

Objectif Nature:

L'évaluation écologique rapide

Version préliminaire

En l'absence de connaissances relatives au caractère et à la localisation géographique de la diversité biologique que nous visons à préserver, tous nos efforts sont voués à un échec imparable. Ce livre est consacré à ceux qui sont engagés dans la protection de la biodiversité par la science de la préservation.

Objectif Nature :

L'évaluation écologique rapide

Roger Sayre

Ellen Roca

Gina Sedaghatkish

Bruce Young

Shirley Keel

Roberto Roca

Stuart Sheppard



Illustrations de Tamara R. Sayre

The Nature Conservancy

Publié à l'origine comme *Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment*

Droits d'auteur © 2000 The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.

Tous les droits réservés sous les Conventions de Droits d'Auteur International et Panaméricain. Aucune partie de *Nature in Focus: Rapid Ecological Assessment* ne peut se reproduire en aucune manière ou par aucun moyen sans l'autorisation écrite de l'éditeur: Island Press, 1718 Connecticut Avenue, N.W., Suite 300, Washington, DC 20009.

Objectif Nature : L'évaluation écologique rapide

Droits d'auteur de la traduction © 2003 The Nature Conservancy, Arlington, Virginia, USA.

Tous les droits réservés sous les Conventions de Droits d'Auteur International et Panaméricain. Aucune partie de Objectif Nature : L'évaluation écologique rapide ne peut se reproduire en aucune manière ou par aucun moyen sans l'autorisation écrite de The Nature Conservancy, 4245 North Fairfax Drive, Arlington, VA 22203, USA.



Table des matières

Liste des tableaux, figures, encadrés et cartes en couleur	xiv
Préface	xvii
Remerciements	xix
Présentation générale : l'évaluation écologique rapide, dix ans après	I
<i>Roger Sayre</i>	
L'évaluation écologique rapide : développements et évolution	3
<i>Le manuel original de l'évaluation écologique rapide</i>	3
<i>Pourquoi un nouveau manuel est nécessaire</i>	4
<i>Progrès technologiques pour une méthodologie durable</i>	7
<i>Expériences vécues à ce jour</i>	7
<i>Autres approches</i>	9
Paramètres de définition	11
<i>Objectifs</i>	11
<i>Etude terrestre et étude marine</i>	12
<i>Partenaires institutionnels</i>	12
Utilisation des évaluations environnementales rapides	13
<i>Planification de la préservation régionale</i>	13
<i>Planification de la préservation de sites</i>	13
<i>Préservation de communautés</i>	15
<i>Applications des connaissances scientifiques</i>	15
Mesure du succès	15
Structure du manuel	15

PARTIE I. LE PROCESSUS D'ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE RAPIDE ET SA PLANIFICATION 19

Chapitre 1. Le cadre du processus d'évaluation environnementale rapide et de l'échantillonnage 21

Roger Sayre

Le processus	21
<i>Développement conceptuel</i>	22
<i>Planification initiale</i>	22
<i>Caractérisation initiale du paysage</i>	22
<i>Ateliers de planification et de formation</i>	23
<i>Mise en œuvre sur le terrain</i>	23
<i>Production de rapports pour chaque discipline</i>	23
<i>Intégration et synthèse de l'information</i>	23
<i>Rapport final, publication et diffusion</i>	24
Le cadre d'échantillonnage	24
<i>Classification de la végétation</i>	24
<i>Types de végétation</i>	24
<i>Classification à base d'images de télédétection</i>	26
<i>Rapprochement des systèmes de classification</i>	27
L'approche d'échantillonnage sur le terrain	27
<i>Sélection d'emplacements d'échantillonnage</i>	28
<i>La distribution des types de végétation et de la faune</i>	28
<i>Intensité de l'échantillonnage</i>	29
<i>Le plan d'échantillonnage</i>	29

Chapitre 2. Planification prudente : la clé du succès 33

Roger Sayre et Ellen Roca

Evaluation de la nécessité d'une REA	33
Formulation des objectifs	34
<i>Etablissement du champ d'application</i>	35
Problèmes d'organisation	35
<i>Demande de financement</i>	36
<i>Composition de l'équipe</i>	36
<i>Contrats d'évaluation environnementale rapide</i>	36
Leadership et communication	36
<i>Rôles de direction</i>	37
<i>Circuits de communication</i>	37
Coûts et timing	37
<i>Coûts</i>	37
<i>La durée de vie d'une évaluation environnementale rapide</i>	38
Ateliers	38

<i>L'atelier de planification</i>	39
<i>L'atelier de formation</i>	43
Démarrage du travail sur le terrain	43
<i>Planification de la sécurité</i>	44
<i>Maintenir le cap</i>	45
<i>Gestion de post-travail sur le terrain</i>	45

PARTIE II. AU LABORATOIRE : OUTILS ET APPROCHES DE CARTOGRAPHIE 47

Chapitre 3. Technologies de cartographie : de nouveaux outils pour la protection de l'environnement 49

Roger Sayre

Technologies spatiales	50
<i>Analyse des informations spatiales</i>	50
Concepts géographiques de base	50
<i>Géométrie de la terre et projection de cartes</i>	51
<i>Systèmes de coordonnées</i>	51
<i>Datums</i>	52
<i>Echelle</i>	52
<i>Exactitude</i>	53
<i>Unité minimum de cartographie</i>	53
Systèmes d'Information Géographique	53
<i>Organisation des données dans un SIG</i>	54
<i>Le SIG en tant que système de gestion de base de données</i>	54
<i>SIG en mode raster ou vecteur</i>	55
<i>Choix d'un logiciel de SIG</i>	55
<i>L'échelle d'un SIG</i>	56
<i>Topologie</i>	56
Téledétection	56
<i>Réflectance spectrale</i>	56
<i>Images satellite</i>	57
Traitement d'images satellite	57
<i>Configuration matérielle et logicielle requise pour le traitement d'images</i>	58
<i>Acquisition d'images</i>	58
<i>Fusion d'images</i>	59
<i>Rectification d'images</i>	59
<i>Correction d'images</i>	59
<i>Sortie d'images</i>	59
<i>Classification manuelle d'images</i>	60
<i>Classification numérique d'images</i>	60

<i>Classification numérique ou manuelle ?</i>	60	
<i>Saisie numérique de caractéristiques délimitées</i>	61	
Photographies aériennes	61	
<i>Photointerprétation</i>	61	
<i>Vidéographie</i>	62	
<i>Photographie numérique</i>	62	
Systèmes GPS	62	
<i>Utilisation d'un GPS</i>	63	
<i>Sources d'erreurs du GPS</i>	63	
<i>Correction différentielle</i>	63	
Conclusion	63	
Chapitre 4. Le processus de cartographie de REA	65	
<i>Roger Sayre et Stuart Sheppard</i>		
Cartographie d'une REA	65	
<i>Planification de la cartographie</i>	66	
<i>Le plan de travail de cartographie</i>	66	
<i>Détermination des échelles</i>	66	
<i>Cartes requises</i>	67	
Constitution de la base de données du SIG	67	
<i>Le journal du projet</i>	68	
Analyse des images	68	
<i>Acquisition d'images</i>	69	
<i>Rectification d'images</i>	69	
<i>Interprétation d'images</i>	70	
Mise en œuvre de la Caractérisation Initiale du Paysage	70	
<i>Délimitation des caractéristiques et étiquetage</i>	71	
Définition du Plan d'Echantillonnage	72	
<i>Echantillonnage de la végétation</i>	72	
<i>Echantillonnage de la faune</i>	72	
Le survol	73	
<i>Planification du survol</i>	73	
<i>Recueil de données</i>	74	
Géolocalisation de terrain avec GPS	75	
<i>Observations GPS</i>	75	
<i>Identification et vérification des types de végétation</i>	76	
<i>Classification faisant suite au travail de terrain</i>	76	
Production de cartes	76	
<i>La carte des types de végétation</i>	76	
<i>Autres cartes thématiques</i>	77	
<i>Cartes des espèces importantes pour la protection de la nature</i>	77	
<i>Cartographie des dangers</i>	77	
<i>Division en zones d'aménagement (zonation)</i>	78	

PARTIE III. SUR LE TERRAIN : ÉTUDES ET ÉVALUATIONS DU DANGER 79

Chapitre 5. Etudes de la végétation et des espèces de plantes 81

Shirley Keel, Roger Sayre et Gina Sedaghatkish

L'équipe chargée de la végétation et de la flore	81
<i>Recueil préliminaire d'informations</i>	82
<i>Caractérisation initiale du paysage – Le rôle des experts en végétation</i>	83
<i>Sélection du système de classification</i>	84
Travail de terrain sur la végétation	84
<i>Intensité d'échantillonnage et établissement de priorités entre les différents lieux d'échantillonnage</i>	84
<i>Techniques d'étude, formulaires de terrain et équipement</i>	85
<i>Vérification des types de végétation</i>	86
Evaluation de la diversité des plantes	87
<i>Méthode de Dallmeier</i>	87
<i>Méthode de Gentry]</i>	88
<i>Inventaires des différentes espèces</i>	88
Classification de la végétation	88
<i>Subjectivité de la classification de la végétation</i>	89
<i>Appellation standardisée des types de végétation</i>	89
Synthèse des données sur la végétation	91
<i>Compilation des données et présentation des résultats</i>	91
<i>Espèces importantes pour la protection de la nature</i>	91
<i>Analyse des dangers</i>	92
<i>Recommandations de gestion</i>	92
Conclusion	92

Chapitre 6. Etudes de la faune 95

Bruce Young, Gina Sedaghatkish et Roberto Roca

La décision d'effectuer une étude de la faune	96
Détermination des taxa à étudier	97
<i>Espèces visées</i>	99
<i>Identification des cibles à protéger</i>	100
<i>Constitution et organisation de l'équipe</i>	104
Méthodes d'observation de la faune	106
<i>Éléments à prendre en compte pour la mise au point d'une étude de la faune</i>	106
<i>Standards taxonomiques</i>	108
<i>Gestion des données</i>	108
<i>Équipement et permis</i>	109
<i>Examen de la documentation existante</i>	109
<i>Formation</i>	109
<i>Plan de travail et plan d'échantillonnage</i>	111
<i>Logistique de terrain</i>	112
<i>Remarque sur la sécurité</i>	112

<i>Sur le terrain</i>	112	
<i>Recueil de spécimens</i>	112	
Compilation de données et interprétation de résultats		113
<i>Synthèses des données</i>	115	
<i>Courbes d'accumulation des espèces</i>	115	
<i>Cartographie des résultats de l'étude de la faune</i>		116
<i>Recommandations de gestion</i>	116	
Conclusion	117	
Chapitre 7. Evaluation des dangers		123
<i>Ellen Roca</i>		
Pressions et sources de pressions	124	
Méthodes d'évaluation des dangers	125	
<i>L'évaluation des dangers dans le cadre de la REA</i>		125
<i>Cartographie de situation</i>	126	
Stratégies de réduction des dangers	127	
PARTIE IV. GESTION ET INTÉGRATION DE L'INFORMATION ET REPORTING		129
Chapitre 8. Gestion et intégration de l'information		131
<i>Ellen Roca</i>		
Considérations d'échelle en gestion des données	131	
<i>Formulaires des données de terrain</i>	132	
<i>Transcription d'information à partir de formulaires de terrain</i>		132
Systèmes de gestion de base de données	132	
<i>Structure de la base de données</i>	133	
Intégration de l'information	134	
<i>L'atelier d'intégration</i>	134	
<i>Rassemblement des jeux de données</i>	134	
<i>Méthodes analytiques</i>	135	
Cadre d'évaluation de la protection	135	
<i>Autres perspectives de gestion</i>	137	
<i>Etablissement de priorités entre sites</i>	137	
<i>Définition de recommandations</i>	138	
Chapitre 9. Rédaction et publication du rapport de REA		139
<i>Gina Sedaghatkish</i>		
Planification de la rédaction	139	
<i>Public visé</i>	142	

Principales composantes du document de REA	142
Révision	142
Publication	142
<i>Principales problématiques relatives à la publication du document</i>	144
Conclusion	145
PARTIE V. L'AVENIR DE LA REA	147
Chapitre 10. L'avenir de la REA	149
<i>Roger Sayre</i>	
Dimensions relatives à l'échelle	149
Dimensions technologiques	150
Cartographie des dangers	150
Protection de communautés	150
Conclusion	150
Annexe 1. Etude de cas de REA : Parque Nacional del Este (Parc National de l'Est), République Dominicaine, 1994	153
Annexe 2. Formulaires de terrain	159
Formulaire 1 : Description de la région d'échantillonnage	
Formulaire 2 : Structure de la végétation et dominance dans la région d'échantillonnage	
Formulaire 3 : Etude des plantes dans la région d'échantillonnage	
Formulaire 4 : Etude des animaux dans la région d'échantillonnage	
Formulaire 5 : Echantillonnage des parcelles	
Formulaire 6 : Observations opportunistes de plantes	
Formulaire 7 : Observations opportunistes d'animaux	
Formulaire 8 : Eléments spéciaux - plantes	
Formulaire 9 : Eléments spéciaux – animaux	
Annexe 3. Exemple de descriptif de travail en vue d'une REA	175
Annexe 4. Exemples de cartes couleurs produites dans le cadre de REA	181
A propos des auteurs	199



Liste des tableaux, figures, encadrés et cartes en couleur

Tableaux

- Tableau I. Emplacements de REA et principales organisations y participant. 8
- Tableau 2. Types et fréquence des avantages que peut offrir une REA en matière de protection de l'environnement. 16
- Tableau 1-1. Plan d'échantillonnage modifié extrait d'une REA réalisée dans le parc national de Defensores del Chaco, au Paraguay. 30
- Tableau 3-1. MMU recommandées pour différentes échelles de travail. 53
- Tableau 3-2. Différences de résolution spatiale et spectrale des images satellite les plus fréquemment utilisées en REA. 57
- Tableau 5-1. Principales composantes des études de la végétation réalisées dans le cadre de REA. 82
- Tableau 5-2. L'équipe chargée de la végétation et de la flore et les qualifications et responsabilités de ses membres. 83
- Tableau 5-3. Effectifs d'espèces de plantes importantes pour la protection de la nature, par type de végétation, enregistrés dans le cadre d'une REA réalisée dans la zone du Canal de Panama (ANCON et The Nature Conservancy, 1996). 90
- Tableau 5-4. Espèces de plantes sélectionnées pour être protégées et communautés de végétation dans lesquelles elles ont été rencontrées lors d'une REA réalisée dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba. 90
- Tableau 5-5. Types de végétation à protéger dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba. 90
- Tableau 6-1. Listes d'espèces menacées ou en voie de disparition à l'échelle planétaire. 100
- Tableau 6-2. Méthodes d'étude des vertébrés. 102

Tableau 6-3.	Calendrier de terrain pour l'échantillonnage de la faune dans le cadre de la REA de Defensores del Chaco.	110
Tableau 6-4.	Diversité taxonomique par type de végétation, d'après une REA réalisée dans le Parc National de l'Est, en République Dominicaine.	113
Tableau 6-5.	Liste d'espèces cibles rencontrées dans la forêt haute semi-caduque de Semaphore Hill, dans le marais du Canal de Panama.	114
Tableau 7-1.	La méthode de la matrice des dangers, utilisée en REA.	125
Tableau 7-2.	Analyse par matrice des dangers utilisée dans le cadre d'une REA réalisée dans le Parc National de l'Est, en République Dominicaine.	126

Figures

Figure 1.	Le manuel original sur la REA, publié en espagnol en 1992.	4
Figure 2.	Le paradigme filtre grossier/filtre fin de la REA.	6
Figure 3.	Dimensions d'échelles, sources de données, méthodologies d'échantillonnage et produits du procédé de REA.	7
Figure 4.	Emplacements où ont été menées diverses REA en Amérique latine et dans les Caraïbes.	10
Figure 5.	La méthode SCP (planification de préservation de site).	14
Figure 1-1.	Carte des polygones inconnus provenant d'une analyse de caractérisation initiale du paysage.	26
Figure 3-1.	Représentation de lieux sur la Terre à l'aide de coordonnées géographiques et planaires.	51
Figure 3-2.	La représentation de caractéristiques de la Terre selon différentes échelles.	52
Figure 3-3.	Les différentes couches thématiques d'un SIG.	54
Figure 3-4.	SIG en mode raster et vecteur représentant les caractéristiques d'un paysage.	55
Figure 7-1.	Sources et pressions et les relations qui les lient.	124
Figure 7-2.	Hiérarchie des sources et pressions.	124
Figure 7-3.	Schéma de cartographie de situation des dangers décrivant les pressions imposées sur une salamandre et leurs sources.	127

Encadrés

Encadré 1.	Ce qui est à l'évaluation écologique rapide ?	2
Encadré 2.	La première REA : Mbaracayu, Paraguay.	5
Encadré 1-1.	Classification (partielle) de la végétation produite dans le cadre d'une REA réalisée dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba.	25
Encadré 2-1.	Exemple de plan de travail d'une REA.	40

- Encadré 5-1. Exemple de description de types de végétation étudiés dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo. 89
- Encadré 6-1. Intensité d'échantillonnage dans deux REA . 104
- Encadré 6-2. Estimation de la diversité des taxa échantillonnés. 195
- Encadré 9-1. Projet de table des matières pour le rapport sur la faune réalisé durant l'atelier de planification d'une REA en cours au moment de la rédaction de cet ouvrage, dans la région de Chaco, au Paraguay. 140
- Encadré 9-2. Modèle en vue du développement d'une table des matières pour le document de REA. 141

Mapas

- Carte I. Image satellite en couleurs naturelles du Parc National de l'Est, en République Dominicaine. 182
- Carte 2. Image satellite couleur-infrarouge du Parc National de l'Est, en République Dominicaine. 183
- Carte 3. La Caractérisation Initiale du Paysage résulte de l'interprétation d'images. 184
- Carte 4. Mission d'acquisition de photographies aériennes. 185
- Carte 5. Photographie aérienne couleur-infrarouge, Parc National de l'Est, République Dominicaine. 186
- Carte 6. La Caractérisation Initiale du Paysage résulte de l'interprétation d'images. 187
- Carte 7. Couches standard de données environnementales de SIG utilisées dans la REA du Parc National de l'Est. 188
- Carte 8. Stratification du site et sélection des emplacements d'échantillonnage. 189
- Carte 9. Carte définitive des communautés végétales après vérification sur le terrain. 190
- Carte 10. Espèces animales en danger. 191
- Carte 11. Principaux dangers planant sur la biodiversité dans le parc, et zones où ces dangers sont le plus prononcés. 192
- Carte 12. Programme proposé de découpage en zones pour la gestion du parc en vue de la protection de la nature. 193
- Carte 13. Carte des sources de données d'images et carte définitive des communautés végétales produite dans le cadre d'une REA des terres de la société Champion International à Amapa, au Brésil. 194
- Carte 14. Cartes caractérisant la Réserve Naturelle de Bladen, à Belize. 195
- Carte 15. REA de la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba : agrégats d'habitats échantillonnés pour les oiseaux. 196

- Carte 16. Image Landsat interprétée dans une REA réalisée à l'échelle de toute l'île de la Jamaïque pour mettre au point une carte des communautés végétales de toute la nation. 197
- Carte 17. La REA de l'île a identifié plusieurs zones prioritaires pour la biodiversité, dont l'une (Parc National de Blue and John Crow Mountains) est devenue le centre d'une REA de site qui a été menée par la suite. 198

Préface



Les spécialistes et les biologistes qui travaillent dans le domaine de la protection de la nature se sentent parfois piégés. Ils se trouvent en effet pris entre l'incertitude d'une connaissance relativement superficielle de la diversité biologique et l'impératif de faire progresser leur science rapidement pour affronter la puissance et le nombre des forces destructrices. Cette situation leur pose le défi de devoir protéger ce qu'ils ne connaissent pas.

Si ceci peut constituer un problème en n'importe quel point de la planète – bien que le biote soit relativement connu, même si sa dynamique n'est pas parfaitement comprise – son importance devient démesurée dans le monde en développement. Là, où la compréhension et les capacités scientifiques sont extrêmement inégales et où, dans certains cas, les institutions scientifiques sont faibles et le savoir scientifique est hors de portée, conservé jalousement par les esprits et les institutions des nations industrialisées, le défi posé par la protection de l'environnement est absolument démesuré. Ces pays sont bien souvent une mosaïque des problèmes environnementaux du monde développé et du monde en développement.

C'est à ce croisement entre ignorance et urgence écologique, qu'est née l'évaluation environnementale rapide. Le terme d'« évaluation environnementale rapide », réconfortant, laisse entendre qu'une action constructive peut être menée pour développer la compréhension scientifique des priorités en matière de protection de l'environnement et permettre que des initiatives efficaces soient prises en la matière. Pour la plupart des acteurs de ce domaine, cependant, l'évaluation environnementale rapide demeure quelque peu mystérieuse, un nom qui cache on ne sait trop quoi. Roger Sayre et ses collègues ont fait une faveur à la profession et à la société dans son ensemble en rendant accessible une activité extrêmement sophistiquée de nos jours.

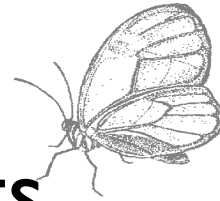
L'évaluation environnementale rapide a plus de dix ans aujourd'hui, depuis les premiers efforts menés dans les forêts de Mbaracayu, au Paraguay, en 1988. L'un des plus récents efforts portait sur une portion importante de l'état brésilien d'Amapa et concernait le *cerrado* et divers autres habitats. En réalité, en ma qualité de membre d'un comité consultatif pour *Champion Paper*, qui nécessitait cette étude, j'étais assez proche de cette initiative. L'évaluation, adossée par un solide soutien scientifique, a été réalisée rapidement, avec un niveau de détail tout à fait rassurant. Le résultat en fut un produit de pointe que toutes les parties concernées pourraient utiliser en toute confiance pour prendre des décisions ou exprimer des recommandations.

L'excellence de ce produit particulier et, en réalité, de toutes les évaluations environnementales rapides, est due en grande partie au partenariat avec des institutions scientifiques et des scientifiques. Pour l'évaluation d'Amapa, le principal partenaire était le Museu Paraense Emilio Goeldi de Belém, la plus ancienne institution scientifique d'Amazonie (1865), entrepôt de la plupart des spécimens scientifiques recueillis durant l'évaluation. Le scientifique expert du Museu, Fernando Novaes, me racontait ses expéditions vers Amapa lors de moments de détente que nous savourions dans le cadre de notre travail de terrain aux portes de Belém, à la fin des années 1960. En tirant parti de l'héritage intellectuel de Novaes, David Oren, scientifique de Goeldi, dirigea les travaux de terrain nécessaires pour faire avancer les connaissances et combler quelques lacunes. Pour les institutions et les scientifiques de cette trempe, la plus belle des récompenses est l'action de protection de l'environnement, qui leur garantit la sécurité à perpétuité de leurs sites d'étude.

Cette approche particulière n'est bien entendu pas la seule manière d'affronter le défi. Les auteurs se sont montrés consciencieux et ont cité d'autres démarches évidentes. Ce volume tire sa valeur du fait qu'il donne une description détaillée de l'ensemble du processus, permettant ainsi à tout un chacun d'entamer une évaluation et laissant la porte ouverte aux évolutions et améliorations de ce procédé. Nous devons tous une infinie reconnaissance à Roger Sayre et à ses collègues pour avoir adopté une démarche aussi ouverte. Les efforts de tous seront couronnés par un degré de protection de l'environnement plus élevé.

—Dr. Thomas Lovejoy

Remerciements



Bon nombre de personnes ont contribué à la rédaction et à la relecture de ce document. Bien que ce travail soit l'œuvre de scientifiques de la région Amérique Latine et Caraïbes, les informations contenues ici représentent l'accumulation d'expériences d'un corps bien plus vaste de collègues, tant internes qu'externes à TNC. Les personnes qui ont participé à des évaluations écologiques rapides (REA) au cours des dix dernières années peuvent se compter par centaines et les citer chacune individuellement constituerait une tâche beaucoup trop importante. Nous leur sommes reconnaissants de leur contribution à l'évolution de la méthodologie d'évaluation environnementale rapide et à la rationalisation du processus d'évaluation environnementale rapide.

Robert Livernash a apporté son précieux soutien éditorial à la compilation de cet ouvrage. Nicole Panagopoulos s'est occupée de la révision du document, de sa finalisation et de sa production. Karin Wall avait travaillé sur une version antérieure. Thea Jaster et Lisa Vonder Haar ont apporté leur aide au niveau des formulaires de terrain et d'autres documents. Eva Vilarrubi a apporté son encouragement et son aide à tous les aspects relatifs à la publication de ce document.

Nous remercions Claudia Sobrevila, Robert Jenkins, Paquita Bath, Bruce Stein, Dennis Grossman, Kathleen Sullivan, Douglas Muchoney, Susan Iremonger, Andrea Cristofani et d'autres « vétérans » de l'évaluation environnementale rapide, pour avoir aidé cette méthode à faire ses premiers pas. Leurs expériences en matière d'évaluation environnementale rapide sont aussi riches et variées que la biodiversité qu'ils ont tenté de caractériser. Andrea Cristofani, en particulier, a eu une attitude exemplaire, instillant son énergie positive, son ardeur à la tâche et son enthousiasme contagieux dans le cadre de nombreuses REA. Deux des co-auteurs de cet ouvrage, Shirley Keel et Roberto Roca, ont également participé aux REA dès leur début, contribuant ainsi de manière significative au développement des composantes de la flore et de la faune, respectivement. Certains collaborateurs, passés ou présents, de TNC, méritent une mention particulière pour leur assistance directe et leur serviabilité : Claire Teixeira, Douglass Baker, Xiaojun Li, Connie Campbell, Michelle Libby, Timothy Boucher, Xavier Silva, Luis Corrales, Jane Mansour et Marcelo Guevara.

Nous remercions les personnes suivantes pour leur participation à la révision de cet ouvrage : Timothy Fahey, Eric Fajer, Tom Lovejoy, Kent Redford, Deborah Jensen, Brad Northrup, Robb Wright, Howard Daniel, John Tschirky, Kelvin Guerrero, Alberto Yanosky et Timothy Tear. Ils ont apporté la diversité de leurs éclairages et leurs précieuses remarques. Pour leur rôle de direction sur le terrain, leur collaboration fructueuse et leur amitié qui s'est développée au fil des REA, nous tenons à remercier Celeste Acevedo, Wilfrido Sosa, Raul Gauto, Marcia Aparecida de Brito, Jorge Chavez, Pedro Vasquez, Nelida Rivarola, Dilia Santamaria, Ivan Valdespino, Jonathan Littau, Nella Stewart, Peter Reeson, Enrique Coronado, Claudio Mendez, Olga Valdez, Cesar Castanheda, Maria Jose Duran, Fernando Salazar, Miguel Scarcello, Osmany Salas, Fernando Fernandez, Felipe Campos, Ronald Leon, Tirso Maldonado, Kelvin Guerrero, Jose Miguel Martinez, Francisco Nunez, Angela Guerrero, David Oren et Ricardo Soto. Nous demandons à ces chefs d'équipe de REA de transmettre nos remerciements à l'ensemble des personnes qui travaillent sous leurs ordres.

Pour avoir apporté leurs idées et réalisé certains documents écrits ou graphiques qui nous ont aidé dans la mise au point de cet ouvrage, nous tenons à remercier Douglas Baker, Pedro Vasquez, Susan Iremonger, Luis Corrales, Douglas Muchoney, Connie Campbell, Timothy Boucher et Michelle Libby.

Robb Wright, Marcelo Guevara, Luis Barbosa et Kevin Skerl ont fourni des cartes de première qualité réalisées dans le cadre de diverses REA auxquelles ils ont participé et ont toujours contribué par leur aide précieuse aux initiatives de cartographie de REA. Pour leur dévouement et les encouragements qu'ils ont prodigués à la dimension cartographique des REA, nous avons également une dette à l'égard de Santiago Hernandez, Luis Tolentino, Tomas Montilla, Hannelore et Helmut Bendsen, Pedro Vasquez, Emilia Moreno, Cesar Munoz, Luis Paniagua, Luis Barbosa, David Grigg, Delia Tillet et bien d'autres cartographes de REA. Nous remercions l'ESRI et l'ERDAS pour avoir mis au point, géré et, souvent, fait don, des meilleures technologies d'information spatiale pour la cartographie de l'environnement et pour faire avancer ces technologies au fil des années de manière à répondre aux besoins des utilisateurs. Toutes les cartes contenues dans cet ouvrage ont été produites à l'aide des technologies Arc®.

Nous remercions les nombreux guides, aides de camp et collectivités locales qui ont accueilli les équipes de REA dans leur environnement. Leur savoir-faire en matière de localisation de la biodiversité, d'utilisation de machettes et de cuisine, est sans pareil. Nous remercions également les nombreux pilotes d'hélicoptères et d'avions qui ont rendu possibles les missions de survol de REA, en nous permettant et en nous aidant à équiper leurs appareils avec les technologies GPS.

Nous sommes tout particulièrement reconnaissants aux sources de financement qui nous ont permis de mettre en œuvre les REA terrestres : l'USAID (agence américaine pour le développement international), le BSP (programme de support à la biodiversité), le département américain de la défense (DoD), le département américain de la marine, Champion Forest Products International, EOSAT, la banque inter-américaine de développement (IDB), la John D. and Catherine T. MacArthur Foundation, la Moriah Foundation, la Munson Foundation, la Fundación Moisés Bertoni, la FPCN (Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza), la Jamaica Agricultural Development Foundation, le WWF (World Wildlife Fund) et bien d'autres gouvernements et centres de données pour la protection de la nature. Un soutien partial en vue de la préparation du manuscrit de cet ouvrage a été assuré par l'Office LCA/RSD/EHR, le Bureau for Latin America and the Caribbean, l'US Agency for International Development, en vertu des modalités de l'octroi de financement N° LAG-0782-A-00-5026-00 et EDG-A-00-01-00023-00 pour le programme Parks in Peril. Les opinions exprimées dans cet ouvrage sont celles de leurs auteurs. Elles ne reflètent pas nécessairement les vues de l'US Agency for International Development.

Présentation générale



L'évaluation écologique rapide, dix ans après

Roger Sayre

La Terre soutient une extraordinaire variété d'êtres vivants : plantes, animaux, insectes, etc. représentant au total peut-être 10 millions d'espèces. La biodiversité couvre tout un éventail de créatures géantes à microscopiques – des forêts de séquoias aux baleines, en passant par les éléphants, les bactéries et les virus. La plupart des espèces n'ont jamais été décrites scientifiquement.

Bon nombre de ces espèces sont menacées, notamment du fait de l'expansion des populations humaines et du développement effréné de leurs activités. A la racine de ce phénomène, nous citerons la conversion des forêts et herbages en champs destinés à l'agriculture ou à d'autres usages, la fragmentation de l'habitat, le développement urbain, l'introduction d'espèces non natives, la culture intensive d'espèces commerciales et l'application inadaptée de règlements environnementaux.

Les taux d'extinction sont à l'heure actuelle environ dix mille fois plus élevés que jamais. Chaque perte est irréversible : une espèce disparue ne sera jamais réintégrée. Il est clair que l'ensemble de ces pertes menacent l'infrastructure naturelle de la Terre et posent de nouveaux dangers pour les espèces survivantes.

La valeur économique de l'héritage naturel de la Terre gagne actuellement une certaine reconnaissance. Par exemple, de récentes études donnent à penser que le vaste panel de services que nous procurent les espèces vivantes et le monde naturel – pollinisation des plantes, purification de l'eau et de l'air, contrôle des crues et des bêtes nuisibles, chaîne alimentaire – ont une valeur annuelle de plusieurs milliards de dollars. Une fois perdus, les services que nous apportent ces espèces seront impossibles (ou en tous cas prohibitivement onéreux) à reproduire par d'autres moyens.

Au cours des dernières décennies, les questions relatives à la perte de biodiversité ont suscité de nombreuses réactions positives. La communauté internationale a placé environ 8 % de la surface de terre sèche sous protection, adoptant un arsenal législatif national et international destiné à protéger les espèces menacées ou déjà en voie de disparition. En outre, une nouvelle Convention sur la Biodiversité a été signée. Pourtant, si une fraction de la biodiversité planétaire est ainsi « enfermée » dans des zones protégées, la majeure partie ne l'est pas et est, bien au contraire, livrée aux menaces des humains. L'absence de programme actif de gestion de la protection de

l'environnement dans de nombreuses zones protégées pose souvent une menace contre la biodiversité dans les parcs, notamment dans les pays en développement. Il est clair qu'il reste encore fort à faire en matière de protection de labiodiversité.

A mesure que s'est développée la sensibilisation, de nombreuses nations ont exprimé leur intérêt pour la protection de leur héritage naturel. Cependant, une information à la fois complète et fiable sur la biodiversité était rarement disponible, notamment dans les pays en développement. Néanmoins, pour agir et tenter de sauver les ressources d'une région donnée, tout gouvernement, toute collectivité ou organisation environnementale requiert des renseignements sur les ressources concernées.

Dans un monde idéal, les évaluations de ce type seraient complètes et minutieuses. Etant donné l'urgence de la situation et le caractère limité des ressources financières disponibles, la nécessité urgente d'un dispositif moins idéal – mais scientifiquement viable – se faisait sentir.

A ce jour, la principale réponse à ce problème a été l'évaluation écologique rapide (REO), méthodologie d'étude de la biodiversité mise au point au cours des dix dernières années par The Nature Conservancy. Les REA tentent de remédier à l'absence d'informations sur la biodiversité en produisant une information préliminaire, intégrée et spatialement explicite concernant la répartition des espèces et les types de végétation. Une définition de la REA est donnée dans l'Encadré 1.

L'évaluation écologique rapide (REA) d'une zone ou d'une région terrestre est l'étude personnalisée, accélérée et ciblée des types de végétation et des espèces. Les REA combinent imagerie télédéteectée, survols de reconnaissance, recueil de données de terrain et visualisation d'informations spatiales pour générer une base d'informations utile à la planification de la protection de l'environnement à différentes échelles.

Chaque REA est mise en œuvre par des équipes de scientifiques et de gestionnaires de ressources spécialisés en protection de l'environnement organisés en groupes selon leurs disciplines et leurs spécialisations fonctionnelles. Chaque REA donne naissance à une caractérisation cartographiée et documentée d'unités de paysage classées, ainsi qu'à une description de la biodiversité des espèces qui peuplent les unités en question. La REA génère également des données biophysiques, des cartes, des documents, des recommandations et une série de dispositifs institutionnels destinés à accroître l'efficacité du travail de protection de l'environnement. Les données de REA peuvent être produites et analysées à différentes échelles spatiales, fonction des objectifs visés.

La REA est un outil de planification utile pour la protection de l'environnement. A ce titre, cette méthodologie est de plus en plus mise en œuvre pour permettre la caractérisation rapide de la biodiversité d'une région. Les REA sont particulièrement bien adaptées à la caractérisation des paysages et de la biodiversité des espèces de vastes régions peu connues.

La REA est un concept aux multiples facettes qui peut être perçu comme une démarche, une méthodologie, un outil, une stratégie, un procédé, un programme, une évaluation en vue de la protection de l'environnement, pour ne citer que quelques-unes des appellations qui peuvent lui être attribuées. En réalité, la REA correspond à chacun de ces contextes et nous utiliserons le terme de REA ici pour décrire chacun d'eux. En général, cependant, nous considérerons la REA comme une méthodologie.

Enfin, il est important de rappeler qu'il existe d'autres analyses à ne pas confondre avec la REA. Par exemple, une REA n'est pas : un inventaire détaillé des ressources biologiques d'une région ; un programme de contrôle de labiodiversité ; une évaluation statistique rigoureuse des relations écologiques ; une évaluation de l'impact sur l'environnement ; un plan de gestion ; une recherche fondamentale visant à comprendre les processus écologiques ; une évaluation rurale rapide (RRA), ni aucun autre instrument d'étude socio-économique (bien que des analyses du contexte humain soient souvent menées parallèlement à une REA) ; une analyse de détection du changement des caractéristiques d'un paysage ; un modèle prédictif ou descriptif destiné à expliquer la répartition de labiodiversité ; ni une évaluation représentative en vue de la conception de réseaux de sites destinés à conserver globalement la biodiversité représentative d'une région.

Encadré 1. Ce qui est a l'évaluation écologique rapide ?

Quelles sont les principales caractéristiques de la REA ? En bref, le processus de REA se caractérise par les éléments suivants :

- *Planification rigoureuse et formation.* Une planification rigoureuse en début de processus permet de gagner du temps et de l'argent, tandis qu'une formation préalable garantit une démarche cohérente.
- *Evaluations du paysage et des espèces.* Les REA caractérisent la biodiversité à deux niveaux d'organisation : le paysage (filtre grossier) et les espèces (filtre fin).
- *Nouvelles technologies de cartographie.* De nouvelles technologies spatiales – systèmes d'information géographique (SIG), télédétection (RS) et système de positionnement global (GPS) – alliés à la puissance des PC et aux logiciels les plus innovants, permettent de mettre au point des outils de cartographie absolument révolutionnaires.
- *Documentation scientifique détaillée.* Des méthodes de classification, d'échantillonnage et d'étude ont été mises au point et affinées pour permettre de réaliser des évaluations de la biodiversité sur des périodes extrêmement courtes.
- *Mise au point de capacités et partenariats.* L'encouragement de relations coopératives parmi les partenaires donne naissance à des dispositifs locaux et permet aux futures décisions de bénéficier d'un soutien local.

Depuis leur création dans les années 1980, les REA ont subi d'importantes évolutions sur une période relativement courte. Dans la section qui suit, nous passons en revue l'histoire de la REA.

L'évaluation écologique rapide : développements et évolution

La méthodologie REA, tant à ses origines qu'à présent, est une caractérisation rapide des types de végétation, ainsi que de la flore et de la faune qui leur sont associées. Ces informations sont ensuite utilisées pour orienter les efforts de planification de la protection des sites et contribuer aux inventaires de la biodiversité nationale. La REA est conçue pour des régions vastes et relativement peu connues.

La première REA réalisée sur un site, a été effectuée en 1988 dans la forêt tropicale de Mbaracyu, au Paraguay (Conservation Data Center – Paraguay, 1991) (Encadré 2). Elle a permis d'identifier les habitats qui, dans cette région, devaient être visés en priorité par une action de préservation. Neuf des dix-neuf communautés de plantes naturelles décrites dans cette REA n'ont été rencontrées dans aucune autre zone protégée du Paraguay. Vingt-et-une espèces de plantes en voie de disparition à l'échelle nationale furent enregistrées et 191 espèces d'oiseaux, dont 44 étaient en voie de disparition, furent observées. Un plan pour la mise en œuvre de zones de protection dans la réserve fut adopté pour protéger cette biodiversité. Deux autres REA furent ensuite mises en œuvre en 1989 et en 1990 au Brésil, l'une à l'échelle d'un état (Mato Grosso ; Aparecida de Brito et al., 1991a), l'autre sur un site (Rio Sepotuba ; Aparecida de Brito et al., 1991b), qui avait identifié en tant que zone hautement prioritaire dans le cadre de la première évaluation. Une REA couvrant toute l'île de la Jamaïque (Grossman et al., 1991) suivit. Elle permit de révéler des zones prioritaires pour la protection de la biodiversité à l'échelle nationale.

Pour les programmes de TNC portant sur l'Amérique Latine et les Caraïbes, la méthodologie devint rapidement un outil essentiel pour la protection de l'environnement. Ces premières REA permirent de jauger la flexibilité et l'utilité de la méthodologie. En outre, elles servirent d'expériences et d'exemples en vue de la rédaction d'un manuel de REA.

Le manuel original de l'évaluation écologique rapide

En 1991, TNC publia le manuel original de la REA (Sobrevila et Bath, 1992) (figure 1) en Espagnol, avec la ferme intention de le mettre à la disposition des partenaires de TNC et d'autres organisations préoccupées de protection de l'environnement. Bon nombre de partenaires de TNC oeuvrant en Amérique Latine ou dans les Caraïbes contribuèrent à la rédaction du manuel. Depuis lors, beaucoup d'autres organisations ont utilisé la méthodologie dans le cadre de leurs initiatives écologiques. Le manuel original sur la REA, en langue espagnole, eut un tirage limité et ne fut jamais traduit. Il est néanmoins reconnu comme étant une source d'information majeure sur les évaluations environnementales rapides (UNEP, 1995 ; Jermy et al., 1995).

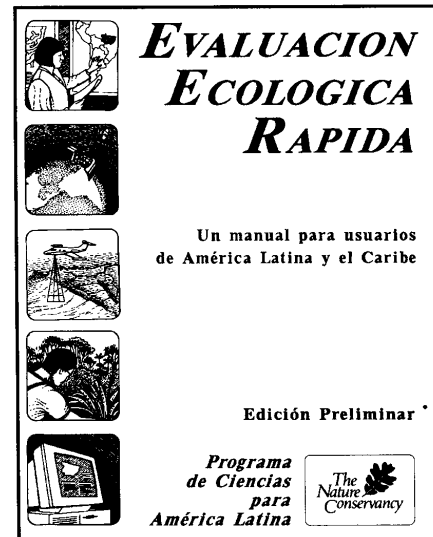


Figure 1. Le manuel original sur la REA, publié en espagnol en 1992.

Pourquoi un nouveau manuel est nécessaire

Si les concepts présentés dans le manuel original sur la REA demeurent d'actualité, les outils disponibles pour procéder à une REA ont tant évolué, qu'un nouveau manuel s'impose. Le premier manuel décrivait la REA en tant que suite de procédures prescrites, essentiellement centrées sur les aspects méthodologiques de la REA. Le présent manuel, révisé et complété, décrit les affinements apportés à la méthode et décrit avec force détails la planification et la gestion de REA. Il contient également de nombreuses informations sur le traitement de l'information spatiale dans le cadre d'une REA.

Nous pensons que la REA va continuer à évoluer. Cependant, nous avons développé ce nouveau manuel afin d'apporter une vue d'ensemble du processus de REA actuel. Nous espérons que la valeur de l'information importante pour la protection de l'environnement qu'apporte la REA continuera à être reconnue, et que les avantages sur la protection de l'environnement tirés du processus de REA se feront de plus en plus évidents.

Objectifs et public visé

Nous espérons que ce manuel permettra aux écologistes de comprendre le pourquoi et le comment des REA, et qu'il aidera les organisations concernées à planifier et mettre en œuvre les REA. Si les ouvrages sur la biodiversité sont extrêmement répandus, peu d'entre eux décrivent la manière dont cette biodiversité peut être rapidement caractérisée et quantifiée en vue d'une prise de décisions destinées à la protéger. Le besoin important et urgent de caractériser la biodiversité à l'échelle des paysages et des espèces existe, mais nous disposons de très peu de références capables de nous expliquer comment réaliser cette caractérisation (Margules et Austin, 1991 ; Sobrevila et Bath, 1992 ; Margules et Redhead, 1995 ; Jermy et al., 1995 ; Institute of Environmental Assessment, 1995, Spellerberg, 1992).

Ce manuel propose au lecteur une approche détaillée lui permettant d'évaluer la biodiversité d'une manière plus rapide et plus intégrée que les méthodes traditionnelles. Cet ouvrage constitue en cela une référence absolue, qui présente à la fois un modèle conceptuel de la REA et des directives pratiques sur la manière de planifier et de mettre en œuvre une REA. Il s'adresse en premier aux praticiens de la protection de l'environnement et aux experts de la biodiversité qui souhaitent comprendre la méthodologie de la REA ou

La réserve naturelle de la forêt de Mbaracayu protège l'une des plus vastes étendues de forêt subtropicale humide et dense détenue par des propriétaires privés en Amérique du Sud. Quatre-vingt-sept pour cent des 65 000 hectares de cette réserve située dans l'est du Paraguay sont couverts de forêt subtropicale, de forêt chaude tempérée, d'herbages naturels, de rivières et de terres humides. L'objectif général de la REA était d'évaluer dans quelle mesure le site pouvait être exploité en tant que réserve naturelle privée. Pour atteindre ce but, la REA visait notamment à :

- identifier les communautés naturelles et leur degré de préservation
- identifier des espèces de plantes représentatives pour chaque communauté naturelle
- étudier les espèces d'oiseaux rencontrées dans la zone étudiée
- comparer la diversité des oiseaux entre différents points d'échantillonnage

La EER se concentró en la diversidad de comunidades vegetales y en especies de plantas y aves como indicadores de valor y significación para la conservación. El esfuerzo de muestreo de aves fue intenso para permitir hacer cálculos y comparaciones de diversidad de aves entre distintos puntos de muestreo. Los ornitólogos incrementaron los datos de transectos con información proveniente de gente de la localidad y de publicaciones.

Principaux constats

La REA permit de caractériser et de classer dix-neuf communautés naturelles, dont neuf n'apparaissaient dans aucune autre zone protégée du Paraguay.

Les biologistes qui travaillèrent sur le terrain déterminèrent que toutes les communautés de plantes, à l'exception d'une seule, étaient intactes et présentaient une importance écologique. Les botanistes trouvèrent vingt-et-une espèces de plantes en voie de disparition, notamment le cedro (*Cedrela fissilis*) et la fougère arborescente (*Alsophylla atrovirens*). Les ornithologues enregistrèrent la présence de 191 espèces d'oiseaux, dont 44 étaient menacées, notamment certains cracides rares, le *Laterallus xenopterus* et le pic-vert casqué (*Dryocopus galeatus*).

Cette REA contribua de manière significative à la division de la réserve en zones, en produisant les données de base nécessaires à la mise en place de plans de gestion à base scientifique. La REA permit également de réaliser d'autres recherches, comme par exemple l'identification de plantes médicinales.

Principales recommandations

- Diviser la réserve proposée en zones pour protéger les zones présentant une grande diversité d'oiseaux, des cours d'eau et des communautés de plantes présentant un grand intérêt écologique et de protection de la nature
- Collaborer avec les propriétaires terriens pour contrôler l'arrivée de sédiments dans les principaux cours d'eau
- Mener des études plus nombreuses sur les oiseaux et les autres groupes d'animaux sur certains sites d'échantillonnage

Encadré 2. La première REA : Mbaracayu, Paraguay. Menée en 1988 par la Fundación Moisés Bertoni et d'autres collaborateurs. Cette REA permit d'établir un référentiel en matière de biodiversité, d'attribuer des priorités aux habitats et de diviser la zone protégée en zones.

prendre part à des initiatives de REA. Mais cet ouvrage pourra également intéresser les responsables de la protection de l'environnement, les décideurs politiques et les donateurs, car il explique les concepts et les méthodologies dans un langage non technique. Bien que les exemples utilisés soient pour la plupart tirés de l'expérience de TNC en Amérique Latine et dans les Caraïbes, l'approche qu'ils reflètent est de portée universelle.

Progrès technologiques pour une méthodologie durable

Depuis ses débuts, la méthodologie de la REA n'a cessé d'évoluer. Les améliorations et simplifications des technologies de cartographie ont contribué à l'accent qui est mis sur la cartographie numérique dans les REA et les enseignements tirés de la mise en œuvre d'un certain nombre de REA ont permis d'affiner cette approche.

Les REA sont difficiles à décrire en termes génériques et chaque REA menée à ce jour a eu ses caractéristiques propres. Par exemple, une REA d'habitats de savane *cerrado* dans l'état brésilien d'Amapa (Oren et al., 1998) a été réalisée en 1998, dix années après la première REA de Mbaracayu. Contrairement à cette dernière, pour laquelle toutes les cartes furent préparées par cartographie manuelle une fois le projet terminé, la REA d'Amapa constitua un effort sophistiqué de cartographie numérique, impliquant l'interprétation d'images radar complexes, l'échantillonnage de champs localisés par GPS, la navigation des survols contrôlée par GPS et l'acquisition de photographies statiques numériques des communautés et des espèces. Ces technologies permirent d'utiliser une autre source de données (radar), d'augmenter la qualité des informations déduites (exactitude spatiale) et de mieux pouvoir intégrer, analyser et présenter les informations de REA, autant d'opérations qui auraient été impossibles ou bien plus difficiles et onéreuses dix années plus tôt.

Depuis la publication du premier manuel, le développement rapide des technologies d'information spatiale (GIS, GPS, RS) a révolutionné la méthodologie de la REA en (1) augmentant la capacité de recueillir et d'analyser des images et des informations tirées du terrain, (2) facilitant l'intégration d'informations provenant de sources diverses et correspondant à différentes échelles et (3) générant des produits utiles et visuellement attirants.

La méthodologie REA de base est demeurée inchangée. Les REA restent centrées sur la protection des paysages basée sur le paradigme du filtre grossier et du filtre fin, selon lequel la préservation des paysages (filtre grossier) doit permettre de protéger les espèces (filtres fins) qu'ils abritent. Ce paradigme s'applique également

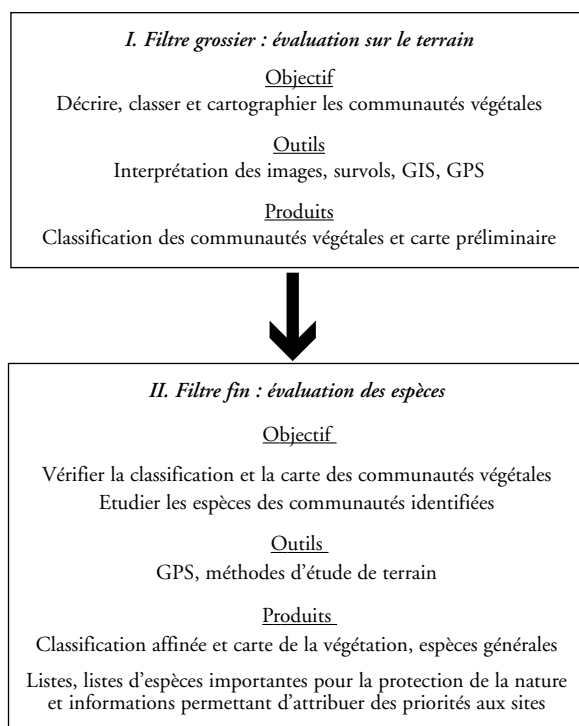


Figure 2. Le paradigme filtre grossier/filtre fin de la REA. Les REA caractérisent la biodiversité à l'échelle des paysages (filtre grossier) et des espèces (filtre fin). Pour ce faire, elles utilisent les méthodologies d'évaluation grossières (interprétation d'images satellite, survols) et fines (échantillonnage sur le terrain). Les informations provenant des différentes évaluations sont ensuite intégrées pour développer des stratégies de protection de l'environnement et des recommandations en matière de gestion.

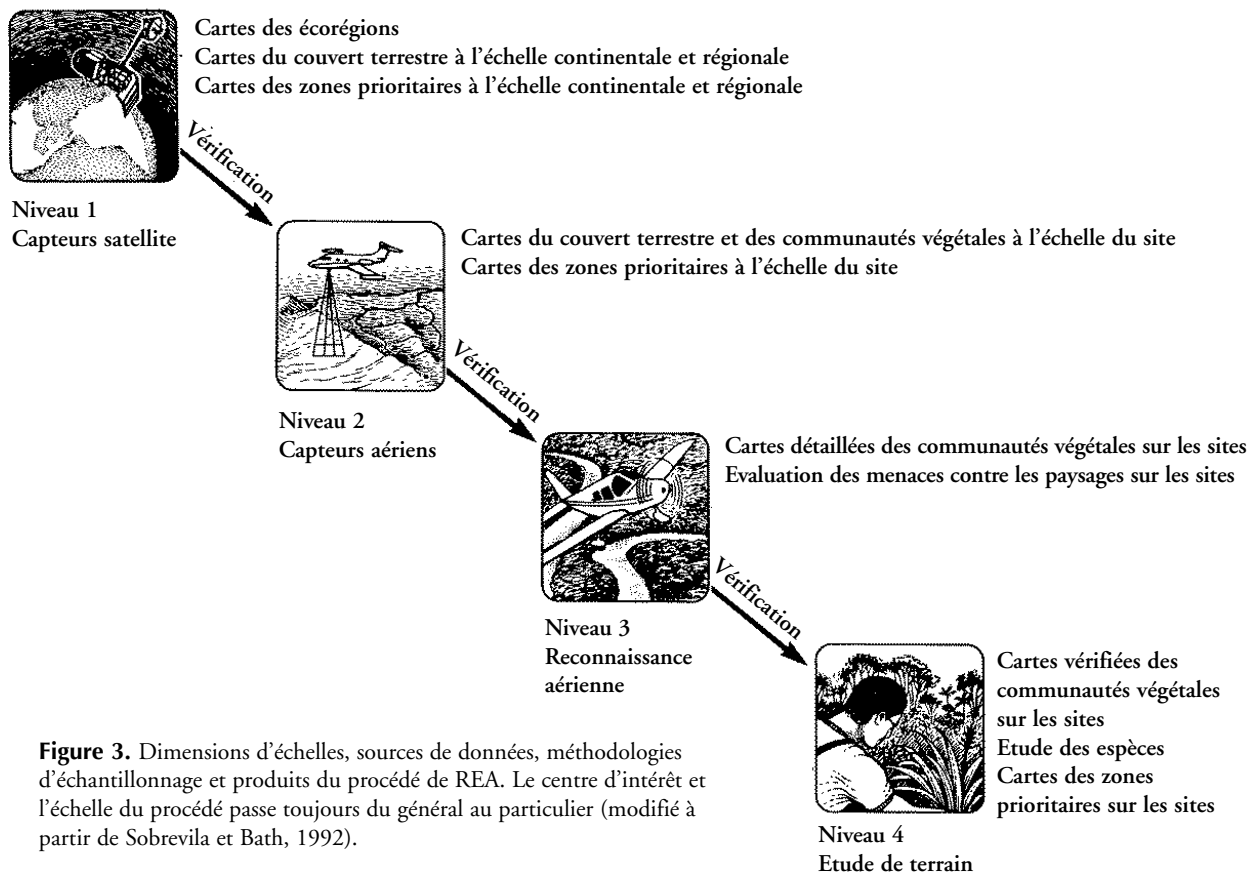


Figure 3. Dimensions d'échelles, sources de données, méthodologies d'échantillonnage et produits du procédé de REA. Le centre d'intérêt et l'échelle du procédé passe toujours du général au particulier (modifié à partir de Sobrevila et Bath, 1992).

au recueil d'informations (figures 2 et 3). Les informations à résolution grossière générées par la télédétection et les survols sont à la fois affinées et recentrées pour donner naissance à un filtre fin constitué d'informations complémentaires plus détaillées extraites du terrain.

Les REA visent à préserver la biodiversité (par exemple, les plantes, les animaux ou les communautés naturelles). Or, cette biodiversité se rencontre dans les écosystèmes, avec lesquels les espèces sont reliées fonctionnellement. C'est pourquoi les REA constituent également des efforts de préservation des écosystèmes. Ainsi, les REA visent à la protection de la biodiversité et des écosystèmes.

Expériences vécues à ce jour

Le concept de REA existe à présent depuis dix ans. Nous avons eu vent d'une cinquantaine de REA qui ont été réalisées dans des paysages tropicaux très divers. Toutes utilisaient le modèle de REA mis au point par TNC. Parmi ces quelques cinquante REA, TNC a pris une part directe à trente-trois (tableau 1, figure 4). Les REA ont permis d'améliorer la protection des sites et d'accroître les capacités de préservation de bon nombre d'organisations mandatées pour protéger la biodiversité (tableau 2). Plus précisément, les REA ont permis d'établir des zones protégées, d'aménager des plans et des découpages en zones, de concevoir des corridors biologiques, de sélectionner des zones prioritaires, d'identifier les besoins de recherche future et de mettre au point des programmes destinés à contrer la menace.

Les REA ont également permis de développer la connaissance scientifique de la biodiversité. Plusieurs rapports de REA ont décrit des espèces jusque là inconnues ou ont constitué les tout premiers rapports sur certaines espèces dans certaines zones ou régions. Les spécimens de plantes ou d'animaux recueillis dans le cadre de REA sont toujours offerts aux musées, accompagnés d'informations précises sur leur localisation d'origine.

Tableau 1. Emplacements de REA et principales organisations y participant. Bien que la plupart des REA aient une portée essentiellement terrestre, un certain nombre de REA marines ont également été mises en œuvre. Il est évident que les organisations concernées sont extrêmement diverses (agences gouvernementales, ONG et centres de données ayant pour mission la protection de l'environnement, consultants, musées et universités).

<i>Pays</i>	<i>Site</i>	<i>Type</i>	<i>Année</i>	<i>Organisations ayant mis en œuvre la REA</i>
Belize	Bladen Nature Reserve Port Honduras	Terrestre	1994	Belize Audubon Society
		Marine	1996	Ministère des ressources naturelles Belize Center for Environmental Studies Florida and Caribbean Marine Conservation Science Center
Brésil	Terres de la Champion International Corporation Mato Grosso	Terrestre	1998	Museu Paraense Emilio Goeldi
	Parc National de Pantanal et région avoisinante Rio Sepotuba	Terrestre	1989	CDC-Brazil Fundação Estadual do Meio Ambiente Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza IBAMA
		Terrestre	1992	CDC-Brazil Fundação Estadual do Meio Ambiente
	Parc National Serra do Divisor	Terrestre	1998	Fundação SOS Amazonia IBAMA
Chine	Système de parcs nationaux des grands fleuves	Terrestre	En cours	Gouvernement de la province du Yunnan Province du Yunnan
Colombie	Parc National de la Sierra Nevada de Santa Marta	Terrestre	1998	Fundacion Pro-Sierra Nevada de Santa Marta La Unidad Especial de Parques Nacionales del Ministerio del Medio Ambiente
Costa Rica	Osa Peninsula Corridor biologique de Talamanca Région de Tempisque	Terrestre	1997	Fundacion Neotropica
		Marine/Terrestre	1998	ProAmbiente
		Terrestre	1995	Fundacion Neotropica
Cuba	Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo	Marine/Terrestre	1997	ProAmbiente
République Dominicaine	Parc National de l'Est	Marine/Terrestre	1997	Florida and Caribbean Marine Conservation Science Center, PRONATURA Direccion Nacional de Parques Secretaria de Estado de Agricultura Espeleogruppo Acuario Nacional, Fundacion Mamma
	Zone protégée de Madre de las Aguas	Terrestre	En cours	Fundacion Progressio Museo de Historia Natural Jardín Botánico Nacional Direccion Nacional de Parques
Equateur	Parc National de Podocarpus	Terrestre	1995	Fundacion Natura CDC-Ecuador Dundacion Aroiris
	Montagnes Mache	Terrestre	1996	CDC-Ecuador, Fundacion Natura Fundacion Jatun Sacha World Parks Endowment
Guatemala	Réserve de biosphère de Maya Parc National de la Sierra de Lacandon	Terrestre Terrestre	1993 En cours	APESA Defensores de la Naturaleza
	Réserve de biosphère de la Sierra de la Minas	Terrestre	1993	Centro de Datos para la Conservacion de Guatemala Centro de Estudios Conservacionistas (CECON) Fundacion Defensores de la Naturaleza
Honduras	Parc National El Cusuco	Terrestre	1996	Fundacion Ecologista « Hector Rodrigo Pastor Fasquelle » BioConsult S. de R.L.
Jamaïque	Parc National Blue and John Crow Mountains Ensemble de l'île	Terrestre	1994	CDC-Jamaica Forest Department of Agriculture
		Terrestre	1991	Rural and Physical Planning Unit of the Ministry of Agriculture CDC-Jamaica
	Parc marin de la Baie de Montego	Marine	1994	CDC-Jamaica Montego Bay Marine Park Natural Resource Conservation Authority of Jamaica

<i>Pays</i>	<i>Site</i>	<i>Type</i>	<i>Année</i>	<i>Organisations ayant mis en œuvre la REA</i>
Panama	Province de Bocas del Toro	Marine/Terrestre	1998	ANCON
	Canal de Panam Watershed Protection Area	Terrestre	1995	ANCON
Paraguay	Terres de U.S. Department of Defense	Terrestre	1997	ANCON
	Parc National Defensores del Chaco	Terrestre	En cours	CDC-Paraguay Museo de Historia Natural Direccion de Ordenamiento Ambiental Fundacion para el Desarrollo Sustentable del Chaco
Perou	Région de l'est	Terrestre	1990	CDC-Paraguay
	Réserve naturelle de la forêt de Mbaracayu	Terrestre	1988	CDC-Paraguay
	Réserve nationale de Pacaya-Samiria	Terrestre	1993	CDC-Peru (Universidad Nacional Agraria La Molina)
Iles Salomon	Iles Arnavon	Marine/Terrestre	1993	Pêcheries de la province d'Isabel Ministère des ressources naturelles d'Isabel
Iles Vierges américaines	Toutes les îles : St. Croix, St. John, St. Thomas	Marine/Terrestre	En cours	CDC-Virgin Islands U.S. Park Service U.S. Fish and Wildlife Service University of Virgin Islands The Department of Planning and Natural Resources

A l'échelle mondiale, le plus vaste programme mené par TNC porte sur l'Amérique Latine et les Caraïbes. C'est pourquoi cette organisation a bâti l'essentiel de son expérience en matière de REA dans cette région. Ceci ne signifie nullement que la méthodologie de la REA – ou le présent ouvrage – ne soit utile qu'en Amérique Latine ou dans les Caraïbes. La méthodologie de la REA peut s'appliquer n'importe où. TNC a pris part à une REA dans les Iles Salomon (Leary, 1993), et une REA vient de démarrer dans la province chinoise du Yunnan au moment où nous rédigeons ces lignes.

Tableau I. Emplacements de REA et principales organisations y participant. Bien que la plupart des REA aient une portée essentiellement terrestre, un certain nombre de REA marines ont également été mises en œuvre. Il est évident que les organisations concernées sont extrêmement diverses (agences gouvernementales, ONG et centres de données ayant pour mission la protection de l'environnement, consultants, musées et universités).

Les REA sont particulièrement utiles dans les régions sur lesquelles il existe peu d'informations. Pour les paysages bien étudiés (par exemple, régions tempérées d'Amérique du Nord ou d'Europe), l'abondance d'informations sur la biodiversité permet de recourir à des outils sophistiqués de protection de l'environnement (analyse d'écart (Scott et al., 1996) et à de vastes évaluations d'espèces individuelles (Buttrick, 1992).

Autres approches

Pour aussi étonnant que cela puisse paraître, il semblerait qu'il n'existe que très peu de démarches parallèles à la REA – ainsi qu'un nombre extrêmement limité de méthodologies alternatives – dans d'autres régions du monde.

La méthodologie RAP (Rapid Assessment Program, ou programme d'évaluation rapide, Roberts, 1991 ; Foster et al., 1994), mise au point par Conservation International, est une méthode élégante, simple et extrêmement rapide. Elle exige le rassemblement d'une équipe pluridisciplinaire d'experts appelés à mener des études de terrain en des points prédéterminés, puis à rédiger leurs constats sous forme de listes, assorties de recommandations en matière de protection de l'environnement. A ce jour, près d'une douzaine d'études RAP ont été menées sur le terrain, surtout en Amérique Latine (pour de plus amples informations sur la méthode RAP, voir <http://www.conservation.org>).

L'approche BioRap, (Margules et Redhead, 1995), quant à elle, est une méthodologie qui fait appel à des traitements informatiques intensifs, puisqu'elle met en œuvre des logiciels complexes de modélisation spatiale, qui lui permettent de déduire de nombreux jeux de données sur l'environnement et la biodiversité. Ces résultats sont ensuite intégrés et analysés en vue de la sélection de sites à protéger en priorité. Les variables environnementales sont cartographiées, modélisées dans l'espace, puis utilisées pour prédire les modèles de distribution des entités biologiques. La méthode BioRap utilise les informations disponibles sur la répartition de la biodiversité et ne comporte aucune composante spécifique d'étude de terrain pour générer cette information. Voici des années que BioRap est fréquemment utilisée en Australie.



Figure 4. Emplacements où ont été menées diverses REA en Amérique Latine et dans les Caraïbes. Il faut noter combien les sites sont de tailles variées, puisque leurs superficies peuvent aller de quelques dizaines d'hectares (Guantanamo, Cuba, par exemple) à plusieurs millions d'hectares (Pacaya-Samiria, Pérou, par exemple).

Le minimalisme taxonomique (Beartie et Oliver, 1994) est une méthode qui utilise le classement taxonomique plutôt que l'identification des espèces au niveau des binômes latins. L'évaluation de la biodiversité à l'échelle du genre, de la famille, de l'ordre, voire du pylum, même si elle est moins « résolue » au plan taxonomique, peut être plus rapide et moins onéreuse. L'utilisation des morpho-espèces constitue un autre exemple de minimalisme taxonomique. Les morpho-espèces sont des groupes d'organismes identifiés par des caractéristiques morphologiques semblables, sans référence à aucun classement établi. Par exemple, les invertébrés de la litière peuvent être répartis entre araignées, scarabées, fourmis, etc., puis classés en fonction de leur taille, de leur couleur ou d'autres caractéristiques.

