particulièrement utiles en eaux profondes.

Les méthodes in situ *de collecte de données pour cet indicateur sont similaires à celles des indicateurs B1, B2, B4 et B5. Ceux-ci devront par conséquent être mesurés simultanément.*

La caractérisation de la composition de l'habitat peut également être réalisée ex situ par des techniques de télédétection, comme l'imagerie satellite et la photographie aérienne. De telles méthodes ex situ peuvent s'avérer particulièrement intéressantes pour les grandes AMP ou les AMP dont les eaux sont profondes et dans lesquelles l'échantillonnage in situ est irréalisable ou inefficace. Il est dans la mesure du possible recommandé d'effectuer un minimum d'études *in situ* afin de valider les données collectées par le biais de la caractérisation *ex situ*.

Dans certains cas, la composition de l'habitat peut être difficile à évaluer, tant par le biais des méthodes in situ que des méthodes *ex situ*. Le cas échéant, une approximation de la composition, de l'état et de la répartition de l'habitat doit alors être établie à partir des meilleures informations et connaissances disponibles (par exemple, grâce à l'examen des captures des chaluts de fond à l'extérieur de l'AMP et d'entretiens avec les pêcheurs qui exploitent l'aire marine).

Ensuite, les données relatives à l'état de l'habitat doivent être collectées dans des sites d'étude. L'état de l'habitat est mesuré en fonction de la quantité et la qualité de l'habitat vivant observé au sein d'un site échantillonné. La quantité de l'habitat est généralement estimée selon le pourcentage de couverture de l'habitat (vivant ou non; comme le pourcentage (%) de couverture vivante des récifs coralliens, la couverture en pourcentage (%) des débris coralliens) et/ou la densité des organismes vivants



NOAA Photo Library

▲ ***Dans les AMP dont les eaux sont profondes, la caractérisation in situ de l'habitat n'est possible que grâce à l'utilisation de technologies comme les submersibles habités ou les systèmes de télérobotique.***

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 78

(les bancs de zostères vivantes par exemple) observés au sein d'un site échantillonné (en m^2 ou km^2). La quantité de l'habitat peut également être mesurée en fonction du volume (en grammes par m^2) de biomasse vivante, comme pour le varech ou les forêts de mangroves. L'échantillonnage in situ de l'habitat benthique est souvent réalisé à l'aide de transects, quadrats, parcelles, points de relevé ou par le biais de nages chronométrées. La qualité de l'habitat est une mesure de la robustesse ou de la vitalité de l'habitat vivant rencontré au cours d'une étude. Il est au moins possible d'effectuer une caractérisation subjective de la vitalité apparente de l'habitat vivant observé dans l'aire marine étudiée. Une caractérisation plus structurée de cette vitalité nécessitera l'utilisation d'une échelle ordinale normalisée de la qualité de l'habitat; par exemple une échelle à 3 niveaux: «habitat en phase d'extinction» (niveau le plus bas), «habitat en phase de détérioration» (niveau moyen) et «habitat sain» (niveau le plus élevé). Une liste de contrôle de diagnostic des indicateurs connus se rapportant à la santé du type d'habitat étudié (comme la coloration, la morphologie, la fréquence ou le volume) peut également s'avérer utile pour l'analyse de l'habitat vivant rencontré au sein du site d'étude. Les méthodes ex situ de mesure de l'état de l'habitat impliquent généralement d'effectuer des estimations aériennes de la quantité de l'habitat (couverture totale en km^2) à partir de données de télédétection.

Enfin, les données relatives à la répartition physique des habitats observés sont recueillies par la mesure de:

- la localisation (profondeur et position) de l'habitat au sein de l'aire étudiée,
- la structure (hauteur à partir du fond marin/substrat, densité et volume) de l'habitat, et
- la configuration (position par rapport aux autres habitats au sein du site étudié) d l'habitat.

Les données de structure et de configuration collectées sont mesurées sous la forme d'unités de taille (cm^2 ou m^2) ou de surface (m^2 ou km^2). Les données de localisation collectées sont mesurées soit en tant qu'unités de profondeur (m^2 ou km^2) soit en tant que coordonnées référencées géographiquement.

Ces données sont collectées soit:

- *in situ* à l'aide d'un GPS portable et de points de référence naturels situés sur terre ou en mer, ou
- *ex situ* via la photographie aérienne ou l'imagerie satellite.

Les données géoréférencées permettent la démarcation des types d'habitats distincts observés au sein de l'aire marine étudiée. Lorsqu'il n'est pas possible d'utiliser un GPS portable, des relevés au compas effectués à partir de balises permanentes dont la position est connue et aisément référencée sur une carte peuvent faciliter la délimitation des habitats. De même, les balises terrestres et marines peuvent fournir une estimation approximative de la répartition et de l'étendue des différents types d'habitats au sein de l'AMP. Les données relatives à la répartition de l'habitat reflètent les localisations physiques des différents types d'habitats au sein du site étudié, y compris leur structure et zonation sur le site en question

The identification, monitoring and impact of human-induced disturbance events can be documented through the measurement of indicator B10.

▼ ***L'étude des habitats stratifiés verticalement, comme les forêts de varech, nécessite davantage d'efforts que celle des habitats qui peuvent être caractérisés simplement comme les habitats des fonds marins.***

BRANDON COLE/NATUREPL.COM

© WWF-CANON/JÜRGEN FREUND

▲ ***Mise au point de la carte de l'habitat du Parc National Marin du Récif de Tubbataha, l'une des AMP pilotes pour l'élaboration de cet ouvrage.***

Une réévaluation périodique ultérieure de la composition, localisation, quantité et qualité des différents types d'habitats aidera l'équipe d'évaluation à déterminer si des changements se produisent au niveau de la répartition et de la complexité de l'habitat, et le cas échéant, à en identifier l'ampleur. En théorie, les données relatives à la caractérisation de l'habitat devraient être collectées tous les ans, au moins à l'intérieur des types d'habitats prioritaires, ce qui peut s'avérer irréaliste pour de nombreuses AMP. Dans de tels cas, les études peuvent être renouvelées tous les deux ou trois ans, et au maximum tous les cinq ans. La surveillance des types d'habitats présentant des cycles biologiques annuels ou pluriannuels peut nécessiter des observations plus fréquentes. Les études devront être répétées plus fréquemment à la suite d'événements perturbateurs d'origine naturelle ou humaine dont l'impact sur l'AMP et ses environs est connu du personnel et des parties prenantes de l'AMP. La détermination de la période appropriée de l'année pour procéder au

Tableau B1

Un exemple de tableau de données enregistrées sur le pourcentage moyen de couverture benthique totale des types d'habitats observés au sein de l'habitat corallien à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP

	AMP			*Zone de contrôle 1*			*Zone de contrôle 2*		
Type d'habitat	*Moyenne*	*Écart-type*	*n*	*Moyenne*	*Écart-type*	*n*	*Moyenne*	*Écart-type*	*n*
Coraux durs	17.64	12.59	16	43.65	14.14	20	36.63	8.62	16
Algues coralliennes	13.07	15.61	16	8.13	7.32	20	2.60	2.25	16
Algues charnues	44.86	15.51	16	10.08	6.97	20	2.28	2.26	16
Coraux mous	10.05	15.22	16	4.38	5.93	20	39.54	13.21	16
Éponges	0.22	0.61	16	2.15	2.33	20	1.09	1.13	16
Sable	0.48	1.37	16	0.29	0.49	20	0.15	0.30	16
Débris coralliens et roches stériles	13.68	13.78	16	31.33	15.64	20	17.71	10.23	16

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 80

renouvellement des études dépend de la période de croissance et de la **phénologie** des organismes qui constituent l'habitat.

Comment analyser et interpréter les résultats?

La difficulté concernant l'analyse de cet indicateur consiste à déterminer si les changements observés au niveau de la localisation, de la composition, de la quantité et de la qualité de l'habitat à l'intérieur de l'AMP sont dus à des phénomènes d'origine naturelle (comme la succession écologique), s'ils sont renforcés par des perturbations d'origine humaine ou s'ils en sont la conséquence. Les types d'habitats caractérisés par le biais de l'étude doivent pour cela être cartographiés, marqués et surveillés.

La cartographie est élaborée par une représentation des données collectées pour la caractérisation de l'habitat sur une **carte de base** géoréférencée avec une résolution adaptée pour la totalité du site étudié. La démarcation sur la carte de base des limites observées des habitats est effectuée à l'aide des données GPS collectées par le biais de l'étude sur la caractérisation de l'habitat.

Le tracé des limites doit être réalisé selon une échelle pertinente qui facilite la prise de décision par l'AMP; dans certains cas, cette échelle aura une résolution élevée, de quelques mètres à peine. Il convient au minimum de cartographier et de marquer sur la carte de base, les limites, la répartition et le chevauchement de l'ensemble des types d'habitats prioritaires. Le recours à des cartes de base de résolution élevée est en principe indiqué pour un marquage et un tracé précis des limites de tous les habitats rencontrés à l'intérieur et autour de l'AMP. Le tracé des limites devra être comparé aux autres cartes de l'habitat disponibles le cas échéant. Consultez le personnel de l'AMP et les parties prenantes locales afin de comparer les résultats obtenus aux connaissances et à l'expérience acquises, d'en vérifier la précision et d'identifier l'éventuelle nécessité de procéder à une vérification sur le terrain des limites d'habitats qui semblent discutables. Veillez à ce que le processus de vérification des limites et des faits soit complet et participatif.

Les changements observés au niveau de la répartition et de la complexité de l'habitat peuvent avoir un lien avec l'abondance des populations d'espèces focales et la façon dont elles utilisent l'habitat (pour l'alimentation ou la nidification par exemple). Ceci étant, en l'absence de données de base existantes et suffisantes sur les populations d'espèces focales et leurs schémas d'utilisation de l'habitat, il peut s'avérer nécessaire de mesurer cet indicateur simultanément avec l'indicateur B1.

Certaines AMP disposent de cartes de base numériques. Dans d'autres cas, seules des copies papier des cartes de base nécessaires sont disponibles et éventuellement fournies par des bureaux gouvernementaux ou des géomètres du secteur privé. Les copies papier des cartes de base devront si possible être numérisées afin de pouvoir exporter les données collectées à partir de la base de données où elles sont stockées et de les localiser sur la carte numérisée à l'aide d'un logiciel d'édition d'image ou un **système d'information géographique** (SIG). Les résultats de la cartographie seront si possible triangulés par l'utilisation des données collectées in situ et ex situ et validées à l'issue d'entretiens et de discussions avec les parties prenantes. Outre les données relatives à la caractérisation de l'habitat, il convient de cartographier l'étendue spatiale des menaces et événements perturbateurs connus.

Il peut être utile de superposer les autres données biologiques et sociales géoréférencées collectées à partir d'autres indicateurs décrits dans ce guide aux données collectées sur la caractérisation de l'habitat. Ces superpositions de données issues de plusieurs indicateurs peuvent permettre de localiser plus clairement les différents schémas d'interactions entre les processus biologiques, les comportements humains et la répartition de l'habitat. Ces superpositions et analyses de données collectées à partir de plusieurs indicateurs impliquent non seulement un accès aux technologies SIG, mais également davantage de temps, de compétences et de ressources..

Si vous ne disposez pas de cartes de base, de données GPS ou de technologies SIG, vous pouvez au moins cartographier à la main sur du papier millimétré les données spatiales concernant l'habitat collectées grâce aux balises de référence, aux relevés au compas et aux marqueurs terrestres et marins. Les résultats cartographiés à la main peuvent ensuite être photocopiés et confrontés aux connaissances du personnel et/ou des parties prenantes de l'AMP.

Une fois la cartographie réalisée, calculez l'étendue, ou la couverture benthique moyenne en pourcentage de la superficie totale pour chaque type d'habitat observé au sein de l'habitat global étudié. Enregistrez ces chiffres pour chaque type d'habitat dans un tableau (cf. tableau d'exemple ci-dessus) avec leurs écarts-types ainsi que le nombre de répliques d'études réalisées au sein de l'AMP échantillonnée. Intégrez les données à la fois pour l'AMP et les zones de contrôle étudiées. Mettez le tableau à jour périodiquement à mesure que de nouvelles données sont collectées. L'examen régulier de l'étendue et de la répartition spatiales de chaque type d'habitat (au fur et à mesure de la collecte de données répétées) permettra de comparer et de surveiller l'évolution de l'étendue des habitats dans le temps.

Comparez l'évolution dans le temps de l'étendue (superficie totale) de chaque type d'habitat et déterminez si des changements ou tendances sont observables au niveau de la quantité de l'habitat présent. Des tendances se dégagent-elles concernant la diminution ou l'augmentation de la superficie totale d'un certain type d'habitat? Le cas échéant, comment ces changements peuvent-ils être expliqués (provoqués par un cyclone récent par exemple)? Plusieurs années s'écouleront parfois avant de pouvoir détecter des changements ou tendances observables; dans d'autres cas, seuls quelques mois suffiront pour que des changements marqués apparaissent à la suite d'une perturbation. Que dévoile la comparaison de la couverture totale de l'habitat situé à l'intérieur de l'AMP à celle observée à l'extérieur de l'aire marine?

Outre l'étendue de l'habitat, la comparaison de la répartition et de la configuration spatiale des habitats situés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP révèle-t-elle des changements observables? Le cas échéant, que peut-on déduire du déplacement apparent de ces types d'habitats et de leurs limites? Si des diminutions de l'étendue de certains types d'habitats sont constatées, la surface perdue est-elle «remplacée» par d'autres types d'habitats? Le cas échéant, quelle pourrait en être l'éventuelle explication? Dans quelle mesure les rythmes d'évolution sont-ils différents entre les habitats situés à l'intérieur et ceux qui se trouvent à l'extérieur de l'AMP?

Comment évoluent les autres caractéristiques de chacun des habitats dans le temps le cas échéant? Quelles tendances peuvent être observées en ce qui concerne la formation (composition) de chaque type d'habitat? Existe-t-il des différences de composition entre les habitats situés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP? Qu'indique la présence ou l'absence d'une espèce qui participe de la composition de l'habitat? Des changements relatifs à la qualité de l'habitat peuvent-ils d'une manière générale être observés? Comment la localisation et la répartition de l'habitat dans l'environnement évoluent-elles?

Superposez ces informations et l'estimation de l'étendue spatiale des menaces et événements perturbateurs connus (cf. indicateur B10). Quelles sont les relations entre la localisation et le déplacement de ces menaces et les changements observés au niveau de l'étendue et de la qualité de l'habitat? Lorsque les diminutions de l'étendue de l'habitat observées sont considérées comme la conséquence d'activités humaines nuisibles, déterminez, en fonction de la nature et de la localisation de ces activités, si l'équipe de gestion et l'AMP sont raisonnablement en mesure de réduire ou stopper ces activités. Si tel n'est pas le cas, comment ce problème pourra-t-il être traité le cas échéant?

Ensuite, évaluez la complexité de l'habitat à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP en divisant la diversité (nombre) des types d'habitats et des zones distinctes rencontrés au sein du site étudié par sa superficie totale (en km^2) et en additionnant la longueur totale de toutes les limites qui séparent les types d'habitats adjacents ou imbriqués. Enregistrez et surveillez l'évolution dans le temps de ces deux mesures de la complexité de l'habitat. La répartition spatiale des types d'habitats et des groupes de types d'habitats fait-elle apparaître des modèles, groupements ou zones d'habitats particuliers? La configuration et la diversité de cette mosaïque évoluent-elles ou diminuent-elles au fil du temps? La répartition physique et le chevauchement entre les groupes d'habitats sont-ils plus homogènes ou hétérogènes? Qu'indique l'analyse des données de composition sur l'évolution dans l'espace et dans le temps des dimensions

Produits

- Un tableau du pourcentage de couverture des différents types d'habitats observés.
- Un rapport d'inventaire de l'habitat: a) délimitant les différents types d'habitats et zones identifiés à l'intérieur et autour de l'AMP (y compris leur localisation et étendue), et b) établissant le profil de la composition, structure, quantité et qualité biotiques et abiotiques de chacun de ces habitats et zones.
- Une carte géoréférencée de tous les habitats observés, leurs limites et leur répartition.
- Une description de la complexité de l'habitat.
- Une meilleure compréhension de l'intégrité de l'habitat.
- Pour les études répétées: une analyse spatiale de l'étendue des changements observés (s'ils sont perceptibles) au niveau de la répartition et de la complexité de l'habitat dans le temps.

Autres produits (le cas échéant)

- Une base de données SIG sur la localisation et l'étendue des différents types et zones d'habitats, leur composition, structure, quantité et qualité biotiques et abiotiques.
- Une collection de cartes numériques générées par SIG avec des niveaux variables de données et d'analyses d'autres indicateurs superposées.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 82

physiques (localisation, hauteur, surface et volume) et biologiques (composition) de chaque type d'habitat? Ces dimensions deviennent-elles plus complexes ou plus homogènes? Des interdépendances apparaissent-elles entre les dimensions constitutives de chaque type d'habitat? Le cas échéant, est-il possible de généraliser ces interdépendances à d'autres types d'habitats? Quelle est la différence de complexité entre les habitats rencontrées à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP?

La détermination de l'intégrité de l'habitat correspond à un processus très complexe et il serait dans la plupart des cas irréaliste d'envisager sa mise en œuvre par une équipe dans le cadre de l'évaluation d'une AMP. Toutefois, l'évaluation du rythme d'évolution de l'étendue et de la complexité de l'habitat au sein de l'AMP dans le temps peut servir de baromètre de l'intégrité de l'habitat. Afin d'estimer ce rythme d'évolution, calculez le pourcentage de changement marginal observé au niveau de l'étendue, de la qualité (de la couverture vivante) et de la complexité (diversité) entre les nouvelles mesures et les dernières mesures ainsi qu'entre ces nouvelles mesures et les mesures de référence. Mesurez le pourcentage de changement observé sur un indice de base 100 et comparez-les au taux de changement marginal moyen (annuel). Décrivez sur le plan qualitatif la probabilité de persistance du type d'habitat considéré en fonction des tendances de changements constatés, des changements observés au niveau du rythme d'évolution ainsi que de l'écart entre la répartition et complexité actuelles de l'habitat observé et les caractéristiques qu'elles présentaient auparavant dans des conditions entièrement naturelles ou qu'elles seraient susceptibles de présenter dans de telles conditions. Des rythmes d'évolution lents ou le maintien de l'étendue et de la complexité de l'habitat peuvent témoigner d'une forte intégrité. L'observation d'un rythme soutenu de déclin de la répartition et de la complexité de l'habitat sur plusieurs années consécutives peut être révélateur de perturbations récentes ou en cours. Ces observations dynamiques peuvent permettre de détecter rapidement des signes de la détérioration de l'intégrité de l'habitat. En revanche, la mise en évidence d'une évolution seulement marginale de la structure et de la complexité de l'habitat au sein d'une AMP par rapport aux changements survenant à l'extérieur de celle-ci peut révéler une gestion efficace.

Afin d'examiner plus avant l'intégrité de l'habitat, étudiez les corrélations entre l'indicateur B1 et les résultats relatifs à la quantité et à la qualité de l'habitat. Quelle est par exemple l'éventuelle relation entre les données d'abondance collectées sur une espèce focale connue pour être un indicateur de la qualité et de l'intégrité de l'habitat et les données collectées sur le pourcentage de couverture d'habitat vivant observé? Les résultats de la caractérisation et de la cartographie de l'habitat générés à partir de cet indicateur devront être synthétisés dans un rapport d'inventaire sur l'habitat. Ce rapport devra identifier, caractériser sur le plan biologique et structurel et délimiter physiquement la localisation de tous les types d'habitats connus rencontrés à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. Il devra en outre mettre en évidence l'ensemble des changements observés au fil du temps au niveau de la répartition et de la complexité de l'habitat, et devra examiner et interpréter les résultats analytiques générés à partir de la mesure de cet indicateur. Analysez et discutez les résultats obtenus par la mesure de cet indicateur et synthétisés dans ce rapport avec un écologiste des communautés connaissant l'écosystème et les habitats concernés, préalablement à leur diffusion ou utilisation aux fins d'une prise de décision adaptative.

Points forts et limites

La mesure de cet indicateur nécessite un investissement significatif en termes de temps, d'efforts et de ressources financières, notamment pour les grandes AMP qui abritent des écosystèmes entiers et des structures d'habitats très complexes. La collecte et l'analyse de données avec une résolution spatiale élevée et une échelle détaillée peut s'avérer coûteuse et fastidieuse. En outre, l'analyse SIG ainsi que la collecte et l'utilisation de données recueillies par la télédétection sont des activités qui mobilisent beaucoup de temps et de ressources financières et qui nécessitent une expérience professionnelle spécifique, des équipements sophistiqués ainsi que des activités de maintenance pour être utiles à l'équipe d'évaluation. En raison du cumul des contraintes imposées par cet indicateur du point de vue des ressources techniques (tant pour l'étude que pour l'analyse), financières et humaines, il constitue l'un des indicateurs les plus lourds et exigeants en termes de ressources parmi ceux présentés dans ce guide et peut se révéler hors de portée pour de nombreuses AMP.

Les données doivent être collectées avec une résolution géographique suffisamment précise pour pouvoir observer les changements qui se produisent à une échelle très fine. Si l'échelle d'analyse des études n'est pas sensible aux perturbations et aux changements biologiques, les résultats de l'indicateur peuvent être faussés faute d'identifier les changements effectifs en cours. De plus, même si elles sont appropriées pour l'étude, la résolution et la couverture peuvent s'avérer insuffisantes pour expliquer les changements observés.

Malgré ces difficultés, comprendre la situation et les tendances relatives à la répartition et la complexité des habitats au sein de l'AMP et dans ses environs demeure un besoin prioritaire en matière

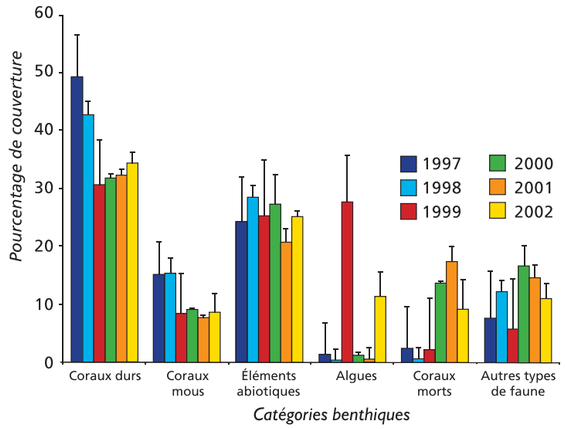
© WWF-CANON/JÜRGEN FREUND

▲ ***Un plongeur prend des mesures démographiques au Parc Marin du Récif de Tubbataha aux Philippines.***

Encadré B4

EXEMPLE SUR LE TERRAIN

Entre le milieu et la fin des années 1990, le pourcentage de la couverture de coraux durs vivants du Parc marin du récif de Tubbataha a fortement chuté. D'après les estimations, cela est en partie dû au blanchiment massif constaté dans la plupart des régions du monde en 1998 qui a contribué à un accroissement rapide de la couverture algale observée en 1999. Les études de l'habitat réalisées suite à ce blanchiment et jusqu'en 2002 indiquent que la couverture de récifs vivants semble se régénérer progressivement. On considère que la protection de Tubbataha des pressions de la pêche a favorisé cette tendance positive et certains suggèrent que l'habitat fait preuve de résilience face aux perturbations subies dans les années 90. La capacité de l'équipe de gestion de Tubbataha à communiquer clairement sur cet aspect auprès des publics cibles contribue à assurer le soutien futur du parc marin.



