

MODULE 8

RECHERCHE ET SUIVI SCIENTIFIQUE

OBJECTIF

Faire passer le message que la recherche et le suivi sont indispensables à une gestion responsable.
Améliorer les résultats de gestion par la conception et l'application de méthodes de suivi standardisées.

THÈMES

Suivi des ressources écologiques, physiques et culturelles (2 h)
Recherches de base en sciences économiques et sociales (1 h)
Suivi des données sur les visiteurs et les usagers (1 h)

DURÉE

1 1/2 jours (9 h en salle de cours et une sortie de terrain de 6 heures)

MODULE 8

THÈME 3

OBJECTIF

SIGNIFICATION

PRÉSENTATION

EXERCICE

DURÉE

RECHERCHE ET SUIVI SCIENTIFIQUE

Suivi des ressources écologiques, physiques et culturelles

Faire comprendre aux gestionnaires d'AMP la nécessité d'inclure toutes les ressources et tous les impacts dans le programme de suivi.

On s'aperçoit de plus en plus que les programmes de recherche et de suivi axés uniquement sur la flore et la faune n'apportent pas toutes les informations nécessaires à la gestion efficace des AMP. Toutes les ressources de la zone doivent être suivies, ainsi que les facteurs qui les impactent.

Cours magistral, sorties de terrain

Démonstration sur le terrain(en lien avec la sortie terrain du mercredi)

2 h

INTRODUCTION

Les gestionnaires des AMP doivent identifier les informations sur les ressources dont ils ont le plus besoin pour gérer efficacement la zone dont ils sont responsables. Au niveau le plus fondamental, ces informations concernent la flore et la faune existantes, ce qui nécessite de réaliser des inventaires des ressources afin de déterminer les espèces présentes et les variations de leur distribution spatiale et temporelle. Les chercheurs devraient se concentrer sur les espèces écologiquement dominantes et celles qui sont menacées, en danger ou d'un intérêt écologique majeur. Il faut également évaluer les relations écologiques entre espèces, populations et communautés. Les recherches doivent aussi aborder les besoins physiques de base des écosystèmes importants dans les AMP (qualité de l'eau, exigences d'habitats, nourriture et nutriments). Le milieu marin étant liquide par nature, la qualité de l'eau et les autres paramètres océanographiques constituent des éléments essentiels des programmes de suivi environnemental.

La recherche écologique est également axée sur le suivi des dynamiques de changement. Elle peut ainsi aborder les problématiques de changements temporels de la distribution des espèces, de l'invasion des espèces exotiques, de la restauration et de la recolonisation de zones dégradées par les processus naturels ou anthropiques et de l'impact de la pollution et d'autres activités humaines sur les ressources de l'AMP. Il faut pour cela procéder à un échantillonnage régulier des indicateurs et des espèces clés et suivre les tendances temporelles de la taille des populations, du succès reproductif et de l'état de santé des espèces et des habitats.

Les paramètres physiques des AMP constituent un autre domaine important de recherche, aussi bien lors de la création de l'AMP que pendant son déploiement et son fonctionnement. Les gestionnaires d'AMP sont censés assurer la collecte de données essentielles sur la qualité de l'eau (température, salinité, turbidité, oxygène dissous, nutriments, polluants divers...) et sa circulation. Les premiers travaux de recherche devraient aussi évaluer les sources de polluants impactant l'AMP, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de celle-ci.

Il existe des programmes largement reconnus et utilisés par les AMP et les acteurs de la conservation du milieu marin dans le monde entier. Voici la liste des programmes les plus connus. Sur ces sites web, vous trouverez d'abondantes informations sur les méthodes et les résultats de leur application.

Reefcheck

http://www.reefcheck.org/about_RC_Reef/Publications.php,

http://www.reefcheck.org/reef_management/long_term_monitoring.php.

Parmi les objectifs de ce programme figurent :

- la sensibilisation du public et des autorités à la crise des récifs coralliens ;
- la création d'un réseau international de bénévoles, formés par des scientifiques, pour surveiller les récifs et rendre compte périodiquement de leurs résultats en utilisant des méthodes normalisées ;

- facilitation de collaboration et du partage d'informations entre les gouvernements, les universités, les entreprises et le public ;
- la recherche de solutions ;
- encouragement des actions au niveau local.

Manual of methods for the Mesoamerican Barrier Reef System synoptic monitoring program. Selected methods for monitoring physical and biological parameters
For use in the Mesoamerican Region. P.C. Almada-Villela, P.F. Sale, G. Gold-Bouchot and B. Kjerfve. Avril, 2003. <http://www.mbrs.org.bz/dbdocs/tech/SMPMan03.pdf>

Fish Spawning Aggregation Sites in the MBRS Region: Recommendations for monitoring and management.
<http://www.mbrs.org.bz/dbdocs/tech/Protocol16.pdf>
 Comme les autres programmes de suivi, celui-ci prévoit des critères d'utilisation, des indicateurs, l'équipement et les méthodes de collecte, de traitement et d'analyse des données, etc.

Monitoreo voluntario de alerta temprana de arrecifes coralinos.
http://www.ecosis.cu/chm/noticias/manual_monitoreo_alerta_temprana_arrecifes_coralinos.pdf
 Alcolado, P. 2004.

How your MPA is doing? R.S. Pomeroy, J. Parks and L.M. Watson.
<http://effectivempa.noaa.gov/guidebook/guidebook.html>
 Conseils pour déterminer les priorités de recherche et les activités de planification dans l'Annexe 8.1.

Manual for the Rapid Evaluation of Management Effectiveness in Marine Protected Areas of Mesoamerica. 2004.
<http://www.mbrs.org.bz/dbdocs/tech/Effective.pdf>

MODULE 8

THÈME 4

OBJECTIF

IMPORTANCE

PRÉSENTATION

EXERCICE

DURÉE

RECHERCHE ET SUIVI SCIENTIFIQUE

Recherches de base en sciences économiques et sociales

Introduire les points de vue sociaux et économiques dans le processus décisionnel relatif aux AMP.

Les modes d'exploitation des ressources naturelles sont ancrés dans les attitudes et les normes sociales des peuples et dans les conditions économiques conjoncturelles.

Cours magistral

Étude de cas

1 h

INTRODUCTION

La plupart des problèmes auxquels sont confrontés les gestionnaires d'AMP sont de nature sociale et politique. Ils concernent la relation entre les populations et les ressources marines et côtières de l'aire protégée. Face à l'importance de ces questions, les gestionnaires d'AMP et les coordinateurs de recherches doivent accorder une attention prioritaire aux programmes de recherches socioéconomiques. Ces recherches couvriront au minimum le suivi des usages humains de l'AMP, ainsi que des impacts socioéconomiques de l'AMP. Dans l'idéal, toutefois, un programme de recherches sociales devra englober une palette beaucoup plus vaste de questions couvrant tout le domaine des sciences sociales, de l'économie à la sociologie en passant par l'anthropologie, la psychologie, les sciences politiques et le droit. Ces sujets de recherche sont directement liés à l'instauration et à la gestion efficace de l'AMP. Le *Socioeconomic Manual for Coral Reef Management* (ou SocMon, par L. Bunce, P. Towsley, R. Pomeroy et R. Pollac. GCRMN, 2000) http://www.reefbase.org/socmon/pdf/GCRMN_Manual.pdf et les **Socioeconomic Monitoring Guidelines for Coastal Managers** (SocMon Caribbean) (http://www.reefbase.org/socmon/pdf/SocMon_Caribbean.pdf) publiées par L. Bunce et R. Pomeroy, 2003, décrivent les méthodes et leur application à la gestion environnementale.

De nombreux problèmes associés à la gestion des AMP sont influencés par des considérations sociales et politiques ; le programme de recherche et de suivi doit donc couvrir la totalité de ces questions.

1. Recherches économiques

Les recherches économiques doivent s'intéresser d'abord aux effets de la création d'une AMP. Il est important de déterminer les groupes sociaux et économiques qui gagnent ou perdent à cause de la création, à l'exploitation et au fonctionnement de l'AMP. Par exemple, les chercheurs pourront déterminer les opportunités d'emplois et de revenus créées ou détruites au sein des communautés locales par l'AMP. L'AMP pourra également impacter l'économie des communautés locales par le biais du développement commercial, des modifications de la base fiscale et d'une stabilité économique accrue ou diminuée. Ces paramètres doivent être analysés et quantifiés. Les recherches analysent donc l'impact économique (coûts et bénéfices) de la création, de l'exploitation et du fonctionnement de l'AMP. Les gestionnaires l'AMP pourront choisir de dédommager les « perdants » d'une manière ou d'une autre.

Les stratégies de gestion environnementale ont évolué pour passer de l'approche « commander et contrôler » aux techniques « basées sur le marché ». Les recherches économiques pourront apporter des informations réalistes permettant aux gestionnaires d'instaurer des incitations économiques afin d'encourager le respect des réglementations

de l'AMP.

La valorisation économique des contributions des AMP à la société peut s'avérer importante lorsque les décideurs jugent de l'opportunité de créer une AMP, justifient son existence ou accordent des financements suffisants pour mettre en oeuvre des stratégies de gestion efficaces (Dixon et Sherman, 1990). **À l'évidence, les gestionnaires doivent être conscients du rôle de l'AMP en matière de développement économique régional.** Ils doivent être en mesure de documenter la contribution de l'AMP aux marchés réels des économies locales. Dans le même temps, les gestionnaires de l'AMP doivent sonder les groupes d'utilisateurs locaux et le public afin d'évaluer les bénéfices de l'AMP dont les marchés locaux ne peuvent rendre compte.

Les AMP fournissent de l'eau, des ressources halieutiques, des opportunités de loisirs, le contrôle des microclimats, la protection des côtes et un bien-être spirituel. Les méthodologies de quantification de la valeur de ces biens et services restent rudimentaires. Les bénéfices économiques des AMP ont rarement été documentés. Cependant, des calculs initiaux portant sur la valeur des bénéfices apportés par les AMP et les discussions sur les incertitudes valent mieux qu'une absence totale d'information (IUCN, 1998).

Les AMP rendent des services que l'on peut diviser en Valeurs d'Usage Direct et Valeurs d'Usage Indirect. Les Valeurs d'Usage Direct représentent les biens et services qui entrent directement dans l'économie humaine et concernent des bénéfices présents et futurs. Les valeurs d'usage de consommation sont le résultat de la consommation de la ressource par une personne sur une période donnée, contrairement aux Valeurs d'usage sans consommation, qui peuvent produire du plaisir à différentes personnes au même moment. Les Valeurs d'usage indirect comprennent les valeurs des services écologiques, ainsi que celles des futurs usages potentiels (Valeurs d'usage incertain).

Les usages consommateurs comprennent la pêche, l'extraction des algues et des crustacés, la coupe de produits issus des bois de la mangrove. Ces produits peuvent revêtir une importance extrême pour les communautés locales dans ou autour d'une AMP. On peut estimer leur valeur à partir des valeurs directes sur le marché et d'analyses recettes-dépenses. Les usages non consommateurs des AMP, comme le tourisme et les loisirs, les transports aquatiques, la recherche scientifique, l'éducation environnementale et les valeurs esthétiques, sont plus difficiles à estimer que les valeurs d'usage. Leurs valeurs doivent donc être estimées par des méthodes qui tentent d'englober les ressources que les gens dépensent en se livrant à ces activités. Ces méthodes comprennent les coûts de déplacement, l'évaluation des valeurs hédonistes et les coûts de remplacement.

Les valeurs d'usage indirect sont beaucoup plus difficiles à estimer que les valeurs d'usage direct. Les écosystèmes marins et côtiers rendent un certain nombre de services écologiques. Les mangroves et autres zones humides côtières protègent les côtes de l'érosion et des tempêtes. Les herbiers sous-marins contribuent au maintien de la qualité des eaux côtières, tandis que les récifs coralliens constituent d'importants sites de diversité génétique et biologique. Les populations locales peuvent apprécier ces ressources pour leurs valeurs intrinsèques ou parce qu'elles espèrent les utiliser un jour. Cependant, même si nous reconnaissons l'importance de ces fonctions, la détermination des valeurs est controversée et incertaine, malgré son importance. Des méthodologies plus ou moins évoluées comprennent l'estimation des coûts pour accomplir une fonction similaire par une méthode alternative, l'évaluation du coût de remplacement ou de la valeur contingente. La méthode d'évaluation contingente sonde la population afin de déterminer son consentement à payer ou son consentement à accepter un produit ou service écologique/environnemental (Barzetti, 1993).

Les recherches économiques pourront également s'intéresser à la question des concessions à l'intérieur de l'AMP. Des analyses financières pourront examiner la possibilité d'instaurer des redevances payables par le concessionnaire à l'administration de l'AMP et analyser si cette redevance apportera des bénéfices optimaux à l'AMP, ainsi qu'au concessionnaire.

2. Recherches sociologiques

Les recherches sociologiques peuvent examiner les perceptions des utilisateurs de ressources, des habitants des communautés locales, du public en général et des agences nationales face aux objectifs et aux missions de l'AMP. Ce type de recherche apprendra aux gestionnaires comment le sexe, la catégorie socioéconomique et l'intérêt des usagers sont liés à leurs inquiétudes, leurs opinions et leurs attentes envers l'AMP. D'autres études pourraient évaluer la satisfaction des usagers (touristes/plongeurs) de leur séjour dans l'AMP. Une analyse de tendances en matière de satisfaction pourrait aider les gestionnaires à élaborer de nouvelles réglementations visant à renforcer le plaisir que le public retire des ressources marines.

Des études sur les mécanismes de participation du public permettent de comprendre quelles stratégies de contact avec le public sont les plus efficaces pour diffuser l'information sur l'AMP et pour instaurer un dialogue actif avec les membres de la communauté et les groupes d'usagers. Cette information pourra renforcer la capacité des gestionnaires de l'AMP à communiquer avec le public.

Des études complémentaires pourront permettre d'analyser les conflits et la cohésion entre les groupes d'utilisateurs, ainsi qu'entre les utilisateurs et la direction de l'AMP. Des informations sur la source et l'évolution des conflits contribueraient grandement à leur résolution éventuelle.