L'ATBI (All Taxa Biodiversity Inventory) (Janzen et Hallwachs, 1994) est un inventaire total des espèces (des virus aux grands arbres) d'un immense site. Basé sur la parataxonomie, qui consiste à enseigner aux techniciens les techniques de recueil et de préparation de spécimens en vue d'un traitement taxonomique formel, l'ATBI documente les espèces rencontrées, ainsi que la manière de les distinguer, les endroits du site où elles peuvent être rencontrées, la manière dont elles peuvent être obtenues, ainsi que leur histoire naturelle. L'ATBI est utilisé au Costa Rica.

La REA diffère de toutes ces autres techniques d'évaluation par deux grandes caractéristiques : (1) son recours à l'interprétation d'images (photographies satellite ou aériennes) pour délimiter les caractéristiques de la biodiversité d'un paysage, puis ensuite les caractériser et les échantillonner pour chaque espèce et (2) l'accent qu'elle met sur le partenariat avec les scientifiques locaux et sur l'accumulation de compétences en matière de protection de l'environnement. La participation des partenaires fait toujours partie intégrante des projets de REA et ce dès leur conception. Les partenaires prennent part aux projets en gardant à l'esprit le souci de gestion de la préservation de la région une fois la REA terminée. Les cartes produites à partir des caractérisations du paysage sont également orientées vers la gestion du site.

Paramètres de définition

Trois questions sont couramment posées à propos de la REA : « Que va-t-on faire ? », « Quel type d'environnement s'agit-il d'évaluer ? » et « Qui réalise le travail ? ». Les paramètres de définition d'une REA comportent ses objectifs, le type d'environnement caractérisé (terrestre ou marin) et le nombre et le type d'institutions qui y participent. (Pour de plus amples informations, voir Chapitre 3).

Objectifs

Il est évident que les REA intègrent plusieurs objectifs. Les objectifs les plus courants d'une REA peuvent être :

- La caractérisation de la distribution de la végétation et de certaines taxa dans la zone étudiée
- La production d'un référentiel d'informations biophysiques en vue du développement de plans de gestion, d'évaluations d'impact environnemental et d'une politique législative
- La réalisation d'une analyse des dangers qui menacent la biodiversité dans la région
- La formation des scientifiques locaux à la méthodologie de la REA
- La réalisation de produits d'informations et de données (données, rapports, cartes, listes, classifications, descriptions et identification des dangers) à des fins de gestion, d'éducation et de levée de fonds.

L'examen de ces objectifs révèle la grande variété des éléments suivants :

- les paysages étudiés (site, parc, ligne de partage des eaux, corridor, îles)
- les axes de gestion du site (mise au point d'un plan de gestion, surveillance, mise en œuvre d'une analyse des dangers, création d'un programme de zonation, révision des limites du parc)
- les orientations scientifiques (développement d'une classification de la végétation, identification des espèces en voie de disparition, quantification de la diversité des plantes et des animaux) et

- les orientations de création de compétences (formation du personnel, amélioration de l'organisation, contribution à l'inventaire national)

Il convient de remarquer qu'aucun de ces objectifs ne prévoit l'évaluation d'impact environnemental. Ceci est dû au fait que la REA ne décrit pas les effets sur l'environnement des projets proposés. Elles peuvent cependant apporter des informations écologiques de base fort utiles pour les évaluations d'impact. Il faut néanmoins savoir que la REA ne caractérise pas manière définitive (1) ni la distribution des différentes taxa, (2) ni les processus écologiques rencontrés dans la région étudiée.

Etude terrestre, étude marine

La REA peut porter sur les habitats terrestres ou marins, ou les deux à la fois. Bien que le processus soit semblable pour les deux habitats, les méthodologies d'échantillonnage associées varient de manière considérable. Cet ouvrage est essentiellement centré sur les REA terrestres. Les REA à dimensions marine et terrestre posent des difficultés logistiques de mise en œuvre, notamment si l'échantillonnage des deux dimensions doit être réalisé en même temps. Il n'est absolument pas nécessaire de mener simultanément l'évaluation terrestre et l'évaluation marine et, en réalité, il est tout à fait possible que les timings d'échantillonnage de ces deux approches ne coïncident pas.

Si la REA d'un système terrestre et de son système marin adjacent est mise en œuvre et qu'il y a présence de mangroves, il est nécessaire de déterminer comment ceux-ci doivent être échantillonnés et quelle équipe (marine ou terrestre) doit les étudier. Bien que la plupart des REA aient à ce jour porté soit sur la dimension terrestre, soit sur la dimension marine, une REA peut également porter sur les habitats aquatiques en eau douce (terres humides, lacs, fleuves, eaux souterraines). Les méthodologies de REA aquatique en eau douce ne sont pas bien établies, du fait du manque d'expérience des experts sur ces environnements (mais voir Chernoff, 1998). Les méthodologies de classification des communautés aquatiques se font cependant peu à peu jour (Lammert et Higgins, 1997) et il semble relativement facile d'adapter la méthodologie de REA aux environnements aquatiques.

Partenaires institutionnels

La REA est également définie par le nombre d'institutions participantes – qui peuvent être des organisations gouvernementales, des ONG ou des chercheurs universitaires. A chaque REA correspond un organisme chargé de sa mise en œuvre. Ce dernier est généralement une puissante ONG locale qui a pour mission la gestion du site. Si, à des fins de gestion, il est préférable de limiter autant que faire se peut le nombre d'institutions participantes, cette limitation n'est pas toujours possible, dans la mesure où les compétences requises sont réparties entre des individus appartenant à des organismes divers. L'organisation chargée de la mise en œuvre de la REA organise la logistique, coordonne les activités des collaborateurs, assure la gestion financière du projet et sert d'interlocuteur principal avec les autres institutions concernées.

Les donateurs du projet – qui peuvent être, entre autres, l'USAID (U.S. Agency for International Development), d'autres agences du gouvernement américain (Département de la Défense, par exemple), la Banque mondiale, les banques de développement multi-latéral, les programmes d'aide internationale, les gouvernements locaux, des fondations, de grandes entreprises, ou encore des individus – jouent généralement un rôle participatif. Cette participation peut passer par une invitation des donateurs aux ateliers de la REA (en tant qu'observateurs ou que participants, selon leur degré d'intérêt et leur niveau de compétence) et par la possibilité pour eux de relire les documents produits.

Utilisation des évaluations environnementales rapides

Les besoins environnementaux auxquels répondent les REA et l'échelle à laquelle elles sont mises en œuvre, varient considérablement d'un cas à l'autre. Les paragraphes qui suivent décrivent différentes applications de la méthodologie de REA.

Planification de la préservation régionale

La planification de la préservation à l'échelle régionale requiert deux types d'évaluations : évaluations écologiques (dont REA) et évaluations de représentativité.

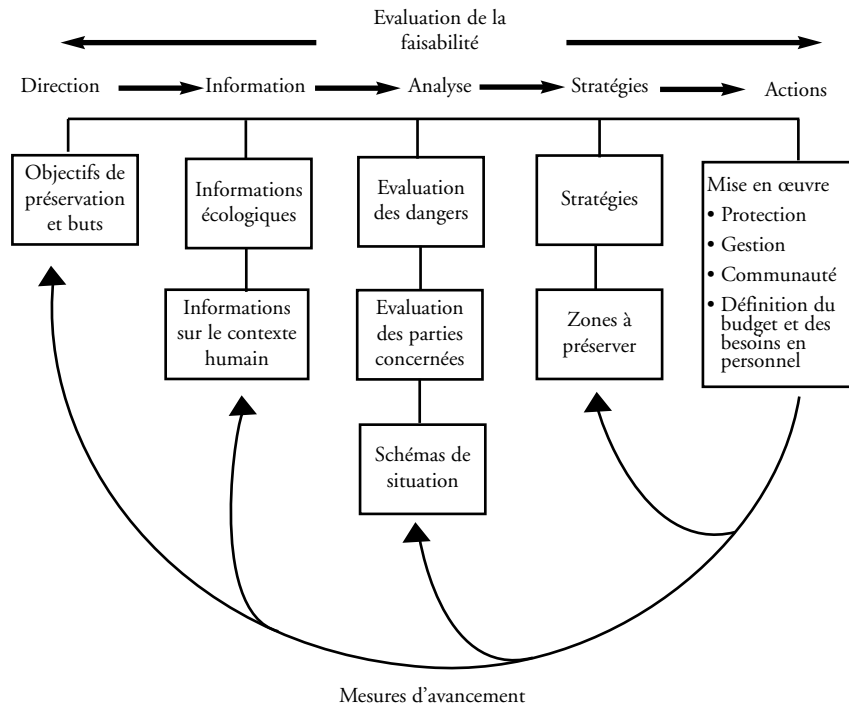
Les évaluations écologiques sont des analyses qui permettent de générer des informations sur la biote et les processus écologiques en œuvre dans une zone ou une région. La REA est une forme d'évaluation écologique plus précisément centrée sur la caractérisation de la distribution des biotes et moins portée sur la tentative de comprendre les processus écologiques. Les évaluations écologiques évaluent les objectifs de préservation des paysages et des espèces sur un site ou dans une région en particulier.

Les évaluations de représentativité sont, quant à elles, des analyses d'un autre type, centrées sur la problématique de la préservation d'une région. Ces évaluations utilisent des informations sur la distribution de la biodiversité pour mettre au point des stratégies de préservation régionale (Austin et Margules, 1986). Ces stratégies de préservation supposent en général la mise au point de portefeuilles de sites situés dans une région donnée, portefeuilles qui doivent ensuite servir d'exemples représentatifs de la biodiversité de la région en question. Une évaluation de représentativité analyse diverses zones en vue de les inclure éventuellement dans un réseau de sites.

Les évaluations de représentativité nécessitent des informations produites dans le cadre d'évaluations écologiques. Les REA sont par conséquent importantes non seulement pour la préservation des sites, mais également à l'échelle de la préservation régionale. En fait, certaines REA ont été avant tout axées sur l'évaluation régionale destinée à identifier les sites prioritaires en matière de préservation (Acevedo et al., 1991 ; Aparecida de Brito et al., 1991a ; Grossman et al., 1991). Les REA d'envergure régionale peuvent également produire de l'information fort utile pour les initiatives de planification écorégionale. La planification écorégionale basée sur la représentation de communautés naturelles diverses dans le cadre de stratégies de préservation et de réseaux de zones protégées est devenue un objectif fondamental pour bon nombre d'organisations chargées de la protection de l'environnement (Dinerstein et al., 1995 ; The Nature Conservancy, 1997a). Les REA génèrent des informations utiles sur les unités de végétation et la représentativité à l'échelle écorégionale.

Planification de la préservation de sites

A l'échelle de la conservation d'un site (parc national, par exemple), la REA fournit des informations de base sur la biodiversité d'une zone et permet d'identifier les objectifs de préservation (types de végétation et espèces) pour lesquels sont formulés des objectifs et des stratégies de gestion. Les REA fournissent également des informations écologiques de base, des informations sur les dangers et, de plus en plus, des informations sur le contexte humain des sites. Ainsi, les données produites par les REA et autres évaluations écologiques doivent être considérées comme des éléments de base essentiels pour le processus de planification de la préservation d'un site (figure 5). Le processus de préservation d'un site décrit en Figure 5 est un modèle standard de préservation de site employé par TNC et son réseau d'organisations partenaires, tant aux États-Unis qu'à travers le monde (Fawver et Sutter, 1996). Tout plan de gestion de site, pour être mis au point, nécessite une certaine compréhension des objectifs de préservation ; or, cette compréhension est déduite des évaluations écologiques. En général, la planification de préservation de site comporte plusieurs étapes. La REA en constitue généralement le point central, dans la mesure où aucune planification de préservation de site ne peut avancer sans que les objectifs de la préservation soient compris et intégrés.



1	Quels sont les objectifs de préservation et leurs perspectives sur le long terme ?	<i>OBJECTIFS & BUTS</i>
2	Par quels attributs écologiques et biologiques ces objectifs sont-ils perpétués sur le long terme ?	<i>INFORMATIONS ECOLOGIQUES</i>
3	Quelles sont les caractéristiques des communautés humaines qui habitent le site ?	<i>INFORMATIONS SUR LE CONTEXTE HUMAIN</i>
4	Quelles activités actuelles ou éventuelles interfèrent avec la préservation des processus écologiques qui assurent la perpétuation des objectifs ?	<i>EVALUATION DES DANGERS</i>
5	Quels sont les groupes organisés et les personnes influentes sur le site, quels sont leurs centres d'intérêt, quelle influence pouvons-nous avoir sur eux, et comment peuvent-ils nous aider ou nous empêcher d'atteindre nos objectifs pour le site considéré ?	<i>EVALUATION DES PARTIES CONCERNEES</i>
6	Que pouvons-nous faire pour empêcher ou atténuer les activités qui constituent une menace pour le site et comment pouvons-nous influencer les parties concernées qui concentrent l'essentiel du pouvoir ?	<i>STRATEGIES DE PRESERVATION</i>
7	Sur quelles parties du site devons-nous agir ?	<i>ZONES A PRESERVER</i>
8	Quelles actions devons-nous mettre en œuvre pour atteindre nos objectifs, qui en sera responsable, quels délais demanderont-elles et quel en sera le coût ?	<i>MISE EN CEUVRE</i>
9	En nous basant sur l'évaluation des possibilités écologiques et des atouts programmatiques, pensons-nous pouvoir atteindre nos objectifs ?	<i>FAISABILITE</i>
10	Comment pourrions-nous déterminer si nous avançons vers la réalisation de nos objectifs ?	<i>EVALUATION DE L'AVANCEMENT</i>

Figure 5. La méthode SCP (planification de préservation de site). Cette méthode peut s'entendre comme une suite d'étapes et de questions : les réponses constituent les principales composantes du plan de préservation du site. Les REA génèrent l'information relative aux objectifs de préservation (communautés naturelles et espèces) et aux dangers, principaux éléments en entrée du processus SCP.

Préservation des communautés

La mise en œuvre d'une REA sur un site suppose l'étude des communautés locales et l'analyse du contexte humain. L'intégration d'informations sur les espèces et les types de végétation avec des données relatives au contexte humain est une autre composante de la planification de préservation d'un site (figure 5). Cette analyse du contexte humain est un processus participatif et itératif d'enquête sociale qui intègre les outils et méthodologies existants pour évaluer et décrire les relations qui lient les communautés locales à un site à préserver (Borrini-Feyerabend, 1997 ; Byers, 1996 ; FAO, 1990, Feuerstein, 1986 ; National Environment Secretariat, 1990 ; Poole, 1995 ; Slocum et al., 1995). Les populations locales sont souvent les principaux utilisateurs des ressources du site étudié et une meilleure compréhension des conflits relatifs à l'utilisation de ces ressources, des structures de pouvoir et des relations entre sexes dans les communautés avoisinantes facilite la planification des actions de préservation du site (voir, par exemple, Redford et Mansour, 1996 ; Western et Wright, 1994). Les êtres humains constituant un facteur prépondérant de l'équation de biodiversité et de la solution de préservation, une analyse des populations locales et de leurs communautés doit être menée en parallèle à toute REA.

Application des connaissances scientifiques

La REA est une application des sciences à des fins de préservation de l'environnement. La méthodologie et le processus de REA sont toujours remis en perspective par rapport à une bonne compréhension des objectifs et aux résultats attendus de la REA concernée. La REA ne doit pas être comprise comme constituant une forme de recherche fondamentale, dans la mesure où chaque REA représente une application de la science à des fins de gestion prédéfinies. Si l'objectif particulier d'une REA consiste, par exemple, à identifier la biodiversité d'une zone en vue de permettre la mise au point d'un plan de gestion, cette REA sera alors une approche de science appliquée visant à générer rapidement des données utiles sur la biodiversité en vue de la formulation d'un plan de gestion. Si l'objectif particulier de cette REA consiste, en revanche, à identifier l'abondance d'une population en vue d'évaluer la réglementation relative aux cultures agricoles, alors dans ce cas la REA est une approche de science appliquée au service de certaines décisions particulières de gestion des ressources.

Mesure du succès

La réussite d'une REA se mesure à l'aune de l'amélioration des résultats des opérations de protection, de la qualité de l'information produite, de la formation dispensée et des progrès de l'intendance des ressources locales. Les impacts en matière de préservation sont parfois évidents : conversion d'une zone en parc national ou intégration d'un programme de zonage dans un plan de gestion. Est également couronnée de succès une REA qui donne naissance à de l'information pouvant contribuer à une meilleure compréhension scientifique de la biodiversité, comme par exemple la découverte d'une espèce nouvelle, rare et en voie de disparition. L'un des aspects les plus évidents de la réussite d'une REA est la découverte d'une espèce jusque là inconnue des scientifiques. En général, pour être considérée comme un succès, une REA se doit de produire de l'information contribuant à une amélioration de la gestion et de la préservation de la zone concernée. Le Tableau 2 présente différents succès de REA.

Les REA constituent également des occasions de formation et de sensibilisation pour les scientifiques et les administrateurs de sites. La REA constitue un outil utile pour la planification des actions de préservation et les personnes formées à son utilisation constituent des actifs précieux. Cette dimension d'acquisition de compétences dans le cadre d'une REA, est absolument essentielle, dans la mesure où elle constitue un gage pour l'avenir.

Hormis ces avantages directs en matière de préservation de l'environnement et d'acquisition de compétences, une REA peut être considérée comme un succès dès lors qu'elle développe les possibilités de coopération entre différentes institutions ayant pour mission la préservation de l'environnement. Les REA peuvent contribuer à l'amélioration du cadre de définition des lois et faire office de points focaux servant à stimuler l'intérêt pour les problématiques écologiques locales.

Tableau 2. Types et fréquence des avantages que peut offrir une REA en matière de protection de l'environnement. Les REA ont permis d'améliorer de différentes manières le degré de préservation de sites, principalement par le développement d'une démarche de renforcement de la gestion. Ces données sont extraites d'une étude des impacts des REA en matière de préservation (Sedaghatkish, 1999).

<i>Avantages des REA en matière de préservation</i>	<i>Nombre de sites</i>
Nouvelle zone protégée	2
Plans de gestion	10
Présence accrue de la direction	9
Acquisitions de terrains	6
Changements en matière de zonage/limites	11
Surveillance écologique	9
Activités de restauration	6
Création/conception de corridors biologiques	4
Protection accrue de l'habitat	10
Programmes d'éducation environnementale	7
Activités de réduction des dangers	8
Programmes de recherche	11
Activités de développement durable	6
Activités de préservation des communautés	9

de la flore, méthodes d'étude de la faune, évaluation des dangers, gestion des données et intégration de l'information. Les documents qui décrivent le processus de REA et les outils utilisés à cet effet, sont présentés au fil de cet ouvrage.

Cet ouvrage est constitué de cinq parties. La Partie I traite des questions de procédé et de planification. Elle est formée du second et du troisième chapitres. Le Chapitre 1 donne une présentation générale du procédé de REA et du cadre d'échantillonnage. Nous recommandons à chaque lecteur de passer en revue la description du procédé, car elle présente l'enchaînement des étapes constitutives de toute REA, ou presque. La description du cadre d'échantillonnage est également importante, car elle montre combien la caractérisation et la cartographie de la végétation sont essentielles en tant que cadre de toute tentative d'échantillonnage du terrain. Le Chapitre 2 présente les aspects de planification et de gestion de toute REA. Une REA étant généralement un projet mené par plusieurs institutions, la problématique de sa gestion revêt une importance toute particulière.

La Partie II est axée sur les aspects cartographie et espace de la REA. Les Chapitres 3 et 4 s'adressent aux personnes désireuses de comprendre ou d'entreprendre la cartographie de la biodiversité dans le cadre d'une REA. Le Chapitre 3 décrit les technologies d'information spatiale (SIG, GPS et RS), ainsi que leur application à la préservation de l'environnement. Le Chapitre 4 décrit la cartographie d'une REA. Il contient également dix-sept cartes couleur. Douze d'entre elles décrivent l'enchaînement des activités de cartographie dans le cadre d'une REA menée à Parque Nacional del Este (Parc national de l'est), en République Dominicaine (The Nature Conservancy, 1997b). Les cinq autres cartes sont des exemples tirés d'autres REA. Le lecteur est invité à prendre connaissance de ces cartes couleur, de manière à se faire une idée visuelle synthétique du processus de REA. Un texte décrivant la REA de Parque Nacional del Este en détails, est proposé en Annexe I.

La Partie III traite des problématiques de travail sur le terrain, notamment les études de la flore et de la faune, ainsi que l'évaluation des dangers qui les menacent. Les Chapitres 5 et 6 décrivent respectivement l'étude de la végétation et de la faune. Ils s'adressent aux personnes qui souhaitent comprendre les composantes d'échantillonnage et d'analyse des espèces, inhérentes à toute REA. Le Chapitre 7 – description générale de l'évaluation des dangers – est destiné aux lecteurs qui souhaitent comprendre comment les dangers contre la biodiversité d'une région, peuvent être caractérisés.

La Partie IV concerne les questions relatives à la gestion, à l'intégration et à la transmission d'informations. Le Chapitre 8 décrit les aspects de gestion de l'information de la REA et explique comment d'importants volumes de données produits par différentes équipes de REA sont intégrés et synthétisés pour donner naissance

Structure du manuel

Ce manuel peut être exploité sous deux angles : tout d'abord, en tant que description du processus de REA ; ensuite, en tant que descriptif des principaux outils et techniques mis en œuvre dans le cadre d'une REA.

Le processus de REA en dix étapes, décrit au début du Chapitre I, se décompose grossièrement en quatre phases. La première est constituée de la conceptualisation et de la planification initiale. La seconde recouvre les ateliers de planification et de formation, ainsi que la caractérisation initiale du paysage. La troisième phase est constituée de la mise en œuvre sur le terrain. Enfin, la quatrième phase est la phase d'information et de reporting. L'ordre des chapitres de cet ouvrage suit peu ou prou l'enchaînement de ces phases.

Les principaux outils et techniques sont décrits à travers ce manuel. Il s'agit notamment des éléments suivants : classification et étude de la végétation, échantillonnage, SIG, traitement des images satellite, photographie aérienne, GPS, cartographie, production de cartes, méthodes d'étude

à un ensemble cohérent de recommandations de gestion du site concerné. Le Chapitre 9 décrit la manière dont l'effort de REA est documenté, publié et diffusé.

La Partie V (Chapitre 10) contient des commentaires sur l'avenir de la REA. Ces données sont extraites d'une étude des impacts des REA en matière de préservation (Sedaghatkish, 1999).

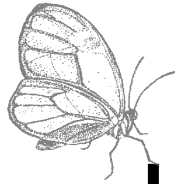
Les annexes contiennent (1) une étude de cas détaillée de la REA pour laquelle ont été développées les cartes couleur du Chapitre 4 (Parque Nacional del Este, République Dominicaine ; The Nature Conservancy, 1997b) ; (2) un ensemble complet de formulaires d'échantillonnage sur le terrain utilisés dans le cadre des REA ; et (3) un exemple de procédure de REA, qui peut servir de modèle de contrat de collaboration entre le commanditaire et les entités chargées de réaliser une REA.

Bibliographie

- Acevedo, C., J. Fox, R. Gauto, T. Granizo, S. Keel, J. Pinazzo, L. Spinzi, W. Sosa, y V. Vera. 1990. *Areas Prioritarias para la Conservación en la Región Oriental del Paraguay*. Asunción, Paraguay: Centro de Datos para la Conservación.
- Aparecida de Brito, M., C. Sobrevila, J. C. Dalponte, G. A. Borges, y T. Grant. 1991a. *Setting Conservation Priorities in the State of Mato Grosso, Brazil*. Informe inédito: The World Bank. Washington, D.C.: The World Bank.
- Aparecida de Brito, M., C. Sobrevila, T. Grant, y J. Walsh. 1991b. *Rapid Ecological Assessment of Rio Sepotuba, Mato Grosso, Brazil*. Unpublished report: The World Bank. Washington, D.C.: The World Bank.
- Austin, M. P., y C. R. Margules. 1986. "Assessing Representativeness". *Wildlife Conservation Evaluation*. Ed. M. B. Usher, pp. 45-67. London, England: Chapman and Hall.
- Beattie, A. J., y I. Oliver. 1994. Taxonomic Minimalism. *Trends in Ecology and Evolution*: 9: 488-90.
- Borrini-Feyerabend, G., ed. 1997. *Beyond Fences: Seeking Social Sustainability in Conservation (Volumes I and II)*. Gland, Switzerland: International Union for the Conservation of Nature.
- Buttrick, S. C. 1992. "Habitat management: a decision making process". *Rhodora* 94: 258-286.
- Byers, B. A. 1996. *Understanding and Influencing Behaviors in Conservation and Natural Resources Management*. African Biodiversity Series, No. 4. Washington, D.C.: Biodiversity Support Program.
- Centro de Datos para la Conservación-Paraguay. 1991. *Estudios Biológicos en el Area del Proyecto Mbaracayú, Canindeyú, República de Paraguay: Caracterización de las Comunidades Naturales, la Flora y la Avifauna*. Asunción, Paraguay: Centro de Datos para la Conservación.
- Chernoff, B. 1998. *Biodiversity and conservation of aquatic systems: Rapid assessment programs, establishing priorities, and ethical considerations*. En N. Castagnoli, ed., Symposium on Biodiversity and Conservation, 58.2, in Proceedings of the Pan American Veterinary Congress XV.
- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder, y G. Ledec. 1995. *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, D.C.: Banco Mundial.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 1990. *The Community's Toolbox: The Idea, Methods y Tools for Participatory Assessment, Monitoring y Evaluation in Community Forestry*. Community Forestry Field Manual 2. Preparado por D'Arcy Davis Case. Bangkok, Thailly: FAO Regional Wood Energy Department.
- Fawver, R., y R. Sutter. 1996. Threat Assessment. Chapter 9 in *Site Conservation Planning Manual*. Documento técnico inédito. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Feuerstein, M-T. 1986. *Partners in Evaluation: Evaluating Development and Community Programmes with Participants*. London: MacMillan.
- Foster, R. B., T. A. Parker III, A. H. Gentry, L. H. Emmons, A. Chicchón, T. Schulenberg, L. Rodríguez, G. Lamas, H. Ortega, J. Icochea, W. Wust, M. Romo, J. A. Castillo, O. Phillips, C. Reynel, A. Kratter, P. K. Donahue, y L. J. Barkley. 1994. *The Tambopata-Candamo reserved zone of southeastern Perú: a biological assessment*. Washington, D.C.: Conservation International

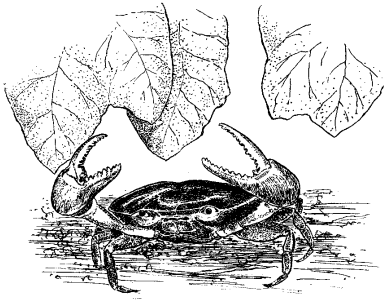
- Grossman, D. H., S. Iremonger, y D. M. Muchoney. 1991. *Jamaica: A Rapid Ecological Assessment. Phase I: An Island-Wide Characterization & Mapping of Natural Communities & Modified Vegetation Types*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Institute of Environmental Assessment. 1995. *Guidelines for Baseline Ecological Assessment*. London: Chapman and Hall.
- Janzen, D. H., y W. Hallwachs. 1994. *All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI) of Terrestrial Systems. A generic protocol for preparing wildland biodiversity for non-damaging use*. Informe borrador de un taller de National Science Foundation, Abril 16-18, 1993, Philadelphia, Pa.
- Jermy, C., Long, M. Sands, N. Stork, y S. Winser, eds. 1995. *Biodiversity Assessment: A Guide to Good Practice*. London: Department of the Environment/HMSO.
- Lammert, M., y J. Higgins. 1997. *A Classification Framework for Freshwater Communities: Proceedings of The Nature Conservancy's Aquatic Community Classification Workshop*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Leary, T., ed. 1993. *Rapid Ecological Survey of the Arnavon Islands: A report to the landowners of the Arnavon Island Group*. Solomon Islands: The Nature Conservancy and Environment and Conservation.
- Margules, C. R., y M. P. Austin, eds. 1991. *Nature Conservation: Cost Effective Biological Surveys and Data Analysis*. Australia: CSIRO.
- Margules, C. R., y T. C. Redhead. 1995. *BioRap: Guidelines for using the BioRap Methodology and Tools*. Australia: CSIRO.
- Nature Conservancy, The. 1997a. *Designing a Geography of Hope: Ecoregion-based Conservation in The Nature Conservancy*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Nature Conservancy, The. 1997b. *Evaluación Ecológica Integral: Parque Nacional del Este, República Dominicana. Tomo 1: Recursos terrestres*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- NES. 1990. *Participatory Rural Appraisal*. National Environment Secretariat en Kenya, Clark University, Egerton University y el Center for International Development and Environment of the World Resources Institute.
- Oren, D., J. Cardoso da Silva, G. Colli, A. Nunes, H. Higuchi, M. Fernandes da Silva, S. Soares de Almeida, y L. Barbosa. 1998. *Rapid Ecological Assessment of the Chamflora Lands, Amapá*. Belém, Brazil: Museu Paraense Emilio Goeldi.
- Poole, P. 1995. *Indigenous Peoples, Mapping and Biodiversity Conservation*. Washington, D.C.: Biodiversity Support Program y World Wildlife Fund.
- Redford, K., y J. Mansour, eds. 1996. *Traditional Peoples and Biodiversity Conservation in Large Tropical Landscapes*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Roberts, L. 1991. Ranking the rainforests. *Science*: 251:1559-1560.
- Sedaghatkish, G. 1999. *Rapid Ecological Assessment Source Book*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Scott, J. M., T. H. Tear, y F. W. Davis. 1996. *Gap Analysis: A Landscape Approach to Biodiversity Planning*. Bethesda, MD: American Society of Photogrammetry and Remote Sensing.
- Slocum, R., L. Wichhart, D. Rocheleau, y B. Thomas-Slayter, eds. 1995. *Power, Process and Participation: Tools for Change*. London: Intermediate Technologies Publications.
- Sobrevila, C., y P. Bath. 1992. *Evaluación Ecológica Rápida: Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Spellerberg, I. 1992. *Evaluation and Assessment for Conservation*. London: Chapman and Hall.
- UNEP (United Nations Environment Program). 1995. *Global Biodiversity Assessment*. Editado por V. H. Heywood, y R. T. Watson. Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Western, D., y R. M. Wright. 1994. *Natural Connections: Perspectives in Community-based Conservation*. Washington, D.C.: Island Press.

PARTIE I



**LE PROCESSUS
D'ÉVALUATION
ENVIRONNEMENTALE
RAPIDE ET SA
PLANIFICATION**

Chapitre 1



Le cadre du processus d'évaluation environnementale rapide et de l'échantillonnage

Roger Sayre

Deux aspects de la REA sont essentiels pour en comprendre le concept global : la chaîne de mise en œuvre en dix étapes, puis la démarche et le cadre d'échantillonnage. Ce chapitre commence par une caractérisation des dix étapes du processus de REA. Dans un second temps, il décrit le cadre d'échantillonnage, en commençant par une description de la classification et de la cartographie des types de végétation. Suit ensuite une description de la différence entre classifications de la végétation et classifications à base d'images, ainsi que de la manière dont il est possible de concilier ces deux méthodes. Le chapitre conclut en traitant la question de l'échantillonnage des espèces, de l'intensité de l'échantillonnage et des plans d'échantillonnage.

Le processus

De manière générale, toute REA est une chaîne d'événements se déroulant en dix étapes dont chacune est constituée d'une série d'activités. Les différentes étapes s'enchaînent comme suit :

1. Développement conceptuel
2. Planification initiale
3. Caractérisation initiale du paysage
4. Atelier de planification
5. Atelier de formation
6. Mise en œuvre sur le terrain
7. Production de rapports pour chaque discipline

8. Intégration et synthèse de l'information
9. Préparation du rapport final et des cartes
10. Publication et diffusion des produits

Bien que toute REA n'intègre pas obligatoirement ces dix étapes dans l'ordre indiqué ci-dessus, il s'agit néanmoins là d'un enchaînement-type.

Développement conceptuel

La phase de développement conceptuel correspond à l'émergence de l'idée de la REA, ainsi qu'aux débats initiaux concernant les avantages et les inconvénients d'une telle méthode. La nécessité de générer de l'information biologique sur une région peut être identifiée par le gouvernement, la population locale, les scientifiques internationaux, les ONG écologiques locales, ou toute autre entité. Si la nécessité de générer cette information peut être associée à un montage financier rendant l'opération possible, la REA est conceptualisée. Généralement, cette conceptualisation est assurée par l'organisme chargé de la mise en œuvre de la REA. Au final, cet organisme est chargé de toute la planification et de la mise en œuvre des opérations.

Planification initiale

La phase de planification initiale suit de près la conceptualisation de la REA. Durant cette phase, l'organisation chargée de mettre en œuvre la REA propose officiellement de procéder à une REA et tente généralement d'identifier la portée géographique, de déterminer les objectifs, de trouver les sources de financement, d'identifier les collaborateurs, de calculer les délais et de solliciter l'aide de la communauté scientifique, du gouvernement et des populations locales. La sécurité financière du projet doit être assurée avant que la REA puisse être annoncée publiquement. En effet, en l'absence du financement nécessaire, il est possible qu'il faille revenir sur la décision de réaliser la REA. L'identification des institutions et des personnes qui collaboreront à la REA revêt la plus haute importance. A cet effet, le rôle, la réputation, la disponibilité, le coût, les préjugés et les pressions politiques des différents collaborateurs sont autant d'aspects à examiner de près.

Caractérisation initiale du paysage

La phase de caractérisation initiale du paysage recouvre l'interprétation des images (images satellite ou photographies aériennes) de manière à pouvoir classer le paysage étudié en fonction des unités de végétation, lesquelles correspondent généralement aux types de végétation ou aux classes de couvert végétal–occupation des sols qui y sont rencontrés. La détermination de ces caractéristiques à partir d'images (création d'unités de végétation) révèle le nombre et la distribution des différents types de végétation. La classification de la zone étudiée en types de végétation est un aspect fondamental du concept de REA, qui distingue cette méthode des autres types d'évaluations rapides de la biodiversité. Cette classification est un préliminaire et les types de végétation ne doivent pas nécessairement être identifiés pendant la création d'unités de végétation initiale, dans la mesure où ils seront obligatoirement vérifiés dans le cadre du travail de terrain qui suivra. En revanche, il est extrêmement important d'englober dans un système d'unités de végétation toutes les terres constitutives du site à étudier. Cette organisation par classes s'impose pour deux raisons : (1) elle permet de caractériser et de cartographier la biodiversité des paysages et (2) elle permet d'établir un cadre d'échantillonnage au sein duquel pourra être effectué l'échantillonnage du terrain. Une fois la zone délimitée en types de végétation, le nombre et les éléments logistiques des visites du terrain peuvent être définis. La phase de caractérisation initiale du terrain comporte souvent des missions de reconnaissance par survol en hélicoptère ou avion, qui permettent d'entamer le processus d'identification des unités de végétation inconnues et de se familiariser avec la région considérée.

Ateliers de planification et de formation

L'atelier de planification constitue l'étape la plus critique du processus. Durant cet atelier, tous les collaborateurs identifiés se réunissent pour mettre au point une vision commune. L'atelier produit une forme de consensus sur les objectifs, qui diffèrent généralement des objectifs de départ. Cet atelier donne également naissance à un plan de travail, adopté par consensus. Le plan de travail consiste à affecter des tâches spécifiques à des personnes qui en sont responsables et à établir des référentiels (*benchmarks*) et des dates butoirs.

L'atelier de formation peut être combiné avec l'atelier de planification ou reporté à une date ultérieure. Cet atelier assure des formations relatives aux activités techniques telles que la cartographie, le découpage du terrain en parcelles ou le recueil de données. L'atelier de formation permet aux spécialistes des différentes disciplines d'apprendre à utiliser les techniques standard d'échantillonnage et les formulaires de terrain. Les formations sont dispensées par des scientifiques experts en REA.

Mise en œuvre sur le terrain

C'est durant la phase de mise en œuvre sur le terrain qu'ont lieu les activités de recueil de données. L'équipe de terrain rassemble des scientifiques hautement qualifiés dans les différentes disciplines. Ces scientifiques sont souvent constitués en groupes représentatifs de disciplines taxonomiques (botanique, herpétofaune et avifaune, par exemple). Ces groupes échantillonnent la zone étudiée en visitant différents emplacements d'échantillonnage prédéfinis, au sein des types de végétation représentatifs identifiés durant la phase de caractérisation initiale du paysage. Les opérations d'échantillonnage du terrain nécessitent une parfaite coordination logistique. Pour maximiser l'efficacité et la concentration des efforts, il est préférable de procéder à des initiatives d'échantillonnage plus longues, bien coordonnées, en petit nombre, effectuées par une équipe plutôt qu'à plusieurs efforts de courte durée menés par des scientifiques isolés. Après cela, les données de terrain sont géoréférencées avec précision à l'aide des technologies de positionnement global (GPS), pour être ensuite cartographiées et analysées.

Production de rapports pour chaque discipline

La phase de Production de rapports pour chaque discipline recouvre l'analyse des données et la présentation des résultats par des groupes individuels. Elle fait suite aux activités de recueil de données. Chaque groupe produit un document autonome décrivant de manière détaillée les objectifs, les méthodologies, les principaux constats et les conclusions auxquelles il est parvenu. Ces rapports sont le principal élément utilisé en entrée pour l'intégration et la synthèse des informations tirées des REA, en vue de la préparation du rapport final de REA. Bon nombre de collaborateurs se retirent de l'initiative de REA après avoir généré leurs propres rapports sur les taxa ou leur discipline, et ce pour trois raisons : (1) leurs rapports constituent à eux seuls une contribution majeure à la science et à la gestion de la biodiversité ; (2) d'autres personnes se voient confier le rôle d'intégrer l'information finale et de rédiger les rapports ; et (3) le manque de sources continues de financement décourage les efforts prolongés.

Intégration et synthèse de l'information

Une fois l'ensemble des rapports réalisés dans chaque discipline soumis à l'organisme chargé de la mise en œuvre de la REA, la phase d'intégration et de synthèse de l'information peut commencer. Ce travail peut être optimisé à condition d'être réalisé par une petite équipe de personnes connaissant bien la région et les problématiques écologiques. La phase d'intégration recouvre la lecture des rapports et des cartes produits par chaque dis-

cipline, l'analyse des résultats dans une perspective pluridisciplinaire, l'extraction des informations essentielles de chaque rapport, la reformulation de l'information dans un nouveau cadre pluridisciplinaire, et l'élaboration de conclusions et de recommandations de gestion du site, qui seront présentées dans le rapport de REA.

La phase d'intégration est l'étape la plus difficile du processus de REA. Le passage en revue de documents, l'extraction d'informations et le rassemblement de ces informations pour donner naissance à une synthèse cohérente, est loin de constituer un processus trivial. Souvent, la vision d'origine de la REA se perd à ce stade. En effet, il peut s'avérer difficile de faire correspondre d'importants volumes d'information brute avec les objectifs à satisfaire. La difficulté de ce travail peut également être exacerbée si les participants éprouvent une impatience grandissante et sont désireux de terminer le projet au plus tôt. La phase d'intégration prend généralement la forme d'un atelier.

Rapport final, publication et diffusion

Les deux dernières phases – préparation du rapport final et des cartes, puis publication et diffusion des produits – exigent un immense effort qui doit permettre de transformer le projet de document du stade d'intégration et de synthèse d'information à celui d'un document concis, utile et visuellement attrayant accompagné de sa cartographie. De nombreuses versions préliminaires sont d'un style tout à fait commun et doivent par conséquent être relues et peaufinées tant pour leur forme que pour leur contenu. Certains donateurs peuvent souhaiter prendre connaissance des documents avant leur publication. Si un document doit être traduit dans une autre langue, les ressources humaines et/ou financières nécessaires doivent être prévues. La décision de traduire doit être prise au tout début du processus de REA pour permettre le lancement des travaux dès qu'un rapport final acceptable devient disponible.

Ces dix étapes décrivent le processus de REA et permettent d'en mesurer l'avancement. Nous allons à présent nous intéresser au cadre d'échantillonnage de la REA.

Le cadre d'échantillonnage

Les types de végétation constituent le cadre d'échantillonnage de toute REA. Les espèces sont étudiées à l'intérieur de chaque type de végétation. Les types de végétation sont organisés et décrits sous forme de systèmes de classification de la végétation.

Classification de la végétation

Par classification de la végétation, il faut entendre le regroupement de types semblables de végétation sur la base de critères logiques. La classification est généralement de type hiérarchique et contient la description des types d'unités classées (FGDC, 1996 ; Grossman et al., 1998). Toute classification de végétation se présente sous forme d'une liste ordonnée, hiérarchique et logique des types de végétation caractérisés d'une zone ou d'une région. Un exemple partiel de classification de la végétation provenant d'une REA réalisée à Guantanamo, Cuba (Sedaghatkish et Roca, 1999) est présenté dans l'Encadré 1-1. Différents systèmes de classification sont utilisés dans différentes régions du monde. Ces systèmes sont basés sur la structure de la végétation (critères physiologiques), la composition de la végétation (critères floristiques), ou encore une classification mixte alliant structure (aux niveaux hiérarchiques supérieurs) et composition (aux niveaux hiérarchiques inférieurs) (FGDC, 1996 ; Grossman et al., 1998). Pour chaque REA est sélectionnée une classification adéquate de la végétation permettant de décrire les types végétaux à échantillonner et à caractériser.

Types de végétation

Les types de végétation les plus couramment cartographiés dans le cadre de REA englobent des communautés végétales et des classes de couvert végétal. Par communauté végétale, il faut entendre un assemblage naturel

FORÊT TROPICALE ARIDE

Forêt de Phyllostylon

Alliance de forêts de *Phyllostylon brasiliensis*

Association : *Phyllostylon brasiliensis* - *Senna sp.* - *Stenocereus histrix*

Forêt de cactus Phyllostylon

Alliance de forêts de *Phyllostylon brasiliensis*

Association : Forêt de *Phyllostylum brasiliensis*

FORÊTS/FOURRES DE MANGROVES

Forêt maritime de mangroves rouges

Forêt de *Rhizophora mangle* inondables par les marées

Forêt semi-insulaire *Rhizophora mangle*

Fourrés de mangroves noirs

Fourrés de *Avicennia germinans* inondable par les mareas

Association : Fourrés de *Avicennia germinans*/*Batis maritima*

FORÊT DE PALMIERS

Forêt de Bucida

Alliance de forêts de *Bucida spinosa* inondado saisonnièrement

Association : Bosque de *Bucida spinosa* - *Harrisia taylori*/*Cordia globosa*

Forêt de Cordia

Alliance de forêts de *Cordia dentata* inondado estacionalmente

Association : Fourrés de *C. fragrans*-*Croton (rosmarinoides, stenophyllus)* Shrub land

FOURRES DE PALMIERS

Fourrés de Coccothrinax

Alliance de forêts de *Coccothrinax fragrans*

Association : Arbustal de *Coccothrinax fragrans*

Fourrés de Croton-Coccothrinax

Alliance de fourrés de *Coccothrinax fragrans* - *Croton (rosmarinoides, stenophyllus)*

Association : Fourrés de *Coccothrinax fragrans* - *Croton (rosmarinoides, stenophyllus)* Shrub land

FOURRES TROPICAUX ARIDES

Fourrés de cactus/Fourrés d'épines

Alliance de forêts de *Stenocereus peruvianus*

Association : Fourrés de *Stenocereus peruvianus* - *Plumeria tuberculata*

Alliance de arbustal de *Randia aculeata*

Association : Fourrés de *Randia aculeata* - *Tabebuia myrtifolia*

Fourrés de Colubrina

Alliance de fourrés de *Colubrina elliptica*

Association : Fourrés de *Colubrina elliptica*

ROCHES A VEGETATION EPARSE

Pavage rocheux littoral

Alliance de *Rachicallis americana* éparses

Association : Végétation éparses de *Rachicallis americana* / *Caribea littoralis*

Affleurement ouvert à fourrés

Alliance de *Melocactus harlowii* éparses

Association : Végétation éparses de *Melocactus harlowii* - *Agave albescens*

Encadré 1-1. Classification (partielle) de la végétation produite dans le cadre d'une REA réalisée dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba (Sedaghatkish et Roca, 1999).

d'espèces de plantes qui coexistent et interagissent tout en dépendant de leur environnement, qu'elles modifient (Mueller – Dombois et Ellenberg, 1974). Les communautés végétales sont souvent désignées par des descripteurs à la fois phytosociologiques et floristiques (FGDC, 1996 ; Grossman et al., 1998). Les classes de couvert végétal, quant à elles, sont des regroupements plus vastes de types semblables de végétation, comme par exemple les forêts, les marais ou encore la brousse (Anderson et al., 1976). Des images à résolution spatiale relativement élevée (photographies aériennes ou images satellite haute résolution) permettent souvent de délimiter les communautés végétales. Les images faible résolution en revanche permettent uniquement de délimiter le couvert végétal. Dans cet ouvrage, nous utiliserons le terme de *types de végétation* pour représenter aussi bien les communautés végétales que les classes de couvert végétal.

Les types de végétation représentent souvent des unités logiques de gestion parce qu'ils ont une portée spatiale quantifiable pour laquelle peuvent être formulées des stratégies de gestion en vue de leur préservation. Les résultats d'une REA fournissent les informations nécessaires à la prise de décision relative à la préservation d'un site. C'est pourquoi les informations d'une REA sont mieux représentées sous forme d'unités de paysage auxquelles sont associés des éléments de la biodiversité des espèces. La cartographie des types de végétation permet généralement d'atteindre cet objectif.

La cartographie des types de végétation requiert nécessairement l'interprétation d'images obtenues par télédétection pour caractériser les unités d'un paysage (Lillesand et Kiefer, 1994). Cette interprétation se fait par pré-classification des images, vérification sur le terrain puis classement et affinement des cartes. Ces différentes tâches sont décrites dans les sections qui suivent.

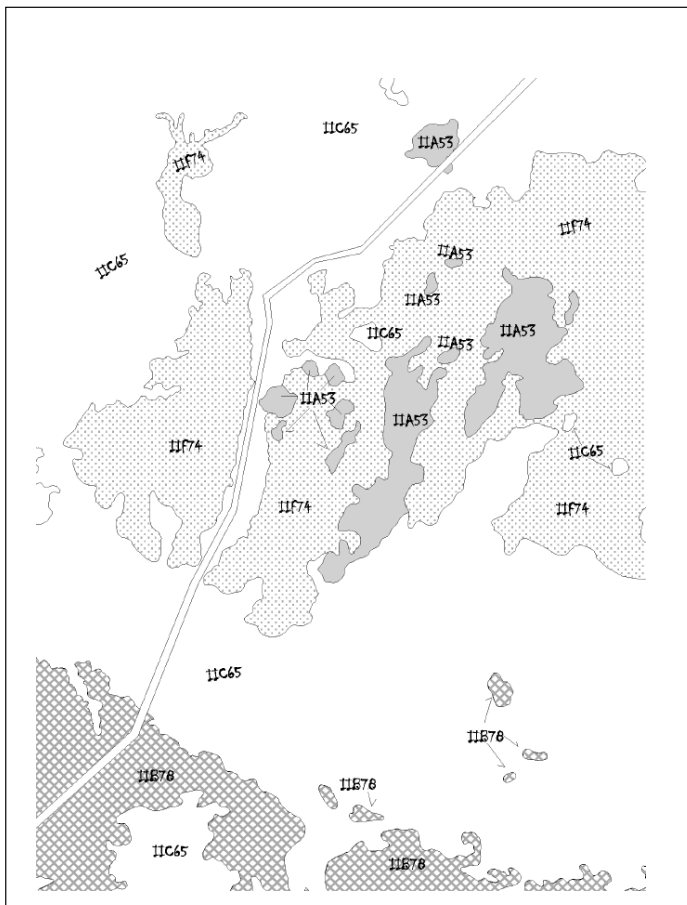


Figure 1-1. Carte des polygones inconnus provenant d'une analyse de caractérisation initiale du paysage. Chaque type de végétation est codé par une étiquette pouvant contenir des informations sur l'unité de végétation considérée (par exemple, nom de la personne, classe de signature spectrale, région d'échantillonnage). Mais la véritable identité des polygones n'est déterminée qu'au moment de l'échantillonnage et de la vérification sur le terrain.

Classification à base d'images de télédétection

Toute image obtenue par télédétection (photographie aérienne ou image satellite) contient des polygones représentant des zones caractérisées par un peuplement végétal ou une végétation différents. Par exemple, l'observation d'une image satellite ou d'une photographie aérienne couleur permet en général de discerner différentes caractéristiques spectrales. La délimitation de ces caractéristiques sur une carte se traduit par un ensemble de polygones qu'il est ensuite possible de classer. Cette activité appartient à la phase de caractérisation initiale du paysage et donne naissance à une carte de polygones pré-classés, souvent désignée par le terme de « carte des polygones inconnus » (Figure 1-1). Ces polygones cartographiés constituent la classification par télédétection, à distinguer d'une classification non cartographiée de la communauté végétale. La classification de la végétation peut être distribuée dans l'espace (cartographiée) par affectation des différentes unités de végétation décrites dans le système de classification aux polygones qui constituent l'image. Il convient ensuite de vérifier que les unités de végétation rencontrées en un point donné du sol correspondent bien à l'unité cartographiée pour ce point (Lillesand et Kiefer, 1994).

Rapprochement des systèmes de classification

La cartographie d'une classification de végétation par affectation de types de végétation à des caractéristiques délimitées sur la base de l'interprétation d'image peut constituer un effort difficile et parfois donner lieu à des conflits entre écologues soucieux de classer la végétation et spécialistes de la télédétection. Ce conflit est dû au fait que (1) certains types de végétation décrits ne peuvent être distingués dans les images et (2) les caractéristiques qui peuvent être discernées sur les photographies aériennes ou les images satellite ne correspondent pas toujours aux types de végétation décrits. Par exemple, bien qu'un écologue spécialiste de la végétation puisse identifier une forêt de pins, une forêt d'épicéas/de sapins et une forêt de sapins-ciguë comme étant trois types de végétation distincts, il est possible que ceux-ci ne puissent pas être distingués les uns des autres dans une classification à base de télédétection où tous ces types risquent d'être confondus sous l'appellation de forêt de conifères semper virens. La carte obtenue, qui représente la distribution spatiale des types de végétation, aura tendance à constituer un compromis entre la végétation identifiable sur une image et les types de végétation décrits dans une classification et vérifiés sur le terrain.

La REA étant une technique rapide, préliminaire et non exhaustive, le fait de prédire où doivent se trouver les différentes communautés végétales en se basant sur la connaissance des facteurs abiotiques qui en contrôlent la distribution ne relève pas de cette méthodologie. Du point de vue pratique et simpliste de la gestion, le fait d'interpréter des unités de paysage à partir d'images pour ensuite les échantillonner sur le terrain afin de déterminer leur véritable identité, constitue une approche bien plus sage. Du fait des limitations de temps et de budget, les polygones d'une carte de polygones inconnus (Figure 1-1, par exemple) ne pourront être tous contrôlés. Là encore, le produit final représentera le meilleur compromis possible entre données télédétectées et données vérifiables sur le terrain. En REA, l'approche de cartographie est par essence une classification par télédétection étayée par un travail de terrain.

L'approche d'échantillonnage sur le terrain

L'échantillonnage sur le terrain est réalisé en certains points situés à l'intérieur d'exemples présélectionnés de chaque type de végétation. Les lieux d'échantillonnage ne sont déterminés ni par une grille ni par des sections de gradient environnemental (gradsect). Les unités de végétation à échantillonner sont en réalité sélectionnées à partir d'une étude de la carte des polygones inconnus (Figure 1-1 par exemple) produite durant la phase de caractérisation initiale du paysage. Cette carte contient l'ensemble des unités de végétation (polygones) de la zone étudiée, dont un sous-ensemble est sélectionné en vue d'être échantillonné. Le travail sur le terrain donne lieu à deux types d'échantillonnage de la végétation : (1) échantillonnage en certains points pour vérifier le type de la végétation et identifier les groupes floristiques dominants et (2) échantillonnage sur certaines parcelles cor-

respondant à un sous-ensemble de ces points en vue d'obtenir une information quantitative pour l'estimation de la diversité des plantes.

Toute REA comprend une cartographie de la distribution des types de végétation sur le site étudié. Cette cartographie exige que bon nombre de ces types de végétation soient visités et vérifiés. Ainsi l'équipe chargée de la végétation sélectionne les unités de végétation à échantillonner. Cette sélection doit comporter des exemples représentatifs de tous les types de végétation rencontrés sur le site. L'échantillonnage de la faune est réalisé à travers tous les types de végétation, tout en limitant les doublons au sein de chaque type de végétation, les méthodologies d'étude des animaux étant parfois complexes (pièges par exemple). En outre, l'équipe chargée de la faune identifie souvent des lieux d'échantillonnage supplémentaires qui ne correspondent pas obligatoirement aux emplacements déterminés par l'équipe chargée de la végétation pour la vérification des types de végétation. Dans ces cas, l'équipe chargée de la vérification des types de végétation accepte d'échantillonner également ces emplacements supplémentaires.

Pour les études de plantes, les emplacements d'échantillonnage sont des points dont les coordonnées sont géolocalisées précisément à l'aide d'un récepteur GPS. Les espèces sont identifiées dans un rayon de 20 mètres autour du point considéré. Les parcelles établies pour quantifier la diversité mesurent généralement 20 mètres par 20 mètres (forêts) ou 10 mètres par 10 mètres (fourrés, prairies).

Sélection d'emplacements d'échantillonnage

Les emplacements d'échantillonnage situés dans les unités de végétation sont sélectionnés par examen visuel de l'image et de la carte des polygones inconnus correspondante. Cette sélection se base sur la représentativité, la valeur biologique connue ou supposée, l'accessibilité, la proximité d'autres paysages différents, le niveau de danger et la disponibilité de l'information. Tandis qu'un inventaire écologique traditionnel aura tendance à insister sur l'échantillonnage objectif du terrain en se basant sur des emplacements dont les paires de coordonnées sont fixées de manière aléatoire, sur des transects ou sur des grilles d'échantillonnage posées sur la zone à étudier toute entière (Magurran, 1988 ; Heyer et al., 1994 ; Wilson et al., 1996 ; Kent et Coker, 1992), la REA se concentre sur l'échantillonnage des types de végétation cartographiés. Cet échantillonnage est souvent déterminé par l'accès et l'efficacité. Bien qu'il soit procédé à l'échantillonnage d'unités redondantes, le processus d'échantillonnage ne vise pas à être aussi rigoureux sur la plan statistique qu'un inventaire écologique traditionnel. Une bonne connaissance des grandes perturbations qui ont affecté la zone par le passé est également d'une grande importance, dans la mesure où ces phénomènes ont un impact sur la biote.

La distribution des types de végétation et de la faune

Les REA utilisent les types de végétation en tant que cadre pratique pour l'étude des taxa de la faune, mais le degré d'influence de l'organisation spatiale de la végétation sur la distribution des animaux varie énormément et est difficile à caractériser avec précision. Par exemple, certaines faunes réagissent plus aux variables structurelles d'une forêt qu'à la composition des espèces (MacArthur, 1964 ; Chadwick et al., 1986). Les REA ne visent pas à déterminer avec rigueur les affinités d'habitat des groupes de faune. Elles se contentent de souligner la présence d'une certaine faune dans le ou les types de végétation où elle se rencontre. En REA, les types de végétation sont considérés comme le cadre le plus utile au plan biologique pour permettre une description préliminaire de la distribution des animaux.

Les plantes sont généralement distribuées en fonction de la température, des précipitations et de la géomorphologie (Holdridge, 1967 ; Austin, 1987 ; Austin et Smith, 1989). En outre, certains facteurs historiques, comme par exemple les barrières à la dispersion ou les interactions interspécifiques passées ou présentes, influencent également la distribution des plantes (Mueller-Dombois et Ellenberg, 1974 ; Connelle, 1980). Les conditions micro-climatiques et physiques locales peuvent contrôler la distribution de la végétation, parfois même à une échelle inférieure à un mètre. Dans certains cas, la distribution des communautés animales est étroitement liée à celle des types de végétation. Ceci peut être dû au fait que les communautés animales sont intimement associées, voire dépendantes de la végétation, ou encore tout simplement parce qu'elles sont distribuées

en fonction de variables écologiques qui les contrôlent et pourraient être tout aussi présentes en un point donné si celui-ci était recouvert d'un type de végétation totalement différent.

La mobilité des animaux et leur comportement saisonnier et diurne font que l'effort d'échantillonnage les concernant diffère considérablement de l'effort d'échantillonnage ordinaire de la végétation qui, quant à lui, peut se permettre d'être ponctuel dans le temps. Pour cette raison et bien d'autres, nous recommandons (1) un échantillonnage préliminaire des populations animales dans les communautés végétales à caractériser dans le cadre d'une REA et (2) un échantillonnage supplémentaire si nécessaire (et si les ressources le permettent) pour caractériser la distribution spatiale et temporelle de certaines faunes. Les préférences de certaines espèces en matière d'habitat sont relativement bien comprises ; cette information, si elle existe, doit être exploitée pour affiner les méthodes d'échantillonnage de la faune. Des informations complémentaires sur l'échantillonnage des espèces sont données aux Chapitres 5 (végétation) et 6 (faune).

Intensité de l'échantillonnage

L'intensité de l'échantillonnage dépend du volume d'information souhaité et des ressources disponibles qui peuvent contribuer au travail de terrain. Des discussions sur l'intensité de l'échantillonnage doivent être tenues durant la phase de planification initiale. Les contraintes de temps risquent de limiter la capacité de réaliser un échantillonnage redondant sur de nombreux exemples au sein d'une même communauté végétale. En général, deux méthodes d'échantillonnage de la biodiversité peuvent être appliquées. La méthodologie d'échantillonnage REA la plus répandue et la moins onéreuse suppose une caractérisation de la végétation et de la distribution de certaines taxa à un moment donné, par cartographie des types de végétation et enregistrement des occurrences des espèces rencontrées durant le travail de terrain. La seconde méthode d'échantillonnage vise à caractériser l'abondance des différentes espèces et le travail de terrain comporte généralement une composante saisonnière. La caractérisation de l'abondance des espèces ou leur abondance relative, est généralement associée à un travail standard d'inventaire des espèces. A ce titre, elle requiert un échantillonnage exhaustif, qui ne relève généralement pas d'une REA standard.

Le principe d'échantillonnage est basé sur la représentativité, avec des doublons, dans les différents types de végétation. Autrement dit, tous les types de végétation identifiés à partir de l'interprétation d'une image doivent être visités, puis échantillonnés en différents points de manière à saisir les variations au sein d'un même type de végétation. Il est nécessaire de prévoir plusieurs échantillons d'un même type pour assurer la fiabilité de la carte finale des types de végétation.

Il convient souvent de subdiviser la zone à étudier en plusieurs « régions » d'échantillonnage, établies en fonction des unités écologiques. Par exemple, les lignes de partage des eaux peuvent constituer de bonnes unités de planification spatiale dans la mesure où (1) elles sont faciles à délimiter et à cartographier ; (2) elles constituent des unités de gestion logiques à des fins autres que la préservation (production agricole ou aménagement des eaux, par exemple) ; et (3) elles sont facilement reconnaissables sur le terrain par les humains. Les lignes de partage des eaux ont été exploitées avec succès en tant qu'unités de planification spatiale et d'échantillonnage dans le cadre de REA (FPSNSM, sous presse). Cependant, l'établissement de régions d'échantillonnage sur un site est plus souvent basé sur des considérations pratiques telles que l'accès, la taille de la zone à étudier, la présence humaine, l'urgence d'une bonne gestion ou la planification logistique. L'importance de l'échantillonnage est souvent limitée aux zones naturelles ou aux zones les moins touchées par l'homme. Plusieurs polygones spécifiques sont désignés dans le plan d'échantillonnage en vue d'être visités. Le nombre et l'emplacement des polygones à échantillonner sont choisis d'après analyse de la carte des polygones inconnus. Le choix des polygones à échantillonner n'est généralement pas basé sur une analyse statistique, mais plutôt sur une combinaison de considérations pratiques et d'intuition.

Pour des raisons pratiques, les zones d'échantillonnage prévues doivent être celles qui présentent le plus grand nombre de classes distinctes dans un périmètre relativement restreint, ce qui peut permettre d'optimiser l'efficacité de l'opération. La détermination des polygones à échantillonner est prise par consensus. Cette décision se base généralement sur les objectifs, les contraintes de ressources et l'accessibilité. Généralement, les poly-

gones choisis sont vastes et facilement accessibles. Il est possible que certains polygones représentatifs mais difficiles d'accès doivent être vérifiés par étude aérienne.

Quelle que soit l'intensité de l'échantillonnage, tous les types de végétation doivent être échantillonnés. Dans le cadre d'un travail d'inventaire biologique standard réalisé sur le terrain, les emplacements sont déterminés statistiquement et localisés de manière aléatoire. L'échantillonnage d'une REA est rarement rigoureux au plan statistique. Il se doit cependant d'être aussi complet que possible, en fonction de l'accessibilité et des ressources. Un plan d'échantillonnage doit expliquer comment ont été déterminés les polygones à échantillonner. Les techniques utilisées pour échantillonner les plantes et les animaux varient en fonction des objectifs et du budget d'une REA. Des suggestions quant à la manière de choisir les méthodes d'échantillonnage qui conviennent sont données aux Chapitres 5 et 6.

Le plan d'échantillonnage

Le plan d'échantillonnage est un document qui identifie les zones à échantillonner dans le cadre du travail de terrain. En outre, il désigne les équipes chargées du travail de terrain et établit un chronogramme où sont indiquées les dates des différentes activités d'échantillonnage. Le plan d'échantillonnage décrit la stratégie d'échantillonnage de la zone étudiée, qui est souvent subdivisée. Le Tableau 1-1 représente le plan d'échantillonnage d'une REA réalisée dans la région de Chaco, au Paraguay.

Bibliographie

- Anderson, J. R., E. E. Hardy, J. T. Roach et R. E. Witmer. 1976. *A Land Use and Land Cover Classification System for Use with Remote Sensor Data*. U.S. Geological Survey Professional Paper 964. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Austin, M. P. 1987. Models for the analysis of species response to environmental gradients. *Vegetatio* 69:35-45
- Austin, M. P. et T. M. Smith. 1989. A new model for the continuum concept. *Vegetatio* 83:35-47
- Chadwick, N. L., D. R. Progulsk, et J. T. Finn. 1986. Effect of fuelwood cutting on birds in Massachusetts hardwood forests. *Journal of Wildlife Management* 50:398-405.
- Connell, J. H. 1980. Diversity and the co-evolution of competitors, or the ghost of competition past. *Gikos* 35:131-138
- FGDC (Federal Geographic Data Committee). 1996. *Vegetation Classification and Information Standards*. Reston, Va.: FGDC Secretariat.
- FPSNSM (Fundacion Pro Sierra Nevada de Santa Marta). In press. *Evaluacion ecologica rapida: Definicion de areas criticas para conservacion en la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia*. Santa Marta, Colombia: FPSNSM.
- Grossman, D. H., D. Faber-Langendoen, A. S. Weakley, M. Anderson, P. Bourgeron, R. Crowder, K. Goodin, S. Landaal, K. Metzler, K. Patterson, M. Pyne, M. Reid et L. Sneddon. 1998. *International Classification of Ecological Communities: Terrestrial Vegetation of the United States*. Vol. 1. The National Vegetation Classification System: Development, Status, and Applications. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L. C. Hayek et M. S. Foster, eds. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. San José, Costa Rica: Tropical Science Center.
- Kent, M. et P. Coker. 1992. *Vegetation Description and Analysis*. Ann Arbor, Mich.: CRC Press.
- Lillesand, T. M. et R. W. Kiefer. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Wiley and Sons.
- MacArthur, R. H. 1964. Environmental factors affecting bird species diversity. *American Naturalist* 98:387-397.
- Magurran, A. E. 1988. *Ecological Diversity and its Measurement*. Princeton, N.J.: Princeton University Press.