▲ ***Pourcentage de couverture vivante observée entre 1997 et 2002 pour six types majeurs d'habitats benthiques rencontrés dans le Parc marin du récif de Tubbataha.***

d'information et la condition préalable d'une gestion de l'écosystème adaptée et de qualité.

Références et liens Internet utiles

CSIRO (1998). *Reef Resource Survey and Habitat Mapping of Shallow Reefs in Milne Bay Province, Papua New Guinea*. ACIAR Phase 1 Proposal. Submission by the CSIRO Marine Research to the ACIAR, Canberra, Australie.

Done, T.J. (1982). «Patterns in the distribution of coral communities across the central Great Barrier Reef». *Coral Reefs* 1: 95–107.

Done, T.J. (1995). «Ecological criteria for evaluating coral reefs and their implications for managers and researchers.» *Coral Reefs* 14: 183–92.

Fonseca, M.S., Kenworthy, W.J. et Thayer, G.W. (1998). *Guidelines for the conservation and restoration of seagrasses in the United States and adjacent waters*. NOAA Coastal Ocean Program Decision Analysis Series No. 12. NOAA Coastal Ocean Office, Silver Spring, MD, USA.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 84

Mapstone, B.D., Ayling, A.M. et Choat, J.H. (1998). *Habitat, Cross Shelf, and Regional Patterns in the Distributions and Abundances of Some Coral Reef Organisms on the Northern Great Barrier Reef, with Comment on the Implications for Future Monitoring*. Research Publication No. 48. Great Barrier Reef Marine Park Authority, Townsville, Queensland, Australie.

NOAA and Analytic Laboratories of Hawaii (2000). *Benthic Habitat Mapping Program* Partnership. [Disponible à l'adresse suivante: cramp.wcc.hawaii. edu/Overview/5._Cooperative_Programs/NOAA ALH_Benthic_Habitat_Mapping_Program/ Default.asp]

Tupper, M. et Boutilier, R.G. (1997). «Effects of habitat on settlement, growth, predation risk, and post-settlement mortality of a temperate reef fish». *Marine Ecology Progress Series* 151: 225–236.

Références concernant l'intégrité biotique

Karr, J.R. (1981). "Assessment of biotic integrity using fish communities". *Fisheries* 6(6): 21–27.

Karr J.R., Fausch, K.D., Angermeirer, P.L., Yant, P.R. and Schlosser, I.J. (1986). "Assessment of biological integrity in running waters: A –menthol and it's rationale". *Illinois Nat. Hist. Surv. Spec. Publ.* 5.

United States Environmental Protection Agency (2002). "A brief history of the Index of Biotic Integrity". [Online URL: www.epa.gov/bioindicators/html/ibi-hist.html]

Présentation des SIG

Convis, C.L. (ed.) (2001). *Conservation Geography: Case Studies in GIS, Computer Mapping, and Activism*. Environmental Systems Research Institute (ESRI) Press. Redlands, CA, USA.

Ripple, W. (ed.) (1994). *The GIS Applications Book: Examples in Natural Resources. A Compendium*. American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, MD, USA.

USGS (2002). Geographic Information Systems. [Disponible à l'adresse suivante: www.usgs.gov/research/gis/ title.html]

Télédétection

Green, E.P., Mumby, P.J., Edwards, A.J. et Clark, C.D. (2000). *Remote Sensing Handbook for Tropical Coastal Management*. Coastal Management Sourcebooks 3. UNESCO, Paris, France. [Disponible à l'adresse suivante: http://www.unesco.org /csi/pub/source/rs.htm]

Green, E.P., Mumby, P.J., Edwards, A.J. et Clark, C.D. (1996). «A review of remote sensing for the assessment and management of tropical coastal resources». *Coastal Management* 24: 1–40.

Que signifie «composition et structure de la communauté»?

Une **communauté** correspond à l'ensemble de toutes les populations – diverses et en interaction – d'organismes (biote) d'une zone géographique donnée, qu'ils soient indigènes ou exotiques. Certaines AMP abritent plusieurs communautés d'organismes. Cet indicateur concerne les espèces qui composent à la fois les types d'habitats et les organismes qui y vivent pour former la communauté – c'est-à-dire ce qui se trouve dans la communauté.

> *Notez que cet indicateur sert principalement à collecter des informations sur de multiples populations d'espèces (focales et autres) au sein d'une communauté échantillonnée. Il n'est pas réaliste d'envisager que l'équipe d'évaluation puisse mesurer toutes les populations d'organismes rencontrées au sein de la communauté..*

La **composition de la communauté** est représentée par la nature et la diversité de toutes les espèces présentes dans une communauté et leur abondance relative (par rapport à d'autres espèces). La richesse, la dominance, la diversité et l'abondance relative des espèces constituent l'ensemble des caractéristiques de la composition d'une communauté.

La structure de la communauté est une description synthétique des effectifs et de l'abondance relative des espèces au sein d'une communauté et de leur répartition dans le milieu physique (forme) et les habitats dans lesquels ou sur lesquels les membres (com¬position) de la communauté vivent. La structure de la communauté peut par conséquent être décrite en fonction des effectifs et des abondances relatives de l'ensemble des espèces au sein de la communauté et de la façon dont ces espèces sont organisées en zones ou strates d'espace vital. Par exemple, à un niveau de base, la structure de la communauté d'un écosystème côtier pourrait être étudiée au sein de **zones intertidales, néritiques** et **benthiques**. La diversité et l'abondance relative de l'habitat constituent tous deux des facteurs déterminants importants de la structure de la communauté. Les caractéristiques abiotiques (la géologie et la lumière par exemple) influencent également largement la structure de la communauté.

Pourquoi mesurer cet indicateur?

Cet indicateur figure parmi les indicateurs biophysiques de grande importance les plus souvent identifiés. On cherche souvent à maintenir ou rétablir la composition et la structure naturelles d'une communauté résidente afin de favoriser l'intégrité d'un écosystème, y compris sa santé, son fonctionnement et sa résistance aux perturbations. Comprendre les changements – ainsi que leur étendue et leurs origines (perturbations à la fois naturelles et anthropiques) – qui se produisent au niveau de la composition et de la structure de chacune des communautés rencontrées au sein de l'AMP et dans les zones voisines constitue par conséquent une condition préalable du diagnostic et du traitement des écosystèmes malades. La mesure de l'évolution de la composition et de la structure de la communauté permet aux gestionnaires d'évaluer si leurs efforts de gestion (dans le cas présent, l'utilisation d'une AMP) produisent les effets souhaités sur les écosystèmes visés.

Exigences

- Exigences similaires aux indicateurs B1, B2 et B3.
- Un échantillon représentatif de sites d'études à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP, stratifiés par types et zones d'habitats connus.
- Un nombre suffisant de personnel et/ou de bénévoles (en fonction de la taille du site à surveiller): a) formés au recensement sous-marin, b) capables d'identifier précisément les espèces étudiées in situ, et c) volontaires et engagés pour entreprendre les travaux d'étude nécessaires. Un effectif minimum de quatre personnes est recommandé.
- Le matériel d'étude (par exemple un bateau avec équipements de sécurité, du matériel d'échantillonnage ainsi qu'un tuba, un narguilé ou un équipement de plongée autonome) permettant d'observer les différentes espèces et habitats rencontrés au sein de l'aire marine échantillonnée (à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP).
- Les connaissances et l'expérience écologiques nécessaires pour interpréter les changements au niveau de la composition et de la structure de la communauté. Cela peut nécessiter le recours aux services et/ou conseils d'un écologiste professionnel connaissant le site d'étude. Cette recommandation part de la constatation que rares sont les modèles simples et universels qui permettent de décrire de tels changements où qu'ils se produisent.

Se rapporte aux buts et objectifs

BUT 1
1B 1C 1D

BUT 2
2A 2C 2E 2G

BUT 3
3B 3D

BUT 4
4A 4B 4C 4D

BUT 5
5B 5C 5D 5E

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 86

En outre, connaître les espèces qui composent une communauté d'organismes et la façon dont ces organismes sont structurés dans l'environnement naturel permet aux gestionnaires de hiérarchiser les priorités et de surveiller les zones côtières qui nécessitent des actions de gestion. Par exemple, une meilleure compréhension des zones littorales qui abritent les niveaux les plus élevés de richesse et de diversité d'espèces peut permettre aux gestionnaires de classer par priorité leurs efforts de gestion et d'affecter les ressources en conséquence, à mesure que les conditions évoluent, permettant ainsi d'accroître la valeur intrinsèque des efforts de gestion au fil du temps et de réduire les risques.

Comment collecter les données?

Lorsque le site à étudier pour mesurer cet indicateur abrite de multiples communautés, l'équipe d'évaluation peut avoir besoin de travailler en collaboration avec le personnel de direction afin de sélectionner un ensemble de communautés prioritaires (deux ou trois par exemple) qui garantiront une évaluation de leur composition et structure basée sur leur rôle et leur importance écologiques au sein de l'ensemble de l'écosystème; par exemple, les communautés qui comportent des espèces focales, les communautés rares ou fragiles ou les communautés soumises à un fort impact humain, comme les sites de tourisme de plongée ou les zones de chalutage.

Cet indicateur est associé aux méthodes et données relatives aux indicateurs B1 et B2. La collecte des données sur l'abondance relative d'espèces focales sélectionnées rencontrées au sein d'une communauté échantillonnée sera notamment utile dans le cadre de cet indicateur.

Les méthodes de collecte de données pour cet indicateur sont décrites dans les parties consacrées au méthodes d'observation *in situ* pour les indicateurs B1, B2 et B3. Les données relatives à cet indicateur doivent être collectées simultanément avec celles des indicateurs B1 et/ou B2 afin d'optimiser le retour sur investissement de la surveillance des ressources par l'équipe d'évaluation. Toutefois, contrairement aux indicateurs B1 ou B2, cet indicateur requiert l'observation de **tous** les organismes vivants (ou ceux qui sont visibles et la vaste majorité d'entre eux) rencontrés au sein de la communauté donnée et du site échantillonné, et pas seulement un petit nombre d'espèces focales sélectionnées. L'étude de cet indicateur est par conséquent susceptible de nécessiter des ressources largement plus importantes en termes d'énergie, de temps et de budget que la mesure des indicateurs B1 ou B2.

Dans un premier temps, il est important d'identifier pour chaque communauté (ou les communautés prioritaires sélectionnées) présente au sein et autour de l'AMP, les différents types d'habitats et/ou zones rencontrés dans des parties de l'AMP pour lesquelles des actions de gestion sont menées. Ensuite, au sein de chaque type de zone/habitat, il convient de dresser un inventaire complet de tous les types (espèces) et abondances (fréquence) d'organismes observés au sein de chaque communauté. La technique d'étude spécifique utilisée pour observer et inventorier les organismes présents dépend de l'habitat et des caractéristiques du site d'étude (reportez-vous aux indicateurs B1 et B3 pour de plus amples détails). En théorie, l'équipe d'évaluation disposera déjà des dimensions de l'aire marine étudiée. D'une manière générale, toutefois, les nages chronométrées aléatoires et les points de relevé fixes au niveau des types d'habitats étudiés suffisent et peuvent remplacer les recensements visuels réalisés le long de transects ou dans des quadrats. Ces méthodes sont réalisables et documentées en détail dans la littérature (cf. Références ci-dessous).

▼ Aux Philippines, les responsables de l'administration locale forment parfois les résidents côtiers à l'utilisation de techniques d'évaluation simples visant à surveiller l'évolution de la composition et de la structure des communautés de forêts de mangroves, de bancs de zostère et de récifs coralliens.

TONI PARRAS

Les données collectées à partir de l'aire marine échantillonnée devront refléter les éléments suivants:

- ❑ Un rapport sur chacun des organismes (espèces) observés;
- ❑ Une note répertoriant les organismes en voie de disparition ainsi que les organismes extiques et rares parmi ceux observés;
- ❑ Les effectifs (fréquence) et la taille (le cas échéant et dans la mesure du possible) de chaque individu observé au sein de chacune des espèces;
- ❑ La position/profondeur relative dans la colonne d'eau au sein de laquelle l'individu est observé; et
- ❑ Le(s) type(s) d'habitat(s) au sein duquel/desquels les organismes sont échantillonnés, incluant les espèces qu'ils comprennent.

La composition et la structure des habitats devront si possible être mises en évidence en estimant le pourcentage de couverture ainsi que par d'autres mesures appropriées de l'abondance. Les composants structurels biotiques des habitats (lits d'algues, communautés de substrat meuble, récifs rocheux et coralliens, zostères et mangroves par exemple) devront notamment être suffisamment échantillonnés afin de pouvoir en estimer la couverture. Les techniques d'échantillonnage correspondantes incluent notamment les méthodes d'étude in situ de plongée libre ou autonome (plongée tractée, transects linéaires et quadrats par exemple) ainsi que les technologies de télédétection (la photographie aérienne, l'imagerie satellite, les transects vidéo) (cf. indicateur B3). Le choix d'une technique dépend en grande partie des compétences et ressources de l'équipe chargée de réaliser l'étude sur la composition de l'habitat et du type d'habitat inventorié. Cela peut nécessiter la réalisation d'études séparées à partir de l'inventaire des espèces évoqué ci-dessus. Il est préférable dans la mesure du possible de mener les études sur la composition de l'habitat parallèlement à d'autres enquêtes réalisées au titre d'un autre indicateur. Par exemple, au cours d'une étude effectuée le long d'un transect sur une zone de récifs coralliens échantillonnés, un groupe de plongeurs peut collecter des données relatives à l'abondance et à la taille des espèces (indicateurs B1 et B2) tandis qu'un second groupe procède à un échantillonnage linéaire le long du transect afin de dresser un profil de la composition de la communauté de l'habitat de récif corallien.

Les opérations de collecte de données relatives à cet indicateur et à l'indicateur B6 peuvent être rapprochées. En outre, dans la mesure où cet indicateur vise à améliorer la compréhension des effets des activités à des fins extractives et autres activités humaines sur l'environnement marin, il est lié à l'indicateur B10 ainsi qu'à plusieurs indicateurs socio-économiques.

L'étude des communautés des profondeurs et des communautés pélagiques nécessitera de mobiliser considérablement plus de temps et d'efforts. Les méthodes d'étude ex situ (mentionnées dans la partie consacrée à l'indicateur B3) peuvent alors se montrer utiles. L'inventaire des espèces pour les communautés des profondeurs est souvent réalisé par le biais de l'examen des captures de chaluts ou de sennes. Dans la mesure où ces techniques sont destructrices et où elles ne sont vraisemblablement pas adaptées à une utilisation régulière au sein de l'AMP ni à un protocole de surveillance durable, elles ne sont pas recommandées.

Les inventaires d'espèces et les études portant sur la couverture de l'habitat pour chaque communauté échantillonnée devront être réalisés au minimum tous les deux ou trois ans ou de préférence tous les ans, notamment si la composition de la communauté subit des impacts ou des changements manifestes. Lors des répliques d'études, il convient de prélever un nombre suffisant de sous-échantillons au niveau des communautés et des sites d'étude afin de pouvoir se fier aux résultats obtenus en termes de présence/absence et de quantités relatives. Les inventaires devront être renouvelés à intervalles réguliers au cours de l'année et tenir compte des événements biologiques connus comme la reproduction, le recrutement, la migration saisonnière, etc

PETER SCOONES/NATUREPL.COM

▲ ***Un exemple de communauté structurée verticalement en mer Rouge, Égypte.***

Notez que l'équipe d'évaluation peut avoir recours à certaines méthodes plus avancées et de haute technicité pour mesurer la composition de la communauté. Il lui faudra alors disposer du temps et des compétences nécessaires ou faire appel à une expertise et des ressources extérieures.

Comment analyser et interpréter les résultats?

Rassemblez, enregistrez et gérez les données collectées au sein de la base de données de contrôle de l'efficacité de l'AMP.

Plusieurs analyses simples peuvent être effectuées en calculant la composition (c'est-à-dire la diversité en termes de richesse et de régularité) et la structure des espèces (c'est-à-dire l'abondance relative et la répartition physique) à l'aide des données collectées. La mesure de cet indicateur nécessite en particulier de calculer un minimum de deux attributs:

- ❑ richesse des espèces, et
- ❑ abondance relative des espèces.

Deux attributs supplémentaires peuvent éventuellement être calculés:

- ❑ régularité des espèces (à l'aide des indices de Shannon et de Simpson), et
- ❑ diversité de l'habitat.

La mesure de la richesse des espèces correspond au nombre total d'espèces présentes au sein de la communauté. Afin de déterminer cet attribut, dressez une liste de l'ensemble des espèces observées au sein de l'aire marine gérée et classez chacune d'entre elles par zone/type d'habitat étudié. Il sera également utile d'établir un profil (tableau/schéma et description) de la composition et de la structure de l'habitat des espèces rencontrées à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP. L'évolution du nombre total d'espèces figurant sur la liste peut être surveillée afin de suivre les changements/tendances. Notez qu'il sera nécessaire de se tenir informé des éventuelles évolutions taxonomiques applicables ou des nouvelles connaissances en matière de spéciation, notamment pour les groupes d'organismes marins où les informations sur les relations taxonomiques évoluent en permanence, comme pour les poissons coralliens.

Ensuite, élaborez un graphique représentant l'abondance relative des espèces (ou créez un indice de l'abondance relative) en mettant en relation la profusion des espèces présentes dans la communauté (classées selon un ordre décroissant sur l'axe des abscisses et répertoriées par nom) et la fréquence avec laquelle elles ont été observées (axe des ordonnées) les unes par rapport aux autres. Cette abondance relative peut être analysée plus en détail à l'échelle de l'habitat. Mettez en évidence/identifiez sur cette représentation les organismes exotiques, rares, en voie de disparition et répandus. Caractérisez la structure de la communauté en déterminant et en décrivant l'abondance relative des différentes espèces présentes au sein de la communauté.

De même, à ce stade, la régularité des espèces peut être mesurée comme la proportion des individus d'une espèce, ou plus précisément, leur abondance relative respectivement au degré de domination d'une communauté par une espèce (classement par dominance). Calculez une mesure de dominance (à savoir les espèces qui contrôlent biologiquement une communauté en exerçant une influence des plus significatives sur le milieu environnant) par le biais de l'indice de concentration de Simpson (cf. Références ci-dessous). À l'aide de cet indice, déterminez quelles espèces dominent le plus la communauté. La régularité des espèces peut être calculée relativement simplement par l'indice de diversité de Shannon sur lequel de nombreuses références sont disponibles dans la littérature (cf. Références ci-dessous). Les comparaisons entre les indices peuvent être analysées à l'aide d'une méthode modifiée du test t généralement utilisée pour comparer les indices de Shannon (cf. Magurran, 1988). L'indice de Morisita-Horn permet d'effectuer des comparaisons entre les résultats de départ et ceux des séries chronologiques (cf. Magurran, 1988).

En outre, un profil de l'habitat peut être établi par l'intermédiaire d'un indice de la diversité des habitats se basant sur les calculs de Shannon réalisés pour le site étudié. Une carte caractérisant les types, la diversité et la couverture des différents habitats rencontrés au sein du site géré et de l'AMP peut être élaborée à partir des résultats de cette analyse. L'évolution de la composition de l'habitat peut être surveillée à l'aide de ces résultats qui peuvent à leur tour être comparés aux précédentes données spatiales (si possible par une superposition à l'aide de systèmes d'information géographique) afin de déterminer la localisation, l'étendue et le degré des changements qui se produisent au niveau des habitats observés.

En ce qui concerne les assemblages de poissons, l'indice de similarité de Czekanowski est un test répandu qui permet de comparer l'évolution des observations de la composition des communautés de poissons (cf. Schoener, 1968 pour les méthodes).

La caractérisation de l'abondance relative des espèces au sein de la communauté peut éventuellement être identifiée par les modèles du **log-normal**, du **bâton brisé** ou de la dominance écologique. La répartition de ces modèles d'abondance relative peut être représentée graphiquement et analysée. Ces méthodes analytiques sont bien documentées dans la littérature (cf. Références ci-dessous).

Déterminez à partir des données collectées sur la structure de la communauté (abondance relative, changements de dominance et répartition physique) pour chaque communauté étudiée à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP et à partir des observations résultantes, si la communauté étudiée au sein de l'AMP connaît un changement notable (variations significatives de sa structure normale en ce qui concerne l'abondance relative ou la dominance) de sa structure? Les données indiquent-elles que cette communauté affiche une augmentation substantielle (présence de plus de trois espèces auparavant absentes et/ou augmentation de l'abondance relative de plusieurs espèces) de sa diversité?

Comparez les résultats des indices des habitats échantillonnés, ceux des communautés échantillonnées puis comparez ces deux types de résultats entre eux. Quelles sont les tendances en termes de diversité locale et régionale? Comment les communautés se positionnent-elles par rapport aux espèces qui les composent et à leur abondance? L'abondance relative des espèces autochtones connaît-elle une évolution par rapport à celle des espèces envahissantes? Le cas échéant, quels sont les changements observés au niveau de la richesse et de l'abondance des espèces en corrélation avec la présence de ces organismes envahissants?

Si des changements sont observés au niveau de la composition et de la structure de la communauté (comme une diminution de la diversité des espèces présentes ou des changements de dominance de certaines espèces) ou si la présence d'espèces nouvelles ou exotiques est détectée, des efforts plus soutenus peuvent s'avérer nécessaires afin de surveiller ces points spécifiques plus régulièrement (tous les ans ou deux fois par an).

Notez qu'il faut suffisamment de temps et de données pour bien interpréter les changements observés au niveau de la communauté et de sa diversité. Il peut se révéler difficile d'aboutir rapidement à des conclusions fiables et cette tâche ne doit pas être sous-estimée. Des modifications à court terme observées au niveau de la biodiversité peuvent conduire à une interprétation erronée des résultats; le nombre d'espèces d'une communauté peut par exemple augmenter avec l'apparition d'une perturbation ou immédiatement après celle-ci et ne chuter qu'ultérieurement. Enfin, les attributs écologiques peuvent laisser supposer des changements au niveau de la composition de la commu-

Produits

- Liste des espèces et habitats composant la communauté.
- Description de la structuration de ces espèces et habitats au sein de la communauté.
- Profil de l'abondance relative des espèces sélectionnées présentes au sein de la communauté.
- Profil de la dominance des espèces.
- Profil de la diversité des espèces (richesse et régularité).
- Profil de la diversité de l'habitat.
- Carte de la composition/des types d'habitats.