Les recherches sociologiques pourront également examiner l'application des réglementations de l'AMP. Les observations sur les perceptions du public en matière de respect de la législation, les tendances en ce qui concerne le non-respect et la distribution spatiale et temporelle de ce non-respect pourront tous alimenter l'élaboration d'une stratégie d'application améliorée et plus efficace.

3. Recherches anthropologiques/culturelles

Les recherches culturelles aident à comprendre la structure organisationnelle des communautés et des cultures (traditionnelles et non-traditionnelles) qui vivent dans l'AMP ou en proximité. Grâce aux enquêtes ethnographiques, des entretiens et d'autres méthodes d'observation, les chercheurs caractérisent les systèmes de valeurs des communautés et le rôle que joue les ressources marines dans ces systèmes de valeurs. Parmi les thèmes directement utiles aux gestionnaires de l'AMP figurent notamment : les systèmes de droit de propriété sur le domaine maritime de la communauté locale, l'importance des ressources marines pour le bien-être et la stabilité de la communauté et les techniques traditionnelles et non-traditionnelles développées par les utilisateurs locaux pour conserver et exploiter les ressources marines. Étant donné que toutes les communautés sont confrontées à des évolutions culturelles, technologiques, sociales, politiques et environnementales, les études devraient explorer la capacité des systèmes de valeurs traditionnels à s'adapter au changement. L'instauration d'une réserve marine/AMP peut introduire des bouleversements dans la communauté et dans sa capacité à exploiter les ressources marines, et le gestionnaire de l'AMP devra être conscient des impacts relevant de sa responsabilité ou des politiques de l'AMP. Des enquêtes et des entretiens avec les leaders communautaires et les habitants pourront éclairer les perceptions de la communauté envers l'AMP et ses objectifs, ainsi qu'en matière d'éthique de la conservation (Gubbay, 1995).

Une préoccupation des études anthropologiques est de déterminer le meilleur intervenant pour recueillir des informations sur la communauté. Il peut s'agir de l'anthropologue lui-même, ou d'une coopération avec des acteurs locaux déjà engagés dans des activités avec la communauté.

4. Recherches en sciences politiques

Les recherches en sciences politiques peuvent s'avérer importantes tant durant l'instauration d'une AMP que pendant sa phase opérationnelle. Des analyses institutionnelles peuvent évaluer la division des fonctions gouvernementales à l'intérieur et à l'extérieur de l'AMP entre différentes agences à différents niveaux. Ce processus indiquera où des conflits éventuels pourraient survenir entre des agences ; et si les compétences sont partagées ou répétées entre les diverses agences. Des analyses des centres de pouvoir et décisionnels au sein de la communauté locale et au niveau national peuvent révéler les personnes ou les institutions que les gestionnaires de l'AMP doivent contacter pour obtenir un soutien renforcé pour les programmes de l'AMP, le financement et le fonctionnement. Une compréhension des groupes de pression et des intérêts locaux est essentielle pour résoudre les conflits qui surviennent inévitablement entre les différents groupes d'utilisateurs ou entre des groupes d'utilisateurs et des agences.

5. Recherches juridiques

Des analyses juridiques au niveau national et international aident à comprendre les bases statutaires ou réglementaires des stratégies de gestion de l'AMP, ainsi que d'éventuels recouvrements de compétences entre les différentes institutions. La multiplication des conventions et protocoles environnementaux tant internationaux que régionaux placera le gestionnaire de l'AMP devant des responsabilités supplémentaires, tout en lui offrant des opportunités d'action et de coopération internationale propices à la recherche et à la gestion. Les analyses juridiques peuvent également évaluer l'efficacité du fondement juridique pour l'AMP en question et suggérer des révisions aptes à faciliter des stratégies de gestion efficaces.

MODULE 8

THÈME 5

OBJECTIF

SIGNIFICATION

PRÉSENTATION

EXERCICE

DURÉE

RECHERCHE ET SUIVI

Suivi de la fréquentation et autres usages

Souligner l'importance de noter le nombre de visiteurs/usagers et leurs tendances.

Les tendances et le niveau d'utilisation des ressources d'une AMP doivent être suivis afin de déterminer l'impact sur les ressources, conflits d'utilisation et entre usagers, et *in fine* le rapport avec les objectifs de gestion de l'AMP.

Cours magistral, étude de cas

Étude de cas

2h

INTRODUCTION

Le programme de recherche et de suivi doit comprendre tous les types et les niveaux d'intervention humaine dans l'AMP. Cela est important pour évaluer ensuite les impacts qu'ils provoquent sur les ressources marines, les conflits qui peuvent survenir entre différents usages, ainsi que le nombre de visiteurs et leur satisfaction en ce qui concerne les stratégies de gestion et la qualité des ressources.

Les données des usagers mesurées dépendront de l'importance des activités humaines dans l'AMP. Parmi les paramètres de mesure des usages de l'AMP et de la nature des activités pourront figurer :

- a. Chercheurs scientifiques
 - ◆ nombre ;
 - ◆ institution de rattachement ;
 - ◆ activité ;
 - ◆ localisation de leurs sites de recherche ;
 - ◆ matériels utilisés ;
 - ◆ matières extraites ;
 - ◆ publications et produits de recherche.

- b. Touristes/plongeurs
- ◆ nombre par an ;
 - ◆ origine ;
 - ◆ fréquence par mois ou par saison ;
 - ◆ sites de plongée spécifiques ;
 - ◆ activités secondaires (pêche au harpon, photographie, capture ou collecte) ;
 - ◆ types de navires utilisés pour transporter les plongeurs ;
 - ◆ types d'opérations commerciales impliquées ;
 - ◆ somme d'argent dépensée pour l'activité ;
 - ◆ niveau de satisfaction en ce qui concerne l'activité.
- c. Pêcheurs
- ◆ nombre de pêcheurs par an, mois, saison, semaine ;
 - ◆ prises (espèces, taille, méthodes de prise, poids des prises) ;
 - ◆ efforts de pêche multispécifique ;
 - ◆ effort de pêche (prise par unité d'effort) ;
 - ◆ types de pêche pratiqués ;
 - ◆ données sur les prises accessoires ;
 - ◆ informations sur les activités de pêche spécifiques à un site.
- d. Usagers de la mangrove
- ◆ nombre de personnes concernées ;
 - ◆ coupes / récoltes ;
 - ◆ espèces coupées / récoltées ;
 - ◆ commercialisation ;
 - ◆ site d'extraction ;
 - ◆ fréquence de coupe ;
 - ◆ techniques de coupe.
- e. Navires
- ◆ nombre et type de navires ;
 - ◆ port d'attache ;
 - ◆ fréquence d'activité (nombre de sorties par semaine, mois) ;
 - ◆ routes suivies ;
 - ◆ pollutions accidentelles ;
 - ◆ échouements ;
 - ◆ zones de limitation de vitesse et infractions.

CAPACITÉ DE CHARGE

Le concept de capacité de charge

La détermination de la capacité de charge implique un processus complexe qui nécessite de comprendre les effets des usagers sur l'environnement, ainsi que le calcul du nombre total d'usagers pouvant utiliser le milieu sans une dégradation significative. L'évaluation de la capacité de charge doit tenir compte des impacts écologiques sur l'environnement, ainsi que des impacts socioéconomiques sur les zones voisines. D'après Dixon *et al.* (1993),

« il existe un niveau d'exploitation maximal soutenable ... [qui] peut être inférieur aux désirs du gouvernement local ou des entreprises intéressées, mais il doit être respecté si l'on veut que l'investissement dans le capital marin naturel soit économiquement rentable et que les parcs marins atteignent leurs objectifs écologiques et économiques. »

Définition de la capacité de charge

Un séminaire de 1991 sur les parcs et espaces protégés côtiers et marins (Clark, 1991) a établi que la capacité de charge est un objectif de gestion à deux niveaux défini comme :

- a. un seuil particulier d'activité touristique au-delà duquel il y aura détérioration physique de la ressource, ou dommages pour les habitats naturels ; et
- b. le nombre maximal de visiteurs acceptable pour les visiteurs eux-mêmes et pour les personnes vivant à proximité de l'aire protégée.

On compte trois grands impacts dans les AMP, exacerbés par une densité accrue : les impacts de l'industrie touristique, les activités de développement et leurs impacts associés et les impacts dus à la pollution (Clark, 1991). Les impacts de l'industrie touristique comprennent : les dommages provoqués par l'ancrage des bateaux, les échouements et la pollution chimique ; les dommages dus à la plongée en bouteilles et la plongée en apnée, par des usagers inexpérimentés détruisant ou altérant des habitats sensibles, ou la fréquentation importante de larges zones (Davis et

Tisdell, 1995) ; l'observation du paysage et de la faune sauvage, qui peuvent avoir un effet négatif sur l'environnement et entraîner une hausse du trafic pouvant nuire aux usagers et aux visiteurs. Les activités de développement et les impacts associés comprennent les activités de dragage, de remblaiement et d'extraction minière, qui peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement marin (turbidité accrue, sédimentation) ; et le développement côtier, qui impacte les zones d'interface terre-mer et les systèmes naturels tels que les ruissellements et l'érosion. Les impacts de la pollution comprennent : les effluents domestiques pouvant entraîner une eutrophisation et des menaces pour la santé publique ; les déchets agricoles et industriels et les rejets d'hydrocarbures provenant de sources terrestres ou maritimes, qui peuvent dégrader ou même détruire des habitats d'une AMP. Les impacts qui concernent la plupart des AMP sont ceux provoqués par l'industrie du tourisme. Cependant, les impacts reliés au développement et à la pollution sont souvent liés de manière fonctionnelle à l'industrie du tourisme et les impacts de chaque source tendent à augmenter simultanément.

Mise en oeuvre du concept de capacité d'accueil

Pour maîtriser ces impacts et garantir durablement les usages actuels et futurs de l'AMP, des objectifs de capacité d'accueil doivent être fixés. La région voisine doit être envisagée également en termes de pollution et d'impacts environnementaux pouvant affecter l'AMP. Clark (1991) analyse le rôle de la recherche, du contrôle des dommages dus aux visiteurs des AMP, et de la régulation et réhabilitation en tant que mesures permettant de déterminer et mettre en oeuvre la capacité d'accueil dans les zones protégées. Etant donné que la capacité d'accueil varie selon le milieu, il vaut mieux la traiter comme une variable propre à chaque site, à la discrétion du gestionnaire.

EXEMPLE 8.1 : Évaluation des impacts sociaux et capacité d'accueil dans le Parc marin de la Grande Barrière (Broome et Valentine, 1995)

Ce rapport examine les méthodologies pour conduire des évaluations des impacts sociaux dans les parcs marins et propose également deux cadres connus sur la capacité d'accueil sociale : les Limites du Changement Acceptable (LAC) et la Gestion de l'Impact des Visiteurs (VIM).

Le processus LAC spécifie une gestion des usages dans le cadre de normes plutôt qu'en termes de niveaux d'usages. Il requiert l'identification des problèmes, la définition des opportunités, le choix des ressources et des conditions sociales, un inventaire de ces conditions, la définition d'indicateurs pour chaque opportunité, l'identification et la prise en compte d'opportunités alternatives, l'identification d'options de gestion pour chaque alternative, ainsi que l'évaluation et la sélection

d'alternatives préférées.

Le processus VIM accepte le lien ténu entre les niveaux d'usage et les impacts sociaux et environnementaux et tente de traiter la gestion d'une aire en s'appuyant sur trois piliers majeurs : l'identification des problèmes, la détermination des facteurs de cause potentiels, la sélection de stratégies de gestion potentielles.

Une autre stratégie possible consiste à partir des perceptions de l'intensité de fréquentation par les visiteurs (on demande aux visiteurs s'ils pensent qu'il y a du monde sur les sites ou pas) et à les appliquer dans une matrice de pourcentages qui suggère des actions d'amélioration.

EXEMPLE 8.2 : Étude sur la capacité de charge des plongeurs dans le Parc national Bonaire (Dixon *et al.*, 1993)

L'étude a déterminé la fréquentation maximale de plongeurs sur les récifs coralliens du Parc national Bonaire et établi des totaux de capacité de charge basés sur des facteurs écologiques et économiques. Les chercheurs ont élaboré une courbe de capacité de charge par site, qui indique que la fréquentation doit être limitée à 5000 plongées par an et par site. Ils ont également envisagé des moyens de limiter l'accès, notamment une discussion sur des permis et des droits d'utilisation payants, afin de maximiser les revenus tout en minimisant les impacts écologiques.

Bibliographie

- Agardy, T. S. 1997. *Marine Protected Areas and Ocean Conservation*. Austin, Texas: R. G. Landes Company and Academic Press, Inc.
- Agardy, T. (ed.). 1995. *The Science of Conservation in the Coastal Zone: New Insights on How to Design, Implement, and Monitor Marine Protected Areas*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Aquatic Adventures, Inc. 1999. *Whales of the Silver Bank: Sanctuary for the Marine Mammals of the Dominican Republic*. www.aquaticadventures.com
- Ault, J., Serafy, J., DiResta, D., and J. Dandelski. 1997. *Impacts of Commercial Fishing on Key Habitats within Biscayne National Park*. Miami, Florida: RSMAS/University of Miami.
- Barzetti, V. (ed.). 1993. *Parques y Progreso: Areas Protegidas y Desarrollo Económico en América Latina y el Caribe*. Washington, D.C.: IUCN.
- Birkeland, C. 1997. *Life and Death of Coral Reefs*. New York: Chapman and Hall.
- Bohorquez, C. 1997. *Restauración de Manglares en Colombia: Estudio de Caso del Parque Nacional Natural Corales del Rosario*. IN *La Restauración de Ecosistemas de Manglar*, C. Field, ed., pp. 209-217. Okinawa, Japan: ITTO.
- Botero, L., and H. Salzwedel. 1999. *Rehabilitation of the Ciénaga Grande de Santa Marta, a Mangrove-Estuarine System in the Caribbean Coast of Colombia*. *Ocean and Coastal Management* 42: 243-256.
- Broome, G., and P. Valentine. 1995. *Principles of Social Impact Assessment and its Application to Managing the Great Barrier Reef*. Townsville, Queensland, Australia: CRC Reef Research Centre.
- Chapman, V. J. 1984. Botanical Surveys in Mangrove Communities, IN *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*, Snedaker and Snedaker, eds., pp. 53-80. Bungay, UK: UNESCO.
- Chiappone, M., Kelly, J., Schmitt, E., and K. Sullivan Sealey. 1998. *Tools and Methods for Assessment of Land-based Sources of Pollutants and their Impacts on Coral Reefs: A Study of the Central Bahamas*. Arlington, Virginia: The Nature Conservancy.