- Mueller-Dombois, D., et H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Sedaghatkish, G. et E. Roca. 1999. *Rapid Ecological Assessment: U.S. Naval Station Guantanamo Bay, Cuba*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran et M. S. Foster. 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

Chapitre 2



Planification prudente : la clé du succès

Roger Sayre et Ellen Roca

Une planification prudente est un élément essentiel du processus de REA. Une REA correctement planifiée sera plus facile à mettre en œuvre et à coordonner, et sera plus rentable. Les résultats d'une REA en termes de préservation de l'environnement concerné seront proportionnels à la qualité de la planification mise en œuvre au départ. Ce Chapitre décrit les aspects de planification d'une REA. Nous commencerons par expliquer dans quelles circonstances il est nécessaire de procéder à une REA. Nous continuerons par une description de la formulation des objectifs pour terminer par la détermination des disciplines couvertes par la REA. Ensuite, nous décrirons l'équipe chargée de la REA et la manière dont elle participe aux ateliers de planification et de formation, ainsi qu'au travail sur le terrain. Pour conclure, nous exprimerons quelques mises en garde destinées à assurer un bon niveau de sécurité.

Evaluation de la nécessité d'une REA

La nécessité d'une REA dépend des volumes d'information déjà disponibles concernant la zone considérée et du degré d'urgence de l'obtention d'informations fraîches concernant ses habitats et la distribution de ses espèces. Toute REA génère de l'information destinée à une application précise et la nécessité d'une telle évaluation est établie dès lors qu'il y a consensus sur le besoin d'une telle information. Les zones pour lesquelles l'on dispose déjà d'informations considérables sur la biodiversité ne sont généralement pas de bonnes candidates. Toute REA développe une information à la fois fondamentale et détaillée sur la distribution de la biodiversité dans un paysage donné. Si les généralités relatives à cette biodiversité sont déjà bien connues (par exemple, si les classes de types de couvert végétal ont été décrites et cartographiées et si des listes d'espèces ont été dressées), il est probable qu'une REA soit inutile. Si les informations existantes sur la biodiversité sont de bonne qualité, non controversées et à jour, une REA est déconseillée. La REA n'est pas l'outil adapté pour une amélioration marginale ou une mise à jour des informations existantes sur la biodiversité dans la mesure où les espèces rares et les habitats omis dans les listes existantes risquent de ne pas être détectés non plus par la REA.

Les zones étudiées superficiellement ou non étudiées constituent de meilleures candidates pour une REA, notamment lorsque l'absence globale d'informations sur la biodiversité empêche toute planification de qualité

des opérations de préservation. Pour résumer, les meilleurs candidats à une REA sont des sites à la fois vastes, mal compris et terriblement menacés.

Formulation des objectifs

La formulation d'objectifs qui soient à la fois sensés, quantifiables, réalistes, accessibles, et adaptés au moment constitue l'étape la plus critique du processus de planification. Elle doit d'ailleurs être mise en œuvre avant toute tentative de formation ou d'échantillonnage. Les objectifs deviennent l'aune de toutes les activités et affectations de ressources ultérieures. Toute activité qui ne contribuerait pas à la réalisation des objectifs ne doit pas être mise en œuvre. Les propositions d'objectifs sont généralement formulées par l'organisation qui établit la nécessité initiale de la REA. Cette organisation est généralement le principal défenseur de la REA et, souvent, l'entité chargée de sa mise en œuvre. Il peut néanmoins arriver que la nécessité d'une REA soit établie par un gouvernement qui en développera les objectifs et se chargera de sa mise en œuvre. Dans l'idéal, les objectifs sont formulés par consensus entre représentants gouvernementaux, agences chargées de la mise en œuvre et intérêts locaux.

Pour illustrer la variété et l'orientation générale des objectifs qui ont à ce jour été rattachés aux REA, le lecteur trouvera ci-dessous une liste partielle d'objectifs de REA tels qu'ils apparaissent dans les documents de planification et les rapports de REA :

- Production d'informations destinées à l'identification des principaux sites écologiques
- Caractérisation des types de végétations rencontrés dans le parc
- Production d'informations sur les ressources terrestres et marines, les dangers, ainsi que les utilisations potentielles du parc, ces informations étant destinées à la gestion
- Formation du personnel à l'utilisation des images satellite et des photographies aériennes pour la cartographie des habitats terrestres et marins
- Identification et évaluation des dangers pesant sur les systèmes naturels et mise au point d'un programme d'observation
- Mise en œuvre d'une étude spéléologique des grottes du parc et formulation de recommandations concernant leur gestion
- Mise au point d'une classification et d'un inventaire des communautés naturelles peuplant le site à étudier
- Production de données de base utiles pour les activités d'observation du parc
- Optimisation de la gestion des données du Centre de Données pour la Protection de la Nature
- Production des données biologiques et écologiques nécessaires à la mise au point d'un plan initial de gestion et d'une matrice d'analyse des dangers
- Production d'une carte représentant les communautés végétales, l'hydrographie, les routes, les aménagements et les zones protégées
- Recueil et production de données sous forme d'archives compatibles avec les formats des bases de données nationales
- Documentation et évaluation du statut et de la distribution des ressources marines et terrestres de l'île, puis formulation de recommandations relatives à la gestion de la préservation
- Recommandation d'actions prioritaires de gestion, d'aménagement et de préservation de la ligne de partage des eaux
- Cartographie de la flore et de la faune du parc à l'échelle des communautés végétales
- Identification des espèces menacées et/ou en danger d'extinction
- Définition de nouvelles frontières du parc basées sur l'écologie
- Caractérisation biophysique complète du corridor
- Encouragement de relations de coopération entre partenaires pour l'inventaire, la gestion, l'analyse et l'application des données écologiques et de préservation

- Développement d'ensembles de données préliminaires destinés à être utilisés dans les inventaires ultérieurs plus détaillés, ainsi que dans des caractérisations écologiques
- Caractérisation des communautés naturelles, production de listes décrivant les principales espèces puis évaluation de leur importance en matière de protection
- Etude des modèles spatiaux des communautés benthiques, y compris les forêts de mangroves limitrophes, avec description des perturbations naturelles et anthropogéniques imposées à ces communautés

Comme le montre cette liste, une REA peut viser un très large éventail d'objectifs. La puissance de ces objectifs doit être évaluée en se posant les questions suivantes :

- L'objectif est-il axé sur la biodiversité et est-il pertinent au regard de la situation observée ?
- L'objectif est-il réaliste et peut-il être atteint ?
- L'objectif est-il quantifiable ?
- L'objectif est-il adapté au moment ?

Tout bon objectif doit présenter les qualités énoncées ci-dessus. Le temps consacré à la conception, à l'examen et à l'affinement des objectifs s'avère toujours fructueux. La clarté des objectifs peut permettre d'éviter des retards incontrôlés de la planification, de la mise en œuvre et de l'analyse ultérieures.

Une fois formulés, les objectifs doivent être largement diffusés auprès d'un public constitué, notamment, de toutes les parties concernées de la région. Une REA ne doit jamais être réalisée « en secret ». Tout doit être mis en œuvre pour informer les intérêts locaux et les représentants gouvernementaux de l'étude, même si des représentants de ces groupes ont contribué à la formulation des objectifs. Le format de diffusion de ces objectifs peut passer par des ateliers de quartier ou une présentation dans les médias. La compréhension locale de la nature de la REA et le consensus local quant à son utilité, peuvent faciliter le processus.

Etablissement du champ d'application

Le champ d'application disciplinaire d'une REA terrestre fait généralement référence au niveau de classification du paysage et au nombre de groupes taxonomiques à évaluer. Un champ d'application disciplinaire standard pourra englober les communautés végétales, les plantes vasculaires, les mammifères, les oiseaux, les reptiles et les amphibiens. D'autres taxa sont parfois également incluses.

Enfin, les objectifs doivent déterminer les groupes taxonomiques à inclure dans l'étude. Les REA sont généralement contraintes par les ressources. Par conséquent, seules les taxa les plus visibles, les plus faciles à observer et les mieux connues, sont étudiées. L'idée de limiter la représentation taxonomique à ces taxa bien connues (plantes, mammifères, oiseaux, reptiles et amphibiens) est basée sur des considérations pratiques et financières et ne résulte en rien de considérations écologiques plus importantes. En effet, la caractérisation de la diversité des insectes contribuerait à une bien meilleure compréhension de la dynamique écologique locale. Si le savoir-faire scientifique et les ressources financières nécessaires existent, et si l'échantillonnage de ces organismes peut être intégré dans le plan de travail général, une représentation taxonomique plus vaste est encouragée.

A ce jour, la plupart des REA se sont limitées aux taxa les mieux connues. Le champ d'application disciplinaire de la REA doit être établi dès les premiers stades du processus de planification. Ce champ est parfois limité par l'absence de connaissances scientifiques adéquates. Le choix des taxa à étudier doit se traduire à la fois dans les objectifs de la REA et dans toutes les descriptions officielles du champ d'application des travaux.

Problèmes d'organisation

Le processus de planification comporte trois aspects organisationnels essentiels : le financement, la constitution de l'équipe et la clarification des rôles dans les contrats de REA. Les trois sections qui suivent traitent de ces questions.

Demande de financement

Parmi les sources de financement possibles pour une REA figurent les banques de développement, les gouvernements internationaux, les agences internationales pour le développement, les organisations internationales de préservation de l'environnement, les fondations, les grandes entreprises, les propriétaires de terrains militaires et des personnes privées. Tout doit être fait pour garantir le financement de la REA dès la phase de planification initiale et pour contacter le plus grand nombre de donateurs potentiels. Une proposition de levée de fonds succincte (deux ou trois pages) décrivant clairement les objectifs et les utilisations prévues du financement demandé, devra être rédigée. Cette proposition devra, si possible, comporter la liste des produits et indiquer clairement que les sources de financement seront rappelées dans tous les documents publiés dans le cadre du projet. Elle devra en outre être adaptée aux centres d'intérêt du donateur visé et son contenu technique devra refléter les orientations de ce dernier. Un entretien avec le donateur, une fois que ce dernier aura reçu la proposition, est hautement recommandé.

La proposition doit faire état d'un budget réaliste, déterminé en fonction des exigences de salaire, des frais d'exploitation, du coût de l'équipement, de l'acquisition et du traitement d'images, des survols, des déplacements internationaux, des frais généraux des institutions, etc. Si le montant total nécessaire au financement de la REA n'est pas obtenu, le champ d'application de celle-ci devra être révisé et réduit.

Composition de l'équipe

L'équipe de la REA est le groupe de personnes officiellement chargées d'exécuter la REA. Cette équipe est constituée de scientifiques destinés à générer des résultats et d'administrateurs chargés de gérer l'ensemble du processus. Prise dans son intégralité, l'équipe de la REA est l'entité responsable de la mise en œuvre de l'évaluation. Le nombre des membres de cette équipe peut varier de quelques personnes à plusieurs dizaines d'individus, auquel cas elle peut aller jusqu'à représenter plusieurs institutions collaborant ensemble. Les équipes pluri-disciplinaires représentatives de plusieurs institutions sont monnaie courante dans la mesure où une seule organisation prise isolément n'est généralement pas apte à assurer toute la coordination, tout le support technique et tout le financement nécessaires à la bonne réalisation de la REA.

Le nombre de spécialistes et de disciplines dépend des objectifs et des ressources disponibles. Mais en règle générale, chaque groupe taxonomique étudié doit être placé sous la responsabilité d'un spécialiste et de son assistant. L'équipe de la REA doit se limiter à un groupe gérable. Autrement dit, elle ne doit pas comporter plus de vingt ou trente membres. Pour l'étude des types de végétation, des plantes, des mammifères, des oiseaux, des reptiles et des amphibiens, l'équipe centrale est généralement constituée d'une dizaine de scientifiques (cinq groupes d'étude, à raison de deux personnes par groupe). L'effectif de l'équipe augmente dès lors que l'on veut y inclure des cartographes, des gestionnaires de données, des logisticiens, des guides, des gardes forestiers, des scientifiques invités pour une contribution, etc.

Contrats d'évaluation environnementale rapide

La participation et le rôle des organisations et des personnes qui prennent part à une REA doivent être clairement couchés par écrits, dans le cadre d'un document officiel signé et juridiquement exécutoire, liant les entités qui financent ou contrôlent la REA à celles qui sont chargées de réaliser les travaux. De nombreux types de documents peuvent répondre à ce besoin, notamment les protocoles d'accord ou contrats, les descriptifs de

travaux, etc. Ces documents, rédigés par les responsables de la REA, doivent être aussi détaillés que possible, avec indication des attentes particulières, des délais, des produits à livrer et des frais financiers à prévoir. Un de ces documents génériques est présenté en Annexe 3.

Leadership et communication

Une direction forte et une communication efficace sont essentielles à la réussite de toute REA. Les dirigeants doivent être identifiés dès les débuts du processus de planification. Une stratégie de communication explicite permettra d'optimiser les résultats de la REA.

Rôles de direction

C'est généralement l'agence chargée de la mise en œuvre de la REA qui désigne un Chef de Projet, ainsi qu'un Coordinateur Logistique et un Directeur Technique ou Scientifique en Chef. Toute REA est extrêmement difficile à orchestrer et exige une séparation entre fonction de direction et fonction scientifique. L'attribution de ces deux fonctions à une même personne est généralement perçue comme un moyen de contourner le manque de ressources et est fortement déconseillée. Une personne chargée de la gestion des problèmes logistiques et administratifs d'une REA considérera difficile le fait d'apporter également sa contribution scientifique.

Le Chef de Projet a une vue directe sur les travaux. Le Scientifique en Chef, responsable de l'intégrité scientifique des opérations, est nommé par le Chef de Projet, bien que cette nomination puisse être effectuée par consensus entre les différents scientifiques participant au projet. Le Coordinateur Logistique est chargé des questions opérationnelles. Ce rôle exige de bonnes capacités de direction et de coordination logistique. La personne qui le remplit est également responsable des expéditions sur le terrain.

Souvent, l'équipe de terrain comporte des guides et du personnel de camp. Ces personnes sont choisies pour leur connaissance de la région ; le recours à des habitants locaux est vivement recommandé.

Circuits de communication

La réussite de la planification et de la mise en œuvre d'une REA passe obligatoirement par une communication complexe entre les différents participants. Chaque organisation quelque peu impliquée dans la REA doit désigner un interlocuteur. Pour faciliter la communication et éviter les problèmes pouvant résulter d'un échec ou d'un mauvais aiguillage, toute communication entre institutions doit passer par ces interlocuteurs. Les participants à la REA doivent tous être informés de ce circuit de communication recommandé et faire de leur mieux pour le respecter. Ce mode de transmission de la communication tend à éliminer les messages redondants, erronés, incomplets ou mal dirigés, qui tous sont susceptibles de réduire l'efficacité et la qualité du travail.

Coûts et utilisation du temps

Il est important de tenir compte du coût de la REA et du temps nécessaire à sa réalisation. La décision de démarrer une REA est très souvent influencée par l'estimation de son coût et des délais requis.

Coûts

Le coût d'une REA est constitué des salaires, du prix de l'équipement et des images, des frais de déplacement (tant à l'échelle nationale qu'internationale), des frais d'atelier, des contrats et des coûts de publication et de diffusion. Le coût final d'une REA varie en fonction des travaux réalisés, du niveau de détail requis et de la superficie de la zone étudiée. En règle générale, une REA terrestre revient de 75 000 à 250 000 dollars. Les considérations de saisonnalité tendent à prolonger la durée et, par conséquent, le coût, d'une REA. Une REA exigeant des échantillonnages minimaux sur le terrain est obligatoirement plus économique qu'une initiative

d'échantillonnage plus lourde. Une analyse grossière basée sur des images et destinée à caractériser un paysage sans grandes vérifications sur le terrain sera bien moins onéreuse qu'une REA fine basée sur un travail de terrain et axée sur certaines espèces.

Une REA intégrant le processus décrit ci-dessus et budgétée à moins de 30 000 dollars est probablement sous-évaluée. Par exemple, une simple mission d'acquisition de photographies aériennes peut revenir de 20 000 à 120 000 dollars. Le collaborateur chargé de la mise en œuvre doit par conséquent disposer du financement ou des autorisations nécessaires pour entamer la moindre activité génératrice de coûts.

Le coût en temps d'une REA est important et doit par conséquent être pris en compte. Une REA a tendance à dominer le calendrier de travail des personnes et des institutions, notamment celle qui est chargée de sa mise en œuvre, pour une durée d'un an ou plus. Parfois, ce sont les organisations participantes qui assurent le versement des salaires, notamment si la REA correspond à leur objectif ou à leur mission, mais souvent tel n'est pas le cas. L'engagement de réaliser une REA doit toujours être basé sur une évaluation des priorités de l'institution en matière de préservation et non pas sur une vague opportunité de gain financier. Le coût d'une REA est généralement sous-évalué. C'est pourquoi ce type d'évaluation doit souvent faire appel à du volontariat. D'un autre côté, une REA bien ciblée, bien financée et correctement gérée peut également représenter une source de revenu significatif pour une institution, notamment dans la mesure où elle peut constituer une source de financement des salaires et permettre l'achat de technologies de cartographie informatique.

Dans la mesure du possible, les membres de l'équipe de la REA doivent être rémunérés pour leur travail. Le niveau de cette rémunération doit correspondre aux salaires locaux et non pas aux montants exorbitants demandés par les cabinets de conseil internationaux. Il est clair qu'une rémunération n'est pas toujours possible ou qu'elle ne l'est que pour certains participants. Il revient au Chef de Projet de déterminer quels individus doivent être rémunérés. Les personnes prenant du temps sur leur emploi habituel dans une institution quelconque devront solliciter auprès de cette dernière l'autorisation de collaborer à la REA au détriment de leurs attributions habituelles.

La durée de vie d'une évaluation environnementale rapide

Par rapport à un inventaire biologique traditionnel plus complet, une REA est très rapide. Cependant, rares sont les REA qui ont duré moins d'une année. Les dix étapes du processus de REA, mis en œuvre sur une année, correspondent généralement au calendrier suivant :

Mois 1-3

Conceptualisation
Planification initiale

Mois 4-6

Caractérisation initiale du paysage
Atelier de planification
Atelier de formation

Mois 7-9

Mise en œuvre sur le terrain

Mois 10-12

Génération des rapports individuels
Intégration et synthèse
Génération du rapport final/des cartes
Publication/diffusion

Cette chronologie approximative correspond à un idéal et ne tient compte ni de la saisonnalité, ni d'éventuels retards, susceptibles d'augmenter la durée de la REA. Le travail de terrain est généralement lancé immédiatement après les ateliers de planification et de formation, mais la saison et les conditions météorologiques risquent de retarder le démarrage des opérations. Des retards peuvent survenir durant la période de mise en œuvre sur le terrain, du fait de la difficulté de mobiliser les équipes pluridisciplinaires requises. Des retards peuvent également survenir durant la phase d'intégration et de synthèse, où il peut s'avérer fort difficile de trouver les personnes les mieux adaptées aux différentes fonctions requises, d'organiser les différents rapports individuels et d'examiner puis de synthétiser les constats des différents rapports pour produire un rapport de synthèse. Si la REA comporte une composante de saisonnalité, elle s'étalera sur plus d'une année.

Ateliers

Deux ateliers – un atelier de planification et un atelier de formation– sont des composantes essentielles de toute REA. Ces ateliers sont souvent combinés pour donner lieu à une session de développement de stratégie collaborative et multi-organisationnelle.

L'atelier de planification

L'atelier de planification de la REA réunit pendant 4 à 5 jours l'ensemble des collaborateurs, qui cherchent à identifier les groupes de travail et leurs dirigeants, à formuler ou à re-formuler des objectifs, à mettre au point un plan de travail et à attribuer des tâches à des individus. Toute REA doit intégrer un atelier de planification préalable au lancement des travaux de terrain ou à l'analyse approfondie des informations. Cet atelier doit se tenir, dans la mesure du possible, sur le site de la REA, dans une salle pouvant accueillir de grands groupes. L'atelier de planification est souvent combiné avec une session de formation technique. Cependant, 4 jours de planification sont généralement nécessaires à l'ingénierie de la vision de la REA.

Doivent être invités à l'atelier les personnes qui travaillent pour les institutions chargées de la mise en œuvre de la REA, ainsi qu'un nombre limité d'entités concernées originaires de la région. Ces dernières peuvent être invitées en tant qu'« observateurs » (frais non couverts), selon leur intérêt et la nécessité de leur participation à la REA.

L'ordre du jour de l'atelier peut être envisagé comme suit :

Jour 1 :

- Présentation du concept de REA
- Présentation des études de cas de la REA en tant que modèles
- Présentation de l'état des connaissances relatives à la zone
- Déclaration des objectifs de la REA et débat

Jour 2 :

- Présentation du concept de groupe de travail (par exemple, écologie/botanique de la végétation, zoologie, cartographie et encadrement/administration)
- Répartition en groupes de travail
- Mise au point de la stratégie des groupes de travail avec
 - Désignation d'un chef de groupe
 - Désignation d'un rapporteur
 - Objectifs
 - Activités
 - Gestion des données/traitement des spécimens
 - Personnes responsables

1. Introduction

Ce plan de travail décrit l'effort collaboratif de plusieurs organisations gouvernementales et non gouvernementales de protection de l'environnement visant à développer, cartographier et vérifier la classification d'une communauté végétale terrestre sur le site de [...]. Le plan de travail a été développé à partir de discussions qui se sont tenues dans le cadre d'une réunion de planification. Le financement du projet sera assuré par [*institution chargée du financement*] à [*institution chargée de la mise en œuvre*].

2. Objectifs

Les objectifs de cette collaboration sont les suivants : développer, cartographier et vérifier sur le terrain la classification d'une communauté végétale terrestre aux fins d'optimiser la planification et la gestion de sa préservation.

3. Description du projet et protocole

La nécessité d'une classification et d'une cartographie à l'échelle adéquate de la communauté végétale a été identifiée en tant que priorité par plusieurs organisations soucieuses de la préservation de la biodiversité de [*site*]. Ce projet sera axé sur la caractérisation et la cartographie de l'habitat. Il donnera lieu à un échantillonnage des espèces pour les taxa suivantes : mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens et poissons.

Une étude du plan d'occupation des sols a été réalisée et il a été décidé, dans le cadre de l'atelier de planification, de l'utiliser en tant que couche de données de départ. Les scientifiques chargés de la végétation ont accepté deux cadres de classification : (1) une hiérarchie de la couverture végétale terrestre basée sur la structure de la végétation, mise au point par un conseil scientifique consultatif et (2) une classification de la végétation développée par [nom]. Il a été jugé que ces deux classifications pouvaient être menées à bien sans difficulté. Une classification standard de la communauté végétale sera mise au point à partir de l'examen et de la modification de ces cadres de classification existants. Cette classification des communautés devra à la fois refléter la structure et la composition de la végétation. Cette classification sera hiérarchique par construction : les niveaux supérieurs de cette hiérarchie correspondront aux formations végétatives générales, tandis que les niveaux inférieurs représenteront les espèces de manière détaillée.

Les photographies aériennes seront interprétées par des scientifiques spécialistes de la végétation et un photo-interprète désigné pour cartographier les communautés végétales. Les photos en noir et blanc (*date/échelle*) et les photos couleur infra-rouge (*date/échelle*) seront utilisées pour l'interprétation. La principale source de données pour la photo-interprétation sera constituée des photographies en noir et blanc qui existent pour [*site*] au format film et au format numérique (scanné). Les communautés végétales délimitées à partir de la photo-interprétation seront transférées sur un fond de carte de même échelle que les photographies. Les polygones des communautés végétales seront numérisés pour donner naissance à un SIG qui sera analysé et affiné pour produire une carte préliminaire des communautés végétales.

Des visites sur le terrain seront programmées pour vérifier la carte préliminaire. Toutes les observations de terrain seront géo-référencées avec précision à l'aide de localisations GPS à correction différentielle. Les cartes définitives intégreront les révisions identifiées durant le travail de terrain. Ce projet collaboratif donnera naissance aux produits suivants :

- Classification et description des communautés végétales
- Listes de la flore et de la faune pour chaque communauté végétale
- Caractérisation des espèces à protéger
- Cartes de la distribution des communautés végétales
- Rapport final
- Couches de données du SIG
- Capas de données SIG

Encadré 2-1. Exemple de plan de travail d'une REA. Un plan de travail décrit de manière détaillée les rôles et responsabilités des personnes et des équipes prenant part à la REA. En outre, il établit la base et les résultats attendus du travail collaboratif.

4. Organisations participantes

5. Gestion du projet

Le projet sera administré par [*institution chargée d'administration*], sous la direction de [*directeur du projet*]. [*Chef de projet*] gèrera le projet de [*institution chargée de la mise en œuvre*]. Un conseil consultatif constitué d'un membre de chacune des organisations représentées dans la collaboration a été convoqué. Ce conseil reconnaitra la qualité scientifique du travail entrepris dans le cadre de cette initiative.

6. Activités spécifiques et affectation des tâches

Etape 1 : Affinement de la classification et développement de signatures d'exemples de types
Les scientifiques spécialistes de la végétation produiront un document détaillant le système de classification né de la combinaison des classifications existantes. Ce document contiendra une description écrite des communautés dont l'existence est connue ou supposée. Il servira de base à la photo-interprétation. Cette photo-interprétation devra être réalisée une seule fois. En effet, il requiert un niveau intense de collaboration initiale entre les botanistes et le photo-interprète. Les botanistes, après être parvenus à un consensus quant au système de classification devront ensuite localiser chaque communauté sur une photo, qui représentera l'«exemple typique» de cette communauté. Ensuite les botanistes coopéreront avec le photo-interprète pour produire et décrire les exemples de types et s'exercer à délimiter ces communautés. Le comité scientifique devra ensuite examiner et approuver la classification admise par consensus. Personnes responsables : [*noms*].

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 2 : Photo-interprétation

Le photo-interprète aura reçu la classification finalisée et collaboré avec les botanistes. Il devra ensuite interpréter toutes les photographies apposées sur des jaquettes en acétate à l'aide de stylos Rapidograph 000. Le travail préliminaire lui permettra de choisir une unité minimum de cartographie, qui devra être ensuite approuvée par le comité scientifique. Personne responsable : [*nom*].

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 3 : Transfert des polygones sur un fond de carte

Le photo-interprète devra envoyer les photos interprétées ainsi que leur jaquette, à [*institution*], où les polygones seront transférés sur un fond de carte imprimé à la même échelle que les photos. Le fond de carte sur lequel figureront les polygones sera ensuite envoyé aux botanistes pour examen. Personne responsable : [*nom*].

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 4 : Examen de la photo-interprétation

Le photo-interprète enverra les photos interprétées aux botanistes qui devront les examiner et apporter leurs corrections. Les botanistes modifieront les cartes et enverront les corrections à [*institution*]. Personnes responsables : équipe chargée de la botanique.

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 5 : Mise au point d'une carte préliminaire de la végétation de [*site*]

La [*institution*] devra produire une carte préliminaire de la végétation. Personne responsable : [*nom*].

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 6 : Mise au point du plan d'échantillonnage

L'équipe chargée de la vérification sur le terrain étudiera la carte préliminaire des communautés végétales pour mettre au point un plan d'échantillonnage. Des exemples redondants des différentes communautés végétales

cartographiées devront être visités. Les communautés relativement mal connues feront l'objet d'un échantillonnage plus intensif que les autres. Personnes responsables : équipe chargée de la vérification sur le terrain.

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 7 : Vérification sur le terrain

Vérification sur le terrain. Personnes responsables : équipe chargée de la vérification sur le terrain.

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 8 : Affinement et production de la carte définitive de la végétation

Affinement de la carte de la végétation sur la base des résultats du travail de terrain. Personne responsable [*nom*].

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Etape 9 : Evaluation des espèces

Les communautés végétales feront toutes l'objet d'un échantillonnage systématique de la biodiversité de leur faune à l'échelle appropriée. Les communautés végétales cartographiées feront l'objet d'une caractérisation de la biodiversité des espèces par la combinaison de deux méthodes : (1) production de la liste des espèces de chaque communauté à l'aide des informations existantes et (2) exercices d'échantillonnage lancés dans le contexte de ce projet. Les spécialistes des différentes disciplines détermineront les données à recueillir ainsi que le lieu où et la manière dont elles seront recueillies. Avant l'échantillonnage, un protocole adapté sera défini pour chaque taxa.

Date de démarrage : *xx/xx/xx*

Date de réalisation : *xx/xx/xx*

Actions exigées :

- finalisation des groupes taxonomiques sur lesquels il faudra travailler
- identification de l'équipe zoologique
- compilation et examen des informations existantes relatives à la liste des espèces pour chaque type de communauté végétale décrit
- définition d'un plan d'échantillonnage de la zoologie
- démarrage du travail de terrain
- définition des produits
- rédaction de rapports pour chaque groupe taxonomique

Etape 10 : Analyse des menaces pesant sur la biodiversité

Personnes responsables : spécialistes des différentes disciplines

Etape 11 : Saisie des données générées sur le terrain dans un système de gestion de base de données

Personnes responsables : [*noms*]

Etape 12 : Rédaction du rapport définitif de classification et de cartographie de la végétation

Ce rapport comportera également une synthèse des résultats de l'analyse taxonomique, de l'analyse des menaces et des recommandations pour la gestion. Personne responsable : [*nom*]

7. Contrat de collaboration

8. Signatures

- Délais
- Produits

Jour 3 :

- Présentation des stratégies par les groupes de travail
- Discussion/rapprochement des calendriers
- Mise au point d'un projet de plan de travail intégrant les différentes stratégies

Jour 4 :

- Présentation du plan de travail sur papier
- Discussion sur le plan de travail
- Mise au point du calendrier de base
- Révision du projet de plan de travail
- Acceptation par signature

Le principal produit de l'atelier de planification est un plan de travail, qui attribue de manière définitive les tâches et les responsabilités et indique les délais de réalisation. L'Encadré 2-1 présente un plan de travail hypothétique pour une REA axée sur la cartographie des communautés végétales. Ce plan de travail est signé par l'ensemble des participants qui affirment ainsi leur engagement dans le projet. Le plan de travail n'a aucun caractère contractuel. Il représente simplement l'intention de collaborer à une initiative de préservation de l'environnement comportant plusieurs facettes et faisant intervenir plusieurs institutions.

Les plans d'échantillonnage (Chapitre 1), qui indiquent le nombre et l'emplacement des unités de végétation (polygones) à échantillonner sont également développés dans le cadre de l'atelier de planification. Le plan d'échantillonnage représente l'engagement de l'équipe de REA à procéder à un échantillonnage selon un niveau prédéterminé d'intensité et à documenter les résultats de ce travail de terrain en respectant les délais convenus. Le plan d'échantillonnage résulte des efforts conjoints de l'équipe de la végétation et de l'équipe chargée de la cartographie (pour l'échantillonnage de vérification des types de végétation). Participe également à la mise au point de ce plan d'échantillonnage l'équipe chargée de la faune (pour les questions relatives à l'échantillonnage de certains animaux).

Le budget global doit tenir compte de l'atelier de planification. A des fins de bonne gestion, le nombre des participants (personnes chargées de la mise en œuvre et observateurs) ne doit pas dépasser 40. Il est généralement déconseillé (bien que souvent nécessaire au plan politique) d'inviter des observateurs, à moins que ces derniers ne soient susceptibles de contribuer de manière significative au processus. Le budget de l'atelier doit être relativement simple à calculer. Il sera basé sur le nombre de personnes invitées et sur le financement dont elles ont besoin. Il est conseillé d'inviter des personnes ayant déjà une expérience de la REA.

La nomination d'un modérateur expérimenté est un facteur essentiel de succès de l'atelier de planification. Ce modérateur doit avoir une vision claire de la structure de l'atelier et des produits qui doivent en résulter. Il doit en outre exceller dans la gestion de groupe. Ce modérateur devra être préparé à exercer son leadership, à négocier des contrats et à résoudre les éventuels conflits susceptibles de nuire à la bonne exécution de l'atelier. Sa langue maternelle devra être celle du groupe qu'il est chargé de coordonner. Le modérateur devra être aidé par une personne capable de saisir sous traitement de textes l'ensemble des débats de l'atelier. Un paperboard sera un outil indispensable. Un rétro-projecteur est également conseillé.

L'atelier de formation

L'atelier de formation réunit les scientifiques participant à la REA pour leur enseigner les techniques particulières d'échantillonnage et l'utilisation des formulaires de terrain. Si possible, l'atelier de formation pourra être combiné avec l'atelier de planification. L'atelier de formation est le lieu où sont enseignées les différentes activités identifiées dans le plan de travail. Il comporte généralement une formation pratique sur les

activités de mesure de terrain – comme par exemple l'utilisation des systèmes GPS de géolocalisation – et sur l'établissement de parcelles de végétation. Il est préférable que ce type de formation soit assurée sur la zone à étudier lors du démarrage des travaux de terrain, auquel cas les cartes et les images de cette zone seront utilisées. Cependant, si nécessaire, la formation pourra être assurée ailleurs.

Des méthodologies spécifiques d'échantillonnage sont décrites de manière approfondie dans les chapitres qui suivent. Les personnes qui collaborent à la REA sont souvent des scientifiques accomplis qui « savent déjà ce qu'ils doivent faire » en matière de techniques d'échantillonnage dans leur domaine de spécialisation. C'est pourquoi une « formation » à la REA n'est en rien une activité rigoureuse ou formelle. Il s'agit bien plus d'une réunion de pairs venus partager des idées et des méthodologies pour mettre au point des protocoles de terrain adaptés à la REA. L'expérience montre que ce type de manifestation est bien plus un lieu de définition de stratégie que de formation et que les participants y échangent activement leurs idées.

Démarrage du travail sur le terrain

Dès lors que les plans de travail et d'échantillonnage sont mis au point et que l'équipe de REA est constituée, le travail de terrain peut commencer. Pour préserver la mémorisation des concepts et l'enthousiasme initial, le travail de terrain doit démarrer le plus rapidement possible après les ateliers de planification et de formation. Le lancement du travail de terrain représente le plus gros effort logistique d'une REA. Le soutien du Coordinateur Logistique doit être quasi-permanent pendant cette période. En effet, cette personne doit coordonner le transport, l'hébergement, les repas, la fourniture d'équipements, les dépenses, les communications et une foule d'autres détails. Cependant, le Coordinateur Logistique ne doit pas avoir à deviner ou à estimer les éléments relatifs à la préparation du travail de terrain. L'ensemble de ces données (nombre de personnes à prévoir sur le terrain, dates et heures des déplacements, équipement nécessaire, hébergement requis, etc) doit être contenu dans le plan de travail et le plan d'échantillonnage ou pouvoir s'en déduire aisément.

Planification de la sécurité

Autre dimension essentielle de la planification, la sécurité permet également d'optimiser l'efficacité d'une REA. Le travail de terrain peut être dangereux et quelques précautions extrêmement simples peuvent contribuer à une REA sans incident. Nous citerons les précautions suivantes :

- Les déplacements sur le terrain doivent être entrepris avec peu ou pas d'équipement
- Tout déplacement ou travail devra être entrepris à deux
- Les itinéraires parcourus devront être marqués à l'aide d'un système de marquage ou de repérage. Les principaux repères naturels devront être notés pour faciliter la navigation
- Les participants devront, dans la mesure du possible, suivre les itinéraires balisés
- Les participants devront résister à la tentation d'emprunter des raccourcis, notamment le long des cours d'eau. En effet, le terrain peut changer rapidement et une falaise peut être rencontrée à tout moment. Les participants, si les contraintes de poids le leur permettent, devront voyager avec une corde légère
- Les participants devront garder sur eux leurs cartes, leur boussole et leur récepteur GPS. Ils devront savoir s'en servir.
- Les participants devront disposer d'un kit de premier secours contenant un kit d'intervention en cas de morsure de serpent et devront savoir s'en servir
- Les participants devront toujours transporter avec eux des volumes d'eau suffisants pour lutter contre la déshydratation.
- Pour les travaux à distance, les participants devront transporter un EPIRB (dispositif de diffusion répétée de balises en cas d'urgence) et devront savoir s'en servir.

Les Chefs de Projet devront définir des consignes de sécurité adaptées à la zone et en débattre avec les membres de leurs équipes avant le démarrage des travaux de terrain.

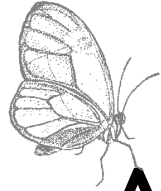
Maintenir le cap

Pour qu'un projet de REA puisse réussir, il est essentiel que le cap soit maintenu. En effet, la REA est un processus complexe, souvent inconnu des participants et généralement difficile à organiser au plan logistique. En outre, la REA impose de très lourdes exigences en termes de ressources financières et humaines. De par sa nature complexe, la REA a tendance à s'enliser, les participants perdant parfois de vue les orientations générales. Pendant toute la durée de la REA, une réflexion substantielle sur les objectifs à atteindre s'impose. A défaut, la seule réalisation de la méthodologie risque de devenir l'objectif imaginé de la REA. Gestionnaires et chefs d'équipes doivent constamment veiller à recentrer la mission sur l'objectif de préservation de l'environnement.

Gestion de post-travail sur le terrain

Une fois entamé l'échantillonnage sur le terrain, le but n'est plus de démarrer la REA mais de savoir comment la mener à bien. C'est là que la problématique de gestion gagne en importance. A ce stade, la REA a été conceptualisée, caractérisée de manière détaillée dans divers contrats de collaboration et lancée. Une approche de gestion à la fois active et pro-active permet une bonne mise en œuvre du travail de terrain et des étapes ultérieures. Les détails de gestion des étapes ultérieures du processus de REA seront décrits de manière plus détaillée dans les chapitres qui suivent.

PARTIE II



**AU LABORATOIRE :
OUTILS ET
APPROCHES DE
CARTOGRAPHIE**

Chapitre 3



Technologies de cartographie : de nouveaux outils pour la protection de l'environnement

Roger Sayre

Depuis sa création au milieu des années 1980, la méthodologie de REA n'a cessé d'évoluer. L'une des avancées les plus significatives de cette approche a été le fruit de l'explosion des outils informatiques, qui permettent le traitement numérique intensif d'immenses ensembles de données, ainsi que l'affichage et l'analyse de l'information géographique. Ces fonctionnalités de traitement de l'information spatiale ont donné naissance à une cartographie numérique extrêmement sophistiquée, utilisée en REA. Ce chapitre décrit les principaux concepts, outils et applications d'information spatiale utilisés en cartographie REA.

La première édition du manuel sur la REA soulignait déjà l'importance de la cartographie pour la REA. Cependant, il ne comportait pas de caractérisation du rôle ou de l'importance des technologies de cartographie numérique pour le processus de REA, notamment parce que celles-ci étaient relativement nouvelles et leur coût était à l'époque prohibitif. De nos jours, en revanche, ces technologies sont largement diffusées et sont moins onéreuses à l'achat et à l'utilisation. L'une des principales raisons qui nous a incités à rédiger une nouvelle version du manuel de REA était de souligner l'exploitation de ces nouvelles technologies de cartographie dans le cadre du processus de REA. Si la première version de ce manuel tendait à insister sur les techniques qui pouvaient être mises en œuvre moyennant un minimum d'équipement et de personnel compétent, la présente version encourage l'utilisation des technologies spatiales autant que faire se peut pour permettre une bonne caractérisation de la distribution de la biodiversité.

Technologies spatiales

La REA fait appel à l'utilisation et à l'intégration des technologies spatiales, qui recouvrent les systèmes d'informatique géographique (SIG), la télédétection (TD) et les systèmes de positionnement global (GPS). L'accent mis sur ces technologies spatiales distingue la REA des autres types d'inventaires réalisés par des experts et des autres méthodologies d'évaluation de la biodiversité. Ces technologies spatiales constituent un groupe relativement innovant d'outils informatiques d'analyse qui exploitent des données spatialement explicites ou géoréférencées. Les SIG, la TD et le GPS sont des technologies spatiales modernes qui viennent compléter les outils géographiques traditionnels, comme la cartographie ou la topographie, dans le but de permettre une caractérisation géographique sophistiquée de la biodiversité. Ces technologies seront décrites avec plus de détails plus loin dans ce chapitre.

La puissance des technologies spatiales nous a permis d'accroître notre capacité de caractériser la distribution, l'abondance et l'état de la biodiversité telle qu'elle se présente dans le paysage. Les technologies spatiales ont révolutionné la manière dont l'information est organisée et traitée dans de nombreuses disciplines, notamment en biologie. Ces technologies insistent plus qu'auparavant sur la précision du géoréférencement des données recueillies et l'exactitude de la géolocalisation du paysage et de ses caractéristiques biologiques.

Analyse des informations spatiales

A son niveau le plus fondamental, toute REA suppose le recueil et la caractérisation d'informations spatiales relatives à la biodiversité. Cette dernière peut se décrire à différents niveaux de l'organisation biologique, allant de l'unité microcellulaire (le code génétique, par exemple) à des unités de paysage (des communautés de plantes, par exemple). Une REA caractérise la biodiversité avant tout à l'échelle du paysage, en ciblant la distribution spatiale dans le paysage de l'unité de diversité étudiée. Ces unités, ou éléments, de la biodiversité existent dans le paysage sous forme de configurations spatiales qui peuvent être représentées géographiquement sous forme de points (emplacements d'individus, par exemple), de lignes (cours d'un torrent, par exemple) ou de polygones (types de végétation, par exemple).

Bien que la REA embrasse de nombreuses disciplines (botanique, zoologie, écologie et sociologie, par exemple), toutes les données produites par une REA ont un caractère intrinsèquement spatial. A ce titre, elles peuvent être visualisées et analysées dans l'espace à l'aide d'une technologie spatiale adaptée. Ceci explique et souligne l'importance des technologies spatiales pour le processus de REA, qui devient alors un mécanisme d'intégration. Le caractère intégrateur des technologies spatiales est l'un des éléments clés du caractère véritablement pluridisciplinaire de la REA.

Concepts géographiques de base

La cartographie de la biodiversité exige une compréhension de différents principes géographiques et cartographiques de base, notamment les concepts de géométrie de la terre, de datums, de projection, de systèmes de coordonnées, d'échelle, d'exactitude et d'unités minimum de cartographie. L'équipe chargée de la cartographie dans le cadre d'une REA devra absolument comprendre ces concepts pour pouvoir réaliser une analyse exacte de la géolocalisation et de l'espace et pour produire des cartes précises et de bonne qualité. Les concepts d'unités minimum de cartographie et d'échelle sont fondamentaux pour la bonne mise en œuvre de n'importe quelle REA. A ce titre, ces concepts doivent être compris par l'ensemble de l'équipe de REA. Parmi les sources généralistes d'information sur les concepts et les technologies géographiques de base, nous citerons : Paine, 1981 ; Burrough, 1986 ; Snyder, 1987 ; Star et Estes, 1990 ; ESRI, 1990 ; ERDAS, 1991 ; Maguire et al., 1991 ; et Lillesand et Kiefer, 1994. En outre, le Centre National d'Information Géographique et d'Analyse (NCGIA) propose des documents éducatifs détaillés sur les concepts géographiques et les technologies d'information spatiale, sur le site web <http://www.ncgia.ucsb.edu>.

Géométrie de la terre et projection de cartes

La Terre est loin d'être une sphère parfaite. C'est pourquoi elle a été modélisée par les géométriciens en tant qu'ellipsoïde aplati aux pôles. Les différents modèles de la géométrie de l'ellipsoïde Terre ont donné naissance aux différents systèmes de projection utilisés pour représenter la Terre sur des cartes. Il est impossible de représenter certaines caractéristiques de la surface de la Terre (3D) sur un planisphère (2D) sans introduire un certain degré de déformation spatiale. Au fil des ans, les cartographes ont mis au point différents systèmes de projection destinés à représenter les caractéristiques de la Terre sur des cartes tout en minimisant la déformation spatiale. Une projection cartographique est une technique mathématique permettant de « projeter » une portion de la surface incurvée de la Terre sur une surface plate ou plane. Il existe différents types de projections, chacun visant à réduire la déformation spatiale en termes de distance, de surface ou de dimension angulaire. Bien que ces systèmes soient nombreux, seuls quelques-uns sont utilisés régulièrement (UTM, Lambert, Albers et State Plane).

Systèmes de coordonnées

Les lieux géographiques situés sur la Terre sont repérés par leurs coordonnées géographiques, appelées latitude et longitude. Les représentations planes de la surface de la Terre qui résultent de projections sont associées à des systèmes de coordonnées planaires ou cartésiennes (Figure 3-1). La latitude et la longitude sont des mesures angulaires en degrés, minutes et secondes. Les mesures de la longitude représentent la distance angulaire, à l'est ou à l'ouest, par rapport au méridien standard (longitude 0°) qui passe par Greenwich, en Angleterre. Les

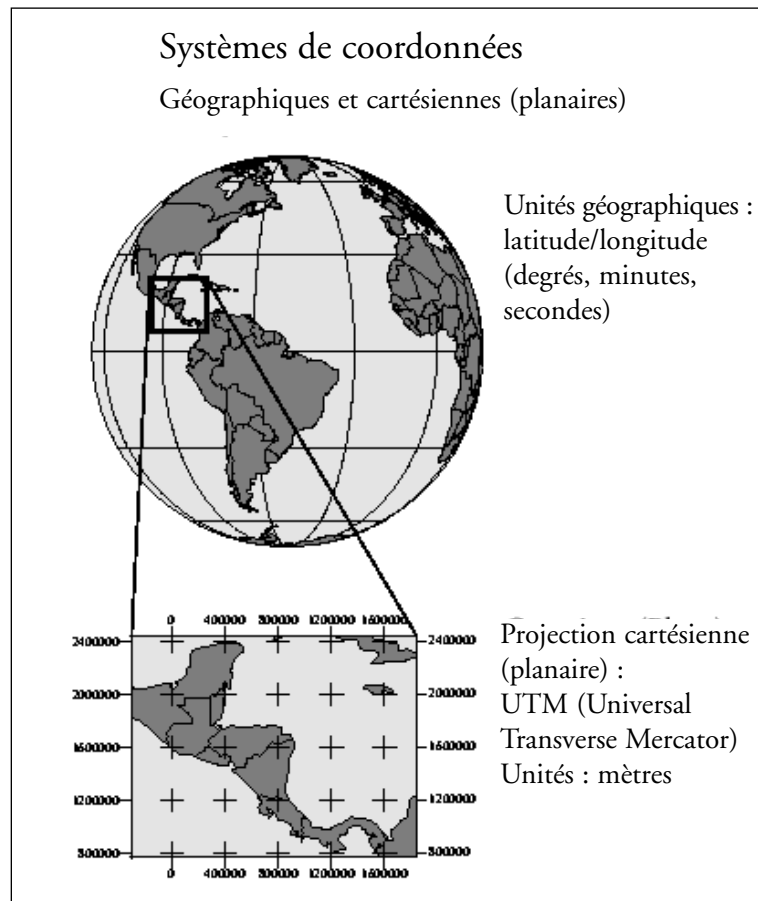


Figure 3-1. Représentation de lieux sur la Terre à l'aide de coordonnées géographiques (degrés de latitude, degrés de longitude) et planaires (x mètres, y mètres).

mesures de la latitude correspondent à la distance angulaire, au nord ou au sud, par rapport à l'équateur (latitude 0°). Les unités de mesure des systèmes de grilles de coordonnées planaires sont généralement métriques (mètres) et la Terre est généralement divisée en plusieurs zones allant du nord au sud qui entourent la Terre parallèlement à l'équateur.

Datums

Pour une région ou une zone particulière de la Terre, un datum – modèle de la surface de la Terre au niveau de la mer – est utilisé en tant que référentiel pour la prise de mesures contrôlées au sol. Un datum a une surface lisse, contrairement à celle de la Terre, qui présente des irrégularités topographiques. La plupart des lieux sur la Terre possèdent un ou plusieurs datums (calculs souvent anciens et révisés) décrivant le système référentiel local de mesure au sol.

La plupart des bonnes cartes de la Terre contiennent de l'information, généralement consignée dans la marge, concernant l'ellipsoïde, le datum et la projection. Bien qu'une compréhension approfondie de ces concepts ne soit généralement pas nécessaire, l'information relative au modèle de la Terre doit être conservée pour assurer l'exactitude géographique de la cartographie ou de l'analyse informatisée. WGS 84 est un datum global utilisé en standard dans bon nombre de technologies de GPS.

Echelle

Le concept d'échelle est d'une importance fondamentale pour la REA. Par échelle, il faut entendre le rapport entre une unité de distance sur une carte ou une image et la distance correspondante au sol. Par conséquent, à une échelle de 1:50 000, un centimètre sur la carte correspond à 50 000 centimètres au sol. Une carte à grande échelle représente une surface relativement limitée au sol, tandis qu'une carte à petite échelle correspond à une surface plus vaste. Les cartes à grande échelle sont par conséquent plus détaillées que les cartes à petite échelle. Une carte à l'échelle 1:10 000, 1:24 000 ou 1:50 000 est généralement considérée comme une carte à grande échelle, tandis qu'une carte à l'échelle 1:100 000, 1:250 000, 1:500 000 ou 1:1 000 000 est considérée comme

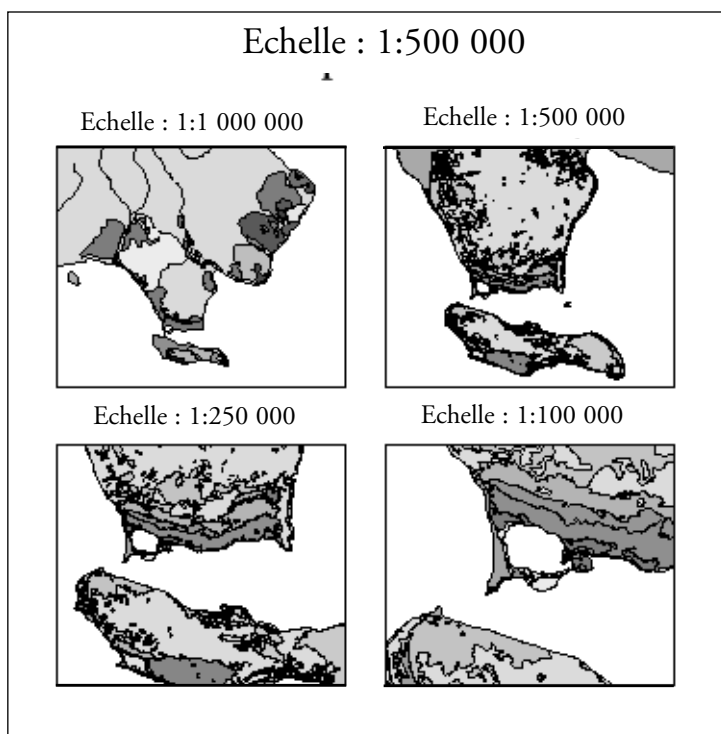


Figure 3-2. La représentation de caractéristiques de la Terre selon différentes échelles. Plus le chiffre est élevé, plus l'échelle est petite. Une petite échelle permet de représenter de vastes superficies, mais avec un niveau de détail moindre. Une grande échelle permet de représenter de petites surfaces, mais de manière détaillée.

une carte à petite échelle. Pour une REA, il convient de déterminer une « échelle de travail » permettant d'obtenir un niveau de détail satisfaisant. Dans la plupart des cas, l'échelle de travail utilisée en REA est de 1:50 000, bien que pour une zone très vaste, une échelle de 1:100 000, voire de 1:250 000, s'impose. Le fait de réduire l'échelle de travail entraîne automatiquement une généralisation des données. Le concept d'échelle est illustré graphiquement en Figure 3-2. Le rapport entre échelle et SIG sera abordé ultérieurement.

Exactitude

L'exactitude géographique est un autre concept fondamental essentiel en cartographie REA. Par « exactitude géographique », il faut entendre le degré de correspondance entre un objet cartographié, d'une part, et son véritable emplacement et sa superficie sur la Terre.

L'exactitude n'est pas forcément reliée à l'échelle, mais la cartographie à grande échelle est généralement plus exacte que la cartographie à petite échelle. Le manque d'exactitude dégrade la qualité des cartes et peut aller jusqu'à les rendre inexploitable. Parfois, l'exactitude correspond au degré de conformité entre une propriété et un standard. En cartographie, l'exactitude correspond au pourcentage de points ou de polygones cartographiés qui se situent à une distance tolérable de leur véritable emplacement. Généralement, en cartographie REA, les inexactitudes suivantes sont acceptées : jusqu'à 10 mètres à l'échelle 1:50 000, de 10 à 100 mètres à l'échelle 1:100 000, et jusqu'à 1 km à l'échelle 1:250 000.

Tableau 3-1. MMU recommandées pour différentes échelles de travail. Ces MMU sont souvent utilisées dans le cadre de REA. La MMU peut être définie en fonction de la tâche de gestion à réaliser (par exemple, surface minimum pour une zone protégée) ou de considérations pratiques (par exemple, le plus petit polygone à l'intérieur duquel l'interprète est capable de tracer une étiquette).

<i>Echelle de travail</i>	<i>MMU-type</i>
1:1 000 000	1 km ²
1:500 000	64 ha
1:250 000	16 ha
1:100 000	4 ha
1:50 000	1 km ²

Unité minimum de cartographie

L'unité minimum de cartographie (MMU) est la surface uniforme la plus petite qui puisse être délimitée à l'interprétation d'une image ou d'une photo. Cette unité est déduite de l'observation de la source de l'image. La MMU est un autre paramètre de cartographie qui varie en fonction de l'échelle. Elle ne correspond pas obligatoirement à la surface uniforme la plus petite perceptible par l'œil humain. Plus la MMU est importante, moins le travail d'interprétation sera ardu. La taille de la MMU peut être déterminée en fonction de la gestion (par exemple, seules des zones naturelles d'une superficie supérieure à 1 hectare seront délimitées). Certaines MMU couramment appliquées à diverses échelles de travail sont représentées graphiquement dans le Tableau 3-1. Certains photointerprètes utilisent une règle empirique pour développer leurs MMU : la MMU correspond à la taille du plus petit polygone sur lequel une étiquette peut être dessinée à la main.

Systemes d'Information Géographique

Les systèmes d'information géographique, ou SIG, sont des systèmes informatiques qui permettent la saisie, la maintenance, la récupération, l'intégration, la visualisation et l'analyse de données géoréférencées, à savoir de données dotées d'une qualité géographique, d'un cadre de localisation, ou d'une caractéristique intrinsèque de localisation. Les données géoréférencées sont généralement décrites comme étant des données spatiales, ou « cartographiables ». Un SIG utilise des données géoréférencées. Si les SIG sont généralement perçus comme étant des progiciels, en réalité un SIG est une combinaison de matériel (équipement informatique), de logiciels et de ressources humaines nécessaires à l'affichage et à l'analyse des données spatiales.

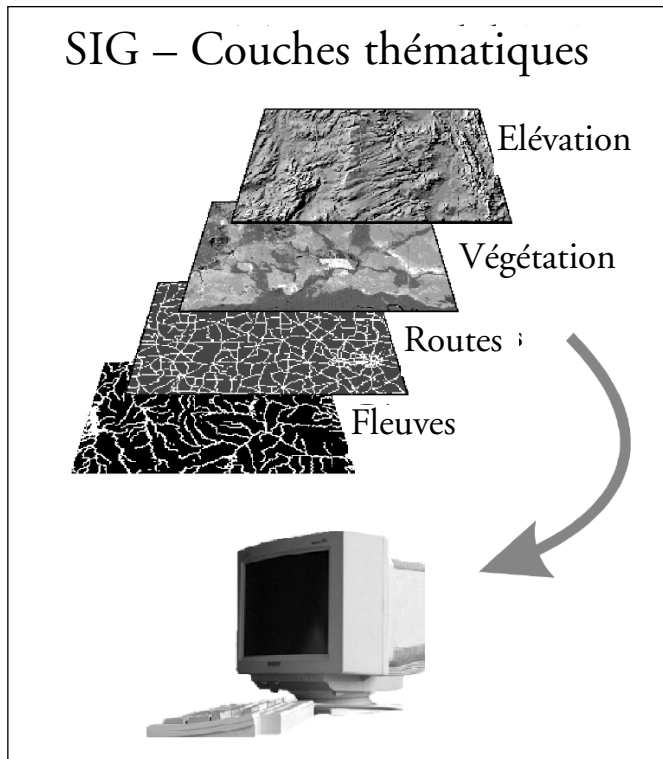


Figure 3-3. Les différentes couches thématiques d'un SIG. Un SIG est un outil d'intégration, dans la mesure où il permet d'analyser une couche thématique ou des données par rapport aux autres couches.

Organisation des données dans un SIG

Les informations d'un SIG sont organisées sous forme de couches de données thématiques. Si une carte papier peut représenter différents thèmes (routes, fleuves, villages, classes de végétation, ...), sous un SIG, ces thèmes constituent différentes couches (Figure 3-3). Cette organisation des données en couches distinctes permet d'afficher ou d'analyser sélectivement une ou plusieurs couches, ainsi que de créer de nouvelles couches de données à partir de couches existantes. Un SIG contient autant de couches que nécessaire, en fonction de l'application considérée. S'il n'existe pas de norme établie quant au nombre minimum de couches que doit comporter le SIG utilisé pour une REA (ou toute autre application de préservation de l'environnement), plusieurs couches de données biophysiques et socio-économiques « standard » sont généralement développées pour les SIG destinés aux REA. Ces couches portent sur la géologie, les sols, les variables climatiques (précipitation et température, par exemple), l'occupation des sols et le couvert végétal, l'hydrographie en surface, l'élévation, les zones protégées, les limites des zones étudiées, les unités politiques/administratives, les réseaux de transports en commun, les centres de population, l'infrastructure et le cadastre.

Le SIG en tant que système de gestion de base de données

Un logiciel de SIG est en réalité un puissant système de gestion de base de données (SGBD), doté de fonctionnalités sophistiquées de visualisation de données et d'analyse spatiale. De bonnes notions de gestion de base de données permettent généralement d'acquérir rapidement une certaine maîtrise d'un SIG, dans la mesure où le moteur logiciel de tout SIG digne de ce nom est un SGBD. Un SIG permet d'afficher et d'analyser des informations géoréférencées, comme par exemple les attributs numériques d'une caractéristique géographique ou d'un pixel. En tant que tel, le SIG ne constitue pas la solution de SGBD pour la gestion d'informations textuelles volumineuses (essais ou mémos), qui ne comportent généralement pas de géoréférencement.

SIG en mode Raster vs. Vecteur

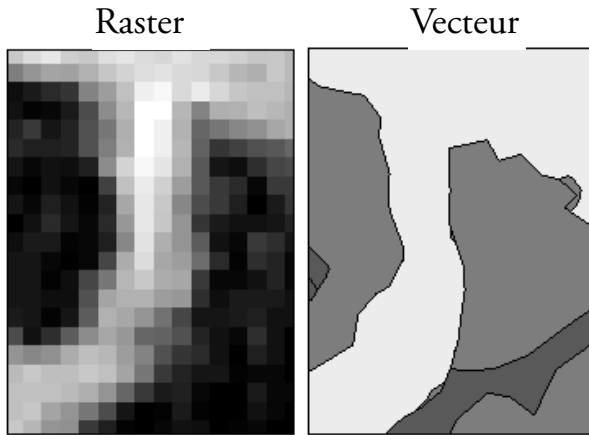


Figure 3-4. SIG en mode raster et vecteur représentant les caractéristiques d'un paysage. Dans le SIG en mode vecteur, les caractéristiques observées à la surface de la Terre sont représentées sous forme de points, de lignes ou de polygones, assortis des attributs qui leur sont associés. Le SIG en mode raster utilise un modèle de données à base de grille, dans laquelle les cellules d'une résolution spatiale fixe ont une valeur unique représentant le thème.

SIG en mode raster ou vecteur

Il existe deux types fondamentaux de logiciels de SIG : les SIG en mode raster et les SIG en mode vecteur. Dans un SIG en mode raster, les thèmes sont représentés à l'aide d'un système de grilles. Les paysages y sont subdivisés en cellules de grilles – généralement appelées pixels – chaque cellule contenant un nombre ou un caractère décrivant le thème figurant à l'emplacement considéré. Les données des images satellite, où chaque pixel a une valeur correspondant à sa réflectance spectrale dans la cellule considérée, sont un exemple de données raster. La taille des cellules d'une grille dans une couche de données de SIG en mode raster, est déterminée par l'analyste.

Un SIG en mode vecteur diffère d'un SIG en mode raster par le fait que la surface de la Terre n'y est pas représentée par une grille. Au lieu de cela, les caractéristiques situées à la surface de la Terre (routes, villages, lacs...) sont décrites dans l'espace à l'aide d'une géométrie de points/lignes/zones. Ces caractéristiques deviennent des objets (des enregistrements de données) stockés dans un SGBD qui conserve les informations géographiques relatives à la caractéristique (données spatiales) et à ses éléments descriptifs (attributs). Dans un SIG en mode vecteur, par exemple, une forêt est représentée sous forme de polygone. Les espèces dominantes, le type de sol et les voies d'accès sont autant d'attributs de cette forêt, qui peuvent être représentés visuellement sur une carte papier, pour être ensuite analysés dans l'espace. Des SIG en mode raster et vecteur sont décrits en Figure 3-4.

Choix d'un logiciel de SIG

Le choix d'un logiciel de SIG suppose la capacité de décider du type du SIG (raster ou vecteur) et de sa marque. Les REA étant généralement très axés sur la caractérisation des paysages et la cartographie de l'emplacement et de l'étendue des habitats, un système à base de vecteurs est généralement préférable. Le facteur qui détermine le choix de la marque du SIG (comme de tout autre logiciel) est le fait de savoir si ce logiciel (1) représente le standard de l'industrie et (2) s'il s'agit d'une technologie commerciale clé en main. La fonctionnalité est bien entendu une considération majeure, mais si la technologie est perçue comme le standard de l'industrie, il y a fort à parier que le logiciel soit totalement fonctionnel. Le standard de l'industrie, qui correspond aux outils SIG les plus répandus en matière de protection de la nature sont ArcInfo® et ArcView®, deux produits ESRI. Ces deux logiciels comportent l'ensemble des fonctionnalités requises d'un SIG (y compris des modules raster pour les versions haut de gamme), ainsi que des interfaces graphiques extrêmement conviviales.

L'organisation chargée de la mise en œuvre de la REA devra utiliser un SIG pour gérer et analyser les données de la REA et pour produire des cartes. Bon nombre d'agences candidates à la mise en œuvre de REA possèdent déjà un SIG et rien ne justifie qu'elles achètent un nouveau système si celui qui est en place dans leurs murs peut répondre aux besoins de gestion de données d'une REA. D'autres SIG en mode vecteur ou raster peuvent convenir à une REA. Une comparaison approfondie des besoins de gestion de données avec les fonctionnalités d'un logiciel de SIG devra être effectuée avant qu'il soit question d'adopter un système alternatif.

L'échelle d'un SIG

Les données d'un SIG sont maintenues dans un cadre géographique exact quant aux emplacements des éléments et indépendant de l'échelle. Bien que la qualité des données sous le SIG soit en partie fonction de l'échelle des données source (rattachées à la source), le SIG est capable de produire des cartes à n'importe quelle échelle. Cette indépendance entre l'échelle et les données numériques du SIG permet la combinaison spatiale et la consultation de diverses couches de données ayant des échelles initiales différentes.

Bien que, d'un point de vue conceptuel et mécanique, le SIG soit sans échelle, les couches de données peuvent généralement être décrites comme ayant une échelle de développement. Une couche de données de routes et de pistes numérisée à partir d'une carte topographique à l'échelle 1:50 000 a une échelle de développement de 1:50 000 et ne peut pas être considérée comme exacte si elle est imprimée à une échelle plus importante, bien que le SIG autorise une telle impression. En règle générale, l'analyse sous un SIG passe par la combinaison et l'analyse des couches de données tirées de sources de cartes à différentes échelles. De ce fait, l'exactitude d'ensemble d'un SIG multi-couches est généralement considérée comme correspondant à l'exactitude (ou à l'échelle de développement) de la couche de données ayant la résolution la plus faible.

Topologie

Un SIG en mode vecteur qui gère des données sur les objets décrits et leurs relations dans l'espace avec des objets voisins, est dit « topologique ». La topologie est une construction mathématique évoluée et la plupart des analystes dans l'espace n'ont pas besoin d'avoir une parfaite compréhension de la topologie. Cependant, la capacité qu'a le SIG de créer et de maintenir les relations topologiques est critique, dans la mesure où bon nombre de fonctions fondamentales de requête et d'analyse spatiale dépendent de la topologie. Certains logiciels (généralement, les logiciels de CAO en mode raster) permettent la saisie numérique des données vectorielles, mais ces vecteurs sont décrits comme étant non-topologiques et ne peuvent être utilisés pour la construction d'une topologie de polygones.