TONI PARRAS

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 90

nauté ou contribuer à l'observation de tels changements, comme pour les interactions entre les populations d'organismes ou les modèles ou gradients d'utilisation de l'habitat par la communauté.

Points forts et limites

Les points forts et limites méthodologiques de base des techniques d'étude *in situ* identifiées ici sont décrits dans les parties consacrées aux indicateurs B1 et B2. En outre, tous les types d'habitats ne nécessitent pas les mêmes efforts en termes d'étude. Par exemple, la surveillance des récifs coralliens peut recevoir la priorité sur les zostères ou autres communautés de substrat meuble sur la base de l'évaluation des menaces, de la valeur et des risques.

Bien comprendre les changements de la composition et de la structure de la communauté est indispensable pour parvenir à une gestion optimale et percevoir pleinement l'étendue des conséquences des interventions en matière de gestion sur l'environnement concerné. Il est particulièrement difficile le cas échéant d'établir une relation de causalité empirique entre les changements et/ou la stabilité de la composition de la communauté et la mise en place d'une AMP mais cela est toutefois primordial pour améliorer l'utilisation des AMP ainsi que leur réplication.

Cet indicateur est l'un des indicateurs biophysiques les plus difficiles à mesurer. Les méthodes d'étude concernées à proprement parler sont simples et accessibles avec un niveau de formation et d'expérience modeste. Cependant, en raison de l'ampleur de la collecte des données relatives à cet indicateur, il sera nécessaire de mobiliser beaucoup plus de temps, d'efforts et de ressources financières pour parvenir à une compréhension approfondie et globale de la composition et de la structure de la communauté que pour la simple surveillance de l'abondance et de la structure des populations d'espèces focales sélectionnées. Outre la collecte de données, l'analyse et l'interprétation de cet indicateur est aussi beaucoup plus complexe. Cette complexité s'accompagne par ailleurs d'un degré plus élevé d'incertitude en ce qui concerne la précision d'interprétation des résultats et l'élaboration de conclusions valides. Compte tenu de ces exigences plus importantes, cet indicateur risque d'être considéré comme secondaire en termes de mesure des indicateurs d'efficacité de la gestion alors qu'il revêt en réalité une importance primordiale au regard des principaux buts et objectifs de l'AMP.

Il convient également de noter que la comparabilité des résultats sur la composition de la communauté entre un site géré (c'est à dire au sein de l'AMP) et les zones naturelles voisines qui subissent à la fois des changements naturels et anthropiques peut se révéler difficile à interpréter avec précision en raison des effets de «variation des conditions de référence». Ce type d'effet intervient lorsque l'importance des changements de la composition et de la structure de la communauté qui se produiraient naturellement au sein de l'AMP si celle-ci n'était pas gérée par des interventions humaines n'est pas évaluée ou lorsque cette importance est minimisée en raison des changements observés dans les zones naturelles voisines. Les conséquences de cet effet peuvent conduire à une interprétation et à des conclusions erronées lors de la comparaison des données de référence et des données de traitement (AMP). Compte tenu de ces problèmes potentiels, il est plus prudent de collecter des données sur une durée de 5 à 10 ans que de deux ou trois ans avant d'entreprendre une interprétation des résultats.

Encadré B5 (Suite)

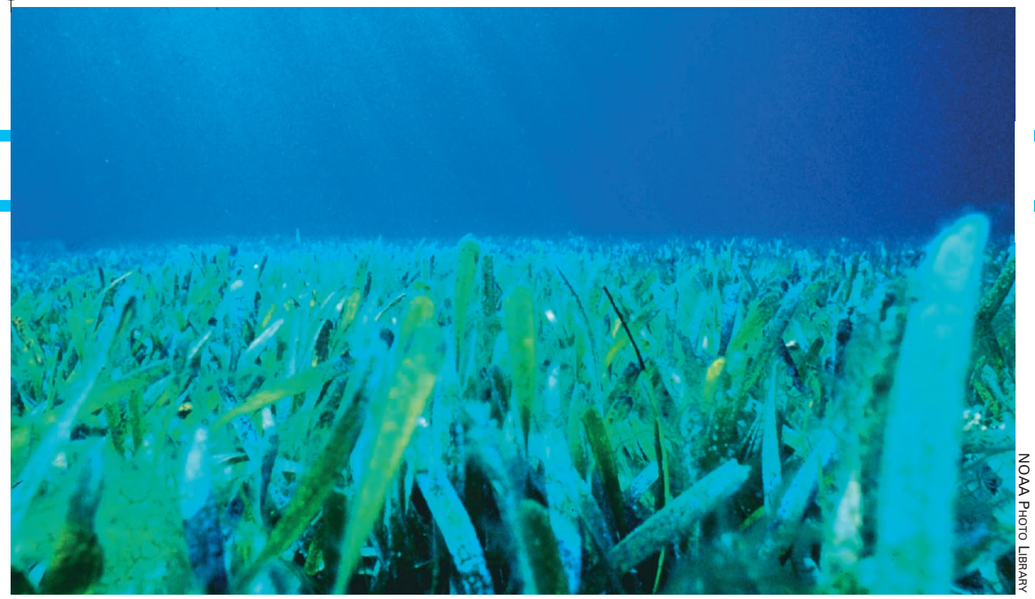
Évolution de la composition des communautés de poissons coralliens dans la Réserve de Sian Ka'an au cours des dix dernières années

	Pedro Paila		Yuyum
	arrière-récif	crête récifale	avant-récif intérieur
	RICHESSE DES ESPÈCES		
1991	33	23	31
1996	24	30	26
1997	15	41	29
1998	11	20	28
1999	20	27	18
2000	–	19	15
2001	–	15	16
2002	14	15	10
	DENSITÉ (individus/m²)		
1991	0.90	0.39	0.60
1996	2.78	7.95	1.75
1997	0.80	2.85	5.43
1998	1.18	1.08	14.13
1999	0.38	1.13	0.60
2000	–	0.60	1.13
2001	–	0.93	0.98
2002	1.80	0.65	2.23
	DIVERSITÉ (H)		
1991			
1996	2.2836	1.3274	2.7996
1997	2.3257	2.9356	2.1094
1998	1.3143	2.1973	0.5419
1999	1.7670	2.1341	0.8862
2000	–	2.4166	2.4585
2001	–	2.1214	2.3013
2002	1.7489	1.9241	0.8390
	RÉGULARITÉ (J)		
1991			
1996	0.8060	0.4592	0.9196
1997	0.9699	0.8810	0.6474
1998	0.5708	0.8326	0.2181
1999	0.9081	0.8320	0.9071
2000	–	0.9422	0.9079
2001	–	0.7834	0.9261
2002	0.6627	0.8757	0.3644

Encadré B5

EXEMPLE SUR LE TERRAIN

Afin de caractériser la composition et la structure de l'importante communauté (110km de long) de récifs coralliens de la Réserve de biosphère côtière de Sian Ka'an au Mexique, la diversité des espèces de poissons, algues et coraux scléractiniaires a été évaluée au niveau de plusieurs stations de surveillance. La comparaison des données collectées au cours des dernières années montre que les variations observées de la richesse des espèces au sein de la communauté semblent cycliques. En outre, ces changements au niveau de la communauté ne semblent pas avoir été ouvertement influencés ou accentués par des perturbations naturelles comme les ouragans. On attribue en fait de plus en plus la cause des changements de structure des communautés aux utilisations récréatives, à la circulation de bateaux, à la pêche et à la plongée.



NOAA PHOTO LIBRARY

Références et liens internet utiles

Done, T.J., Ogden, J.C., Wiebe, W.J., Rosen, B.R. (1996). "Diversity and ecosystem function of coral reefs". *In* H.A.Mooney, J.H. Cushman, E. Medina, O.E. Sala, E.D. Schulze (eds.), *Functional Roles of Biodiversity: A Global Perspective*. SCOPE 55. John Wiley & Sons, Chichester, UK. pp. 393–423.

Green, D.G., Bradbury, R.H. and Reichelt, R.E. (1987). "Patterns of predictability in coral reef community structure". *Coral Reefs* 6: 27–34.

Schoener, T.W. 1968. "Sizes of feeding territories among birds". *Ecology* 49: 123–141.

Méthodes

English, S., Wilkinson, C. and Baker, V. (eds) (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources. 2nd Edition.* Australian Institute for Marine Science, Townsville, Queensland, Australia.

Samoilys, M. (ed.) (1997). *Manual for Assessing Fish Stocks on Pacific Coral Reefs*. Training Series QE9700. Department of Primary Industries, Queensland, Australia.

Composition des communautés de poissons

Helfman, G.S. (1978). "Patterns of community structure in fishes: summary and overview". *Env. Biol. Fish.* 3: 129–148.

Sale, P.F. and Douglas, W.A. (1981). "Precision and accuracy of visual census technique for fish assemblages on coral patch reefs". *Environmental Biology of Fishes* 6:333–339.

Sale, P.F. and Douglas, W.A. (1984). "Temporal variability in the community structure of fish on coral patch reefs, and the relation of community structure to reef structure". *Ecology* 65:409–422.

Sale, P.F. (ed.) (1991). *The ecology of fishes on coral reefs*. Academic Press, San Diego, CA, USA.

Diversité

Connell, J.H. (1978). "Diversity in tropical rain forests and coral reefs". *Science* 199:

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 92

1302–1310.

Dallmeier, F. (1996). "Biodiversity inventories and monitoring: essential elements for integrating conservation principles with resource development projects". *In* R.B. Szaro and D.W. Johnston (eds.), *Biodiversity in Managed Landscapes: Theory and Practice*. Oxford University Press, New York, NY, USA. pp 221–236.

Magurran, A.E. (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement.* Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.

Reid, W.V., McNeely, J.A., Tunstall, D.B., Bryant, D.A. and Winograd, M. (1993). *Biodiversity Indicators for Policy-Makers*. The World Resources Institute and IUCN. The World Resources Institute, Washington, DC, USA.

Monitoring and Assessment of Biodiversity Program (2002). Conservation and Research Center of the National Zoo's of the Smithsonian Institution. [Online URL: www.si.edu/simab/]

Saunders, D., Margules, C. and Hill, B. (1998). *Environmental Indicators: Biodiversity.* Australia State of the Environment Indicator Report. Environment Australia, Canberra, Australia.

Simpson, E.H. (1949). "Measurement of diversity". *Nature* 163: 688.

Szaro, R.B. and Johnston, D.W. (eds.) (1996). *Biodiversity in Managed Landscapes: Theory and Practice*. Oxford University Press, New York, NY.

World Bank (1998). *Guidelines for Monitoring and Evaluation for Biodiversity Projects.* Environment Department Paper No. 65. Global Environment Coordination, The World Bank, Washington, DC, USA.

Que signifie «succès du recrutement au sein de la communauté»?

Le **succès du recrutement** au sein de la communauté correspond au degré de la production larvaire, de la colonisation larvaire et du recrutement juvénile ainsi qu'au **taux de survie** enregistré parmi les populations d'organismes existant au sein d'une communauté. Le degré de succès du recrutement est considéré comme un indicateur de la capacité de la communauté à subsister dans le temps et à être viable (c'est-à-dire la probabilité de persistance prolongée). L'observation des changements qui s'opèrent au niveau du succès du recrutement peut contribuer à décrire les relations entre les populations au sein de la communauté ou l'éventuelle évolution de ces relations. Cet indicateur vise par conséquent à fournir quelques réflexions sur l'évaluation de la probabilité qu'une communauté d'organismes puisse se maintenir dans le temps.

Cet indicateur est utilisé en vue de mesurer l'évolution des niveaux de recrutement de plusieurs populations au sein d'une communauté afin de mieux comprendre comment la communauté se porte dans son ensemble. Il est impossible de surveiller le succès du recrutement pour l'ensemble des populations des espèces d'une communauté. La collecte de données sur cet indicateur doit normalement permettre aux gestionnaires d'AMP et autres parties intéressées d'améliorer leur capacité à prévoir si la diversité et la quantité de recrues survivantes observées au sein de la communauté témoignent d'un rétablissement proche de l'état initial de la communauté avant l'exposition aux menaces ou simplement d'un maintien voire d'une dégradation. À ce titre, il s'agit en théorie d'un indicateur dynamique permettant de prévoir les tendances qui se dégagent au sein de la communauté plutôt qu'un simple «instantané» identifiant la composition et la structure de la communauté (indicateur B4). Toutefois, compte tenu des variations naturelles du recrutement et de la variabilité saisonnière des populations, il doit être envisagé dans une perspective à long terme.

Dans la mesure où la composition et l'abondance relative des espèces au sein d'une communauté sont en partie fonction de la capacité de la communauté à renouveler ses populations constitutives, cet indicateur est étroitement lié et associé à l'indicateur B4.

Cet indicateur est parfois utilisé en tant que baromètre de la santé de l'écosystème (B3, B4) et de l'intégrité du réseau trophique (B6). Il revêt par conséquent une signification importante pour les gestionnaires qui s'intéressent au maintien de la fonction et de la résilience des écosystèmes au travers de l'utilisation de l'AMP.

Cet indicateur a pour but de permettre une collecte rapide d'informations sur plusieurs populations d'espèces (y compris les espèces focales) au sein de la communauté au niveau des types ou zones d'habitats concernés; il n'est pas réaliste d'envisager de mesurer chacune des populations présentes au sein de la communauté. Cet indicateur se concentre sur la mesure de la régularité (périodicité) et de l'importance du recrutement et de la colonisation larvaire d'espèces génériques ainsi que sur les taux de survie des juvéniles au sein de plusieurs populations de la communauté. Il ne mesure pas la véritable capacité de reproduction ni la viabilité.

Pourquoi mesurer cet indicateur?

Tandis que la composition et structure d'une communauté contribuent à fournir une vision périodique ou statique de la santé et de l'état général de la communauté et de son écologie, cet indicateur vise à fournir une mesure dynamique ou un indice du potentiel et de la résilience écologique d'une communauté. Il est par exemple insuffisant d'affirmer qu'une communauté est en bonne santé et qu'elle fera preuve de résilience en s'appuyant uniquement sur sa composition stable et équilibrée. Les gestionnaires doivent en outre avoir une certaine connaissance du potentiel de persistance de cette communauté, basé sur la régularité des événements de ponte et de recrutement, sur un nombre suffisant de recrues au sein des populations de la communauté, et sur la survie d'un

Se rapporte aux buts et objectifs
BUT 1
1B 1E
BUT 2
2A
BUT 4
4A 4B 4C

Niveau de difficulté 5 (1–5)

TONI PARRAS

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 94

Exigences

- Mêmes exigences et équipements que pour les indicateurs B2 et B4.
- Le matériel nécessaire pour effectuer une collecte non spécifique de juvéniles et de recrues, y compris des chaluts, sennes et filets maillants.
- Une liste de toutes les espèces de la communauté devant être étudiées (à partir de l'indicateur B4).
- Connaissance des stades de colonisation larvaire des espèces concernées.
- Connaissance de la façon d'identifier visuellement les stades larvaires et les juvéniles pour les espèces concernées.
- Connaissance de la biologie reproductive et du processus de recrutement pour les espèces concernées.
- Connaissance des modèles de colonisation larvaire au sein de la communauté.
- Connaissance des zones de recrutement connues au sein de la communauté.
- Connaissance des stades de colonisation larvaire et des zones de recrutement pour les juvéniles représentatifs de la communauté.
- Connaissance des périodes de reproduction (calendrier) et des zones de ponte.
- Compréhension des principaux modèles et processus océanographiques dans la mesure où ils peuvent avoir des conséquences physiques sur la répartition et les modèles de l'importation et de l'exportation de larves.
- Colorants ou simples drogues à courant (pour la surveillance des modèles océanographiques).

nombre suffisant de ces recrues jusqu'à leur taille adulte. À cet égard, cet indicateur est un corollaire de l'indicateur B2 à l'échelle communautaire.

Comment collecter les données?

Cet indicateur figure parmi les indicateurs d'efficacité de la gestion les plus complexes et les plus avancés de ceux présentés dans ce guide. En outre, l'utilisation et la fiabilité des données de recrutement pour l'interprétation de la santé écologique soulève de nombreux débats en raison de l'importance de la variabilité spatiale et temporelle associée au recrutement. À ce titre, la mesure de cet indicateur ne doit être effectuée que par des individus hautement qualifiés et au sein de communautés biologiques uniques qui abritent de nombreuses espèces focales, constituent des communautés rares ou menacées, et/ou subissent un niveau élevé d'agressions d'origine humaine.

Bien que très difficile et quelque peu controversée, l'analyse du succès du recrutement peut s'appuyer sur les paramètres suivants: a) la présence et l'abondance relative des classes de taille appropriées (recrues/juvéniles et adultes reproducteurs) de populations au sein de la communauté, b) le potentiel de reproduction ou de ponte et la régularité des événements correspondants, et c) le potentiel de colonisation et de recrutement et la régularité des événements associés. Le succès du recrutement étant également fonction de la production et de la dispersion de larves, cet attribut doit éventuellement également être pris en compte pour bien comprendre le processus de recrutement.

Si vous décidez de mesurer cet indicateur, la collecte de données visera au minimum à obtenir des informations relatives aux classes de taille pour les espèces focales de la communauté étudiée, et notamment les juvéniles et recrues. Les méthodes d'étude utilisées afin d'échantillonner les espèces (abondance relative et classes de taille) au sein de la communauté sont identiques à celles des études in situ détaillées pour l'indicateur B2. La collecte de données relatives à la structure par âge pour l'ensemble des espèces présentes au sein de la communauté n'est pas obligatoire dans le cadre de cet indicateur, mais cette information peut être collectée simultanément, au titre de l'indicateur B2.

Il convient en principe d'étudier les classes de taille et la structure par âge pour un grand nombre d'espèces au sein de la communauté. L'échantillonnage de la communauté a été évoqué précédemment avec l'indicateur B4. Les données se rapportant à l'abondance relative et aux tailles de l'ensemble des individus (juvéniles) des espèces capturées lors de l'étude relative au recrutement devront être consignées. En supposant que les membres de la communauté aient quelques notions de base en biologie reproductive, les résultats relatifs à la structure par classe de taille pourront également servir à calculer et comparer l'abondance des juvéniles et celle des adultes des espèces de la communauté, et à établir un profil de l'évolution dans le temps des taux de survie des recrues et des juvéniles jusqu'aux stades adultes

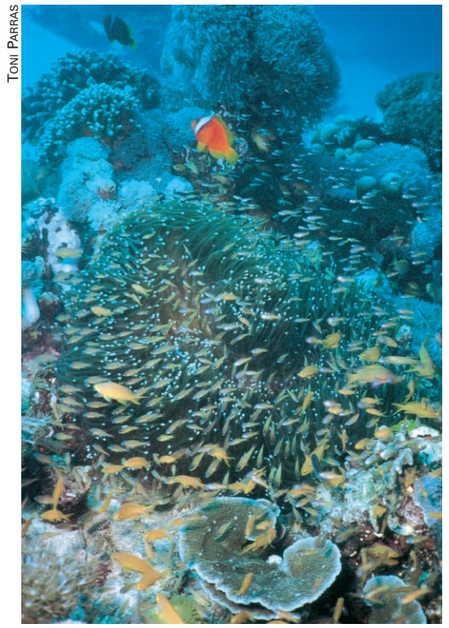
Les informations sur la taille des recrues et juvéniles d'espèces focales observées lors de la mesure de cet indicateur peuvent être collectées simultanément avec les données de l'indicateur B2.

Il convient également dans le cadre de cet indicateur de surveiller la régularité et l'importance des événements de ponte et de recrutement connus. Des inspections des zones de ponte connues et des études estimatives de la biomasse féconde devront être réalisées pour les espèces focales de la communauté. En outre, la validation de la réalisation effective de ces événements devra s'effectuer par:

- la collecte *in situ* du frai (œufs et sperme) au cours des événements de ponte connus et suite à ces événements sur les sites de rassemblement, et
- la collecte écologique *in situ* (pièges lumineux, plateaux/tuiles de collecte, stations d'analyse de colonne d'eau par exemple) des larves colonisantes et des recrues établies au sein de centres de recrutement/colonisation connus (les communautés de mangroves et de zostères par exemple).

Le recrutement par reproduction asexuée (la fission des invertébrés à corps mou ou la fragmentation et croissance des récifs coralliens) n'est pas mesuré par cet indicateur.

La mise en place de petits flotteurs et drogues à courant peut faciliter le suivi du mouvement de l'eau au cours des événements de ponte et immédiatement après ces événements et permettre d'indiquer le sens de déplacement des œufs et des larves. Le déploiement de courantomètres en relation avec l'activité des marées peut s'avérer utile pour établir des prévisions journalières ou saisonnières concernant les périodes de ponte.


Toni Parras

Les stations fixes de recensement visuel ou les nages chronométrées (à l'aide d'un tuba ou en plongée autonome) peuvent être utilisées afin de compter les premières générations de juvéniles lors de la collecte de données portant sur d'autres indicateurs (B1 à B3), selon les espèces et leur cycle biologique. Les étapes spécifiques à suivre en vue de réaliser une étude de capture des juvéniles/recrues ainsi que les techniques de collecte du frai sont documentées dans la littérature (cf. English *et al.*, 1997 pour une première approche de qualité). Des références concernant l'identification des larves et les stades postlarvaires de nombreuses espèces sont également disponibles dans la littérature. Bien qu'il soit possible de réaliser des études plus pointues sur la colonisation et le recrutement des larves, celles-ci sont relativement exigeantes en termes de temps et de ressources humaines et ne sont par conséquent pas considérées comme des indispensables pour la collecte des données de cet indicateur.

Notez que l'utilisation de chaluts, de sennes et de filets maillants pour la collecte des recrues/juvéniles provoquera probablement une mortalité aveugle (non spécifique) et qu'elle peut être considérée comme destructrice. Par conséquent, ces techniques d'échantillonnage peuvent être interdites et/ou inadaptées à une utilisation régulière dans le cadre d'un protocole de surveillance durable.

Il convient de remarquer que les rassemblements de poissons et les sites de ponte sont souvent localisés à des endroits circonscrits, pas nécessairement situés à l'intérieur de la zone délimitée par l'AMP. Si un site connu est adjacent à l'AMP ou situé à proximité, il est important de le surveiller dans la mesure où les poissons présents dans l'AMP sont susceptibles de migrer vers le site de rassemblement à certaines périodes de l'année en vue d'y pondre puis de retourner à leur territoire vital au sein de l'AMP.

La collecte des données devra être effectuée au moins tous les ans, et de préférence programmée de façon à coïncider avec la fin des études liées aux indicateurs B2 et B4. La programmation de la collecte des données dépend en grande partie du calendrier et de la fréquence connus des événements de ponte et de recrutement.