- Cintrón-Molero, G. 1990. *Restoration of Mangrove Systems*. Puerta de Tierra, Puerto Rico: Department of Natural Resources.
- Clark, J. R. 1991. *Carrying Capacity : A Status Report on Marine and Coastal Parks and Reserves*. Miami, Florida: RSMAS/University of Miami.
- Continental Shelf Associates, Inc. 1997. *Long-term Monitoring at the East and West Flower Garden Banks*. New Orleans, Louisiana: MMS/DOI.
- Continental Shelf Associates, Inc. (CSA), and Martel Laboratories. 1985. *Florida Big Bend Seagrass Habitat Study*. New Orleans, Louisiana: MMS/DOI.
- Coyer, J., and J. Witman. 1990. *The Underwater Catalog: A Guide to Methods in Underwater Research*. Ithaca, New York: Shoals Marine Laboratory.
- Crosby, M. P., and E. S. Reese. 1996. *A Manual for Monitoring Coral Reefs with Indicator Species: Butterflyfishes as Indicators of Change on Indo-Pacific Reefs*. Silver Spring, Maryland: OCRM/NOAA.
- Dahl, A. L. 1978. *Coral Reef Monitoring Handbook*. Noumea, New Caledonia: South Pacific Commission.
- Davis, D., and C. Tisdell. 1995. Recreational Scuba-diving and Carrying Capacity in Marine Protected Areas. *Ocean & Coastal Management* 26(1): 19-40.
- DeVantier, L. M., Barnes, G. R., Daniel, P. A., and D. B. Johnson. 1985. *Studies in the Assessment of Coral Reef Ecosystems: I. Assessment Protocol*. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science.
- Dixon, J. A., Scura, L. F., and T. van't Hoff. 1993. Meeting Ecological and Economic goals: Marine Parks in the Caribbean. *Ambio* 22 (2): 117-125.
- Dixon, J.A. & P.B. Sherman. 1990. *Economics of Protected Areas: A New Look at Benefits and Costs*. Washington, D.C.: Island Press.
- Duke, N. 1997. Reforestación de Manglares en Panamá: Una Evaluación de la Plantación de Manglares en Areas Desforestadas por un Gran Derrame de Petróleo. IN *La Restauración de Ecosistema de Manglar*, C. Field, ed., pp. 231-258. Okinawa, Japan: ITTO.

- Duke, N. C., and Z. S. Pinzon M. 1991. Chapter 6: Mangrove Forests, in *Long-term Assessment of the Oil Spill at Bahía Las Minas, Panama, Interim Report, Volume II: Technical Report*, B. D. Keller & J. B. C. Jackson, eds., pp. 153-178. New Orleans, Louisiana: DOI/MMS/GOM OCS Region.
- Durako, M. J., Phillips, R. C., and R. R. Lewis III (eds.). 1987. *Proceedings of the Symposium on Subtropical-Tropical Seagrasses of the Southeastern United States*. Tallahassee, Florida: FDNR/BMR.
- English, S., C. Wilkinson, and V. Baker (eds.). 1997. *Survey Manual for Tropical Marine Resources: 2nd Edition*. Townsville, Australia: Australian Institute of Marine Science.
- Fisk, G. 1995. Impacts of Expansion at Port Everglades: A Case Study of Environmental Mitigation. In *Urban Growth and Sustainable Habitats*, D. Suman, M. Shivlani & M. Villanueva, eds., pp. 9-30. Miami, Florida, USA: RSMAS/MAF, University of Miami.
- Florida Marine Research Institute (FMRI). 1998. *Benthic Habitats of the Florida Keys*. St. Petersburg, Florida: The Institute.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 1994. *Mangrove Forest Management Guidelines*. Rome, Italy: FAO.
- Geoghegan, T., and A. H. Smith. 1998. *Conservation and Sustainable Livelihoods: Collaborative Management of the Mankòtè Mangrove, St. Lucia*. St. Lucia: CANARI.
- Gubbay, S. (ed.). 1995. *Marine Protected Areas: Principles and Techniques for Management*. New York, NY: Chapman and Hall.
- Hall, J.L. 1994. Spanish Coins, Dutch Clay Pipes, and an English Ship: The 1993 Interim Report. IN *Underwater Archaeology Proceedings from the Society for Historical Archaeology Conference*, Vancouver, B.C., Canada, R.P. Woodward and C.D. Moore, eds., pp. 32-39.
- Hamilton, L. S., and S. C. Snedaker (eds.). 1984. *Handbook for Mangrove Area Management*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Harmon, D. 1994. *Coordinating Research and Management to Enhance Protected Areas*. Cambridge, U.K.: IUCN.
- INRENARE (Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables). 1994. *Diagnóstico*

Socio-Económico de los Beneficiarios del Manglar del Area Chame. Panama: INRENARE.

INRENARE. 1996. *Evaluación Preliminar de la Producción Primaria de Hojarasca en las Areas de Chame, Azuero y Chiriquí.* Panama: INRENARE.

INRENARE. 1996. *Inventario Forestal de los Manglares de Chiriquí, Azuero y Chame.* Panama: INRENARE.

Intergovernmental Oceanographic Commission. 1991. *UNEP-IOC-WMO-IUCN Meeting of Experts on a Long-Term Global Monitoring System of Coastal and Near-Shore Phenomena Related to Climate Change, Pilot Projects on Mangroves and Coral Reefs, Monaco, 9-13, 1991.* UNESCO.

IUCN. 1998. *Economic Values of Protected Areas: Guidelines for Protected Area Managers,* IUCN Best Practice Protected Area Guidelines No. 2, A. Philips, ed. Available at <http://www.iucn.org> or <http://economics.iucn.org/valuationparks.htm>.

IUCN. 1986. *Managing Protected Areas in the Tropics.* Gland, Switzerland: IUCN.

Jokiel, P. L., and E. F. Cox. 1996. Assessment and Monitoring of US Coral Reefs in Hawaii and the Central Pacific. IN *A Coral Reef Symposium on Practical, Reliable, Low Cost Monitoring Methods for Assessing the Biota and Habitat Conditions of Coral Reefs, January 26-27, 1995.* Silver Spring, Maryland: Office of Ocean and Coastal Resource Management, NOAA.

Kelleher, G., and R. Kenchington. 1991. *Guidelines for Establishing Marine Protected Areas.* Gland, Switzerland: IUCN.

Kenchington, R. A., and B. E. T. Hudson. 1988. *Coral Reef Management Handbook.* Jakarta, Indonesia: UNESCO.

Kirkman, H. 1990. Seagrass Distribution and Mapping. IN *Seagrass Research Methods,* Phillips and McRoy, eds., pp. 19-26. Paris, France: UNESCO.

Kuo, J., Walker, D. I., and H. Kirkman (eds.). 1996. *Seagrass Biology: Scientific Discussion from an International Workshop, Rottnest Island, Western Australia 25-29 January 1996.* Perth, Australia: Western Australian Museum.

Maarleveld, T.J. Criteria for Archaeology and Heritage Management Underwater. Available

at http://www.international.icomos.org/icomos/under_e.htm.

- McClellan, D. B. 1996. *Aerial Surveys for Sea Turtles, Marine Mammals, and Vessel Activity along the Southeast Florida Coast, 1992-1996*. Miami, Florida: SEFSC/NMFS/NOAA.
- McRoy, C. P., and C. Helfferich (eds.). 1977. *Seagrass Ecosystems*. New York, NY: Marcel Dekker, Inc.
- Milon, J. W., Suman, D. O., Shivlani, M., and K. A. Cochran. 1997. *Commercial Fishers' Perceptions of Marine Reserves for the Florida Keys National Marine Sanctuary*. Gainesville, Florida: Florida Sea Grant. Technical Paper-89.
- National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)/Florida Department of Environmental Protection (FDEP). 1998. *The 1998 Zone Monitoring Report for the Florida Keys National Marine Sanctuary*. Marathon, FL: FKNMS/NOAA.
- Phillips, R. C., and C. P. McRoy (eds.). 1980. *Handbook of Seagrass Biology: An Ecosystem Perspective*. New York, NY: Garland STPM Press.
- Phillips, R. C., and C. P. McRoy (eds.). 1990. *Seagrass Research Methods*. Mayenne, France: Imprimerie de la Manutention.
- Pollnac, R. B. 1998. *Rapid Assessment of Management Parameters for Coral Reefs*. Narragansett, Rhode Island: CRC/University of Rhode Island.
- Reef Environmental Education Foundation (REEF). 1999. *REEF Homepage*. www.reef.org.
- Reese, E. S. 1996. The Use of Indicator Species to Detect Change on Coral Reefs: Butterflyfishes of the Family Chaetodontidae as Indicators for Indo-Pacific Coral Reefs. IN *A Coral Reef Symposium on Practical, Reliable, Low Cost Monitoring Methods for Assessing the Biota and Habitat Conditions of Coral Reefs, January 26-27, 1995*. Silver Spring, Maryland: Office of Ocean and Coastal Resource Management, NOAA.
- Ricklefs, R.E. 1979. *Ecology*. New York: Chiron Press.
- Rogers, C. S., G. Garrison, R. Grober, Z-M. Hills, and M.A. Franke. 1994. *Coral Reef*

- Monitoring Manual for the Caribbean and Western Atlantic*. St. John, Virgin Islands: VINP.
- Russell, D. J. 1990. 'Benthic algae: Biomass and Abundance', in *Seagrass Research Methods*. Phillips and McRoy (Eds.), pp. 115-118. Paris, France: UNESCO.
- Sargent, F. J., Leary, T. J., Crewz, D. W., and C. R. Kruer. 1995. *Scarring of Florida's Seagrasses: Assessment and Management Options*. St. Petersburg, Florida: FMRI Technical Report TR-1.
- Sasekumar, A. 1984. Methods for the Study of Mangrove Fauna. IN *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*, Snedaker and Snedaker, eds., pp. 145-161. Bungay, UK: UNESCO.
- Shivlani, M. P., and D. O. Suman. In Press. Dive operator use patterns in the designated no-take zones of the Florida Keys National Marine Sanctuary (FKNMS). *Environmental Management*.
- Sluka, R., Chiappone, M., Sullivan, K. M., and R. Wright. 1996. *Habitat and Life in the Exuma Cays, The Bahamas: The Status of Groupers and Coral Reefs in the Northern Cays*. Arlington, Virginia: The Nature Conservancy.
- Smith, A.H. 1994. 'Community Involvement in Coral Reef Monitoring for Management in the Insular Caribbean', in *Collaborative and Community-based Management of Coral Reefs: Lessons from Experience*, A. White, Hale, Renard, and Cortesi (Eds.), pp. 59-67. West Hartford, Connecticut: Kumarian Press.
- Snedaker, S. C., and J. G. Snedaker (eds.). 1984. *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*. Bungay, U.K.: UNESCO.
- Stoddart, D. R., and R. E. Johannes. 1978. *Coral Reefs: Research Methods*. Norwich, U.K.: Page Brothers Ltd.
- Sullivan, K. M., and G. Bustamente. 1997. 'Geographic Priorities of Marine Conservation: The Nature Conservancy's Ecoregional Platform for the Wider Caribbean', in *Proceedings of the 50th Annual Meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute*, Merida, Yucatan, Mexico, November 9-14, 1997.
- Sullivan, K. M., and M. Chiappone. 1994. *Rapid Ecological Assessment: Montego Bay Marine Park, Jamaica*. Arlington, Virginia: The Nature Conservancy.

Suman, D. (ed.). *El Ecosistema de Manglar en América Latina y la Cuenca del Caribe: Su Manejo y Conservación*. Miami, Florida, USA: RSMAS/MAF, University of Miami.

Thorsell, J. 1992. Guidelines for Managing Research in Protected Areas. IN *Science and the Management of Protected Areas*. J.H.M. Willison, S. Bondrup-Nielsen, C. Drysdale, T. Herman, N. Munro & T. Pollack (eds.). Elsevier Press: Amsterdam. pp. 175-179.

Vega, M., Chiappone, M., Delgado, G. A., Wright, R., and K. M. Sullivan. 1997. *Evaluación Ecológica Integral del Parque Nacional del Este, República Dominicana. Tomo 2: Recursos Marinos*. Arlington, Virginia: The Nature Conservancy.

White, A. T., Hale, L. Z., Renard, Y., and L. Cortesi (eds.). 1994. *Collaborative and Community-based Management of Coral Reefs: Lessons from Experience*. West Hartford, Connecticut: Kumarian Press.

Annexe 8.1

Conseils sur les priorités et activités de recherche

Ce vade-mecum ne constitue pas un manuel exhaustif des activités de recherche dans les AMP. Il décrit les questions et activités potentiellement intéressantes pour la recherche autour de trois écosystèmes importants dans l'environnement côtier et marin tropical de la Grande Caraïbe : les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers marins.

RECIFS CORALLIENS

Par la biodiversité qu'ils abritent, les récifs coralliens sont souvent considérés comme les équivalents marins des forêts tropicales humides (Birkeland, 1997). Ils servent de réservoirs à différentes espèces marines importantes pour de nombreux usages économiques : recherche en génie génétique, pêcheries commerciales, pêche sportive, tourisme marin... Les récifs coralliens sont soumis à différents facteurs de pression d'origine naturelle et humaine : augmentation des températures (réchauffement planétaire, El Niño), migrations des espèces (mortalité des oursins, épidémie de l'étoile de mer épineuse (*Acanthaster planci*)), maladies, pollution, prélèvements (récolte directe du corail, prélèvement de la faune associée). Les coraux peuvent souffrir de ces phénomènes et d'autres encore. Il est donc impératif d'identifier toutes les causes potentielles dans les AMP et de minimiser leurs effets délétères.