Téledétection

Les images de téledétection sous forme d'images satellite, de photographies aériennes ou de vidéographies aériennes, constituent la principale source de données de toute REA. La téledétection est une technologie spatiale basée sur l'interprétation et l'analyse d'images obtenues par téledétection. Les technologies de téledétection par satellite sont souvent désignées comme étant des systèmes de traitement de l'image. En général, ce sont des technologies plus complexes et qui requièrent une plus grande puissance de calcul informatique que celles qui sont mises en œuvre dans un SIG. L'utilisation des technologies de téledétection exige une compréhension de base des facteurs de réflectance spectrale. Dans la plupart des REA, les images satellite sont acquises, subdivisées en sous-ensembles ou en mosaïques, rectifiées, interprétées (classifiées), puis imprimées sur papier.

Réflectance spectrale

Les images de réflectance spectrale obtenues par téledétection sont constituées à l'aide de dispositifs de détection qui circulent à bord de satellites ou d'avions pour enregistrer les propriétés spectrales des objets qui se trou-

<i>Satellite</i>	<i>Résolution spatiale</i>	<i>Résolution spectrale</i>
Landsat TM	30 m	7 bandes
IRS	23m	5 bandes
Spot PAN (Panchromatique)	10 m	1 bande
Spot XS (Multispectral)	20m	3 bandes
AVHRR	1 km	4 bandes
RadarSat	9-28 m	1 band

Tableau 3-2. Différences de résolution spatiale et spectrale des images satellite les plus fréquemment utilisées en REA.

vent à la surface de la Terre. Ces propriétés spectrales – ou signatures – résultent de l'interaction entre un objet situé à la surface de la Terre et le rayonnement électromagnétique du soleil. Elles sont généralement désignées par le terme de « réflectance ». La longueur d'ondes des rayons électromagnétiques renvoyés par un objet dépend de la composition de ce dernier. Différents objets renvoient différentes longueurs d'ondes. Les capteurs ont plusieurs bandes, qui peuvent capter le rayonnement électromagnétique de différentes longueurs d'ondes (par exemple, pour permettre la séparation entre les différents types de végétation sur les images satellite). Les prairies ne renvoient pas le même rayonnement que les forêts au feuillage dense, les zones humides ne renvoient pas le même rayonnement que les déserts, etc.

Images satellite

La plupart des REA intègrent des images satellite (généralement appelées « images faibles résolution ») en même temps que des images haute résolution (photographies aériennes). Les images satellite sont renvoyées directement vers des dispositifs numériques, puis transmises vers des stations réceptrices situées sur la Terre. Plusieurs satellites de télédétection circulent déjà dans l'espace et d'autres seront lancés prochainement. Les capteurs à bord de ces plates-formes captent les rayonnements selon différentes longueurs d'ondes et différentes résolutions spatiales. Des images satellites réalisées selon différentes résolutions spectrales et spatiales sont proposées dans le commerce (Tableau 3-2). La résolution spectrale est une propriété du capteur qui correspond au nombre et à la largeur des bandes (longueurs d'ondes) enregistrées, tandis que la résolution spatiale correspond à la taille des pixels sur les images (un pixel représentant la plus petite surface captée). Les images produites par Landsat TM (*Thematic Mapper*), par exemple, ont une résolution spatiale de 30 m par 30 m, et une résolution spectrale de sept bandes correspondant à des longueurs d'ondes visibles, quasi-infrarouges, ultra-infrarouges et thermiques. SPOT XS (Multispectral) a une résolution spatiale de 20 m par 20 m et une résolution spectrale de trois bandes.

Les images radar sont des images non-optiques dont la disponibilité devient de plus en plus répandue. Si les capteurs optiques sont passifs, les capteurs radar enregistrent la rétrodiffusion des rayons radar dirigés vers le sol. Ce caractère actif du radar le rend parfaitement adapté aux zones perpétuellement nuageuses, dans la mesure où il n'est pas affecté par les nuages. Il existe des radars haute résolution et des radars faible résolution.

Traitement d'images satellite

Par traitement de l'image, il faut entendre la préparation et l'exploitation des données d'images. Les images numériques sont vendues sous forme de « scènes » de tailles diverses, en fonction du type de données qui ont permis de les produire. En général, les images numériques sont acquises, rattachées à des scènes voisines si nécessaire, géoréférencées, améliorées, classées, imprimées, puis exportées vers un SIG. Le traitement d'images peut être une procédure entièrement numérique, faisant appel à du calcul informatique intensif, ou encore

semi-numérique, auquel cas elle requiert une intervention humaine. Si la première exige de l'ordinateur qu'il soit apte à distinguer de très fines nuances de variation spectrale sur une scène, la dernière tire parti de l'expérience et de la capacité de reconnaissance d'un interprète humain. En REA, on a tendance à préférer la méthode semi-numérique.

Configuration matérielle et logicielle requise pour le traitement d'images

Les fichiers d'images étant relativement volumineux (leur taille peut facilement dépasser plusieurs centaines de méga-octets) et complexes, le traitement d'images numériques exige une puissance de calcul substantielle. Par tradition, le traitement d'images numériques est généralement réalisé sur une station de travail UNIX ou sur un ordinateur central, notamment du fait des importantes capacités de stockage et de traitement requises pour manipuler des ensembles de données volumineux correspondant à plusieurs bandes. L'acquisition d'une plate-forme de travail UNIX suppose un important investissement financier et humain. A ce titre, elle n'est généralement pas recommandée pour les organisations dont l'activité principale n'est pas l'analyse de données spatiales. Heureusement, cependant, la tendance croissante à mettre au point de puissants systèmes fonctionnant sur PC et offrant d'importantes capacités de stockage va peut-être, à terme, permettre le développement du traitement d'images sur plates-formes PC. Cette tendance est une évolution positive qui apporte une dimension « technologique adéquate » à une discipline et à un ensemble d'outils qui relevaient jusque là de la haute technologie.

Pour traiter l'image sur un système PC, la configuration doit comporter plusieurs giga-octets de capacité de stockage, une mémoire vive (RAM) et une mémoire vidéo (VRAM) maximales, des fonctionnalités d'affichage vidéo et graphiques haute résolution, de grands écrans, un lecteur de CD-ROM et un puissant système d'exploitations Windows multi-fonctionnel. Le logiciel standard de traitement d'images utilisé dans l'industrie est ERDAS Imagine.

Acquisition d'images

L'acquisition d'images est un processus relativement simple. Il suffit de contacter un revendeur d'images et de lui indiquer les zones souhaitées, ainsi que la date et la qualité requises. Ces informations concernent l'emplacement dont des images sont souhaitées (généralement les coordonnées ou un rectangle entourant la zone à étudier, sont à prévoir), leur âge (récentes, jusqu'à 5 ans d'âge, jusqu'à 15 ans d'âge), le mois ou la plage de mois (si la saisonnalité est à prendre en compte), le degré de couverture nuageuse toléré, le produit souhaité (données numériques, papier ou les deux) et le degré de pré-traitement souhaité (d'aucun pré-traitement à pré-traitement étendu). Ensuite, le revendeur effectue une recherche dans sa base de données d'images et produit une liste de scènes qu'il propose à l'acheteur. Cette liste de scènes indique, pour chacune, le numéro de scène, le numéro de colonne et le numéro de ligne (selon une grille divisant le globe en colonnes Nord/Sud et lignes Est/Ouest), la date d'acquisition et le degré de couverture nuageuse. Il est parfois possible de décaler les scènes par rapport à leurs coordonnées ligne/colonne d'origine pour éviter de devoir en acheter plusieurs. Cette possibilité doit être débattue avec le revendeur. Le degré de couverture nuageuse est indiqué pour chacun des quatre quadrants de la scène. Il est à présent courant qu'un acheteur d'images effectue ses recherches sur Internet sans l'aide du revendeur. En outre, de plus en plus d'images peuvent être acquises, gratuitement ou presque, sur Internet.

Les images satellite demeurent fort onéreuses (de 3 000 à 5 000 dollars par scène) et, dans certains cas, prohibitives. Etant donné leur prix, il est important de déterminer si des images satellite sont nécessaires et, le cas échéant, d'acheter des produits d'excellente qualité. La nécessité d'acheter des images dépend généralement de la superficie de la zone à étudier dans le cadre de la REA. Il est généralement déconseillé d'acheter des images satellite pour les zones de moins de 10 km².

La qualité des images est généralement difficile à évaluer à partir des épreuves ou des vignettes fournies par le revendeur. Les images comportent souvent de tout petits nuages dispersés, qui sont difficiles, voire impossi-

bles, à percevoir sur les vignettes ré-échantillonnées. Bien que cela soit rarement possible, un examen de l'image réelle avant l'achat est préférable. Sinon, il est relativement peu risqué d'acheter une image présentant un taux de couverture nuageuse de 0 % sur chaque quadrant (une journée principalement sans nuages) ou sur le quadrant à étudier. Un taux de couverture nuageuse compris entre 10 et 20 % peut être acceptable. Un taux de couverture supérieur ou égal à 30 % est généralement inadmissible. Avant d'acheter des images, l'acheteur doit convenir avec le revendeur de la possibilité de retourner ou échanger des images inexploitable. Un accord écrit devra être conclu en la matière.

Fusion d'images

Une fois achetées, les images doivent être téléchargées à partir du support de distribution (généralement une bande 8 mm ou un CD) et subdivisées ou fusionnées (lorsque plusieurs scènes sont utilisées). Les données brutes d'une scène doivent généralement être rattachées aux données d'une scène adjacente si la zone à étudier recouvre deux scènes ou plus. Ce rattachement suppose la fusion de deux ou plusieurs scènes par alignement des lignes et colonnes correspondantes, de manière à préserver l'intégrité géographique du tout. Cette fusion d'images suppose que les numéros des colonnes et des lignes d'origine soient connus. Il est par conséquent généralement peu sage de rattacher des images après les avoir subdivisées, dans la mesure où leurs numéros de lignes et de colonnes risquent d'avoir été altérés.

Rectification d'images

La rectification d'images est le processus de géoréférencement du fichier d'image, de manière à permettre de déterminer le véritable emplacement géographique des caractéristiques de l'image. Avant la rectification, l'image a un seul système de référencement des lignes et des colonnes (position du fichier). La rectification consiste à affecter l'emplacement géographique connu des caractéristiques du paysage aux mêmes caractéristiques distinguées sur l'image. La rectification permet de rechercher des objets sur l'image en fonction de leur emplacement géographique.

Généralement, la rectification nécessite une carte papier ou numérique comportant déjà le géoréférencement, de manière à indiquer l'emplacement initial des caractéristiques perceptibles sur l'image. Une carte papier est montée sur un tableau de numérisation, puis enregistrée. L'enregistrement de carte est un processus par lequel le système de géoréférencement d'une carte est enregistré par utilisation d'un dispositif pointeur pour désigner les emplacements connus. Le tableau de numérisation contient généralement une grille fine résolution intégrée et mesurée avec précision, qui permet de transformer les unités du tableau de numérisation (pouces ou centimètres) en unités de mesure des objets en grandeur nature.

Correction d'images

Par correction d'images, il faut entendre la manipulation des données d'origine pour améliorer l'aspect esthétique et la netteté de l'image. Les longueurs d'ondes spectrales détectées par le capteur sont indiquées par des nombres numériques (NN) généralement compris entre 1 et 256. Cette plage de nombres découle des limites de stockage de l'information (contraintes d'octets) des systèmes de traitement informatiques. La correction d'images revient à altérer la plage des NN pour améliorer le contraste de l'image. Ce processus est désigné par le terme d'extension ou d'égalisation d'histogramme.

Sortie d'images

Par sortie d'images, il faut entendre la production de copies papier des images. Si ces dernières sont généralement constituées de données multi-bandes, seules trois bandes peuvent être représentées ou exploitées sur les copies papier. C'est le choix des bandes à sortir et leur affectation aux coloris utilisés en affichage vidéo et tech-

nologie d'impression, qui déterminent l'aspect visuel final d'une image. Par exemple, les bandes 4, 5 et 3 d'une image Landsat (respectivement quasi-infrarouge, semi-infrarouge et bleu) représentées respectivement par les couleurs rouge, verte et bleu produisent ce que l'on désigne généralement par l'appellation de « composite de couleur infrarouge ». Cette combinaison particulière de bandes et cette affectation de couleurs sont généralement utilisées pour les REA terrestres mettant en œuvre une classification des communautés végétales.

Classification manuelle d'images

Par classification manuelle ou visuelle, il faut entendre l'interprétation de photos ou d'images par l'œil humain. Voici des décennies que les photographies aériennes sont photointerprétées manuellement, permettant ainsi le développement d'une science extrêmement précise appelée « photogrammétrie ». Les sorties papier ou films d'images satellite peuvent également faire l'objet d'une interprétation manuelle. L'interprétation manuelle ne nécessite pas d'ordinateur. En revanche, un ordinateur est nécessaire pour la subdivision, la correction, la rectification et la sortie des images numériques.

Classification numérique d'images

Par classification numérique d'images, il faut entendre l'utilisation d'ordinateurs et d'algorithmes mathématiques de clustering visant à classer les signatures d'une image en différentes classes. Ces dernières représentent les zones de réflectance semblables et représentent souvent différents types de végétation ou de communautés écologiques. La classification d'images numériques peut être un processus contrôlé ou non contrôlé. Dans le cadre d'une classification non contrôlée, l'ordinateur classe les valeurs des pixels en différentes classes, sur la base d'une analyse des facteurs de réflexion spectrale (NN). Le nombre de classes est généralement fixé par l'analyste et doit correspondre à peu de chose près au nombre de types de communautés écologiques dont il soupçonne la présence dans la zone étudiée. Dans le cadre d'une classification contrôlée, l'analyste fournit les informations relatives aux communautés végétales connues de zones données pour aider le processus de classification. Plus précisément, il fournit un ensemble de pixels de base, que l'algorithme corrèle ensuite avec l'ensemble des pixels de l'image. Les informations sur les pixels de base proviennent d'une vérification de terrain ou d'une connaissance préalable de la distribution des communautés.

Classification numérique ou manuelle ?

Bien que la classification numérique présente certains avantages par rapport à l'interprétation manuelle (l'ordinateur ayant une meilleure capacité de discrimination spectrale, ce qui permet l'utilisation de nombreuses bandes de données), la REA fait généralement appel aux techniques manuelles de photointerprétation. Cet attachement à la classification manuelle est lié à la problématique du choix de la technologie adaptée. La photogrammétrie est une discipline standard bien connue presque partout dans le monde, du fait de la large diffusion, à travers l'histoire, de cartes topographiques basées sur des photographies aériennes. Ainsi, le savoir-faire photogramétrique est relativement bien répandu. La photointerprétation d'images satellite est un processus relativement simple qui ne fait pas appel à une analyse stéréoscopique.

La classification numérique, en revanche, fait appel à un important arsenal de matériel, de logiciel et de savoir-faire. Comme indiqué plus tôt, les analyses de télédétection demandent une utilisation intensive de ressources et demeurent fort rares dans de nombreux pays. Lorsque ces systèmes sont disponibles, ils sont souvent utilisés avant tout pour rectifier, corriger et imprimer des images papier à échelle se présentant sous forme de grille. Ces images sont ensuite photointerprétées. L'interprétation manuelle doit être considérée comme la méthodologie de classification de prédilection dans la plupart des REA. Lorsque des ressources informatiques substantielles sont disponibles, ainsi que les compétences requises pour utiliser les algorithmes de classification numérique, cette approche peut être envisagée à titre d'alternative à l'interprétation manuelle.

Saisie numérique de caractéristiques délimitées

Une fois interprétées, les caractéristiques délimitées sont toujours numérisées et transférées dans un SIG. Ceci permet de développer les couches de données numériques du SIG, qui sont ensuite utilisées pour l'analyse spatiale et la présentation de la carte. Cette étape de numérisation passe par l'ajout d'étiquettes d'identification des points, lignes et polygones.

Cette étape renvoie les informations vers une dimension numérique. Les pixels d'images (données numériques) ont été interprétées manuellement et réparties en classes de caractéristiques (polygones papier, non numériques), qui sont ensuite re-convertis en entités numériques (objets du SIG). Ce type d'interprétation manuelle suivi d'une conversion numérique dans un SIG est désormais désigné par le terme de « méthode de classification semi-numérique » et correspond à une procédure utilisée en standard dans la plupart des REA.

Photographies aériennes

Les photographies aériennes sont obtenues à partir d'un appareil-photo de cartographie monté sur un port situé sous la carlingue d'un avion spécialement conçu à cet effet. Ces photographies verticales sont prises selon une séquence temporelle contrôlée, de manière à ce que deux photographies successives se superposent. Cette superposition permet de visualiser les deux photographies (paire stéréo) à l'aide d'un stéréoscope. Les différences de hauteur des couverts végétaux sont perceptibles par l'analyse stéréo et permettent ainsi de distinguer différentes communautés végétales.

Les photographies aériennes peuvent être en couleur naturelle ou en infrarouge-couleur. Les photographies en infrarouge-couleur permettent généralement de mieux délimiter les communautés végétales. Les photographies aériennes en couleur naturelle sont généralement mieux adaptées pour distinguer les communautés marines proches de la côte. La hauteur de l'avion détermine l'échelle des photographies aériennes, qui peut par conséquent être maintenue à une valeur constante. Les échelles les plus fréquentes sont le 1:24 000 et le 1:50 000, mais bien d'autres échelles sont possibles. En général, des photographies aériennes en infrarouge-couleur de haute qualité, prises à la bonne échelle, sont les plus appropriées. C'est pourquoi, dans la mesure du possible, l'on essaiera d'obtenir et de photointerpréter ce type de photographies. Des photographies aériennes sont parfois proposées par des agences publiques.

Photointerprétation

La photointerprétation des photographies aériennes nécessite l'interprétation de paires stéréo à l'aide d'un stéréoscope. Les caractéristiques délimitées par cette interprétation sont tracées sur des jaquettes en acétate. La délimitation se base sur les propriétés visuelles du support photographique : couleur, ton, texture, ainsi que sur celles des objets photographiés : taille et forme de lacime, différence de hauteur des couverts végétaux.

Une fois les caractéristiques interprétées, elles sont ensuite transférées sur un fond de carte, généralement un fond de carte d'image satellite produit à la même échelle que la photographie, durant l'étape de transfert des caractéristiques. La photointerprétation comporte toujours une dimension d'origine et de destination de la cartographie. En REA, il est courant de cartographier depuis des photographies aériennes vers des fonds de carte d'images satellite, mais les caractéristiques peuvent également être cartographiées sur des cartes produites par SIG ou des cartes topographiques.

Les changements d'échelle durant le processus de transfert des caractéristiques ne sont ni souhaitables, ni recommandés. Un transferscope à zoom est un équipement de projection optique qui permet le transfert de caractéristiques avec changement d'échelle. Les transferscopes à zoom sont cependant onéreux et rares. Si une REA nécessite l'acquisition de photographies aériennes, le choix de l'échelle devra tenir compte de la nécessité de ne pas changer d'échelle pendant le processus de transfert des caractéristiques.

Vidéographie

La vidéographie et la photographie numérique sont des types relativement nouveaux de production d'images qui peuvent être utilisés dans le cadre d'une REA ou de toute autre application de protection de l'environnement. La vidéographie est une prise vidéo effectuée à partir d'un avion à l'aide d'une caméra vidéo spéciale. Cette dernière, montée sur un port prévu à cet effet, peut acquérir des images quasiment verticales sur une bande vidéo analogique (non numérique), qui peut être visionnée immédiatement après le vol, voire durant ce dernier. Les progrès technologiques permettent désormais d'intégrer un récepteur GPS avec la caméra, de manière à ce que les cadres de la vidéo soient étiquetés d'un emplacement. .

L'équipement nécessaire pour recueillir ces images est peu répandu et assez onéreux. Il est possible de numériser la bande vidéo à l'aide d'un logiciel de saisie de cadres, mais ceci requiert un lecteur/enregistreur coûteux, ainsi qu'un important savoir-faire technique. Créer une image numérique d'une zone par saisie numérique de cadres vidéo, pour ensuite les rassembler, constitue un processus compliqué et coûteux, qui n'est pas conseillé. Par conséquent, la vidéographie ne doit pas être envisagée en tant que source d'images pour la cartographie de vastes surface ou la classification de végétaux.

En revanche, la vidéographie peut s'avérer être un excellent outil d'observation des paysages, dans la mesure où le même itinéraire de vol (généralement les limites du parc) peut être pratiqué à intervalles répétés. Bien que les images résultantes ne soient pas numériques et ne puissent faire l'objet d'une analyse sur ordinateur, la bande vidéo demeure un support visuel sur lequel l'état du paysage au moment du vol est fixé de manière permanente. Ceci permet de détecter la pénétration humaine dans les parcs, les changements d'occupation des sols, l'aménagement de routes et de pistes, etc. La vidéographie numérique devient de plus en plus répandue.

Photographie numérique

Les appareils photo numériques enregistrent les images directement sur disque et deviennent de plus en plus populaires depuis leur apparition à la fin des années 1990. Ils permettent d'obtenir un enregistrement numérique de l'état du paysage au moment de l'acquisition, mais ils demeurent peu utilisés pour la cartographie de la végétation. Il est possible de rassembler plusieurs photographies numériques pour obtenir une image d'une région donnée, mais celle-ci risque de ne pas être exacte sur le plan photogrammétrique. Les photographies aériennes sont photogrammétriques parce que l'avion est maintenu à une hauteur constante et que ses balancements sont relativement bien contrôlés, ce qui permet de prendre des photographies verticales. Ce contrôle de l'avion n'est possible que sur les vols les plus professionnels de missions de cartographie.

L'utilisation d'appareils photo numériques en survolant des paysages pour acquérir des images en certains points reste une technique pertinente. L'appareil photo est orienté le plus verticalement possible et les photographies permettent ensuite la photointerprétation d'autres images. La photographie numérique est très utile pour l'observation des espèces et des communautés. En outre, elle se prête bien à la publication des résultats dans le cadre du rapport final de REA. Les photographies numériques statiques sont également faciles à archiver sur ordinateur.

Systemes GPS

Le GPS est une technologie de géolocalisation où l'opérateur utilise un récepteur pour obtenir les coordonnées précises de n'importe quel point sur la Terre. La technologie GPS se base sur l'exploitation de vingt à trente satellites qui émettent des signaux en permanence. Un récepteur GPS portatif reçoit ces signaux et utilise une méthode de triangulation mathématique pour déterminer la position du récepteur. Les positions (coordonnées) produites par le récepteur sont stockées dans des fichiers, pour être ensuite éventuellement transférées vers un SIG.

Le GPS est une technologie spatiale fort utile, qui sert de base à la géolocalisation des données recueillies sur le terrain et lors des survols effectués dans le cadre d'une REA. Chaque équipe (végétation, faune, cartographie) doit disposer de récepteurs GPS qu'elle doit utiliser pour enregistrer les données sur le terrain ou en

survol. Hormis la géolocalisation des spécimens ou des observations, le GPS permet d'établir des points de contrôle géographique pour rectifier les images.

Utilisation d'un GPS

Un GPS est relativement facile à comprendre et à utiliser. Plusieurs paramètres (critiques) sont établis avant l'usage, en fonction du niveau de précision requis. Le système de coordonnées et le datum à utiliser sont identifiés de manière à ce que les positions GPS obtenues par le récepteur puissent être mises en relation avec les cartes disponibles pour la zone à étudier. Les emplacements des positions sont recueillis à la mise sous tension du récepteur. Ils sont ensuite généralement saisis dans un fichier pour être ensuite analysés et transférés vers un SIG.

Sources d'erreurs du GPS

Il existe plusieurs sources d'erreurs dans les données GPS, notamment les erreurs d'horloge satellite, les erreurs d'orbite du satellite, les retards de transmission dans l'atmosphère, le bruit du récepteur, le réfléchissement des signaux et la disponibilité sélective (selective availability ou SA). SA est un programme du département américain de la défense qui introduit volontairement des erreurs dans les signaux GPS pour empêcher les utilisateurs non autorisés de disposer de données parfaitement exactes. La plupart de ces erreurs peuvent être rectifiées par correction différentielle. En l'absence de correction différentielle et pour le type de récepteurs GPS généralement utilisés dans le cadre des travaux de terrain de REA, les erreurs vont généralement de 10 à 40 mètres, ordre de grandeur qui peut néanmoins être largement dépassé. Avec la correction différentielle, l'erreur se limite généralement à 5 ou 15 mètres.

Correction différentielle

La correction différentielle est une technique qui permet d'améliorer de manière considérable l'exactitude des données de position en utilisant simultanément deux récepteurs GPS. La correction différentielle suppose le recueil de données à l'aide d'un récepteur GPS situé dans un endroit connu (appelé « station de base »), pendant que des données GPS sont recueillies sur le terrain à l'aide d'un autre récepteur (« rover »). Le récepteur de la station de base étant stationnaire et situé dans un endroit connu, l'ampleur et la direction de l'erreur de SA peut être déterminée. Elle est ensuite soustraite des données du GPS rover.

Le logiciel livré avec les récepteurs GPS peut effectuer la correction différentielle sans que l'analyste possède de savoir-faire particulier. Il existe du matériel spécial pour station de base GPS, destiné à simplifier le recueil des données de base, mais il est relativement onéreux. Sinon, la plupart des récepteurs GPS peuvent fonctionner à la fois en mode base et en mode rover. L'utilisation d'un récepteur GPS standard en mode base comporte certaines contraintes, résultant notamment des limitations de la mémoire et de la batterie. De petits récepteurs portatifs peuvent utiliser différentes sources d'alimentation (piles AA, accumulateurs pour caméra vidéo, etc.) et la durée de vie des batteries doit en tous cas être prise en compte dans le cadre des travaux de terrain. La taille de la mémoire disponible pour stocker les fichiers des points dans le récepteur peut également constituer une limitation, qui peut parfois imposer le téléchargement des fichiers du récepteur vers l'ordinateur pour libérer de la mémoire.

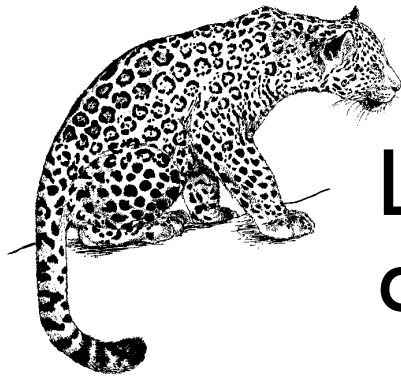
Conclusion

Les technologies de SIG, de GPS et de télédétection représentent des outils essentiels pour la REA. Leur utilisation nécessite la compréhension de quelques concepts géographiques de base, notamment l'échelle et la MMU. Le processus de cartographie de REA, qui fait appel à ces outils et à ces concepts, est décrit de manière détaillée dans le chapitre suivant.

Bibliographie

- Burrough, P.A. 1986. *Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment*. Oxford: Oxford University Press.
- ERDAS, 1991. *Field Guide*. Atlanta, Ga.: ERDAS Inc.
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). 1990. *Understanding GIS: The Arc/Info Method*. Redlands, Cal.: ESRI.
- Lillesand, T. M. et R. W. Kiefer. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Wiley and Sons.
- Maguire, D. J., M. F. Goodchild et D. W. Rhind. 1991. *Geographic Information Systems: Principles and Applications*. New York: John Wiley and Sons.
- Paine, D. P. 1981. *Aerial Photography and Image Interpretation for Resource Management*. New York: John Wiley and Sons.
- Snyder, J. P. 1987. *Map Projections - A Working Manual*. U.S. Geological Survey Professional Paper 1395. Washington, D.C.: USGS.
- Star, J. L., et J. E. Estes. 1990. *Geographic Information Systems: An Introduction*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall.

Chapitre 4



Le processus de cartographie de REA

Roger Sayre et Stuart Sheppard

Dans le chapitre précédent, nous avons présenté les concepts géographiques de base et leur application technologique à la préservation de la biodiversité et à la REA. Les technologies d'information spatiale ont été définies d'un point de vue fonctionnel et conceptuel. Le présent chapitre donne une description plus détaillée de l'utilisation de ces technologies spatiales dans le cadre de la mise en œuvre d'une REA. Il s'adresse principalement aux spécialistes en cartographie, qui seront chargés de réaliser l'analyse spatiale et de produire des cartes. A un autre niveau, cependant, ce chapitre décrit également un procédé fondamental pour la REA. Ce procédé devra être connu de toute personne désireuse d'acquérir une bonne compréhension de la REA.

Nous commençons par caractériser le processus de cartographie de REA en général et par décrire les dimensions de planification de l'activité de cartographie. Ensuite, nous décrivons le processus de production d'images et d'ensemble de données de SIG, pour ensuite aborder la question de l'étape de Caractérisation Initiale du Paysage et la mise au point du plan d'échantillonnage. Nous concluons cette discussion par une description des survols et des opérations de terrain, ainsi que de la production de cartes. En fin de chapitre, le lecteur trouvera dix-sept cartes couleur, dont douze présentent la chaîne des opérations nécessaires à la production de cartes de REA. Cette présentation est basée sur l'étude de cas de REA du Parc National de l'Est, en République Dominicaine (The Nature Conservancy, 1997). Les cinq autres cartes présentent des exemples de cartes produites dans le cadre de diverses REA.

Cartographie d'une REA

En général, la cartographie d'une REA est un ensemble complexe d'activités qui se compose comme suit : acquisition des sources de données d'images, planification et participation à des survols, interprétation d'images, mise au point de stratégies d'échantillonnage, géolocalisation du terrain des opérations, formation des autres membres de l'équipe à l'utilisation de l'équipement de géolocalisation, production de cartes de la zone étudiée pour l'ensemble des membres de l'équipe, participation à l'analyse et à l'interprétation de données, mise au point de cartes thématiques des résultats, rédaction des sections correspondantes du rapport de REA et production de documents finaux offrant un excellent aspect et prêts à la publication. Toutes ces activités relèvent

de la responsabilité des spécialistes en technologies spatiales (cartographes) de l'équipe de REA. Leur réalisation requiert un immense effort et un engagement indéfectible de la part des cartographes de REA, qui sont appelés à assister de diverses manières les autres équipes de la REA. La cartographie d'une REA est un processus qui intègre de nombreuses disciplines et permet d'analyser les données relatives aux espèces rencontrées dans le cadre d'un habitat donné et de les comparer à celles d'autres espèces.

Planification de la cartographie

Une planification attentive des aspects cartographiques d'une REA s'impose pour garantir la qualité et la pertinence du travail cartographique. La planification de la cartographie doit faire intervenir les chefs de projet, l'équipe chargée de la cartographie et les principaux représentants des groupes spécialistes des autres disciplines, qui doivent être prêts à débattre des éventuelles considérations de cartographie pertinentes pour leurs taxa ou l'objet de leur étude. Les membres de l'équipe de REA doivent tous réaliser que, bien que les membres de l'équipe chargée de la cartographie soient des experts en la matière, ils ne savent pas obligatoirement quels objets doivent être cartographiés. Les spécialistes des différentes disciplines s'attendent généralement à ce que l'équipe chargée de la cartographie produise des cartes de tous les éléments importants. En réalité, les cartographes doivent être dirigés et orientés dans la détermination du contenu thématique de leurs cartes. Un travail extrêmement sérieux de planification de la cartographie est nécessaire pour permettre la bonne marche de cette tâche.

Le plan de travail de cartographie

Un plan de travail de cartographie détaillant clairement les exigences de l'activité cartographique, les attributions de tâches, les dates de livraison, les produits requis et les structures de direction, devra être mis au point. Tout comme les groupes spécialistes des disciplines taxonomiques, l'équipe chargée de la cartographie doit se désigner un responsable. Cette équipe sera appelée à travail pour le compte de l'ensemble de l'équipe de REA et à contribuer à de nombreuses activités, notamment la détermination de l'emplacement des échantillons, la planification des survols, l'utilisation du GPS, l'analyse spatiale et la production de cartes. Du fait de son niveau de responsabilité particulièrement élevé, l'équipe chargée de la cartographie devra coopérer de manière proactive avec les autres groupes, et ce dès les premiers stades de la planification de la REA. Par conséquent, le plan de travail de cartographie reprendra la plupart des activités et produits relevant de la responsabilité des équipes spécialistes d'autres disciplines et de la direction de projet.

Détermination des échelles

L'échelle du développement de données (échelle de travail) et celle des produits cartographiques finaux (échelle de présentation) devront être déterminées dès les débuts du processus de planification. L'équipe chargée de la cartographie devra avoir une certaine influence sur cette décision, dans la mesure où ses membres connaissent bien les échelles généralement employées en imagerie ou cartographie. L'échelle est généralement déterminée dès les premiers stades de la planification et doit être indiquée de manière explicite dans le contrat de REA.

Il est souvent conseillé de cartographier à l'échelle des cartes topographiques ayant la plus haute résolution possible. Pour de nombreuses régions, il existe déjà une série topographique à résolution grossière (généralement 1:250 000 ou 1:500 000) et à fine résolution (1:50 000 ou 1:100 000) ; une échelle cartographique de 1:50 000 ou 1:100 000 convient généralement, surtout pour les zones vastes et relativement mal connues. Dans l'idéal, les communautés végétales doivent être cartographiées à une échelle plus importante, par exemple 1:24 000 ou mieux, dans la mesure où une telle échelle permet une meilleure distinction des communautés végétales. Les unités qui peuvent être distinguées et cartographiées à une échelle plus importante (1:24 000, par exemple) ne sont souvent pas perceptibles à une échelle moindre. Les unités qui peuvent être cartographiées à petite échelle sont souvent des agrégats ou des généralisations de caractéristiques qui apparaissaient comme évidentes sur les images à plus haute résolution.

L'échelle de travail qui convient est généralement fonction de la superficie de la zone à étudier et des ressources disponibles. Par exemple, une petite superficie peut être cartographiée à une échelle relativement importante. En général, l'échelle de travail doit être suffisante pour permettre la classification des caractéristiques (types de végétation, par exemple), mais suffisamment petite pour demeurer gérable.

L'échelle de présentation est généralement inférieure à l'échelle de travail. Il est généralement préférable d'imprimer les cartes à une échelle permettant de tracer l'ensemble de la zone étudiée, tout en maximisant la largeur du dispositif de traçage. Une seule grande carte, si elle permet de présenter un niveau de détail suffisant, permet une meilleure présentation que plusieurs petites cartes rattachées les unes aux autres.

Cartes requises

Chaque contrat ou descriptif de travaux de REA doit clairement indiquer les cartes à produire. Le travail de cartographie de cette REA sera alors orienté de manière à répondre à ces engagements. Il est parfois possible, et souvent tentant, pour un cartographe de REA, de produire tout un éventail de cartes, fruit des immenses quantités de données produites dans le cadre de la REA. Si la production de quelques cartes intermédiaires ou de cartes d'étude des données est inévitable, les cartographes de REA doivent veiller à œuvrer exclusivement à la production des cartes énoncées au contrat. La production de cartes est onéreuse et prend du temps et les scientifiques qui prennent part à une REA ont souvent tendance à demander un certain nombre de cartes inutiles à l'équipe chargée de la cartographie. La production de cartes ne figurant pas au contrat est déconseillée, excepté si elle s'impose. Les cartes généralement produites en REA sont décrites plus loin dans ce chapitre.

Le nombre exact (exemplaires), l'échelle, la taille, les couleurs, le contenu thématique, les informations de géoréférencement et autres éléments relatifs aux cartes, doivent être précisés dans le contrat. Le contrat devra également indiquer quelle forme doivent prendre les indications de crédits relatives aux sources de données et les logos des institutions participant à la REA ou contribuant à son financement.

Constitution de la base de données du SIG

Pour chaque REA, une vaste base de données de SIG constituée de plusieurs couches, est mise au point. Cette base de données permet à la fois l'analyse spatiale et la production de cartes. La base de données du SIG sert de base à la REA et contient l'ensemble des éléments géographiques et des attributs nécessaires à l'affichage et à l'analyse spatiale de chaque thème important. Les spécialistes des différentes disciplines peuvent décider de conserver également leurs propres bases de données, indépendamment de la base de données de la REA, de manière à disposer d'informations plus descriptives, généralement non visibles (par exemple, longues chaînes de caractères ou champs mémo). Chaque couche doit être construite à partir de la meilleure source de données disponible à la résolution spatiale gérable la plus élevée. Bon nombre de couches de données de REA doivent être générées par numérisation de l'information à partir de cartes papier. D'autres couches de données pourront être obtenues au format numérique. Pour la cartographie des vecteurs, chaque couche représente un thème biologique, physique ou social. Chaque couche du SIG doit contenir un seul thème. Différents thèmes (routes, fleuves, ...) ne doivent jamais être mélangés dans une même couche de données.

La liste des couches de données thématiques généralement saisies et utilisées en entrée d'une REA se compose généralement comme suit :

- Limites de la zone étudiée
- Emplacement régional de la zone étudiée
- Formations géologiques
- Sols
- Contour des élévations
- Isohyètes des précipitations
- Fleuves/Hydrographie de surface

- Routes/Pistes
- Villages
- Occupation des sols/Couvert végétal
- Unités politiques/Administratives
- Zonation existante
- Administration des terrains

Les couches de SIG généralement produites dans le cadre de la mise en œuvre d'une REA sont, notamment :

- Emplacements d'échantillonnage
- Communautés végétales
- Espèces rencontrées
- Zones critiques pour la préservation de la biodiversité
- Proposition de zonation
- Dangers

Le journal du projet

Un journal de SIG/projet de cartographie, entamé dès le début de la planification de la REA, conserve la trace des différentes activités de cartographie, un dictionnaire des données, un historique des prises de décision, les citations de cartes, ainsi que d'autres informations pertinentes. Le journal du projet doit être structuré comme suit : (1) Description du projet de REA et perspectives de cartographie ; (2) Ressources du projet (personnel, équipement, logiciels) ; (3) Dictionnaire des données ; (4) Mémos et correspondance ; (5) Contacts et (6) Cartes. Le dictionnaire des données est la partie la plus importante du journal. Il est organisé par couches et doit contenir les renseignements suivants : (1) Nom/Thème ; (2) Date de création ; (3) Personne responsable ; (4) Echelle de développement ; (5) Informations sur la source (origine, date, source principale, projection, datum, système de grilles, numéro de série, ...) ; (6) Définitions et valeurs des items/variables ; (7) Procédure de création des couches ; (8) Erreurs d'enregistrement des cartes et (9) Notes.

Une tenue attentive du journal de cartographie est recommandée, dans la mesure où ce dernier est systématiquement consulté durant et après le projet. Ce journal devra être reproduit en clôture de projet, puis archivé avec les cartes, les rapports et les ensembles de données numériques.

Analyse des images

Suite à la planification préliminaire des cartes, à la définition d'un plan de travail de cartographie et à l'ouverture d'un journal du SIG/projet de cartographie, l'équipe chargée de la cartographie est prête à entamer l'analyse des images dans le cadre de la phase de Caractérisation Initiale du Paysage. Chaque REA est basée sur l'interprétation de types de végétation à partir d'images (photographies aériennes ou images satellite) qui sont ensuite cartographiées, vérifiées sur le terrain et étudiées en vue d'en dégager la biodiversité des communautés et des espèces. Ce recours systématique à l'image distingue la REA des autres évaluations rapides de la biodiversité et donne la priorité à la délimitation des types de végétation en tant qu'unités de gestion.

Pour les images satellite, le processus d'analyse des images de REA qui précède le travail de terrain englobe généralement l'acquisition d'images, leur rectification, leur correction, leur interprétation et leur impression sur papier. Pour les photographies aériennes, ce processus englobe l'acquisition, l'interprétation et le transfert de polygones interprétés vers un fond de carte.

Acquisition d'images

L'acquisition d'images pour une REA suppose l'étude approfondie des images disponibles et la prise en compte des ressources disponibles. Dans le précédent chapitre, nous présentions les généralités de l'acquisition d'images. Ici, nous donnons au lecteur quelques conseils pratiques pour l'acquisition de photographies ou d'images satellite. Les images doivent toujours être acquises auprès d'un fournisseur professionnel. Les photographies aériennes, si elles n'ont pas encore été prises, doivent être confiées à un spécialiste bénéficiant d'une bonne renommée. L'équipe de REA ne doit pas envisager d'acquérir ses images par elle-même, bien qu'il existe différents capteurs permettant l'acquisition de données depuis des avions. A moins que le vol ne soit planifié et effectué conformément à certains standards extrêmement rigoureux, la photographie résultante ne sera pas photogrammétrique.

Pour commanditer une mission de survol aérien en vue de l'acquisition d'images, l'acheteur doit contacter le fournisseur, lui transmettre une carte de la zone à survoler, lui indiquer le type d'images (infrarouge-couleur, couleur naturelle ou noir et blanc), ainsi que l'échelle souhaitée. Ensuite, le fournisseur établit un devis pour ce travail. Il est conseillé de consulter plusieurs fournisseurs. Si le fournisseur doit parcourir une longue distance pour se rendre sur la zone à étudier, notamment s'il vient de l'étranger, son devis comportera des frais de mobilisation. Ces frais représenteront généralement un montant significatif, non remboursable si un temps peu clément interdit l'obtention de clichés satisfaisants. Le devis et le contrat indiqueront généralement un délai, généralement dix à quinze jours, durant lequel le fournisseur pourra décider de s'envoler ou d'attendre de meilleures conditions météorologiques. A expiration de ce délai, le fournisseur pourra repartir vers son lieu d'origine, qu'il ait ou non réalisé un ensemble complet de photographies. Pour revenir sur les lieux, il est susceptible d'exiger de nouveaux frais de déplacement. Il s'agit là de la procédure standard, mais certains fournisseurs peuvent se montrer prêts à prolonger la fenêtre de temps ou à réduire, voire éliminer, les nouveaux frais de déplacement. L'acheteur devra disposer de bons talents de négociateur.

Une fois convenues les conditions, le fournisseur et l'acheteur peuvent conclure un contrat. Ce dernier devra indiquer clairement les spécifications des photographies, ainsi que les éléments relatifs au film (négatifs, film 9 pouces, ...). Il est toujours utile, à des fins d'interprétation et d'archivage, de disposer d'un ensemble d'épreuves.

Les images satellite sont livrées sur CD ou sur bande 8 mm. Un fichier contenant une scène multi-bandes a généralement une taille importante. Un dispositif de stockage de masse doit être prévu pour manipuler ce type de fichier. Les données des différentes scènes sont téléchargées depuis le support livré par le fournisseur vers le disque dur, en vue d'être analysées ultérieurement.

Rectification d'images

Les sources d'images sont rarement livrées avec un degré satisfaisant d'exactitude géographique et doivent généralement être rectifiées. Les photographies aériennes sur papier ne comportent aucun géoréférencement et ne sont pas rectifiées (bien qu'il soit possible de les numériser, de les rectifier et de les rattacher les unes aux autres à l'aide d'un logiciel de traitement d'images). Les photographies aériennes numériques sont souvent proposées à l'achat aux Etats-Unis sous forme d'orthophotographies numériques, mais ce type de photographies rectifiées est rarement disponible dans bon nombre de pays tropicaux ou en développement.

La rectification d'images satellite nécessite un ensemble complet de cartes topographiques de bonne qualité, une image semblable déjà rectifiée, un modèle numérique d'élévation ou un ensemble de points de contrôle au sol tirés du GPS. La rectification d'images pour donner naissance à des cartes topographiques est la procédure la plus couramment employée en REA. Ce procédé suppose l'enregistrement de la carte topographique sur le numériseur, son affichage à l'écran, la recherche des points de contrôle (repères visibles sur la carte et l'image) et la définition de l'emplacement de chaque point de contrôle sur l'image à l'aide de son emplacement connu sur la carte enregistrée. Une fois les emplacements de plusieurs points de contrôle établis sur l'image, une transformation mathématique est effectuée pour appliquer à l'ensemble de l'image l'information relative aux emplacements. Après cela, l'image est géoréférencée et la position géographique de n'importe quel lieu y figurant, peut être retrouvée.

Une fois que les images ont été géoréférencées, elles sont généralement imprimées et le produit papier est interprété manuellement. Avant de lancer l'impression, il convient de choisir les bandes à utiliser. Pour les applications à la végétation terrestre, les combinaisons de bandes en couleur naturelle (voir carte 1) sont généralement moins adaptées que les combinaisons infrarouges (voir carte 2). Pour les images Landsat, les bandes choisies et la séquence de leur affichage dans les canaux rouge, bleu et vert sont généralement 4, 5 et 3. Pour les images multispectrales SPOT, les bandes et la séquence généralement utilisées sont 3, 2 et 1. Plusieurs commandes du logiciel de traitement d'images permettent ensuite de corriger l'image (amélioration du contraste) avant l'impression. Une grille de géoréférencement doit toujours être appliquée avant l'impression. La grille la mieux adaptée est généralement une grille UTM (*Universal Transverse Mercator*) de 1km² en blanc ou noir. Cette grille est un élément essentiel, dans la mesure où elle permet une géolocalisation extrêmement précise des positions de champs sur l'image.

Interprétation d'images

L'interprétation manuelle (visuelle) de l'image papier ou des photographies aériennes est une procédure standard en REA, du fait du caractère complexe de la classification d'images, qui exige à la fois technologie et savoir-faire.

L'interprétation de photographies aériennes nécessite un stéréoscope. Les photographies aériennes sont interprétées par stéréopaires, une stéréopaire correspondant à deux photographies adjacentes acquises l'une après l'autre dans le cadre d'un même vol. L'une des stéréopaires est introduite dans une jaquette en acétate et les unités de végétation observées en stéréo à travers les orifices sont tracées sur l'acétate à l'aide d'un stylo Rapidograph à pointe fine. Les types de végétation se distinguent les uns des autres par les différences de hauteur de la végétation (discriminant primaire), la couleur, la nuance, la texture, la taille et la forme de la couleur de la cime (discriminant secondaire).

L'interprétation manuelle d'images satellite est semblable à l'interprétation de photographies aériennes, à ceci près qu'elle ne comporte pas l'aspect « stéréo ». Les différences structurelles des couverts des communautés végétales n'apparaissent par conséquent pas et celles-ci se distinguent surtout les unes des autres par leurs différences spectrales. Une feuille en acétate ou en mylar est attachée à l'image, les points de géoréférencement sont marqués et les communautés visibles sur l'image sont tracées sur le support à l'aide d'un marqueur Rapidograph à pointe fine.

Pour les photographies et les images satellite, avant de dessiner des polygones sur la feuille, il convient d'observer l'image attentivement pour se familiariser avec son contenu. Les caractéristiques générales du paysage, les différents éléments spectraux, les systèmes topographique et hydrographique, ainsi que le comptage préliminaire des communautés naturelles uniques ou des systèmes de couvert végétal, doivent être effectués. La qualité de l'interprétation est, dans une large mesure, fonction de la connaissance qu'aura l'interprète de l'image.

Durant cette phase de familiarisation, la taille de l'unité minimale de cartographie (MMU) (voir aussi Chapitre 3) devra être déterminée. Cette décision devra être prise en fonction de considérations pratiques et de la gestion. S'il est souvent tentant de déterminer une MMU correspondant à la surface interprétable la plus petite sur l'image, cette démarche peut s'avérer présomptueuse et prendre trop de temps, et risque de produire un degré de détail supérieur aux besoins de l'opération. La MMU choisie devra être consignée dans le journal du projet, avec les critères qui ont servi à l'établir et une formule faisant correspondre la surface de la MMU sur une image avec sa superficie réelle au sol (conversion d'échelle).

Mise en œuvre de la Caractérisation Initiale du Paysage

La délimitation initiale des types de végétation à partir de la source de données de l'image est désignée par le terme de Caractérisation Initiale du Paysage (CIP). La CIP, déjà décrite au Chapitre 1, est réalisée par les équipes responsables de la végétation et de la cartographie. Il s'agit de l'étape durant laquelle les images sont interprétées (généralement manuellement) pour donner naissance à la carte des polygones inconnus (Figure 1-1, cartes 3 et 6). Le plus grand nombre possible de types de végétation doit être examiné sur les images et des

exemples de chaque situation spectrale ou texturale, doivent être notés. Il est utile d'utiliser un système de numérotation des classes et de noter les exemples de chaque classe sur l'image proprement dite à l'aide de petits papiers auto-collants. Sinon, si l'on dispose de deux jeux d'images, il est possible d'en sacrifier un, auquel cas il est possible d'établir le système de numérotation des classes en découpant (numériquement ou manuellement) des exemples de chaque cas, pour les coller sur une légende avec indication du code de classe.

Délimitation des caractéristiques et étiquetage

Une fois les types uniques de polygones établis et codés, l'interprétation de l'ensemble de l'image (ou d'une portion de celle-ci) peut commencer. Pour être cohérente, cette interprétation doit être effectuée par une personne ou un petit groupe de personnes. Les lignes correspondant aux limites des polygones doivent être aussi fines et solides que possible, de manière à faciliter une éventuelle numérisation. Les intersections de lignes doivent être nettes et les différents polygones doivent être fermés. Les polygones plus petits que la MMU ne doivent pas être délimités, à moins que certaines circonstances particulières rendent cette informationsaisissable.

Chaque polygone doit être étiqueté. Les étiquettes doivent être aussi simples que possible, mais elles peuvent intégrer plusieurs types d'informations. Par exemple, un code d'étiquette à cinq chiffres peut se décomposer comme suit : le premier chiffre indique la région d'échantillonnage, le second et le troisième chiffres font référence au type d'unité végétale, et le quatrième et le cinquième chiffres font référence à l'identification du polygone. Selon cette nomenclature d'étiquetage, un polygone d'étiquette 32715 correspond au quinzième exemple du 27ème type de classe dans la 3ème région d'échantillonnage. Il est important de préserver la simplicité du système d'étiquetage et d'éviter la tentation de rassembler autant d'informations descriptives que possible dans l'étiquette. Ces attributs des polygones peuvent facilement être retrouvés dans le SIG et n'ont pas besoin de faire partie du système d'étiquetage.

Les équipes spécialisées dans les différentes disciplines ont souvent l'occasion d'observer et de commenter la CIP pendant sa réalisation. L'équipe chargée de la cartographie a généralement tendance à se montrer trop précise dans la délimitation des polygones (séparation maximale des classes basée sur leur unicité spectrale et texturale), mais les autres équipes possèdent généralement une expérience préalable de la région et peuvent fournir de l'information sur le nombre et les types de classes souhaités. Bien souvent, la participation de ces experts permet de combiner des classes pour en réduire le nombre. La vérification de terrain qui intervient ensuite permet également de modifier le nombre de types de classes ; si cette vérification donne souvent lieu à une combinaison de classes, il arrive parfois également que certaines classes soient subdivisées.

Les limites des polygones doivent être saisies de manière aussi détaillée que possible ; une généralisation abusive des limites est déconseillée. Le fait de généraliser les caractéristiques de l'image pour réduire la quantité de travail est une tendance couramment observée, notamment du fait de la réalité écologique qui veut que, dans la nature, les communautés soient rarement séparées par des lignes solides. Cependant, il est toujours mauvais pour la crédibilité de l'analyse que les limites interprétées des polygones ne correspondent pas autant que possible lorsque la couche de polygones du SIG est superposée sur l'image.

Par la suite, une fois la CIP terminée, les polygones seront numérisés sur un SIG, mais il demeure généralement nécessaire de disposer d'une liste, sous forme de feuille calcul, de tous les polygones de la zone étudiée. Si une telle liste peut être produite à l'aide du SIG, elle est généralement créée par saisie des données, tant pour des raisons de rapidité que pour permettre la discussion sur le plan d'échantillonnage avant la construction de la couche de données du SIG.

La tâche de CIP demande beaucoup de temps, parfois plusieurs semaines. Elle doit être terminée avant le début des ateliers de planification et de formation. Un plan d'échantillonnage ne peut pas être établi en l'absence de la carte des polygones produite dans le cadre de la CIP.

Définition du Plan d'Echantillonnage

La carte des polygones et la liste sur feuille de calcul des différents polygones par type de végétation, produites durant la Caractérisation Initiale du Paysage, sont exploitées par les équipes chargées de l'étude de la végétation/flore et de la faune pour définir le plan d'échantillonnage. Ce dernier est généralement le fruit d'un consensus. En effet, les équipes se réunissent toutes autour des cartes de polygones. Si plusieurs feuilles adjacentes doivent être interprétées, une surface vaste, propre et plane est nécessaire pour poser l'ensemble des feuilles. La liste des emplacements d'échantillonnage est le fruit d'un examen visuel de ces cartes et non pas d'une formule mathématique ni d'un programme de sélection du SIG.

Comme nous l'avons expliqué au Chapitre 1, le plan d'échantillonnage est mis au point en déterminant le nombre de polygones redondants de chaque type de végétation à échantillonner dans chaque région d'échantillonnage. Un minimum absolu d'un exemple de chaque type de végétation de chaque région d'échantillonnage doit être visité. L'accessibilité doit être prise en compte lors du choix des unités d'échantillonnage, car elle permet l'échantillonnage d'un plus grand nombre d'unités. Il est cependant déconseillé de n'échantillonner que les sites situés à proximité de routes. Lorsque les ressources disponibles permettent d'échantillonner plusieurs exemples (redondants) d'un même type de végétation, il convient de choisir les unités de végétation qui sont relativement dispersées à travers la région d'échantillonnage, et non pas uniquement regroupées dans une ou deux zones.

Echantillonnage de la végétation

Au moment de choisir les unités d'échantillonnage, il convient d'envisager deux niveaux d'intensité. Le premier niveau sert à déterminer les unités à échantillonner pour identifier ou vérifier le type de végétation. Cet échantillonnage, réalisé par l'équipe chargée de la végétation, permet de raffiner la classification et la cartographie des unités de paysage. Ce type d'échantillonnage est guidé par le principe selon lequel plus le nombre d'unités échantillonnées est important, plus la classification est précise. De cette méthode d'échantillonnage, il résulte notamment que l'équipe chargée de la végétation veut sans cesse passer d'un site d'échantillonnage à un autre, ce qui pose un problème pour les équipes chargées de la faune, qui souhaitent généralement passer plus de temps dans un petit nombre d'endroits, du fait de la nécessité de poser des pièges, ...

Echantillonnage de la faune

Cette différence concernant les besoins d'échantillonnage, donne naissance à un second niveau d'échantillonnage – essentiellement destiné à l'inventaire de la faune – qui ne traite qu'un sous-ensemble des unités échantillonnées par les spécialistes de la végétation. Les études de la faune prennent un temps considérable, ce qui limite la possibilité de disposer de plusieurs sites d'étude redondants dans une classe de polygones donnée. Cependant, l'équipe chargée de la faune doit toujours effectuer son échantillonnage dans les unités où l'équipe chargée de la végétation a vérifié la communauté végétale. Il s'agit là d'une nécessité pour faire correspondre les informations sur les espèces provenant des études de la faune, avec les types de végétation.

La distinction entre ces deux niveaux d'échantillonnage doit être comprise et acceptée par l'ensemble des équipes. Sur la liste des polygones établie sur feuille de calcul, il faut clairement indiquer quels polygones doivent être échantillonnés aux seules fins de classification, et ceux qui doivent être échantillonnés à des fins de vérification de la classification et d'extraction d'informations sur les espèces. La sélection des emplacements d'échantillonnage devra être effectuée par un grand groupe, de manière à éviter les situations où chaque équipe définit ses emplacements d'échantillonnage, ce qui peut constituer une source de confusion entre les différents groupes. Tout doit être fait pour que toutes les équipes échantillonnent les mêmes unités, et pour que ces dernières soient échantillonnées à des fins de vérification de la classification. La détermination autonome des emplacements d'échantillonnage est déconseillée, car elle entraîne une perte de qualité de la REA.

Une fois le consensus atteint quant aux polygones à échantillonner, l'équipe chargée de la cartographie remet une liste de base à chaque groupe, qui l'intègre dans son plan de travail avec la liste des dates d'échantillonnage. Ces dernières doivent également être déterminées en groupe. D'un point de vue logistique, il est important de savoir exactement à quel moment chaque équipe sera sur le terrain. Il n'est pas nécessaire, mais généralement fort utile au plan logistique, que les groupes se trouvent aux mêmes emplacements en même temps. L'équipe chargée de la cartographie doit établir le plan d'échantillonnage global, qui énonce les décisions prises et dresse la liste des unités d'échantillonnage et le calendrier d'échantillonnage proposé. Ce document doit contenir des statistiques descriptives de base indiquant le nombre et le pourcentage des polygones correspondant à chaque type de végétation à échantillonner – à la fois pour l'ensemble de l'étude et par région d'échantillonnage. Ce document doit être aussi concis que possible.

Le survol

Une fois sélectionnés les polygones à échantillonner, mais généralement avant le démarrage du travail de terrain, un survol est effectué. Il a pour but de permettre aux participants de se familiariser avec la zone à étudier et de recueillir de précieuses informations sur le nombre et l'emplacement des communautés végétales. Les survols révèlent d'intéressantes caractéristiques de la zone étudiée, qui ne sont pas toujours perceptibles lors de l'interprétation des images. Si les images ne sont pas très récentes, les survols peuvent également donner une indication des évolutions du paysage depuis leur acquisition. Les informations recueillies durant les survols permettent souvent d'affiner la Caractérisation Initiale du Paysage, ce qui donne souvent lieu à une modification du plan d'échantillonnage.

Planification du survol

Les survols doivent être extrêmement bien planifiés dans la mesure où ce sont des opérations orchestrées, de courte durée et généralement beaucoup trop onéreuses pour être répétées. Dans la mesure du possible, une simulation de survol est recommandée pour que les rôles de communication et de recueil de données des différents membres de l'équipe soient bien compris. Un survol ne doit pas être considéré comme une simple promenade en avion, mais comme une mission d'acquisition de données extrêmement sérieuse destinée à produire des données numériques de classification et de cartographie de la plus haute importance.

Chaque survol réunit généralement environ six personnes qui doivent être choisies attentivement. Ces personnes sont généralement les responsables d'équipes (expert en cartographie, zoologiste(s), spécialiste(s) de la végétation et chef de projet). L'expert en cartographie est chargé de la planification du survol, de l'utilisation du GPS et de l'intégration des données dans le SIG. C'est lui qui gère le GPS de l'équipe de survol et non pas celui de l'avion. Les autres personnes doivent enregistrer leurs observations. L'un des participants est chargé de produire les enregistrements photographiques du vol. L'ensemble des observations et des photographies est géoréférencé à l'aide du GPS.

L'avion est généralement loué, mais il peut également arriver qu'il soit prêté gratuitement par le gouvernement ou l'armée. Le pilote devra présenter un permis en cours de validité. L'avion sera choisi selon plusieurs critères, mais généralement le coût et la disponibilité limitent les possibilités. L'hélicoptère, du fait de sa capacité à stationner dans les airs, convient parfaitement à ce type de survol, mais son niveau sonore excessif et le vent peuvent poser un problème pour la communication et l'enregistrement des observations. L'utilisation de casques-radios, nécessaire pour la communication en hélicoptère, vient quelque peu compliquer le survol. Il est conseillé aux personnes participantes de s'exercer à utiliser ces systèmes avant le décollage.

La location d'un avion à ailes est fréquemment proposée aux équipes de REA. Pour des raisons de visibilité, les avions dont les ailes sont situées au-dessus de la porte sont préférables aux avions à ailes basses. Il est possible d'utiliser indifféremment un monomoteur ou un bimoteur. Les bimoteurs sont souvent considérés comme moins dangereux en cas de panne de moteur, mais il a également été avancé qu'une panne de moteur sur un bimoteur provoque un déséquilibre terrible qu'il est difficile de corriger. Les monomoteurs sont peut-être moins

capables d'atteindre une altitude suffisante pour passer les montagnes les plus élevées. Avant de choisir un avion, il convient bien entendu de l'inspecter pour vérifier qu'il ne présente aucun signe de mauvais entretien. Enfin, avant le décollage, il faudra s'assurer que le réservoir est plein.

L'itinéraire du survol doit être pré-déterminé par l'équipe concernée. Pour ce faire, celle-ci utilisera la carte des polygones et son image sous-jacente. Cet itinéraire devra être conçu de manière à survoler le plus grand nombre possible de classes de polygones différentes. Il devra être tracé sur la carte des polygones, et la liste des extrémités de plusieurs segments devra être dressée. Cette liste des points à survoler sera projetée pour obtenir les latitudes/longitudes des différents points, qui seront ensuite présentées au pilote lors de la négociation de l'avion. Le système de navigation des avions comporte souvent un GPS ; si tel est le cas, il sera possible d'y introduire les coordonnées des points à survoler. Le pilote pourra ensuite s'y rendre sans l'aide de l'équipe de la mission.

Néanmoins, dans la plupart des cas, le pilote connaît mal le système GPS de l'avion et, bien qu'il puisse souvent programmer un point alpha (une destination), il est possible qu'il ne sache pas programmer une suite de segments. Dans ce cas, l'expert en cartographie devra lui indiquer l'itinéraire en contrôlant en permanence le GPS de son équipe, en notant la position de l'avion sur l'image et en indiquant au pilote la direction à prendre. Le fait d'orienter un vol étape par étape, tout en enregistrant les observations du GPS pour les observateurs, constitue un immense défi.

L'utilisation d'un GPS lors d'un survol suppose la présence d'une antenne GPS externe. Cette antenne peut être placée sur le tableau de bord de l'avion, ce qui permet généralement d'obtenir les coordonnées de la position. Cependant, ainsi placée, l'antenne ne peut pas recevoir tous les signaux émis par les différents satellites GPS, du fait de l'obstruction causée par le toit et la carlingue de l'avion. Les antennes montées sur tableau de bord peuvent uniquement recevoir les signaux émis par les satellites GPS situés à l'horizon. Pour améliorer la réception du signal et optimiser la triangulation à partir de la meilleure constellation de satellites, il est recommandé de monter l'antenne externe au-dessus de l'avion et de trouver une manière de faire courir le câble dans la cabine sans que cela soit une source de danger. Certains supports filetés faits sur mesure et permettant de visser l'antenne sur un dispositif en forme de bride placé au-dessus de l'avion, peuvent constituer une bonne solution.

Recueil de données

Lors d'un survol, les données GPS sont recueillies en ouvrant un fichier et en y enregistrant les données de position selon un intervalle de temps approximatif (généralement toutes les 5 secondes). Un tracé de ces positions après le survol donne un descriptif exact de l'itinéraire de la mission. Si les positions sont enregistrées automatiquement à intervalles réguliers, l'opérateur GPS stocke également les emplacements des points de repère sur demande des observateurs. Un observateur note un élément intéressant et demande un point de repère. L'opérateur l'enregistre et en indique le numéro à l'observateur, qui prend ensuite ses notes avec indication des numéros de point de repère. Certains observateurs peuvent préférer utiliser un enregistreur vocal plutôt que de prendre des notes, mais la procédure de demande et d'enregistrement des points de repère reste inchangée. Le photographe demande également des points de repère pour géolocaliser les photographies. S'il ne cesse de prendre des photographies, seuls les points de repère situés aux extrémités des rouleaux de film sont enregistrés, dans la mesure où il est impossible de stocker un point de repère pour chaque photographie. Cependant, en photographie non continue, chaque photographie est repérée par l'indication d'un point de repère. Les points de repère sont intégrés dans le fichier qui enregistre les emplacements continus des positions. L'une des illustrations de la carte 14 décrit l'itinéraire d'un survol de REA enregistré sous GPS.

Après le vol, les données GPS sont téléchargées vers un ordinateur. Si les données de la station de base sont disponibles pour la date du survol, ces données permettent d'effectuer une correction différentielle des données du survol. Cette correction différentielle est hautement recommandée. Elle exige parfois de laisser un récepteur GPS au sol (si possible, à un emplacement connu) fonctionnant en mode de base pendant le vol.

Les points GPS corrigés sont ensuite importés dans l'environnement GPS et tracés pour permettre le travail de classification.

Géolocalisation de terrain avec GPS

Une fois que les résultats du survol ont été débattus et que le système de classification et le plan d'échantillonnage ont été modifiés en conséquence, la phase d'étude de terrain peut commencer. Toutes les données recueillies sur le terrain doivent être géoréférencées avec précision et l'expert en cartographie doit accompagner certaines expéditions de terrain pour s'assurer que les équipes de terrain peuvent correctement localiser leurs positions de terrain sur les images et enregistrer convenablement les coordonnées GPS aux emplacements d'échantillonnage. Chacune des équipes doit apprendre à utiliser le GPS.

Avant d'entamer le travail de terrain, les images et la carte des polygones doivent être préparées. Pour éviter l'utilisation des sources d'origine, il est conseillé de reproduire ces différents documents. Les images, la carte des polygones et les cartes de la série topographique (le cas échéant) devront être protégées par plastification. La plupart des boutiques de photocopies proposent la plastification de documents. A défaut, il est possible d'acheter du papier-plastique transparent. Dans l'idéal, chacune des équipes de terrain devra disposer d'un jeu de ces trois types de documents.