Il est également possible de réaliser des études biologiques plus avancées du potentiel de reproduction (biologie reproductive) ou de ponte (comportement procréateur) avec cet indicateur. Ces méthodes nécessitent des ressources beaucoup plus importantes en termes humain, financier et

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 96

de temps que les études discrètes relatives aux classes de taille, à l'installation des juvéniles et aux modèles de recrutement d'espèces focales sélectionnées au sein de la communauté.

Comment analyser et interpréter les résultats?

Rassemblez, saisissez et traitez les données collectées au sein de la base de données de contrôle de l'efficacité de l'AMP. Dressez un profil de l'abondance relative de chaque population d'espèce observée au sein de la communauté et des proportions de juvéniles et d'adultes des individus observés de chaque espèce. Tracez une représentation graphique de la comparaison de l'abondance relative des juvéniles (axe des ordonnées) et des adultes (axe des abscisses); utilisez à cet effet les données relatives aux classes de taille afin d'opérer une distinction entre les espèces observées et échantillonnées au sein de la communauté. Les effectifs de juvéniles et d'adultes reproducteurs des populations représentées connaissent-ils une augmentation ou une diminution par rapport aux observations précédentes? Recoupez ces conclusions avec les résultats de l'indicateur B2. Suivez l'évolution dans le temps de la structure par âge (juvéniles par opposition aux adultes) et de l'abondance relative des espèces observées.

Préparez un compte-rendu des résultats et interprétations pour les communiquer au public. Présentez les résultats oralement à l'aide de graphiques et de tableaux et discutez-en avec des groupes de parties prenantes, des décideurs et des pairs sélectionnés. Encouragez la validation indépendante des résultats par des tiers qui ont des activités au sein du site échantillonné afin de confirmer ou d'infirmer les conclusions et d'améliorer la compréhension des conséquences des actions de gestion sur l'AMP. Veillez à intégrer tout détail ou anecdote illustrant les résultats observés par les parties prenantes.

En règle générale et théoriquement, un nombre suffisant et stable de juvéniles survivants et d'adultes reproducteurs au sein des différentes populations de la communauté permettra d'accroître la viabilité de la communauté dans le temps. À quel niveau les recrues survivantes des populations étudiées au sein de l'AMP connaissent-elles un déclin (diminution du nombre de recrues chez une majorité des populations étudiées) dans la communauté? De quelle façon le calendrier, la fréquence et les produits des événements de ponte et de recrutement observés ont-ils changé?

Décrivez en termes qualitatifs (probabilité faible, imprévisible ou forte) et/ou quantitatifs (probabilité basée sur le potentiel de reproduction des espèces au sein de la communauté) si la communauté semble viable. Si tel n'est pas le cas, réfléchissez à la manière dont ces résultats peuvent orienter une prise de décision adaptative en matière de gestion afin d'aborder ce type de problème

Enfin, présentez les résultats de l'étude sur le recrutement concernant l'abondance relative (effectifs/densité) des recrues et des tailles juvéniles et comparez les chiffres correspondants aux observations précédentes.

Points forts et limites

Cet indicateur est difficile à mesurer. La collecte de données relatives aux classes de taille et au recrutement concernant plusieurs espèces au sein de la communauté (niveau de difficulté 5) implique la mobilisation de ressources beaucoup plus importantes en termes de temps, de compétences, de matériel et financier que l'étude d'un groupe sélectionné d'espèces focales au sein de la communauté (niveau de difficulté 4). Dans les deux cas, une équipe d'évaluateurs qualifiés est nécessaire. Si les membres de l'équipe de gestion de l'AMP ne disposent pas de la formation appropriée, les universités et centres de recherche seront probablement les plus à même de contribuer au développement d'un partenariat pour la collecte de données et la formation du personnel de l'AMP aux techniques d'étude. Ces spécialistes devront satisfaire aux exigences énoncées en termes de connaissances, de matériel et de compétences.

En outre, la valeur des études «instantanées» sur le recrutement est fortement contestée. En effet, il est établi que les données qu'elles génèrent présentent un caractère très peu fiable car elles ne tiennent pas compte des effets notoires de la variabilité temporelle et spatiale. Même s'ils sont considérés comme sûrs, les résultats relatifs aux taux de recrutement des juvéniles et à la régularité des pontes ne sont pas nécessairement suffisants pour permettre une interprétation complète ou précise du potentiel de reproduction d'une communauté d'organismes. Plusieurs années de collecte de données seront nécessaires pour aboutir à des conclusions fiables en ce qui concerne le succès du recrutement.

Les techniques d'étude du recrutement faisant appel aux filets, sennes et chaluts peuvent entraîner une mortalité systématique et doivent par conséquent être évitées, minimisées ou mises en œuvre avec d'extrêmes précautions afin de ne pas être trop destructrices.

Toutefois, cet indicateur est parfois considéré comme très révélateur de la façon dont les gestionnaires peuvent encourager une compréhension plus globale de la nature dynamique de l'écologie et

Produits

- Un profil de l'abondance relative des recrues/juvéniles au sein de la communauté à la suite d'événements connus de colonisation larvaire et de recrutement de juvéniles.
- Un profil synthétique de la comparaison de la contribution des classes de taille immatures (juvéniles) et des classes de taille adultes (adultes reproducteurs) au niveau de chaque espèce observée au sein de la communauté.
- Une confirmation de la fréquence des événements de ponte connus et une évaluation de la biomasse féconde.
- Une estimation du potentiel de reproduction et de la résilience reproductive de la communauté à court terme.
- Un profil de la biomasse des œufs, du sperme et des larves produits au cours de ces événements.

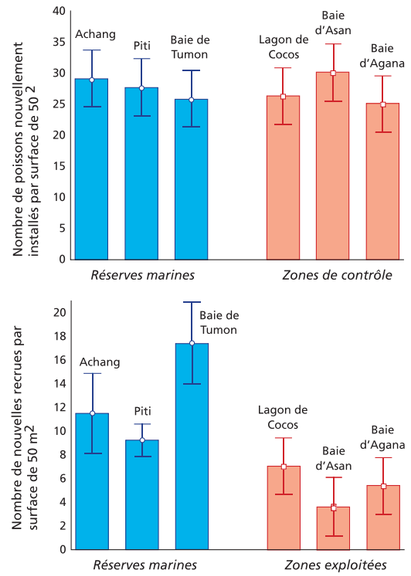
Autres produits (le cas échéant)

- Structure par classe d'âge (obtenue par analyse des otolithes) des populations d'espèces présentes au sein de la communauté.
- Un profil du potentiel de reproduction (y compris le succès du recrutement et une évaluation de l'efficacité de la reproduction) des espèces présentes au sein de la communauté.
- Une meilleure compréhension de la biologie reproductive et du comportement de ponte des espèces au sein de la communauté.

Encadré B6

Exemple sur le terrain

Des études sur les capucins à bande jaune (*Mulloidichthys flavolineatus*) et autres poissons coralliens récemment installés ont été entreprises en 2002 à l'intérieur et à l'extérieur des réserves marines de l'île de Guam. Les poissons observés ont été recensés le long de quatre transects identiques de 25 x 2m positionnés au niveau de chaque site d'étude (ces transects plus petits de 50 m² ont été utilisés car les poissons nouvellement installés sont de petite taille et souvent cryptiques, nécessitant davantage de temps pour un comptage précis). Trois mois plus tard, l'équipe d'évaluation a revisité les transects et a effectué des comptages répétés des recrues survivantes connues pour se stabiliser au niveau d'une classe de taille spécifique après trois mois de croissance. Les résultats indiquent que bien que les taux d'installation des M. flavolineatus ne puissent être distingués entre les sites d'échantillonnage (ANOVA multiples, F = 0,04, p = 0,840; cf. Schéma, partie gauche), trois mois plus tard, le succès du recrutement s'est révélé largement inférieur dans les zones exploitées (F = 9,5, p = 0,004; cf. Schéma, partie droite). Cette différence peut s'expliquer partiellement par le fait que les capucins nouvellement installés sont très prisés par les pêcheurs locaux qui préfèrent manger des juvéniles. Par conséquent, les niveaux plus faibles de succès du recrutement à l'extérieur des réserves sont en partie dus à la pression de la pêche.



▲ ***Les taux d'installation observés (schéma du haut) et le succès du recrutement (schéma du bas) des capucins à bande jaune enregistrés sur plusieurs mois dans des sites échantillonnés protégés (bleu) et non protégés (rouge) sur l'île de Guam.***

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 98

du potentiel de reproduction de la communauté.

Références et liens Internet utiles

Introductions, y compris sur les questions de la variabilité

Caley, M.J., Carr, M.H., Hixon, M.A., Hughs, T.P., Jones, G.P. et Menge, B.A. (1996). «Recruitment and the local dynamics of open marine populations». *Annual Review of Ecology and Systematics* 27: 477–500.

Carr, M.H. (1991). «Habitat selection and recruit¬ment of an assemblage of temperate zone reef fishes». *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 126: 59–76.

Doherty, P.J. (1991). «Spatial and temporal patterns in the recruitment of a coral reef fish». P.F. Sale (ed.), *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, San Diego, CA, USA. pp. 261–293.

Sale, P.F. (1999). «Recruitment in space and time». *Nature* 397: 25–26.

Sale, P.F., Doherty, P.J., Eckert, G.J., Douglas, W.A. et Ferrell, D.J. (1984). «Large scale spatial and temporal variation in recruitment to fish populations on coral reefs». *Oecologia* (Berlin) 64: 191–198.

Victor, B.C. (1983). «Recruitment and population dynamics of a coral reef fish». *Science* 219: 419–420.

Walters, C.J. et Collie, J.S. (1989). «Is research on environmental effects on recruitment worth¬while?» *Canadian Journal of fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1848–1854.

Williams, D. McB., Russ, G. et Doherty, P.J. (1986). «Reef fish: large-scale distribution and recruitment». *Oceanus* 29: 76–82.

Étude des juvéniles

English, S., Wilkinson, C. et Baker, V. (eds) (1997). *Survey Manual for Tropical Marine Resources. 2nd Edition*. Australian Institute for Marine Science, Townsville, Queensland, Australie.

Étude des larves

Choat, J.H., Doherty, P.J., Kerrigan, B.A. et Leis, J.M. (1993). «Sampling of larvae and pelagic stages of coral reef fishes: a comparison of towed nets, purse seine and light-aggregation devices». *Fishery Bulletin* 91: 195–201.

Doherty, P.J. (1987). «Light-traps: selective but useful devices for quantifying the distributions and abundances of larval fishes». *Bulletin of Marine Science* 41: 423–431.

Que signifie «intégrité du réseau trophique»?

Un **réseau trophique** est une représentation du flux d'énergie entre les populations d'une communauté. Le «réseau» de relations au sein de cette représentation illustre les nombreuses chaînes alimentaires ou séquences linéaires d'organismes distinctes mais toutefois interconnectées, dévoilant les différentes proies de ces populations et les relations de prédation. Une faible proportion de l'énergie stockée par la biomasse à une position donnée de la chaîne alimentaire est transmise au **niveau trophique** suivant (position dans la chaîne alimentaire) lorsque cette biomasse est consommée.

L'**intégrité du réseau trophique** est une mesure du soutien (pour les membres de la communauté) et de la fiabilité des relations trophiques dans les chaînes alimentaires interconnectées d'une communauté. Un réseau trophique perdant son intégrité indique que les relations entre les niveaux trophiques ont été perturbées ou interrompues. Cette perte d'intégrité peut par exemple se produire si une espèce du réseau trophique est éradiquée en raison d'une surexploitation conduisant à la modification ou à l'élimination des relations alimentaires qui dépendent de sa position dans le réseau trophique – à savoir l'élimination de son influence sur ses proies et la disparition de sa biomasse pour les prédateurs qui s'en nourrissent. Il est important de noter que même si un réseau trophique est stable, cela ne signifie pas nécessairement qu'il soutient l'ensemble de la communauté ou que l'état des relations prédateurs-proies qui le caractérisent est souhaitable.

La position trophique dans une chaîne alimentaire est une classification fonctionnelle non déterminée par la taxonomie (bien que la phylogenèse puisse être utilisée afin d'élaborer des prévisions concernant les fonctions trophiques). Le concept de relation trophique conduit à l'émergence d'une perspective hiérarchique en écologie des communautés. Au niveau le plus basique, les individus occupent des positions de producteurs (organismes photosynthétiques) ou de consommateurs au sein des réseaux trophiques. Les consommateurs peuvent être regroupés dans les catégories des herbivores (se nourrissent des producteurs), des carnivores (se nourrissent des herbivores et/ou autres carnivores) ou des détritivores (se nourrissent de matières organiques décomposées ou en décomposition). À leur tour, les groupes d'individus occupant la même position trophique forment des «guildes» fonctionnelles au sein de la communauté (les poissons herbivores ou les prédateurs supérieurs par exemple). Enfin, l'interconnexion ou «réseau» des guildes fonctionnelles et des chaînes alimentaires forme un bilan massique d'échange d'énergie et de biomasse qui compose un écosystème. C'est ce niveau le plus élevé, à savoir celui où l'échange d'énergie et de biomasse de l'écosystème se manifeste au sein d'un réseau trophique, que cet indicateur vise à évaluer et à surveiller.

Pourquoi mesurer cet indicateur?

Les AMP abritent des écosystèmes simples ou multiples ainsi que leurs communautés d'organismes et réseaux trophiques. Un écosystème sain et stable est un écosystème capable de maintenir le flux d'énergie entre les différents niveaux trophiques d'un réseau trophique. Par conséquent, la description des relations alimentaires entre les populations d'organismes au sein de la communauté représente un aspect essentiel de la gestion efficace d'une AMP.

Lorsque des positions disparaissent au sein du réseau trophique (en raison de la surpêche par exemple), les relations trophiques sont interrompues ou menacées et l'écosystème peut subir un déséquilibre ainsi que des effets négatifs en cascade qui se répercutent sur l'ensemble du réseau trophique. La mesure, la compréhension et la surveillance de l'évolution de ces changements sont des éléments essentiels pour évaluer les impacts de la gestion efficace des AMP sur les écosystèmes

Se rapporte aux buts et objectifs
BUT 1
1B 1C 1D
BUT 2
2B
BUT 3
3A 3B
BUT 5
5A

Niveau de difficulté 5 (1–5)

©JURGEN FREUND/NATUREPL.COM

▶ ***Un chasseur de requins près de l'île de Bohol aux Philippines en 1997. Le prélèvement systématique des plus grands prédateurs, comme les requins peut provoquer des effets négatifs «en cascade» qui atteignent la chaîne trophique des organismes, menaçant l'intégrité globale du réseau trophique.***

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 100

côtiers. De même, l'identification des changements au niveau des relations trophiques et l'observation de diminutions de l'intégrité du réseau trophique peuvent servir de signal de «pré-alerte» pour les gestionnaires afin de prévoir des relations trophiques perturbées, remédier à des conditions écologiques qui se détériorent et accroître leurs efforts de gestion dans l'aire marine. Cet indicateur peut ainsi s'avérer utile pour identifier des variations écologiques à grande échelle

Le rétablissement des conditions naturelles et des relations prédateur-proie constitue l'un des services les plus importants que les AMP puissent assurer. Cet indicateur peut permettre d'obtenir des preuves significatives et complémentaires des progrès vers le rétablissement de ces conditions naturelles et peut constituer un outil puissant pour démontrer et caractériser la façon dont ces relations alimentaires naturelles se manifestent, lorsque (comme c'est souvent le cas) ces informations de base ne sont pas disponibles. Dans la mesure où nous n'appréhendons qu'un petit nombre de réseaux trophiques dans le milieu marin, le potentiel de contribution en matière de connaissances est vaste. Cet indicateur vise par conséquent également à rassembler des preuves de relations rétablies ou renforcées au sein du réseau trophique et pas uniquement à identifier la détérioration de ces relations.

L'identification de changements au niveau des relations du réseau trophique offre aux gestionnaires l'opportunité de mettre publiquement ces changements en lumière, de rechercher leur origine et de déterminer s'ils résultent ou non des activités menées à l'intérieur ou à l'extérieur de l'AMP. Si les changements en question relèvent du contrôle ou de l'influence politique et législative du gestionnaire de l'AMP, leur identification peut permettre d'en résoudre ou d'en traiter les causes. Dans certains cas toutefois, les changements au niveau du réseau trophique observés au sein de l'AMP sont dus à des influences exogènes (extérieures) qui sont largement hors du ressort des gestionnaires de l'AMP et/ou qui sont sans rapport avec les buts et les objectifs de l'AMP. Par exemple, une prédation accrue des populations focales menacées de loutres de mer par des orques dans une AMP peut être identifiée comme la conséquence de la surpêche des poissons proies des orques à l'aide de sennes coulissantes à des centaines de kilomètres de l'AMP. Dans de tels cas, la prise de conscience de la mutation des relations alimentaires causée par des facteurs extérieurs peut:

a) fournir aux gestionnaires les connaissances nécessaires et une protection contre les critiques injustifiées de la performance de l'AMP dues aux changements qui y sont observés; et

b) permettre d'exercer des pressions en faveur d'une conciliation au-delà des attributions et buts de l'AMP.

Exigences

- Mêmes exigences que pour l'indicateur B1.
- Jeu de balances (unités de mesures en grammes).
- Connaissance des espèces présentes au sein de la communauté ou de l'écosystème.
- Une compréhension des relations prédateur-proie entre les espèces résidentes.
- Une calculatrice.
- Connaissances mathématiques.
- Niveau avancé: compétences en matière de modélisation mathématique et écologique; possibilité de solliciter une personne rompue à l'utilisation des techniques de mesure et d'analyse pour consultation avec l'équipe d'évaluation et; accès à un logiciel de modélisation trophique mathématique.

Ainsi, ces influences extérieures sur les relations alimentaires peuvent aider les gestionnaires d'AMP à mettre en évidence comment des actions extérieures sans rapport avec les AMP peuvent avoir des conséquences directes sur l'efficacité de la gestion d'une AMP. Cela peut permettre aux gestionnaires d'identifier de quelle façon répartir (ou redistribuer) les ressources humaines, financières et politiques en vue d'autres interventions extérieures visant à améliorer la santé de l'aire marine protégée. Cela étant, il est important de déterminer l'échelle des preuves recueillies dans le cadre de cet indicateur de façon à ce qu'il soit uniquement utilisé pour aborder des aspects/problèmes de même échelle que ceux qui ont été posés/soulevés. Par conséquent, les changements au niveau des relations alimentaires qui résultent de changements écologiques à plus grande échelle (les changements climatiques mondiaux par exemple) dépassent les limites de l'AMP ou sa capacité à agir sur de telles relations et doivent être identifiés en tant que tels.

Enfin, les réseaux trophiques possèdent en théorie des caractéristiques qui leur permettent d'être considérés comme d'excellents descripteurs écologiques (Winemiller, 1990). Par conséquent, l'intégrité du réseau trophique est considérée comme un facteur déterminant important de la santé et de la fonctionnalité des écosystèmes, qui constituent tous deux des paramètres difficiles à démontrer d'un point de vue pratique. La mise en évidence d'un réseau trophique fonctionnel et résilient peut par conséquent être représentative d'un écosystème sain.

Comment collecter les données?

La collecte des données permettant de mesurer cet indicateur avec précision n'est pas une tâche simple ou facile. Il est cependant possible d'engager un processus descriptif de collecte de données pour commencer sans trop de difficultés (ou au minimum). Pour ce faire, l'équipe devra mener des entretiens et organiser des groupes de réflexion avec des spécialistes (chercheurs, pêcheurs, personnel scientifique de l'AMP par exemple) afin de dégager et de caractériser (sur le plan fonctionnel) les divers rôles et niches connus qu'occupent les organismes au sein des différents niveaux trophiques, y compris leurs multiples relations prédateur-proie ainsi que la façon dont ces relations évoluent dans le temps et les raisons de cette évolution. Dans le cadre de ce processus, un examen ciblé des relations particulièrement pertinentes au sein du réseau trophique global peut être effectué en remontant une «chaîne» unique (restreinte), à partir des occupants trophiques individuels ou spécifiques de niveau inférieur jusqu'aux occupants de niveau supérieur. La pertinence de ces relations peut découler d'un attribut biologique (comme une chaîne abritant des relations entre de multiples espèces focales ou présentant une valeur écologique fondamentale établie), ou de l'importance socio-économique de la chaîne alimentaire (offrant des opportunités de subsistance par exemple). La collecte des informations devra intégrer une discussion concernant le statut des occupants (espèces) et de leurs relations aux différents niveaux trophiques s'appuyant sur un maximum de preuves empiriques (les données collectées au titre des indicateurs B1 et B2 peuvent ici s'avérer utiles). Il est par exemple possible de procéder à la caractérisation et à la modélisation de la chaîne de relations trophiques suivante: phytoplancton – krill – poissons – phoques – ours polaires. Pour cet exemple, une surveillance étroite de l'abondance du krill ou des phoques et du statut de leurs relations avec les poissons ou les ours polaires pourra servir de baromètre de l'intégrité globale de la chaîne alimentaire. La collecte d'informations descriptives et empiriques visant à caractériser quelques-unes de ces chaînes fondamentales, y compris le degré d'interconnectivité existant entre elles, permettra de constituer un échantillon représentatif en vue d'une caractérisation complète de la totalité du réseau et de l'ensemble de ses relations trophiques.

La collecte des données relatives à cet indicateur peut s'effectuer dans la continuité des autres activités de collecte de données et études menées au titre des indicateurs B1, B4 et B7.

JOHN PARKS

L'examen des points extrêmes d'une chaîne alimentaire unique (prédateurs supérieurs et producteurs primaires par exemple) peut également servir de baromètre pour la totalité de la chaîne.

Dans certains cas, les AMP disposent du personnel, de l'expertise et du temps nécessaires pour caractériser et surveiller la gamme complète de positions et de relations trophiques du réseau trophique d'une communauté. Une évaluation plus rigoureuse et approfondie peut alors être réalisée. Dans un premier temps, les différents organismes présents dans le système devront être identifiés et regroupés en fonction de leur position trophique et guilde au sein du réseau trophique global de la communauté. Ce processus donnera lieu à l'attribution de rôles uniques ou multiples aux espèces, allant du rôle de producteur, d'herbivore, de carnivore de premier ordre, carnivore de deuxième ordre, etc. à celui de carnivore supérieur. Il devrait aboutir à la caractérisation d'un ensemble complet de chaînes alimentaires interconnectées entre tous les membres de la communauté.