Caractérisation écologique des récifs coralliens

L'aspect le plus important de la caractérisation écologique est la détermination du ou des types, de l'ampleur et de l'état des ressources des récifs coralliens présents dans l'AMP. Le suivi des ressources ne peut avoir lieu qu'une fois cette caractérisation achevée.

Afin de caractériser efficacement les récifs coralliens et les communautés benthiques et pélagiques associées dans l'AMP, il est important de respecter un ensemble de règles exigeant une description détaillée et précise. On s'assure ainsi que les informations au début du suivi seront comparables avec les résultats d'observation ultérieurs (Kenchington et Hudson, 1988).

EXEMPLE 8.3 : Évaluation et suivi des récifs coralliens sur le territoire des États-Unis, à Hawaï et dans les îles du Pacifique central (P. L. Jokiel et E. F. Cox)

Cet article est une étude de cas sur l'île hawaïenne de Kahoolawe, où le travail des bénévoles et des pouvoirs publics a permis des inventaires sur les poissons, coraux et sédiments coûtant environ 3000 dollars par transect. Les auteurs estiment que des transects permanents coûteraient 5000 dollars par station, plus 3000 dollars par station pour les inventaires suivants.

Ils affirment que les études de suivi doivent être conçues en vue de répondre à une question précise. Il existe un large corpus de littérature sur la recherche dans les récifs, auquel on peut se reporter pour les évaluations futures. Enfin, un financement suffisant est nécessaire pour mener des recherches de qualité, et son absence entraîne souvent l'abandon prématuré des programmes.

Téledétection

La télédétection peut être définie comme la caractérisation préliminaire des communautés des récifs coralliens à l'aide de la photographie aérienne, de relevés aériens, d'imagerie par satellite et autres outils de ce type. Si ces activités ne sont pas possibles, on peut avoir recours à des substituts adéquats : cartes préexistantes, cartes nautiques, connaissances locales...

a. Photographie aérienne

La photographie aérienne permet de localiser les différents écosystèmes dans une AMP et selon la qualité du matériel permet de révéler des éléments plus petits. Les photos doivent être prises par temps calme, lorsque la transparence de l'eau est maximale.

b. Survols par avion

Les survols par avion permettent d'identifier de petits éléments révélés par les photographies aériennes. Ils nécessitent, plus encore que la photographie aérienne, des investissements considérables, et peuvent donc poser des problèmes d'ordre financier.

c. Autres informations

Lorsque les relevés aériens sont trop coûteux, on peut utiliser les informations existantes, par exemple les cartes déjà dressées par d'autres organismes et groupes de protection. Les usagers de la zone, pêcheurs locaux, plongeurs et autres, peuvent aussi fournir une masse

d'informations que les gestionnaires ne pourraient pas obtenir autrement, avec ou sans relevés aériens. Leurs indications peuvent être utiles pour différents aspects de la gestion comme la localisation de particularités géographiques, l'identification des aggrégations, ou encore les habitats des espèces menacées et en danger. Il est toutefois indispensable d'obtenir les coordonnées permettant de localiser toutes les informations données par les usagers, car celles-ci devront être intégrées dans les cartes de base.

Cartes de base

Pour créer les cartes de base, on reporte toutes les informations obtenues par la télédétection sur des cartes ou diagrammes rudimentaires. Les cartes élaborées à partir de photos aériennes ont également l'avantage d'être à l'échelle, ce qui permet de les numériser ou de les saisir directement sur un ordinateur. Les systèmes d'information géographique permettent de transformer les cartes numérisées d'une AMP en cartes spatiales à plusieurs niveaux, pouvant être reliées à différentes bases de données. Les modifications des bases de données peuvent mettre en évidence des changements sur la carte spatiale. Ces systèmes peuvent toutefois être trop coûteux dans certaines zones car ils nécessitent une importante formation et du matériel informatique et des logiciels conséquents.

EXEMPLE 8.4 : Habitats benthiques des Keys de Floride (FMRI, 1998)

L'Institut de recherches marines de Floride (FMRI), aidé par la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), a réalisé à l'aide de systèmes d'information géographique un atlas des habitats benthiques du sanctuaire marin national des Keys de Floride, accompagné d'un CD-ROM. Ce travail a commencé par une campagne de photographie aérienne en 1991-92, représentant au total 450 photos de la zone étudiée à une échelle de 1/48000^e.

Les photos ont été interprétées par des écologistes qui ont élaboré une structure des communautés benthiques à 24 classes, composée de quatre habitats : récifs coralliens, herbiers marins, fonds rocheux et substrat nu. Les habitats décrits à partir des photographies ont ensuite été validés sur le terrain, puis les données ont été numérisées à partir des photos, en ajoutant parfois des détails supplémentaires. Ensuite elles ont été associées pour former des mosaïques régionales. Enfin, celles-ci ont été rassemblées pour créer un ensemble de données sur l'habitat benthique dans tous les Keys de Floride.

Validation sur le terrain et inventaires préliminaires

Une fois les cartes de base terminées, il est important de déterminer si les informations obtenues par télédétection et/ou fournies par les usagers locaux sont raisonnablement exactes. Pour cela, on divise les cartes de base en régions plus petites, représentant les différents types de communauté des récifs coralliens, qui sont ensuite étudiées par la technique d'inventaire dite « Manta Tow » (voir English *et al.*, 1997). Toutes les coordonnées des limites des zones de relevé doivent être relevées, de même que les observations préliminaires.

Sélection des sites pilotes

Des sites pilotes représentatifs des types de récifs et des zones de l'AMP, doivent être définis et cartographiés en détail (voir Rogers *et al.*, 1994 ; Dahl, 1978). Les informations fournies par les inventaires préliminaires aideront à déterminer la complexité globale de l'AMP. Lorsque des activités anthropiques sont soupçonnées d'impacter certains sites, il peut être utile de créer des sites de contrôle et des sites pilotes.

Caractérisation des sites

Il existe des méthodes très diverses pour relever les caractéristiques physiques et écologiques des récifs coralliens. Nous nous limiterons ici aux facteurs qui doivent être suivis (voir Coyer et Witman, 1990).

a. Paramètres physiques

Les paramètres physiques de l'eau et des sédiments sur un site corallien peuvent donner des informations précieuses sur l'état de santé sur celui-ci. Ainsi, l'élévation de la température et les fluctuations de la salinité occasionnent des blanchiments des coraux, tandis que la baisse de l'oxygène dissous et du pH signale des altérations causées par la pollution. Les facteurs suivants doivent être mesurés dans le cadre de l'étude de caractérisation et du programme de suivi :

- ◆ température ;
- ◆ salinité ;
- ◆ oxygène dissous ;
- ◆ pH ;
- ◆ transmission de la lumière/turbidité ;
- ◆ détritits ;

- ◆ sédimentation ;
- ◆ concentrations de nutriments ;
- ◆ concentrations de chlorophylle ;
- ◆ concentrations de polluants.

EXEMPLE 8.5 : Étude des polluants d'origine terrestre sur les récifs coralliens des Bahamas (Chiappone *et al.*, 1998).

Cette étude portait sur la qualité de l'eau dans un récif isolé proche des zones aménagées et plus au large offshore areas, dans le but de déterminer les effets de la pollution terrestre sur les récifs coralliens. Les objectifs de cette évaluation étaient de :

- déterminer les différences de température, de salinité et de taux d'oxygène dissous en fonction de la zone et de la proximité avec le développement côtier ;
- déterminer les différences de turbidité, de sédimentation, de nutriments et de concentration de chlorophylle en fonction des zones, du développement côtier et du régime des marées ;
- déterminer les différences de concentration en nutriments dans les sédiments en fonction des zones et de la proximité des aménagements côtiers.

Les chercheurs ont prélevé des échantillons d'eau sous la surface à l'aide de bouteilles de Niskin et mesuré la température, la salinité et l'oxygène dissous au crépuscule et à l'aube, à l'aide d'un appareil combiné de mesure de la température, de la salinité et de l'oxygène. Ils ont également mis en place quatre sondes de température donnant une mesure en continu. La plupart des autres mesures, réalisées en laboratoire, ont été effectuées à marée montante et descendante, afin de quantifier les effets des polluants d'origine terrestre.

b. Inventaires des habitats benthiques

Les inventaires des habitats benthiques doivent comporter des échantillonnages des formes de vie épifauniques, sessiles et relativement sédentaires sur les sites pilotes. Le pourcentage de couverture corallienne (coraux vivants et morts), les totaux des pomacanthidés et la densité d'oursins, de gorgones et de mollusque doivent être relevés. Les pourcentages de couverture par les algues, les éponges et les octocoralliaires constituent également des indices importants. Les carottes éventuellement prélevées peuvent donner des informations sur la vitesse de croissance antérieure des coraux, les conditions climatiques passées et les associations récifales anciennes. En raison de la variabilité saisonnière qui affecte de nombreuses régions, les études de l'habitat benthique doivent être menées au moins l'été et l'hiver ou pendant la saison sèche et la saison des

pluies, dans le cadre de l'étude de caractérisation.

Différents protocoles peuvent être employés pour étudier les habitats benthiques ; line intersect transects (transects. Chacune de ces méthodes a des avantages et des inconvénients : la complexité du système récifal détermine la méthode choisie.

c. Inventaires des poissons

Ces inventaires ont pour but de déterminer la densité, la structure et la diversité des espèces de poissons présents sur le site récifal (Sluka *et al.*, 1996). Pour tous les inventaires, le nombre et les types d'espèces doivent être relevés. Les comptages doivent être effectués à différentes heures du jour, afin de prendre en compte les espèces diurnes et nocturnes, et également pendant l'été et l'hiver.

Les comptages de poissons peuvent s'effectuer selon des méthodes stationnaires, sur des transects en bande et par relevé aléatoire par des plongeurs (ou selon la méthode « Roving Diver » modifiée). Avec un équipement technique plus sophistiqué, on peut avoir recours aux enregistrements vidéo stationnaires ou par caméra télécommandée, aux hydrophones et à des méthodes de capture et de piégeage modifiées. Ces trois dernières méthodes sont généralement utilisées lorsque la profondeur devient dangereuse pour les plongeurs.

EXEMPLE 8.6 : Projet de comptage de poissons de la Reef Environmental Education Foundation (www.reef.org)

L'association sans but lucratif REEF réalise un projet de recensement qui permet d'acquérir des données sur la distribution des poissons et leur abondance relative à l'aide d'une méthode de comptage visuel standard. Ce projet a pour objectif de donner des possibilités de formation et d'éducation aux plongeurs en scaphandre autonome et plongeurs libres, d'informer les scientifiques, les gestionnaires et les organismes de conservation, de nouer un partenariat avec les plongeurs pour la recherche subaquatique et d'encourager la mise en place de stratégies de gestion.

d. Maladies et blanchiment du corail

Dans le cadre de relevés benthiques, des coraux malades ou blanchis sont recensés. Les colonies de coraux présentant la maladie des bandes noires ou celle des bandes blanches

doivent être marquées sur les fiches de relevé et consignées dans les bases de données et plans du site. Il est important d'estimer le pourcentage de couverture par les coraux morts et malades. Les coraux blanchis, surtout fréquents pendant les mois d'été, doivent également être recensés.

e. Biodiversité

Dans le cadre de l'étude de caractérisation du site, les scientifiques peuvent déterminer les indices de diversité, tels que les inventaires d'espèces de certains groupes taxonomiques ou de certaines communautés ou les analyses de la structure des communautés. La biodiversité peut être mesurée au niveau de la communauté, des espèces, ou au niveau génétique (Ricklefs, 1979).

EXEMPLE 8.7 : Parc marin de Montego Bay, Jamaïque (Sullivan and Chiappone, 1994)

Avec ses partenaires jamaïcains, The Nature Conservancy a réalisé en 1992 un bilan écologique rapide du Parc marin de Montego Bay, avec deux objectifs : préparer une carte de base de la communauté écologique du parc et étudier ses communautés benthiques et côtières. Dans ce cadre, le groupe a utilisé trois méthodes différentes pour caractériser la communauté benthique de coraux, d'éponges et d'algues : caractérisation des substrats et des formes de vie, inventaires des espèces et quadrats en. Sur la base de photos aériennes, l'équipe a défini au total trente-deux communautés benthiques, suivies pendant quatre jours.

Des transects de 20 à 35 m, marqués tous les mètres, ont été tracés le long des communautés du parc et orientés des sites côtiers vers les sites au large, parallèlement à la ligne côtière. La couverture corallienne, le type de communautés et le type de substrat ont été relevés dans les quadrats d'un mètre carré. Les formes de vie et les substrats ont été recensés séparément. Des inventaires de présence et d'absence des espèces ont été réalisés à l'aide de listes des espèces décrites précédemment sur la côte nord de la Jamaïque. L'équipe a procédé à plusieurs analyses après collecte afin de déterminer les indices de diversité et de hiérarchie des espèces. Des quadrats en couloirs, comparables du point de vue méthodologique aux transects linéaires, ont permis de mesurer la densité spatiale des espèces, notamment la couverture par les algues benthiques ainsi que la densité et la répartition de tailles des coraux, des éponges et des octocoralliaires.

Ce travail a nécessité plusieurs mois de préparation, d'ateliers de formation et de survols par avion. En effet, les bilans écologiques rapides constituent une forme coûteuse de caractérisation des sites (Sullivan, communication personnelle).

Caractérisation socioéconomique des récifs coralliens

La caractérisation socioéconomique des récifs coralliens et l'utilisation de leurs ressources sont d'une importance cruciale si une AMP doit être protégée. Les humains font partie de l'écosystème du récif et sont souvent ses prédateurs les plus prolifiques. La population, les usagers et les usages doivent donc être identifiés et des schémas généralisés d'utilisation future déterminés. Selon le type d'accès autorisé et l'état de santé général de l'AMP, on peut s'attendre à ce que le niveau d'exploitation reste inchangé ou, très probablement, augmente à l'avenir.

a. Caractérisation de la population côtière

Il est important de caractériser la population humaine côtière dépendant des récifs et de leurs ressources. (voir Pollnac, 1998). Les critères concernés sont les facteurs politiques, économiques, sociaux et culturels, au niveau national, régional et local, qui peuvent accélérer ou retarder l'exploitation ou la gestion des récifs si on les modifie.