Observations GPS

Sur le terrain, le GPS permet de déterminer la position exacte sur la Terre. Les coordonnées sont faciles à identifier sur l'image si celle-ci a été correctement rectifiée et imprimée à l'aide d'une grille haute résolution (1km²). Si la carte des polygones est posée sur l'image, l'emplacement au sol peut également être identifié de la même manière sur la carte des polygones. L'identification d'une position au sol sur une carte topographique peut s'avérer difficile si cette dernière ne dispose pas du même système de grille.

Recueillir les données GPS en n'importe quel point du terrain consiste à ouvrir un fichier, à y récupérer automatiquement des positions, puis à le refermer. Il est généralement inutile de stocker des points de repère sur le terrain, à moins qu'un point d'échantillonnage doive être re-visité durant l'expédition. Le nom par défaut du fichier correspond souvent à l'horodatage numérique qui indique sa date de création. Bien qu'il soit généralement possible de modifier ce nom de fichier et de le remplacer par un nom spécifié par l'utilisateur, cette pratique est déconseillée pour éviter toute perte d'information. Le fichier doit rester ouvert suffisamment longtemps pour recueillir, à vue de nez, trente à cinquante positions. Les données de position obtenues par GPS sont transférées sous forme de fichiers à travers un câble. Ces données font ensuite l'objet d'une correction différentielle (si possible), puis elles sont moyennées pour obtenir un emplacement de coordonnées. Les données sont ensuite importées dans une SIG en vue de l'affichage et de l'analyse spatiale.

Une photographie prise à l'emplacement exact du point GPS est recommandée. Cette photographie peut être très utile pour affiner la classification de la communauté végétale. Des photographies géoréférencées prises en chaque emplacement d'échantillonnage peuvent être rassemblées en une collection fort précieuse pour la REA du site. Les photographies numériques sont faciles à archiver et peuvent être intégrées dans des rapports ou des présentations.

Les forêts extrêmement denses et élevées peuvent rendre difficile une bonne réception du signal. Les espaces pratiqués dans la forêt par l'abattage d'arbres sont généralement mieux adaptés pour l'utilisation du GPS. Bien qu'il soit quasiment impossible d'émerger du couvert d'une haute forêt tropicale, le fait d'élever l'antenne externe au-dessus de la strate basse a permis d'améliorer considérablement la réception du signal dans bon nombre de REA. Les constructeurs de systèmes GPS proposent des mâts télescopiques à cet effet, mais ceux-ci sont généralement prohibitifs. Il est possible, moyennant une mise de fonds très limitée, de fixer un mât télescopique en aluminium (du type de ceux qui sont utilisés pour peindre au rouleau les bâtiments de deux étages) pour y monter une antenne externe. Une fois l'antenne externe montée sur le mât, il suffit de l'élever

de trois ou quatre mètres pour la placer au-dessus de la strate basse et permettre une réception du signal nettement meilleure qu'au niveau du sol.

La navigation sur le terrain doit être assurée à l'aide d'une boussole et d'une carte topographique. La navigation par GPS n'est généralement pas commode dans le cadre d'une REA et il est bien plus facile de calculer une distance et de « viser » un azimut à l'aide d'une boussole et d'une carte. Le GPS peut ensuite être utilisé en des points intermédiaires ou à la destination finale pour vérifier si le point d'échantillonnage ou la destination souhaitée a été atteint.

Identification et vérification des types de végétation

Les visites sur le terrain d'emplacements prédéterminés situés dans des polygones d'échantillonnage identifiés, suivies du recueil de données sur la structure et la composition de la végétation, constituent la phase d'identification et de vérification de la végétation. En général, cette étape suppose l'établissement d'emplacements d'échantillonnage de points et l'identification d'espèces d'arbres. Mais elle peut également comporter des mesures de la végétation. La géolocalisation assistée par GPS permet de garantir que l'équipe de terrain se trouve vraiment à l'emplacement prédéterminé ou au moins nettement à l'intérieur du polygone à échantillonner. La carte 8 montre la délimitation des régions d'échantillonnage et les emplacements d'échantillonnage de points tirés du GPS. L'échantillonnage des groupes d'animaux est souvent réalisé en ces mêmes emplacements. La quantité et le type de données recueillies pour identifier les types de végétation, ainsi que la méthode utilisée pour cette détermination, sont décrits dans le prochain chapitre.

Classification faisant suite au travail de terrain

Après le travail de terrain, l'ensemble des polygones non échantillonnés sont étiquetés avec les noms des types de végétation, en corrélant leurs facteurs de réflexion spectrale avec ceux des types de végétation connus (visités). Ce procédé, souvent désigné par l'appellation de « classification surveillée », se fait à l'aide d'un algorithme de classification sous un système de traitement d'images (si l'on travaille sur l'image) ou d'un algorithme de recodage sous un SIG (si l'on travaille uniquement sur des polygones vectoriels interprétés à partir de l'image). Cette activité permet de classer tout polygone. L'équipe chargée de l'étude de la végétation doit être présente lors de cette activité, car elle connaît bien les paysages classés, contrairement aux cartographes qui ont généralement passé moins de temps sur le terrain. Certains polygones seront classés incorrectement par l'affectation à la même unité de deux ou plusieurs types de végétation différents présentant des facteurs de réflexion spectrale semblables. Un travail de terrain complémentaire peut ensuite permettre d'améliorer la précision de la classification.

Production de cartes

En règle générale, une REA donne lieu à la production de nombreuses cartes. Ces cartes documentent le travail d'échantillonnage, présentent les résultats et prescrivent souvent des stratégies de gestion.

La carte des types de végétation

La carte finale des types de végétation, tirée de l'interprétation d'images et vérifiée sur le terrain, est peut-être le produit le plus important d'une REA. Cette carte, qui constitue une caractérisation complète de la biodiversité du paysage, est fort utile pour la planification de la gestion. Elle doit être réalisée en pleine couleur et grand format et doit être largement diffusée dès sa sortie pour être examinée et affinée par le plus grand nombre. Plusieurs cartes couleur proposées en fin de chapitre représentent des cartes finales des types de végétation tirées de différentes REA (cartes 9, 10, 13, 14, 16 et 17). Le public doit être systématiquement informé du fait que l'exactitude de la classification de ces cartes des types de végétation est inconnue dans la mesure où aucune tech-

nique statistique de classement rigoureuse n'a été utilisée dans la mise au point du produit. Un classement et une carte des types de végétation de cette région sont à présent disponibles et peuvent être affinés, pour autant que les exigences d'amélioration le nécessitent et les ressources disponibles le permettent.

La carte des types de végétation devient la base sur laquelle sont effectuées l'évaluation des dangers, l'intégration de l'information et la formulation de recommandations, autant de phases qui font suite à son élaboration. Les types de végétation et leurs emplacements servent également de base à partir de laquelle sont signalés les résultats relatifs aux espèces. Les emplacements d'échantillonnage sont fréquemment identifiés sur la carte des types de végétation. Autrement, il est possible de produire une carte montrant uniquement les emplacements d'échantillonnage. Ce type de carte donne immédiatement une impression visuelle de l'ampleur du travail d'échantillonnage.

Autres cartes thématiques

Les données secondaires du SIG utilisées pour la Caractérisation Initiale du Paysage (élévation, routes, hydrographie, géologie, par exemple) doivent également être structurées sous forme de cartes distinctes. Ces cartes, qui seront utilisées dans le cadre de la phase d'intégration (Chapitre 8), doivent toujours faire partie du rapport final (Chapitre 9) parce qu'elles permettent une meilleure compréhension générale du site. Ces cartes améliorent également la présentation visuelle du rapport final (voir carte 7, par exemple). Les fichiers numériques du SIG, ou couvertures, de ces couches standard de données biophysiques, doivent être archivés avec les images satellites et autres couches tirées du SIG.

Cartes des espèces importantes pour la protection de la nature

Les cartes des espèces importantes pour la protection de la nature indiquent les espèces en danger et exotiques, ainsi que les emplacements et les types de végétation où elles se rencontrent. Il est fréquent que les emplacements exacts où se trouvent ces espèces rares ou menacées, ne soient pas indiqués, de manière à ne pas faire courir un risque accru à ces dernières. Une carte des espèces importantes pour la protection de la nature (voir carte 10) présente une utilité immédiate pour la gestion de l'environnement, dans la mesure où elle souligne certaines zones spécifiques et certains types d'habitats où des stratégies de protection de la nature s'imposent pour permettre la survie des espèces et des communautés concernées. Plutôt que de produire une carte par groupe taxonomique, il est préférable de cartographier l'ensemble des éléments importants pour la protection de la nature sur une seule carte ayant pour fond la carte finale des communautés végétales. Les différentes taxa sont ensuite représentées à l'aide de symboles divers (voir carte 10).

Cartographie des dangers

Chaque espèce ou type de végétation a son lieu dans l'espace et se prête bien à la cartographie. Les menaces qui pèsent sur la biodiversité, d'un autre côté, n'ont souvent aucune dimension spatiale intrinsèque et sont, par conséquent, plus difficiles à représenter sur une carte. Le concept de danger englobe le système menacé, les pressions auxquelles il est soumis, ainsi que la source de ces dernières. La cartographie des dangers peut passer par une cartographie du comportement humain qui, à son tour, peut nécessiter la cartographie des relations de pouvoir et des rapports entre les sexes au sein des communautés, ainsi que de la manière dont les membres de ces communautés perçoivent la biodiversité.

La cartographie des dangers est une entreprise susceptible de bénéficier prochainement d'une plus grande attention de la part des communautés soucieuses de protection de la nature et des communautés écologiques humaines. Entre-temps, l'une des méthodes les plus efficaces de cartographier les dangers demeure la symbolologie (voir carte 11, par exemple), selon laquelle les dangers sont visualisés et associés à certaines zones particulières où ils peuvent dominer, sans pour autant être décrits comme ayant une étendue dans l'espace.

Division en zones d'aménagement (zonation)

Les recommandations de gestion qui émergent d'une REA comportent souvent des propositions en vue de la division ou re-division du site en zones d'aménagement. Une proposition de carte de zonation est un puissant produit de REA qui peut être exploité dans le cadre d'une campagne de promotion de la protection du site. Les cartes de zonation doivent être simples et comporter le moins de couleurs possibles (voir carte 12, par exemple). En outre, de manière à ne pas heurter les autorités, elles doivent systématiquement indiquer la nature proposée de la zonation recommandée. Il est également sage de limiter la diffusion de ces cartes de zonation (et, pour la même raison, de bon nombre d'autres cartes produites dans le cadre d'une REA) aux parties concernées qui les demandent dans le cadre de leurs attributions officielles. De bonnes cartes placées dans de mauvaises mains peuvent rapidement poser problème.

Bibliographie

Nature Conservancy, The. 1997. *Evaluacion Ecologica Integral: Parque Nacional del Este, Republica Dominicana. Tomo 1: Recursos terrestres*. Arlington, Va. : The Nature Conservancy.

PARTIE III



SUR LE TERRAIN : ÉTUDES ET ÉVALUATIONS DU DANGER

Chapitre 5



Le processus de cartographie de REA

Shirley Keel, Roger Sayre et Gina Sedaghatkish

Les études de la végétation, centrées sur les types de végétation, comptent parmi les principales composantes de toute REA. Les études des espèces de plantes s'intéressent principalement à la distribution de la diversité des espèces à travers différents types de végétation, visant à identifier les espèces devant faire l'objet d'une protection particulière. Ces études visent à caractériser, classer et cartographier les types de végétation, ainsi qu'à réaliser l'inventaire des espèces importantes pour la protection de la nature (Tableau 5-1). Le présent chapitre présente une approche de la science de la végétation visant à caractériser la diversité des plantes tant à l'échelle des types de végétation que des espèces.

Nous commencerons par décrire le rôle de l'équipe chargée de l'étude de la végétation, pour ensuite décrire les ressources en information qu'elle doit consulter durant les phases de planification. Ensuite, nous définissons le rôle des spécialistes de la végétation dans le cadre de la Caractérisation Initiale du Paysage, puis nous décrivons les systèmes de classification. Le reste du chapitre porte sur le travail de terrain et l'analyse des données.

L'équipe chargée de la végétation et de la flore

Si possible, l'équipe chargée de la végétation et de la flore dans le cadre de la REA doit comporter à la fois des écologues des plantes et des botanistes car il est tout aussi essentiel qu'elle puisse caractériser les communautés de plantes que d'identifier les espèces de plantes durant le travail de terrain. Au minimum, l'équipe chargée de la végétation devra être constituée de trois participants (Tableau 5-2). Un botaniste ou écologue des plantes expérimenté, connaissant suffisamment la flore locale pour identifier les éléments stériles in situ, est essentiel. Le responsable chargé de la végétation doit connaître la flore de la région et pouvoir reconnaître un pourcentage

Tableau 5-1. Principales composantes des études de la végétation réalisées dans le cadre de REA.

<i>Composante</i>	<i>Activité</i>
Classification des types de végétation	Sélection du système de classification le plus adéquat.
Cartographie des types de végétation	Cartographie des types de végétation pour le site à étudier, au moyen des données de télédétection disponibles. Vérification sur le terrain et modification des cartes.
Caractérisation des types de végétation	Vérification sur le terrain des types de végétation déduits des images, identification des espèces dominantes pour caractériser les types de végétation et identification des paramètres biotiques/abiotiques qui influencent la distribution des types de végétation.
Synthèse des données sur la végétation	En collaboration avec l'équipe chargée de la faune, identification des types de végétation importants pour la protection de la nature, notamment ceux qui sont <ul style="list-style-type: none"> . uniques, . menacés, . servent d'habitats à des espèces de plantes ou d'animaux importants pour la protection de la nature, ou . des exemples représentatifs intacts de communautés rencontrées sur le site.

élevé des espèces ou genres par simple examen visuel. Ce spécialiste est généralement le chef d'équipe chargé de maintenir la rigueur et de veiller à la rapidité de l'étude. Dans la mesure du possible, l'on fera en sorte que l'équipe comporte l'expert le plus respecté sur la flore de la zone étudiée.

Un autre botaniste devra être désigné pour recueillir et traiter les spécimens. Cette personne devra contacter les herbiers locaux avant l'étude de terrain, de manière à obtenir leur aide quant à l'identification et à l'administration des spécimens recueillis dans le cadre d'une REA. Au final, un assistant de terrain disposant d'une formation en botanique devra venir partager les aspects les plus laborieux du travail de terrain, délimitant des parcelles à étudier, recueillant des spécimens ou grim pant aux arbres.

Il est parfois possible d'engager une personne qui soit à la fois botaniste et expert en végétation, auquel cas elle pourra représenter l'écologie des plantes et la botanique. Si le travail de terrain est mis en œuvre par des personnes ne disposant pas les compétences requises, elles risquent de perdre un temps considérable à identifier les plantes, recueillir et préparer les spécimens et contacter des experts pour leur demander de l'aide. Il peut également s'avérer utile qu'un membre de l'équipe chargée de la végétation et de la flore (que nous appellerons tout simplement « l'équipe chargée de la végétation ») possède une certaine expérience de l'interprétation des photographies aériennes et des images satellite. Il est essentiel que l'équipe chargée de la végétation ait dirigé la phase de Caractérisation Initiale du Paysage (voir Chapitres 1 et 3). Dans la mesure du possible, il est conseillé qu'elle se fasse aider de plusieurs assistants, dans la mesure où le travail d'identification des parcelles et des plantes risque d'être considérable.

Recueil préliminaire d'informations

L'équipe chargée de la végétation doit recueillir et examiner le plus grand volume possible d'informations pré-existantes sur la végétation de la zone à étudier. Les évaluations floristiques effectuées dans le cadre de la REA sont essentiellement destinées aux projets menés dans des zones sur lesquelles il existe peu, voire pas, d'informations botaniques, mais tout doit être fait pour récupérer des études et des plans de gestion antérieurs sur la flore nationale et régionale, dans la mesure où ces renseignements pourront toujours être d'un grand secours. Dans certains cas, l'information floristique existe déjà, mais les données relatives aux espèces doivent être structurées en fonction de groupes floristiques ou d'unités de végétation, que ce soit pour affiner la classification existante ou pour mettre au point une classification de la végétation. Une connaissance approfondie des informations disponibles permet une identification plus efficace des besoins en matière d'étude de terrains et facilite l'analyse et l'interprétation des données. Il est rare qu'une REA soit mise en œuvre dans un lieu déjà bien caractérisé. S'il existe souvent déjà des informations sur la région, celles-ci sont généralement relativement grossières, dépassées ou de qualité douteuse. L'affirmation selon laquelle « il n'existe aucune information » est généralement fausse et sert souvent de prétexte visant à masquer une réticence à rechercher l'information.

Tableau 5-2. L'équipe chargée de la végétation et de la flore et les qualifications et responsabilités de ses membres.

<i>Membres de l'équipe</i>	<i>Qualifications</i>	<i>Responsabilités</i>
Ecologue(s) de la végétation	. Connaît les méthodes d'analyse de la végétation.	. Classifier et caractériser les types de végétation.
	. Connaît les types de végétation du site à étudier.	. Contribuer à l'identification des types de végétation présentant une haute importance écologique et une valeur élevée en matière de protection de la nature.
	. Une expérience de la photointerprétation dans le cadre de l'identification de types de végétation, est utile	. Intégrer des informations sur la flore et la faune pour identifier les zones critiques en matière de biodiversité.
Botaniste(s)	. Une bonne connaissance de la flore locale lui permet d'identifier rapidement les espèces.	. Mener des études sur les espèces. . Caractériser les types de végétation.
	. Expérience en photo-interprétation.	. Identifier les espèces présentant une très haute valeur en matière de préservation de la nature.
	. Expérience en analyse de la végétation.	. Maintenir la qualité d'identification des espèces et adhérer au processus et aux objectifs de la REA.
		. Maintenance et traitement de spécimens.
		. Supervision d'assistants de terrain.
Assistant(s) sur le terrain	. Compétences en botanique.	. Coordination avec un herbier.
	. Capacité de réaliser un travail intensif sur le terrain.	. Réalisation de tâches relatives au travail de terrain, notamment la mise au point de parcelles d'étude où recueillir et traiter les spécimens.

Le fait de savoir où aller rechercher certains types de données peut servir de stimulus à la recherche d'informations préliminaires. Les sources de données utiles pour les études de la végétation sont énumérées par ordre d'importance et de disponibilité en fin de chapitre. Les livres et articles publiés sur la phytogéographie et la classification de la végétation sont les principales sources à exploiter dans le cadre d'une étude de la végétation. Les monographies, spécimens d'herbiers et bases de données permettent d'en apprendre plus sur la distribution de chaque espèce et et leur état de protection.

Bien qu'il n'existe pas toujours une information floristique complète sur un site donné, il est possible qu'une classification de la végétation ou une liste des espèces importantes pour la protection de la nature à l'échelle nationale ou régionale soit disponible. L'on peut trouver, pour la plupart des régions ou pays, des descriptions générales de la végétation sous forme de carnets de voyage de naturalistes ou d'inventaires forestiers. Ces informations, publiées ou non, peuvent généralement être obtenues auprès d'institutions chargées de l'étude de la botanique ou des forêts, comme par exemple les universités ou le service gouvernemental des forêts. En outre, ces institutions sont généralement des viviers d'experts botaniques locaux. Les meilleures sources d'informations sur les espèces végétales importantes pour la protection de la nature sont généralement le service gouvernemental des forêts, les autorités scientifiques CITES du pays concerné ou les Centres de Données pour la Protection de la Nature.

Caractérisation initiale du paysage – Le rôle des experts en végétation

L'équipe chargée de la végétation dans le cadre de la REA doit diriger la phase de Caractérisation Initiale du Paysage pour ensuite pouvoir aider l'équipe chargée de la cartographie à l'interprétation des images. Cette participation s'impose dans la mesure où les spécialistes en végétation peuvent apporter leurs connaissances pour contribuer à la délimitation des unités de végétation à partir des images. L'équipe de cartographie, quant à elle, est responsable de la délimitation des caractéristiques à partir des images selon les propriétés de l'image (couleur, texture, teinte, hauteur du couvert, etc.). Cette interprétation de photographies donne naissance à une carte des polygones classés en fonction de leurs caractéristiques identifiées. Ces polygones sont pour la plupart inconnus, dans la mesure où l'on ne sait pas à quels types de végétation ils correspondent. Les spécialistes de la végétation sont généralement capables de nommer, ou de pré-classifier, ces polygones inconnus en se basant sur

leur savoir et leur expérience, permettant ainsi à la composante « travail de terrain » de la REA d'avoir une fonction de vérification et non pas uniquement de développement d'informations.

Les lieux d'échantillonnage de la végétation sont déterminés dans le cadre de la Caractérisation Initiale du Paysage et comportent plusieurs exemples de chacun des types de végétation délimités. En général, le travail de terrain doit se concentrer sur la végétation naturelle, qui se distingue d'ordinaire assez facilement sur les images satellite et les photographies aériennes. Au moins un site de chaque type de végétation doit être étudié.

Sélection du système de classification

L'équipe chargée de la végétation choisit le système de classification qui convient. Ce dernier doit être aussi standard que possible et tenir compte de la structure de la végétation et de la composition de la flore. Il existe généralement un système de classification couramment utilisé sur les lieux, qui aura été étudié par l'équipe chargée de la végétation durant la phase d'examen préliminaire de l'information. Ce système de classification est évalué quant à sa puissance et à son utilité et l'équipe doit décider soit de l'adopter, soit de l'adopter après l'avoir modifié, soit de le rejeter pour développer un nouveau système. La méthode la plus courante consiste à modifier un système de classification existant. Ce dernier doit alors être mis en regard de la carte des polygones de végétation produite dans le cadre de la Caractérisation Initiale du Paysage. La cartographie du système de classification peut être une tâche ardue qui demande la pleine participation des experts en végétation et de l'équipe de cartographie.

Travail de terrain sur la végétation

Le travail de terrain à réaliser dans le cadre de l'étude de la végétation revient à aller visiter des échantillons représentatifs des différentes classes de polygones (types de végétation) identifiés dans le cadre de la Caractérisation Initiale du Paysage, en établissant les lieux d'échantillonnage et les parcelles et en recueillant des informations. Les emplacements d'échantillonnage pré-établis, identifiés dans le plan d'échantillonnage, sont géolocalisés de manière précise à l'aide des technologies de GPS. L'étude de la végétation requise dans le cadre d'une REA prend généralement plusieurs mois et exige une rigueur quant à son organisation et à la méthodologie mise en œuvre. Le travail d'organisation recouvre la mise au point de plans d'échantillonnage, de plans de travail et de chronogrammes, la tenue d'ateliers de formation et l'affectation des différentes responsabilités (recueil de données, analyse de données et rédaction de rapports) aux différents membres de l'équipe. Les principes méthodologiques passent par la caractérisation de la diversité des plantes, tant à l'échelle du paysage que des espèces, avec un recentrage progressif de l'attention depuis l'identification des formations de plantes à l'aide d'images vers l'identification des différentes espèces sur le terrain. Le principal défi posé par le travail de terrain sur la végétation résulte du fait qu'il est nécessaire d'aller visiter autant de polygones redondants que possible pour chaque type de végétation reconnaissable à une échelle donnée, dans toutes les régions d'échantillonnage, tout en respectant les contraintes de budget et de délais. Cette démarche extrêmement mobile peut s'avérer particulièrement difficile à coordonner avec l'équipe chargée de l'étude de la faune, qui préfère généralement une approche d'échantillonnage beaucoup plus sédentaire.

Intensité d'échantillonnage et établissement de priorités entre les différents lieux d'échantillonnage

La possibilité d'assurer une intensité de l'échantillonnage supérieure à un minimum requis (au moins un exemple représentatif de chaque type de végétation) dépendra de la disponibilité des ressources. Celles-ci permettent rarement une grande intensité d'échantillonnage. C'est pourquoi il est souvent nécessaire de définir des priorités entre les différents sites d'échantillonnage. Les types de végétation rares et complexes sont généralement placés en première priorité, dans la mesure où ils méritent un travail d'échantillonnage plus important (études de parcelles). Les types de végétation plus courants et mieux connus peuvent être correctement échantillonnés

moyennant quelques techniques générales d'observation. Les quelques éléments d'ordre général ci-dessous sont à prendre en compte dans le cadre de la définition des priorités d'échantillonnage d'un site :

1. Etablissement de priorités en matière de protection de la nature entre les différents types de végétation, en se basant sur un processus de classement tenant compte de facteurs tels que la diversité, l'endémisme, la représentativité, de degré de fragmentation, ...
2. Sélection d'au moins un polygone relativement vaste et accessible pour chaque type de végétation, quel que soit son degré de priorité en matière de protection de l'environnement.
3. Sélection de polygones redondants pour les types de végétation prioritaires, si les ressources le permettent.

L'intensité d'échantillonnage varie également en fonction des objectifs de la REA. Si l'objectif consiste à caractériser les types de végétation d'une vaste région dans des délais limités, l'observation directe de nombreux emplacements d'échantillonnage est plus efficace et productive que l'établissement de parcelles dans quelques emplacements en nombre limité. Un point d'échantillonnage autour duquel les échantillons pourront être prélevés dans un rayon de 20 mètres (dans toutes les directions) est équivalent à une zone échantillonnée de 1 256 m² et permet de caractériser une forêt de 50 hectares. L'échantillonnage d'emplacements de ce type requiert l'identification des groupes floristiques dominants et le remplissage d'un seul formulaire de terrain (Formulaire 2 de l'Annexe 2). Ce type d'échantillonnage est relativement simple et rapide.

Cependant, si l'objectif consiste à caractériser un type de végétation unique présentant un degré élevé de priorité en matière de protection et que l'on souhaite obtenir des données quantitatives quant à la richesse des espèces, une étude de parcelles s'impose. Des parcelles de tailles et de formes équivalentes sont nécessaires pour comparer des types de végétation semblables en différents lieux d'échantillonnage.

Techniques d'étude, formulaires de terrain et équipement

Pour pouvoir vérifier les types de végétation, analyser la composition de la flore et évaluer la diversité de la végétation, l'équipe chargée de la végétation utilise toute une variété de techniques d'échantillonnage, de formulaires de terrain et d'équipement. En général, cette équipe doit établir des emplacements d'échantillonnage, qui peuvent faire ou ne pas faire l'objet de travail sur différentes parcelles. Au moins un emplacement d'échantillonnage devra être défini pour chaque type de végétation identifié dans le cadre de la Caractérisation Initiale du Paysage.

Pour le recueil des données relatives à la végétation et aux espèces de plantes, plusieurs exemples de formulaires de terrain ont été mis au point (voir Annexe 2). Le Formulaire 1 permet de décrire le site à étudier en général. Le Formulaire 2 permet de caractériser la structure de la végétation et d'enregistrer l'information phytionomique et les paramètres environnementaux utiles à la classification de la végétation. Le Formulaire 3 permet de consigner les mesures détaillées relatives aux différentes espèces prises dans les différents emplacements d'échantillonnage. Le formulaire de terrain relatif à l'échantillonnage de parcelles (Formulaire 5) permet de consigner les données relatives à la végétation recueillies à partir des travaux d'échantillonnage de parcelles. Le Formulaire 6 permet de documenter les informations opportunistes (non tirées des emplacements ou des parcelles d'échantillonnage) sur la végétation. Enfin, le Formulaire 8 permet de documenter les espèces importantes pour la protection de la nature. Ces exemples de formulaires de terrain sont destinés à un usage général. Pour les cas où certaines données spécifiques sont nécessaires dans le cadre d'une REA donnée, des champs peuvent être modifiés ou ajoutés.

L'équipement d'étude de la végétation devra comporter les éléments suivants :

- Clous et étiquettes en aluminium
- Jumelles
- Appareil-photo et film (plusieurs rouleaux)
- Boussole
- Perches
- Formulaires de terrain (1, 2, 3, 5, 6, 8-Annexe 2)
- Porte-blocs
- Bande de marquage (multicolore et biodégradable)
- GPS
- Marteau
- Cisailles à main
- Machette
- Cartes (cartes topographiques, carte de polygones, images)
- Marqueurs
- Mètres (50 mètres (2); 30 mètres (2), mètre DBH)
- Journal
- Sacs plastique (auto-scellants, petits et grands)
- Presse botanique
- Loupe de poche ou lentille de champ
- Pieux (pour marquer les coins des parcelles)
- Cahier de terrain étanche

Vérification des types de végétation

La vérification et l'étiquetage des types de végétation se font par comparaison des informations obtenues sur le terrain avec les descriptions caractéristiques standard des types de végétation telles qu'elles apparaissent dans les classifications déjà publiées ou sont développées pour la REA. Le travail de vérification est souvent assez simple et peu laborieux, notamment lorsque les différents types de végétation sont essentiellement distingués sur la base de leur physionomie et de leur groupe floristique dominant. L'existence de gradients environnementaux relativement précis permet souvent de bien séparer et discerner les types de végétation. Dans ces cas, la vérification des types de végétation se fait généralement en notant et en documentant la présence d'espèces dominantes. Par exemple, si sur le terrain, l'expert en végétation effectue un échantillonnage dans un fourré de palmiers riverains dominé par les Buriti (*Mauritia flexuosa*), et que la classification de la végétation qu'il suit définit un Buritizal comme étant un « fourré de palmiers périodiquement inondé, caractérisé par la présence de Buriti », le scientifique peut en toute confiance étiqueter le type de cette communauté comme étant Buritizal. Ce type de vérification se fait facilement sans qu'il soit nécessaire de procéder à une quantification numérique.

Si, en revanche, le site est relativement homogène et que les gradients environnementaux ne s'expriment pas fortement, la distinction entre types de végétation en fonction des espèces dominantes peut être plus difficile. Dans ce cas, l'étude des parcelles sera nécessaire pour quantifier le degré de prédominance de ces espèces. Les mesures de DBH (diamètre à hauteur de poitrine) doivent être converties en zones de base pour les espèces, qui seront ensuite comparées entre différents emplacements d'échantillonnage. Ce niveau d'échantillonnage destiné à identifier les différences fines de composition et de prédominance des espèces n'est pas courant dans le cadre d'une REA, du fait des contraintes de ressources et de temps. En outre, les signatures des facteurs de réflexion spectrale des types de végétation qui ne diffèrent que très peu par leur composition et leur prédominance, peuvent souvent être très semblables. Séparer, dans le cadre de l'interprétation des images, ces types de végétation qui ne varient entre eux que par quelques détails subtils, peut s'avérer difficile. Ceci risque d'empêcher leur identification en tant que types distincts durant l'interprétation des images.

Evaluation de la diversité des plantes

Hormis la vérification des types de végétation, bon nombre d'études de la végétation comportent une estimation de la diversité des plantes par utilisation de données produites au moyen des techniques d'étude des parcelles. La définition des parcelles et la quantification de la diversité au sein de chacune demande un temps considérable. En général, les parcelles doivent être établies uniquement aux emplacements d'échantillonnage prioritaires. La taille des parcelles et la nature des données à recueillir dépendent des objectifs de l'étude de la végétation. Si le but est de mesurer et comparer la diversité, l'échantillonnage est généralement concentré sur les plantes vasculaires ou sur les principales formes de vie d'une communauté de végétation (espèces boisées des forêts et des fourrés ou espèces herbacées des prairies naturelles). Les plantes non vasculaires sont rarement étudiées dans le cadre d'un REA parce que ce groupe est moins connu et il n'est pas toujours facile d'accéder à un spécialiste en la matière.

Les parcelles étudiées dans le cadre de ce type de travail peuvent varier par leur taille et par le nombre. En règle générale, les parcelles de 20 m x 20 m conviennent à l'étude des forêts, tandis que les parcelles de 10 m x 10 m sont mieux adaptées aux fourrés et aux prairies naturelles. Les données tirées de l'étude des parcelles peuvent être utilisées pour développer des courbes délimitant les espèces/zones, mais de récents travaux (Condit et al., 1995) ont démontré que les mesures de la diversité sont plus cohérentes si elles sont basées sur le nombre de troncs que sur la taille des parcelles.

Méthode de Dallmeier

La méthode de Dallmeier (parcelles de 20 m x 20 m) est couramment employée pour l'étude de la végétation dans le cadre de REA et le nombre des troncs échantillonnés est généralement compris entre 100 et 1 000. Dallmeier (1992) soutient que des parcelles de forêt d'une superficie pouvant atteindre deux hectares et contenant 1 200 à 1 400 arbres de DBH 10 cm permettent d'effectuer une estimation relativement fiable de la diversité et permettent de caractériser une forêt donnée de manière assez rapide et précise. Dans le cadre d'une comparaison de la diversité des espèces de trois forêts situées en Inde, à Panama et en Malaisie effectuée sur des parcelles permanentes de 50 hectares, Condit et al. (1995) n'ont constaté aucune amélioration des estimations de la diversité après avoir relevé le nombre de troncs à plus de 1 000. Nous en concluons par conséquent, tout comme Dallmeier, qu'une portion de forêt de 2 ha suffit pour mesurer la diversité des plantes. Cependant, les contraintes de ressources dont souffrent la plupart des REA empêchent généralement d'établir des parcelles de 2 ha dans les différents types de communautés représentatifs. Condit (comm. pers., 1995) recommande d'échantillonner au moins 100 troncs avant d'envisager la moindre estimation pertinente de la diversité. L'équipe chargée de l'étude de la végétation devra donc échantillonner un nombre de troncs compris entre 100 et 1 000 dans chacune des zones où elle souhaitera effectuer une estimation de la diversité des plantes.

La description la plus détaillée d'une méthode d'échantillonnage de parcelles de 20 m x 20 m est présentée dans Dallmeier (1992). Des parcelles prédéterminées sont échantillonnées et de nouvelles parcelles adjacentes à celles-ci sont ajoutées et échantillonnées, jusqu'à ce que l'on parvienne à un nombre de troncs acceptable. Les espèces ligneuses présentant un DBH ≥ 10 cm dans les forêts et un DBH $\geq 2,5$ cm dans les fourrés sont identifiées et mesurées pour caractériser le type de végétation et estimer la diversité des plantes, ainsi que l'abondance des principales formes de vie. Cette méthode exige généralement le travail de trois botanistes pendant 3 jours pour étudier une zone d'une superficie de 1200 m². Pour les communautés herbacées, le pourcentage de couverture de chaque espèce sur une parcelle de 10 m x 10 m, devra être mesuré. L'évaluation la plus rapide de la diversité des espèces d'une communauté de végétation se fait par comptage du nombre d'espèces identifiables par les botanistes sur les parcelles d'échantillonnage. Pour les plantes mal connues des botanistes, les spécimens sont recueillis en vue d'être identifiés.

Méthode de Gentry

Une autre méthode couramment utilisée et faisant appel à des parcelles pour estimer la diversité est la méthode des transectes « explosés » sur 0,1 ha, mise au point par Gentry. Il s'agit d'une technique d'étude rapide qui procure rapidement une connaissance préliminaire des modèles de diversités des communautés peuplant les forêts ou les fourrés. La méthode de Gentry (Gentry, 1986; Keel et al., 1993) consiste à échantillonner une surface de 0,1 ha constituée de dix petites parcelles de 2 m x 50 m, qui peuvent être étudiées par trois botanistes pendant deux jours si ceux-ci se fixent pour objectif de mesurer les troncs $\geq 2,5$ cm. Bien que les lopins rectangulaires étroits de Gentry permettent d'observer 15 % d'espèces en plus que des lopins carrés de même superficie (Condit, comm. pers., 1995), cette méthode n'est pas aussi efficace pour l'échantillonnage des grands arbres. Elle exige que les sous-parcelles soient adjacentes les unes aux autres et que le nombre de troncs étudiés sur chaque parcelle soit consigné avec précision. Pour mesurer la diversité, les techniques de transectes explosés de Gentry constituent une méthodologie d'étude à la fois adaptée et rapide. Il existe d'autres méthodes d'étude, certaines requérant la division en parcelles, d'autres pas (Braun-Blanquet, 1932 ; Cain et de Oliveira Castro, 1959 ; Campbell et Hammond, 1989 ; Cox, 1985 ; Mueller-Dombois et Ellenberg, 1974 ; Kent et Coker, 1992), mais pour la plupart des applications de REA, les méthodes de Dallmeier et de Gentry sont les plus couramment utilisées.

Inventaires des différentes espèces

Une REA n'étant pas un inventaire complet de la flore, il n'est par conséquent pas nécessaire d'identifier chaque plante à l'échelle de son espèce. Certaines plantes, cependant, doivent systématiquement être identifiées à l'échelle de l'espèce. Avant d'entamer le travail de terrain, le chef de l'équipe chargée de la végétation doit, dans la mesure du possible, identifier ces espèces. Pour ce faire, il utilisera des articles de recherche, des études publiées par des musées, des listes d'espèces menacées, ... Ces espèces seront notamment :

1. Les espèces permettant de caractériser les types de végétation, notamment les espèces à couvert, les espèces dominantes et co-dominantes, et les espèces indicatrices
2. Les espèces importantes pour la protection de la nature, notamment les espèces endémiques et les espèces rares ou en danger d'extinction
3. Les espèces importantes pour la gestion, notamment les espèces exotiques ou économiques

Dès lors que ces espèces sont observées sur une parcelle, en un lieu d'échantillonnage, ou de manière opportuniste, leur habitat, leur phénologie, leur effectif et leur utilité économique devront être notés. Un exemple de formulaire de terrain (Formulaire 8) est fourni à cet effet en Annexe 2.

Classification de la végétation

La procédure de classification de la végétation passe par la compilation des informations consignées sur les formulaires de terrain, pour déterminer les classes de végétation, affecter des noms classés aux unités identifiées et quantifier les niveaux relatifs de dominance des espèces. L'équipe chargée de la végétation devra travailler en étroite collaboration avec l'équipe de la cartographie pour attribuer des étiquettes de classe de végétation aux polygones inconnus identifiés dans le cadre de la REA. La classification de la végétation comprend les étapes suivantes :

1. Rassemblement des formulaires de terrain qui contiennent l'information sur la végétation
2. Organisation des formulaires par emplacements d'échantillonnage au sein des différentes régions d'échantillonnage
3. Mise au point de listes de plantes pour les emplacements d'échantillonnage

Encadré 5-1. Exemple de description de types de végétation étudiés dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo (Sedaghatkish et Roca, 1999).

Forêt de *Rhizophora mangle* inondée par la marée

Communauté rencontrée sur les récifs de la Baie de Granadillon, à Cuba, le long de la côte nord de Punta Caracoles, où le substrat entre l'eau et les terrasses de calcaire est plus consolidé. Cette communauté est dominée par de petits mangroves rouges (*R. mangle*) de hauteur inférieure à 5 mètres. Le récif est entouré d'une bande externe d'une largeur de 10 à 15 mètres peuplée de mangroves rouges d'une hauteur comprise entre 3 et 4 mètres. Cette bande diminue vers le centre du récif, les arbres perdant en hauteur, diamètre et racines entrelacées. Les arbres situés vers l'intérieur de la bordure, qui poussent dans un taux de salinité compris entre 40 et 50 %, ont une hauteur inférieure à 1,5 m. A l'intérieur des terres, la ceinture de mangroves rouges est remplacée par une bande de mangroves noirs (*Avicennia germinans*) avec quelques échantillons épars de mangroves blancs (*Laguncularia racemosa*) et *Conocarpus erecta*. Le couvert de cette dernière bande peut atteindre 4 mètres de haut. Sur certains récifs, où la salinité du centre peut dépasser 1000 ppm (parts par million), l'on observe une zone dénudée, entourée de mangroves noirs nains.

Fourrés de cactus *Stenocereus peruvianus*

Cette communauté se rencontre sur les collines présentant un gradient supérieur à 5 % et un substrat de débris grossiers dérivés de shale. La terre n'est présente que sous forme de petites poches. La hauteur du couvert est inférieure à 5 mètres. L'espèce dominante de cette communauté varie en fonction de la topographie, de la profondeur du sol et de l'exposition aux vents. Sur les pentes raides comportant très peu de terre, les espèces dominantes sont le cactus *Stenocereus peruvianus*, et les arbres *Plumeria tuberculata*, *Neea shaferi*, *Capparis ferruginea*, *C. flexuosa*, et *Jacquinia* sp. Sur les surfaces plus planes recouvertes d'une couche de terre plus épaisse, les espèces dominantes sont le cactus *Pilosocereus* et l'arbre *Colubrina elliptica*.

4. Définition des critères et des paramètres à utiliser pour la classification de la végétation, puis application de ces critères aux différents emplacements
5. Mise en relation des observations de terrain avec la carte des polygones inconnus pour extrapoler les étiquettes des types de végétation des polygones échantillonnés à l'ensemble des polygones non échantillonnés

Subjectivité de la classification de la végétation

La classification de la végétation est un processus hautement subjectif. Les types de végétation ne constituent généralement pas des unités distinctes et bien définies (au sens où les espèces sont distinctes du fait des barrières génétiques à la reproduction). Les frontières entre types de végétation sont souvent diffuses. Bien que les images puissent suggérer certaines frontières comme distinctes et évidentes, les observations faites sur le terrain peuvent révéler qu'il ne s'agissait là que de fausses impressions.

Appellation standardisée des types de végétation

Les classifications de la végétation utilisées localement doivent être intégrées, dans la mesure du possible, pour donner naissance à des systèmes hiérarchiques régionaux standardisés. Le système de classification utilisé pour la vérification des types de végétation est généralement celui qui est utilisé localement. Il peut comporter de nombreux termes populaires et des conventions d'appellation locales. A des fins de standardisation scientifique, et pour permettre de comparer les types de végétation d'autres régions, la classification locale doit toujours être mise en correspondance avec un système de classification régional standardisé, comme par exemple le système UNESCO-TNC (FGDC, 1996; Grossman et al., 1998). Par mise en correspondance, il faut entendre le fait d'attribuer une unité de végétation d'un système de classification (le système local) à un niveau et une

position adéquats dans un autre système (le standard). Par exemple, Quebrachal est l'appellation locale d'une communauté de végétation dominée par l'*Aspidosperma quebracho-blanco*. La principale forme de vie de cette communauté est constituée d'arbres d'une hauteur supérieure à 10 mètres, plus de la moitié de l'espèce étant constituée d'arbres à feuilles caduques. Dans le système de classification UNESCO-TNC, cette communauté serait décrite selon certaines conventions extrêmement standardisées, comme par exemple « forêt d'*Aspidosperma quebracho-blanco* à couvert fermé, constituée d'arbres xéromorphiques semi-caduques subtropicaux, rencontrés dans les basses terres ». Chacun de ces descripteurs fournit de l'information sur les

Tableau 5-3. Effectifs d'espèces de plantes importantes pour la protection de la nature, par type de végétation, enregistrés dans le cadre d'une REA réalisée dans la zone du Canal de Panama (ANCON et The Nature Conservancy, 1996).

Type de végétation	Superficie totale (hectares)	Nombre d'espèces de plantes identifiées	Nombre d'espèces en danger à l'échelle planétaire
Haute forêt saisonnière sempervirente	203	145	8
Forêt mixte saisonnière sempervirente	3361	179	11
Forêt basse saisonnière sempervirente	518	108	7
Forêt mixte semi-caduque	428	14	5
Forêt basse semi-caduque	338	121	6
Forêt caduque	114	46	2
Forêt inondée de cativos	1031	106	1
Forêt de palmiers inondée	226	61	2
Forêt marécageuse de mangroves	85	26	0
Fourrés inondés	53	10	0
Marais	98	8	0
Prairie inondée semi-naturelle	146	8	0

Tableau 5-4. Espèces de plantes sélectionnées pour être protégées et communautés de végétation dans lesquelles elles ont été rencontrées lors d'une REA réalisée dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba (Sedaghatkish et Roca, 1999).

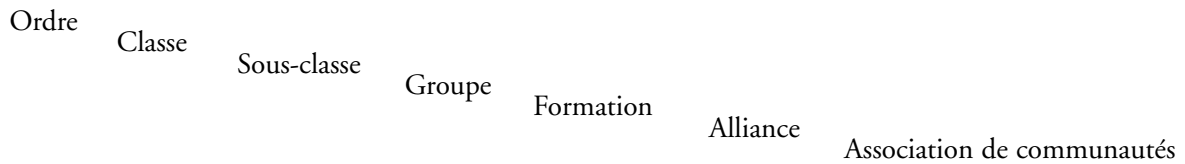
Espèces importantes pour la protection de la nature à l'échelle planétaire	Type de végétation ou habitat	*Emplacement d'échantillonnage (UTM)	Motif de leur importance
<i>Caribea littoralis</i>	Pavage côtier rocheux	454000,2199.500	Très rare ; se limite à quelques localités situées au sud-est de Cuba.
<i>Dendrocereus nudiflorus</i>	Alliance de forêts de <i>Phyllostylon brasiliensis</i>	489500,2208.200	Population en déclin ; ne restent que quelques exemplaires juvéniles ou jeunes plants. Le site abrite les plus importants effectifs de cette espèce.
<i>Melocactus barlowii</i>	Affleurement rocheux à fourrés de cactus et d'épineux	482250,2200.250/ 488900,2202.200	Présence rare à l'état endémique ; effectifs limités à quelques exemplaires d'affleurements rocheux ; souvent cueillis pour servir de plantes d'appartement.
<i>Opuntia militaris</i>	Plage et terrasses de calcaire	485000,2199.600	Rare ; rencontré uniquement sur le site et dans les zones avoisinantes.
<i>Gochmatia microcephala</i>	Fourré de cactus, d'épineux, de <i>Croton-Coccolobinax</i>	482250,2200.250/ 488900,2202.200/ 482900,2208.000	Rare ; rencontré uniquement sur le site et dans les zones avoisinantes.

*Les emplacements indiqués sont approximatifs, de manière à préserver les espèces concernées.

Tableau 5-5. Types de végétation à protéger dans la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba (Sedaghatkish et Roca, 1999).

Types de végétation	Importance pour la protection de l'environnement
Fourrés de <i>Coccolobinax</i>	Rares occurrences ; distribution limitée ; habitat d'oiseaux endémiques.
Bois de <i>Bucida</i>	Distribution limitée.
Forêt de cactus <i>Phyllostylon</i>	Restent quelques exemples de qualité ; la plupart ont été altérés ou détruits.
Fourrés de <i>Colubrina</i>	La diversité la plus élevée du site. Habitat de deux espèces endémiques rares : <i>Gochmatia microcephala</i> et <i>Spirotecoma guantanamensis</i> .

différentes unités taxonomiques utilisées dans la classification UNESCO-TNC, basée sur les niveaux hiérarchiques suivants :



Les critères qui définissent ces différents niveaux hiérarchiques sont présentés dans FGDC (1996).

Les REA comportent généralement un travail de classification jusqu'au niveau des formations, parfois jusqu'à un niveau plus bas encore, selon la résolution spatiale des sources de données que constituent les images.

Synthèse des données sur la végétation

Il est important pour la gestion de la protection de l'environnement de disposer d'une description précise des types de végétation cartographiés dans le cadre d'une REA. Cette description part d'une synthèse des observations faites en différents emplacements d'échantillonnage.

Ces descriptions doivent comporter des informations sur le lieu, les principaux facteurs environnementaux, la hauteur du couvert, les strates de végétation, les principales formes de vie, les espèces dominantes et co-dominantes, les espèces indicatrices et les variations de la structure et de la composition. L'Encadré 5-1 présente deux exemples de descriptions du type de végétation extraits d'une REA réalisée dans la Baie de Guantanamo, à Cuba (Sedaghatkish et Roca, 1999).

Compilation des données et présentation des résultats

Les données sur les espèces tirées des ouvrages et des études de terrain sont organisées et présentées pour chaque type de végétation rencontré sur le site, l'accent étant mis sur les espèces importantes pour la protection de la nature. Ces synthèses par type de végétation sont extrêmement utiles pour mettre en exergue les types de végétation présentant une plus grande diversité des plantes et un plus grand nombre d'espèces importantes. Les Tableaux 5-3, 5-4 et 5-5 présentent quelques synthèses typiques provenant d'études de la végétation. Le Tableau 5-3 synthétise les effectifs de certaines espèces de plantes spécifiques par types de végétation provenant d'une REA réalisée à Panama (ANCON et The Nature Conservancy, 1996). Le Tableau 5-4 caractérise quelques exemples d'espèces de plantes importantes pour la protection de la nature, extraits d'une REA réalisée dans la Baie de Guantanamo, à Cuba (Sedaghatkish et Roca, 1999), tandis que le Tableau 5-5 présente des exemples de types de végétation sélectionnés dans le cadre de cette même REA.

Espèces importantes pour la protection de la nature

Pour les espèces rares ou menacées ou les espèces exotiques rencontrées lors d'une REA, les membres de l'équipe devront consigner les informations relatives aux effectifs, à la viabilité, aux conditions d'habitat et à l'exploitation par les populations humaines. L'emplacement de ces éléments particulièrement importants devra être consigné avec précision à l'aide des technologies de GPS. Les recommandations relatives à la gestion du site devront tenir compte des méthodes à envisager pour assurer la survie de ces espèces importantes. Il convient également de remarquer que, dans certaines zones, des genres entiers de plantes peuvent, du fait de leur caractère endémique, être considérés comme des cibles pour l'action de protection. Par exemple, lors de la REA menée dans la Baie de Guantanamo, les équipes rencontrèrent deux genres présents à l'état endémique à Cuba (*Caribea* et *Dendrocereus*). Il est clair que ces deux genres doivent être considérés comme importants pour la protection de la nature, notamment s'ils sont hautement menacés.

Analyse des dangers

L'équipe chargée de la végétation devra, dans la mesure du possible, caractériser le niveau général de menace contre l'intégrité et la survie de l'ensemble des types de végétation représentés dans la zone étudiée. Une évaluation, basée sur les images, de l'occupation des sols de la zone susceptible d'avoir un impact négatif sur les types de végétation, permettra de dégager des informations utiles sur les dangers qui pèsent sur les systèmes naturels par suite des conversions de terrain. Durant le travail de terrain, les informations relatives à l'utilisation de l'espace sont également notées sur les formulaires de terrain. Ces informations sont ensuite intégrées dans l'analyse des dangers. L'équipe chargée de la végétation caractérise le niveau de danger menaçant les différents types de végétation, documente ces dangers dans le rapport final sur la végétation, puis participe à l'évaluation intégrée des dangers, plus vaste, relative à l'ensemble du site étudié (voir Chapitre 7).

Recommandations de gestion

Les études de végétation réalisées dans le cadre de REA identifient généralement des plantes importantes pour la protection de la nature parce que celles-ci sont à risque (rares et menacées), ou exotiques. Les espèces en petit nombre ou dont le nombre décroît sont considérées comme à risque et l'amélioration des populations existantes, ainsi que la restauration de leur habitat pour leur permettre de se ré-établir constituent de bonnes méthodes de gestion. La gestion dépend souvent de l'état et de la vigueur des populations qui subsistent dans la nature. Des débats fort intéressants sur la gestion des plantes rares et menacées figurent dans Elias (1987), Falk (1987), ainsi que dans Falk et McMahan (1988). De petites réserves proposant un vaste choix d'habitats peuvent jouer un rôle important pour la préservation des plantes rares ou menacées (Reznicek, 1987). Des recherches concernant les historiques de vie et la distribution de la variation génétique dans les populations de plantes rares sont parfois nécessaires avant que ne soient mises en œuvre les stratégies de gestion qui conviennent aux différentes espèces. La découverte de plantes présentant une utilité économique et de leurs parentes sauvages sur le site peut susciter un intérêt complémentaire pour la préservation des germplasmes in situ, ce qui pourra rehausser l'importance globale du site pour la préservation de l'environnement.

L'obtention d'informations sur les espèces exotiques peut également affecter la démarche de gestion (Temple, 1990 ; Coblenz, 1991). L'éradication des espèces exotiques peut constituer la principale stratégie de préservation d'un site. L'éradication des espèces exotiques envahissantes peut être difficile et onéreuse ; une bonne information scientifique sur le type, l'état et l'emplacement de ces espèces exotiques est nécessaire pour définir la stratégie de leur élimination. Une REA peut fournir ce type d'informations, notamment si l'un de ses objectifs est la caractérisation des espèces exotiques présentes sur le site.

Conclusion

L'équipe chargée de l'étude de la végétation identifie et cartographie les types de végétation, produit des estimations de la diversité des plantes et caractérise les espèces importantes. Ces informations permettent d'établir des priorités entre sites et d'informer la planification de gestion visant à la protection de la nature. Le travail d'étude de la végétation contribue également à la compréhension du statut de protection et de l'importance biologique des plantes et des types de végétation.

Bibliographie

- ANCON (Asociacion Nacional para la Conservacion de la Naturaleza) et The Nature Conservancy. 1996. *Ecological Survey of U.S. Department of Defense Lands in Panama. Phase IV: Fort Sherman, Pina Range and Naval Security Group Activity; Galeta Island*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Braun-Blanquet, L. 1932. *Plant Sociology: The Study of Plant Communities*. New York: McGraw-Hill.
- Cain, S. A., et G. M. de Oliveira Castro. 1959. *Manual of Vegetation Analysis*. New York: Harper & Brothers.

- Campbell, D. G., et H. D. Hammond, eds. 1989. *Floristic Inventory of Tropical Countries*. New York: The New York Botanical Garden.
- Coblentz, B. E. 1991. A response to Temple and Lugo. *Conservation Biology* 5:5-6.
- Condit, R. 1995. Personal Communication. Panama City, Panama.
- Condit, R., R. B. Foster, S. P. Hubbell, R. Sukumar, E. G. Leigh, N. Manokaran, et S. Loo de Lao. 1995. Assessing forest diversity from small plots: Calibration using species-individual curves from 50 ha plots. Dans *Measuring and Monitoring Forest Biological Diversity: The International Network of Biodiversity Plots*. International Symposium, 23-25 may à Washington, D.C.
- Cox, G. W. 1985. *Laboratory Manual of General Ecology*. Dubuque, Iowa: W. C. Brown Publishers.
- Dallmeier, F, ed. 1992. Long-term monitoring of biological diversity in tropical forest areas: Methods for establishment and inventory of permanent plots. MAB Digest 11. Paris: UNESCO.
- Elias, T., ed. 1987. *Conservation and Management of Rare and Endangered Plants*. Sacramento, Calif.: California Native Plant Society.
- FGDC (Federal Geographic Data Committee). 1996. *Vegetation Classification and Information Standards*. Reston, Va.:FGDC Secretariat.
- Falk, D. A. 1987. Integrated conservation strategies for endangered plants. *Natural Areas Journal* 7(3): 118-123.
- Falk, D. A., et L. R. McMahan. 1988. Endangered plant conservation: Managing for diversity. *Natural Areas Journal* 8(2):91-99.
- Gentry, A. H. 1986. Species richness and floristic composition of Choco region plant communities. *Caldasia* 15: 71-91.
- Grossman, D. H., D. Faber-Langendoen, A. S. Weakley, M. Anderson, P. Bourgeron, R. Crowder, K. Goodin, S. Landaal, K. Metzler, K. Patterson, M. Pyne, M. Reid, et L. Sneddon. 1998. *International Classification of Ecological Communities: Terrestrial Vegetation of the United States*. Vol. 1. The National Vegetation Classification System: Development, Status, and Applications. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Keel, S., A. H. Gentry, et L. Spinzi. 1993. Using vegetation analysis to facilitate the selection of conservation sites in eastern Paraguay. *Conservation Biology* 7(1):66-75.
- Kent, M., et P. Coker. 1992. *Vegetation Description and Analysis*. Ann Arbor, Mich.: CRC Press.
- Mueller-Dombois, D., et H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. New York: John Wiley et Sons.
- Reznicek, A. A. 1987. Are small reserves worthwhile for plants? *Endangered Species Update* 5(2):1-3.
- Sedaghatkish, G., et E. Roca. 1999. *Rapid Ecological Assessment: U.S. Naval Station Guantanamo Bay, Cuba*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Temple, S. A. 1990. The nasty necessity: Eradicating exotics. *Conservation Biology* 5: 113-115.

Sources d'information pour l'étude de la végétation et des plantes

Les sources d'information suivantes sont utiles pour qui veut comprendre la distribution et l'importance biologique des espèces de plantes et des types de végétation pouvant être rencontrés dans le cadre d'une REA.

VEGETATION

- Publications sur la phytogéographie, classification de la végétation, écologie de la végétation, flore/florule locales, notes de voyage et études de la végétation, comme par exemple *Floristic Inventory of Tropical Countries* ou *Flora of Peru*.
- Journaux botaniques ou écologiques nationaux ou internationaux, comme par exemple : *Annals of Missouri Botanical Garden* ou *Biotropica*.

ESPECES

- *Description des espèces* : monographies sur la flore locale, journal botanique national ou international.
- *Liste des espèces* : comme par exemple, CITES Cactaceae Checklist ou Checklist of Flora of Panama.
- *Liste des espèces importantes pour la protection de l'environnement* : CITES Annexes I, II et III, 1997 IUCN Red List of Threatened Plants, liste des espèces de bois commercial et système de données biologiques et de protection de l'environnement (BCD) de The Nature Conservancy et des Centres de Données pour la Protection de la Nature. Une sélection d'espèces de plantes rares d'Amérique Latine et des Caraïbes se trouve sur le site de TNC, à www.tnc.org.
- *Distribution des espèces* : spécimens d'herbiers ou de collections de musées, experts en botanique (y compris les experts locaux), BCD et autres bases de données (celle d'un jardin botanique, par exemple)
- *Etat de protection* : BCD, autres bases de données et experts en botanique.

Chapitre 6



Etudes de la faune

Bruce Young, Gina Sedaghatkish et Roberto Roca

Hormis caractériser et cartographier les types de végétation, les REA intègrent souvent une étude de certaines taxa d'animaux sélectionnées. Chaque REA constitue une occasion d'étudier les communautés animales rencontrées dans divers habitats localisés sur des sites potentiellement importants pour la protection de la nature. Sans informations sur la distribution de la biodiversité animale à travers le paysage, il est impossible de mettre au point une politique de protection de la nature ou un plan de gestion intelligent, ainsi que de superviser le moindre projet dans la région. Il est par conséquent fondamental de se faire une connaissance préliminaire des espèces rencontrées sur le site et de leur distribution spatiale pour espérer atteindre les objectifs d'une REA.

Dans ce chapitre, nous vous expliquerons comment déterminer les taxa à étudier et la profondeur de cette étude, ainsi que les problématiques essentielles relatives à la planification et à la réalisation de l'étude des animaux dans le cadre de la REA. Nous vous expliquerons en particulier comment ce type d'étude vient s'inscrire dans l'ensemble du projet, comment sélectionner et organiser l'équipe chargée de la faune, ainsi que les avantages et les inconvénients de diverses techniques d'étude. Le chapitre conclut par une série de conseils sur la gestion des données, la préparation du rapport et l'interprétation des données. Nous nous basons ici sur d'anciennes REA et études semblables pour illustrer certains points essentiels et vous donner quelques idées en vue de futures REA.

Une planification attentive est essentielle pour qui veut être certain que les données recueillies dans le cadre des études d'animaux sont pertinentes par rapport aux objectifs d'une REA. Les spécialistes de la faune qui prennent part à la REA doivent participer à l'ensemble de ses composantes, depuis la formulation des objectifs jusqu'à la production du rapport final. Bien que l'équipe chargée de la faune soit amenée à effectuer son échantillonnage dans certains emplacements prédéterminés nécessaires à la vérification de la classification préliminaire de la végétation, il sera intéressant pour elle de prendre part à la sélection des points d'échantillonnage, dans la mesure où ces membres pourront donner un éclairage « zoologique » qui pourra orienter les décisions prises. Par exemple, après avoir étudié les cartes et les images du site, les zoologistes pourront identifier certaines zones particulières à échantillonner pour la faune, en se basant sur la diversité ou l'endémisme qu'ils croient y percevoir. Il est cependant possible que ces zones n'aient pas été sélectionnées en tant que points de vérification des types de végétation repérés sur les cartes.

La planification de l'étude de la faune suppose également l'identification des espèces visées, qui consiste à déterminer quels animaux doivent être échantillonnés et la méthode à utiliser à cet effet, à constituer l'équipe

chargée de la faune et à développer les stratégies d'analyse du travail de terrain et de post-terrain, ainsi que les stratégies de reporting. La planification d'une étude de la faune destinée à assurer une parfaite correspondance entre les ressources disponibles et les activités nécessaires à l'atteinte des objectifs de la REA, exige un effort considérable.

La décision d'effectuer une étude de la faune

Bien que les études de la faune s'intègrent généralement en tant que composantes fondamentales d'une REA, elle n'en constitue néanmoins pas un élément automatique et les responsables de l'équipe de REA devront pouvoir justifier de la nécessité de ces études. Les non-biologistes pourront entretenir l'idée selon laquelle la REA décrit les modes de distribution et les interactions entre les différentes communautés animales du site visé. Malheureusement, même une étude intense ne produit pas ce type d'information. Par exemple, en dépit de décennies d'études approfondies menées sur les communautés de rongeurs dans les déserts pauvres en espèces du Sud-Ouest des États-Unis, les écologues ne comprennent toujours pas bien comment interagissent les espèces et continuent d'en enregistrer de nouvelles (Heske et al., 1994). Le meilleur résultat à attendre d'une REA est une liste incomplète d'espèces des taxa à protéger et une connaissance approximative de leurs emplacements sur le site.

Pour prendre une décision avisée quant aux besoins d'entreprendre des études de la faune, il faut tenir compte de la contrainte fondamentale qui pèse sur l'information produite par une REA. Par définition, une REA est un projet de court terme qui emploie des techniques d'échantillonnage limitées sur une durée également limitée. La production d'une liste quasiment complète de la faune d'un taxon quelconque rencontré sur un site exige des années d'échantillonnage et la mise en œuvre de tout un éventail de techniques. Par exemple, la liste des espèces de mammifères rencontrées à la Station Biologique bien connue de la Selva, située dans une forêt humide à basse altitude du Costa Rica, continue de s'allonger, bien que l'étude ait commencé voici... trente ans ! (Timm, 1994). Pour cartographier la distribution des oiseaux qui habitent une toute petite parcelle de 97 hectares de forêt située dans la plaine d'inondation de l'Amazonie, les scientifiques ont employé six techniques de recensement différentes (Terborgh et al., 1990). Ainsi, la liste d'espèces produite dans le cadre d'une REA comportera les espèces les plus courantes et un nombre extrêmement limité d'espèces rares. Les groupes d'espèces qui habitent le site de façon saisonnière seront omis, à moins que l'échantillonnage ait lieu au moment précis où ils sont présents. Cependant, les efforts de gestion sont souvent axés sur les espèces à risque, qui ont tendance à être rares ou méfiantes, et dont la détection est par conséquent hautement improbable dans le cadre d'études rapides. Si les espèces essentielles pour la protection de l'environnement, dont l'on pense qu'elles sont présentes sur le site, ne sont pas détectées lors des observations, la REA est susceptible d'échouer quant à ses objectifs en matière d'espèces.

Une observation de la faune *doit* être envisagée lorsque l'une des affirmations ci-dessous est vérifiée :

- *Les ressources sont disponibles.* L'envoi d'équipes de zoologistes sur le terrain revient cher : frais de personnel, transport, hébergement, équipement. Si les ressources sont suffisantes pour assurer la survie d'une équipe sur le terrain pendant le temps nécessaire à la collecte d'un important volume d'informations, les études de la faune doivent être tentées, dans la mesure où elles peuvent fournir une information pertinente par rapport aux objectifs de la REA.
- *L'on souhaite disposer d'estimations approximatives de la diversité.* Lors d'une étude de la faune, une liste d'espèces nouvelles se dresse rapidement, après quoi celles-ci deviennent de plus en plus difficiles à détecter. Les études rapides du type de celles qui sont effectuées dans le cadre d'une REA saisissent la part d'augmentation géométrique d'une courbe d'accumulation des espèces. Elles sont par conséquent en mesure d'enregistrer la grande majorité des espèces présentes. De récents travaux théoriques ont démontré que des études, même relativement incomplètes, permettent d'établir une estimation fiable de la diversité totale des espèces sur un site (Colwell et Coddington, 1994).
- *Les espèces visées ont une présence évidente.* La présence et l'effectif de certaines espèces systématiquement menacées sont parfois faciles à déterminer du fait que les espèces en question se détectent aisément, souvent

par échantillonnage à une heure propice de la journée ou par mise en œuvre d'une technique spécifique. A titre d'exemples, nous citerons les perroquets et les aras, qui hurlent à l'aube et au crépuscule, les caïmans, détectables de nuit sous forme de rayons lumineux, et certains grands mammifères, qui se réunissent dans des trous d'eau durant la saison sèche et laissent des empreintes sur leur passage.