Ensuite, le poids moyen (g/m^2) et la biomasse relative des populations ou organismes présents au sein de la communauté devront être mesurés directement et enregistrés par le biais des captures et remises à l'eau *in situ* ou des études sur les prises de poissons. La biomasse relative (g/m^2/espèce) peut être déterminée pour chaque population par la collecte de données sur le poids et la taille des individus observés et par le calcul en parallèle de la surface de la zone à partir de laquelle ces observations sont réalisées. Les enregistrements de la biomasse moyenne des espèces devront être répertoriés par guilde trophique et suivant un ordre croissant. Cette opération peut être effectuée grâce à un ouvrage sur l'appartenance des espèces aux différentes guildes trophiques ou à une étude préliminaire du contenu du système digestif des espèces concernées.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 102

À ce stade, on déterminera l'abondance relative (nombre) des organismes présents au sein de l'aire marine étudiée à l'aide des données collectées dans le cadre des indicateurs B1 et B4. La biomasse relative (g/m²) de chaque guilde trophique pourra alors être calculée en multipliant la biomasse moyenne des individus d'une population par le nombre total d'individus (abondance) observés au sein du niveau trophique. La biomasse totale de chaque guilde devra être répertoriée suivant un ordre croissant, de même que les espèces constitutives du niveau. Notez que dans certains cas (selon les objectifs de l'AMP), les gestionnaires ne se préoccupent que des relations alimentaires entre les espèces herbivores et carnivores et orientent la collecte des données en conséquence.

La collecte des données devra en théorie être effectuée tous les ans ou deux fois par an. Il est recommandé d'adopter une approche de collecte de données basée sur des séries chronologiques interannuelles. Dans la mesure où les relations et structures trophiques varient de façon significative en fonction de la géographie et de la composition de la communauté, les données relatives à la biomasse et à l'abondance doivent être collectées (et analysées – cf. ci-dessous) à l'échelle du site et/ou de la communauté..

Comment analyser et interpréter les résultats?

Élaborez tout d'abord une représentation du réseau trophique présumé de la communauté. Mettez plus particulièrement en évidence les chaînes alimentaires distinctes des espèces observées ainsi que les interconnexions entre ces chaînes. En outre, identifiez et regroupez les différents organismes selon leur position et guilde trophique au sein du réseau trophique: c'est-à-dire selon qu'il s'agit de producteurs, d'herbi¬vores, de carnivores de premier ordre, de deuxième ordre, etc.

Ensuite, à l'aide des résultats relatifs à la biomasse totale de chaque guilde trophique observée au sein du réseau trophique, déterminez les ratios trophiques (ou proportions) des différents niveaux de guildes et classez-les par rangs. Le ratio trophique correspond à la relation entre les valeurs de la biomasse des différentes guildes trophiques, par exemple, le ratio producteur/herbivore ou le ratio producteur/carnivore de troisième ordre (Arias-Gonzalez, 1998).

Affectez alors des niveaux trophiques sous la forme de rangs de nombres entiers (1, 2, 3…) ou décimaux (1,3; 2,7; etc. déterminés par une moyenne pondérée des niveaux trophiques des proies) aux différentes guildes spécifiques présentes au sein des communautés de(s) (l')écosystème(s) (cf. Lindeman, 1942; et Odum et Heald, 1975). Christensen et Pauly (1992) proposent une bonne synthèse des étapes spécifiques à suivre pour l'affectation des niveaux trophiques.

Produits

- Un profil descriptif des relations trophiques et de l'état de ces relations entre les membres d'au moins une chaîne alimentaire au sein du réseau trophique global.
- Une représentation du réseau trophique et des chaînes alimentaires interconnectées.
- Un profil de la biomasse moyenne et relative des espèces, regroupées par guilde trophique.
- Un profil de la biomasse totale des guildes trophiques observées.
- Une liste des ratios trophiques entre les guildes dont l'évolution doit être suivie dans le temps.
- Un indice de structure trophique.

Un indice de niveau trophique (trophic level index, TLI) très simple peut maintenant être calculé en pondérant les niveaux trophiques entiers ou décimaux par la biomasse de la guilde trophique. Par exemple, dans un système caractérisé par 30 % d'herbivores (niveau trophique = 1), 40 % de carnivores de premier ordre (niveau trophique = 2), et 30 % de carnivores de deuxième ordre (niveau trophique = 3), le TLI correspond à: (1 x 0,30) + (2 x 0,40) + (3 x 0,30) = 2.

L'efficacité écologique correspond au pourcentage de la biomasse produite par un niveau trophique qui est intégré à la biomasse du niveau trophique immédiatement supérieur. En règle générale, ce pourcentage s'élève à environ 10 % de l'énergie totale d'un niveau trophique. Selon ce principe, chaque niveau trophique affecté aux guildes est pondéré par 10 par rapport au niveau inférieur. Il est non moins (voire plus) important de noter que cette efficacité écologique reflète le progrès vers le but fixé du maintien de l'abondance et de la taille des espèces des niveaux trophiques élevés. Créez un tableau des valeurs correspondantes classées par ordre d'affectation trophique croissante.

Enfin, calculez un indice de structure trophique à l'aide des résultats synthétiques générés à ce stade (cf. Done et Reichelt, 1998; Christensen et Pauly, 1992).

Observez les changements et variations dans le temps de la structure/des positions trophique(s) et de l'indice. Déterminez (résultats des indices à l'appui) si le réseau trophique observé est stable, en déclin ou en progression. Utilisez les résultats observés afin de dégager des tendances trophiques et d'orienter la prise de décision en matière de gestion et la définition des priorités. Les données suggèrent-elles que les réseaux trophiques de l'AMP subissent des changements? Le cas échéant, au vu de l'écart entre l'état souhaité des relations trophiques et leur état effectif, les changements observés témoignent-ils d'une détérioration ou d'un renforcement du réseau trophique?

Une analyse écologique rigoureuse et une modélisation avancée seront nécessaires afin de pouvoir confirmer ou infirmer avec certitude les résultats de cet indicateur. Il convient de remarquer qu'il existe de nombreuses techniques de modélisation mathématique plus avancées grâce auxquelles il est possible d'évaluer la stabilité et la fiabilité des relations trophiques de l'écosystème visé. Certains modèles permettent par exemple de prévoir les conséquences de l'exploitation des espèces à différents niveaux de maturité sur l'ensemble du réseau trophique. L'évaluation de cet indicateur ne nécessite pas l'utilisation de ces techniques de modélisation avancées, l'équipe de projet de l'AMP n'étant pas forcément en mesure de les appliquer.

Points forts et limites

Cet indicateur n'est pas facile à mesurer. La collecte des données peut mobiliser beaucoup de temps, en fonction du nombre d'espèces examinées (à savoir une seule chaîne d'espèces ou la totalité d'un réseau trophique) et de la complexité et des imbrications entre et au sein des relations trophiques individuelles et des groupes de relations trophiques du site étudié. Si l'équipe d'évaluation considère qu'il convient de mesurer cet indicateur, elle devra être consciente du temps supplémentaire nécessaire pour se procurer les ressources humaines et financières. Étant donné les difficultés que soulève la collecte des données rattachées à cet indicateur, les équipes d'évaluation devront réfléchir attentivement afin de déterminer si cette collecte est suffisamment justifiée par les buts et objectifs de l'AMP.

Pour cet indicateur, la saisie complémentaire de données de poids peut à première vue sembler relativement simple et directe au vu des investissements déjà réalisés en matière de collecte de données pour les indicateurs associés (B1 ou B7 par exemple). Ces investissements supplémentaires en temps et en personnel seront cependant plus que significatifs. L'expérience réelle montre que la simple modélisation d'une unique chaîne alimentaire de relations peut devenir très coûteuse en termes de temps et de personnel. De plus, les données supplémentaires collectées (telles que les mesures de poids) ne sont pas forcément toujours faciles et rapides à obtenir. Un bon niveau en mathématique est enfin nécessaire.

Le potentiel de cet indicateur est théoriquement pleinement atteint une fois que les données collectées sur les réseaux trophiques de l'AMP ont été comparées à celles des écosystèmes «vierges». Les conditions de «virginité» et les données de référence sont difficiles à obtenir et en l'absence de ces zones témoins, cet indicateur perd une partie de sa puissance analytique. Par exemple, dans la mesure où il impossible de caractériser un réseau trophique «vierge» rencontré à l'état naturel et exempt de tout impact humain, comment définir le niveau auquel l'intégrité d'un réseau trophique doit être restaurée? Quels réseaux trophiques devrait-on considérer comme «normaux» au regard des conditions actuelles dans le monde?

La précision et l'inférence de cet indicateur sont limitées au-delà des sites et communautés pour lesquels l'information trophique est modélisée. Plus le niveau d'analyse des relations trophiques est profond, moins les résultats correspondants sont précis. En outre, il est impossible d'établir des liens de cause à effet entre les changements trophiques observés au sein du réseau trophique et le recours à des interventions de gestion (ou leur défaut). Cet indicateur sert plus de support pédagogique et d'illustration de l'état de l'écologie de la communauté gérée que d'instrument de mesure éprouvé de l'efficacité de la gestion.

Malgré ces limites et incertitudes, les réseaux trophiques et leur rôle au niveau de la résilience de l'écosystème sont désormais largement reconnus comme des éléments critiques de la réussite de la gestion des aires marines. Bien que les méthodes de mesure de cet indicateur soient encore testées, affinées et développées, les rédacteurs et correcteurs de ce guide ont largement admis que la question de l'intégrité du réseau trophique était suffisamment critique pour être intégrée. Cette question est particulièrement pertinente dans la mesure où cet indicateur est reconnu comme un macro-descripteur potentiel des changements qui se produisent au sein d'un écosystème et de la santé globale de celui-ci.

Références et liens Internet utiles

Botsford, L.W, Castilla, J.C. et Petersen, C.H. (1997). «The management of fisheries and marine ecosystems». *Science* 277(5325):

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 104

509–515.

Christensen, V. (2003). «Using Ecopath with Ecosim for ecosystem based management of fisheries». H. Jákupsstovu (ed.), Workshop on *Ecosystem Modelling of Faroese Waters, Tórshavn, September 2002*, FRS 2003: 73–75.

Christensen, V. et Pauly, D. (1992). «ECOPATH II –ß A software for balancing steady-state models and calculating network characteristics». *Ecological Modelling* 61: 169–185.

Christensen, V. et Pauly, D. (eds.) (1993). *Trophic Models of Aquatic Ecosystems*. ICLARM Conference Proceedings 26. International Center for Aquatic Living Resources Management, Manille, Philippines.

Done, T.J. et R.E. Reichelt (1998). «Integrated coastal zone and fisheries ecosystem manage¬ment: generic goals and performance indices.» *Ecological Applications* 8 (suppl.): 110–118.

Hutchings, J.A. (2000). «Collapse and recovery of marine fishes». *Nature* 406(6798): 882–885.

Jackson, J.B.C., Kirby, M.X. et al. (2001). «Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems». *Science* 293(5530): 629–638.

Jennings, S., Kaiser, M.J. et Reynolds, J.D. (2001). *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science, Londres, Royaume-Uni.

Lindeman, R.L. (1942). «The trophic-dynamic aspect of ecology». *Ecology* 23: 399–418.

Myers, R. A. et Worm, B. (2003). «Rapid worldwide depletion of predatory fish communities». Nature 423: 280–283.

Odum, W.E. et Heald, E.J. (1975). «The detritus-based food web of an estuarine mangrove community». L.E. Cronin (ed.), *Estuarine research, Vol. 1*. Academic Press, New York. pp. 265–286.

Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T.J., Sumaila, U.R., Walters, C.J., Watson, R. et Zeller, D. (2002). «Towards sustainability in world fisheries». *Nature* 418: 689–695.

Pauly, D., Palomares, M.L., Froese, R., Sa-a, P., Vakily, M., Preikshot, D. et Wallace, S. (2001). «Fishing down Canadian aquatic food webs». *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 58: 51–62.

Sainsbury, K. et Sumaila, U.R. (2003). «Incorporating ecosystem objectives into management of sustainable marine fisheries, including 'best practice' reference points and use of Marine Protected Areas». M. Sinclair et G. Valdimarson (eds.), *Responsible Fisheries in the Marine Ecosystem*. CAB International, UK. pp. 343–361.

Winemiller, K.O. (1990). «Spatial and temporal variation in tropical fish trophic networks». *Ecological Monographs* 60(3): 331–367.

Encadré B7

EXEMPLE SUR LE TERRAIN

La législation canadienne énonce clairement que la préservation de l'intégrité écologique constitue une priorité en matière de gestion marine et en conséquence, le parc marin du Saguenay-Saint-Laurent, au Québec, reconnaît l'intégrité du réseau trophique comme une condition préalable de l'efficacité de la gestion. Bien que le parc marin soit trop vaste et trop complexe pour que l'intégrité de la totalité du réseau trophique du site puisse être contrôlée, l'équipe de gestion a fait preuve d'innovation. Ses membres ont choisi de mesurer l'indicateur le long de l'une des chaînes trophiques les plus critiques de l'ensemble du réseau: du phytoplancton producteur en passant par le krill herbivore, les poissons pélagiques comme les éperlans (famille des Osméridés) et les capelans (Mallotus villosus) qui sont des carnivores intermédiaires, aux bélougas (Delphinapterus leucas), qui sont des carnivores supérieurs

PARKS CANADA

▶ ***Le bélouga (Delphinapterus leucas), en voie de disparition, représente l'espèce vedette du parc parin du Saguenay-Saint-Laurent. La population des bélougas dans le parc compte moins de 500 individus.***

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 106

Type, niveau et rentabilité de l'effort de pêche

Se rapporte aux buts et objectifs

BUT 1
1A 1C 1D 1E 1F

BUT 2
2A 2D

BUT 3
3A 3B 3C

BUT 5
5A

Niveau de difficulté 3 (1–5)

Que signifie «type, niveau et rentabilité de l'effort de pêche»?

Le type d'effort décrit la nature et le degré de la force d'extraction déployée lors des activités de pêche, à la fois en termes de technologie et de main d'œuvre qualifiée.

Le niveau d'effort permet de mesurer la quantité des forces de travail (nombre de personnes) et le temps (nombre d'heures/de jours) utilisés lors des activités de pêche.

La rentabilité de l'effort de pêche permet de mesurer l'efficacité des activités de pêche. L'efficacité de l'effort de pêche est mesurée à travers le nombre (d'individus) ou le poids (biomasse) d'une espèce capturée par unité d'effort (jour ou heure par personne ou équipe de personnes) en fonction de la méthode de pêche et de la technologie utilisées. La prise par unité d'effort (PUE) représente le profil de l'efficacité relative d'une technologie de pêche donnée. La PUE peut être mesurée dans des zones de capture extérieures à l'AMP, dans son voisinage immédiat (pour mesurer l'effet de propagation), et/ou dans des zones à l'intérieur de l'AMP (si les zones sont classées de façon pertinente, ou pour des données de comparaison sur la pêche avec remise à l'eau des prises). Les données sur la PUE sont généralement collectées in situ lors des opérations de pêche, ou lors d'une enquête par interrogation du pêcheur lorsque les prises sont débarquées à terre (cf. ci-dessous).

Pourquoi mesurer cet indicateur?

Les AMP sont souvent créées explicitement en raison de l'importance que revêt l'extraction des produits de la pêche pour nourrir les sociétés humaines. L'augmentation des rendements de la pêche (via les retombées sur la biomasse provenant des zones non exploitables et des AMP) et l'amélioration des moyens de subsistance (à travers l'amélioration du revenu et de la disponibilité de la nourriture résultant de l'augmentation des rendements de la pêche) constituent donc des objectifs communs importants des AMP dans le monde. Au moyen de cet indicateur, on tente directement de quantifier et de suivre l'évolution des tendances en fonction du temps des éléments suivants: rendement de la pêche, utilisation de la technologie et moyens de subsistance.

Le thème de cet indicateur (usage humain) renvoie à plusieurs aspects socio-économiques et de gouvernance; les données collectées ici pourront donc s'avérer utiles lorsque certains de ces indicateurs (par exemple S1 et G1) seront pris en considération.

Bien qu'il soit important de mesurer les impacts de l'utilisation des AMP sur la pêche, la littérature sur les AMP ne comprend que de rares analyses de ce type.

Cet indicateur est indirectement lié à la mesure des effets de propagation à partir des zones à activité humaine réduite ou nulle (indicateur B10). De surcroît, les niveaux des prises peuvent aussi largement influencer la structure de la communauté (indicateur B5) et les relations trophiques (indicateur B6); par exemple, à travers les effets collatéraux du volume des prises accessoires qui sont associés à certaines technologies de pêche exagérément efficaces ou à travers l'éradication systématique de grands prédateurs tels que le mérou.

Il convient de noter que dans les AMP qui visent éventuellement à réduire ou éliminer l'effort de pêche dans leurs limites et aux alentours, la finalité est le renforcement des populations d'espèces focales plutôt que l'optimisation des rendements de pêche.

TONY ECKERSLEY

Le terme «pêche» est défini ici au sens large comme recouvrant toute activité impliquant l'extraction des ressources marines vivantes, pour un usage commercial ou non commercial (par exemple, comme moyen de subsistance). À ce titre, il englobe les éléments suivants:

- Capture de la thonine à ventre rayé par des senneurs appartenant à une flotte commerciale.
- Capture, en eaux peu profondes, de gastéropodes et d'échinodermes pour les vendre aux touristes.
- Ramassage à la main de coques, d'algues et autres invertébrés marins à des fins d'autoconsommation (cf. ci-dessous, à droite).
- Chasse aux oiseaux de mer et phoques pour vendre leur viande sur le marché local.

Exigences

- Porte-bloc et papier.
- Crayon ou stylo.
- Formulaire d'enquête par interrogation du pêcheur (au débarquement).
- Fiches récapitulatives des PUE.
- Connaissances générales du nombre d'exploitants pêcheurs et de leurs activités de pêche.
- Connaissance des emplacements des marinas, rampes de mise à l'eau et points d'accès pour le public.
- Connaissance des lieux.
- Temps (en heures/jours) consacré par chaque personne à la capture de ressources.
- Capacité de la technologie à capturer les espèces désirées.
- Impact physique (le cas échéant) de la technologie de la pêche sur l'habitat.
- Liste des sites d'enquête: points d'entrée et de débarquement, principales zones de pêche, et (le cas échéant) zones polyvalentes pour chaque type d'engin autorisé à l'intérieur de l'AMP et autour.

Comment collecter les données?

Au minimum, les informations suivantes sur le type et le niveau de l'effort de pêche devraient être collectées à travers les enquêtes par interrogation du pêcheur (au débarquement) et les entretiens avec des pêcheurs pris au hasard (ou d'autres utilisateurs des ressources) sur les lieux de débarquement connus:

a) Espèce(s) visée(s) par les captures,

b) Espèces effectivement capturées (composition complète des prises),

c) Lieu des prises: à l'extérieur ou à l'intérieur de l'AMP, ou dans le voisinage (le cas échéant),

d) Description de la méthode de capture utilisée,

e) Type(s) et nombre d'engins de pêche utilisés,

f) Moyen technique auxiliaire disponible (par exemple, treuil hydraulique),

g) Nombre, type(s) et taille(s) des bateaux utilisés pour débarquer la pêche,

h) Nombre de personnes (pêcheurs) impliquées dans le débarquement de la pêche, y compris l'équipage, et leur rôle respectif,

i) Nombre, type et taille (puissance nominale) des moteurs impliqués dans le débarquement de la pêche,

j) Temps (en heures/jours) nécessaire pour débarquer la pêche, y compris le temps de transit,

k) Taille des individus par espèce,

l) Poids total de la pêche (en kg, par estimation au besoin), et

m) Valeur monétaire totale de la pêche (dans la devise locale) à saisir et enregistrer.

L'échantillonnage au hasard a lieu en retenant de façon aléatoire un nombre donné de bateaux ou de pêcheurs individuels dans une population connue de bateaux ou d'exploitants pêcheurs actifs.

Au-delà des simples enquêtes par interrogation du pêcheur (au débarquement), un niveau plus avancé de collecte de données exige que l'évaluateur recueille des observations PUE détaillées *in situ* (à bord ou dans l'eau) en temps réel lors des activités de pêche. Les horaires précis (heures, minutes) et

La mesure de cet indicateur est étroitement liée à celle de l'indicateur B1 (pour les espèces focales «cibles»), et constitue de même l'un des indicateurs les plus couramment utilisés. Une augmentation de la PUE est souvent observée comme étant corrélée à l'augmentation de l'abondance des espèces focales.

TONY ECKERSLEY

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:57 am Page 108

Cet indicateur est principalement axé sur l'évaluation de l'effort de pêche en relation avec la génération des revenus et la consommation alimentaire, mais il peut être aussi facilement adapté à l'évaluation de l'effort non commercial, non alimentaire lié à:

- la pêche de loisir, et
- la pêche sportive avec remise avec l'eau des prises.

En outre, des données peuvent être collectées, à ce même titre, pour des usages commerciaux des ressources marines vivantes à des fins autres qu'extractives, telles que:

- la plongée touristique,
- l'observation des baleines, et
- l'aquaculture.

Dans tous les cas, le taux de «rentabilité de l'effort» de ces activités peut être mesuré en termes de revenus.

les endroits précis (théoriquement en utilisant les coordonnées GPS et une carte de base géoréférencée de la zone de capture) de l'effort de pêche et des débarquements observés sont enregistrés par ordre d'occurrence. Ces données PUE doivent être accompagnées par la réalisation d'une vaste enquête cadre détaillant la puissance (par exemple, des bateaux, moteurs et engins) utilisée dans l'effort spatial (superficie totale de pêche, en km²) et temporel (temps consacré, en jours, heures et minutes). De telles enquêtes doivent être mises à jour régulièrement.

La procédure et les formulaires spécifiques utilisés pour réaliser les enquêtes PUE et par interrogation du pêcheur sont bien documentés dans la littérature, et ne sont donc pas repris dans le présent document (cf. Références utiles, ci-dessous). Il n'est pas recommandé que l'équipe chargée de l'évaluation demande aux exploitants pêcheurs de consigner leurs propres données PUE in situ. Toutefois, si ces derniers ont reçu la formation adéquate et sont disposés à le faire, ils peuvent renseigner les champs de données sur les résultats de la pêche dans un registre prévu à des fins spécifiques (par exemple, le volume des prises et les tailles individuelles, le temps total consacré à la pêche, le nombre de bateaux et de personnes impliquées, etc.).

L'effort de pêche est déployé différemment en fonction de l'espèce cible. De même, l'effort de pêche affecte chaque espèce de façon différente. Par conséquent, la mesure de l'effort de pêche doit être spécifique à chaque espèce, même dans un cadre de surveillance à l'échelle de l'écosystème. Chaque espèce doit être étudiée individuellement et distinctement des autres, et les données doivent être collectées et analysées également spécifiquement. Par exemple, si plusieurs espèces de poissons d'eau profonde sont simplement regroupées et classées comme «pêche mixte de 150 poissons» dans l'enquête sur la pêche d'une journée, on risque de dissimuler le fait que l'une des espèces comprises dans le lot, est en voie de raréfaction. Cela pourrait induire une éradication systématique et accidentelle d'espèces rares dont la fréquence décroissante au niveau des prises (et la PUE en baisse) a été masquée par la présence d'autres espèces communes (ou de plus en plus courantes). Les motifs et raisonnements sur ce sujet sont bien documentés dans la littérature (Polunin et Roberts, 1995; Russ, 1991).