EXEMPLE 8.8 : Bilan rapide des paramètres de gestion (Pollnac, 1998)

L'auteur fournit un ensemble d'indicateurs sur les comportements humains liés aux récifs, qui peuvent être utilisés pour évaluer, prédire et éventuellement gérer ces comportements. Il souligne l'importance d'une bonne compréhension de l'économie et de la politique au niveau national, régional et local pour prédire comment l'évolution de ces paramètres peut accélérer ou freiner la gestion des récifs. Le produit national brut et le taux de chômage national, la démographie et les types d'emplois existants au niveau régional, la structure sociale et l'organisation politique au niveau local sont autant de facteurs, que les gestionnaires pourraient selon lui utiliser dans la prévision de l'évolution des usages des récifs.

Dans le cadre de la caractérisation de la gestion, Pollnac suggère également d'identifier tous les usages des récifs. Il faut pour cela une nomenclature locale des récifs, une description détaillée des dix pêcheries les plus importantes de la région, ainsi que les types de tourisme et de loisirs sur les récifs. La gouvernance des récifs doit également être comprise, avec des indicateurs tels que les connaissances locales concernant les récifs coralliens, les droits d'usage, les efforts de gestion, les paramètres de gouvernance locaux et nationaux.

Pollnac inclut en outre un paramètre important : la cartographie cognitive, ou cartographie de la région en question avec les noms locaux. On dispose ainsi d'une carte commune sur la base de laquelle décideurs et usagers peuvent discuter de la gestion de la zone. Une autre approche apparentée concerne la standardisation des noms d'espèces, ce que Pollnac appelle la « taxonomie populaire ». Ces deux aspects, associés à l'approche générale pour faire des recherches, peuvent fournir des informations précieuses pour une étude de base préalable aux activités de suivi.

b. Détermination des usages

Tous les usages du récif, qu'ils impliquent ou non une extraction, doivent être identifiés, puis séparés en différents segments qui seront examinés séparément : artisanat, commerce, loisirs...

1. Nautisme

Le nautisme peut désigner les bateaux-promenade à fond vitré ou les navires de croisière, ou encore les bateaux de plaisance. Le nombre total de plaisanciers et la fréquence des visites doivent être déterminés dans le cadre de la caractérisation de base.

Des survols par avion peuvent être effectués pour déterminer les tendances d'usage et les densités de bateaux de plaisance sur les sites ayant plusieurs points d'accès. Dans les zones plus restreintes et moins accessibles, le nombre total de bateau dans la région équivaut généralement au total de celles qui utilisent l'AMP. Les fréquences des sorties peuvent aussi être déterminées par courrier ou à l'aide de sondages.

EXEMPLE 8.9 : Surveillance aérienne des bateaux dans les Keys de Floride (McClellan, 1996)

Cette étude menée par les chercheurs du NMFS a utilisé des survols du sud de la Floride pour évaluer le trafic nautique (et recenser les mammifères marins). Les survols ont eu lieu de 1992 à 1996, les vendredis de temps calme. Les informations recueillies comprenaient la taille, le type et l'activité des bateaux.

Toutes les informations recueillies lors des survols ont été compilées et le pourcentage des différents types de bateaux dans des zones spécifiques a été déterminé. Ce mode d'analyse a mis en évidence les régions les plus fréquentées pour la plongée, la pêche et le tourisme dans les Keys

2. Plongée en scaphandre autonome et plongée libre

La plongée est l'une des activités les plus pratiquées dans les récifs coralliens, dans le cadre de clubs commerciaux aussi bien que de loisirs individuels. Bien que ces activités puissent être caractérisées par des relevés aériens, les sondages auprès des plongeurs amateurs et les entretiens avec les opérateurs professionnels peuvent apporter des informations plus détaillées, par exemple sur les zones d'activité et la fréquence d'utilisation.

3. Pêche

La pêche récifale prend différentes formes. Elle peut être artisanale, sportive ou industrielle et employer différents équipements : pièges, hameçons, filets, harpons, voire explosifs et poisons (illégaux) dans certaines zones. Dans la plupart des cas, la pêche récifale concerne plusieurs espèces.

Afin de caractériser les pratiques de pêche, il est important d'examiner séparément chaque pêcherie. Certaines informations sont cependant nécessaires pour toutes les pêcheries: total des prises de chaque espèce, effort de pêche total, zones spécifiques exploitées dans les récifs (Ault *et al.*, 1997). Les entretiens individuels sont le moyen le plus efficace de se renseigner sur la pêche artisanale. Les administrations peuvent fournir des données sur la pêche industrielle et sportive, mais la caractérisation de ces deux groupes est toutefois meilleure par le biais de sondages directs ou de questionnaires par courrier.

EXEMPLE 8.10 : Caractérisation de la pêche commerciale dans les Keys de Floride (Milon *et al.*, 1997).

Cette étude porte sur 15 % des 2400 pêcheurs professionnels des Keys de Floride. Elle a pour objet les questions socioéconomiques liées à la mise en place du Sanctuaire marin national des Keys. Cette étude, réalisée par un enquêteur, comportait un questionnaire de 8 pages, avait pour objectifs de relever des informations démographiques et économiques, des indications sur les prises et les efforts de pêche nécessaires, la perception des pêcheurs et l'application de la législation.

Les pêcheurs ont été contactés de diverses manières. L'équipe de recherche a collaboré avec les associations professionnelles de pêcheurs et les criées et a également exploité la liste des licences de pêche. Le questionnaire, rédigé en anglais et en espagnol, a été complété au domicile des

pêcheurs, sur les quais et dans les Criées.

c. Carte de base socioéconomique

Des cartes de base faisant apparaître les zones d'usage socioéconomique (nautisme, plongée, pêche) doivent être élaborés à partir de données fournies par les usagers. Elles feront apparaître la densité, les totaux et la séparation spatiale des usages par chaque groupe. Les systèmes d'informations géographiques constituent la meilleure technique pour exposer ces informations. À défaut, on peut délimiter les usages sur les cartes préexistantes afin de faire apparaître les zones d'utilisation par catégorie (usage faible, moyenne, intense).

EXEMPLE 8.11 : Caractérisation de la plongée en scaphandre autonome et de la plongée libre dans le Sanctuaire marin national des Keys de Floride (Shivlani et Suman, sous presse)

Cette étude menée sous forme d'enquêtes individuelles auprès des clubs de plongée commerciaux, présente le nombre total de sorties et de plongeurs pris en charge par les opérateurs des Keys en 1995. Les opérateurs ont également indiqué le pourcentage de sorties et de clients qu'ils conduisaient dans des zones de réserve du Sanctuaire, dont l'importance dans les sorties organisées a été déterminée dans le cadre de l'étude.

Après avoir établi un lien entre les bases de données du nombre de sorties et de plongeurs et le système d'informations géographiques, on a pu créer des cartes de base de l'utilisation par les opérateurs commerciaux. Ces cartes ont démontré l'importance générale des zones de réserve pour les opérateurs et l'utilisation sélective de certaines zones des Keys par rapport à d'autres.

d. Perspectives d'usages futurs

À partir des caractéristiques de la population ainsi que de l'étendue et du type d'utilisation des ressources, on peut créer une grille de facteurs de risque, qui sera ensuite utilisée pour déterminer quelle association d'usages pourrait nuire aux récifs de l'AMP dans l'avenir. Ces informations pourraient être utilisées comme un outil de gestion adaptative.

Suivi écologique des récifs coralliens

Le suivi écologique est une composante essentielle, qui doit être planifiée et mise en oeuvre avec précaution. En général, les paramètres à mesurer sont déterminés dans le cadre d'un plan

de suivi, qui doit rester suffisamment souple pour permettre la prise en compte de menaces futures qui ne sont pas encore manifestes au moment de la mise en oeuvre. Les paramètres généraux tels que les mesures physiques et écologiques doivent donc être contrôlés périodiquement. La recherche peut aussi déboucher sur des activités d'atténuation des dégâts et de restauration. Enfin, les programmes de suivi doivent prendre en compte la capacité financière de l'agence de gestion, faute de quoi ils aboutissent à la création de parcs « papiers », qui peuvent fonctionner en théorie mais restent en sommeil faute de financement.

On trouvera une description détaillée du suivi écologique des récifs dans les sites web cités dans le présent module.

EXEMPLE 8.12 : Difficultés du suivi à Sainte-Lucie (A. H. Smith, 1994)

L'auteur critique les parcs « papier de la Caraïbe, affirmant que 16 % seulement des parcs ne relevant pas de la juridiction des États-Unis sont correctement protégés. Il décrit le cas de Sainte-Lucie, l'une des Îles du Vent : en 1986, la plupart des récifs coralliens de l'île ont été déclarés AMP mais les limites des aires n'ont pas été définies, de sorte que l'application de cette décision est presque impossible. En 1987, le gouvernement a demandé l'aide de l'Organisation des États Américains pour élaborer une proposition de création d'un parc terrestre et marin dans la zone de Soufrière. Le suivi a débuté en 1988, avec les objectifs suivants : tester les méthodes de suivi des récifs en adéquation avec les besoins de la gestion locale et de la planification de l'aménagement, faire appel aux connaissances locales pour le suivi, notamment celles des clubs commerciaux de plongées, en facilitant la contribution et la responsabilisation de ceux-ci dans l'usage des ressources coralliennes, et concevoir des programmes à la fois adaptés et rationnels.

En résumé, selon l'auteur, l'inertie des programmes de suivi des récifs dans la Caraïbe s'explique par l'intervention d'organismes de recherche régionaux ou extérieurs à la zone, dont les méthodes sont trop coûteuses pour les petites îles, par des méthodes de comptage conçues sans égard pour les différences dans les besoins de suivi pour la gestion, par l'absence de suivi des impacts potentiels dans la plupart des programmes (niveaux d'utilisation, variables environnementaux...), et par le fait que les programmes sont trop souvent démarrés sur la base de fonds externes, de sorte que l'arrêt de ce financement signifie aussi la fin de quasiment tous les travaux de suivi et la perte des experts externes.

a. Suivi des sites

Plusieurs sites doivent être réservés comme sites de suivi permanents, en nombre variable selon la complexité de l'aire protégée. Le suivi peut aussi prendre la forme d'un inventaire général qui aurait lieu au moins une fois par an (voir la description de la caractérisation écologique).

1. Sites de suivi permanents

Il est possible de créer des sites permanents selon les méthodes de recherche décrites dans la section « caractérisation écologique ». Quel que soit la méthode utilisée, il est important que la zone caractérisée initialement soit bien celle qui sera suivie. En utilisant les coordonnées, des quadrats permanents, des marquages au fond et d'autres méthodes, on s'assure que chaque nouvel échantillonnage sera effectué dans la même zone. Les sites peuvent être temporaires ou permanents. Les sites choisis de façon aléatoire comportent sans doute moins de risque de biais que les sites permanents, mais les changements n'y seront peut-être pas perceptibles en raison de la nature fragmentaire des récifs. Roger *et al.* (1994) préconisent l'usage de sites permanents pour le suivi à long terme des récifs pour des raisons de cohérence et de fiabilité.

2. Paramètres physiques

Les paramètres physiques (température, salinité, pénétration de la lumière...) doivent être mesurés pendant chaque campagne de suivi. Si l'on suspecte des apports anthropiques, il est important de déterminer les taux de nutriments et d'oxygène dissous afin d'identifier une possible eutrophisation.

3. Habitats coralliens et benthiques

La cartographie des habitats benthiques doit être revue périodiquement afin de déterminer les modifications de la composition benthique et de la couverture corallienne. En utilisant les techniques de l'étude de caractérisation initiale, ce suivi permet de déterminer s'il y a eu des pertes ou des gains dans la région et peut mettre en évidence les changements majeurs : blanchiment, maladies, impacts physiques sur les ressources...

EXEMPLE 8.13 : Suivi à long terme dans le Sanctuaire marin national des Flower Garden Banks (Continental Shelf Associates, Inc., 1997)

Les Flower Garden Banks ont été classés sanctuaire marin national en 1992, afin de protéger la communauté de récifs coralliens tropicaux la plus septentrionale du plateau continental nord-américain. L'environnement de ces bancs est menacé par l'exploitation des gisements d'hydrocarbures et les activités connexes à proximité du sanctuaire.

Afin de protéger la région de ces activités, le Sanctuaire a défini les objectifs suivants pour son étude de suivi à long terme : informer en temps utile les organismes qui élaborent les politiques de prospection pétrolière et gazière et prennent les décisions, enregistrer les changements sur le long terme des communautés écologiques du Sanctuaire imputables aux activités humaines et les différencier des variations naturelles.

Les données de terrain destinées à l'étude de suivi ont été recueillies dans des transects aléatoires, qui ont été photographiés et analysés afin de déterminer les populations de coraux, de biotes associés et d'autres organismes. Les taux de croissances des coraux ont été mesurés au moyen de pics métalliques plantés dans le corail vivant. La collecte des données comprenait également des transects vidéo, des échantillonnages par quadrats et des mesures visuelles de la croissance, ainsi que d'autres paramètres secondaires (température, oxygène, lumière, salinité...).

4. Poissons

Les comptages périodiques de poissons, selon les méthodes décrites plus haut, permettent de déterminer l'évolution de la densité, de la structure et de la diversité des populations de poissons dans les récifs coralliens. Cependant, il n'est pas indispensable que ce suivi soit associé aux relevés benthiques. Selon le type d'activités autorisées dans l'aire protégée, les comptages de poissons peuvent indiquer si les objectifs du plan sont atteints.

EXEMPLE 8.14 : Performances des réserves dans le Sanctuaire marin national des Keys de Floride (NOAA, 1998).

Dans le cadre du suivi du Sanctuaire, la NOAA et un groupe de chercheurs indépendants ont étudié l'évolution des populations de poissons et d'invertébrés dans les réserves établies en 1997. En interdisant la pêche dans la majorité des zones, les chercheurs ont voulu savoir si la réduction de la pression avait entraîné une augmentation de la taille des individus et des populations des espèces ciblées par les pêcheurs.