- *Le site à étudier se trouve sur une île.* Les îles, surtout celles qui sont éloignées du continent le plus proche, ont une faune extrêmement pauvre, qui s'observe assez facilement sur un délai extrêmement court.
- *Le site à étudier se trouve dans une zone mal connue des zoologistes.* Dans les régions de fort endémisme, comme la cordillère des Andes ou la forêt Atlantique au Brésil, de nombreuses espèces de vertébrés restent à découvrir et à nommer. En outre, la gamme des espèces les plus décrites dans de telles zones est généralement mal connue. Tout effort investi dans l'observation de la faune est susceptible de produire de l'information sur les espèces présentant une grande valeur pour les scientifiques, voire de découvrir des espèces non décrites.
- *Des listes d'espèces sont nécessaires.* La position des écologistes qui militent pour la protection d'un site ou des chargés de développement qui tentent de collecter des fonds, est renforcée dès lors qu'ils sont en mesure de présenter une liste d'animaux (notamment des espèces charismatiques) rencontrés sur le site en question.

Une observation de la faune *ne doit pas* être tentée dès lors qu'une des affirmations ci-dessous est vérifiée :

- *Les ressources sont extrêmement limitées.* Si les fonds sont limités, le fait de les répartir entre un trop grand nombre d'activités de cartographie, d'analyses de la végétation et d'observations de la faune risque de réduire la probabilité que le produit puisse répondre aux objectifs de la REA. Ceci est d'autant plus vérifié lorsque la superficie du terrain est immense par rapport aux fonds disponibles pour les travaux d'étude. En pareil cas, un chef d'équipe pourra décider qu'une carte précise de la végétation d'un site est le produit le plus utile de la REA sur lequel il pourra baser ses décisions de gestion.
- *Les espèces visées sont rares ou difficiles à détecter.* Si les espèces visées sont, entre autres, les loups à crinière, les harpies féroces, ou toute autre espèce difficile à détecter, une étude de type REA risque de ne pas être suffisamment intensive pour les détecter, bien qu'elles puissent être présentes sur le site. En fait, une REA qui ne détecte aucune des espèces visées risque même d'affaiblir le soutien en faveur d'une zone déjà protégée ou à protéger, dans la mesure où elle sèmera le doute quant à la valeur du site pour la protection de ces espèces. Une longue explication sur les espèces visées est présentée dans la prochaine section.

Si les études de terrain ne sont pas possibles, l'information sur la faune peut néanmoins être intégrée dans une étude. Il est possible que des études antérieures existent pour le site en question ou pour un site voisin couvert de types de végétation semblables, auquel cas il sera possible d'en déduire de l'information d'ordre général sur la faune. En outre, les spécimens recueillis sur le site peuvent être conservés dans des musées locaux ou internationaux. Une consultation des universités, musées ou autres institutions locales, peut souvent produire une information extrêmement précieuse. Si elle est suffisamment détaillée, cette information peut d'ailleurs remplacer une étude de terrain.

Détermination des taxa à étudier

Une fois qu'il a été décidé de procéder à une observation, il est nécessaire de sélectionner les taxa à échantillonner. Pour remplir les objectifs de nombreuses REA, à savoir la production de listes préliminaires, une étude des principales taxa vertébrées et même de quelques taxa invertébrées, s'impose. Si les fonds sont limités, la REA devra se concentrer sur une ou quelques taxa. En outre, une description du contexte pourra indiquer qu'une seule des taxa présentes sur le site comporte des espèces intéressantes. Par exemple, une REA menée dans le Parc National de Blue and John Crow, en Jamaïque (Muchoney et al., 1994) couvrait uniquement les oiseaux (pour sa composante « faune »), du fait d'un intérêt pour les espèces endémiques et de l'absence de ressources. En général, les oiseaux sont l'une des taxa les plus faciles à observer. Les espèces sont faciles à reconnaître par leurs vocalises et il est possible d'en établir une liste assez complète sur une période de temps relativement courte, à

condition de disposer d'observateurs talentueux. Les études de mammifères peuvent prendre beaucoup de temps du fait qu'elles imposent l'utilisation de pièges, de filets et d'observations visuelles peu gratifiantes. L'herpétofaune peut être difficile à trouver. D'un autre côté, les espèces visées par les opérations de protection peuvent être, entre autres, de grands mammifères, des poissons présentant une importance économique ou des tortues ou crocodiles menacés. En pareil cas, une étude des groupes taxonomiques qui recouvrent les espèces visées s'impose.

Au moment de décider des taxa à étudier, demandez-vous quelle est la valeur des données par rapport aux objectifs globaux de la REA, assurez-vous de disposer du personnel de terrain qualifié pour ce type de travail et estimez le coût des observations que vous prévoyez. Pour certaines taxa, il n'existe ni clés taxonomiques, ni guides de terrain. Pour vous aider à décider des taxa à étudier, tenez compte des avantages et inconvénients relatifs à chaque taxon, et soyez réaliste quant aux résultats que vous attendez de votre REA :

1. *Oiseaux*. Comme nous vous l'avons indiqué, les oiseaux sont souvent rapides à étudier. Les observateurs qui connaissent la faune d'un site peuvent souvent détecter plus de deux cents espèces dans la forêt tropicale basse ou moyenne, et ce en quelques jours uniquement. Bon nombre d'espèces d'oiseaux sont de bons indicateurs d'une pratique de la chasse ou de la capture d'animaux vivants en vue de leur revente. Une liste complète des oiseaux d'une zone protégée est un outil précieux pour les gestionnaires désireux de promouvoir l'écotourisme. Cependant, bon nombre d'espèces sont mobiles et migrent localement ou sur de grandes distances. Ainsi, la communauté d'oiseaux que l'on rencontre sur un site peut refléter les conditions qui prévalent ailleurs comme sur le site considéré. Dans la mesure où les mouvements locaux sont inconnus, les communautés d'oiseaux peuvent faire l'objet de nombreuses questions, notamment celle de savoir pourquoi certaines espèces sont présentes ou absentes.
2. *Mammifères*. Les mammifères sont également de bons indicateurs d'une pratique de la chasse ou de la capture. Essentiellement silencieux et dotés d'une grande variété d'histoires naturelles, les mammifères requièrent différentes techniques d'observation. Même si toutes ces techniques peuvent être utilisées, le temps disponible pour la réalisation d'observations de ce type dans le cadre d'une REA sera probablement insuffisant pour permettre de produire une liste comprenant ne serait-ce que la moitié des espèces présentes. De nombreuses espèces sont nocturnes et vivent dans les arbres. Elles sont par conséquent très difficiles à détecter en dépit de leur abondance. Certaines espèces de chauves-souris volent généralement à hauteur ou au-dessus du couvert et sont par conséquent quasiment impossibles à capturer à l'aide d'un filet ordinaire. Néanmoins, même une liste incomplète des mammifères peut aider les gestionnaires à prendre des décisions, dans la mesure où les populations de très grands mammifères doivent souvent être gérées de toute urgence.
3. *Reptiles*. Tout comme les mammifères, les reptiles peuvent être difficiles à étudier de manière exhaustive sur une période de temps extrêmement courte. La plupart des serpents et des lézards qui habitent les arbres se font rarement voir. En conséquence de quoi, leur détection dans le cadre d'une REA est très improbable. Là encore, plusieurs techniques d'observation sont nécessaires pour échantillonner les différents groupes de reptiles. Bon nombre d'espèces de reptiles ont une étendue plus limitée que les oiseaux ou les mammifères et sont en plus grand danger d'extinction. Ces espèces sont peut-être de meilleures candidates à l'observation.
4. *Amphibiens*. Les amphibiens peuvent être plus faciles à étudier que les reptiles si l'espèce présente sur un site se reproduit en groupe auprès d'une source d'eau, à certaines dates prévisibles. Les études réalisées durant ces cycles de pic de reproduction peuvent produire de bonnes listes d'espèces pour un site qui serait, sinon, quasiment impossible à étudier avec succès à d'autres périodes de l'année. Si, cependant, les contraintes de calendrier interdisent les observations pendant la saison de la reproduction (qui a souvent lieu à l'apparition des pluies à la fin d'une saison sèche), les observations d'amphibiens risquent d'être très improductives. Les forêts humides sont une exception : les recherches de carrés de litière de feuilles peuvent révéler de nombreuses espèces d'amphibiens à quasiment n'importe quel moment de l'année. Presque toutes les techniques d'étude d'amphibiens permettent également de détecter les reptiles. Les deux taxa peuvent par conséquent être étudiées de concert. Enfin, de récents rapports relatifs à un déclin mystérieux et catastrophique des populations d'amphibiens dans les zones montagneuses d'Amérique Centrale et du Sud et d'Australie, soulignent la

nécessité d'une information de base concernant les populations mondiales d'amphibiens (Laurence et al., 1996, Pounds et al., 1997, Lips, 1998).

5. *Poissons*. Les méthodes d'observation des poissons sont simples et peuvent permettre de dresser des listes, fort utiles, d'espèces, dans un délai très court. Tout comme les oiseaux et certains mammifères, de nombreux poissons sont migrateurs et, par conséquent, habitent une portion de fleuve donnée à certaines saisons seulement. Dans les sites situés en altitude, les poissons sont souvent rares, voire totalement absents. En pareille situation, l'observation de cette faune ne présente aucun intérêt. De nombreuses espèces de poissons ont une grande importance économique. Par conséquent, elles doivent être gérées pour ne pas être décimées. Si une REA est effectuée sur un site comportant un ou plusieurs grands fleuves, il peut être très important pour les gestionnaires de ce site d'avoir une bonne connaissance de la faune aquatique. Cependant, le niveau de détail de l'information produite dans le cadre d'une REA ne sera probablement pas suffisant pour permettre l'établissement d'une base pour la réglementation des pêcheries. Les données de REA peuvent désigner certaines zones à étudier de manière plus intensive pour informer les décideurs.
6. *Invertébrés*. Les observations d'invertébrés ne sont pas monnaie courante dans le cadre des REA, du fait du manque de ressources et de l'immense diversité des invertébrés sur n'importe quelle parcelle de terre de notre planète. L'essentiel de la biodiversité des invertébrés sera probablement préservée si les efforts de gestion parviennent à protéger toutes les populations d'invertébrés vivant sur le site (Balmford et Long, 1995; Lombard, 1995). Parmi les nombreuses exceptions à cette règle, nous citerons les invertébrés aquatiques, qui peuvent être vulnérables si les habitats aquatiques d'un site ne font l'objet d'aucune attention, ou encore les *Lepidoptera*, qui peuvent avoir certains besoins particuliers en matière d'habitat à certains stades de leur vie (Gilbert, 1980). Les observations d'invertébrés peuvent être difficiles en l'absence de zoologistes connaissant bien les taxa en question. Si un pays ne compte que quelques herpétologues capables d'identifier l'herpétofaune, il est probable que le monde tout entier n'abrite qu'une poignée de zoologistes capables d'identifier la plupart des espèces d'invertébrés. Ainsi, des observations d'invertébrés doivent être tentées sur les taxa visées uniquement si l'information correspondante est absolument nécessaire et que des compétences suffisantes sont disponibles pour permettre une pareille étude.

Espèces visées

Tant la décision de mener une étude de la faune que celle qui consiste à déterminer quels animaux doivent être observés, doivent être prises en fonction des espèces visées. Par « espèces visées », il faut entendre les espèces que les gestionnaires cherchent plus particulièrement à connaître, notamment pour ce qui est de leur présence ou de leur absence, de leur distribution, de leurs effectifs et de leurs mouvements. Le fait d'orienter les efforts d'une REA en fonction des espèces visées peut permettre d'accroître l'efficacité de l'échantillonnage. Il existe deux catégories d'espèces visées : les espèces à risque et les espèces exotiques envahissantes. Les populations d'espèces visées peuvent être en danger parce que rares, menacées ou en voie de disparition, importantes pour la culture locale, ou encore vulnérables à l'extirpation locale ou mondiale. Les espèces visées peuvent également présenter un intérêt parce que leur présence, leur absence ou leur abondance fournit de l'information sur les processus écologiques à l'œuvre sur le site. Par exemple, la présence de certaines espèces peut être symptomatique d'une certaine perturbation du site. Les espèces exotiques peuvent également constituer des cibles, dans la mesure où leur présence peut être alarmante et modifier l'orientation des efforts de gestion.

Les espèces menacées ou en voie de disparition (à risque) sont une source de préoccupation car leur effectif sur un site est insuffisant. Le terme de « menacé » ou « en voie de disparition » est utilisé ici dans un contexte local. Du fait du faible effectif de leurs populations, ces espèces sont considérées comme menacées ou en voie de disparition sur un site donné, bien qu'elles puissent être abondantes ailleurs. La gestion a pour but d'accroître la taille de leurs populations.

Ces espèces peuvent être menacées ou en voie de disparition sur un site pour des raisons extrêmement variées, notamment la destruction de l'habitat, la concurrence avec ou la prédation d'autres espèces, l'exploitation

Tableau 6-1. Listes d'espèces menacées ou en voie de disparition à l'échelle planétaire. Ces listes donnent une justification internationale de la détermination du statut de certaines espèces par rapport à la protection de l'environnement. Des références pour ces listes sont données dans la section Sources d'Information, que le lecteur trouvera en fin de chapitre.

<i>Liste</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
Etude des oiseaux en reproduction	Couvre la plupart des oiseaux qui se reproduisent aux Etats-Unis et au Sud du Canada. Fournit de l'information sur les tendances de ces populations.	Se limite aux espèces d'oiseaux qui se reproduisent en Amérique du Nord.
CITES (Convention sur le commerce international des espèces de flore et de faune sauvages en voie de disparition)	Bénéficie d'une autorité légale internationale. Couvre toutes les taxa.	Traite uniquement des espèces généralement commercialisées à travers les frontières nationales.
Listes rouges de l'IUCN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature)	Couvrent l'ensemble des oiseaux et des mammifères.	Couverture variable des vertébrés autres que les oiseaux et les mammifères. Dresse uniquement la liste des espèces les plus menacées.
Listes nationales d'espèces menacées	Peuvent avoir une autorité légale dans leur pays d'origine.	Varié d'un pays à l'autre. La plupart des listes traitent uniquement des grands vertébrés.
Classification mondiale de The Nature Conservancy/Natural Heritage Program	Couvre extrêmement bien les espèces rencontrées aux Etats-Unis. Tient compte de toutes les espèces connues.	Couvre de manière variable les taxa d'Amérique Latine et des Caraïbes. Une information difficilement accessible.
Partners in Flight	Couvre l'ensemble des oiseaux qui migrent vers et depuis l'Amérique du Nord.	Couvre un nombre limité d'espèces. Il est difficile de trouver les véritables scores de certaines espèces données.
Décret américain sur les espèces en voie de disparition	Jouit d'une autorité légale aux Etats-Unis. Couvre l'ensemble des groupes taxonomiques, y compris les invertébrés.	Traite uniquement des espèces rencontrées sur le sol ou dans les territoires des Etats-Unis. La liste des espèces peut être assujettie à des pressions politiques.

par les chasseurs ou la capture en vue de la revente. En outre, une espèce peut être endémique sur une aire géographique limitée et, ainsi, être menacée d'extinction, même si sa population n'a pas été réduite à travers l'histoire.

Les espèces envahissantes ou exotiques constituent une autre catégorie de cibles pour la protection de la nature. Toutes ces espèces sont (ou sont potentiellement) trop abondantes sur un site. Elles peuvent directement menacer les espèces à risque ou tout simplement indiquer qu'un processus salutaire de l'écosystème ne fonctionne pas convenablement. L'objectif de la gestion est de réduire leurs effectifs ou de les éliminer par action directe ou par altération des processus de l'écosystème (par exemple, en supprimant ou en promouvant le feu, ou en augmentant ou en réduisant le débit d'eau).

Les espèces envahissantes ou exotiques peuvent proliférer sur un site au détriment des espèces indigènes. Sur les îles, les espèces exotiques qui ont évolué dans des habitats continentaux riches en espèces ont souvent tendance à « écraser » les espèces indigènes. Les espèces exotiques (notamment celles qui ont été introduites intentionnellement ou non par les humains) peuvent également s'attaquer aux espèces indigènes au point de les éradiquer. Parfois, l'introduction d'une espèce agricole, comme par exemple les herbes Africaines, peut promouvoir l'expansion d'espèces envahissantes, comme les rongeurs, qui à leur tour provoquent le déclin de la faune indigène. En général, les espèces envahissantes ou exotiques sont plus problématiques sur une île que sur les sites continentaux.

Identification des cibles à protéger

L'identification des espèces à protéger se fait avant le démarrage des observations de la faune. Cette identification est basée sur la valeur pour la protection de l'environnement, la valeur indicative pour l'environnement, la valeur pour l'écosystème et la détectabilité (espèces à risque) ou sur la menace pour la protection de la nature, la valeur indicative pour l'environnement et la détectabilité (espèces envahissantes et exotiques). La sélection des cibles suppose une connaissance préalable du site de REA. Les espèces visées peuvent être identifiées parce que des registres historiques indiquent leur présence au voisinage du site ou parce qu'elles se rencontrent dans un type d'habitat dont l'existence sur le site est connue avec certitude ou soupçonnée. Une espèce exotique peut

également être choisie s'il est reconnu qu'elle affecte un site semblable ou voisin. L'une des manières d'identifier les espèces cibles en fonction de leur valeur pour la protection de l'environnement consiste à consulter une liste des espèces menacées ou en voie de disparition dans un pays (Tableau 6-1), puis à sélectionner les espèces qui pourraient se rencontrer sur le site.

Il est également possible de démarrer un projet de REA sans avoir identifié d'espèces cibles. Une fois les observations générales terminées, les listes d'espèces qui auront été produites sont comparées avec les listes d'espèces à risque pour identifier les taxa les plus importantes qui auront été détectées dans le cadre de l'étude. Une identification a priori des taxa cibles peut s'avérer utile, dans la mesure où elle permettra d'axer l'échantillonnage sur ces espèces. Si cependant l'on en sait peu sur un site, il risque d'être impossible de désigner les espèces cibles au préalable.

Lors de la sélection d'une espèce menacée ou en voie de disparition qui habite un site de REA, il peut s'avérer utile de tenir compte des éléments suivants :

1. *Valeur pour la protection de l'environnement.* En quoi l'espèce est-elle importante ? Est-elle menacée à l'échelle planétaire ? Est-elle importante pour les cultures locales ? S'agit-il d'une espèce locale endémique ? Est-elle chassée dans certains endroits au point que son abondance sur le site puisse servir de mesure de l'intensité de la chasse qui y est pratiquée ?
2. *Valeur indicative pour l'environnement.* L'espèce est-elle sensible à une certaine influence de l'environnement (comme par exemple le niveau de l'eau, le feu ou la disponibilité de ressources alimentaires toute l'année), et est-elle par conséquent indicative de certains facteurs qui perturbent l'écosystème local ?
3. *Valeur pour l'écosystème.* Cette espèce assure-t-elle une fonction clé pour l'écosystème (comme par exemple la dispersion des graines, la pollinisation ou la prédation) ?
4. *Déteçtabilité.* Le travail d'échantillonnage qui pourra être réalisé dans le cadre de la REA sera-t-il suffisant pour permettre une étude adéquate de la distribution et de l'abondance de l'espèce cible ?

Lors de la sélection d'une espèce envahissante ou exotique en tant que cible, il faudra absolument tenir compte des éléments suivants :

1. *Danger pour la protection de l'environnement.* La présence de cette espèce menace-t-elle réellement ou potentiellement la population d'une espèce désirable sur le site ?
2. *Valeur indicative pour l'environnement.* La présence de l'espèce indique-t-elle qu'un changement environnemental non désirable est en cours de réalisation ? La présence de cette espèce provoque-t-elle une interruption de certains processus absolument fondamentaux pour l'écosystème ?
3. *Possibilité de détection.* Cette espèce peut-elle s'étudier de manière efficace ?

Plutôt que sur des espèces cibles, il est possible qu'une REA soit axée sur des taxa de niveau supérieur, comme par exemple les familles, les ordres, voire les classes. Cette stratégie se justifie lorsque les espèces rencontrées sur le site sont inconnues et que la présence ou l'absence d'espèces du taxon tout entier donne des informations essentielles sur l'écologie ou la protection de l'environnement. Par exemple les psittacides (perroquets, aras et perruches) ou les cracides (pénélopes et hoccas) sont deux familles dont la plupart des espèces sont vulnérables à la chasse et à l'exploitation pour le commerce des bêtes. Les espèces de l'ordre mammifère des *Carnivora* jouent toutes un important rôle de prédateurs dans les communautés écologiques. Par conséquent, cet ordre peut constituer un taxon cible for utile. Bon nombre de populations d'amphibiens connaissent un déclin mondial (Pounds, 1997; Lips, 1998) ; cette classe de vertébrés peut par conséquent aussi constituer un taxon cible adéquat.

Tabela 6-2. Métodos de levantamento de vertebrados. As referências para os métodos de levantamento podem ser encontradas nas Fontes de Informação, ao final deste capítulo.

<i>Técnica</i>	<i>Breve description</i>	<i>Avantagens</i>	<i>Inconvénients</i>	<i>Autres considérations</i>	<i>Équipement nécessaire</i>
OISEAUX					
Comptage ponctuel	Comptage de tous les oiseaux vus ou entendus durant certaines périodes déterminées (3 à 10 minutes) en des points distants de 100 à 200 m les uns des autres.	Détection rapide et efficace d'espèces ; échantillonnage par unités discrètes ; permet d'estimer la densité de la population si un rayon fixe est utilisé.	Pas de traitement statistique des espèces détectées entre les points ni durant les comptages ; cette œuvre ne peut être mise en oeuvre que tôt le matin, lorsque les oiseaux chantent.	L'observateur doit bien connaître l'avifaune locale.	Jumelles, enregistreur pour enregistrer les chants d'oiseaux inconnus, en vue d'une analyse ultérieure par un expert.
Observation des transectes	Comptage de tous les oiseaux vus ou entendus le long d'une transecte (généralement un chemin).	Très efficace pour détecter la plupart des espèces qui peuplent la zone couverte ; permet d'estimer les densités de population, à condition que la largeur de la transecte soit fixe.	L'échantillonnage n'est pas réalisé sur des unités discrètes ; nécessité de les diviser en échantillons de 10-60 min. pour en faire l'analyse statistique.	L'observateur doit bien connaître l'avifaune locale ; il doit garder une trace des heures d'observation ou des kilomètres parcourus ; cette technique peut s'appliquer de nuit pour détecter les espèces nocturnes.	Jumelles (torche la nuit), enregistreur pour enregistrer les chants d'oiseaux inconnus, en vue d'une analyse ultérieure par un expert.
Filet voile	Capture d'oiseaux dans un filet ; libération après identification.	L'identification des espèces est généralement plus fiable qu'avec les autres méthodes d'observation ; permet de manipuler les oiseaux pour prendre des mesures ; les baguer ; ou autres buts.	Prend du temps par rapport au nombre d'espèces détectées ; permet seulement d'échantillonner les petits oiseaux du bas-couvert ; n'estime pas la densité ; permet d'échantillonner une petite surface ; les filets contiennent chet.	Nécessite un technicien compétent pour extraire les oiseaux du filet ; l'observateur n'a pas besoin de connaître l'avifaune locale s'il dispose d'un guide d'identification.	Filets, perches, sacs de manipulation en tissu ; éventuellement d'autres équipements peuvent être nécessaires, en fonction des données à recueillir sur les oiseaux capturés.
MAMMIFERES					
Piège Sherman, Tomahawk	Capture de mammifères non volants petits et moyens, dans des pièges placés la veille ; libération après identification.	Quasiment la seule méthode d'échantillonnage des mammifères de petite et de moyenne taille ; simple et efficace.	Ne permet pas d'estimer la densité dans le cadre d'une étude de court terme ; les mammifères des plaines de la forêt tropicale ont un faible taux de capture.	Les pièges peuvent être placés à un niveau élevé dans la végétation pour capturer les espèces qui résident dans les arbres.	Pièges ; appâts ; sacs de manipulation en tissu ; gants en cuir.
Etude des transectes	Comptage de tous les mammifères vus ou entendus le long d'une transecte (généralement un chemin)	Permet d'étudier les grands mammifères, notamment les primates ; permet une estimation de la densité.	Prend du temps par rapport au nombre d'individus détectés ; difficile dans une végétation dense.	L'observateur doit connaître les mammifères locaux ; il doit garder trace des heures d'observation et des kilomètres parcourus ; cette technique peut s'appliquer de nuit pour la détection d'espèces nocturnes.	Jumelles (torche la nuit).
Filet voile	Capture de chauves-souris dans un filet la nuit ; libération après identification.	Quasiment la seule méthode d'étude des chauves-souris si les sites où elles se juchent sont inconnus. Permet de manipuler les chauves-souris pour prendre des mesures, les baguer ou dans d'autres objectifs.	Ne permet pas d'estimer la densité ; les filets sont chers ; le taux de capture est bas les nuits où brille la lune.	Le technicien doit savoir extraire les chauves-souris du filet ; les filets doivent être placés le long des corridors dans la forêt pour capturer les individus en provenance d'une vaste zone.	Filets, perches, sacs de manipulation en tissu, gants, torches, autre équipement en fonction des données à recueillir sur les chauves-souris capturées.
Etude de la population locale	Interview des chasseurs et bûcherons locaux concernant les grands mammifères rencontrés sur le site.	Probablement la méthode la plus rapide pour déterminer la présence/absence de certains grands mammifères timides et rares ; fait participer la communauté à l'étude.	Ne permet pas d'estimer la densité ; peut fournir une information peu fiable si non corroborée par d'autres.	Il peut s'avérer utile de recourir à des photographies des espèces susceptibles d'être rencontrées.	Aucun, à l'exception peut-être d'un guide local servant d'ambassadeur auprès de la communauté.
Observation ciblée	Dépend des espèces cibles ; peut comporter la recherche de chauves-souris dans les grottes ; la recherche de signes de présence de lamantins ou de tortues dans les cours d'eau ; la recherche de grands mammifères dans les trous d'eau.	Peut être la seule technique permettant d'observer certaines espèces.	Peut prendre trop de temps ; et entraîner des erreurs sur les données (les espèces cibles peuvent être présentes, mais trop rares ou timides pour être détectées par l'observation).	Exige une bonne connaissance de l'histoire naturelle des espèces cibles.	Dépend de la méthode.

<i>Technique</i>	<i>Breve description</i>	<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>	<i>Autres considérations</i>	<i>Equipement nécessaire</i>
HERPÉTOFAUNE					
Etude des transectes	Comptage de tous les reptiles et amphibiens vus le long d'une transecte (généralement un chemin ou un cours d'eau) ; il peut être nécessaire de retourner des bûches, des pierres et d'autres sites.	Peut être la seule technique permettant d'observer certaines espèces.	Peut s'avérer difficile dans une végétation dense ; n'estime pas la densité.	L'observateur doit bien connaître les reptiles et amphibiens; il doit garder trace des heures d'observation ou des kilomètres parcourus ; cette technique peut s'appliquer de nuit pour détecter les espèces nocturnes ou les individus endormis.	Bâton pour les serpents, neud coulant, sacs plastique et cahier (torche de nuit).
Carrésde litière de feuilles	Recherche attentive des litièresde feuilles sur des carrés de 3x3 à 10x10 mètres.	Permet d'estimer la densité ; de détecter des espèces qui, sinon, resteraient cachées.	Prend du temps, couvre de petites surfaces ; utile dans les habitats où l'on rencontre des litières de feuilles.	L'observateur doit connaître les reptiles et amphibiens ; cette technique peut être dangereuse en présence de serpents venimeux.	Mètre, gants, sacs plastique et cahier.
Piège à obstacles avec barrières dérivantes	Installation d'un seuil dans un trou ; mise en place de barrières peu élevées menant au trou en partant de directions opposées (peut également être installé sous forme d'entonnoir) ; retours réguliers sur les lieux pour contrôler le piège.	Peut constituer une technique efficace pour attraper certains lézards de grande envergure, notamment en habitat ouvert.	Peut prendre du temps ; n'échantillonne qu'un sous-ensemble de l'herpétofaune.	Permet également de capturer les salamandres et les musaraignes (qui ont besoin de nourriture pour survivre de nuit).	Seaux, matériaux nécessaires à la clôture, outils pour creuser un trou et monter la clôture.
Etude des agrégats d'amphibiens en reproduction	Observation de bassins, de marais, de marécages, de mares et d'autres agrégats d'amphibiens en reproduction.	De nombreuses espèces de grenouilles ne peuvent être détectées que durant la reproduction ; possibilité d'identifier les espèces par la vocalise.	N'est utile que durant les épisodes de reproduction, qui peuvent être imprévisibles. Ne permet pas d'estimer la densité.	Torches, sacs plastique, protection contre les morsures de mouches ou de sangsues ou l'eau froide, bandes pour enregistrer les vocalises, le cas échéant.	Différentes espèces peuvent apparaître à différentes heures de la nuit et à différentes dates durant l'épisode de reproduction.
POISSONS					
Filet trempé	Consiste à plonger un filet dans un petit ruisseau pour attraper des poissons.	Permet de capturer les petites espèces qui habitent les petits zones d'eau.	Ne permet pas d'estimer la densité ; se limite aux petites espèces qui habitent les petits zones d'eau.		Filets, seuu.
Filet de seine	Consiste à marcher dans l'eau avec un seine et à lever le filet pour examiner le poisson que l'on a attrapé.	Méthode efficace pour la capture d'espèces petites à moyennes qui habitent en eau peu profonde.	Se limitent aux habitats en eau peu profonde ; ne permet pas d'estimer la densité ; ne permet pas de capturer les espèces de grande taille.		Seine, seuu, protections pour les pieds.
Filet lancé	Consiste à lancer le filet dans l'eau et à le lever pour examiner le poisson que l'on a attrapé.	Permet l'échantillonnage des poissons dans l'eau profonde.	Peut s'avérer inefficace ; ne permet pas d'échantillonner les grandes espèces ; ne permet pas d'estimer la densité.		Filets, seuu, bateau si nécessaire.
Filet à branchies	Consiste à placer un filet vertical linéaire dans l'eau pendant une période donnée ; puis à retirer ce filet pour examiner le poisson que l'on a attrapé.	Permet d'échantillonner les espèces qui résident dans les eaux ouvertes ; permet l'échantillonnage des grandes espèces.	Tue souvent les poissons ; ne permet pas d'estimer la densité ; ne permet pas l'échantillonnage de petites espèces.	Peut nécessiter un permis spécial ; permet d'échantillonner plusieurs niveaux de colonne d'eau ; différentes tailles de mailles permettent d'échantillonner différentes tailles de poissons.	Filet, flotteurs, bateau.

Constitution et organisation de l'équipe

Une équipe bien coordonnée capable de comprendre les objectifs du projet et ce que l'on attend d'elle sera en mesure de recueillir les informations les plus précieuses sur la faune en vue de la REA. La connaissance des objectifs du projet devra précéder et guider la constitution de l'équipe chargée de la faune et la conception du plan de travail de terrain. Une fois déterminée l'ampleur du travail d'observation zoologique, le coordinateur de la REA pourra recruter les membres de l'équipe chargée de la faune. La taille de cette équipe sera déterminée en fonction du budget qui aura été alloué aux observations de la faune. En général, il faut prévoir au moins un

Parc National de Blue and John Crow Mountains, Jamaïque

Ce parc national englobe 79 666 hectares de la chaîne de montagnes Blue and John Crow. Le principal objectif de la REA était de produire des données sur la communauté naturelle, à des fins de planification de la protection de l'environnement, de découpage en zones et de gestion, ainsi que de formation aux méthodologies de REA. Étant donné que l'on disposait déjà d'une information adéquate sur la biodiversité pour certaines zones du parc, la REA consacra six semaines d'observation dans les zones moins connues. Les produits définis furent la classification de la communauté naturelle et des cartes détaillées réalisées à partir des principales informations écologiques. Du fait des contraintes de budget, de temps et de logistique, l'observation de l'avifaune fut concentrée sur une seule zone du parc. Durant deux journées d'échantillonnage, une série de comptages ponctuels de 10 minutes permit de caractériser la communauté d'oiseaux en cet emplacement.

L'étude donna naissance à une liste d'espèces enregistrées en un emplacement d'observation pendant une période donnée. L'un des principaux constats fut l'observation de quinze parmi les vingt-cinq espèces d'oiseaux endémiques en Jamaïque, qui permirent de souligner l'importance de la région pour la protection de l'environnement.

Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba

Contrairement au parc jamaïcain, la zone de la Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, plus petite (11 655 hectares), est dominée par le cactus et les arbustes à épines et non pas par une forêt tropicale dense. L'objectif de la REA était de réaliser un inventaire relativement complet des vertébrés. En même temps qu'une classification détaillée de la communauté de plantes, des études des plantes, des mammifères, des oiseaux et de l'herpétofaune furent menées pendant plusieurs semaines dans les principaux types d'habitat. La marine américaine était particulièrement intéressée par la présence d'oiseaux migrants néarctiques-néotropicaux, du fait de la participation du Département de la Défense à l'organisation écologique Partners in Flight. Par conséquent, des fonds complémentaires furent versés pour l'observation des oiseaux en automne, en hiver et au printemps, saisons où les oiseaux migrants étaient présents. L'on recourut à la fois à des comptages ponctuels et à la pose de filets de voile pour enregistrer les espèces d'oiseaux pendant plusieurs jours dans les différents habitats.

Ces efforts plus intensifs permirent d'observer 101 espèces d'oiseaux, dont 62 étaient composées d'oiseaux migrants. Grâce à la réalisation d'un échantillonnage parmi plusieurs grands types de végétation et en différentes saisons, la REA put identifier les principaux habitats d'espèces d'oiseaux migrants et résidents.

Estos esfuerzos más intensos dieron como resultado la observación de 101 especies de aves, de las cuales 62 eran migratorias. Mediante el muestreo en varios tipos de vegetación principales y a través de varias temporadas, la EER fue capaz de identificar los hábitats más importantes tanto para las aves migratorias como para las residentes.

Encadré 6-1. Intensité d'échantillonnage dans deux REA : Parc National de Blue and John Crow Mountains, Jamaïque (Muchoney et al., 1994) et Station Navale américaine de la Baie de Guantanamo, à Cuba (Sedaghatkish et Roca, 1999). La REA avait pour objectifs de déterminer l'intensité d'échantillonnage de chaque taxa. Ces deux exemples illustrent des travaux d'échantillonnage d'oiseaux de faible (Jamaïque) et haute (Cuba) intensité.

spécialiste et un assistant par taxon à étudier. Les éléments à prendre en compte pour évaluer les candidatures des postulants sont les suivants : (1) connaissance de la discipline, (2) connaissance de la faune susceptible d'être trouvée sur le site, (3) temps à consacrer au projet, (4) probabilité de savoir gérer les données de manière organisée et de rendre les synthèses de données dans les délais impartis et (5) avantages secondaires pouvant résulter d'une collaboration avec l'institution pour laquelle travaille la personne. L'un des membres de l'équipe chargée de la faune sera désigné en tant que chef d'équipe. Il devra (1) assurer la liaison entre l'équipe chargée de la faune et le coordinateur de la REA, (2) assurer la qualité des données recueillies, (3) superviser la logistique de l'expédition, (4) être responsable des décisions prises sur le terrain quant à la modification des efforts ou des méthodes d'échantillonnage et (5) garantir la remise, dans les délais impartis, d'un compte-rendu des résultats au coordinateur de la REA.

Lors de la première réunion de l'équipe chargée de la faune, qui aura très probablement lieu dans le cadre de l'atelier de planification (voir Chapitre 3), les membres devront discuter de la proposition de REA, entamer une sélection des méthodes d'observation, identifier l'équipement à acheter et les autorisations à obtenir, établir une liste d'articles à examiner et planifier une session de formation. La prise de connaissance de la proposition de REA officielle est une étape fondamentale du processus de REA. Les membres de l'équipe doivent tous com-

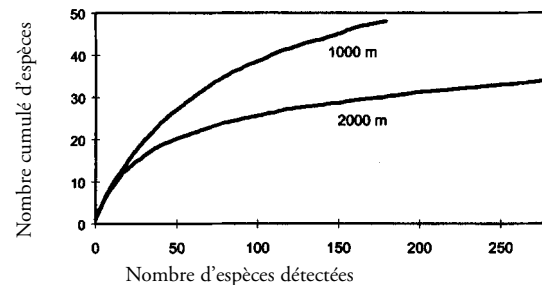
Le plus simple et, étonnamment, l'un des meilleurs estimateurs pour des groupes taxonomiques différents est l'estimation dite de "Chao 1" (S_1^*):

$$S_1^* = S_{\text{obs}} + \left(\frac{a^2}{2b} \right)$$

où S_{obs} est le nombre d'espèces détectées, a le nombre de singletons, et b le nombre de doublons. Des travaux complémentaires ont produit deux estimateurs complémentaires plus fins – l'ACE (*Abundance-based Coverage Estimator*, soit estimateur de couverture basé sur l'abondance) et l'ICE (*Incidence-based Coverage Estimator*, soit estimateur de couverture basé sur l'incidence) – qui tous deux permettent de décrire les espèces dont ne sont enregistrés que dix échantillons au plus. Pour de plus amples informations, le lecteur est invité à consulter Colwell et Coddington (1994) et Chazdon et al. (1998). Colwell a produit un progiciel extrêmement facile à utiliser, EstimateS, qui permet de produire des courbes lissées d'accumulation des espèces et de calculer ces estimateurs. EstimateS est proposé gratuitement sur le web, à l'adresse <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

Exemple. L'estimation Chao 1 a été utilisée pour prédire la richesse totale des espèces d'oiseaux à deux niveaux d'altitude dans la réserve de La Selva-Braulio Carrillo, au Nord du Costa Rica. Des comptages ponctuels de dix minutes ont permis d'échantillonner la diversité des oiseaux en deux localités situées à 1 000 et 2 000 mètres d'altitude (source : B. Young, données non publiées).

Mesure	Localité située à 1 000 m	Localidad à 2 000 m
Nombre de points comptés	19	25
Nombre d'espèces détectées	49	34
Nombre de singletons	17	8
Nombre de doublons	9	5
Estimation Chao 1 de la richesse de la richesse des espèces	65.05	40.4



Courbe d'accumulation des espèces. Le tracé de ces données révèle que, malgré la différence de taille des échantillons, les courbes montrent clairement une diversité relative plus importante dans la localité située à 1 000 mètres d'altitude.

Encadré 6-2. Estimation de la diversité des taxa échantillonnés.

prendre quels sont les objectifs du projet, ainsi que les produits qui doivent en résulter. Ces produits pourront être, entre autres, des cartes, des listes d'espèces et des recommandations de gestion. Une attention toute particulière devra être accordée aux espèces cibles. Si, par exemple, le caïman noir est identifié en tant qu'espèce cible, les herpétologues devront prévoir de consacrer une partie de leur temps à l'échantillonnage aux heures de la journée où ce reptile est actif et dans les habitats où ils pourront le rencontrer.

Méthodes d'observation de la faune

Différentes méthodes d'échantillonnage peuvent être utilisées dans le cadre des observations de la faune ; la technique choisie reflètera les objectifs, les contraintes de ressources et les préférences des experts de la faune. Des descriptions de méthodes d'étude de la faune figurent dans de nombreux textes (voir la section Sources d'Information en fin de ce chapitre). Notre objectif ici est de donner un aperçu des avantages et des inconvénients de différentes méthodes standard d'échantillonnage des principales taxa. Nous partons du principe que les spécialistes en taxon qui auront été désignés pour procéder à l'échantillonnage sont suffisamment compétents pour utiliser les différentes techniques pour leurs taxa. Notre synthèse (Tableau 6-2) présente les options les plus fréquemment adoptées. Elle doit aider les non spécialistes (y compris les coordinateurs de REA) à comprendre pourquoi certaines méthodes sont meilleures que d'autres pour fournir l'information nécessaire à la gestion.

Une méthode qui mérite d'être mise en avant est l'étude des membres des communautés locales pour déterminer la présence et la distribution d'animaux chassés pour leur viande ou pour la revente sur le marché. Les chercheurs en zoologie qui ont l'habitude d'études approfondies peuvent instinctivement opter en faveur d'une observation par rencontre pour étudier leurs taxa, mais les espèces de gibier rares et méfiantes peuvent être très difficiles à détecter durant les délais extrêmement courts impartis dans le cadre de la plupart des REA. Il peut être plus facile de recueillir de l'information sur les espèces de gibier en interrogeant des chasseurs locaux qui peuvent avoir une bien meilleure connaissance de ces espèces que ce qu'un expert en mammifères titulaire d'un Ph.D. est susceptible de recueillir en une semaine passée sur le terrain.

Au moment de sélectionner les méthodes d'observation, il faut tenir compte de la nécessité de choisir des méthodes qui correspondent à l'information recherchée, tout en restant dans les limites du budget convenu. Si l'un des objectifs d'une REA est de dresser la liste des oiseaux migrateurs longue distance rencontrés sur un site, il est inutile de mettre en œuvre une technique qui fournit de l'information sur la densité. Si la seule technique d'observation permettant de répondre à l'un des objectifs de la REA est trop onéreuse, ces objectifs devront alors être réexaminés, voire modifiés.

Éléments à prendre en compte pour la mise au point d'une étude de la faune

Le type de méthode d'observation, l'emplacement des zones d'échantillonnage et la manière dont les données sont recueillies, doivent être déterminés dans le cadre de la définition du plan d'échantillonnage (voir Chapitre 2), puis être intégrés et complémentaires des travaux d'échantillonnage de la végétation. En outre, ils doivent correspondre aux objectifs de la REA en matière de production d'informations sur la faune. L'Encadré 6-1 illustre la manière dont l'intensité d'échantillonnage a varié en fonction des objectifs de deux REA. Les objectifs standard d'acquisition d'information sur la faune dans le cadre d'une REA et les considérations en matière de mise au point de l'étude qui leur sont associées, sont présentés ci-dessous :

Objectif 1 : associer les communautés animales aux types de végétation qu'elles habitent. Cet objectif commun à toutes les REA vise à fournir au moins une première approximation des emplacements où l'on peut rencontrer différentes espèces sur un site. Bien que cela puisse paraître évident, cet objectif suppose que toutes les observations de la faune se fassent en des emplacements d'échantillonnage où sont également recueillies des données sur la végétation. Les zoologistes, qui ont souvent un sixième sens quant à l'endroit où des animaux peuvent être trouvés, cherchent souvent à se diriger immédiatement vers ces habitats dès qu'ils arrivent sur le terrain. Pour assurer l'intégration de l'information à travers les différentes disciplines, les

membres de l'équipe chargée de la faune doivent veiller à limiter leurs observations aux mêmes points que l'équipe chargée de la végétation.

Objectif 2 : déterminer de manière aussi complète que possible la diversité des taxa cibles du site ou de différentes sous-régions d'un site. Les travaux d'observation d'une seule REA ne permettront jamais de produire une liste complète des espèces de la plupart des sites. Cependant, en gardant trace du nombre total d'individus détectés pour chaque espèce, une technique statistique permet de calculer le nombre total approximatif d'espèces présentes dans la zone étudiée. L'Encadré 6-2 décrit de manière détaillée certains estimateurs de la diversité. Bien que les estimateurs statistiques de la diversité ne donnent pas de noms pour les listes d'espèces, ils donnent une approximation de la diversité totale des taxa observés sur un site.

Objectif 3 : comparer la diversité entre différentes sous-régions d'un site. Les gestionnaires peuvent vouloir savoir quelles parties d'un site abritent la plus grande diversité et requièrent, par conséquent, la protection la plus intensive. Pour avoir un sens, toute comparaison entre sites doit tenir compte des efforts d'échantillonnage. Par exemple, il est difficile d'interpréter un résultat selon lequel un site échantillonné pendant cinq jours abrite un plus grand nombre d'espèces qu'un site échantillonné pendant trois jours. Une méthode consiste à s'assurer que le travail d'échantillonnage était équivalent dans les différentes sous-régions. Cependant, du fait de conditions météorologiques peu clémentes, de contraintes de temps et de nombreuses circonstances imprévues, il est difficile, en pratique, d'assurer la même intensité. La meilleure manière de comparer les sites consiste à garder trace des efforts (nombre de pièges posés, nombre de kilomètres de chemin observés ou nombre de points comptés) et d'effectuer une comparaison par unité d'effort. Les différences de qualité entre les observateurs peuvent également introduire une différence quant au nombre de taxa détectées sur des sites échantillonnés par des biologistes différents. Si possible, le même observateur devra recueillir toute les données d'un même taxon. Une méthode qui permet de bien comparer la diversité des sites et de contrôler les changements dus à des observateurs différents, consiste à comparer les courbes d'accumulation d'espèces compilées pour les différentes sous-régions. Les courbes d'accumulation des espèces seront décrites dans une prochaine section.

Etant donné les limites de temps et d'effort inhérentes à une REA, il est difficile d'obtenir une information *détaillée* sur la distribution des espèces. Les études grossières d'une REA peuvent révéler une importante marge d'erreur dans la détermination des affinités d'habitat des espèces détectées. Néanmoins, un échantillonnage réalisé à travers le spectre d'habitats présents augmente la probabilité de détecter les espèces associées à certains types d'habitats particuliers. Des informations plus détaillées sur les affinités d'habitat peuvent parfois être trouvées dans les publications scientifiques.

Objectif 4 : caractériser les communautés de différentes taxa d'animaux dans les différents types de végétation d'un site, en insistant sur les types de végétation les plus courants. Si un site est essentiellement constitué d'un ou plusieurs types de végétation, tout en abritant plusieurs autres types sur des surfaces relativement limitées, un gestionnaire sera très certainement intéressé par les espèces qui habitent les types de végétation dominants. Cette situation peut se présenter, par exemple, si une zone protégée est établie pour préserver le type de végétation dominant, mais que d'autres types viennent se mélanger à celui-ci aux frontières de la zone. Dans ce cas, l'échantillonnage devra être concentré sur les classes de végétation dominantes. Si l'on souhaite obtenir de l'information sur la diversité des types de végétation non dominants, il faudra mettre au point un système permettant de faire varier l'effort d'échantillonnage appliqué à chaque type de végétation au prorata de sa superficie totale sur le site.

Objectif 5 : cartographier la distribution des espèces cibles. Les gestionnaires ont souvent besoin de savoir où sont concentrées les espèces en voie de disparition ou à quel endroit les espèces exotiques infiltrent une réserve. Une carte constitue un moyen extrêmement efficace pour communiquer cette information. Par conséquent, les membres de l'équipe devront enregistrer tous les emplacements GPS où ils détectent des espèces cibles. Parmi les autres éléments critiques pour la protection de l'environnement qu'il convient de cartographier, nous citerons les colonies de nids d'oiseaux, les grottes peuplées de chauves-souris, les plages ou les berges des fleuves où nichent les tortues et les crocodiles, les zones où se concentrent les oiseaux migrateurs et les autres de grands mammifères.

Objectif 6 : procéder à une étude en vue d'un futur programme de surveillance. Parfois, l'on procède à une REA pour se procurer les informations de base nécessaires au démarrage d'un programme de surveillance. Si tel est le cas, il faut veiller à ce que les données produites lors de la REA soient compatibles avec les données qui seront recueillies ultérieurement. Les objectifs et les méthodes du programme de surveillance doivent tous être établis avant que ne puisse commencer l'échantillonnage en vue de la REA. Si une REA fournit un instantané des populations de certaines espèces présentes sur un site, elle n'explique en revanche pas comment ces populations évoluent au fil du temps, que ce soit sous ou en l'absence d'influences anthropogéniques.

Standards taxonomiques

Les membres de l'équipe devront tous convenir de standards taxonomiques à utiliser pour produire des descriptions standardisées des organismes. Un aspect important, et néanmoins souvent négligé durant la phase de planification d'un projet comportant des inventaires biologiques, est la définition d'une nomenclature et de standards taxonomiques. Un standard taxonomique permet à tous les membres de l'équipe chargée de la zoologie et aux lecteurs du rapport de bien s'accorder sur la base des noms taxonomiques utilisés dans le rapport en question. La systématique est une science en pleine évolution ; les binômes latins et même la taxonomie de plus haut niveau, changent fréquemment. Chaque sous-discipline doit clairement définir quel standard taxonomique elle prévoit de suivre lors de l'enregistrement de données et de la synthèse de résultats. Sinon, le rapport final de REA risque de comporter une nomenclature non publiée ou périmée et les lecteurs risquent de ne pas reconnaître les entités biologiques citées. Il faut noter que certains spécimens n'ont pas besoin d'être identifiés au niveau de l'espèce. Ce niveau d'identification peut être impossible pour certaines espèces, notamment pour les espèces immatures. Cependant, l'information taxonomique associée à une observation doit correspondre au standard, même si seul le genre est indiqué (par exemple, « *Empidonax* sp. »).

Gestion des données

Les études de la faune peuvent produire de vastes quantités de données. Par conséquent, il est essentiel de se définir une stratégie de gestion des données détaillant les informations recueillies, enregistrées et analysées. Les formulaires de terrain permettent aux membres de l'équipe de se rappeler les types de données dont ils auront besoin sur le terrain. S'ils sont planifiés de manière stratégique, les formulaires de terrain peuvent également permettre de rationaliser la saisie des données. Différents formulaires peuvent être nécessaires pour décrire chaque niveau hiérarchique d'emplacement d'échantillonnage et, éventuellement, chaque technique d'observation. Les formulaires de terrain les mieux conçus sont parfaitement inutiles s'ils ne sont pas remplis correctement ou s'ils sont incomplets. C'est pourquoi le chef d'équipe devra vérifier les formulaires de terrain remplis par chaque membre de son équipe après la première passe d'échantillonnage, de manière à s'assurer que tous savent les remplir correctement. Des exemples de formulaires de terrain sont proposés en Annexe 2.

L'équipe doit également attribuer les responsabilités de saisie de données. Si le budget le permet, un gestionnaire de données à temps partiel peut libérer le reste de l'équipe et lui permettre de se concentrer sur l'échantillonnage et l'interprétation de données. Autre solution : chaque équipe disciplinaire peut être chargée de saisir ses propres données. Si les conditions le permettent, des ordinateurs portables peuvent être apportés sur le terrain pour permettre la saisie des données sur les lieux aux horaires où l'échantillonnage est impossible.

Une documentation adéquate des données, également appelée *métadonnées* selon une terminologie récente, est très importante pour l'interprétation des données. A mesure que le temps passe une fois l'échantillonnage réalisé, les chercheurs oublient rapidement combien de pièges ils avaient placés, combien de kilomètres ils avaient parcouru, s'il pleuvait le jour où ils avaient détecté certaines espèces d'oiseaux, quelle était la signification des symboles et codes introduits dans les données, ... Ainsi, le fait d'enregistrer toutes ces informations au moment de la saisie des données, est absolument crucial. Si chaque équipe disciplinaire synthétise ses propres données, en plus de soumettre une feuille de calcul de l'occurrence des espèces en différents points (ou sous toute autre forme), elle devra également soumettre un jeu complet de métadonnées. Le chef de l'équipe chargée de la faune sera chargé de définir les standards de métadonnées de son équipe.

Équipement et permis

Les études de la faune peuvent nécessiter un équipement spécialisé et des permis, qui peuvent être difficiles à obtenir. Ces prérequis doivent être satisfaits au début du processus de planification de la REA.

L'équipe chargée de la zoologie doit inventorier l'ensemble de l'équipement de terrain avant d'entamer les études afin de déterminer si les outils d'échantillonnage nécessaires sont disponibles. L'équipement vieillissant devra être rénové, recalibré ou remplacé, si nécessaire. Si une commande doit être passée pour l'achat de certains dispositifs, elle devra l'être bien avant la date prévue de démarrage du travail de terrain. Les expéditions d'équipement depuis l'étranger peuvent être lentes et les douaniers locaux peuvent ralentir ce processus de manière considérable et, ainsi, augmenter le prix de revient de l'ensemble.

Du fait de la réglementation CITES et du développement du commerce international d'espèces en voie de disparition, certains distributeurs réglementent la vente de certains équipements. Par exemple, les acheteurs de filets en voile auprès de distributeurs américains devront être titulaires d'un permis de baguage en cours de validité émis par le Département américain de l'intérieur. Les scientifiques non américains devront soit se faire aider de leurs collègues américains pour l'achat d'équipement réglementé, soit contacter le distributeur directement pour qu'il leur communique les instructions internationales spéciales relatives à l'achat de cet équipement.

La demande de permis de recherche devra être déposée longtemps avant le démarrage du travail de terrain. La plupart des pays réglementent la recherche, notamment lorsque celle-ci suppose la capture et la manipulation d'animaux sauvages. Les membres de l'équipe chargée de la faune devront avoir acquis, lors de précédentes recherches, une certaine expérience de la demande de permis. Selon la manière dont fonctionne le processus d'émission de permis dans le pays concerné, les zoologistes pourront être amenés à se joindre aux botanistes pour déposer une demande commune de permis pour l'ensemble des recherches terrestres prévues dans le cadre de la REA.

Examen de la documentation existante

Les contraintes de temps et d'argent limitent souvent la profondeur et la mise en œuvre d'une REA. C'est pourquoi il est important d'éviter de réitérer des tâches déjà réalisées par le passé. En matière d'obtention d'information, l'efficacité doit rester le mot clé. Dans le cadre du processus de planification, l'information doit être recueillie depuis le plus grand nombre de sources possibles. Les données existantes ne doivent en aucun cas être considérées comme non pertinentes par rapport aux objectifs de la REA considérée. Toute information concernant la faune d'un site d'étude ou d'un habitat semblable sur un autre site, peut s'avérer utile. La proposition de REA doit déjà comporter une bibliographie sélectionnée sur le site d'étude et sa faune. En outre, les membres de l'équipe chargée de la zoologie doivent rechercher de l'information dans d'autres références documentaires, ainsi que dans les collections de musées. En outre, les chercheurs qui ont travaillé sur le site par le passé peuvent disposer de notes de terrain non publiées qui pourront s'avérer utiles en vue de la compilation de listes d'espèces. Si, par exemple, les espèces rencontrées sur le site sont relativement bien connues, la REA peut alors être axée sur la distribution des espèces cibles. Autre possibilité : une section d'un site peut avoir été déjà étudiée, ce qui permet à l'équipe de REA de concentrer ses efforts sur d'autres sections.

Formation

Notre expérience à ce jour a démontré que les ateliers de formation qui se sont déroulés avant le démarrage du travail de terrain sont nécessaires à la réussite d'un projet de REA, notamment si les taxa à étudier sont extrêmement variés et si l'équipe chargée de la faune comporte plus qu'un ou deux membres. Durant ces ateliers, les membres de l'équipe passent en revue les méthodes qui seront utilisées pour observer la faune et la manière dont les données seront enregistrées sur le terrain et organisées dans la base de données. Les membres de l'équipe doivent comprendre en quoi les données qu'ils recueillent sont pertinentes pour l'ensemble de la REA. Forts de cette compréhension, les chercheurs qui travaillent sur le terrain seront moins susceptibles d'apporter des changements de dernière minute au protocole de l'étude, changements qui pourraient affecter l'interprétation

Tableau 6-3. Calendrier de terrain pour l'échantillonnage de la faune dans le cadre de la REA de Defensores del Chaco.

<i>Points d'échantillonnage</i>					
<i>Equipe</i>	<i>Date</i>	<i>Opérations diurnes</i>	<i>Classe de végétation</i>	<i>Opérations nocturnes</i>	<i>Classe de végétation</i>
Toutes	12/8	Départ pour Madrejón			
Mastozoologie	13	1-5	Forêt riveraine de <i>Calycophyllum multiflorum</i>	1-5	Forêt de <i>Calycophyllum multiflorum</i>
Mastozoologie	14	1-5	Forêt riveraine de <i>Calycophyllum multiflorum</i>	16-18	Quebrachal fermé
Mastozoologie	15	16-17	Forêt dense d' <i>aspidosperma quebracho-blanco</i>	54	Cerro León
Mastozoologie	16	54	Cerro León	16-21	Quebrachal cerrado
Herpétologie	13	1-2	Forêt riveraine de <i>Calycophyllum multiflorum</i>	1	Forêt de <i>Calycophyllum multiflorum</i>
Herpétologie	14	3-4	Forêt riveraine de <i>Calycophyllum multiflorum</i>	16	Quebrachal fermé
Herpétologie	15	16-17	Forêt dense d' <i>aspidosperma quebracho-blanco</i>	54	Cerro León
Herpétologie	16	54	Cerro León	2	Forêt de <i>Calycophyllum multiflorum</i>
Ornithologie	13	1	Forêt riveraine de <i>Calycophyllum multiflorum</i>		
Ornithologie	14	2	Forêt riveraine de <i>Calycophyllum multiflorum</i>		
Ornithologie	15	16	Forêt dense d' <i>aspidosperma quebracho-blanco</i>		
Ornithologie	16	54	Cerro León		
Toutes	17	Départ pour Asunción			
Toutes	31/8	Départ pour Madrejón			
Toutes	1-3/9	6-9	Forêt dense d' <i>aspidosperma quebracho-blanco</i>	6-9	Quebrachal fermé
Toutes	4/9	Départ pour Cuatro de Mayo			
Toutes	5-14	23,26-27	Forêt dense d' <i>aspidosperma quebracho-blanco</i>	23,26-27	Quebrachal fermé
Toutes		29	Sabana de <i>Elionurus muticus</i>	29	Espartillar
Toutes		22,24-25	Forest transitionnelle multiforme d' <i>a. quebracho-blanco/C.</i>	22,24-25	Zone de transition Quebrachal/Palo Blanco
Toutes	15	Départ pour Asunción			
Toutes	30/9	Départ pour Lagerenza			
Toutes	1-6/10	48,49	Transition fourrés/forêt ouverte d' <i>aspidosperma pyrifolium</i>	48,49	Transition fourrés/forêt ouverte d' <i>aspidosperma pyrifolium</i>
Toutes		50	Forêt humide mixte	50	Forêt humide mixte
Toutes		36,38	Transition fourrés/forêt ouverte d' <i>aspidosperma pyrifolium</i>	36,38	Forêt fermée d' <i>aspidosperma pyrifolium</i>
Toutes		37	Savane d' <i>elionurus muticus</i>	37	Espartillar
Toutes	7	Départ pour Lagerenza			

globale des données, comme par exemple un échantillonnage mené dans une zone pour laquelle ils ne disposent d'aucune donnée sur la végétation. Le caractère intégré de la REA exige une coordination quasi-parfaite entre les membres de l'équipe ; un atelier de formation bien organisé permet de garantir une telle coordination.

Lors de l'atelier de formation, les membres de l'équipe apprennent à enregistrer les données de manière hiérarchique aux emplacements d'échantillonnage répartis à travers les différentes régions d'échantillonnage du site. Ils prennent connaissance des formulaires de terrain qu'ils devront utiliser pour enregistrer leurs données et apprennent à les remplir. Cet atelier permet également la prise de décisions définitives quant aux méthodes et aux protocoles d'échantillonnage, ainsi que la communication de ces plans à l'ensemble de l'équipe chargée de la faune. Les stratégies d'interprétation des données et les comparaisons entre sites peuvent également être finalisées. Au final, un calendrier détaillé par journée des activités d'observation de la faune peut être rédigé pour permettre de coordonner la logistique de l'étude de terrain et pour informer les participants à la REA qui ne sont pas spécialistes de zoologie, des activités de l'équipe chargée de la faune.

L'atelier aura plus de chances de succès s'il est coordonné par un zoologiste extérieur qui possède une expérience préalable des projets de REA. Il arrive fréquemment que les membres de l'équipe n'aient jamais pris part à un projet d'une telle ampleur intégrant des informations pluridisciplinaires aussi rapidement que le fait une REA. La transition depuis les projets strictement individuels que connaissent déjà la plupart des membres de l'équipe, n'est pas toujours simple. Un zoologiste de REA déjà expérimenté peut partager avec son équipe la sagesse qu'il aura acquise au fil des expériences vécues et des erreurs commises lors de REA précédentes pour améliorer la communication, la coordination et la logistique.

Plan de travail et plan d'échantillonnage

Les plans de travail d'étude de la faune énoncent les composantes du projet qui doivent être réalisées, avec indication des personnes qui en sont responsables et du moment où elles doivent être mises en œuvre. Par définition, une REA est un processus rapide. Un plan de travail détaillé permettra aux membres de l'équipe de se concentrer sur leur travail et d'éviter les distractions qui pourraient être une source de retard. Un projet de REA risque fort de traîner en longueur si les plans de travail ne sont pas suivis à la lettre. Dans l'idéal, les plans de travail de zoologie doivent être définis une fois réalisée et vérifiée une classification préliminaire des types de végétation. Le plan de travail doit énumérer toutes les tâches qui doivent être accomplies pour que le projet puisse être mené à bien, notamment la logistique, le recueil de données, la gestion, l'analyse et la rédaction du rapport. Les membres de l'équipe chargés d'accomplir chacune des tâches doivent être identifiés et un calendrier détaillé de celles-ci doit être établi. Les types de végétation à étudier et leurs emplacements d'échantillonnage respectifs doivent être déterminés en étroite collaboration avec les botanistes, puis être énoncés dans le plan de travail. Etant donné que les botanistes auront déjà vérifié les types de végétation, ils peuvent contribuer au choix des emplacements d'échantillonnage et à la détermination des meilleurs accès à la zone.

Hormis le plan de travail, l'équipe chargée de la zoologie doit également mettre au point un plan d'échantillonnage, qui n'est autre qu'une description des activités menées au quotidien sur le terrain par l'équipe. Par exemple, le plan d'échantillonnage peut indiquer les dates auxquelles l'équipe chargée des mammifères ira tendre ses pièges ou ses filets, ou réalisera des observations de transectes. Ce même plan d'échantillonnage pourra également indiquer les tâches à réaliser par l'équipe chargée de l'ornithologie à ces mêmes dates. La rédaction d'un plan d'échantillonnage contraint les différents membres de l'équipe à un certain réalisme quant au temps qui leur est imparti et aux efforts à fournir sur chaque site. Le Tableau 6-3 donne un exemple de plan d'échantillonnage de la faune mis au point pour une REA qui est en cours dans la savane de Chaco, au Paraguay, au moment où nous rédigeons cet ouvrage.

Un important enseignement tiré de REA passées est que la flexibilité est un élément essentiel à prendre en compte lors de la définition des plans d'échantillonnage. Des conditions météorologiques peu clémentes, une panne de véhicule, des colonies d'abeilles africanisées nouvellement installées dans les latrines, ainsi qu'une foule d'autres événements imprévus peuvent s'allier pour contraindre une équipe à dépasser ses délais. C'est pourquoi

tout plan d'échantillonnage réaliste doit comporter un plan d'urgence. Une étroite coordination entre les activités de tous les membres de l'équipe chargée de la faune permettra de garantir le respect du plan de travail.

Logistique de terrain

Un voyage mal coordonné se traduit souvent par une mauvaise qualité des données recueillies. Le chef de l'équipe chargée de la faune et le coordinateur de la REA doivent bien organiser le transport (du personnel et du matériel), la nourriture, ainsi que les autres besoins de l'équipe de terrain. Les clés des abris de l'arrière-pays, les cartes des emplacements d'échantillonnage, les sources d'alimentation électrique, les communications radio, ainsi qu'une foule d'autres détails doivent être correctement organisés pour permettre une utilisation optimale du précieux temps passé sur le terrain. Les efforts de coordination logistique doivent se poursuivre pendant toute la durée des campagnes de terrain, et non pas se limiter à l'arrivée de l'équipe sur le terrain.

Remarque sur la sécurité

Une partie de la coordination logistique consiste à planifier la sécurité de l'équipe. Ainsi, pour empêcher les accidents, le chef de l'équipe chargée de la zoologie devra passer en revue, avec l'équipe, les questions de sécurité relatives aux sites à étudier, avant que celle-ci se rende sur le terrain. Cette personne devra également s'assurer que chaque expédition sur le terrain emporte avec elle un kit de premier secours complet et que les membres de l'équipe savent que faire en cas d'urgence. Une blessure, la déshydratation, une morsure de serpent, ou toute autre urgence médicale, aura pour double effet de repousser les délais du projet et de poser un danger pour les victimes, notamment si les premiers secours ne sont pas planifiés. Il faudra prendre toutes les mesures nécessaires pour empêcher de pareilles urgences et pour savoir quoi faire en cas d'imprévu.

Sur le terrain

Suite à la planification de l'étude de la faune, l'équipe se rend sur le terrain et commence à procéder à l'échantillonnage conformément à la méthode convenue lors des réunions et des ateliers. Par suite d'événements inévitables, les protocoles d'échantillonnage ne pourront être suivis à la lettre : un nouveau glissement de terrain qui bloque un chemin, une tempête qui dure une semaine, un nouveau défrichement en un point d'observation, ou tout autre scénario imprévisible... Les REA se caractérisent par une souplesse qui leur permet d'affronter de pareilles circonstances inattendues. Au moment d'adapter le calendrier et le plan d'échantillonnage à ces événements, il convient de toujours garder en tête les objectifs de la REA pour s'assurer que les données recueillies demeurent pertinentes pour le projet. Les chercheurs de terrain devront, dans la mesure du possible, se concerter avec le chef de l'équipe de zoologie, dès lors qu'ils éprouvent le besoin de modifier le programme ou le calendrier d'échantillonnage.