Des informations supplémentaires sur la pêche et l'effort de pêche peuvent sans doute être consultées auprès des services nationaux ou régionaux des statistiques. Les organismes gouvernementaux et/ou non gouvernementaux peuvent constituer une autre source d'information, et fournir à l'équipe d'évaluation des données à combiner avec les données d'observation directe et celles collectées dans les entretiens.

JOHN PARKS/WWF

▲ ***Les enquêtes sur la pêche peuvent prendre beaucoup de temps, en particulier lorsque les prises d'un pêcheur individuel sont importantes. Par exemple, il a fallu une heure pour collecter les données sur la pêche de cette seule personne, composée de différents poissons de récif capturés à l'extérieur d'une petite AMP, en Papouasie occidentale, Indonésie.***

Éventuellement, des données supplémentaires sur l'effort de pêche peuvent également être recueillies auprès des pêcheurs lors des enquêtes sur les ménages réalisées dans le contexte des indicateurs socio-économiques (par exemple, fréquence approximative de la pêche d'espèces cibles, durée minimale de leur sortie pour s'assurer des prises satisfaisantes, composition type de leur pêche et tailles types des prises).

Parmi les informations connexes pouvant s'avérer utiles, on peut également citer:

a) les données sur les permis, tenues à jour par un service administratif relatif aux activités de pêche industrielle enregistrées ou aux activités de pêche commerciale à petite et moyenne échelle, et

b) une description du marché et des attributs du marché des pêches en question, notamment la valeur marchande et la valeur/le tonnage annuel de la pêche calculés à l'aide des statistiques publiques.

Ces données devraient être mises en relation avec les indicateurs socio-économiques pertinents présentés après les indicateurs biophysiques.

Des informations devraient être collectées sur les types et nombres d'engins de pêche destructeurs, la prévalence (fréquence ou popularité) de leur utilisation, et le volume de l'effort de pêche destructrice (personnes, temps) utilisé. Ces informations peuvent être collectées (ou estimées) à travers des observations directes (patrouilles, nombres d'incidents relevés) ou par le biais de discussions avec les informateurs clés (y compris les utilisateurs, le personnel de direction et le personnel chargé de l'application des réglementations). De nombreuses techniques destructrices étant illégales, il peut s'avérer difficile de collecter des information fiables. Par conséquent, les informateurs clés devront être choisis avec beaucoup d'attention, et les évaluateurs devront rester attentifs aux biais éventuels (cf. IMA, 2000).

Data should be collected on a regular basis throughout the year (weekly, monthly) or during seasonal harvest or reproductive event periods. Creel surveys should ideally be randomly sampled or uniformly stratified across all relevant landing sites with respect to the day of the week and time of month (moon phase) when harvest is active.

La mesure précise de la rentabilité de l'effort de pêche déployé pour chaque espèce cible, exigerait la collecte de données plus complexes et détaillées sur les pêches via des techniques plus évoluées de mesure et d'analyse que celles utilisées actuellement dans les AMP pour cet indicateur.

Cet indicateur est lié aux indicateurs B1 et B6, mais il est aussi étroitement associé aux autres indicateurs socio-économiques (S1, S5, S10) et de gouvernance (G1, G4, G15).

Comment analyser et interpréter les résultats?

On peut commencer à identifier les tendances de l'effort et des méthodes de pêche en surveillant l'évolution dans le temps des éléments suivants:

- ❑ le type et la popularité des engins de pêche utilisés,
- ❑ la puissance des engins,
- ❑ le niveau et la rentabilité de l'effort de pêche dans l'AMP et ses environs,
- ❑ l'incidence de l'utilisation des technologies de pêche destructrice,
- ❑ l'évolution de la taille et de la composition des espèces pêchées,
- ❑ l'évolution du nombre et du volume/poids des espèces cibles pêchées.

Avec les données collectées sur le niveau d'effort, il convient de calculer la prise par unité d'effort en utilisant le poids des principales espèces pêchées par journée par personne pour chaque méthode/technologie de pêche: PUE = poids total (kg) de la prise d'espèces cibles par unité de temps (jour).

Examinez l'efficacité relative des méthodes de pêche en les comparant à travers les aspects suivants: rentabilité de l'effort de pêche, investissement en main d'?uvre (nombre de pêcheurs, heures ou jours de pêche), et volume total des prises. Quelles technologies sont les plus efficaces? Lesquelles sont exagérément efficaces par rapport aux autres? Quelles sont les tendances en ce qui concerne la prévalence de l'utilisation des différents engins disponibles? Certains ont-ils tendance à être de plus en plus utilisés par rapport à d'autres, et cette évolution est-elle liée à leur efficacité respective? Si des données sont disponibles sur ce sujet, l'incidence de l'utilisation de technologies destructrices (telles que la pêche au cyanure, à la dynamite et aux filets à petites mailles) est-elle en baisse ou en augmentation, ou reste-t-elle stable? Dans quelle mesure l'efficacité et les changements ou tendances observés dans les types d'engins de pêche dépendent-ils des actions de gestion de l'AMP? D'après les résultats, les données suggèrent-elles que le niveau de l'effort de pêche autour de l'AMP a changé (baisse/amélioration)? Si tel est le cas, dans quelle mesure?

Pour chaque espèce cible et type d'engin, effectuez les calculs suivants sur un intervalle de temps spécifié (par exemple, trois mois, une quinzaine de jours, ou un an):

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 110

- le montant total de la pêche (poids, volume, et/ou nombre d'individus),
- la richesse globale des espèces (diversité) de la pêche,
- l'effort total (nombre de bateaux, de pêcheurs, d'heures/jours),
- la pêche moyenne,
- la taille moyenne des prises, et
- la PUE moyenne.

Saisissez ces données dans un tableau en inscrivant les catégories de calculs en tête de colonne et les intervalles de temps en tête de ligne. Puis, faites un graphique en fonction du temps (avec les intervalles spécifiés) pour chaque espèce cible, et superposez les différents résultats. Peut-on distinguer des tendances ou des rapports inverses entre certains de ces attributs? Le cas échéant, qu'est ce que cela signifie? L'augmentation de la taille et de l'effort de pêche sont-ils inversement proportionnels à la taille moyenne des individus capturés?

Nous vous mettons en garde sur le risque de biais dans l'interprétation des résultats en raison du cycle biologique de la population qui est pêchée, et de l'époque à laquelle l'enquête sur la pêche est effectuée. Par exemple, les données peuvent sembler asymétriques (faussement positives): mais, ce que l'on interprète comme une forte augmentation de la PUE peut être dû au fait que l'enquête sur la pêche (au débarquement) a été réalisée au moment de la migration des poissons, du rassemblement et du recrutement.

Points forts et limites

Les données relatives à cet indicateur peuvent être collectées de façon relativement directe bien que cela ne soit pas toujours aussi simple qu'il y paraît et que cette collecte exige des ressources non négligeables en termes de temps et de main d'?uvre. La mesure de cet indicateur est également plus complexe en pratique qu'en théorie; la collecte de données précises sur la pêche pour les espèces prédominantes (celles capturées le plus souvent) et pour les espèces focales (celles présentant un intérêt pour l'AMP, ses buts et ses objectifs) nécessite un supplément notable de temps et de ressources humaines. Les enquêtes PUE exigent aussi du personnel relativement bien formé et doivent être réalisées de façon cohérente pendant au moins une année complète afin de se faire une idée précise des taux de prise. En outre, des consultants scientifiques et du personnel (qu'il faudra éventuellement embaucher en dépit des coûts onéreux que cela représente) s'avèreront nécessaires pour développer les bases de données sur l'effort de pêche et analyser les données de référence.

Produits

- Registre des types d'engins utilisés.
- Registre de la puissance des engins.
- Enregistrement de la taille et composition des prises.
- Enregistrement de l'efficacité de l'effort de pêche par rapport aux résultats et des calculs PUE pour les ressources cibles capturées par les parties prenantes locales, en fonction des engins et technologies utilisées.
- Graphiques chronologiques de la taille totale de la pêche, de l'effort de pêche total, des tailles moyennes des individus capturés, et de la PUE pour chaque espèce.
- Carte des principaux sites de pêche représentatifs dans les divers types d'habitat à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP et localisation des principaux point d'accès (stationnements, rampes de mise à l'eau) à l'AMP.

Les enquêtes PUE et les enquêtes par interrogation du pêcheur peuvent être effectuées par le personnel du projet et les bénévoles de la communauté, s'ils sont suffisamment formés, à des coûts et avec des investissements logistiques relativement faibles. Toutefois, la surveillance technique et l'examen scientifique par des biologistes des pêches qualifiés et expérimentés sont importants, et la collecte de données PUE peut ne pas être adaptée ou réalisable dans toutes les AMP. Des enquêtes visuelles ou par interrogation du pêcheur sont assez précises en termes d'estimation de la rentabilité de l'effort de pêche investi.

L'évolution des engins de pêche utilisés et du nombre de bateaux et de pêcheurs risque d'être plus facile à mesurer et plus utile pour iden¬tifier les problèmes liés à la pression de la pêche. De même, l'évolution de la taille et de la composition des prises est aussi importante – sinon plus importante – que le nombre d'individus pêchés.

La PUE n'est pas forcément un bon indicateur de l'évolution écologique et ne suffit donc pas à identifier et prévenir des effondrements imminents des stocks halieutiques. Par ailleurs, en raison de la surveillance cohérente et à long terme exigée par les enquêtes PUE, il est difficile d'établir une corrélation entre les données PUE et l'évolution de l'environnement.

Références et liens Internet utiles

Dulvy, N.K., Metcalfe, J.D., Glanville, J., Pawson, M.G. et Reynolds, J.D. (2000). «Fisheries stability, local extinctions and shifts in community structure of skates». *Conservation Biology* 14: 283–293.

Gulland, J.A. (1975). *Manual of Methods for Fisheries Resources Survey and Appraisal: Part 5 – Objectives and Basic Methods*. FAO Fisheries Technical Paper No. 145. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.

Gulland, J.A. (1983). *Fish Stock Assessment: A Manual of Basic Methods*. Wiley Interscience, Chichester, Royaume-Uni.

Gunderson, D.R. (1993). *Surveys of Fishery Resources*. John Wiley and Sons, Inc., New York, NY, USA.

Hilborn, R. et Walters, C.J. (1992). *Quantitative Fisheries Stock Assessment: Choice, dynamics, and uncertainty*. Chapman and Hall, New York, NY, USA

Jennings, S., Kaiser, M.J. et Reynolds, J.D. (2001) Marine *Fisheries Ecology*. Blackwell Science, Londres, Royaume-Uni.

Munro, J.L. et Pauly, D. (1983). «A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates». *ICLARM Fishbyte* 1(1): 5–6.

Pauly, D. (1978). «Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators». *ICLARM Stud. Rev*. (8): 325p.

Pauly, D. (1983). «Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks». *FAO Fish. Tech. Pap*. (234): 52 p.

Polunin, N.V.C. et Roberts, C.M. (eds.) (1996). *Reef Fisheries*. Chapman and Hall, Londres, Royaume-Uni.

Russ, G.R. (1991). «Coral reef fisheries: Effects and yields.» P.F. Sale (ed.), *The Ecology of Fishes on Coral Reefs*. Academic Press, New York, NY. pp. 600–635.

Schnute, J.T. (1985). «A general theory for analysis of catch and effort data.» *Can. J. Fish. Aquat. Sci*. 42: 414–429.

Sparre, P. et Venema, S.C. (1992). *Introduction to Tropical Fish Stock Assessment. Part 1 – Manual*. FAO Fisheries Technical Paper No. 306, Rev. 1. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.

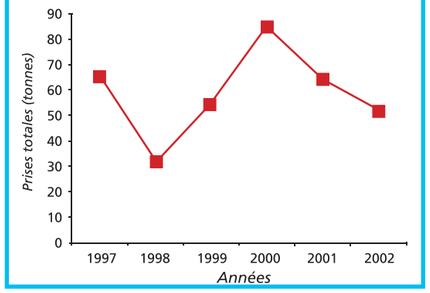
Encadré B8

EXEMPLE SUR LE TERRAIN

À la réserve marine des îles Galapagos, deux grandes pêcheries commerciales ciblent le homard: homard bleu ou vert (Panulirus gracilis) et homard rouge (P. penicillatus). La pêche de ces espèces est autorisée seulement pendant une période déterminée de quatre mois. Les données recueillies au cours des six dernières années illustrent l'histoire intéressante de l'AMP. À la fin des années 90, les résultats de la pêche globale sont montés en flèche (cf. schéma ci-dessous). Cela a favorisé l'arrivée de nombreux nouveaux pêcheurs en 2000 et 2001, entraînant une baisse des réserves et une diminution des prises en 2001 et 2002. En 2002, on faisait état d'un nombre moins important de pêcheurs en activité (en raison de la baisse des prises l'année précédente), d'où une diminution de l'effort de pêche. D'aucuns avancent que cela va se traduire par une augmentation de la pêche pour les années à venir, qui sera probablement suivie par un nouvel influx de l'effort de pêche. De telles fluctuations des pêches commerciales ne sont pas rares et ont amené des gestionnaires et parties prenantes confrontés à des situations de ce type à discuter de la nécessité de limiter davantage la pêche (et donc l'effort de pêche) afin de fixer un niveau de pêche scientifiquement durable.

Prises totales annuelles de homards aux Galapagos 1997–2001

Année	*Pêches vendues (tonnes)*
1997	65.3
1998	31
1999	54.4
2000	85
2001	64.1
2002	51.4
Moyenne	***58.55***



© WWF-CANON/MARK EDWARDS

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 112

Se rapporte aux buts et objectifs
BUT 1
1B
BUT 2
2B 2D 2E
BUT 3
3B 3C
BUT 4
4A 4B 4C 3D
BUT 5
5B 5C 5D

Niveau de difficulté 3 (1–5)

Que signifie «qualité de l'eau»?

La qualité de l'eau est une mesure abiotique et biotique (en cas de pollution bactérienne) des paramètres environnementaux ambiants présents dans la colonne d'eau. Les paramètres de la qualité de l'eau comprennent la température, la salinité, la teneur en oxygène, la turbidité, le taux de sédimentation, la charge nutritive ainsi que la présence (en suspension) et la densité de toxines, de bactéries et autres particules.

Pourquoi mesurer cet indicateur?

La qualité de l'eau est un facteur limitant les processus biologiques au sein des organismes, des populations d'organismes et des habitats présents sur le site couvert par le projet et dans l'AMP. La qualité de l'eau est donc un élément clé pour déterminer la santé et la viabilité de l'ensemble de la communauté. À ce titre, il est important de mesurer cet indicateur qu'il conviendra de maintenir à un niveau de crédibilité scientifique acceptable.

La qualité de l'eau peut être influencée facilement et de façon négative par de multiples activités humaines dans la zone côtière ou à proximité, notamment en termes de pollution marine. Parmi les exemples d'activités humaines ayant un impact négatif sur la qualité de l'eau, figurent les points de déversement localisés ou non des déchets humains et autres déchets solides et liquides, le déversement de détritus et de déchets à la mer, les déversements de pétrole et de substances toxiques dans les eaux côtières, le déversement des eaux pluviales provenant des zones urbaines, l'érosion terrestre et le transport et dépôt/envasement des sédiments sur les environnements côtiers en aval, la présence de fertilisants liée aux activités agricoles et les dégazages.

Exigences

- Personnel ayant une formation adéquate.
- Connaissances en matière d'océanographie physique.
- Compréhension des courants marins locaux, des marées et de la dynamique des masses d'eau.
- Thermomètre.
- Réfractomètre.
- Bocaux de recueil d'échantillons d'eau.
- Disque de Secchi.
- Luxmètre.
- Autres équipements standards portables et de laboratoire pour le contrôle de la qualité de l'eau.
- Techniques avancées: matériel spécialisé, tel que des instruments d'analyse du phénol, des métaux lourds et autres substances toxiques; partenariats avec des universités, des agences gouvernementales chargées de la qualité de l'environnement, et/ou autres institutions de recherche; assistance pour analyser les paramètres complexes de la qualité de l'eau; liens entre les programmes et les évaluations nationales de référence en matière de qualité de l'environnement ou des protocoles de surveillance à long terme; techniques de télédétections.

JURGEN FREUND/NATUREPL.COM

TONI PARRAS

Aux Philippines, le lessivage des sédiments vers la mer dû à la déforestation et à l'érosion est une menace aux écosystèmes marins tels que le corail (médaillon).

L'un des objectifs de l'utilisation de l'AMP est de protéger les eaux côtières contre les effets de la pollution et des activités marines réputées nuisibles à la qualité de l'eau ou de les minimiser. Ceci concerne en particulier les AMP comportant des habitats servant d'interface entre la terre et l'eau, tels que les zones humides, les mangroves qui tiennent lieu de filtres importants dans la mesure où elles atténuent la pollution marine et maintiennent la qualité de l'eau à un niveau acceptable pour la communauté et les écosystèmes côtiers présents dans les zones environnantes.

Il conviendra de mesurer cet indicateur dans les AMP en tenant compte en particulier des buts et des objectifs liés au tourisme, à la plongée et autres activités économiques exigeant un niveau élevé de qualité de l'eau. Par la suite, les AMP ayant des buts et des objectifs visant à améliorer la qualité de l'eau et les méthodes de gestion de l'eau ou des déchets devront donner la priorité à la collecte des données pour cet indicateur.

À noter qu'il n'existe pas nécessairement un lien de cause à effet entre une gestion d'AMP efficace et l'amélioration de la qualité de l'eau. On suppose néanmoins que dans de nombreux cas, la définition et la gestion de l'AMP impliqueront une réduction des activités *in situ* réputées polluantes pour l'environnement marin et/ou des changements au niveau des activités terrestres ayant des impacts en aval sur l'environnement marin. Dans ces cas, on peut raisonnablement s'attendre à une amélioration (ou un maintien) de la qualité de l'eau à long terme grâce à une gestion efficace de l'AMP.

La compréhension des effets des activités terrestres et de la qualité de l'eau sur l'environnement marin proche du rivage, dans ce cas sur les espèces focales, et même sur la santé humaine peut également offrir d'importantes opportunités éducatives publiques visant à réorienter le comportement social à l'égard de la pollution marine et de l'élimination des déchets.

Comment collecter les données?

Puisqu'il existe de nombreuses publications sur les techniques d'études de la qualité de l'eau dans la colonne d'eau côtière (à des profondeurs différentes), ces techniques ne seront pas répétées dans le présent document (cf. les références citées à la fin de ce chapitre). Il est toutefois recommandé de recueillir régulièrement les paramètres et mesures ci-après (de façon hebdomadaire, mensuelle ou trimestrielle, selon le paramètre) au niveau de l'ensemble des points d'échantillonnage:

- *Taux de sédimentation*: des pièges à sédiments posés en aval peuvent servir à mesurer la présence de particules, la composition et la densité des particules en suspension (parties par mille) à partir d'échantillons d'eau; mesurer les charges et les changements en matière de densité et tenter d'identifier les sources.
- *Température*: un thermomètre à mercure conçu pour l'environnement marin dans un étui de protection ou des sondes électroniques peu coûteuses peuvent être utilisés; pour les déploiements à plus long terme (notamment dans les zones exposées au risque de réchauffement de la surface de la mer), on peut également utiliser des enregistreurs de données de température submersibles, récupérables et redéployables dont les données peuvent être téléchargées après une période donnée.
- *Données sur la salinité et l'eau douce* (particulièrement utile dans les habitats estuariens sensibles): il conviendra d'utiliser un réfractomètre résistant.
- *Teneur en oxygène*: il existe plusieurs instruments électroniques portables servant à mesurer la teneur en oxygène dissous et à contrôler les zones d'eutrophisation.
- *Turbidité*: un disque Secchi peut être utilisé au niveau de plusieurs points d'échantillonnage.
- *Analyse standard de l'eau*: il conviendra de vérifier la présence d'agents pathogènes connus tels que le *E.coli* (indicateur biologique), d'analyser et de mesurer la présence et les teneurs (volumes) en huile, pétrole, nutriments (notamment l'azote et le phosphore), en fertilisants, pesticides et autres substances toxiques, ainsi qu'en métaux lourds.
- *Niveaux de pH*.
- *Agents biologiques*: teneurs en chlorophylle et en phytoplancton.

> *Certains paramètres liés à la qualité de l'eau (notamment ceux qui dépendent des conditions terrestres) ne sont pas nécessairement influencés de fait par la gestion de l'AMP. Dans ces cas, la mesure de ces paramètres non liés à la gestion – bien que probablement intéressante – ne devra pas être effectuée à titre d'indicateur de l'efficacité de la gestion de l'AMP. L'équipe d'évaluation devra plutôt se concentrer sur ces conditions abiotiques supposées être raisonnablement améliorées grâce à une gestion efficace de l'AMP.*

La validation scientifique des résultats et de l'étude des tendances (documentation) montrant la/(les) relation(s) entre les paramètres environnementaux (dans ce cas, la qualité de l'eau) et l'abondance et

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 114

la viabilité des espèces et des habitats sert également à long terme à bien comprendre les liens de cause à effet. L'équipe d'évaluation devra probablement disposer de données de référence sur l'histoire et les tendances des divers facteurs environnementaux présents au sein de l'AMP.

Il sera par ailleurs également important de prendre en considération les perturbations naturelles (notamment celles liées aux changements de température et de salinité de l'eau) afin d'évaluer avec précision les impacts de la gestion (à l'intérieur de l'AMP) ou de l'absence de gestion des usages humains (à l'extérieur de l'AMP). À cet effet, il conviendra probablement de mettre en œuvre des programmes de surveillance à long terme plus vastes en collaboration avec des partenaires issus d'institutions publiques et universitaires. Par exemple, il sera probablement nécessaire de contrôler les effets du développement agricole en amont et notamment les teneurs en pesticides/fertilisants et en nutriments dans le bassin versant, en évaluant le volume d'écoulement et les taux de sédimentation afin de bien comprendre et de prévoir les limites supérieures et inférieures des paramètres de la qualité de l'eau pendant certaines périodes de l'année (par exemple, pendant la saison des pluies en comparaison avec la saison sèche).

> *Notez que dans les AMP où la circulation des eaux est très dynamique et variable (comme dans les zones aux marées très variables ou les zones exposées aux courants des rivières), les méthodes simples d'échantillonnage de l'eau proposées peuvent s'avérer insuffisantes pour identifier avec précision les impacts de l'AMP et de sa gestion sur la qualité de l'eau.*

La variabilité saisonnière de la qualité de l'eau (par exemple, la saison des pluies et la fréquence des crues des cours d'eau) doit être pris en compte au moment de choisir la période durant laquelle ces informations seront relevées.