EXEMPLE 8.15 : Utilisation d'espèces indicatrices pour détecter les évolutions dans les récifs

coralliens : exemple des poissons-papillons (famille des chaetodontidés) dans les récifs coralliens indopacifiques (E. S. Reese, 1996 ; Crosby et Reese, 1996)

Les résultats de cette étude suggèrent que le suivi environnemental classique permet de mesurer les changements d'un système, mais qu'il est coûteux, nécessite beaucoup de travail et de compétences techniques et s'avère souvent imprécis et intrusif. On peut, en revanche, utiliser les poissons qui se nourrissent dans les récifs de corail comme indicateurs de l'état de santé de l'ensemble de leur communauté. Ainsi, les poissons papillons abandonnent le récif avant l'effondrement complet de celui-ci. Ils donnent donc un « signal avancé », qui peut fournir à peu de frais des indications pour le suivi.

5. Pollution

Les zones protégées soumises à des pollutions anthropiques suspectées ou connues, par exemple une pollution par des nutriments ou thermique, doivent faire l'objet d'un suivi des impacts. Des campagnes de relevés benthiques sur les sites permanents, proches des sources de pollution d'origine humaine, peuvent être comparés à ceux de sites témoins éloignés des influences humaines. Ces études doivent comprendre des mesures de paramètres physiques (nutriments, turbidité, chlorophylle, oxygène dissous...) ainsi que des observations écologiques (étendue du blanchiment, croissance d'algues sur les colonies de coraux, fréquence des maladies des coraux...), afin de déterminer si les influences humaines ont un effet significatif sur les ressources de l'aire protégée.

b. Activités de restauration

Les activités de restauration des habitats coralliens et benthiques peuvent nécessiter un financement considérable. On peut aussi recourir à des activités de restauration moins coûteuses : enlèvement des sédiments et remise en place de blocs de polypes après une tempête ou un échouage de navire, fauchage des tapis de macroalgues... La transplantation dans les zones impactées de polypes cultivés en laboratoire ou prélevés sur d'autres sites fait partie d'autres mesures plus onéreuses. Les résultats des mesures de restauration ou de réhabilitation de l'écosystème d'un récif corallien doivent être suivis attentivement.

Suivi socioéconomique des récifs coralliens

Le suivi socioéconomique est aussi important que le suivi écologique car il détermine les

évolutions de type et d'étendue des activités humaines sur les récifs coralliens. Selon les usages autorisés dans les récifs, les usagers peuvent modifier considérablement la nature et l'intensité de leur exploitation des ressources naturelles dans l'aire protégée et dans les environs.

a. Changements d'usage

Dans les zones fermées à toute exploitation, des changements se produisent le plus souvent près des limites de protection. À l'inverse, dans les zones où certains usages sont autorisés, les tendances d'exploitation peuvent se modifier fortement dans ces limites. Bien qu'il existe une gradation dans les effets de l'exploitation des aires protégées, il est important de surveiller tous les usages à l'intérieur de leurs limites. Cela facilite beaucoup la compréhension des liens entre l'état de santé écologique de l'aire protégée et l'intensité des usages et améliore ainsi la gestion.

1. Types d'usage

Le suivi est le meilleur moyen de contrôler les types d'usage dans l'aire protégée et dans les alentours. Ces données peuvent être comparées mois par mois ou année par année, afin d'identifier les types d'activité.

2. Intensité des usages

L'intensité des usages peut également être contrôlée par les données de suivi, mais mieux encore par des relevés aériens et des enquêtes auprès des usagers. Les données fournies directement par les usagers indiquent les efforts qu'ils font dans l'aire protégée et à proximité.

3. Perceptions des usagers

La satisfaction des usagers facilite beaucoup leur coopération au suivi, le respect de la réglementation et d'autres activités. Il importe donc d'être attentive à la perception des usagers de l'état des ressources et du fonctionnement de l'aire protégée, ainsi que de leur soutien pour l'aire protégée. Ces avis, obtenus par des enquêtes, donnent aux gestionnaires des informations sur le meilleur moyen d'établir des liens avec les usagers et de demander leur aide pour les travaux de suivi.

b. Impact des usages

L'impact des usages peut être déterminé dans le temps par des méthodes simples de suivi.

Sa quantification donne des indications pour élaborer des stratégies de gestion visant à réguler les activités inacceptables et à minimiser de manière générale les impacts, tout en tenant compte des besoins des usagers.

1. Impacts immédiats

Le suivi des impacts immédiats peut comprendre le suivi, des relevés aériens, des signalements des usagers, des relevés benthiques et d'autres méthodes. L'intégration d'un système de dénonciation peut faciliter le signalement des infractions. Il vaut cependant mieux rallier les usagers à la cause de la recherche et à l'application de la réglementation et les intégrer à ces actions, de telle façon que les efforts de gestion leur apparaissent comme complémentaires à leurs propres activités.

2. Impacts cumulés

Le meilleur moyen de déterminer les impacts cumulés est la corrélation des résultats du suivi écologique avec l'intensité des usages. La dégradation des coraux et l'abondance des poissons, par exemple, peuvent être corrélées au niveau d'activité des usagers. On peut donc utiliser des enquêtes auprès des usagers pour déterminer les types et niveaux d'activités dans la zone affectée. Il est cependant important que les études comparatives démontrent sans équivoque les effets des activités humaines sur l'état de santé écologique et apportent la preuve des impacts cumulés, sans quoi les usagers cesseront d'apporter un soutien précieux à l'aire protégée.

MANGROVES

Les mangroves sont un ensemble d'espèces végétales tolérant le sel (halophytes), présent dans les régions tropicales et subtropicales. Les plantes des mangroves, représentant différentes familles, se distinguent par leur adaptation à la zone côtière plus que par des similitudes phylogéniques. Les forêts de palétuviers sont décrites en fonction des principales espèces et associations qu'elles abritent. Ce sont des écosystèmes très productifs, fournissant de la biomasse aux communautés voisines par le biais de leurs détritiques et de leurs feuilles mortes. De nombreuses espèces animales et végétales uniques sont inféodées aux mangroves, et plusieurs espèces marines passent une grande partie de leur vie à l'état juvénile dans ces écosystèmes. Les mangroves protègent les côtes en créant une zone tampon contre les tempêtes accompagnant les ouragans et contre les grandes marées de tempête. Dans le monde entier, les humains utilisent les mangroves pour se procurer abri, bois et charbon de bois. Cependant, comme les autres écosystèmes côtiers, les mangroves sont menacées par l'aménagement des côtes et la conversion à l'agriculture. Or elles sont liées à d'autres écosystèmes majeurs (herbiers marins et récifs coralliens), sur lesquels leur conversion en terres agricoles aurait des effets négatifs. Il importe donc de protéger les écosystèmes de mangrove avec autant de détermination que les autres écosystèmes, plus visibles, de l'AMP.

Caractérisation écologique des mangroves

Pour caractériser efficacement les mangroves d'une AMP, il est important de localiser les communautés présentes et d'en identifier le type, d'évaluer la diversité des espèces dans ces communautés et de déterminer le niveau de naturalité, la représentativité et la superficie d'habitat critique fourni pour les principales espèces sauvages (Hamilton et Snedaker, 1984 ; FAO, 1994). Bien que l'on convienne généralement que les mangroves présentent une certaine succession le long de leur aire de distribution, les espèces sont le plus souvent distribuées sur un gradient vertical, perpendiculaire à la côte ou au chenal, donc dépendant de la disponibilité des nutriments et d'autres facteurs abiotiques (zonation). Les habitants de la zone peuvent jouer un rôle important dans la collecte de données sur les forêts de mangrove.

a. Délimitation des forêts de mangrove

Les forêts de mangrove et autres forêts peuvent être délimitées et classifiées par télédétection et/ou vérification sur le terrain. Les méthodes de télédétection (photos aériennes) font apparaître la surface totale occupée par une forêt de mangrove, et les vérifications sur le terrain permettent de confirmer ces limites (FAO, 1994). Toutes les

données de traçage des limites doivent être documentées à l'aide de coordonnées GPS ou autres, de façon à délimiter correctement les mangroves. Les limites du côté de la mer doivent aller jusqu'à la marque de hautes eaux des marées de printemps, et celles du côté de la terre doivent inclure tous les biotopes associés à la mangrove, en particulier s'il existe une zonation visible.

b. Structure et productivité des forêts de mangrove

Toutes les espèces présentes dans la mangrove doivent être recensées à l'aide de listes de la flore et de la faune et des autres données disponibles (Chapman, 1984). Les espèces qui ne sont pas immédiatement identifiables, notamment les lichens, champignons et algues associés, seront prélevées et analysées en laboratoire. Des échantillons de boue prélevés à différentes profondeurs et altitudes doivent également être recueillis et analysés, dans la mesure du possible. Ces échantillons fournissent des données de base sur la macrofaune/macroflore et la méiofaune/méioflore présentes dans la communauté.

Il existe différentes méthodes pour déterminer la densité et la dominance des espèces en présence. La densité désigne le nombre de plantes d'une même espèce par unité de surface et le nombre total de plantes par unité de surface (Chapman, 1984). Les forêts de mangrove présentent en général une zonation verticale ; les études de densité doivent donc s'intéresser aux étages de la canopée et de la subcanopée (arbustes et fougères) et à l'étage herbacé. Un échantillonnage aléatoire par quadrats peut être utilisé pour ce recensement. On identifiera également les espèces dominantes à chaque étage. Des transects en bande seront également tracés dans les zones d'habitat homogène, et des transects linéaires sur les gradients environnementaux. Chapman (1984, p. 79) conclut qu'une combinaison de quadrats, de transects et de photographies aériennes peut « donner la meilleure vue d'ensemble » (voir aussi FAO, 1994). On peut aussi réaliser de nombreuses autres études (productivité, structure de la communauté, richesse en espèces...) pour caractériser plus complètement la communauté de mangrove (Snedaker et Snedaker, 1984 ; English *et al.*, 1994).

Selon les objectifs de l'AMP, il peut être utile de réaliser des inventaires forestiers de la mangrove, dressant un état des ressources en bois disponibles. Le volume de bois peut être estimé par télédétection en imagerie ou par des échantillonnages limités du diamètre et de la hauteur des arbres sur quelques parcelles de forêt représentatives (FAO, 1994).

EXEMPLE 8.16 : Évaluation écologique rapide du Parque Nacional del Este, République Dominicaine (Vega *et al.*, 1997)

Dans le cadre d'une évaluation écologique rapide, le groupe a déterminé les ressources terrestres et marines disponibles dans le Parc national de l'Est, en République Dominicaine. Établi en 1975, ce parc se trouve sur la côte sud-est de la République Dominicaine et couvre près de 42 000 hectares. Il contient, entre autres habitats, des mangroves étendues. L'évaluation écologique incluait parmi ses objectifs une évaluation des communautés de mangroves dans ce parc. Les chercheurs ont d'abord utilisé des cartes en relief ainsi que des photos aériennes et des images par satellite pour dresser une carte des communautés côtières. Afin de mieux identifier les types de communauté, ils ont également enregistré des observations *in situ* sur 15 sites d'échantillonnage divisés en quadrats de 10 x 10 mètres, choisis lors de survols et de reconnaissances au sol. Ils ont évalué les conditions physiques et les grands types de communautés de chaque quadrat, vérifié chaque site d'échantillonnage sur le terrain par localisation GPS, étudié des échantillons de sol et évalué la couverture par la forêt. Les résultats de la caractérisation ont permis de déterminer la diversité de la faune et de la flore dans les communautés de mangrove : types de canopée, composition du sol, crustacés et mollusques associés aux mangroves...

EXEMPLE 8.17 : Évaluation préliminaire de la production primaire de litière de feuilles mortes dans les aires de Chame, Azuero et Chiriquí (INRENARE), Inventaire forestier des mangroves de Chiriquí, Azuero et Chame (INRENARE, 1996)

Le Projet de gestion de la mangrove du Panama a choisi trois zones de la côte pacifique pour des évaluations socioéconomiques et écologiques de base, dans le but d'élaborer des plans de gestion basés sur les principes de conservation et de développement durable. Le personnel de l'Institut des ressources naturelles (INRENARE) du Panama a mesuré les paramètres suivants :

- composition et distribution spatiale de la flore ;
- diamètre moyen, volume et nombre des arbres de la mangrove ;
- production primaire, mesurée par la couche de feuilles ;
- identification des zones possibles d'exploitation forestière et de protection aux fins de recherche, d'écotourisme et de sensibilisation à l'environnement.

c. Faune de la mangrove

Des séries de stations doivent être créées le long d'un transect partageant la mangrove entre les lignes de basses eaux et de hautes eaux, afin d'identifier les types de faune dans les différentes zones de la forêt (Sasekumar, 1978). Des échantillons de sol doivent être

prélevés afin de recueillir toute son endofaune. La macrofaune et la méiofaune peuvent être étudiées dans ces échantillons, recueillis à différents moments des marées afin de prendre en compte la majorité des espèces habitant l'écosystème.

Des échantillons de faune épiphyte (escargots...) doivent également être prélevés dans les arbres. Les espèces marines (poissons, invertébrés, etc.) peuvent être collectées à marée haute et basse. D'autres espèces mobiles, comme les oiseaux et les petits mammifères, peuvent être observées à différentes heures et saisons et enregistrées par des fiches d'observation, des photographies et d'autres méthodes non invasives. Ces observations apportent des données de base sur le total et la fréquence des espèces.

Toutes les espèces recueillies doivent être cataloguées dans leurs phylums principaux et décrites en termes de total des espèces, mais aussi de biomasse et de productivité.

d. Sols de mangrove

Le sol est le facteur le plus important de productivité et d'organisation de la mangrove. Il doit donc être analysé afin d'en déterminer les caractéristiques. Ses propriétés chimiques et physiques, notamment pH, eH, salinité et taille des particules, peuvent être déterminés sur le terrain par des méthodes simples (English *et al.*, 1994).