Tous les membres de l'équipe doivent parfaitement connaître la liste des espèces cibles qui a été mise au point. Un aigle qui fait partie de cette liste peut tout à fait survoler les herpétologues tandis que l'équipe chargée d'ornithologie travaille ailleurs. Les herpétologues, s'ils ont le sens de l'urgence, prendront note de ce qu'ils auront vu et le rapporteront à l'équipe chargée d'ornithologie, lors de leur prochaine rencontre. Si tout un chacun est à l'affût des espèces cibles, l'équipe produira une carte plus complète de la distribution de ces espèces que si chaque individu se contente de se concentrer sur son taxon, à l'exclusion de tous les autres.

Recueil de spécimens

Bien que la plupart des REA n'aient pas pour objectif principal l'accumulation de nombreuses références, le recueil de spécimens peut néanmoins jouer un rôle important dans le cadre de ce type d'évaluation. Certaines espèces ne peuvent pas être identifiées sur le terrain, et celle dont l'occurrence sur le site représente une extension de leur champ géographique devront être recueillies si (1) les compétences nécessaires à la préparation des

spécimens sont disponibles, (2) le préparateur de spécimens dispose du temps et de l'équipement nécessaires et (3) les spécimens peuvent parvenir à un musée ad hoc en vue d'y être conservés avant de commencer à se détériorer. Si l'on prévoit une étape de recueil de spécimens, la préparation nécessaire (y compris l'accumulation du matériel et de l'équipement nécessaire, l'établissement d'un accord avec un musée prêt à recevoir les spécimens et l'obtention des autorisations nécessaires), doivent faire partie des étapes de planification du projet. De précédentes REA ont recueilli des spécimens qui se sont avérés appartenir à des espèces non décrites, apportant ainsi une contribution indéniable à la protection de l'environnement et à la science en général.

Compilation de données et interprétation de résultats

La production d'informations pertinentes pour les gestionnaires et les décideurs politiques requiert une compilation et une analyse avisées d'importants volumes de données de terrain. Si des stratégies de gestion de données ont été mises au point durant les phases de planification et que les données et métadonnées ont été numérisées, les travaux peuvent à présent être axés sur l'analyse et non plus sur la localisation des données manquantes. La manière la plus efficace d'organiser ce type de travail consiste à suivre les étapes suivantes dans l'ordre :

1. *Mener à bien le processus de saisie de données.* Si l'identification des espèces est toujours en cours, ou si les données recueillies en un point d'observation ne sont pas encore disponibles, ces informations doivent être recueillies avant que puisse commencer l'analyse des données. A défaut, des analyses semblables devront être répétées à mesure que de nouvelles données deviendront disponibles.
2. *Contrôler la qualité des données.* Il faut développer quelques graphiques et analyses préliminaires pour s'assurer du caractère raisonnable de la méthode d'analyse des données. Si la plupart des comptages ponctuels ont enregistré 15 à 25 individus par point, un point pour lequel 197 individus auront été enregistrés sera obligatoirement suspect et devra faire l'objet d'un contrôle pour s'assurer que le nombre figurant sur le formulaire de terrain correspond à celui qui a été entré dans l'ordinateur. De même, il convient de contrôler les espèces situées hors champ géographique, ainsi que toute irrégularité pouvant résulter d'une erreur humaine et non pas d'un phénomène naturel. Si un projet bénéficie d'un financement particulièrement important, l'on pourra envisager une double saisie des données ; deux personnes pourront saisir l'ensemble des données, après quoi un logiciel de contrôle qualité pourra marquer toutes les instances pour lesquelles les valeurs saisies par les deux opérateurs diffèrent.
3. *Produire des tableaux et graphiques de synthèse.* Une fois la base de données complète et exacte, des analyses peuvent être effectuées pour produire les résultats globaux. Des idées de synthèses de données sont énumérées ci-dessous.

Tableau 6-4. Diversité taxonomique par type de végétation, d'après une REA réalisée dans le Parc National de l'Est, en République Dominicaine (The Nature Conservancy, 1997). Cette REA avait pour objectifs de caractériser les types de végétation rencontrés dans le parc et d'étudier la flore et la faune de chaque type de végétation.

<i>Types de végétation</i>	<i>Superficie (km²)</i>	<i>Plantes vasculaires</i>	<i>Mammifères</i>	<i>Oiseaux</i>	<i>Reptiles</i>	<i>Amphibiens</i>	<i>Insectes</i>
Forêt haute semi-humide à larges feuilles	49.9	40	6	24	14	1	18
Forêt de taille moyenne semi-humide à larges feuilles	277.26	36	7	26	7	3	16
Forêt semi-humide à larges feuilles dans les terres humides rocheuses	11.95	11	-	-	7	-	2
Forêt semi-humide à larges feuilles dans les marais salants	2.71	6	-	6	1	-	-
Forêt côtière de mangroves inondée en permanence	1.36	1	-	1	-	-	-
Arbustes sur calcaire	27.26	14	2	13	6	-	10
Arbrisseaux côtiers	3.60	27	-	6	7	-	-
Savane sur marais salant	2.82	2	1	-	1	-	-
Végétation éparsée sur roche nue	2.59	16	1	2	3	-	6
Plantations de cacao abandonnées	3.25	20	-	18	-	-	-
Végétation secondaire	18.09	23	-	14	-	-	-

Tableau 6-5. Liste d'espèces cibles rencontrées dans la forêt haute semi-caducue de Semaphore Hill, dans le marais du Canal de Panama (ANCON et The Nature Conservancy, 1996). USESA = U.S. Endangered Species Act (décret américain sur les espèces en voie de disparition), LE=Listed Endangered (espèces en voie de disparition classées) ; Panama Law = species protected by Panamanian legislation (espèces protégées par la législation panaméenne) ; Global and National ranks = conservation status per The Nature Conservancy/Heritage (statut de protection d'après TNC/Heritage, sur une échelle de 1 à 5, où G1/N1 représente le degré le plus menacé et G5/N5 le moins menacé) ; BBS = Breeding Bird Survey (étude des oiseaux en reproduction, les chiffres représentant le pourcentage d'évolution des populations nord-américaines au cours des dix dernières années).

Nom vulgaire	Nom scientifique	USESA	Législation de Panama	Classement international	Classement national BBS
OISEAUX					
Rousserole à poitrine saillante	<i>Dendroica castanea</i>			G5	-10.2%
Chachalaca à tête grise	<i>Ortalis cinereiceps</i>		•	G5	N3
Passerin indigo	<i>Passerina cyanea</i>			G5	-1.3%
Grand tinamou	<i>Tinamus major</i>		•	G5	N4
MAMMIFERES					
Singe hurleur	<i>Alouatta palliata</i>	LE	•	G3	N5
Singe capucin	<i>Cebus capucinus</i>		•	G4	N5
Ouistiti	<i>Saguinus oedipus geoffroyi</i>	LE	•	G3	N3
Cerf de Virginie	<i>Odocoileus virginianus</i>		•	G5	N5
Paca	<i>Agouti paca</i>		•	G5	N3
Coati	<i>Nasua narica</i>		•	G5	N5
Agouti	<i>Dasyprocta punctata</i>		•	G5	N5
Tatou	<i>Dasybus novemcinctus</i>		•	G5	N5
AMPHIBIENS					
Crapaud de lièvre	<i>Bufo typhonius</i>				N1
Grenouille à peau transparente (Glass frog)	<i>Centrolenella granulosa</i>				N1
Grenouille	<i>Chiasmocleis panamensis</i>				N1
Grenouille au chant "tink" (Tink frog)	<i>Eleutherodactylus diastema</i>				N2
Grenouille arboricole	<i>Eleutherodactylus vocator</i>				N1
REPTILES					
Iguane vert	<i>Iguana iguana</i>		•		N3

4. *Effectuer des analyses plus approfondies.* Si de telles analyses sont prévues, des courbes d'accumulation des espèces, des estimations de la diversité, et bien d'autres statistiques, pourront être calculées. En outre, des cartes des espèces cibles pourront également être produites.
5. *Décider quelles doivent être les principales conclusions et recommandations.* Il faut absolument mettre au point des actions de gestion prudentes à la lumière de la série d'espèces qui habitent le site et de leur distribution par rapport à d'autres caractéristiques géographiques et anthropogéniques. Des exemples de recommandations sont donnés dans une section spécifique ci-dessous.
6. *Rédiger le rapport d'étude de la faune.* Une fois que toutes les analyses sont complètes et que toutes les conclusions sont atteintes, la rédaction proprement dite du rapport peut commencer. Cette rédaction ne peut démarrer qu'une fois que toute l'information disponible aura été recueillie et analysée. Parmi les grandes sections à ne pas oublier, nous citerons l'introduction (qui décrit les objectifs de l'étude), la description des méthodes utilisées pour atteindre les objectifs, une synthèse des résultats, ainsi qu'une discussion sur la manière dont les résultats répondent aux objectifs du projet. Pour gagner du temps, le responsable de l'équipe chargée de la faune devra tenter de rédiger de manière à permettre au coordinateur de la REA de facilement copier des sections du rapport sur la faune et de les coller directement dans le rapport final de REA. Le rapport devra s'adresser à un public général. Son style ne devra par conséquent pas le cantonner à la publication dans un journal scientifique. Plus l'écriture sera simple et claire – notamment pour ce qui est des figures et des tableaux – plus le rapport sera facile à comprendre pour les gestionnaires non spécialistes et les décideurs politiques.

Synthèses des données

De bonnes synthèses des données, aptes à donner un rapide aperçu des principaux constats d'une étude, sont essentiels. Nous citerons ici quelques exemples de synthèses standard d'études de la faune :

1. *Diversité taxonomique par type de végétation.* Une manière pertinente de commencer la section « résultats » d'un rapport d'étude de la faune, consiste à dresser un tableau simple énumérant le nombre d'espèces de chaque taxon de faune rencontré pour chaque type de végétation. Il faudra envisager d'y inclure le nom de chaque type de végétation, d'indiquer son étendue spatiale sur le site, et l'effort investi pour étudier chaque type de végétation, ainsi que le nombre d'espèces d'oiseaux, de mammifères et d'autres taxa. Le Tableau 6-4 contient un exemple de synthèse de données provenant d'une REA menée dans le Parc National de l'Est, en République Dominicaine (The Nature Conservancy; 1997). Si la diversité totale a été estimée pour chaque type de végétation, cette information peut être incluse dans la synthèse sur la diversité ou faire l'objet d'un tableau distinct.
2. *Liste des espèces cibles.* La liste des espèces cibles rencontrées sur le site est très utile pour les gestionnaires. Les espèces peuvent être identifiées en fonction de leur statut par rapport à la protection de l'environnement, du type de végétation ou de la sous-unité où elles ont été détectées. Si les espèces cibles comportent à la fois des taxa à risque et des taxa indicatrices de problèmes de protection de l'environnement, comme par exemple des espèces marginales ou exotiques, les deux groupes devront figurer dans des tableaux séparés à des fins de clarté. Le Tableau 6-5 montre un exemple de liste d'espèces cibles rencontrées dans le cadre d'une REA menée dans le marais du Canal de Panama (ANCON et The Nature Conservancy, 1996).
3. *Listes d'espèces.* La liste de toutes les espèces identifiées devra être incluse dans le corps du rapport ou en annexe. Pour que le lecteur puisse disposer d'une information plus complète, l'énumération des espèces peut être assortie des noms des types de végétation où elles ont été détectées, ainsi que d'une indication de leur degré de rareté. Les gestionnaires non spécialistes et autres lecteurs apprécient de pouvoir disposer à la fois du nom vulgaire et du nom scientifique. Le fait d'énoncer les espèces avec leur statut taxonomique supérieur (famille et ordre) aide également les lecteurs habitués à une séquence taxonomique différente ou à d'autres autorités taxonomiques.

Courbes d'accumulation des espèces

Les courbes d'accumulation des espèces montrent à quelle vitesse le nombre d'espèces détectées dans une localité donnée augmente à mesure que s'intensifie l'effort d'échantillonnage. Ces courbes augmentent généralement de manière brutale durant les premiers échantillonnages, puis de manière plus modérée une fois qu'est détecté l'ensemble des espèces communes. Utilisées à des fins de comparaison, les courbes d'accumulation des espèces permettent d'évaluer la richesse des espèces dans plusieurs localités, bien que l'effort d'échantillonnage puisse différer de l'une à l'autre. Les courbes d'accumulation des espèces proprement dites n'estiment pas la richesse totale des espèces dans une localité donnée. Une courbe d'accumulation des espèces tirée d'une étude des oiseaux au Costa Rica est présentée dans l'Encadré 6-2.

Les courbes d'accumulation des espèces sont surtout utiles si elles sont lissées en randomisant de manière répétée l'ordre dans lequel viennent s'ajouter les échantillons, puis en calculant un nombre moyen d'espèces accumulées pour chaque niveau d'effort. Ainsi, la variation de forme de la courbe liée à l'ordre d'échantillonnage est éliminée et les courbes sont plus directement comparables. Le programme EstimateS constitue un outil simple qui permet de produire des courbes lissées d'accumulation des espèces (téléchargeable gratuitement à l'adresse <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>).

Dans certaines études de vertébrés, notamment des études d'oiseaux, l'unité d'échantillonnage la plus pratique est l'animal individuel (par exemple, une chauve-souris attrapée dans un filet, un oiseau détecté dans le cadre d'une observation de transecte ou un reptile ou un amphibien capturé dans un piège à obstacle) plutôt qu'une unité temporelle d'échantillonnage (par exemple, une heure de filet en voile ou une heure d'observation). Le fait d'utiliser l'individu en tant qu'unité d'échantillonnage permet de contrôler la variabilité temporelle

de la détectabilité liée au fait que certaines heures de la journée sont plus productives que d'autres pour la détection d'animaux. De la sorte, les courbes d'accumulation des espèces peuvent également permettre un contrôle partiel de la variabilité des observateurs, si l'on suppose que ceux-ci varient par leur capacité de trouver un animal tout en étant tous aussi aptes à identifier ce dernier après l'avoir détecté.

Cartographie des résultats de l'étude de la faune

Les cartes sont un outil puissant de présentation visuelle des données résultant d'une étude de la faune. Dans la mesure où l'équipe de cartographie de la REA est en mesure d'apporter son aide, il faut autant que possible présenter les données sur la faune sous forme de cartes. En effet, ce format est plus attrayant pour les yeux qu'un tableau ou du texte et les lecteurs sont par conséquent beaucoup plus susceptibles de prêter attention aux cartes qu'aux autres informations présentées dans le rapport. Il faut tenir compte des dommages qui peuvent être causés à une espèce menacée si son emplacement exact est connu d'un vaste public. Par exemple, l'emplacement des arbres où nichent les aras doit demeurer confidentiel pour que l'information ne puisse pas parvenir aux braconniers. Certains endroits où vivent des espèces sensibles sont cartographiés au moyen de carrés (par exemple, de 0,5 km de côté), pour indiquer leur présence au voisinage sans pour autant en donner l'emplacement exact. Dans ce cas, le carré ne devra pas être centré exactement sur l'emplacement, de manière à rester suffisamment vague. Un programme de randomisation peut être mis en œuvre pour décaler le centre du carré par rapport au véritable emplacement.

Voici quelques suggestions pour la cartographie des données relatives à la faune. Il faudra se concerter avec l'équipe chargée de la cartographie pour définir les éléments relatifs aux projections, à l'échelle et aux données requises.

1. *Emplacements d'espèces cibles.* La distribution spatiale des espèces cibles aide les gestionnaires à déterminer différentes catégories de protection ou d'utilisation pour les différentes unités d'un site. Lorsque leur cartographie est assortie de caractéristiques politiques et géographiques – limites de site, routes, chemins, contours d'altitude, fleuves et centres de population – les emplacements d'espèces cibles permettent de mettre au point des plans de gestion efficaces. Comme pour les tableaux de synthèse, des cartes distinctes présentant les espèces cibles à risque et les espèces cibles qui posent des problèmes de protection de l'environnement, peuvent s'avérer plus claires. Si une espèce à problèmes affecte la population d'une espèce à risque, il est peut-être pertinent de cartographier ces deux éléments sur une seule et même carte. Une carte présentant les relations entre les espèces à risque et leurs habitats est présentée au Chapitre 4 (Carte 10).
2. *Diversité.* Si la diversité a été mesurée ou estimée pour différents types de végétation ou autres sous-unités du site, il est possible de tracer une carte du site où les différentes échelles de diversité seront représentées par des couleurs différentes. Des cartes séparées peuvent être produites pour présenter la diversité générale, la diversité des différents groupes taxonomiques (par exemple, l'on peut envisager une carte pour les oiseaux, une carte pour les mammifères...) et les effectifs d'espèces cibles, le cas échéant.
3. *Emplacements d'autres éléments biologiques importants.* Si l'équipe chargée de la faune a gardé trace des mares où se reproduisent les amphibiens, des concentrations d'oiseaux migrateurs ou d'oiseaux reproducteurs en colonies, des perchoirs de chauves-souris, des plages utilisées pour les nids ou d'autres phénomènes biologiques majeurs, il sera également possible de les cartographier. Là encore, l'information spatiale fournie permettra de prendre des décisions de gestion et de déterminer des priorités en matière de protection.

Recommandations de gestion

Pour assurer la viabilité de long terme de la diversité de faune rencontrée sur les sites, des recommandations de gestion sont formulées à partir d'une analyse effectuée à la lumière du public visé. En effet, suggérer des actions sur lesquelles le public visé n'a aucun pouvoir ou n'a pas la possibilité d'agir, n'a aucun sens. Les recommandations ne doivent pas représenter des notions préconçues qui auraient pu être élaborées avant l'accumulation des données. Si elles sont objectives et permettent aux données de motiver des recommandations, les suggestions

auront plus de poids et d'autorité. Le lecteur trouvera ci-dessous des exemples-types de recommandations de gestion :

1. *Suggestions sur la manière de découper un site en zones destinées à des usages divers.* Le travail de cartographie peut indiquer les grandes concentrations d'espèces à risque. Ces zones doivent être repérées et faire l'objet d'une protection plus intensive ou d'une réduction de l'exploitation humaine par rapport aux endroits où n'habitent pas les espèces cibles. Il faut veiller à ne pas confondre absence d'espèces cibles et absence d'effort d'observation. Si une zone de la carte n'abrite aucune espèce cible, cette absence peut correspondre à la réalité ou résulter d'un manque de travail d'observation.
2. *Suggestions en vue d'une action active de gestion.* Les concentrations d'espèces exotiques ou marginales peuvent avoir un effet délétère sur la zone protégée. Ces zones pourront être désignées pour faire l'objet de programmes de gestion intensifs en vue d'atténuer les dangers qui les menacent.
3. *Prise en compte des problèmes relatifs aux marais.* Il faut tenir compte des implications, pour les marais, de l'utilisation mixte d'un site. Par exemple, un programme sélectif d'exploitation du bois peut nuire à l'intégrité d'un marécage ou d'un point d'eau situé en aval et où se reproduisent les amphibiens.
4. *Consignes en vue d'une éventuelle acquisition de terrain.* Si un site est ciblé pour une éventuelle expansion, des suggestions à ce sujet sont bienvenues. Par exemple, une REA du Parc National de Pantanal, au Brésil (FPCN, 1992) a permis de découvrir que ce parc contenait essentiellement des savanes inondées de manière saisonnière. La plupart des vertébrés terrestres migraient vers les savanes durant la saison sèche et vers les forêts situées dans les terres hautes durant la saison des pluies. Ainsi, le parc existant ne protégeait pas les refuges utilisés par ces espèces pendant la saison des pluies. La REA permet d'identifier où se situaient ces refuges à proximité du parc, et deux de ces zones furent par la suite achetées pour servir de réserves privées.
5. *Suggestions concernant le contrôle de la chasse.* La REA peut fournir de l'information sur la densité du gibier, information qui permettra de déterminer si la chasse doit être contrôlée, voir tout bonnement interdite, sur le site.
6. *Identification des principaux dangers menaçant la faune.* Etant sur le terrain pendant les observations, l'équipe chargée de la faune peut se faire une impression réaliste des principaux dangers qui menacent la faune. Ces dangers peuvent être notamment la chasse en vue de la consommation de viande ou de la revente sur le marché aux animaux, l'exploitation minière, la destruction d'habitats, le feu, l'absence de feu, la qualité de l'eau, le volume d'eau, ... Toute preuve que pourra produire l'équipe pour aider à identifier ces dangers, sera utile aux gestionnaires. L'évaluation des dangers est traitée de manière plus rigoureuse au Chapitre 7.
7. *Besoins de surveillance.* L'équipe chargée de la faune peut s'apercevoir que la population d'une ou plusieurs espèces est vulnérable et doit faire l'objet d'une surveillance particulière pour déterminer si une intervention s'impose.
8. *Priorités pour la recherche future.* La REA effleure à peine la problématique de la dynamique des communautés animales. De plus amples informations, notamment sur les mouvements d'animaux, la saisonnalité, l'histoire naturelle ou l'influence humaine, peuvent s'avérer nécessaires avant que la direction ne puisse prendre des décisions avisées. Une description de ces priorités de recherche devra également figurer dans le rapport de REA.

Conclusion

L'étude de la faune fait partie intégrante de toute REA, ou presque. Ce type d'étude permet de produire une feuille de route initiale de la biodiversité sur les sites importants. En tenant compte des objectifs de la REA et en choisissant avec soin les techniques d'observation qu'elle va mettre en œuvre, l'équipe chargée de la faune peut fournir une importante quantité d'informations fort utiles pour la prise de décisions de gestion. La clé du succès de l'équipe chargée de la faune réside dans une planification attentive avant le démarrage des observations et une coordination parfaite pendant toute la vie du projet.

Bibliographie

- ANCON (Asociacion Nacional para la Conservacion de la Naturaleza) et The Nature Conservancy. 1996. *Ecological Survey of U.S. Department of Defense Lands in Panama. Phase II. Albrook Air Force Station, Corozal Fort Clayton, Fort Amador, Quarry Heights, Semaphore Hill Summit Radio Station*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Balmford, A. et A. Long. 1995. Across-country-analyses of biodiversity congruence and current conservation effort in the tropics. *Conservation Biology* 9:1539-1547.
- Chazdon, R. L., R. K. Colwell, J. S. Denslow et M. R. Guariguata. 1998. *Statistical methods for estimating species richness of woody regeneration in primary and secondary rain forests of NE Costa Rica. DAns Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies*, édité par E. Dallmeier et A. Comiskey. Paris, France: Parthenon Publishing.
- Colwell, R. K. et J. A. Coddington. 1994. Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society (Series B)* 345:101-118.
- FPCN (Fundação para a Conservação da Natureza). 1992. *Pantanal Avaliação Ecologica Rapida*. Rapport non publié. Brasília, Brésil: FPCN.
- Gilbert, L. E. 1980. Food web organization and conservation of Neotropical diversity. Dans *Conservation Biology*, édité par M. E. Soulé et B. A. Wilcox. Sunderland, Mass.: Sinauer Associates.
- Heske, E. J., J. H. Brown et S. Mistry. 1994. Long-term experimental study of a desert rodent community: 13 years of competition. *Ecology* 75:438-445.
- Laurence, W. F., K. R. McDonald et R. Speare. 1996. Epidemic disease and the catastrophic decline of Australian rain forest frogs. *Conservation Biology* 10:406-413.
- Lips, K. R. 1998. Decline of a tropical montane amphibian fauna. *Conservation Biology* 12: 106-117.
- Lombard, A. T. 1995. The problems with multi-species conservation: Do hotspots, ideal reserves and existing reserves coincide? *South African Journal of Zoology* 30: 145-163.
- Muchoney, D. M., S. Iremonger et R. Wright. 1994. *Blue and John Crow Mountains National Park, Jamaica*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Pounds, J. A., M. P. L. Fogden, J. M. Savage et G. C. Gorman. 1997. Tests of null models for amphibian declines on a tropical mountain. *Conservation Biology* 11:1307-1322.
- Sedaghatkish, G. et E. Roca. 1999. *Rapid Ecological Assessment: US. Naval Station Guantanamo Bay, Cuba*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Terborgh, J., S. K. Robinson, T. A. Parker III, C. A. Munn et N. Pierpont. 1990. Structure and organization of an Amazonian forest bird community. *Ecological Monographs* 60:213-238.
- The Nature Conservancy. 1997. *Evaluacion Ecologica Integral, Parque Nacional del Este, Republica Dominicana. Tomo 1: Recursos terrestres*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Timm, R. M. 1994. The mammal fauna. Dans *La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rainforest*, édité par L. A. McDade, K. S. Bawa. H. A. Hespenheide et G. S. Hartshorn. Chicago: University of Chicago Press.

Références standard sur la taxonomie

- American Ornithologist's Union. 1998. *Check-list of North American Birds*. 7th ed. Lawrence, Kans.: Allen Press. Couvre toutes les espèces d'oiseaux d'Amérique du Nord, d'Amérique Centrale et des Caraïbes.
- Frost, D. R. 1985. *Amphibian Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. Lawrence, Kans.: Allen Press et Association of Systematics Collections.
- A présent quelque peu dépassé, cet ouvrage donne la seule liste complète d'amphibiens. Voir le supplément publié en 1993 (Duellman, W. E. *Amphibian Species of the World: Additions and Corrections*. Lawrence, Kans.: University of Kansas, Museum of Natural History Special Publication.)
- King, W. F. et R. L. Burke. 1989. *Crocodylian, Tuatara, and Turtle Species of the World*. Lawrence, Kans.: Association of Systematics Collections. Complet quant aux taxa couverts.

- Schwartz, A. et R. W. Henderson. 1988. *West Indian Amphibians and Reptiles: A Check-list*. Milwaukee Public Museum, Contributions in Biology and Geology No. 74:1-264. Très utile pour les Antilles.
- Sibley, C. G., and B. L. Monroe, Jr. 1990. *Distribution and Taxonomy of the Birds of the World*. New Haven, Conn.: Yale University Press. Le standard le plus récent et le plus largement accepté qui couvre les oiseaux d'Amérique du Sud.
- Wilson, D. E. et D. M. Reeder, eds. 1993. *Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference*. 2nd ed. Washington, D.C.: Smithsonian Institution. Un excellent ouvrage de référence, à présent disponible sur le web, à l'adresse <http://nrmnhgoph.si.edu/gopher-menus/MammalSpeciesoftheWorld.html>.

Sources d'information sur les techniques d'étude

GENERALITES

- Bookhout, T. A., ed. 1994. *Research and Management Techniques for Wildlife and Habitats*. Bethesda, Md.: The Wildlife Society.
- Buckland, S. T., D. R. Anderson, K. P. Burnham et J. L. Laake, eds. 1993. *Distance Sampling: Estimating Abundance of Biological Populations*. London: Chapman and Hall.
- Davis, D. E., ed. 1982. *CRC Handbook of Census Methods for Terrestrial Vertebrates*. Boca Raton, Fla.: CRC Press.
- Gilbertson, D., M. Kent et F. Pyatt. 1985. *Practical Ecology for Geography and Biology, Survey, Mapping and Data Analysis*. London: Unwin Hyman.
- Southwood, T. R. E. 1988. *Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations*. 2nd ed. London: Chapman and Hall.
- Yahner, R. H., G. L. Storm, G. S. Keller, W. Ronald et J. Rohrbaugh, eds. 1994. *Inventorying and Monitoring Protocols of Vertebrates in National Park Areas of the Eastern United States: The Bibliographic Report*. Philadelphia, Pa.: National Park Service.

OISEAUX

- Greenlaw, J., et J. Swineboard. 1967. A method for constructing and erecting aerial-nets in a forest. *Bird-Banding* 38:114-119.
- Hanowski, J., G. Niemi et J. Blake. 1990. Statistical perspectives and experimental design when counting birds on line transects. *Condor* 92:326-335.
- Heimerdinger, M. et R. Leberman. 1966. The comparative efficiency of 30 and 36mm mesh mist nets. *Bird-Banding* 37:280-285.
- Karr, J. 1979. On the use of mist nets in the study of bird communities. *Inland Bird Banding* 51:1-10.
- Ralph, C. et J. Scott, eds. 1981. *Estimating numbers of terrestrial birds*. Lawrence, Kans.: Alien Press.
- Whitaker, A. 1972. An improved mist net rig for use in forests. *Bird-Banding* 43:108.

MAMMIFERES

- Thomas, D. W. et S. D. West. 1989. *Sampling Methods for Bats*. Portland, Ore.: Pacific Northwest Research Station.
- Tuttle, M. D. 1974. An improved trap for bats. *Journal of Mammalogy* 55(2):475-477.
- Wilson, D. E., F. R. Cole, J. D. Nichols, R. Rudran, et M. S. Foster. 1996. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Mammals*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

HERPÉTOFAUNE

- Campbell, H. et S. Christman. 1982. Field techniques for herpetofaunal community analysis. In *Herpetological Communities*, édité par J. Scott. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service.
- Corn, P. et R. Bury. 1990. *Sampling Methods for Terrestrial Amphibians and Reptiles*. Washington, D.C.: U.S. Fish and Wildlife Service.

Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L-A. C. Hayek et M. S. Foster, eds. 1994. *Measuring and Monitoring Biological Diversity: Standard Methods for Amphibians*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.

POISSONS

Beamish, R. 1972. *Design of a Trapnet for Sampling Shallow Water Habitats*. Report no. 305. Ottawa, Canada: Fisheries Research Board of Canada.

Potts, G. et P. Reay. 1987. Fish. Dans *Biological Surveys of Estuaries and Coasts*, édité par J. Baker et W. Wolff Cambridge, Mass.: Cambridge University Press.

Schreck C. et P. Moyle, eds. 1990. *Methods for Fish Biology*. Bethesda, Md.: American Fisheries Society.

INVERTEBRES

Disney, R. 1986. Assessments using invertebrates: Posing the problem. Dans *Wildlife Conservation Evaluation*, édité par M. Usher. London: Chapman and Hall.

Southwood, T. R. E. 1988. *Ecological Methods, with Particular Reference to the Study of Insect Populations*. 2nd ed. London: Chapman and Hall.

Références à des études zoologiques

Erhardt, A. et J. Thomas. 1991. Lepidoptera as indicators of change in the semi-natural grasslands of lowland and upland Europe. Dans *The Conservation of Insects and Their Habitats*, édité par N. Collins et J. Thomas. London: Academic Press.

Murphy, D. et B. Wilcox. 1986. Butterfly diversity in natural habitat fragments: A test of the validity of vertebrate-based management. Dans *Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates*, édité par J. Verner, M. Morrison et C. Ralph. Madison: University of Wisconsin Press.

Zimmerman, B. 1991. *Distribution and Abundance of Frogs in a Central Amazonian Forest*. Tallahassee: Florida State University.

Références à des listes d'espèces menacées à l'échelle planétaire

ETUDE D'OISEAUX EN REPRODUCTION

Bystrak, D. 1981. The North American Breeding Bird Survey. Dans *Estimating Numbers of Terrestrial Birds*, édité par C. J. Ralph et J. M. Scott. Etudes dans Avian Biology No.6. Lawrence, Kans.: Cooper Ornithological Society.

Peterjohn, B. G. 1994. The North American Breeding Bird Survey. *Birding* 26:386-398.

Robbins, C. S., S. Droege et J. R. Sauer. 1989. Monitoring bird populations with Breeding Bird Survey and atlas data. *Annales Zoologici Fennici* 26:297-304.

Un site web de très haut niveau qui permet d'accéder à des données et à une méthodologie d'étude : <http://www.mbr.nbs.gov/bbs/bbs.html>.

VILLES

Bon nombre de pays disposent de bureaux qui maintiennent des listes à jour. Une liste téléchargeable et consultable est proposée sur le web, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/cws-scf/cites/intro_e.html.

IUCN

IUCN. 1996. IUCN Red List of threatened animals. World Conservation Union.

La liste de l'IUCN peut être consultée sur le web, à l'adresse <http://www.wcmc.org.uk>.

Le programme de THE NATURE CONSERVANCY/NATURAL HERITAGE

A l'heure actuelle, les informations mondiales de The Nature Conservancy n'existent pas sous forme publiée. Une base de données des espèces américaines consultable sur le web sera prochainement mise en ligne (www.tnc.org). Pour de plus amples informations sur les espèces présentes en Amérique Latine et dans les Caraïbes, le lecteur est invité à consulter le Zoologiste en Chef du programme pour l'Amérique Latine et les Caraïbes, au siège de TNC.

PARTNERS IN FLIGHT

Partners in Flight est un groupe de représentants de plusieurs organisations gouvernementales ou caritatives. Ces représentants sont accessibles à travers leur site web, à l'adresse <http://www.pwrc.nbs.gov/pif/>.

U.S. ENDANGERED SPECIES ACT (DECRET AMERICAIN SUR LES ESPECES EN VOIE DE DISPARITION)

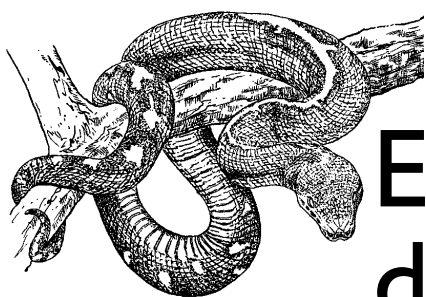
Les espèces mentionnées dans l'U.S. Endangered Species Act sont énumérées sur le site web de l'U.S. Fish and Wildlife Service, à l'adresse <http://www.fws.gov>. Le lecteur pourra y consulter une base de données des espèces ou en télécharger la liste.

Fournisseurs de matériel

La liste de ces fournisseurs est donnée à titre purement informatif aux lecteurs de cet ouvrage. Ceci ne constitue en rien un aval de la part des éditeurs ou de The Nature Conservancy.

- *Amazon Books*. <http://www.amazon.com>. Vend une grande variété d'ouvrages, couvrant vingt-quatre sujets, uniquement sur le web. La base de données de cette société peut être consultée par auteur, par titre, par sujet ou par mot-clé.
- *Avinet; Inc.* Tel. 888-284-6387 ; tél. international 607-844-3277 et fax 607-844-3915. <http://www.avinet.com>. Distribue de l'équipement de terrain, notamment des filets en voile, des balances de précision, des outils de baguage et des bagues. Un permis peut être nécessaire. Possibilité de commandes internationales via le web.
- *Ben Meadows Company*. P.O. Box 80549, Atlanta, GA 30366, USA. Tél. 800-241-6401 ; fax 800-628-2068. <http://www.benmeadows.com>. Propose tout un éventail d'équipement pour les travaux des forêts. Possibilité de commandes via le web.
- *BioQuip Products*. 17803 LaSalle Avenue, Gardena, California 90248-3602, USA. Tél. 310-324-0620 ; Fax 310-324-7931. <http://www.bioquip.com>. Fournit de l'équipement entomologique.
- *Campmor*. Tél. 888-226-7667 ; tél. international 201-825-8300 <http://www.campmor.com>. Distribue de l'équipement de camping et de randonnée, ainsi que du matériel de plein air. Possibilité de commandes internationales via le web.
- *Forestry Suppliers, Inc.* Adresse postale : P.O. Box 8397, Jackson, MS 39284-8397, USA. Tél. 800-647-5368 ; tél. international 601-354-3565. <http://www.forestry-suppliers.com>. Propose des produits pour les travaux des forêts, la science de l'environnement, les sciences de la vie et les observations/l'ingénierie. Possibilité de commander le catalogue via le web.
- *Manomet Center for Conservation Sciences*. Tél. 508-224-6521. Propose des filets en voile.
- *Patricia Ledlie Bookseller, Inc.* One Bean Rd., P.O. Box 90, Buckfield, ME 04220, USA. Tél./Fax 207-336-2778. <http://www.ledlie.com>. Distribue toute une variété d'ouvrages, notamment des guides de terrain, des listes de contrôle et des standards taxonomiques.
- *REI* Tél. 800-426-4840 ; tél. international 253-891-2500. <http://www.rei.com>. Distribue du matériel de camping et de randonnée, ainsi que de l'équipement de plein air. Possibilité de commandes internationales via le web.

Chapitre 7



Evaluation des dangers

Ellen Roca

La plupart des REA comportent une évaluation des dangers existants et potentiels qui menacent les espèces et les types de végétation habitant dans et autour de la zone étudiée. Les évaluations des dangers, essentiellement basées sur les observations faites lors des études de terrain, sont généralement menées durant ou peu après le travail de terrain. Le fait de comprendre les dangers qui existent, les cibles qu'ils peuvent affecter, leur intensité et leur distribution à travers le paysage permet d'affecter des ressources pour les actions de protection de la nature visant à réduire ces dangers. L'information tirée d'une évaluation des dangers peut également servir à la définition des stratégies de protection de la nature, des limites de la réserve et des besoins de gestion, ainsi qu'à l'évaluation de la faisabilité d'une action de protection. L'évaluation des dangers est une autre composante essentielle d'une méthode généralisée de planification de la protection de l'environnement (Figure 5).

A l'échelle des sites, les dangers sont constitués par les activités présentes ou éventuelles d'origine humaine ou naturelle qui interfèrent soit avec la bonne marche des processus écologiques ou des espèces d'une zone, soit avec la gestion et l'administration de cette dernière (Machlis et Tichnell, 1985). Une évaluation des dangers se compose de l'identification, de l'évaluation et du classement des pressions et sources de pressions pesant sur les espèces, les communautés ou les écosystèmes dans un site protégé (Fawver et Sutter, 1996). Une telle évaluation porte sur les menaces qui altèrent les processus (suppression du feu, élimination des herbivores natifs ou altération des régimes hydrologiques) et affectent les espèces et les communautés, soit directement (chasse ou broutage du bétail), soit indirectement (croissance des populations humaines).

Les méthodes qui permettent de caractériser les pressions dans le cadre d'une évaluation des impacts environnementaux (Westman, 1985), d'une analyse des décisions (Maguire, 1986) ou d'une évaluation des risques écologiques (EPA, 1992) sont propres à chaque application et ne couvrent pas toute la palette des pressions anthropogéniques ou naturelles nécessaires à la planification de la protection de l'environnement. Dans ce chapitre, nous décrivons l'évaluation des dangers telle qu'elle est pratiquée en REA. Il s'agit là d'une forme modifiée et simplifiée de la méthodologie complète d'évaluation des dangers utilisée par The Nature Conservancy (Fawver et Sutter, 1996) et son réseau de partenaires mondiaux pour la protection de la nature. Nous nous

inspirons de cet ouvrage pour les définitions, les exemples et les méthodes de caractérisation des dangers que nous y présentons. Nous commençons en caractérisant les pressions et les sources de pressions. Ensuite, nous décrivons le procédé d'évaluation des dangers utilisé en REA et présentons une matrice simple qui permet de comprendre les dangers rencontrés sur les sites. En conclusion, nous décrivons les stratégies de réduction des dangers.

Pressions et sources de pressions

Par pression, il faut entendre tout processus ou événement ayant (ou susceptible d'avoir) un impact direct, négatif au plan écologique ou physiologique, sur les espèces, les communautés naturelles ou les écosystèmes. Une source de pression est une action ou une entité dont découle une pression (Mohan, 1994). Sont considérés comme des exemples de pressions : la fragmentation de l'habitat, la sédimentation, la pollution, la perte d'habitat et la réduction d'effectifs des espèces. L'agriculture, l'utilisation abusive des pâturages et la construction de routes sont quelques sources de pressions. Il est important de différencier la pression de sa source, dans la mesure où l'action de protection vise avant tout la source de la pression. Par exemple, dans une zone protégée, la fragmentation de l'habitat peut constituer une pression pour une espèce d'oiseaux menacée (espèce visée par l'action de protection), tandis que la source de la pression peut être l'agriculture sur brûlis pratiquée par une communauté humaine en pleine expansion. Les actions de protection de l'environnement doivent par conséquent être axées sur une amélioration de cette protection par le moyen de patrouilles, de barrières et de sensibilisation des communautés locales à l'environnement, ainsi que par la recherche d'alternatives à la culture sur brûlis. Un exemple de sources et de pressions, ainsi que des relations qui les lient entre elles, est présenté en Figure 7-1. Une hiérarchie de sources de pression est présentée en Figure 7-2.

Figure 7-1. Sources et pressions et les relations qui les lient. Une seule pression peut avoir plusieurs sources et une seule source peut produire plusieurs pressions.

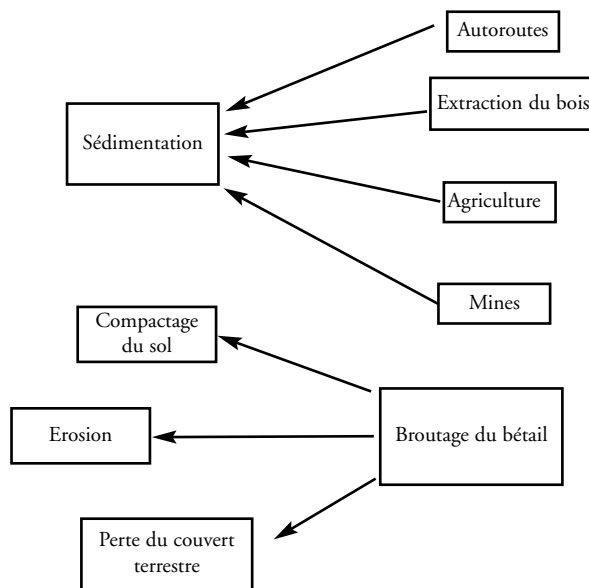
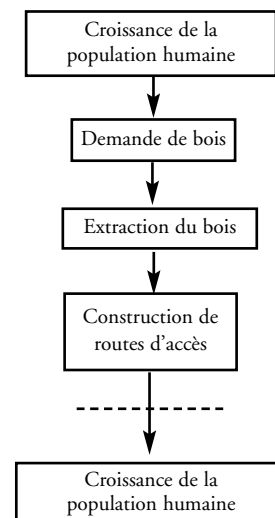


Figure 7-2. Hiérarchie des sources et pressions. Si une pression est produite par une source proche, elle est souvent le résultat de plusieurs sources liées entre elles, toutes hiérarchiquement subordonnées à une source initiale commune.



Méthodes d'évaluation des dangers

Il existe toute une variété de méthodes permettant de caractériser les dangers. La plus simple et la plus courante est une description textuelle des dangers connus sur les sites. Si cette méthode permet d'identifier les dangers, elle ne les caractérise généralement pas de manière adéquate pour la planification de la protection. Les méthodes à base de matrice sont couramment appliquées et peuvent être qualitatives ou semi-quantitatives. Dans le cadre d'une méthode à base de matrice, les pressions sont caractérisées soit par leur source, soit par leur impact sur les objectifs ou les systèmes de protection. L'évaluation des dangers peut également passer par des diagrammes visuels, la mise au point d'un modèle écologique, ou une cartographie des dangers. Certaines évaluations des dangers intègrent une analyse des parties concernées et produisent des diagrammes de situation, qui montrent la relation entre composantes humaines et écologiques du site. Certaines de ces dernières méthodes, qui comportent une enquête sociologique approfondie, ne sont pas mises en œuvre dans le cadre d'une évaluation des dangers réalisée pour une REA.

L'évaluation des dangers dans le cadre de la REA

L'évaluation des dangers mise en œuvre dans le cadre d'une REA utilise une matrice simple et qualitative pour caractériser les pressions qui pèsent sur les types de végétation et les espèces visées par la protection. Un exemple de modèle de matrice standard d'évaluation des dangers est présentée au Tableau 7-1. Les colonnes de la matrice correspondent aux espèces visées par la protection et aux types de végétation, tandis que les lignes représentent les pressions. Les valeurs des cellules – qui restent à déterminer par la personne ou l'équipe qui procède à l'évaluation des dangers – contiennent un classement des pressions, dont les valeurs peuvent être très élevées (la pression a un impact significatif sur la cible), élevées, moyennes ou faibles (la pression n'a pas d'in-

Cibles de protection (Types de végétation et espèces)										
Pressions	Type de végétation 1	Type de végétation 1	Type de végétation 2	Type de végétation 3	Type de végétation 4	Type de végétation 5	Espèce 1	Espèce 2	Espèce 3	Espèce 4
	Pression 1									
Pression 2										
Pression 3										
Pression 4										
Pression 5										
Pression 6										
Pression 7										
Pression 8										
Pression 9										
Pression 10										

Niveaux de pression
 Très élevé
 Elevé
 Moyen (ou menace grave pour l'avenir)
 Faible

Gravité
 Portée
 Réversibilité
 Immédiateté
 Probabilité

Tableau 7-1. La méthode de la matrice des dangers, utilisée en REA. Chaque pression est enregistrée, avec le niveau de son impact sur les types de végétation et les espèces.

Pressions	Systèmes							
	Forêt haute à larges feuilles	Forêt de taille moyenne à larges feuilles	Forêt inondée à larges feuilles	Forêt mixte de mangroves	Mangrove côtier	Fourré nain côtier	Marais	Récifs de coraux/herbiers
Espèces exotiques	M	TE	F	F	F	TE	F	F
Chasse illégale	M	⚠	M	M	⚠	M	M	-
Capture d'espèces en vue de leur vente ou de leur consommation	F	F	TE	M	⚠	M	⚠	TE
Destruction de l'habitat	M	⚠	M	M	M	TE	M	TE
Accumulation de déchets solides	F	M	F	⚠	TE	TE	M	-
Tourisme	F	M	F	⚠	TE	F	F	TE
Contaminants	F	⚠	F	M	⚠	⚠	M	TE

Tableau 7-2: Analyse par matrice des dangers utilisée dans le cadre d'une REA réalisée dans le Parc National de l'Est, en République Dominicaine (modifiée de The Nature Conservancy, 1997). Les niveaux de pression sont faibles (F), moyens (M), élevés (E) ou très élevés (TE) et sont déterminés en tenant compte de la gravité, de la portée, de l'immédiateté et de la réversibilité des dangers identifiés sur les cibles à protéger (types de végétation). Les résultats indiquent que les fourrés nains côtier et les systèmes de récifs de coraux/d'herbiers marins sont gravement affectés par divers dangers.

fluence significative sur la cible). Les critères de classement des pressions doivent tenir compte de la gravité (impact potentiel), de la portée (échelle géographique de cet impact sur le site), de l'immédiateté (pression actuelle ou potentielle), de la probabilité (de se réaliser) et de la réversibilité (potentiel de rétablissement) de chaque pression. Les valeurs numériques correspondant aux classements énoncés ci-dessus sont parfois affectées pour permettre une évaluation semi-quantitative de l'impact cumulé des dangers ou du danger cumulé qui pèse sur un type ou une espèce de végétation en particulier.

Un exemple de matrice des dangers remplies pour la REA du Parc National de l'Est, en République Dominicaine (The Nature Conservancy, 1997) est présenté au Tableau 7-2. Cette matrice des dangers a été uniquement remplie pour les types de végétation et ne comporte aucune évaluation des menaces qui pèsent sur les espèces visées par la protection. L'évaluation des dangers a été réalisée dans le cadre d'un atelier qui s'est tenu peu après le travail de terrain, auquel participèrent l'ensemble des scientifiques, cartographes et gestionnaires qui prenaient part à la REA.

Cartographie de situation

Hormis la caractérisation des pressions à l'aide de la matrice, il est possible de préparer un schéma de cartographie de situation des espèces ou des types de végétation. La cartographie de situation est une représentation visuelle de la manière complexe dont plusieurs pressions et leurs sources influencent différents éléments de la

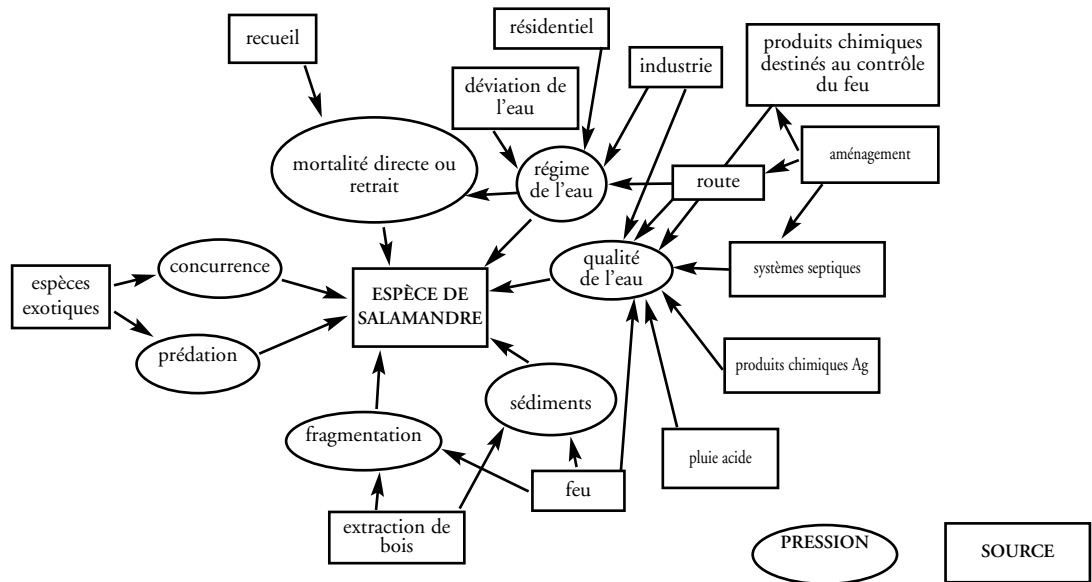


Figure 7-3. Schéma de cartographie de situation des dangers décrivant les pressions imposées sur une salamandre et leurs sources.

biodiversité. Des flèches représentant les relations de cause à effet indiquent les liens entre sources et pressions. La cartographie de situation permet d'exprimer l'ampleur et la complexité des méthodes de réduction des dangers qui doivent être appliquées aux cibles de l'action de protection et à leurs contextes écologiques. La cartographie de situation est une méthode de modélisation visuelle qui peut servir de cadre préliminaire au développement (non quantitatif) de modèles écologiques visuels. Un schéma de cartographie de situation d'une salamandre visée par une opération de protection est présenté en Figure 7-3.

Stratégies de réduction des dangers

Les principaux dangers identifiés dans le cadre de l'évaluation des dangers doivent devenir l'objectif des stratégies de réduction des dangers, qui doivent être proposées et détaillées lors de la définition des recommandations de gestion. Une fois la matrice remplie, des synthèses résumant les cibles à protéger et les pressions les plus intenses, doivent être mises au point. Les espèces et les communautés hautement menacées qui ont été identifiées par l'évaluation des dangers, sont des candidats logiques à une protection accrue. Les pressions répandues et délétères doivent devenir l'objectif principal des efforts de réduction des dangers. Par conséquent, il faudra ensuite déterminer les principales sources de ces pressions, dans la mesure où chaque activité de réduction des dangers doit en viser la source.

Les résultats de l'évaluation des dangers sont exploités lors de la phase d'Intégration de l'Information du procédé de REA, décrit au chapitre suivant. Des matrices d'évaluation des dangers devront être incluses dans le rapport final de REA (voir Chapitre 9).

Bibliographie

- EPA (Environmental Protection Agency). 1992. *Framework for Ecological Risk Assessment*. EPA/630/R-92/001. Washington, D.C.: EPA.
- Fawver, R. et R. Sutter. 1996. Threat assessment. Chapitre 9 dans *Site Conservation Planning Manual*. Document technique non publié. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Machlis, G. E. et D. L. Tichnell. 1985. *The State of the World's Parks: An International Assessment for Resource Management, Policy and Research*. Boulder, Colo.: Westview Press.

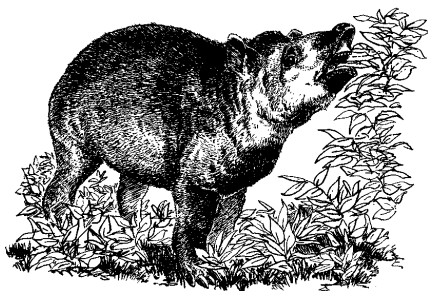
- Maguire, L.A. 1986. Using decision analysis to manage endangered species populations. *Journal of Environmental Management* 22:345-360.
- Mohan, J. 1994. *An Autecological Site Design Model for Nature Reserves*. Master's project, School of the Environment, Duke University.
- Nature Conservancy, The. 1997. *Evaluacion Ecologica Integral: Parque Nacional del Este, Republica Dominicana. Tomo I: Recursos terrestres*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Westman, WE. 1985. *Ecology, Impact Assessment, and Environmental Plannirng*. New York: John Wiley and Sons.

PARTIE IV



GESTION ET INTÉGRATION DE L'INFORMATION ET REPORTING

Chapitre 8



Gestion et intégration de l'information

Ellen Roca

Une REA produit toujours d'importants volumes d'information sous des formats divers. Cette information doit par conséquent être gérée, analysée et intégrée pour permettre la présentation des résultats et l'élaboration des recommandations en matière de protection et de gestion de l'environnement qui résultent de l'évaluation. Ce chapitre décrit les outils de gestion et la méthode d'intégration de l'information, deux éléments absolument essentiels pour la REA.

Nous commencerons tout d'abord par décrire les différentes échelles auxquelles peuvent s'exprimer des données de REA, puis nous poursuivrons en expliquant ce que sont les systèmes de gestion de base de données (SGBD) et ce que sont les structures de ces bases de données. Après cela, nous décrirons ce qu'est l'intégration de l'information dans le cadre d'une REA et envisagerons différentes manières de combiner et d'extraire l'information pertinente en vue de faire progresser la protection du site.

Considérations d'échelle en gestion des données

La méthode de REA à base de filtre grossier/filtre fin génère différents types de données à diverses échelles, ces données devant ensuite être gérées de manière intégrée. Les données de REA sont généralement structurées par thème et par échelle. Pour la plupart, elles sont organisées selon une hiérarchie spatiale (données de point ou de parcelle, structurées par types de polygones, ou situées dans différentes régions d'échantillonnage, par exemple). Pour gérer les données de REA, l'on a coutume de suivre l'information au niveau correspondant à la plus haute résolution spatiale et au degré le plus élevé de désagrégation. En effet, s'il est toujours possible d'agréger l'information, il est rarement envisageable de la décomposer en unités plus petites.

La complexité de l'organisation des données dépend de l'objectif de la REA. Par exemple, si l'objectif de la REA est uniquement de cartographier les communautés végétales, la méthode de gestion des données comportera

un suivi des polygones en tant qu'unité de base d'une analyse – application extrêmement simple de la gestion des données de SIG. Si l'objectif de la REA comporte également des estimations de la diversité, la méthode de gestion des données comportera également une manipulation importante des données de points/parcellestransectes.

Formulaires des données de terrain

Des fiches standard adaptées au recueil des données de terrain devront toujours être utilisées pour assurer la cohérence et la qualité des données recueillies dans le cadre des études de terrain. Des exemples de formulaires de terrain sont présentés en Annexe 2. Il s'agit notamment de fiches de caractérisation de la végétation, de la flore et de la faune trouvées dans les emplacements d'échantillonnage (points) et les parcelles, ainsi que de celles qui ont été rencontrées de manière opportuniste. Ces exemples de formulaires de terrain sont organisés comme suit :

Formulaire 1 : Description de la région d'échantillonnage

Formulaire 2 : Structure de la végétation et dominance dans la région d'échantillonnage

Formulaire 3 : Etude des plantes dans la région d'échantillonnage

Formulaire 4 : Etude des animaux dans la région d'échantillonnage

Formulaire 5 : Echantillonnage des parcelles

Formulaire 6 : Observations opportunistes de plantes

Formulaire 7 : Observations opportunistes d'animaux

Formulaire 8 : Eléments spéciaux - plantes

Formulaire 9 : Eléments spéciaux – animaux

Transcription d'information à partir de formulaires de terrain

Toute analyse des données exige la transcription de l'information depuis les formulaires de terrain vers une archive informatique. Une stratégie adéquate de gestion des données en vue de la saisie et de la manipulation de cette information, élément absolument essentiel, doit comporter une étape de contrôle de la qualité. Cette fonction de contrôle de la qualité est généralement assurée par une seconde personne qui vérifie de manière aléatoire un sous-ensemble d'enregistrements saisis pour en contrôler l'exactitude. Mais ce contrôle de la qualité peut également être beaucoup plus rigoureux et comporter un examen complet de l'ensemble de l'information saisie, ou beaucoup plus sophistiqué, et impliquer la mise en œuvre d'une technique de double entrée (voir Chapitre 6).

L'organisation et la gestion des formulaires papier sont aussi importantes que celles des fichiers et des enregistrements informatiques, dans la mesure où ces documents constituent toujours la source principale d'information tirée du terrain. Pour pouvoir être référencés, ces formulaires doivent être classés de manière logique et organisée, conformément à la structure de la base de données informatique.

Systèmes de gestion de base de données

La gestion des données de REA dans un système de gestion de base de données (SGBD) facilite l'analyse, l'intégration et la présentation des données. Une base de données est un ensemble organisé et ordonné d'informations visant à répondre à un besoin donné. Un SGBD permet de maintenir et d'interroger des données en environnement informatique. La sélection d'un SGBD destiné à être utilisé pour une REA et la planification de sa structure doivent faire l'objet d'une attention toute particulière de la part des gestionnaires d'information. En général, la gestion des données de la plupart des REA passe par le SIG, dans la mesure où ce dernier comporte un puissant « moteur » de SGBD. La fonction SGBD du SIG est décrite au Chapitre 3. S'il est déterminé qu'un SGBD supplémentaire, non relié au SIG, est nécessaire, il devra alors avoir les attributs suivants :

- *Formatage simple et logique.* La structure des données et des champs doit permettre une saisie rapide et facile des données.

- *Fonctionnalités analytiques.* En général, l'objectif d'une REA est de fournir des données de base assez rossières. Par conséquent, il n'est pas nécessaire que le SGBD comporte une fonctionnalité complexe d'analyse statistique. Cependant, il devra permettre de réaliser quelques consultations et calculs extrêmement simples.
- *Reporting.* L'analyse et la présentation des résultats de la REA peuvent nécessiter un compte-rendu des espèces organisé par types de végétation et statut de protection, ainsi qu'en fonction d'autres caractéristiques propres aux espèces. Par conséquent, il est recommandé de pouvoir disposer de fonctions flexibles, conviviales et personnalisées de reporting.
- *Tracé de schémas.* Selon les objectifs de la REA, une fonctionnalité de tracé de schémas sera nécessaire ou souhaitable.
- *Fonctionnalités relationnelles.* Les données multi-thématiques, multi-échelles peuvent imposer l'utilisation de fonctionnalités de tables relationnelles et de mise en relation de champs clés.
- *Types de données.* Il sera nécessaire de gérer et de trier des nombres, du texte, des dates, des pourcentages et, éventuellement, d'autres types de données.

La première étape de la planification d'une base de données de REA consiste à déterminer l'usage prévu des données. A quelles questions devront-elles répondre et comment ces données seront-elles manipulées et analysées pour parvenir à ces réponses ? L'étape suivante consiste à définir quelles données seront requises et saisies dans la base de données. La méthode la plus simple consiste à dresser la liste des éléments qu'elle devra contenir et des types de données à y intégrer.

Les jeux de données de REA sont complémentaires et l'intégration des différents jeux de données disciplinaires (données sur la végétation ou la faune ou données socioéconomiques, par exemple) est nécessaire à l'interprétation des résultats de la REA et à la formulation des recommandations de gestion. Il est par conséquent recommandé d'utiliser un seul SGBD pour gérer l'ensemble des jeux de données, qui doivent d'ailleurs être reliés entre eux. L'intégration de l'information sur la flore, les oiseaux et les mammifères, par exemple, est difficile si cette information est répartie entre trois SGBD différents.

Structure de la base de données

La structure de la base de données d'une REA est dictée par le type des informations recueillies et la manière dont elles doivent être analysées. Toute structure de SGBD – qu'il s'agisse ou non d'un SIG – devra comporter les éléments suivants :

- *Fichier.* Ensemble d'informations, par exemple fichier de base de données ou fichier de commandes, stockées sous forme d'une unité identifiable.
- *Enregistrement.* Unité intégrale de données. Dans certaines bases de données, un enregistrement est constitué de l'information figurant sur une ligne dans un tableau rectangulaire constitué de lignes et de colonnes.
- *Champ.* Un champ contient une information.
- *Valeur.* Les données recueillies et stockées en vue d'être analysées et récupérées ultérieurement.

Chaque entité pour laquelle de l'information sera recueillie dans le cadre d'une REA (plante ou communauté végétale, par exemple) possédera son propre ensemble d'enregistrements. Ces entités correspondent à différentes échelles spatiales et à différentes représentations (point, ligne ou polygone). Par conséquent, un SIG constitue souvent la manière la plus complète de gérer l'information d'une REA. Cette sophistication de la représentation des caractéristiques, assortie de la capacité intrinsèque qu'a un SIG d'intégrer l'information d'une REA dans l'espace et de la représenter visuellement, en fait un SGBD de prédilection pour une REA. En pratique, pour la plupart des REA, le SGBD de base qui est utilisé est presque systématiquement un SIG. D'autres méthodes de gestion des données (bases de données relationnelles ou tableurs, par exemple) peuvent être envisagées si la base de données du SIG de base ne répond pas à l'ensemble des objectifs de gestion de l'information de la REA.

Intégration de l'information

L'un des principaux atouts de la REA est lié à l'intégration de différents types d'information correspondant à des échelles diverses pour générer les recommandations finales en matière de protection de la nature. Lors de la phase d'intégration, l'ensemble des informations pertinentes et des données disponibles sont rassemblées, combinées et synthétisées, souvent au moyen d'outils analytiques tels que cartes, tableaux, schémas et graphiques. Cette synthèse permet une meilleure compréhension des relations spatiales entre les différents éléments de la biodiversité qui font l'objet de l'évaluation et permet d'identifier des priorités en matière de protection et de gestion. Les résultats de chaque évaluation (oiseaux, végétation, plantes, mammifères et dangers, par exemple) sont souvent combinés de manière efficace par l'utilisation d'un SIG visant à générer des cartes qui permettent de caractériser la distribution des unités de végétation, des espèces à protéger, des zones les plus importantes pour la biodiversité et des dangers. Cette fonctionnalité d'intégration dans l'espace constitue par conséquent un excellent outil de planification de la protection. Hormis l'intégration des jeux de données, les rapports produits dans chaque discipline – avec leurs analyses des dangers, leurs conclusions et leurs recommandations – doivent être intégrés en un seul document final cohérent. Par conséquent, d'une certaine manière, intégrer l'information revient tout simplement à amasser, combiner et superposer l'ensemble des informations pertinentes pour la REA. Or, l'ensemble de ces tâches est généralement assuré de manière spatialement explicite à l'aide d'un SIG.

Une autre méthode d'intégration de l'information de REA consiste à poser des questions relatives à la planification de la protection de l'environnement. Les réponses à ces questions permettent ensuite de mettre au point des recommandations de gestion.

L'atelier d'intégration

Le meilleur forum permettant d'intégrer l'information produite par les différentes disciplines, de poser les questions relatives à la gestion et d'élaborer des recommandations, est un atelier auquel assistent les principaux scientifiques et responsables, ainsi que le personnel de la zone protégée. Les équipes de chacune des disciplines doivent présenter leurs résultats au groupe et les discussions doivent être centrées sur les priorités en matière de protection et les nécessités de gestion. Cet atelier est souvent dirigé, mais pas obligatoirement, par la personne chargée de rédiger le document final de la REA. Cette mission exige d'excellentes compétences de coordination. L'atelier d'intégration se tient généralement peu de temps après le travail de terrain.

Rassemblement des jeux de données

La phase d'intégration commence par le rassemblement des différents jeux de données et rapports produits dans le cadre de la REA par les équipes des différentes disciplines (sources primaires d'information), ainsi que des éléments produits par les sources d'information secondaires. Ces dernières peuvent comporter des cartes régionales et écorégionales (Dinerstein et al., 1995), des cartes thématiques nationales ou locales (Holdridge, 1967), des cartes topographiques de base, des guides de terrain et des listes existantes de la flore et de la faune. Les sources primaires d'information produites dans le cadre de la REA peuvent être, entre autres : les images satellite, les cartes thématiques du site (géologie, élévation, routes et rivières), les rapports disciplinaires, les cartes de la végétation, les emplacements étudiés superposés sur la végétation, les photographies panoramiques et détaillées produites dans le cadre du travail de terrain et de la reconnaissance aérienne, les tableaux de synthèse de la végétation classée, les descriptions de la végétation, les cartes et matrices produites dans le cadre de l'analyse des dangers, ainsi que les données relatives à l'utilisation des ressources et d'autres informations produites dans le cadre d'études sociologiques.