Des évaluations plus approfondies de la qualité de l'eau et de ses liens avec le système biotique seraient également utiles aux équipes d'évaluation disposant des compétences, du temps et des ressources nécessaires pour les mener à bien. Par exemple, des techniques de télédétection peuvent être utilisées pour relever les paramètres abiotiques pertinents et évaluer dans quelle mesure ceux-ci sont liés aux événements biologiques. Le prélèvement d'échantillons visant à détecter la présence et la teneur (volume) en métaux lourds ou la contamination en polluants organiques persistants sur les tissus des espèces focales (mollusques ou mammifères marins morts) pourrait être une activité importante à mettre en œuvre dans une AMP située en aval d'activités agricoles compte tenu de ses buts et de ses objectifs. L'identification de la traçabilité et la surveillance des niveaux de bioaccumulation des métaux lourds au travers de plusieurs niveaux du réseau trophique local peuvent être importantes pour les personnes vivant à proximité d'une AMP urbaine et dont l'alimentation et les revenus dépendent des retombées d'une zone non exploitable sur la pêche locale.

La collecte des données relatives à cet indicateur peut être liée à celle de l'indicateur B10.

Comment analyser et interpréter les résultats?

Résumez les résultats et distribuez-les aux utilisateurs des ressources et aux parties prenantes. Analysez les résultats selon deux éléments:

- l'identification des problèmes liés à la qualité de l'eau et des paramètres spécifiques devant être considérés, et
- l'évaluation des raisons/sources de ces changements.

L'échelle des paramètres étudiés devient ainsi plus évidente.

Surveillez les changements et tendances observés au niveau des paramètres environnementaux mesurés concernant la qualité de l'eau et diffusez les résultats. Comparez ces résultats avec ceux des indicateurs B1 et B4 afin de vérifier si des liens ou des modèles se dégagent.

Encouragez la mise en place d'un système de surveillance de la qualité de l'eau au niveau de la communauté qui serait chargée d'en organiser les activités de surveillance et d'analyse sur une base régulière. Des logiciels simples (par exemple, PRIMER ecological statistics) et l'utilisation de procédures spécifiques conviviales pour interpréter la qualité de l'eau (par exemple, la procédure BIOENV) peuvent également servir à la communauté pour interpréter les résultats.

Produits

- Un indice des paramètres de la qualité de l'eau.
- Graphiques des résultats des paramètres représentés graphiquement dans le temps.
- Niveau avancé: nuages de points des mesures des paramètres en corrélation avec les phénomènes naturels et les données biologiques.

> *L'analyse et l'interprétation des résultats doivent tenir compte de la variabilité saisonnière de la qualité de l'eau (par exemple, saisons des pluies et fréquence des crues des cours d'eau).*

Les résultats doivent être vérifiés par un spécialiste de la qualité de l'eau et de l'environnement, et celui-ci devrait idéalement effectuer des contrôles ponctuels indépendants afin de confirmer ou de rejeter les mesures relevées.

Les données suggèrent-elles que la qualité de l'eau au sein de l'AMP est modifiée? Le cas échéant, dans quelle mesure les paramètres se sont-ils éloignés des niveaux de qualité souhaités parmi la majorité de ceux qui ont été mesurés?

Points forts et limites

Le matériel et la formation concernant la mise en œuvre complète des mesures (soulignées ci-après) nécessiteront des ressources financières aussi bien modérées qu'importantes. Il existe du matériel et des mesures plus techniques pour évaluer la qualité de l'eau mais ils ne sont vraisemblablement pas nécessaires pour mesurer correctement cet indicateur.

S'agissant de la plupart des mesures mentionnées précédemment, des méthodes de test de la qualité de l'eau relativement simples peuvent être mises en œuvre grâce à certains investissements en termes de temps et de ressources humaines (deux à trois personnes). La collecte des données pour cet indicateur est aisée et peut être réalisée par des bénévoles de la communauté ayant reçu la formation nécessaire. La fréquence avec laquelle ces mesures sont relevées nécessite de renouveler très souvent le matériel de contrôle, ce qui peut s'avérer coûteux à terme. Cependant, compte-tenu de la simplicité relative de cet indicateur et de son importance du point de vue de ses applications à l'environnement biophysique (notamment en ce qui concerne les facteurs abiotiques), il devrait être facile à mettre en œuvre.

La qualité de l'eau est un problème très complexe à aborder et à contrôler en raison des multiples sources d'influence qui échappent souvent aux compétences et à la mission de l'AMP et de ses gestionnaires. Dans ces conditions, la qualité de l'eau au sein de l'AMP peut être fortement influencée par l'exploitation terrestre et en hautes terres et par les pratiques de gestion environnementale qui échappent totalement au contrôle de l'équipe de gestion de l'AMP. Par exemple, un des objectifs de l'AMP consistant à améliorer la qualité de l'eau peut se révéler irréalisable en raison de pratiques agricoles pauvres qui entraînent une sédimentation en amont et l'introduction de fertilisants dans l'environnement marin de l'AMP. Dans de telles circonstances, l'indicateur peut permettre aux gestionnaires de l'AMP de mettre en évidence l'étendue et la persistance de ces problèmes auprès du public et des décideurs. Les gestionnaires d'AMP peuvent en outre saisir ce type d'opportunités pour aborder les questions relatives au choix de l'emplacement de l'AMP et à sa conception.

Dans la mesure où il peut être difficile d'établir un lien précis et définitif entre la qualité de l'eau d'une AMP et la réussite de cette dernière ou son incapacité à atteindre ses buts et objectifs, il peut dans certains cas être risqué de revendiquer une relation directe entre cet indicateur et la «preuve» d'une gestion efficace de l'AMP. Malgré cet inconvénient, au regard des buts et objectifs déclarés de l'AMP, la mesure de la qualité de l'eau sera importante pour bon nombre d'AMP, et c'est la raison pour laquelle cet indicateur figure dans ce guide.

À noter également que les composés hydrophobes sont difficiles à mesurer dans l'eau.

Encadré B9

EXEMPLE SUR LE TERRAIN

Cet indicateur est le seul indicateur biophysique dédié aux conditions «environnementales» et à la surveillance de base des facteurs à micro-échelle et abiotiques. Cela étant, dans bon nombre d'AMP, on reconnaît de plus en plus que les marées rouges, la bioaccumulation de métaux lourds et de substances toxiques, l'eutrophisation, et la mortalité des poissons sont des phénomènes prévalents liés aux types de paramètres abiotiques évalués dans le cadre de cet indicateur. Au cours de l'élaboration de la série initiale d'indicateurs, plusieurs indicateurs abiotiques distincts ont été créés puis regroupés sous ce même indicateur environnemental général par les experts et les gestionnaires ayant participé au processus.
Certains sites pilotes ont malgré tout exprimé qu'étant donné la nature de certaines AMP créées pour répondre à des buts et des objectifs fortement abiotiques, il peut être utile pour les équipes d'évaluation de séparer les multiples mesures regroupées sous ce même indicateur en plusieurs indicateurs distincts, par exemple: présence de composant chimique et biologique (composition de l'eau); taux de sédimentation et d'envasement, présence de substances toxiques, ou température et turbidité.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 116

Références et liens Internet utiles

Sheehan, P.J. (1984). "Effects on community and ecosystem structure and dynamics". P.J. Sheehan, D.R. Miller, G.C. Butler, et P. Boudreau (eds.), *Effects of pollutants at the ecosystem level*. John Wiley and Sons, New York, NY, USA.

Méthodes d'étude standards

Strickland, J.D. et Parsons, T.R. (1972). «A practical handbook of seawater analysis». *Bull. Fish. Res. Board Can*. 167: 310.

United States Geological Survey (1999). *National Field Manual for the Collection of Water-Quality Data: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations*. USGS Information Services, Washington, DC, USA. [Adresse Internet: water.usgs.gov/owq/FieldManual]

United States Virgin Islands Coastal Zone Management Program (2001). *Coastal Water Quality Monitoring Manual: Parameters and Techniques*. Department of Planning and Natural Resources, Division of Coastal Zone Management. National Oceanic Atmospheric Administration, Washington, DC, USA. [Téléchargez à l'adresse suivante: www.ocrm.nos.noaa.gov/PDF/USVI_Monitoring_ Manual.pdf]

Que signifie «rétablissement»?

L'évaluation du rétablissement permet de mesurer la proportion de la superficie totale de l'AMP (en km² ou en % de la superficie totale) ou de la population d'espèces focales (abondance, biomasse, ou % de la population totale) qui a connu des niveaux (cibles) présumés «d'origine» ou qui a été «restaurée» pour retrouver ces niveaux, concernant:

- La composition de la communauté ou la répartition des habitats jugées représentatives de conditions «idéales» (relativement peu altérées par l'activité humaine) ou «naturelles» (non influencées par l'homme); ou
- Des niveaux de population viables et une intégrité des stocks, comme le retour de plus de 60 % du stock reproducteur original, normalement rencontré en l'absence d'impacts humains.

L'objectif de rétablissement visé, à savoir un retour des caractéristiques biotiques de l'AMP à un niveau proche des conditions naturelles ou simplement à un niveau inférieur déterminé, dépend de ce que l'on entend par «rétablissement». Cet objectif de «rétablissement» peut être défini au préalable dans le cadre des buts et des objectifs liés au rétablissement de l'AMP, auquel cas il suffit de les appliquer. Toutefois, dans certains cas, aucun objectif mesurable de «rétablissement» n'a été spécifié dans le cadre des objectifs de l'AMP. Dans ce cas, l'équipe de gestion de l'AMP sera amenée à définir des objectifs théoriques d'indices de restauration mesurables sur une base annuelle et régulière. Cet indicateur peut être mesuré plus facilement à partir de ces objectifs théoriques clairement définis. Par exemple, un but de l'AMP qui serait que «les populations d'espèces focales retrouvent des niveaux où elles peuvent se reconstituer au fil du temps dans 40 % des eaux 'nationales'» correspond à une définition plus mesurable que celle qui énonce simplement que les «espèces focales doivent être rétablies à des niveaux naturels».

Notez que dans certaines AMP souvent exposées à des catastrophes naturelles (cyclones) qui limitent les capacités du projet en matière de restauration, cet indicateur peut être difficile à appliquer. Dans ces conditions, l'objectif de restaurer le site pour qu'il retrouve des «conditions naturelles» peut s'avérer irréaliste et il peut être nécessaire de trouver un compromis correspondant à des conditions «sous-naturelles».

> *Les définitions des conditions «naturelles» ou des niveaux de «restauration» sont très subjectives et partiales. Plus importants que les termes utilisés est leur capacité à être définis de façon mesurable, même si cela doit susciter de longues discussions. Si l'équipe d'évaluation ne parvient pas à s'entendre sur une définition mesurable désignant l'état de «rétablissement» ou des «conditions naturelles», cet indicateur ne peut être mesuré et de la même façon, les progrès réalisés pour atteindre les objectifs de l'AMP ne pourront être évalués.*

Enfin, cet indicateur peut ne pas être pertinent pour toutes les AMP, selon l'importance (ou même l'existence) des objectifs de restauration fixés dans le cadre de leurs buts et objectifs.

Pourquoi mesurer cet indicateur?

Cet indicateur est une mesure discrète de la superficie de l'aire marine (avec des attributs de composants biotiques et abiotiques) ayant récupéré des conditions opérationnelles cibles, c'est-à-dire qui a été entièrement restaurée pour retrouver des conditions naturelles à partir d'un niveau déterminé inférieur à ces conditions. En tant que tel, il vise à mesurer de façon concrète le succès de la performance de l'AMP par rapport à l'objectif fixé de restauration. Cet indicateur présente un intérêt pour les parties prenantes, les décideurs, les donateurs et les chercheurs.

Notez qu'il ne devra pas être mesuré dans les AMP dont les buts et les objectifs n'incluent pas la

Se rapporte aux buts et objectifs

BUT 1
1C 1E 1F
BUT 2
2A 2B
BUT 3
3A 3B
BUT 4
4A 4B
BUT 5
5A 5B 5C 5D 5E

Exigences

- Mêmes exigences que celles énumérées pour les indicateurs B1 à B6, notamment B4 et B5.
- Carte de base précise de la zone du projet, de la délimitation de l'AMP, et des types d'habitats.
- Un système GPS portable est nécessaire pour délimiter ces zones.
- Définition claire et mesurable du terme «rétablissement».

Notez que même si les deux indicateurs aériens (B9 et B10) peuvent collecter les mêmes types d'informations que celles concernant les indicateurs de gouvernance liés à l'application (G13 à G16), les données servent dans ce cas à aborder les questions liées aux objectifs biophysiques, par opposition aux objectifs de conformité.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 118

«restauration» (retour à l'état naturel ou à des niveaux de pêche durables). Toutefois, lorsque la «restauration» est un objectif de gestion clairement défini au sein d'une AMP, cet indicateur est une mesure directe de la réalisation de cet objectif.

Cet indicateur sert à déterminer et à mettre en lumière si un objectif de «restauration» a ou non été entièrement atteint. La réalisation partielle d'un objectif de restauration défini et mesurable peut être un progrès global louable, mais ce succès incomplet se reflètera clairement dans les mesures de cet indicateur.

Comment collecter les données?

Pour collecter des informations sur la restauration des populations focales de poissons ou d'invertébrés mobiles, on procèdera à un recensement visuel pour estimer et documenter le seuil de restauration de la population (changement en pourcentage de la taille et de la structure de la population). Il est probable que ces seuils de restauration soient peu fondés sur la littérature scientifique ou sur la biologie halieutique, mais aux fins de cet indicateur, ils doivent servir de «point de départ» pouvant être ajusté et perfectionné. S'agissant des zones (km^2) fermées et entièrement protégées pour permettre la restauration des populations focales de poissons et d'invertébrés, leur restauration dans la zone fermée peut être exprimée de façon plus ou moins précise comme la proportion de la population globale dans laquelle les sous-populations locales ont dépassé les seuils de restauration envisagés (désignés).

Par ailleurs, dans une zone qui n'est pas entièrement fermée mais en cours de restauration, il s'agit de la proportion de cette zone, ou des stations d'échantillonnage de cette zone, ayant dépassé un «seuil de restauration de référence». Ce seuil désigne le dépassement d'un point de référence connu concernant:

- l'abondance des espèces focales et la structure des populations (B1 et B2),
- la composition et la structure de la communauté (B4),
- la répartition et la complexité de l'habitat (B3),
- l'intégrité du réseau trophique (B6), et
- le succès du recrutement (B5).

À certains égards, cet indicateur peut être considéré comme un regroupement ou un filtre d'autres indicateurs biophysiques pertinents, notamment les indicateurs B1 à B6. Dans ce cadre, les données collectées pour ces autres indicateurs peuvent servir à élaborer une stratégie visant un niveau de restauration.

Ces indicateurs peuvent être générés à partir d'une analyse fréquentielle des zones dépassant le seuil de restauration de référence sur un nombre suffisamment élevé d'échantillons dans la zone désignée (à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP). Un échantillon stratifié ou aléatoire de stations d'observation sera réalisé sur l'ensemble de la zone où les niveaux ou les estimations de ces indicateurs seront relevés sur la durée. De ce fait, l'étendue de la zone restaurée pourrait être exprimée non seulement en superficie (km^2) mais également comme le pourcentage de stations pour lesquelles les indices observés dépassent un niveau prédéfini (seuil de restauration de référence).

Des échantillons pour cet indicateur peuvent être mesurés tous les 2 à 3 ans à l'aide de stations d'observation disséminées dans la zone du projet. La mise en place d'un nombre suffisant de stations dans les AMP plus vastes peut nécessiter davantage de temps.

Comment analyser et interpréter les résultats?

Communiquez les résultats sur la proportion ou la fréquence de «seuil de restauration de référence» au sein de la totalité de la zone du projet et quantifiez la superficie de la zone restaurée (km^2). Gardez à l'esprit que ces mesures discrètes (nombre de restaurations, superficie totale) sont des outils de communication efficaces avec les parties prenantes, le public, les décideurs et les donateurs.

Produits

- Superficie totale de la zone de projet (km^2) entièrement restaurée (100 %) par rapport à celle qui ne l'est que partiellement (% du changement en termes de structure, de biomasse, de densité/abondance, ou couverture totale)..
- Proportion estimée (% de changements en termes de densité de population, structure, ou biomasse) de la reconstitution des populations d'espèces focales par rapport à l'objectif spécifié.
- Fréquence estimée où les «seuils de rétablissement de référence» sont atteints parmi les populations d'espèces focales au sein de la communauté.

Points forts et limites

Si cet indicateur comporte une définition claire de l'objectif de «restauration» et des données complémentaires (B1 à B6) disponibles, il peut être relativement simple à mesurer avec peu d'investissements supplémentaires en termes de temps et de travail.

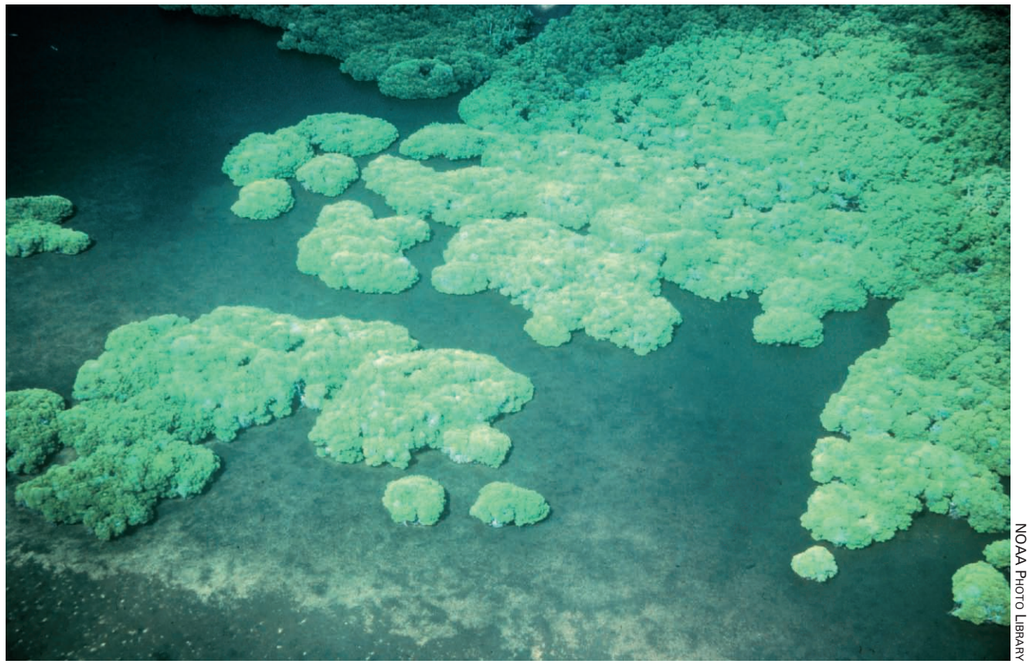
Il est toutefois difficile de définir d'un point de vue scientifique des «seuils de restauration de référence» et des niveaux durables de population, et ces définitions sont souvent mal comprises ou peu documentées. En conséquence, la fiabilité des résultats générés par cet indicateur peut être remise en question en termes de mesure des seuils de rétablissement des populations.

Références et liens Internet utiles

Sousa, W.P. (1984). «The role of disturbance in natural communities». *Annual Review of Ecology and Systematics* 15: 53–391.

Les mangroves, zones de reproduction vitales pour les poissons, peuvent être des zones importantes à restaurer au sein d'une AMP.

JEFF FOOTT/NATUREPL.COM



NOAA PHOTO LIBRARY

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 120

Encadré B10

Exemple sur le terrain

Le développement de cet indicateur par le groupe d'experts et son expérimentation sur les sites pilotes a suscité de nombreux débats et des controverses quant à la définition illogique des termes «restauration» ou «rétablissement» en l'absence de preuves suffisantes pour indiquer à quoi correspondraient les niveaux «naturels» des caractéristiques biologiques concernées. Plusieurs personnes ont estimé que cet indicateur révèle qu'il est quasiment impossible d'atteindre, caractériser et mesurer le véritable «rétablissement». Étant donné l'impact de l'homme au niveau mondial et la multiplicité des impacts sur les écosystèmes de la Terre, même si l'on remonte plusieurs siècles en arrière, les hommes ont toujours considéré le terme «restauration» comme insignifiant et dangereux. En tant que tel, le terme «rétablissement» a été autorisé (à condition de prendre en compte la marge d'erreur) et celui de «restauration» a été rejeté en tant que terme subjectif et peu pratique présupposant que l'équipe d'évaluation sache réellement à quoi ressemble une population, une communauté ou un écosystème à l'état «naturel». Du fait de cet inconvénient, cet indicateur est l'un des deux indicateurs biophysiques non testés par les sites pilotes.

Que signifie «impact humain»?

L'impact humain est défini comme l'effet environnemental cumulé de tous les usages à des fins extractives ou non extractives de ressources marines vivantes ou non dans une zone spécifiée (dans ce cas, à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP). Parmi les exemples d'usages humains à des fins extractives et non extractives dans les eaux côtières, on relève: la pêche, le tourisme, l'aquaculture, l'aménagement du littoral, le forage et l'exploitation minière des fonds marins, le transport et le commerce. Différents degrés d'usage humain des ressources marines peuvent se traduire par différents niveaux d'impact. Par exemple, il est reconnu que le type et le nombre de certains engins de pêche (tels que les chaluts de fond, les sennes coulissantes et les filets maillants) ont des impacts bien supérieurs sur les écosystèmes que d'autres (tels que la pêche à la ligne et les éperviers). Certains usages à des fins extractives (comme la pêche à la dynamite) ont des effets destructeurs avérés.

Une zone soumise à un impact nul est définie comme une zone totalement exempte de tout usage humain à des fins extractives ou non extractives générant un impact. Ces zones ne sont pas présentes dans toutes les AMP. Elles sont communément appelées «réserves» ou «zones totalement protégées» et sont souvent délimitées comme des zones distinctes et non exploitables d'AMP plus vaste. Certaines zones sont non exploitables de façon temporaire; par exemple, en raison de l'interdiction saisonnière d'accès aux frayères connues d'espèces focales. Une exception fréquente à l'interdiction de toute activité humaine dans les zones non exploitables est l'autorisation des activités de recherche scientifique et de surveillance des AMP.

> *Notez que les zones soumises à un impact humain nul subissent les impacts diffus des activités humaines menées en dehors de l'AMP, tels qu'une augmentation de la température de la surface de la mer liée aux effets du réchauffement de la planète. L'accent placé sur l'impact nul dans le cadre de cet indicateur est spécifique aux activités humaines au sein de l'AMP.*

Pourquoi mesurer cet indicateur?

Un des objectifs courants des AMP est de réduire l'impact humain enregistré dans une zone marine. On considère que si une AMP est soumise à un impact humain limité ou nul, la probabilité pour les espèces focales, les habitats et les communautés qui y vivent de se reconstituer et de se maintenir sur la durée est supérieure que pour ceux qui vivent en dehors de l'AMP avec un degré d'impact humain supérieur. On considère également que plus les restrictions imposées aux usages à des fins extractives sont importantes au sein d'une AMP, plus l'impact humain total est faible.