Caractérisation socioéconomique des usagers des écosystèmes de mangrove

Tous les usages humains des mangroves doivent être déterminés, catégorisés et quantifiés : ceux concernant l'habitation, la subsistance, les usages commerciaux et les activités de loisirs devraient être pris en compte. Si une population humaine ou une communauté locale vit dans la mangrove et l'exploite, il peut être utile de caractériser cette population au moyen d'entretiens et d'enquêtes. Ces premières informations peuvent dévoiler des menaces à long terme potentielles sur les écosystèmes de mangrove de l'AMP, mais aussi donner des pistes sur la meilleure manière de suivre, voire d'atténuer ces impacts. La caractérisation initiale peut également déterminer les valeurs locales et économiques attribuées aux ressources de la mangrove par leurs usagers.

EXEMPLE 8.18 : Diagnostic socioéconomique des bénéficiaires de la mangrove de l'aire de Chame (INRENARE, 1994)

Dans le cadre de son projet de gestion des mangroves, l'Institut des ressources naturelles du Panama (INRENARE) a effectué une caractérisation socio-économique des usagers de trois zones de mangrove. Dans la zone de Chame, l'étude s'est concentrée sur 400 personnes tirant leur subsistance de la mangrove. L'INRENARE a déterminé le niveau d'éducation, le logement et l'état de santé des individus, les systèmes productifs de la mangrove utilisés par la communauté, l'organisation sociale et les méthodes de production artisanale.

a. Habitation

Pour simplifier, il faut déterminer le nombre de logements et d'habitants dans les mangroves et dans les environs. On peut utiliser pour cela, dans de nombreux cas, un relevé visuel et un recensement. Dans les zones plus peuplées, on peut avoir recours aux données de démographie des administrations publiques. Les données suivantes doivent ensuite être recueillies sur les habitants de la zone : informations démographiques et économiques, usages de la mangrove, acceptation de l'AMP.

Les facteurs socioéconomiques d'ensemble impliqués dans les forêts de mangrove doivent également être déterminés et quantifiés, de la même manière que Pollnac (1998) le recommande pour la gestion des récifs coralliens, en étudiant les indices économiques locaux ainsi que les structures sociales et culturelles.

b. Usage de subsistance

Tous les types et niveaux d'usage de subsistance doivent être déterminés et quantifiés. L'usage de subsistance implique une utilisation personnelle ou communautaire et diffère des usages récréatifs et commerciaux. Les usages de subsistance de la mangrove sont multiples : abattage des arbres pour la production de bois à brûler et de charbon de bois ainsi que de bois d'œuvre, artisanat, production de médicaments, teintures, papier... (voir Hamilton et Snedaker, 1984 ; Suman, 1994). Les espèces animales associées à la mangrove sont également impactées par l'exploitation de subsistance de la mangrove : poissons et invertébrés marins, abeilles (pour le miel) et oiseaux. Le meilleur moyen de déterminer ces usages est peut-être de mener des enquêtes individuelles auprès des usagers et de consulter les données des instances de l'Etat pour connaître les types et quantités de produits de subsistance.

c. Usage commercial

L'usage commercial des communautés de mangrove peut se recouper avec l'usage de

subsistance, à ceci près que ces biens seront vendus dans les circuits commerciaux. La récolte du bois d'œuvre et la pêche commerciale sont deux activités particulièrement importantes, de même que la conversion des mangroves en terres agricoles et constructibles. Ces activités doivent être identifiées et quantifiées, en s'aidant des données officielles et d'enquêtes individuelles.

EXEMPLE 8.19 : Restauration de la mangrove dans la Zone de loisirs John U. Lloyd (Floride, États-Unis) (Fisk, 1995)

La John U. Lloyd State Recreation Area (JULSRA), située en Floride, est le cadre d'un projet de restauration de la mangrove réalisé par l'Autorité portuaire des Everglades. Afin de compenser la conversion de 7,3 hectares de mangrove dans la zone portuaire, l'Autorité a financé en 1989 un projet de restauration de la mangrove sur 9 hectares dans l'aire protégée voisine. Les pins australiens exotiques ont été arrachés et des propagules cultivées en pépinière plantées à intervalles d'une trentaine de centimètres sur le terrain décapé. Le port avait la responsabilité d'assurer une survie de 80 % sur dix ans.

d. Activités de loisirs

Les forêts de mangrove peuvent servir de cadre à de multiples activités de loisirs : nautisme, pêche, chasse, randonnée, baignade, activités dans la nature... (Hamilton et Snedaker, 1984 ; Suman, 1994). Les recherches visant à déterminer le type et la fréquence de ces activités peuvent faire appel à des observations aériennes et à des enquêtes auprès des visiteurs. Celles-ci, si elles sont suffisamment détaillées et bien conçues, peuvent aider à quantifier la valeur des forêts de mangrove pour les usagers qui y viennent pour leurs loisirs.

Suivi écologique des mangroves

Le suivi écologique inclura des bilans périodiques des facteurs relevés dans la caractérisation initiale. Des parcelles de suivi permanentes seront utilisées pour déterminer les changements dans la composition de la forêt et du sol et d'autres mesures pourront être effectuées pour évaluer l'évolution de la faune. La photographie aérienne permet de constater les changements majeurs des forêts. Si des projets de restauration de mangroves sont mis en place, il faut suivre leur

évolution.

EXEMPLE 8.20 : Restauration des mangroves en Colombie : étude de cas du Parc national Corales del Rosario (C. Bohorquez, 1997)

Des mangroves ont été restaurées et transplantées avec succès dans le Parc national de Corales de Rosario, près de Cartagena en Colombie, où les populations locales avaient dégradé l'écosystème de la mangrove en récoltant du bois. Les chercheurs ont employé deux méthodes : 1) la transplantation de jeunes arbres de 1 à 1,5 m de hauteur et 2) la plantation directe de propagules.

EXEMPLE 8.21 : Réhabilitation du système de mangrove d'estuaire de la Ciénaga Grande de Santa Marta, sur la côte caraïbe de la Colombie (Botero et Salzwedel, 1999)

Le système d'étangs d'estuaire de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) fait partie du delta extérieur de la Magdalena, le plus grand fleuve de Colombie. C'est le plus grand système de cette nature dans la Mer des Caraïbes et abrite des ressources considérables depuis toujours. Malheureusement, les communautés de la mangrove ont beaucoup souffert de l'hypersalinité et de la sédimentation provoquées par les activités humaines (construction d'une autoroute, détournement de cours d'eau), avec une mortalité de près de 70 %. En 1988, le gouvernement de Colombie a lancé un projet de restauration et de gestion des ressources côtières de la CGSM, par le biais d'un plan de gestion environnementale et de grands programmes. L'un de ces programmes, conçu pour restaurer les forêts de mangrove, appelait à une amélioration de la capacité des institutions et des usagers, en vue d'améliorer l'état des sols de la mangrove, de régénérer les communautés de mangrove et d'élaborer conjointement un plan de restauration impliquant les autorités autant que les usagers.

La restauration de la mangrove est visible dans les zones proches de canaux et ponceaux récemment dragués, et d'autres projets de restauration seront réalisés à l'avenir, en fonction de l'amélioration de l'état des sols. Des études de suivi ont montré que l'état des sols et la disponibilité de propagules étaient les deux facteurs les plus importants pour la régénération. Les auteurs avertissent toutefois que les résultats ne peuvent être maintenus que si la participation locale se maintient et si l'on réduit les apports de sédiments depuis l'amont. Dans le cas échéant, non seulement la restauration des mangroves sera un échec, mais leur état continuera à se dégrader.

EXEMPLE 8.22 : Evaluation à long terme du déversement des hydrocarbures à Bahía Las

Minas, au Panama (Duke et Pinzón, 1991 ; Duke, 1997)

Les mangroves du Panama ont beaucoup souffert, en 1986, d'un déversement d'hydrocarbures résultant de la rupture d'un réservoir de stockage dans une raffinerie de pétrole sur la côte. On a pu constater deux effets principaux sur la communauté de la mangrove : une déforestation et des effets non mortels (anomalies de croissance et de développement). Pour comprendre comment les mangroves réagissent à des événements aussi catastrophiques, cette étude a suivi le rétablissement des mangroves après le déversement en utilisant trois méthodes de suivi pour déterminer les effets de celle-ci et la vitesse de récupération. Les chercheurs ont cartographié les limites de la végétation afin de déterminer l'étendue de l'impact sur la forêt. Ces cartes faisaient apparaître les effets des courants et des vents sur les forêts, ainsi que les zones plantées et les activités de restauration entreprises par la raffinerie. Les chercheurs ont ensuite examiné les arbres survivants et les biotes associés, notamment les producteurs et consommateurs primaires. Troisièmement, l'étude a examiné les biotes en voie de régénération dans les forêts dont les arbres avaient été tués, avec des études sur le recrutement, la croissance et le recensement des consommateurs primaires.

Suivi socioéconomique des mangroves

Le suivi socioéconomique doit comprendre des enquêtes périodiques auprès des différents groupes d'utilisateurs, en vue de déterminer les changements de type et d'intensité des activités. Un suivi doit être mis en place en fonction des activités autorisées à l'intérieur de l'aire protégée. Si aucun usage n'est autorisé, ce suivi portera sur les abords des forêts et sur l'efficacité de l'application des règlements. Dans les forêts où des usages sont autorisés ou circonscrits, le suivi concernera l'évolution des types d'usages et de leur intensité. Comme nous l'avons vu dans la partie sur la caractérisation, diverses sources d'informations et techniques d'inventaires peuvent être utilisées pour le suivi. Un autre aspect important du suivi socioéconomique concerne les changements sociaux résultant des mesures de gestion ainsi que la situation économique des groupes impactés. Selon le type de données nécessaires, on peut utiliser des données officielles sur la quantité de produits de la mangrove, des enquêtes auprès des visiteurs et des entretiens avec les utilisateurs.

EXEMPLE 8.23 : Conservation et subsistance durable : gestion collaborative de la mangrove de Mankoté à Sainte-Lucie (Geoghegan et Smith, 1998)

Les mangroves de Sainte-Lucie se sont récemment réduites à la suite d'activités humaines, notamment de coupes claires, de dépôts d'ordures et de la production de charbon de bois. Alors que presque toutes les zones de mangrove du pays sont protégées en tant que réserves marines par

la loi sur la pêche de 1984 et la législation ultérieure, aucune de ces mesures n'a permis leur conservation efficace. Ce manque d'efficacité s'explique par le faible soutien de l'opinion, la dispersion des compétences sur les ressources de la mangrove entre différentes agences, le manque d'inventaires dans les réserves marines proprement dites, les conflits d'aménagement et des statuts de propriétés mixtes

Depuis 1983, un groupe d'usagers et une organisation non gouvernementale travaillent ensemble à Mankoté, la plus grande mangrove subsistant dans le pays, afin de gérer de façon durable la récolte de ses ressources. Les composants suivants ont été mis en place dans le cadre de cette stratégie de gestion : réduction des impacts de la récolte par l'usage de techniques améliorées, réduction de la pression de récolte par la fourniture d'autres sources de bois de chauffage et d'autres possibilités de revenus pour les producteurs de charbon de bois, remplacement du système de libre accès par un système de gestion communale.

HERBIERS MARINS

Les herbiers constituent un trait caractéristique côtier dans de nombreuses communautés des bords de mer. Ce sont des sites de forte productivité primaire, qui procurent un habitat à de nombreuses espèces juvéniles ou adultes, occupent une place majeure dans la chaîne alimentaire marine et améliorent la qualité de l'eau en stabilisant les sédiments mobiles (Sargent *et al.*, 1995). Mais les herbiers sont menacés par de nombreuses activités humaines comme la pollution, les activités de dragage et de comblement et le raclage des fonds par les navires. Du fait de leur importance écologique et économique et de leur sensibilité aux dégradations, tout programme de recherche et de suivi doit caractériser et suivre la communauté d'herbiers présente dans l'AMP définie et recueillir des données en vue de sa protection.

Caractérisation écologique des herbiers marins

La caractérisation écologique des herbiers devra être conduite afin de déterminer la quantité de ressources présente dans la zone, les espèces d'herbiers présentes, leur zonation et le niveau de biodiversité qui caractérise les communautés. Après cette caractérisation, des recherches de base

complémentaires pourront mesurer la productivité primaire et les relations avec d'autres systèmes, comme les mangroves et les récifs coralliens. Cependant, l'étude de caractérisation devra au moins déterminer les quantités et les types d'herbiers présents dans l'aire protégée.

a. Télédétection

La distribution des herbiers doit d'abord être déterminée par des techniques de télédétection, de préférence par photographie et relevés aériens. L'imagerie par satellite, technique en plein développement, pourra également être utilisée si elle est disponible. Lorsque ces options ne sont pas disponibles, on peut avoir recours à des relevés en bateau sur l'étendue moyenne des communautés d'herbiers. Les données des usagers, si elles sont associées à des limites fixées par des coordonnées, peuvent s'avérer utiles dans d'autres cas. Enfin, les cartes existantes pourront également servir dans toutes les activités de télédétection.

b. Enquêtes de validation sur le terrain

Une fois obtenus les contours de la zone d'herbiers, des vérifications in situ pourront être menées à l'aide d'un traîneau sous-marin ou d'un « Manta Tow » (Kirkman, 1990). Un GPS ou une triangulation à la boussole est nécessaire pour déterminer la localisation. Différentes prairies, selon les espèces, doivent être déterminées et cataloguées pendant les vérifications in situ. Toutes les zones contenant des herbiers dépérissants, morts ou endommagés doivent également être documentés.

EXEMPLE 8.24 : Étude de l'habitat des herbiers marins du Big Bend en Floride (CSA et Martel Labs, 1985)

Cette étude, qui était financée par le Mineral Management Service, a caractérisé la communauté d'herbiers dans la région du Big Bend. Dans le cadre de la méthodologie, les chercheurs ont procédé à un relevé in situ par bateau avant survol, des survols de télédétection, ainsi qu'à un relevé in situ en bateau final après survol. Le niveau technologique de cette étude est peut-être trop coûteux pour d'autres régions, mais la méthodologie d'examen in situ peut s'avérer utile. Les chercheurs avaient deux objectifs lors des observations en bateau avant survol : étudier les parties profondes de la zone d'étude par une technique de vidéo sous-marine, et sélectionner, marquer et échantillonner des stations de contrôle représentatives. Ils ont utilisé une méthode par transects pour échantillonner les sites. Les observations après survol visaient à déterminer la limite extérieure de l'habitat des herbiers au moyen de plongeurs et de vidéos, à étudier les zones d'identifications douteuses et à ré-échantillonner pendant une autre saison les zones

précédemment échantillonnées.

c. Cartes de base des communautés

Partant des données obtenues pendant les validations in situ, des cartes de base des communautés peuvent être préparées pour les différentes communautés d'herbiers présentes dans l'aire marine protégée. Les prairies peuvent être étendues et comporter chacune différentes espèces d'herbiers. Les cartes de base doivent essayer d'établir la zonation par espèce la plus précise possible

d. Composition spécifique, biomasse et flore associée

La composition spécifique peut être déterminée efficacement par une technique de transect ou d'inventaire similaire, la parcelle étant placée le long de la communauté d'herbiers. Les sites d'échantillonnage devront être choisis de manière à couvrir toutes les espèces présentes dans l'aire protégée, tandis que les sites doivent également comprendre les différentes profondeurs auxquelles se trouvent les herbiers. Toutes les espèces d'herbiers présentes sur les sites d'échantillonnage doivent être relevées, ainsi que la flore associée. Des échantillons de feuilles et de racines pourront être prélevés pour estimer la biomasse, la densité et la productivité (Philips et McRoy, 1990). Des échantillons épiphytes et benthiques pourront être prélevés afin d'identifier au laboratoire les algues incrustées et benthiques (Russell, 1990).

e. Paramètres physiques

Les paramètres physiques (température, salinité, oxygène dissous, turbidité...) devront être recueillis sur chaque site d'échantillonnage. Sur les sites exposés à des polluants, les niveaux de nutriments et la teneur en sédiments devront également être analysés.

f. Faune associée aux herbiers

La faune associée aux herbiers pourra être prélevée sur les mêmes sites que ci-dessus. La

faune comprend toutes les espèces mobiles et sédentaires, ainsi que l'endofaune et l'épifaune. Les méthodes de prélèvement comprennent des filets et des carottages, et le prélèvement devra se faire durant différentes phases de marée et à différentes heures, afin de prélever tous les habitants potentiels. Après le prélèvement ou l'observation, toute la faune associée aux herbiers, y compris les lamantins et les tortues de mer, devra être cataloguée dans une liste pouvant servir ensuite aux activités de suivi.

Caractérisation socioéconomique des interactions humaines avec les écosystèmes d'herbiers

La caractérisation socioéconomique des herbiers désigne de manière générale les interactions entre les humains et les communautés (le transport au-dessus des herbiers, la pêche sur les bancs, les activités de transformation du fond -- dragage et comblement – pollution...) Tous ces usages devront être documentés et quantifiés dans la mesure du possible, notamment dans les régions où les impacts des usagers sont évidents ou probables.

a. Transport au-dessus des bancs d'herbiers

Les herbiers poussent à différentes profondeurs, y compris dans des eaux très peu profondes. Comme les herbiers sont également prévalents le long des côtes, ils sont généralement menacés par l'impact des hélices de navire. Les recherches de base devront donc déterminer l'étendue et les caractéristiques du trafic maritime au-dessus des communautés d'herbiers. Les impacts de raclage pourront être déterminés par des observations aériennes (expliquées ci-dessus), mais le risque d'effets futurs peut également être évalué en quantifiant le total des navires dans l'aire marine protégée, aux quais et dans les marinas situées près des communautés d'herbiers étudiées, ainsi que par une étude des tirants et des types d'hélice des navires.

EXEMPLE 8.25 : Raclage dans les herbiers de Floride (Sargent *et al.*, 1995)

L'Institut de recherches marines de Floride (FMRI) a déterminé la distribution des bancs d'herbiers de Floride endommagés par raclage, au moyen de techniques de photographie aérienne et observations aériennes. Le groupe a utilisé les transparences de l'infrarouge couleur (IRC) et d'autres photographies pour déterminer l'ampleur du raclage des herbiers. Le FMRI a également réalisé des observations aériennes afin de vérifier le raclage et d'affiner les limites d'intensité du

raclage. Partant d'un système de catégories de raclage, les chercheurs ont déterminé l'étendue des dommages que les hélices de navire avaient causé aux communautés d'herbiers de Floride.

b. Pêche sur les herbiers

La pêche sur les herbiers ou dans la colonne d'eau située au-dessus doit être documentée. Des techniques aériennes permettent de tenir compte de la pêche et en particulier de déterminer le nombre d'usagers et leurs habitudes, ainsi que des enquêtes auprès des pêcheurs. Cette dernière méthode peut livrer des informations plus précises, comme les totaux de pêche, les espèces et l'effort de pêche, ainsi que les tendances actuelles.

c. Activités détériorant le fond

Ces activités sont généralement liées à l'aménagement et à l'aménagement de chenaux. Toutes ces activités, qu'elles soient en cours ou projetées, doivent être prises en compte par des enquêtes auprès des agences et des groupes de développement. La caractérisation de ces activités fournira des informations précieuses sur les transformations qui se produisent au cours du temps dans l'environnement des herbiers. L'étendue des activités, à savoir les sites modifiés, les frontières approximatives de la transformation et les mesures de régulation possibles, devra également être déterminée.

d. Pollution

Toutes les sources de pollution potentielles (stations d'égouts, développements côtiers...), doivent être identifiées et les cheminements et quantités de polluants doivent être déterminées. Ces informations peuvent être obtenues auprès des sites eux-mêmes ou depuis des études antérieures. Les cheminements réels peuvent être modélisés par des modèles de circulation côtière.

Suivi écologique des herbiers

Le suivi écologique des zones d'herbiers peut déterminer si la gestion de ces ressources est efficace et peut également identifier les facteurs potentiellement néfastes auxquels il faut

remédier pour protéger les communautés d'herbiers. Il doit comprendre l'échantillonnage de sites permanents, notamment des relevés des paramètres physiques, de la composition des communautés, de la densité et de la structure, ainsi que de la flore et de la faune associées. Sur les sites dont on pense ou l'on sait qu'ils contiennent des polluants, des échantillons de sédiments et des analyses physiques supplémentaires peuvent s'avérer nécessaires. De plus, ces sites devront être échantillonnés en même temps que des sites de contrôle ne contenant pas ces polluants.

a. Paramètres physiques

Les paramètres tels que la température, la salinité et l'oxygène dissous doivent être suivis régulièrement. L'intervalle (marée, journalier, mensuel, saisonnier) dépendra des financements disponibles, du caractère saisonnier et de la circulation des eaux. On comparera ensuite ces données aux résultats antérieurs afin de déterminer si les sites sont exposés à des conditions identiques ou plus sévères, ainsi que pour comprendre les effets d'une modification des paramètres sur l'état de santé des ressources.

b. Composition, densité et structure des communautés

La communauté doit être échantillonnée périodiquement afin de déterminer si des pertes ou des extensions d'herbiers se sont produits, si les espèces ont évolué au cours du temps et s'il y a des quantités supérieures ou inférieures d'herbiers. Des études associées peuvent consister à examiner les changements de la biomasse et de la productivité.

c. Flore et faune associées

Par les méthodologies décrites dans la partie « Caractérisation », les efforts de suivi de la flore et de la faune associées doivent étudier les changements de la flore benthique et épiphyte et de la faune mobile et sessile. S'il y a lieu et si c'est possible, les efforts devront également se concentrer sur les éventuels changements de brouetteurs et sur les types d'espèces présentes viables commercialement. Le suivi pourra également porter sur les évolutions de la biomasse et de la structure des espèces, ainsi que de la productivité de la flore associée.

EXEMPLE 8.26 : Aire protégée de l'archipel Sabana-Camagüey à Cuba (I. Fernandez, communication personnelle, 1999)

Sur la côte nord de Cuba, le ministère de l'Agriculture gère la zone de protection et de gestion des ressources de l'archipel Sabana-Camagüey, qui contient d'importants récifs coralliens, herbiers et mangroves côtières. Le suivi des ressources couvre les communautés de poissons des mangroves, les poissons des récifs, les poissons vivant dans les herbiers, les communautés de poissons des fonds rocheux, les communautés coralliennes et la flore et la faune associées, les tortues de mer et les lamantins.

d. Activités de régulation et de restauration

Tous les sites de régulation et de restauration doivent être étroitement suivis pour évaluer leur performance. Des facteurs comme le taux de survie en pourcentage et la productivité doivent être examinés dans chaque étude de restauration.

Suivi socioéconomique des usages humains des écosystèmes d'herbiers

Les objectifs du suivi socioéconomique doivent être déterminés par les activités admissibles dans les herbiers. Dans les aires marines protégées où aucune activité n'est autorisée, le suivi socioéconomique étudiera les effets sur des usagers déplacés des herbiers. Dans d'autres zones autorisant certains usages, il examinera les modifications des niveaux et intensités d'utilisation dans et autour des herbiers. Le suivi des activités des navires, de la pêche, du développement et de la pollution revêt une grande importance (Phillips et McRoy, 1990; Durako *et al.*, 1987).

a. Navigation

Les types de navigation et le raclage peuvent être déterminés efficacement par des observations aériennes, et ces données peuvent indiquer si les usagers continuent à impacter les communautés d'herbiers ou si d'autres stratégies de gestion (réglementations et sensibilisation) ont réduit les impacts. Dans d'autres domaines, les données de surveillance peuvent servir de témoin à la photographie aérienne proprement dite, afin d'obtenir des informations similaires.

b. Pêche

La meilleure méthode pour le suivi des activités de pêche et des prises dans les herbiers

est l'observation régulière des usagers qui pêchent dans la zone. Des survols par avion peuvent aider à comprendre les tendances générales de pêche dans les herbiers. Les données sur la pêche peuvent alors être utilisées en association avec les données de suivi écologique pour déterminer les facteurs qui impactent les changements de la flore et de la faune dans les herbiers.

c. Activités d'aménagement

Les activités d'aménagement prévues ou autorisées pendant la désignation de l'AMP ou qui existaient déjà doivent être suivies étroitement afin de quantifier les changements intervenus dans les communautés d'herbiers, tant en termes de taille que de santé. Le suivi concernera, dans l'idéal, les sites où ces activités ont lieu, et les paramètres de suivi écologique devront être appliqués sur ces sites afin de comparer ces communautés à d'autres qui sont exposées à une intervention humaine nulle ou faible. De plus, tous les changements subis par ces communautés doivent être documentés et cartographiés dans la mesure du possible.

d. Pollution

Dans le cadre du programme de suivi écologique, le suivi socioéconomique doit relever périodiquement les niveaux d'effluents et d'autres rejets anthropiques. La mesure peut se faire également sur des échantillons de tissus végétaux. L'information peut être fournie par des agences gouvernementales ou depuis les sources de pollution effectives. La relation entre la santé écologique des herbiers et la proximité de polluants peut faciliter la détermination des sources potentielles de pollution et de leurs effets à long terme.

MAMMIFÈRES MARINS/ESPÈCES D'INTÉRÊT PARTICULIER

Dans les zones abritant des mammifères marins et/ou des espèces d'intérêt particulier (espèces en danger ou menacées), il est important d'identifier les populations, les habitats essentiels et/ou les voies migratoires à l'intérieur de l'aire marine protégée. Des observations aériennes peuvent constituer le meilleur moyen de détecter et d'étudier les grands mammifères marins. Des relevés plus restreints en bateau peuvent également remplir la même fonction, notamment pour les populations résidentes. L'identification et l'étude des petites espèces, tant mammifères qu'autres, se feront sans doute plutôt par bateau ou directement dans les eaux, et ces activités devront être conduites d'une manière adaptée aux espèces concernées. À la fin, toutes les espèces devront être documentées et recensées dans une base

de données. Les habitats importants pour la nidification, la reproduction et l'alimentation devront être portés sur des cartes de base. Des études ultérieures devront comporter des recensements périodiques des populations, des conditions d'habitat et des conflits avec les usagers. Les autorités pourront encourager la réalisation d'enregistrements montrant les espèces les plus rares, par les habitants des communautés locales ou par des touristes.

EXEMPLE 8.27: Sanctuaire de Silver Bank, République Dominicaine (Aquatic Adventures, 1999)

Le Sanctuaire de Silver Bank a été créé en 1986 par décret présidentiel dans la République dominicaine. En 1996, ce célèbre site de reproduction des baleines à bosse a été étendu et renommé « Sanctuaire pour les mammifères marins de la République Dominicaine ». Dans le cadre de ses règlements de protection, le Sanctuaire exige que tous les opérateurs assistent à des séminaires obligatoires pour obtenir un permis d'exploitation à l'intérieur du sanctuaire. Avec cette approche pédagogique et par une coopération avec des agences nationales et internationales, le Sanctuaire parvient à protéger efficacement les mammifères marins qui l'habitent de façon saisonnière.

EXEMPLE 8.28 : Sanctuaire national marin des baleines à bosses des îles Hawaï (site web du sanctuaire (A. Tom, directeur, HIHWNMS, communication personnelle, 29 juillet 1999)

Le Hawaiian Islands Humpback Whale National Marine Sanctuary a procédé à un recensement des baleines en 1998, comme le prévoyait son programme de gestion. Le processus d'étude des baleines consistait en une série de survols ou observations aériennes, le long de transects aléatoires. L'étude, conduite sur plusieurs mois, a montré que la proportion de baleines dans le sanctuaire est légèrement supérieure aux précédentes estimations, et le recensement a fourni de précieuses données de référence pour les futures activités de recherche et de suivi.

RESSOURCES CULTURELLES

Le programme de recherche doit comprendre un inventaire initial et une cartographie des ressources culturelles côtières ou submergées, comme les épaves de navires, les artefacts et les bâtiments et ruines historiques. Des travaux ultérieurs évalueront l'état des ressources culturelles submergées et la façon dont elles ont été préservées. Les recherches archéologiques se concentreront sur l'origine des artefacts et sur leur importance et leur valeur en tant que témoins historiques de la culture, de la politique et des transports maritimes (voir Maarleveld).

EXEMPLE 8.29 : Projet de l'épave de Monte Cristi (Hall, 1994)

L'auteur résume l'état des travaux et analyses en cours sur l'épave d'un navire marchand d'Europe du nord datant du XVII^e siècle, retrouvé dans la baie de Monte Cristi, en République Dominicaine.