Il est donc important d'évaluer l'ampleur et les caractéristiques des usages humains au fil du temps ainsi que leurs effets cumulés, afin de tester et de légitimer ces postulats. En cernant le degré d'usage humain et son évolution au sein et en dehors de l'AMP, les gestionnaires seront mieux à même d'identifier et d'anticiper les **menaces** (à savoir, les activités naturelles ou humaines qui contribuent de façon négative à l'impact global sur la zone ou pourraient le faire).

> *Notez qu'il ne suffit pas de déclarer qu'une zone est exempte de tout usage humain pour qu'elle le soit effectivement.*

Exigences

- Porte-bloc, papier et crayon.
- Carte des limites de l'AMP (et des zones totalement protégées le cas échéant) et des eaux/sites environnants.
- Le niveau souhaité de réduction ou d'élimination des activités humaines et menaces au sein l'AMP. Cette cible doit pouvoir être extraite à partir des buts et objectifs de l'AMP. Dans d'autres cas, l'équipe de direction devra y réfléchir attentivement afin de fixer des objectifs de réduction d'impact mesurables de façon annuelle et évolutive au fil du temps.
- La connaissance des types d'activités extractives et non extractives et des technologies utilisées dans et autour de l'AMP, y compris des menaces.
- Les parties prenantes souhaitent échanger ouvertement leurs observations, expériences et convictions au sujet des activités humaines et menaces.
- Documentation et autres sources de données sur l'ampleur et l'impact des activités humaines et menaces.
- Techniques avancées: un système GPS portable, un bateau et un moteur.

Se rapporte aux buts et objectifs

BUT 1
1C 1D 1E

BUT 2
2A 2D 2E

BUT 3
3C

BUT 4
4C

BUT 5
5D

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 122

Comment collecter les données?

Cet indicateur est mesuré en: a) caractérisant la présence, le niveau et l'impact des différentes activités humaines et les menaces sur la durée; et b) quantifiant la zone totale soumise à un impact humain nul ou limité, en conséquence du respect des interdictions ou restrictions imposées aux activités des usagers.

Dans le cas le plus simple, il faudra procéder à la caractérisation qualitative de la présence, du niveau et de l'impact des activités humaines et des menaces (tant terrestres que côtières) grâce à un entretien avec le gestionnaire (avec des justificatifs concernant l'application et le respect) et la triangulation des parties prenantes. Les entretiens entre les informateurs clés, le personnel de l'AMP et les groupes de parties prenantes peuvent aider à identifier et caractériser dans un premier temps la présence et le nombre d'usages humains (tant à des fins extractives que non extractives) et ceux qui sont ou devraient être considérés comme des menaces pour l'AMP (à savoir les activités qui entraînent ou pourraient entraîner des impacts négatifs croissants dans la zone).

L'étape suivante consiste à évaluer et décrire toutes les menaces décelées dans l'AMP et ses environs. De façon spécifique, pour chaque menace identifiée, son niveau d'impact doit être décrit en utilisant les trois paramètres suivants: a) l'intensité de la menace (à savoir, le niveau d'exploitation et le degré d'effort humain global); b) l'ampleur de la menace (à savoir, la zone totale sur laquelle la menace est présente), et c) l'urgence de la menace (à savoir, la fréquence, durée et gravité de la menace). Ces trois paramètres relatifs à la menace devront être évalués de façon quantitative avec leur description; par exemple, le nombre d'utilisateurs ou de bateaux par menace par unité de prise, la fréquence des activités et la surface (exprimée en km^2) de la zone totale dans laquelle les menaces sont observées. Les données pour ces paramètres peuvent être collectées grâce à des entretiens structurés et semi-structurés et des discussions de groupe avec les parties prenantes et le personnel de direction de l'AMP. Des sources de données secondaires et/ou des observations directes des activités, niveaux et impacts des utilisateurs peuvent fournir des informations complémentaires. Par exemple, il est possible de collecter des données sur l'intensité (nombre de pêcheurs), la zone (en km^2) et le degré d'urgence (tendances en termes de fréquence des activités) d'une activité extractive particulièrement dangereuse (telle que la pêche à la dynamite) grâce à des entretiens auprès de pêcheurs et de les compléter avec les études existantes et les résultats d'enquête provenant d'observations directes (telles que le nombre d'explosions entendues par jour).

La caractérisation des activités humaines et des tendances peut aussi être décrite en termes de: a) types et nombres d'engins et technologies à des fins extractives utilisés, notamment concernant l'efficacité extractive de ces technologies et leurs effets destructeurs, et b) évolution des efforts à des fins extractives et non extractives, notamment en termes de nombre de pêcheurs, nombre de bateaux, nombre d'engins, etc.

Au cours de la caractérisation initiale dans l'AMP et à l'extérieur, il conviendrait de préciser la nature et le degré des effets physiques, chimiques, biologiques et autres effets environnementaux connus en conséquence des usages à des fins extractives et non extractives. Les usages connus pour leurs impacts délétères sur les espèces, les habitats et l'écologie de la communauté doivent être mis en évidence. Les menaces (tant liées à l'activité humaine que naturelles) peuvent déjà être identifiées et classées par ordre de priorité pour prendre des mesures de gestion (telles que pour la désignation de l'AMP) afin de supprimer ou de minimiser ces menaces au fil du temps.

Dans le cadre de la caractérisation, on procèdera également à l'estimation de la situation physique (emplacement) et de l'étendue (zone) des menaces et autres activités humaines observées dans et autour de l'AMP.

En termes de collecte de données sur l'étendue des méthodes de pêche destructrice utilisées dans la zone gérée, il est important d'estimer la zone totale où ces technologies sont appliquées. Par ailleurs, il faudrait calculer le pourcentage de la surface (km^2) au sein de l'AMP où les technologies de pêche destructrice et autres techniques de pêche sont interdites. Les technologies destructrices sont entre autres, l'utilisation de poisons (par exemple, le cyanure de potassium et le cyanure de sodium, les agents de blanchiment, les phytotoxines), la dynamite, le chalutage de fond, la destruction physique avec des outils, etc. et les filets à petites mailles pour l'extraction.

Une méthode beaucoup plus approfondie, longue et précise pour déterminer la présence, le degré et l'impact des activités humaines consiste à observer directement toutes les activités humaines ayant lieu dans la zone de l'AMP et ses alentours, en mesurant les trois paramètres concernant le comportement des utilisateurs et les impacts mentionnés précédemment dans l'étude in situ. De plus, la mesure d'autres indicateurs biophysiques, notamment de B1 à B7, permettra d'obtenir d'autres données sur l'impact des menaces et des autres activités humaines. Outre une discussion qualitative sur les impacts, les résultats de ces indicateurs peuvent témoigner de la nature et de l'ampleur des impacts sur l'environnement liés aux usages humains dans la zone étudiée.

> *L'indicateur B10 n'est pas un véritable indicateur biophysique dans le sens où il n'évalue pas les états, tendances ou produits biotiques ou abiotiques. Il s'agit plutôt d'un indicateur contextuel qui évalue les activités connues pour leur impact sur les conditions biophysiques. Toutefois, les résultats issus des mesures des indicateurs B1 à B7 peuvent être utilisés pour fournir des preuves supplémentaires aux données collectées pour l'indicateur B10.*

Six étapes sont nécessaires afin d'évaluer la surface totale soumise à un impact humain nul ou limité. Premièrement, il conviendrait de calculer la surface totale (en km^2) de l'AMP en utilisant les limites précédemment tracées sur une carte de base ou la collecte in situ de données GPS permettant de quantifier la surface totale. Deuxièmement, il faut évaluer la surface totale (en km^2) de tous les sites dans l'AMP qui ont été déclarés zones non exploitables ou totalement protégées (à savoir, les zones exemptes de toute activité humaine). Si toute la surface d'une AMP est totalement protégée, le total sera le même. Si une AMP ne compte aucune zone exempte d'activité humaine, le total sera égal à zéro. Notez que dans les deux cas, ces zones peuvent avoir déjà été délimitées et calculées dans la documentation existante, par exemple dans le plan de gestion de l'AMP et/ou la législation afférente. Dans ce cas, il peut être toutefois utile de valider ces totaux grâce au tracé GPS *in situ*.

Troisièmement, il faut soustraire la zone exempte de toute activité humaine de la surface totale de l'AMP pour déterminer la zone au sein de l'AMP qui n'est pas exempte d'activité humaine. Ces totaux seront ensuite convertis en pourcentages, et les trois surfaces et pourcentages seront enregistrés dans un tableau annoté. Quatrièmement, il convient de revoir les résultats de la caractérisation de l'activité humaine et les estimations relatives à l'étendue (km^2) des menaces existant dans l'AMP (issues de l'évaluation de la réduction des menaces – ERM). À partir de ces résultats, il devrait être possible d'estimer la surface totale de l'AMP qui n'est pas véritablement exempte d'activité humaine. Si les résultats de la caractérisation et de l'ERM suggèrent que des activités humaines peuvent avoir lieu dans des zones dites «totalement protégées» ou «non exploitables», il faudrait essayer d'estimer quelle surface et quelle proportion (en km^2 et en pourcentage) de ces zones ne sont effectivement pas respectées par rapport à celles qui le sont.

Cinquièmement, pour chaque usage humain intervenant dans l'AMP, il conviendrait d'estimer la surface totale (km^2) de l'AMP qui a été déclarée à usage limité, en définissant comment chacun des usages humains (ou groupes d'usages) seront réduits de façon mesurable dans l'AMP. Dans certains cas, on aura désigné un usage humain à réduire dans toute la zone de l'AMP alors que dans d'autres cas, cette réduction ne concernera qu'un type d'habitat ou une zone spécifique. Enfin, pour chaque usage humain, il faudra revoir les résultats de la caractérisation de l'activité humaine et l'indice ERM et estimer quelle partie et quelle proportion (en km^2 et en pourcentage) de la zone sont véritablement soumises à une réduction par rapport à ce qui était envisagé au départ.

Il peut être intéressant pour l'équipe d'évaluation au cours de son enquête de répondre aux questions suivantes sur la zone déclarée ou réellement soumise à un impact humain nul ou limité: 1) comment a été spécifiquement délimitée la zone non exploitable? A-t-elle été délimitée à partir de paramètres biologiques ou de convenances politiques? 2) Les pêcheurs respectent-ils la zone non exploitable? Relève-t-on des infractions rapportées/confirmées (ou non rapportées/non confirmées) concernant des activités extractives ayant lieu dans la zone? 3) Quelles formes de surveillance et de répression sont appliquées dans la zone? Comment ceux qui surveillent/contrôlent la zone non exploitable sont-ils sûrs qu'elle est véritablement respectée? Les réponses du gestionnaires et des parties prenantes à ces questions aideront l'équipe d'évaluation à déterminer si les zones déclarées soumises à un impact humain nul ou limité sont gérées efficacement, et si des infractions (le cas échéant) ont lieu dans la zone (voir les indicateurs de gouvernance connexes).

Les données sur les activités humaines ainsi que les menaces naturelles et liées à l'homme doivent être collectées une à deux fois par an, y compris toutes les informations nécessaires pour délimiter la/les zone(s) lorsqu'elles sont opérationnelles,

Les données recueillies dans le cadre de cet indicateur sont étroitement liées à plusieurs autres indicateurs socio-économiques (modèles locaux d'utilisation des ressources marines et structure professionnelle) et de gouvernance (conflits entre usagers, compréhension locale des règles et réglementations, et procédures d'application) et leur collecte devrait être effectuée en conséquence. Les données collectées pour l'indicateur B10 sont toutefois utilisées pour évaluer les objectifs biophysiques de l'AMP.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 124

selon leur activité et leur évolution. Les données sur la réduction des menaces devraient être collectées deux fois par an. La surface totale soumise à un impact humain nul ou limité devrait être calculée chaque année, sauf si le besoin s'en fait sentir avant (par exemple, si de nouvelles menaces se présentent ou que les limites existantes sont modifiées au cours de l'année).

> *Notez que les méthodes présentées ici ne permettent pas de recenser les effets dynamiques et de synergie entre les menaces. En conséquence, il faudra étayer avec des documents qualitatifs les boucles de feedback ainsi que les impacts synergétiques résultant des menaces qui interagissent.*

Comment analyser et interpréter les résultats?

En théorie (et dans le meilleur des cas en pratique), si une AMP parvient à réduire les menaces humaines – ou à les interdire –, la zone réelle soumise à un impact humain limité ou nul devrait être égale à la zone déclarée comme telle. En examinant les résultats de la zone calculée, les zones déclarées (sur papier) soumises à un impact humain nul ou limité sont-elles équivalentes aux zones véritablement (dans la réalité) soumises à un impact humain nul ou limité? Les observations réalisées dans la réalité reflètent-elles la réduction ou l'interdiction des activités humaines qui, sur papier, sont supposées effectives? Comment la technologie extractive et son importance (effort) évoluent-elles au fil du temps? Toutes les activités humaines ont-elles été stoppées dans les zones totalement protégées? Dans quelle mesure les activités humaines et leur impact ont-ils été réduits dans les zones déclarées, pour chaque activité?

Une façon d'analyser un niveau et une surface estimés de réduction de l'impact humain en utilisant les données collectées pour cet indicateur est d'utiliser l'indice d'évaluation de la réduction des menaces (une liste des guides de référence sur l'utilisation de l'indice ERM figure à la fin de cet indicateur). En travaillant avec l'équipe de direction et les représentants des parties prenantes, il est possible d'estimer les progrès relatifs réalisés à ce jour pour éliminer chaque menace identifiée, en pourcentage de la réduction totale de la menace par rapport au potentiel de menace total. Bien que subjective, l'ERM est réalisée afin de pouvoir comparer sur une période donnée dans quelle mesure l'impact de l'usage humain a été atténué sur différentes zones. La logique de l'ERM est que si l'équipe de direction peut identifier les menaces auxquelles l'AMP et les eaux environnantes doivent faire face, elle peut alors évaluer les progrès réalisés pour parvenir à un impact humain nul ou limité en mesurant dans quelles proportions chacune de ces menaces a été réduite. Les menaces peuvent aussi être visualisées sur un diagramme et des discussions peuvent avoir lieu sur les relations de cause à effet existant entre ces menaces. Il convient de comparer les résultats concernant la réduction des menaces tous les ans ou tous les deux ans pour toutes les menaces identifiées. En étudiant la façon dont les activités humaines et les menaces agissent dans et en dehors de l'AMP, peut-on observer des tendances (à la hausse ou à la baisse) dans la zone concernant le niveau et l'échelle de ces activités ou menaces? Les principales menaces et activités humaines destructrices ont-elles été stoppées dans l'AMP au fil du temps? Les taux de réduction des menaces pour certaines activités spécifiques sont-ils stables ou en évolution?

> *Le recours aux AMP totalement protégées (réserves) suscitant de plus en plus d'attention et d'incitations à l'échelle internationale, les résultats obtenus dans ces zones seront intéressants pour beaucoup de gestionnaires et de parties prenantes au-delà de votre AMP.*

Les résultats pour cet indicateur seront particulièrement parlants en combinaison avec d'autres résultats d'indicateurs biophysiques et s'ils sont assortis d'une description de l'historique et du contexte des menaces présentes sur l'AMP. Le rapprochement des résultats d'autres indicateurs biophysiques avec ceux de la réduction de l'impact humain révèle-t-il une relation quelconque? Les résultats dans les zones exemptes de toute activité humaine sont-ils très différents des résultats dans d'autres zones de l'AMP soumises à un impact humain limité mais multiple? Par exemple, observe-t-on des évolutions relatives à l'abondance des mêmes espèces focales dans l'AMP et au sein des zones relativement adjacentes, très différentes entre les eaux comprises ou non dans la réserve au sein de l'AMP? Au fil du temps, le pourcentage de l'AMP totale bénéficiant d'une protection totale a-t-il augmenté ou diminué? Enfin, est-on parvenu à un pourcentage optimal (20%, 50%) d'eaux situées dans la réserve et hors réserve dans les AMP à zones multiples? Si oui, sur quels arguments repose cette affirmation?

Communiquez un résumé des résultats des menaces et des évolutions observées à plusieurs parties prenantes, gestionnaires et décideurs politiques. Les données relatives à cet indicateur pouvant être collectées en tandem avec celles des indicateurs de gouvernance (par exemple, surveillance et application, nombre d'infractions), les publics cibles peuvent être intéressés de connaître dans quelle mesure la zone soumise à un impact humain nul ou limité est surveillée adéquatement par les autorités et respectée par les pêcheurs.

Produits

- Une caractérisation descriptive et quantitative des activités humaines et menaces (tant naturelles qu'humaines) présentes dans et autour de l'AMP.
- Surface totale de l'AMP.
- Surface totale (et le pourcentage) de l'AMP déclarée soumise à une activité humaine nulle.
- Surface totale (et le pourcentage) de l'AMP réellement soumise à une activité humaine nulle.
- Surface totale (et le pourcentage) de l'AMP déclarée soumise à une activité humaine limitée.
- Surface totale (et le pourcentage) de l'AMP réellement soumise à une activité humaine limitée.
- Coordonnées GPS de ces zones.
- Profil d'évaluation et classement par priorité des menaces.
- Indice de réduction des menaces (résultats de 1 à 100 %).
- Carte des activités présentant des menaces dans et en dehors de l'AMP; zones où est utilisée une technologie de pêche destructrice.
- Carte des limites de l'AMP et de la ou des réserves qu'elle englobe ou qui la chevauchent.

Points forts et limites

Cet indicateur peut s'avérer utile pour évaluer rapidement et qualitativement la façon dont l'environnement biophysique ou des attributs spécifiques au sein et en dehors de l'AMP sont soumis à des activités humaines et subissent des changements. Toutefois, en raison de la nature très subjective des méthodes concernées (basées en grande partie sur les perceptions du gestionnaire et des parties prenantes), cet indicateur ne doit être mesuré qu'en combinaison avec d'autres indicateurs biophysiques, car ses résultats ne sont pas assez précis isolément et ne sauraient constituer à eux seuls une preuve de l'efficacité de la gestion de l'AMP. Les résultats de cet indicateur sont uniquement des indices et des témoins qui doivent être reliés à d'autres indicateurs biologiques et avec la description du contexte des menaces.

Alors que le concept de cet indicateur peut sembler simple, il n'est pas toujours facile de collecter les données pour le mesurer. En raison de la complexité de la situation en cas d'activités humaines multiples à l'intérieur et/ou autour de l'AMP, il est difficile d'élaborer une mesure précise et reproductible. Même le niveau de collecte de données le plus basique sur les activités humaines et les menaces exige du temps et le personnel adéquat pour

Encadré B11

Exemple sur le terrain

Est-il facile de surveiller les impacts humains, vous demandez-vous? Dans le Parc Marin de l'île Mafia en Tanzanie, on a considéré qu'il était «très difficile, voire impossible» de quantifier la totalité de l'impact humain dans l'AMP. Pour surmonter ce problème, l'équipe d'évaluation a décidé de modifier et de limiter les mesures pour cet indicateur en se concentrant sur une seule activité humaine (la pêche par rapport à l'effort total) et dans une partie seulement de la surface de l'AMP (30km² sur les 822km², définis par une zone de pêche réglementée). Les évaluateurs se sont aperçus que même cette mesure restreinte de l'impact humain exigeait beaucoup de personnel, 6 personnes et 3 bateaux travaillant 10 à 12 heures par jour pendant 9 jours par mois sur une période de 4 mois. Même avec cet investissement important dans la collecte de données, l'incapacité de l'équipe d'évaluation à surveiller correctement et à échantillonner les activités de pêche illégale et de nuit a rapidement été mise en évidence. L'équipe a alors décidé de travailler avec des navires de tourisme de plongée d'allure inoffensifs qui se sont portés volontaires pour enregistrer les cas de pêche illégale dans la zone échantillonnée lorsqu'ils la traversent chaque jour pour aller sur les sites de plongée et en revenir. Cela a apporté une aide indéniable mais l'équipe a constaté que le personnel de tourisme ne remplissait pas ses fiches de données de façon fiable. Grâce à une petite formation, le personnel a pu se perfectionner. L'équipe de l'île Mafia cherche toujours de nouveaux moyens de collecter des données sur la plongée de nuit.

04 MPA French Indicators B1-onward 19/4/06 10:58 am Page 126

© WWF-Canon/Meg Gawler

▲ ***Gardiens du MIMP, George Msumi et le responsable communautaire du projet WWF, Hisluck Mambosho au siège du parc, île Mafia.***

interroger un nombre suffisant de gestionnaires et de parties prenantes, organiser des discussions de groupe, et localiser des données secondaires. Les méthodes ERM, de par leur nature, peuvent aussi s'avérer difficiles à cerner et à mesurer avec beaucoup de parties prenantes, même à un niveau très subjectif.

Références et liens Internet utiles

Schmitt, R.J. et Osenburg, C.W. (1995). «Detecting ecological impacts caused by human activities.» R.J. Schmitt et C.W. Osenburg (eds.), *The Design of Ecological Impact Assessment Studies: Conceptual Issues and Application in Coastal Marine Habitats*. Academic Press, San Diego, USA. pp. 3–16.

Underwood, A.J. (1995). «On beyond BACI: sampling designs that might reliably detect environmental disturbances». R.J. Schmitt et C.W. Osenburg, *Design of Ecological Impact Assessment Studies: Conceptual Issues and Application in Coastal Marine Habitats*. Academic Press, San Diego, USA. pp. 151–178.

Warwick, R.M. (1993). «Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations». *Australian Journal of Ecology* 18: 63–80.

Méthodologie pour l'évaluation de la réduction des risques

Margolius, R. et Salafsky, N. (2001). *Is Our Project Succeeding? Using the Threat Reduction Assessment Approach to Determine Conservation Impact*. Biodiversity Support Program, World Wildlife Fund, Washington, DC, USA. [Disponible en téléchargement à l'adresse suivante: www.BSPonline.org]

Salafsky, N. et Margolius, R. (1999). «Threat reduction assessment: A practical and cost-effective approach to evaluating conservation and development projects». *Conservation Biology* 13: 830–841.

Zones non exploitables

Roberts, C. et Hawkings, J. (2000). *A Manual for Fully-Protected Areas*. Fonds mondial pour la nature, Gland, Suisse.

Tupper, M. (2001). «Putting no-take marine reserves in perspective». *MPA News* 26: 2.

Promotion des zones non exploitables

National Center for Ecological Analysis and Synthesis (2001). *Scientific Consensus Statement on Marine Reserves and Marine Protected Areas*. Assemblée annuelle de l'American Association for the Advancement of the Sciences, février 2001.

© WWF-Canon/Edward Parker

Dans la plupart des AMP et leurs environs, les poissons pêchés localement trouvent un marché facile auprès des acheteurs et fournissent ainsi un revenu précieux aux populations locales – le cheval de bataille des indicateurs socio-économiques présentés dans cet ouvrage.