Les informations spatiales doivent toutes exister dans le SIG de base (Chapitre 4). Il est possible de disposer d'une fonctionnalité temps réel, interactive du SIG permettant la consultation et l'analyse des éléments lors de l'atelier d'intégration. Cette fonctionnalité est vivement conseillée. Au minimum, que l'on dispose ou non d'un SIG interactif, toutes les cartes papier devront être affichées selon une séquence pertinente. En prévision de l'atelier, l'équipe chargée de la cartographie devra préparer ces cartes en choisissant une échelle

d'affichage qui facilite la discussion, puis les imprimer une par une à cette même échelle, pour permettre au groupe chargé de l'intégration de les comparer facilement dans l'espace.

Méthodes analytiques

Si différentes méthodes analytiques (requêtes spatiales, tableaux de comparaison ou cartographie de situation, par exemple) permettent d'intégrer l'information, la démarche adoptée et les résultats recherchés devront toujours être déterminés en fonction des objectifs de la REA. Plusieurs couches de données peuvent être fusionnées dans le SIG pour être ensuite examinées dans un cadre spatial cohérent offrant une perspective intégrée. Les données d'un type peuvent être analysées par rapport à un autre type. Par exemple, les espèces à risque peuvent être cartographiées de manière combinée avec les principaux lieux de chasse, pour permettre d'identifier les emplacements pouvant être désignés comme étant hors limites par rapport à la chasse. La distribution des espèces visées par les opérations de protection peut être cartographiée par rapport aux unités de végétation qu'elles occupent. L'intégration spatiale de l'information relative aux unités de végétation, aux espèces, aux dangers, aux routes et à l'infrastructure, aux lignes de partage des eaux, voire à d'autres couches selon le projet, offre diverses perspectives fort utiles. Ces résultats permettent de développer des plans de découpage en zones et de définir des zones prioritaires pour les actions de protection de l'environnement.

Autre outil d'intégration fort utile : le tableau de comparaison. Des tableaux comparant les types de végétation, les zones, les estimations de la diversité taxonomique ou le nombre d'espèces observées pour chaque grand groupe taxonomique, ainsi que diverses cibles à protéger dans différentes régions d'échantillonnage, facilitent la planification de gestion. Un tableau semblable contenant cette même information, mais par emplacement d'échantillonnage, permet de disposer d'une information encore plus détaillée.

Cadre d'évaluation de la protection

Poser un ensemble de questions ciblées visant à extraire l'information la plus pertinente pour la planification de la protection de l'environnement, permet de tirer des conclusions quant aux principaux besoins de gestion de la zone considérée. Ces conclusions posent les bases pour la formulation de recommandations. Le lecteur trouvera ci-dessous des exemples de questions destinés à organiser les résultats d'une REA selon une perspective de gestion :

1. *Quelles sont les parties du site les plus intactes ?* Pour répondre à cette question, il faut commencer par déterminer où sont situés les exemples les plus représentatifs de chaque type de végétation et quelles parties du site sont les moins perturbées. Celles-ci pourront être les zones affectées par un nombre minimal de dangers ou présenteront une composition de la faune et de la flore reflétant un habitat peu perturbé. Les sources d'information permettant de répondre à cette question sont le rapport sur la faune, les caractérisations de la végétation et la carte correspondante, les emplacements des cibles à protéger, l'emplacement des dangers et les zones d'utilisation des ressources.
2. *Certaines zones présentent-elles une concentration particulièrement élevée de cibles à protéger (espèces et types de végétation) et, le cas échéant, où sont-elles situées ?* Ces zones peuvent exiger une protection stricte. Les cartes des cibles à protéger, les rapports sur la faune et la flore, ainsi que les tableaux des espèces cibles par point d'observation, peuvent aider à répondre à cette question.
3. *Existe-t-il des zones présentant une diversité particulièrement élevée des espèces ?* Des tables et cartes (le cas échéant) de la diversité taxonomique et/ou de l'estimation de la diversité par site étudié et par type de végétation, permettent de répondre à cette question. Les zones qui correspondent à la fois aux questions 2 et 3 doivent être notées pour leur importance en matière de biodiversité.
4. *Trouve-t-on des occurrences d'espèces à protéger présentant une étendue particulièrement restreinte ?* Les cartes des emplacements des espèces cibles ou les listes d'espèces cibles par point d'observation fournissent cette information. Si une espèce cible importante semble être présente de manière particulièrement limitée, la zone concernée devra faire l'objet d'une protection stricte.

5. *Quelles sont les zones présentant une concentration élevée de dangers ou quelles sont les zones les plus affectées ? S'agit-il de zones situées à proximité de celles qui ont été identifiées aux questions 2, 3 et 4 ci-dessus ?* Ces zones peuvent être de bonnes candidates pour un programme de réduction des dangers ou une opération de restauration. Elles peuvent également faire l'objet de futurs programmes d'observation destinés à mesurer l'efficacité des programmes de protection et de régénération. Pour répondre à cette question, l'on pourra s'inspirer des matrices d'analyse des dangers, des caractérisations de la végétation et des cartes des dangers, des communautés végétales et des emplacements visés par les opérations de protection.
6. *Quels types de végétation, processus écologiques (inondations saisonnières ou incendies, par exemple) ou habitats sont nécessaires au cycle de vie des différentes espèces visées ?* Ces habitats ou processus spécifiques sont-ils menacés par certains dangers particuliers ? Les types de végétation et les habitats étant fréquemment utilisés en tant qu'unités de planification de base pour la plupart des décisions et pratiques de gestion, il est très important d'envisager l'ensemble des conditions environnementales requises par les cibles à protéger. Les recommandations émises devront promouvoir des stratégies de protection permettant de préserver cette variation de l'environnement et d'alléger l'effet des dangers sur ces zones. Les sources d'information permettant de répondre à cette question seront, notamment, les cartes des cibles à protéger, la carte des dangers et différentes publications (les résultats de la REA ne comportent généralement aucune caractérisation des préférences en matière d'habitat).
7. *Quel type de recherche est nécessaire à une meilleure compréhension et à une meilleure gestion des cibles à protéger, de l'écologie de la zone protégée, des dangers et des communautés humaines ?* Si les REA permettent avant tout de caractériser l'identification et l'emplacement des cibles à protéger, elles sont plus orientées vers l'inventaire que vers la recherche. Une recherche destinée à caractériser l'écologie des espèces et des communautés peut être indiquée.
8. *Certaines espèces exotiques sont-elles envahissantes au point de poser problème ? Quels sont leurs effets sur la végétation à protéger et sur les espèces de flore et de faune ?* Des pratiques de gestion sont-elles en place pour éradiquer ces espèces exotiques ? Les sources d'information qui permettent de répondre à ces questions sont, entre autres, le rapport d'étude sur la flore, le rapport sur la faune, ainsi que les publications relatives aux effets potentiels de ces espèces exotiques et aux pratiques de gestion.
9. *Quelles zones/quels habitats/quels types de végétation/quelles communautés naturelles sont particulièrement fragiles ?* Il s'agit là d'identifier les zones qui peuvent être facilement dégradées ou qui sont difficiles à restaurer et qui peuvent, par conséquent, nécessiter une protection stricte. Cette information doit être mise en exergue dans le rapport sur la végétation.

Si le site en cours d'étude est une zone protégée, comme c'est souvent le cas, les questions complémentaires ci-dessous doivent également être posées :

10. *Faut-il prévoir des zones tampons autour de la zone protégée ? Si oui, où doivent-elles se situer et quelle doit en être l'ampleur ?* Pour répondre à cette question, il faut analyser dans l'espace la végétation, les dangers et les colonies humaines qui entourent la zone étudiée. Si ces éléments empiètent sur la zone protégée ou si d'autres activités humaines exercées aux alentours du site nuisent à cette dernière, il est conseillé de ménager une zone tampon.
11. *Les limites de la zone protégée ont-elles été déclarées juridiquement ? Ces limites sont-elles clairement marquées et identifiables par les populations locales ?* Il convient d'examiner la législation en vertu de laquelle la zone est déclarée protégée pour vérifier si elle prévoit une démarcation claire des limites de cette zone. Si certaines limites n'ont pas fait l'objet d'une déclaration légale, une recommandation dans ce sens doit suivre. Pour empêcher tout empiètement ou toute extraction des ressources, ces limites doivent être clairement démarquées.
12. *La catégorie de protection de la zone protégée est-elle adaptée aux communautés et aux espèces visées par les opérations de protection ?* Il est important de tenir compte du type et du niveau de protection prévue pour la zone considérée, dans la mesure où certains sites peuvent être désignés comme étant des zones à usages multiples, des réserves d'extraction, des réserves scientifiques ou des corridors biologiques. Il est essentiel de

noter comment ceci va influencer les cibles à protéger et si une gestion ou une catégorie de protection différente est garantie.

13. *Les limites actuelles de la zone protégée préservent-elles de manière adéquate les habitats dont ont besoin les cibles à protéger pour pouvoir survivre ?* L'information secondaire relative aux besoins en habitat et en surface des espèces à protéger et aux processus écologiques nécessaires à la survie de ces habitats, est indispensable pour pouvoir répondre à cette question. Une carte des types de végétation à protéger permet également de déterminer si les habitats s'étendent au-delà des limites de la zone protégée et si ces limites doivent être repoussées pour intégrer pleinement ces habitats.

Le fait de poser ces questions et d'y répondre permettra d'axer le processus d'intégration sur la gestion de la protection. En outre, ces questions devront être débattues dans le cadre du document final de REA. Une fois ce processus achevé, bon nombre de recommandations de gestion apparaissent évidentes, et les résultats de la REA se transforment : d'information émanant d'une étude scientifique, ils deviennent le moteur d'une action de protection de la nature.

Autres perspectives de gestion

Les sites ne seront pas tous gérés exclusivement dans un esprit de protection de la nature. Il est par conséquent également important d'inclure dans le processus d'intégration les informations sur les dimensions non liées à la gestion de la protection de l'environnement. Il est reconnu qu'un site peut comporter une foule d'autres dimensions de gestion qui ne seront pas traitées dans l'analyse des données biologiques. Ces dimensions sont, entre autres orientations de gestion, la génération de chiffre d'affaires provenant de l'écotourisme, la sensibilisation à l'environnement, la sécurité des frontières et la protection des ressources culturelles et historiques. Ces autres approches peuvent être aussi importantes pour l'utilisation et la planification futures de la zone, que la gestion de la protection de la biodiversité. A ce titre, elles doivent également être prises en compte lors de l'atelier d'intégration.

Etablissement de priorités entre sites

L'un des objectifs spécifiques de bon nombre de REA, notamment celles qui sont mises en œuvre à l'échelle régionale, est l'établissement de priorités au sein d'un sous-ensemble de sites désignés pour la protection. Les méthodes à base de matrices permettent d'évaluer et de comparer les sites en fonction d'un ensemble prédéfini de critères. Les matrices de définition des priorités peuvent être simples ou extrêmement complexes. Les matrices les plus élémentaires comparent l'importance biologique (définie en fonction de la diversité des espèces, de l'endémisme, de la diversité de l'écosystème...) et le statut de protection (quantité et qualité de l'habitat restant, dangers réels ou perçus...) des différents sites. Les méthodes à base de matrices plus complexes classent les sites en fonction de critères prédéterminés, comme par exemple :

- Présence d'espèces et de communautés à protéger
- Fragilité écologique
- Diversité des espèces
- Centres d'endémisme/Espèces endémiques
- Diversité génétique
- Etat de l'habitat (en termes de perturbation)
- Connectivité entre zones
- Diversité des paysages et des écosystèmes
- Valeur pour la recherche
- Valeur économique
- Viabilité

- Potentiel de tampon
- Valeur socioéconomique
- Potentiel de restauration
- Emplacement dans un marais
- Valeur culturelle
- Valeur esthétique ou importance pour le paysage

Ces critères sont ensuite évalués pour certaines unités de planification spatiale, comme par exemple les marais, les régions d'échantillonnage de la REA, les classes de couvert végétal terrestre, les principaux types d'habitat ou les emplacements d'échantillonnage. L'utilisation d'un SIG permet de faciliter ce type d'analyse des priorités. Les unités de planification spatiale présentant les scores les plus élevés pour ces critères d'établissement de priorités sont généralement identifiées comme étant des zones à protéger en priorité.

Définition de recommandations

L'une des dernières étapes de la REA comporte la définition des recommandations en matière de protection de l'environnement, qui doivent informer les décisions d'affectation des ressources. Ces recommandations doivent être aussi spécifiques que possible et doivent identifier les parties chargées de les appliquer. Elles doivent s'adresser aux décideurs adéquats et être formulées dans le langage qui convient. Si la décision de mettre ou de ne pas mettre en œuvre les recommandations échappe au contrôle de l'équipe de la REA, une vaste diffusion des résultats, assortie d'une communication efficace avec l'entité mandatée pour assurer l'intendance de la zone, augmentera la probabilité de leur adoption.

En règle générale, les recommandations en matière de protection de l'environnement sont axées sur les orientations suivantes :

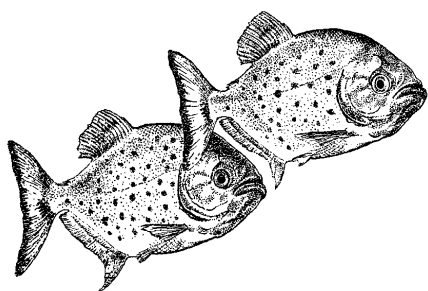
- Développement de l'infrastructure de parc nécessaire à la protection des ressources biologiques
- Sujets d'investigation future
- Espèces ou végétation nécessitant des programmes de gestion ou de surveillance
- Pratiques de gestion des types de végétation (prescription d'en brûler certains, par exemple)
- Contrôle des espèces exotiques
- Définition de nouvelles limites pour la zone protégée
- Création de corridors biologiques
- Création de zones tampons
- Zonation
- Sensibilisation à l'environnement
- Pratiques alternatives concernant l'utilisation des ressources (pour les communautés humaines locales)
- Pratiques destinées à préserver la productivité des marais
- Zones à protéger en priorité

Pour être efficaces, ces recommandations doivent être largement diffusées, de préférence sous forme d'ouvrages publiés. Le prochain chapitre donne une description détaillée de la manière dont doivent être rédigés et publiés les rapports de REA.

Bibliographie

- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder, et G. Ledec. 1995. *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, D. C.: The World Bank.
- Holdridge, L. R. 1967. *Life Zone Ecology*. San Jose, Costa Rica: Tropical Science Center.

Chapitre 9



Rédaction et publication du rapport de REA

Gina Sedaghatkish

Les études de terrain et l'analyse des données d'une REA sont une manière efficace d'exploiter les fonds de protection de la nature, à condition que les constats et les produits soient correctement présentés et diffusés auprès du public concerné, notamment auprès des personnes qui peuvent influencer sur la protection de la diversité biologique dans la zone étudiée. Le document final de la REA constitue la représentation ultime de la REA et sert de principal outil pour justifier les recommandations. Ce document présente les principaux constats, les conclusions et les recommandations à soumettre aux gestionnaires et aux décideurs. Les rapports de REA ont une grande influence sur la protection de la nature. C'est pourquoi ils doivent être publiés sans tarder, de manière à préserver l'élan « vert » suscité par la REA. Bien que la rédaction, la publication et la diffusion du document constituent les dernières étapes du processus, leur préparation doit démarrer dès les phases de planification.

Nous commencerons par examiner la dimension planification de la rédaction et de la publication, après quoi nous réfléchirons au public visé par la publication et aux principales composantes du document final de la REA. Ensuite, nous décrirons les procédés de révision et de publication, puis nous conclurons par une description des principaux problèmes à envisager lors de la publication d'un rapport.

Planification de la rédaction

Il est important de déterminer dès les débuts de la REA quels seront les auteurs du rapport, dans la mesure où cela permet d'optimiser l'efficacité de la rédaction. Chaque équipe responsable d'une discipline doit nommer une personne ayant de bonnes capacités d'écriture, qui sera chargée de rédiger et de remettre son rapport. Une ou deux personnes prenant pleinement part au projet et ayant des talents d'écrivains sont identifiées pour la

rédaction, la relecture et la publication du document intégré. Ces personnes devront présenter les caractéristiques suivantes :

- excellentes capacités de rédaction et d'organisation, assorties d'une parfaite connaissance de la langue dans laquelle le document doit être rédigé
- engagement total dans cette entreprise, la rédaction et la préparation du document en vue de sa publication demandant au moins huit semaines de travail à temps complet
- parfaite compréhension de la méthodologie de REA, des objectifs spécifiques du projet, ainsi que des renseignements nécessaires sur la zone étudiée et le public visé
- expérience de l'intégration de données sur les espèces de plantes et d'animaux avec les données sur les communautés végétales et les dangers, ainsi que compréhension des principes de biologie de la protection de l'environnement.
- participation continue à la REA, dès les premières phases de conception et de planification.
- expérience de la préparation de documents en vue de leur publication, avec éventuellement connaissances en PAO.

La table des matières du rapport de chaque discipline et du document intégré devra également être établie dès la planification initiale de la REA. La mise au point d'une table des matières préliminaire dès le début aidera les équipes à bien définir leurs objectifs. En outre, cette démarche pourra susciter une réflexion critique sur la relation entre objectifs du projet et études de terrain. Les Chapitres 5 et 6 décrivent les types de synthèses et d'analyses de données que peuvent produire les équipes responsables des différentes disciplines pour faciliter

Exemple de table des matières : rapport sur la faune

Quatre Sections :

1. Note de synthèse
- II. Ornithologie
- III. Herpétologie
- IV. Mastrozoologie

Chaque section taxonomique contient :

- A. Les noms des personnes qui ont recueilli les données sur le terrain
- B. Un résumé
- C. Des informations sur le contexte
- D. Une méthodologie
- E. Les résultats
 1. Nombre d'espèces par classe de végétation
 2. Composition de la richesse des espèces
 3. Eléments spéciaux et leurs habitats
 4. Eléments spéciaux par classe de végétation
 5. Liste des espèces menacées d'après :
 - a. Faune menacée du Paraguay
 - b. CDC
 - c. IUCN
 - d. CITES
 6. Densité ou abondance.
- F. Carte de l'emplacement des éléments spéciaux
- G. Discussion
 1. Identification des zones fragiles
 2. Dangers
 3. Commentaires sur la distribution
- H. Recommandations
 1. Sites et espèces à surveiller (avec carte)
 2. Programmes de gestion
 3. Besoins de recherches futures
- I. Bibliographie
- J. Annexe
 1. Listes des espèces observées par classe de végétation

Encadré 9-1. Projet de table des matières pour le rapport sur la faune réalisé durant l'atelier de planification d'une REA en cours au moment de la rédaction de cet ouvrage, dans la région de Chaco, au Paraguay. Le plan met en exergue l'acquisition et l'analyse des données.

Table des matières générique pour le document final d'une REA

1. Note de synthèse
II. Introduction
A. Objectifs
III. Zone étudiée
IV. Méthodologie
A. Télédétection et cartographie
B. Analyse de la végétation et études floristiques
C. Etudes de la faune
1. Mammifères
2. Oiseaux
3. Reptiles et amphibiens
4. Poissons
D. Evaluation des communautés humaines
E. Analyse des dangers
V. Résultats et discussion
A. Types de végétation
1. Contexte
2. Résultats
3. Description des types de végétation
4. Discussion
5. Types de végétation importants pour la protection de la nature
B. Plantes
1. Contexte
2. Résultats
3. Discussion
4. Espèces à risque
5. Habitats importants pour les espèces de plantes à risque
C. Faune (pour chaque taxa)
1. Contexte
2. Résultats
3. Discussion
4. Espèces à risque
5. Habitats et types de végétation importants pour les espèces animales à risque
D. Communautés humaines
1. Contexte général
2. Contexte historique des modes d'occupation du sol
3. Démographie
4. Caractérisation des communautés
a. Bref historique
b. Statistiques générales
c. Profil domestique – structure et économie de la famille nucléaire
d. Caractérisation de l'organisation de la communauté – structure de prise de décisions dans la communauté (institutions politiques, économiques et sociales)
5. Modes actuels d'utilisation des ressources naturelles
a. Contexte écologique général de la région
b. Utilisation du sol dans la zone étudiée
c. Typologie de l'utilisation du sol et des ressources
- Agriculture
- Bétail
- Forêts
- Chasse et pêche
- Activités agroforestières
6. Perceptions de la communauté concernant le statut des ressources naturelles (évolutions au fil du temps)
7. Participation à la protection de la nature, au développement durable et aux projets de gestion des zones protégées
a. Relations entre les communautés et la zone protégée
b. Initiatives de protection et de développement dans les communautés (descriptions et analyse)
E. Analyse des dangers
VI. Conclusions et recommandations
A. Conclusions
B. Recommandations

Encadré 9-2. Modèle en vue du développement d'une table des matières pour le document de REA. Des exemples de sections sont proposés pour l'analyse de la végétation, des flores et de la faune, ainsi que pour l'évaluation de la communauté humaine et des dangers.

l'écriture du document intégré. L'Encadré 9-1 présente un projet de table des matières pour un rapport sur la faune réalisé dans le cadre d'une REA qui est en cours au Paraguay au moment où nous rédigeons ceci. L'Encadré 9-2 présente une table des matières générique pour un document totalement intégré.

Public visé

Avant de rédiger le document final, il convient de bien définir le public visé par le document. Les ambiguïtés relatives au public visé sont l'un des obstacles à surmonter. Une REA peut s'adresser à un public à la fois vaste et divers. En règle général, le premier public visé est constitué des institutions chargées de mettre au point et d'administrer les initiatives de protection de la nature et de gérer les ressources dans le cadre de la zone étudiée. D'autres publics secondaires, également très importants, doivent être pris en compte. Il s'agit notamment d'institutions académiques intéressées par la recherche en matière de protection de la nature, d'institutions de financement, ainsi que d'organisations gouvernementales ou non gouvernementales qui influencent l'allocation des ressources et la mise en œuvre du projet dans la zone étudiée, ainsi que dans son voisinage. Tous les rédacteurs des documents de REA doivent relever le défi de déterminer la présentation des données, le langage et le style, le formatage et la mise en forme qui conviendront le mieux aux attentes du public visé.

Une REA de la région de Tempisque, au Costa Rica (Maldonado et al., 1995), illustre le vaste public auquel doit répondre un document de REA. La région, d'une superficie de 240 000 hectares, est constituée d'une mosaïque de zones naturelles, de terres agricoles et de zones de transition. Si l'explosion de la production agricole a provoqué une augmentation spectaculaire de la valeur économique de la région, elle en a également amenuisé le peuplement forestier et les zones marécageuses naturels. La REA avait pour objectifs de documenter et de présenter les modes passés et actuels d'occupation du sol, la vocation du terrain et la distribution des espèces. Les produits de REA étaient nécessaires au développement de la collaboration entre parties concernées par les initiatives de protection de la nature et de gestion des ressources. Le document de REA devait présenter les données de manière efficace à un vaste groupe de personnes extrêmement diverses quant à leurs connaissances scientifiques et leurs centres d'intérêt : organisations non gouvernementales de protection de la nature, de développement et d'agriculture ; propriétaires terriens ; et agences gouvernementales.

Principales composantes du document de REA

La Note de Synthèse du document final est extrêmement importante parce qu'il s'agit généralement de la section la plus lue, voire de la seule à être lue par un certain nombre de personnes pouvant exercer une influence sur les futures décisions prises concernant le site. Une Note de Synthèse ne doit pas se contenter de résumer les différents chapitres du document : elle doit indiquer le contexte du projet, en définir les objectifs et en souligner les grands constats importants pour la protection et la gestion de l'environnement. Cette section doit mettre en exergue les principales recommandations formulées par l'équipe. Le fait d'intégrer, dans la Note de Synthèse, des cartes et tableaux des espèces et des types de végétation visés par l'action de protection peut orienter l'attention sur les résultats de la REA et sur l'importance de la protection de la zone étudiée. Les Chapitres 5, 6 et 8 décrivent en détail les principales synthèses et analyses de données qui constituent l'essentiel du reste du document.

La Note de Synthèse ne doit pas remplacer l'Introduction. En effet, l'Introduction doit énoncer les objectifs de la REA et fournir de l'information pertinente sur le contexte de l'étude de la zone, notamment les populations et l'histoire naturelle, le lieu, la géographie et le climat. Pour économiser du temps sur le processus de rédaction de la REA, il est possible de rédiger l'essentiel de l'Introduction avant la fin du travail de terrain.

Le chapitre sur les Méthodologies est une autre grande composante du document final. Les équipes chargées de la cartographie et du terrain caractériseront leurs méthodes dans leurs rapports disciplinaires respectifs. L'équipe chargée de la cartographie doit décrire les sources de données utilisées pour les fonds de carte et les images, l'échelle et le logiciel utilisés, les procédures de vérification du terrain, ainsi que d'autres éléments relatifs à la cartographie effectuée dans le cadre de la REA. Toute description des méthodes de terrain doit couvrir la procédure de sélection des sites d'échantillonnage et des types d'études menées. Des méthodologies

détaillées d'échantillonnage sont nécessaires pour les rapports disciplinaires et des synthèses de ces méthodologies doivent être développées en vue du rapport final.

Le chapitre sur les Résultats doit contenir des cartes, des tableaux et des descriptions textuelles de types de végétation et des espèces. Il est préférable de présenter les listes détaillées d'espèces sous forme d'annexes.

Un chapitre de Conclusions et de Recommandations, qui conclut la partie principale du rapport, présente les conclusions et les recommandations tirées de la phase d'Intégration de l'Information (Chapitre 8). Ce chapitre, qui explique l'objectif et les futurs effets de la REA, devra être extrêmement bien construit, de manière à ce que son impact soit maximal.

Les cartes sont un élément essentiel du rapport final. Ce dernier devra par conséquent contenir des cartes de la végétation, des dangers, des espèces importantes et du découpage en zones proposé. En fait, des cartes adéquates réduites en fonction de la taille du document, devront être réparties à travers les différents chapitres de ce dernier pour illustrer les résultats de l'étude et les concepts d'intégration. Des cartes des régions d'échantillonnage et des emplacements d'échantillonnage sont essentielles, dans la mesure où elles permettent au lecteur de se faire une idée rapide du travail d'étude réalisé dans le cadre de la REA.

Révision

Le but ultime du document de REA étant de présenter de l'information scientifique en vue d'une optimisation de la protection et de la gestion des ressources, les membres de l'équipe et certaines parties concernées devront réviser le document avant sa publication. Cette révision accroît la valeur du rapport de REA en tant qu'outil pour la protection de l'environnement. Des personnes compétentes travaillant pour l'institution chargée de l'application des recommandations de la REA devront être invitées à relire le document. Leurs commentaires pourront donner lieu à l'ajout ou à la modification des analyses, selon le cas. Des consultants scientifiques appelés pour prodiguer leurs conseils dans le cadre d'études de terrain se sont également avérés être d'excellents réviseurs de documents de REA.

Avant d'envoyer le document vers une imprimante, il est bon de le relire pour contrôler et corriger d'éventuelles fautes d'orthographe, de grammaire ou de cohérence. Qu'il appartienne au personnel interne ou travaille pour un sous-traitant, le relecteur devra avoir une parfaite connaissance de la langue dans laquelle est rédigé le rapport. Il est préférable qu'il ne prenne pas une part directe à l'élaboration du document de REA, ce qui lui permettra de conserver un œil neuf. La relecture ne devra être entamée qu'une fois que le contenu et la structure du document auront été stabilisés et que les éventuelles modifications des réviseurs auront été intégrées.

Publication

Le document de REA est généralement plus accessible et efficace s'il est publié, dans la mesure où la publication d'un rapport accroît la crédibilité de l'ouvrage et de ses auteurs. Ce sont le budget, les objectifs de la REA et le public visé qui déterminent le type de publication nécessaire et le nombre d'exemplaires à imprimer. Ces éléments varient d'un projet à l'autre mais, en général, si le document de REA est destiné à une vaste utilisation dans le cadre de la collecte de fonds ou de la défense de projets de création de zones protégées ou d'autres initiatives, une présentation soignée, bien qu'onéreuse, peut représenter un investissement pertinent. Il est également possible qu'une mise de fonds importante dans la publication du document soit justifiée si ce dernier présente un intérêt qui va au-delà du site. Par exemple, si la REA a été menée à l'échelle régionale ou si elle a permis de dégager un certain nombre d'enseignements ou de mettre au point de nouvelles techniques, il peut s'avérer sage de diffuser le rapport plus largement. Les coûts de publication doivent être comparés aux avantages perçus, dans la mesure où ils ne seront pas amortis par la vente du document de REA.

En règle générale, un document de REA n'aura pas le potentiel commercial suffisant pour attirer un éditeur désireux de financer la publication et de gérer la diffusion. C'est pourquoi les coûts de publication sont généralement supportés par l'institution qui finance l'ensemble de la REA et, qu'à ce titre, ils doivent être inté-

grés dans le budget global de la REA. Les documents de REA sont rarement commercialisés à titre onéreux ; au lieu de cela, ils sont généralement distribués à titre gracieux aux parties concernées. Les tâches et coûts de révision, de mise en page, d'impression et de distribution du document doivent généralement être pris en charge par l'organisation mettant en œuvre la REA. Il est souvent possible de trouver une solution économique pour l'impression et la reliure et quelques questions à prendre en compte dans ce cadre sont énumérées ci-dessous. De nombreux logiciels de PAO sont proposés sur le marché. Un collaborateur de l'organisation possédant les compétences, le temps et l'enthousiasme que requiert ce type de tâche peut constituer une précieuse ressource et, à ce titre, devra être embauché dès le début du processus de REA.

Principales problématiques relatives à la publication du document

Plusieurs questions relatives aux contrats, aux droits de propriété intellectuelle et aux coûts de production du document final, méritent une attention toute particulière. Il existe de nombreuses références (en anglais) pouvant guider le lecteur en matière de style et de publication. Certaines de ces publications sont énumérées à la fin de ce chapitre. Ci-dessous, le lecteur trouvera quelques-unes des principales questions à prendre en compte lors de la publication d'un document :

- *Avec qui faut-il signer un contrat?* Toutes les parties concernées par la publication et rémunérées à ce titre devront avoir conclu un contrat détaillé concernant le contenu du produit, les délais, la livraison de copies papier et électroniques et le paiement. Ces parties sont les rédacteurs, réviseurs, éditeurs, imprimeurs, graphistes et traducteurs.
- *Quels sont les problèmes de copyright posés par ce document de REA en particulier ?* Lors de l'utilisation de photographies, de dessins ou de graphiques tirés d'autres sources, les propriétaires des droits intellectuels sur ces documents devront être connus. Certaines sources peuvent facturer l'autorisation de reproduire leurs travaux. Dans le cadre d'une collaboration avec une maison d'édition, il est recommandé de ne pas céder les droits intellectuels. Il est préférable d'accorder une licence d'impression et de négocier les modalités du contrat.
- *Quels montants faut-il investir dans la mise en page et l'impression du document ?* Pour déterminer la taille de l'investissement, il faudra tenir compte de la diffusion prévue et du format du document. C'est le public auquel s'adresse le document de REA qui en définit la diffusion. Il est risqué d'imprimer un nombre trop limité d'exemplaires, dans la mesure où le document de REA est un outil important pour la protection de la nature dont doivent disposer toutes les parties concernées. Le nombre d'exemplaires nécessaires doit être évalué et majoré de 10 % pour prévoir des copies de secours. En tout état de cause, un minimum de cinq cents exemplaires devront être imprimés. Les coûts de réimpressions sont supérieurs au prix que peuvent représenter quelques exemplaires supplémentaires lors de la première passe d'impression.

Les questions de format couvrent les graphiques, la taille, la couverture et les technologies d'impression. Si une PAO haut de gamme assortie d'images et de photos couleurs permet d'obtenir un livre d'aspect agréable, elle peut néanmoins représenter un coût prohibitif. Les cartes doivent généralement être reproduites en couleur. Il faut absolument sélectionner un format qui soit maniable tout en permettant une présentation esthétique et lisible des figures, des cartes et des tableaux. La couverture doit être résistante. Un papier de qualité et une couverture plastifiée prolongeront la vie du document. Les technologies d'impression évoluent rapidement et les coûts des services d'impression fluctuent largement. Il est par conséquent recommandé de consulter plusieurs prestataires pour trouver une solution d'impression adaptée au besoin.

- *Où seront stockés les exemplaires supplémentaires, et qui les distribuera ?* La gestion du processus de distribution n'est pas une mince affaire. Les demandes de renseignements, d'exemplaires du document, de coordonnées, voire de financement, font souvent suite à la publication de la REA et exigent un engagement total.

- *Comment les informations numériques seront-elles archivées et mises à jour, et par qui ?* La version numérique du document de REA, ainsi que l'ensemble des données justificatives et des fichiers de SIG, doivent être archivés en lieu sûr et administrés par l'agence chargée de la mise en œuvre de la REA. Un plan de long terme pour le stockage et l'accès aux données et au rapport devra être élaboré et appliqué. L'inexistence de telles archives numériques peut empêcher toute mise à jour ultérieure de l'information. Dans la mesure du possible, les données et rapports de la REA devront être mis à la disposition du plus vaste public possible, par l'intermédiaire d'un site web.

Conclusion

C'est la rédaction et la publication du document final de la REA qui clôture le processus de REA. A ce stade, l'évaluation scientifique est complète et les informations scientifiques destinées à étayer la gestion et la protection du site, existent. Il est alors possible de commencer à définir une politique et un travail de défense mettant en exergue les résultats de la REA en vue d'obtenir une évolution positive de la protection du site.

Bibliographie

Maldonado T., J. Bravo, G. Castro, Q. Jimenez, O. Saborio et L. Paniagua. 1995. *Evaluacion Ecologica Rapida de la region del Tempisque, Guanacaste, Costa Rica*. San Jose, Costa Rica: Fundacion Neotropica.

Livres de référence à consulter pour la publication du rapport final

GUIDES DE STYLE

Chicago Manual of Style, The. 14th ed. 1993. Chicago: University of Chicago Press.

Lucy, B. *Handbook for Academic Authors*. 1990. Ed. rev. Cambridge: Cambridge University Press.

Strunk, W., Jr. et E. B. White. 1979. *The Elements of Style*. 3rd ed. New York: Macmillan.

GUIDES DE REDACTION ET DE PUBLICATION

Chicago Guide to Preparing Electronic Manuscripts. 1987. Chicago: University of Chicago Press.

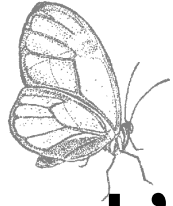
Dessauer, J. P. 1989. *Book Publishing: A Basic Introduction*. 3rd ed. New York: Continuum.

Lee, Marshall. 1979. *Bookmaking: The Illustrated Guide to Design, Production and Editing*. 2nd ed. New York: R. R. Bowker.

Skillin, Marjorie E. et Robert M. Gay. 1974. *Words into Type*. 3rd ed. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.

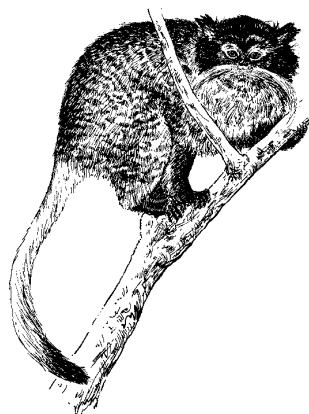
Smith, D.C. 1989. *A Guide to Book Publishing*. Ed. rev. Seattle: University of Washington Press.

PARTIE V



L'AVENIR DE LA REA

Chapitre 10



L'avenir de la REA

Roger Sayre

La méthodologie de REA est encore appelée à évoluer, au fur et à mesure que le besoin d'informations de biodiversité de plus en plus sophistiquées à différentes échelles augmentera et que les progrès technologiques faciliteront le traitement de l'information spatiale. A l'avenir, nous prévoyons un nombre accru de REA à l'échelle écorégionale, destinées à informer les initiatives d'établissement de priorités entre sites et la planification des réseaux de zones protégées. Les REA de site seront de plus en plus liées à des processus de gestion et les collectivités locales y prendront une part de plus en plus importante. Les REA, quelle que soit l'échelle à laquelle elles sont effectuées, seront facilitées par l'utilisation d'images haute résolution et de technologies d'information spatiale plus puissantes et plus conviviales. Dans ce chapitre, nous nous intéresserons aux changements d'échelle, aux progrès technologiques, à la cartographie des dangers et aux initiatives communautaires de protection de la nature, qui nous semblent constituer les axes d'évolution future les plus probables de la REA.

Dimensions relatives à l'échelle

Si la majorité des REA à ce jour se sont centrées sur l'évaluation des sites, nous prévoyons un développement croissant des REA régionales. Les méthodes de définition de priorités en matière de biodiversité à l'échelle régionale, continentale ou mondiale (Dinerstein et al., 1995; The Nature Conservancy, 1997; Olson et Dinerstein, 1998) permettent de prendre de difficiles décisions d'affectation de ressources. Ces méthodes nécessitent toutes de l'information de base sur la distribution de la biodiversité. Une REA peut fournir ce type d'information et il est probable que ce procédé soit de plus en plus appliqué à l'échelle écorégionale. En fait, le terme de « REA » pourrait tout autant correspondre à « Evaluation Ecorégionale Rapide » qu'à « Evaluation Ecologique Rapide ». Si l'échelle est l'un des principaux défis en matière de protection de la nature, le fait que la REA soit indépendante et flexible par rapport à l'échelle devrait normalement assurer son rôle dans le cadre de futures initiatives de planification de la protection de la nature à l'échelle régionale ou mondiale.

Dimensions technologiques

Les progrès des technologies d'information spatiale faciliteront l'acquisition, la visualisation, l'analyse et la présentation de l'information. Au fur et à mesure que de nouveaux satellites seront lancés dans l'espace, le coût des données d'images sera appelé à baisser et la résolution spectrale et spatiale augmentera. Avec l'évolution des technologies de traitement d'images, la capacité d'utiliser ces sources de données sophistiquées deviendra de plus en plus répandue. Avec les progrès des technologies de géolocalisation et d'enregistrement de données (GPS, télémètres et dispositifs de profilage laser, dataloggers...), le travail de terrain deviendra de plus en plus facile. Les possibilités de cartographie temps réel sur le terrain sont désormais déjà une réalité, et deviendront très certainement d'importants outils de REA à l'avenir.

Cartographie des dangers

La capacité de cartographier la distribution de la biodiversité constitue l'essence même de la REA et les méthodes et outils qui la rendent possible ont extrêmement évolué. La capacité de caractériser la dimension spatiale des dangers, en revanche, reste encore extrêmement limitée. Les méthodes de cartographie des dangers sont appelées à évoluer : de représentations simples et symboliques des menaces sur des cartes, elles deviendront des caractérisations explicites de la distribution géographique des dangers. Cette amélioration de la cartographie des dangers permettra une meilleure compréhension des relations spatiales entre dangers et santé des cibles à protéger.

Protection de communautés

A l'avenir, les REA devront être plus étroitement liées aux initiatives de protection des communautés. L'étude de la biodiversité est importante et une connaissance des cibles à protéger rencontrées sur un site est une exigence fondamentale de toute entreprise de gestion de la protection. Cependant, les populations locales auront toujours une perception de leur environnement naturel et une relation avec ce dernier, et elles devront constituer une partie essentielle (si ce n'est la plus essentielle) de toute démarche d'intendance. A défaut, la biodiversité risque de ne pas perdurer.

Conclusion

Les REA continueront de fournir de l'information critique pour les entreprises de protection de la nature. Nous espérons une poursuite de l'évolution du concept de REA et nous pensons que les informations produites par les futures REA garderont toute leur valeur. Nous comprenons que le concept d'inventaire, rapide ou non, est relativement simple, et que les tâches de protection qui posent les plus grands défis sont la définition d'une vision communautaire de la protection de la nature, l'établissement d'une présence chargée de diriger les opérations de protection, la capacité de garder le cap sur les objectifs fixés et la possibilité d'obtenir des financements de long terme. Nous en appelons à plus de participation et de dévouement dans l'ensemble de ces domaines absolument fondamentaux.

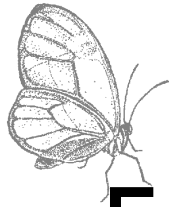
Nous en appelons également à un plus grand intérêt pour une gestion informée de l'écologie. Nous sommes en faveur de méthodes adéquates de réduction des dangers visant à préserver les cibles à protéger. Lorsqu'elle est possible, nous encourageons la recherche, qui permet de mieux caractériser les relations entre les processus écologiques qui se déroulent sur les sites et la distribution et l'état de la biodiversité. Nous encourageons la planification et les méthodes de gestion de la protection de la nature qui cherchent avant tout à conserver et à rétablir les conditions nécessaires à la survie des espèces et des types de végétation.

Si la REA informe cette démarche active de gestion, elle n'en est nullement le moteur. Ce rôle incombe aux personnes et aux organisations qui s'en sont fixé la mission. Nous souhaitons à ces champions de la biodiversité une immense réussite dans l'ensemble de leurs entreprises.

Bibliographie

- Dinerstein, E., D. M. Olson, D. J. Graham, A. L. Webster, S. A. Primm, M. P. Bookbinder et G. Ledec. 1995. *A Conservation Assessment of the Terrestrial Ecoregions of Latin America and the Caribbean*. Washington, D.C.: La Banque Mondiale.
- Nature Conservancy, The. 1997. *Designing a Geography of Hope: Ecoregion-based Conservation in The Nature Conservancy*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.
- Olson, D. M., et E. Dinerstein. 1998. The Global 200: A representation approach to conserving the earth's most biologically valuable ecoregions. *Conservation Biology* 12(3):502-515.

Annexe 1



Etude de cas de REA : Parque Nacional del Este (Parc National de l'Est), République Dominicaine, 1994

En 1994, plusieurs institutions non-gouvernementales et gouvernementales ont mis en œuvre la REA du Parc National de l'Est. Ce parc, qui englobe la région de l'extrême sud-est de la République Dominicaine, contient un assemblage unique d'espèces rares et endémiques dans le cadre de forêts subtropicales, de mangroves et de récifs coralliens riverains. La zone protégée représente 77 000 hectares, y compris l'île de Saona (Carte 9).

Les organisations qui mirent en œuvre la REA avaient conclu qu'une telle évaluation était parfaitement adaptée au parc, dans la mesure où les précédents inventaires qui y avaient été réalisés n'avaient pas produit une carte complète de la végétation, ni identifié de cibles à protéger. Hormis la cartographie des types de végétation et l'étude de la diversité des plantes et des animaux, une équipe de spéléologues a étudié les grottes du parc. Ce projet comportait une analyse socio-économique, une étude de faisabilité d'écotourisme et une évaluation des dangers. Bien que la REA ait eu une composante terrestre et une composante marine, seule la première est présentée ici.

Institutions chargées de la mise en œuvre de la REA.

- PRONATURA (ONG spécialisée dans la protection de la nature)
- Secrétariat à l'Agriculture (biologistes et cartographes gouvernementaux)
- Directoire du Parc National (personnel de service du parc)
- Espeleogrupo (groupe de spéléologues)
- Acuario Nacional
- Fondation Mamma
- The Nature Conservancy

Objectifs

Les institutions chargées de mettre en œuvre la REA lui assignèrent les objectifs suivants :

- Caractérisation et cartographie des types de végétation rencontrés dans le parc
- Etude de la flore et de la faune (oiseaux, mammifères, reptiles, amphibiens et poissons) de chaque type de végétation et intégration des données dans les bases de données relatives à la protection de la nature
- Formation du personnel dominicain à l'utilisation d'images satellites et de photographies aériennes, à la cartographie et aux études biologiques
- Identification et évaluation des dangers (par exemple, communautés humaines empiétant sur le site et espèces exotiques) qui pèsent sur le parc et définition d'un programme destiné à les surveiller
- Evaluation du statut et du potentiel de l'écotourisme dans le parc, du point de vue local et national
- Réalisation d'une évaluation socio-économique des communautés humaines vivant dans et autour du parc, pour mieux comprendre leur utilisation des ressources naturelles. Egalement, identification des moyens nécessaires à l'obtention d'une participation de la communauté à la protection des ressources naturelles du parc
- Etude des grottes (recueil des données sur l'emplacement, description physique, flore et faune associées et activités touristiques dans les grottes) et formulation de recommandations de gestion
- Identification des mécanismes de coordination des organisations publiques et privées chargées de la gestion du parc.

Méthodes

Après avoir délimité les polygones inconnus à partir des images satellite (Landsat TM du 27/5/88 à une échelle de 1:24 000) et des photographies aériennes (échelle : 1:24 000) (Cartes 1-6), les équipes de terrain divisèrent la carte des polygones du parc en cinq régions d'échantillonnage (Carte 8). L'équipe de la végétation et l'équipe de la cartographie établirent des emplacements d'échantillonnage dans au moins un exemple représentatif de chaque type de polygone. La capacité d'accéder à différents polygones par l'intermédiaire de pistes constitua un facteur déterminant des emplacements d'échantillonnage. Cet effort exigea la participation des gardiens du parc, qui durent indiquer l'emplacement des pistes sur la carte des polygones. Les équipes de terrain passèrent une semaine dans chaque région d'échantillonnage. Pour caractériser les types de végétation, les écologues recueillirent des données sur la structure et la dominance de la végétation, ainsi que sur différents paramètres environnementaux – pente, aspect et position topographique. Dans le cadre de l'étude floristique, l'équipe chargée de la botanique identifia des espèces de plantes vasculaires dans certains emplacements d'échantillonnage. Les ornithologues définirent des transectes de 500 à 800 mètres de long, dans lesquels ils enregistrèrent les oiseaux vus et entendus pendant des observations de 10 minutes effectuées tous les 100 mètres. Le mammalogue plaça des filets en voile aux entrées des grottes et à d'autres endroits pour étudier les chauves-souris, fit des observations directes et enregistra les traces pour étudier les mammifères non volants. L'équipe chargée des reptiles et des amphibiens mena des recherches générales dans des zones stratégiques, notamment sous les billes, et fit des observations sur certains amphibiens. Les poissons d'eau douce furent étudiés sur quelques sites – notamment les mares situées dans les grottes – à l'aide de filets et de pièges à petits animaux.

Dans le cadre de cette REA, étaient identifiées comme cibles à protéger les espèces figurant sur la liste des espèces menacées ou en voie de disparition du Livre Rouge de l'IUCN (Union Internationale pour la Protection de la Nature) ou dans l'Annexe I ou II de la convention CITES (Convention sur le Commerce International des Espèces en Voie de Disparition). Pour ce qui est des plantes, étaient identifiées comme cibles à protéger celles qui étaient perçues comme rares.

Résultats

La Carte 9 présente les types de végétation et les classes d'occupation du sol qui ressortirent de l'interprétation des images et des études de terrain. La communauté la plus répandue était une forêt semi-humide, de hauteur moyenne à larges feuilles (277,26 km²). Le tableau qui suit indique le nombre d'espèces observées pour chacune des taxa étudiées (au Chapitre 6, le lecteur trouvera la liste des espèces animales observées dans chaque communauté de végétation). Les équipes chargées de zoologie collaborèrent avec l'équipe de la cartographie pour mettre au point une carte des espèces animales à risque (Carte 10).

Espèces importantes pour la protection de la nature rencontrées dans le cadre des études de terrain

<i>Taxa étudiées</i>	<i>No. d'espèces observées</i>	<i>No. d'endémiques observées</i>	<i>No. d'espèces cibles</i>	<i>No. d'espèces exotiques</i>
Plantes	572	53*	12	35
Mammifères	17	1	1	10
Oiseaux	72	8	6	4
Reptiles	18	18	6	0
Amphibiens	5	4	0	1
Poissons	4	4	0	0

*Espèces endémiques à Hispaniola.

Les principaux constats qui influencèrent l'élaboration de recommandations en matière de protection et de gestion du site furent notamment les suivants :

- Les zones agricoles et pastorales couvraient 18,09 km² du parc. Bon nombre de zones classées comme agricoles étaient en réalité des champs abandonnés.
- Les études des oiseaux menées en dehors des périodes de reproduction et de migration indiquèrent un nombre bas d'espèces de volatiles.
- A l'exception de sept espèces d'oiseaux, les ornithologues observèrent toutes les autres dans les communautés des forêts hautes et moyennes semi-humides à larges feuilles, indication d'une faible spécificité d'habitat à cette échelle.
- De nombreuses espèces furent observées pour la première fois dans ce parc : trois familles de plantes, vingt-huit genres de plantes et quarante-trois espèces de plantes, quatre espèces d'oiseaux, une espèce de poissons et une espèce de reptiles, ainsi qu'une espèce d'amphibiens, pour l'île de Saona.
- Les mammifères exotiques apparurent comme plus présents que les mammifères indigènes.
- L'une des équipes de terrains découvrit, de manière opportuniste, une population de solénodon, espèce endémique et rare (*Solenodon paradoxus*).
- L'analyse socio-économique et l'analyse des dangers constatèrent que, sur les trois communautés humaines adjacentes au parc, deux étaient responsables de la majorité des dommages. Les impacts générés par chacune de ces communautés différaient par le type et l'intensité. Par exemple, certains individus d'une communauté avoisinante recueillaient des animaux à des fins commerciales et pillaient des sites archéologiques. Les ressources de la communauté de l'île de Saona étaient essentiellement exploitées à des fins de subsistance.

- Les dangers ayant les impacts les plus lourds sur le parc étaient : les espèces exotiques, le braconnage et la capture illégale d'animaux, le rejet de déchets solides et la destruction de l'habitat. La Carte 11 indique les différents emplacements où sont rencontrés ces dangers. Cette information permet aux responsables du parc d'orienter leurs programmes de réduction des dangers et d'utilisation durable des ressources vers la source du danger, augmentant ainsi leurs chances de préserver l'intégrité écologique de ce parc national.
- Pour équilibrer l'objectif prioritaire de protection des ressources naturelles du parc avec les besoins de subsistance humaine et le tourisme, l'équipe de REA proposa un plan de zonation constitué de zones tampons, de zones destinées à l'usage public et de zones de protection absolue (Carte 12).

Recommandations

Les équipes de la REA formulèrent les recommandations suivantes en se basant sur l'intégration des données relatives au paysage et aux espèces, ainsi que sur les résultats de l'évaluation des dangers et sur les profils socio-économiques et écotouristiques.

Gestion / Utilisation des ressources naturelles

- Eliminer ou réduire les effectifs de dix mammifères exotiques rencontrés dans le parc.
- Elaborer et mettre en œuvre un plan de protection et de gestion des mammifères indigènes.
- Réduire l'accumulation de déchets et réduire les dommages causés aux sites archéologiques et aux grottes.
- Développer un plan de gestion et déterminer le potentiel pour l'écotourisme.
- Définir, parmi les activités humaines, lesquelles seront autorisées dans le parc et lesquelles seront réglementées.
- Délimiter et marquer la frontière nord du parc.
- Construire des postes de gardiens, au Nord et dans le Centre de l'île de Saona, et y placer des gardiens.
- Augmenter l'effectif des gardiens du parc et améliorer leurs conditions de travail.
- Se coordonner avec la Marine pour protéger la zone côtière et l'île de Saona.

Recherche scientifique

- Effectuer une enquête botanique dans le parc ; y inclure une étude des espèces endémiques et du potentiel économique de différentes espèces de plantes.
- Etablir des parcelles permanentes dans chaque type de végétation.
- Procéder à un recensement des oiseaux et déterminer les saisons de migration et de reproduction.
- Localiser les zones de nidation du pigeon à couronne blanche (*Columba leucocephala*) et du perroquet d'Hispaniola (*Amazona ventralis*).
- Evaluer le statut du prédateur exotique, la grive corossol (*Margarops fuscatus*) et établir un programme de contrôle de la population.
- Déterminer si les tortues marines font leur nid sur les plages du parc.
- Etudier la population et les affinités génétiques des iguanes du parc du genre *Cyclura*.
- Etudier les poissons et les crustacés rencontrés dans l'eau douce souterraine.
- Etudier le statut de peuplement du *Solenodon* endémique et d'un rongeur, le *Plagiodontia aedium*.
- Etudier la distribution et les cycles de vie des différentes espèces de moustiques pour déterminer des programmes alternatifs de contrôle des moustiques visant à réduire l'utilisation de pesticides toxiques.

Zonation / établissement d'une réserve

- Envisager l'adoption du plan de zonation présenté dans le rapport de REA, qui divise le parc en zones tampons, zones à usage public et zones de protection absolue (Carte 12).

Contrôle écologique

- Etablir un programme de contrôle du *Solenodon paradoxus* et du *Plagiodontia aedium*.
- Surveiller la distribution des espèces de chauves-souris dans les grottes et autres habitats.
- Poursuivre l'inventaire et surveiller les invertébrés terrestres du parc, notamment les espèces de *Lepidoptera*, qui sont de bons indicateurs du type de végétation, et les arachnides.

Soutien de la communauté humaine / développement durable

- Envisager le développement de l'écotourisme dans les villes de Adamanay et Mano Juan.
- Intégrer des micro-entreprises, comme l'écotourisme, dans les activités économiques des communautés, dans le parc et autour de ce dernier.
- Définir des zones, sur l'île de Saona, où les résidents peuvent utiliser les ressources naturelles de manière durable.

Restauration

- Replanter des plantes natives ou endémiques sur les terrains abandonnés.

Activités de post-REA

Les responsables du parc et les institutions avec lesquelles ils collaborent mettent en œuvre plusieurs recommandations produites dans le cadre de la REA et de l'étude socioéconomique. Les projets et activités ci-dessous sont en cours.

Projets

- Evaluation de l'abondance des espèces économiquement importantes, avec la participation de communautés locales
- Elaboration de programmes de protection des espèces de plantes ciblées
- Investigation des sites archéologiques et des colonies préhistoriques
- Développement d'un plan de gestion de l'écotourisme

Activités de protection

- Retrait de certaines espèces d'animaux exotiques : vaches, ânes, chevaux, chiens et chèvres.
- Développement d'une réglementation du tourisme
- Construction de postes de gardiens
- Augmentation de l'effectif de gardiens du parc
- Délimitation de la frontière nord du parc

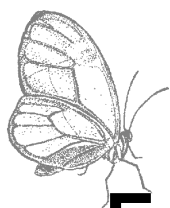
Recherche

- Localisation des zones où le pigeon à couronne blanche et le perroquet d'Hispaniola font leurs nids.

Source

Nature Conservancy, The. 1997. *Evaluacion Ecologica Integral: Parque Nacional del Este, Republica Dominicana. Tomo 1: Recursos terrestres*. Arlington, Va.: The Nature Conservancy.

Annexe 2



Formulaires de terrain

Les formulaires de terrain qui suivent ont été inclus pour permettre aux praticiens de REA d'enregistrer les observations effectuées sur le terrain sous une forme complète et structurée. Ces formulaires de terrain ont été révisés et affinés à partir de différentes expériences de REA. Ces formulaires, décrits aux Chapitres 5, 6 et 8, sont les suivants :

Formulaire 1 : Description de la région d'échantillonnage

Formulaire 2 : Structure de la végétation et dominance dans la région d'échantillonnage

Formulaire 3 : Etude des plantes dans la région d'échantillonnage

Formulaire 4 : Etude des animaux dans la région d'échantillonnage

Formulaire 5 : Echantillonnage des parcelles

Formulaire 6 : Observations opportunistes de plantes

Formulaire 7 : Observations opportunistes d'animaux

Formulaire 8 : Eléments spéciaux - plantes

Formulaire 9 : Eléments spéciaux – animaux

Formulaire 1 : Description de la région d'échantillonnage

Nom du projet de REA _____ Equipe de terrain _____
(Entourer le nom de la personne chargée d'enregistrer les données)

Nom de la région d'échantillonnage _____ N° de région d'échantillonnage _____ Date (j/m/a) _____
(Nom établi durant la phase de planification de la REA)

Nom de la province, du département ou de l'état où est située la région d'échantillonnage _____

La région d'échantillonnage est-elle située dans une zone protégée ? _____ Si oui, indiquer son nom : _____

Coordonnées du centre de la région d'échantillonnage : lat. _____ long. _____

UTM: N _____ E _____ N° de zone UTM _____

Nom du fichier GPS _____

Correction différentielle GPS : N _____ E _____

Route menant à la région d'échantillonnage _____

Description des types de végétation dominants, ainsi que les caractéristiques générales du paysage

Quels types de végétation sont partagés avec les régions d'échantillonnage adjacentes ? _____

Surface totale (km²) _____ Nom de la carte _____ Echelle _____
(Note : 1km² = 100 ha) (Série de cartes nationales contenant la région d'échantillonnage)

Propriétaire du terrain : Nom _____ Adresse _____

Profession _____ Nom du principal contact (si différent du propriétaire) _____

Démarcation du terrain (cocher) : _____ carte _____ photographie _____ image satellite _____ Autre : _____

Informations complémentaires sur le terrain _____

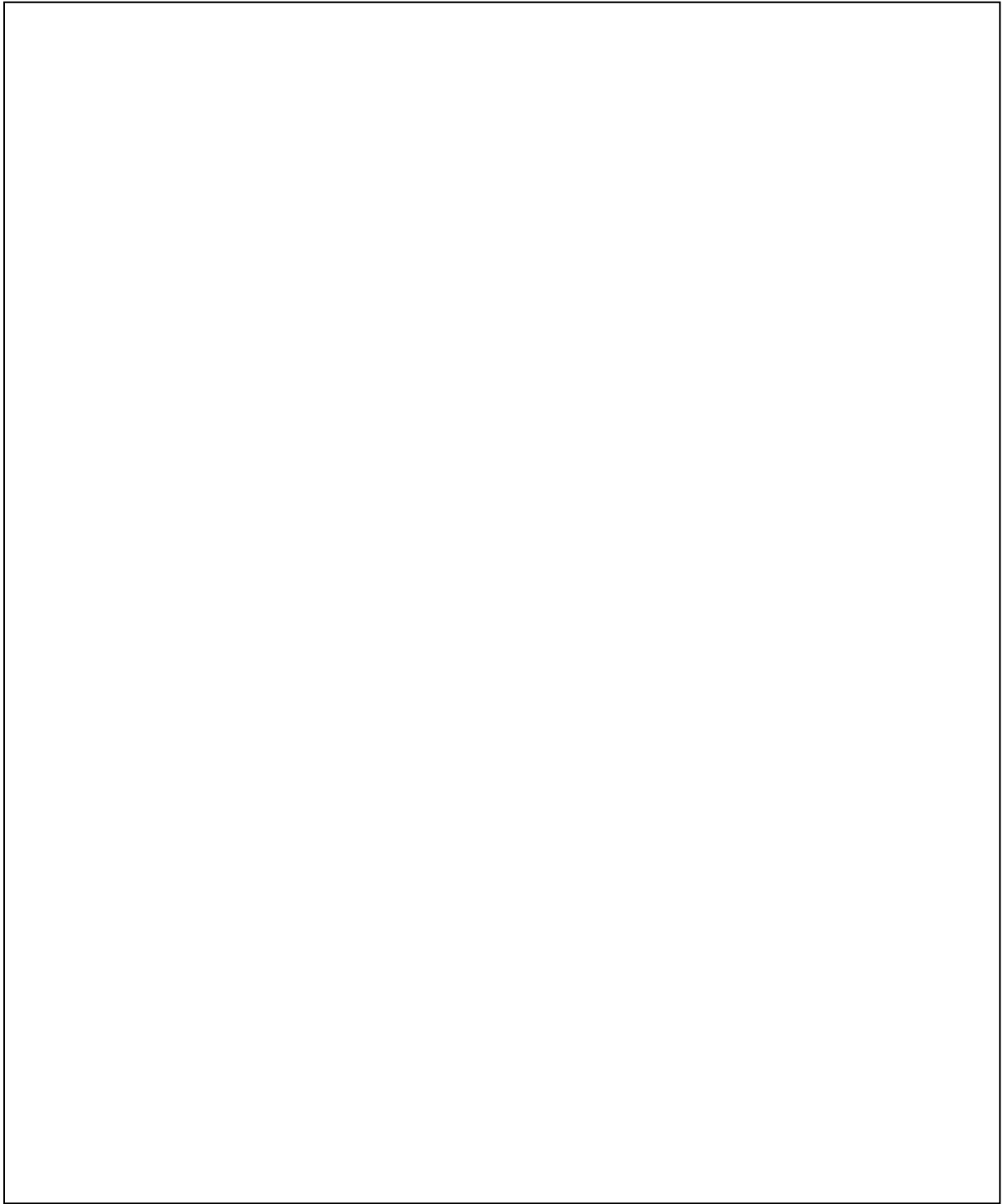
Utilisations du terrain dans la région d'échantillonnage : (cocher les possibilités correspondantes)

<input type="checkbox"/> Protection de la biodiversité	<input type="checkbox"/> Agriculture
<input type="checkbox"/> Mines	<input type="checkbox"/> Production de bétail / Pâturages
<input type="checkbox"/> Chasse	<input type="checkbox"/> Pêche
<input type="checkbox"/> Forêts	<input type="checkbox"/> Autre (préciser) _____

Utilisations du terrain dans les zones adjacentes à la région d'échantillonnage _____

Principaux dangers rencontrés dans la région d'échantillonnage : (cocher les possibilités correspondantes)

<input type="checkbox"/> Culture sur brûlis	<input type="checkbox"/> Changements d'utilisation des terrains avoisinants
<input type="checkbox"/> Mines	<input type="checkbox"/> Pillage de sites archéologiques
<input type="checkbox"/> Production de bétail / Pâturages	<input type="checkbox"/> Frontière de colonisation
<input type="checkbox"/> Chasse	<input type="checkbox"/> Pollution de l'eau
<input type="checkbox"/> Pêche	<input type="checkbox"/> Assèchement des marais
<input type="checkbox"/> Extraction de bois	<input type="checkbox"/> Barrages
<input type="checkbox"/> Construction de routes	<input type="checkbox"/> Autre (préciser) _____



SCHEMA DE LA REGION D'ECHANTILLONNAGE AVEC INDICATION DES EMPLACEMENTS D'ECHANTILLONNAGE

Le lecteur pourra utiliser l'espace ci-dessus pour dessiner une carte de la région d'échantillonnage et des emplacements d'échantillonnage. Il devra noter des renseignements d'ordre général tels que les distances approximatives entre repères, la direction des villes avoisinantes et les noms des colonies.

Formulaire 2 : Emplacement d'échantillonnage – Communauté végétale

Nom du projet de REA _____ Equipe de terrain _____
 (Entourer le nom de la personne chargée d'enregistrer les données)

Nom de la région d'échantillonnage _____ N° de région d'échantillonnage* _____ Date (j/m/a) _____

Route menant à la région d'échantillonnage _____

Démarcation du terrain : _____ carte _____ photographie aérienne _____ image satellite _____ autre : _____

Coordonnées GPS : lat. _____ long. _____

UTM: N _____ E _____ N° de zone UTM _____

Nom du fichier GPS _____

Correction différentielle GPS : N _____ E _____

Type de communauté (d'après un système de classification reconnu) _____

Type de communauté (nom vulgaire) _____

Indiquer (cocher) s'il s'agit d'une communauté _____ Primaire ou _____ Secondaire Elévation (m) _____

<u>Forme de terrain</u>	<u>Position topographique</u>	<u>Pente</u>	<u>Aspect</u>	<u>Type physionomique*</u>	<u>Phénologie des feuilles</u>
Montagne (>300 m)	Sommet	Plate 0°	Plat	Forêt	Sempervivent
Colline (α 300 m)	Pente élevée	Légère – 0-5°	Variable	Terrains boisés	(<25 % caduques)
Plateau	Pente moyenne	Modérée – 6-14°	N 338 - 22°	Fourré d'arbustes	Semi- sempervivent
Plaine	Pente basse	Assez raide 15-26°	NE 23-67°	Massif d'arbrisseaux	(25-50 % caduques)
Plage	Base	Raide 27-45°	E 68-112°	Buisson	Semi-caduques
Vallée		Très raide 45-69°	SE 113 – 157°	Buisson nain	(25-50 % sempervivent)
Ravin		Verticale 70-100°	S 158 - 202°	Arbres épars	Caduques
Autre :			SW 203 - 292°	Buissons épars	(<25 % sempervivent)
			W 248 - 292°	Buissons nains épars	Vivace
			NW 293 – 337°	Herbacés	(>50%vivace)
				Non-vasculaires	Pérennes
				Végétation éparse	(>50 % pérennes)
<u>Géologie</u>	<u>Type de sol</u>	<u>Couleur du sol</u>	<u>Humidité du sol</u>	<u>Surface sans végétation</u>	<u>Profondeur de la couche organique</u>
Igneux : volcanique	Argile	Blanc	Extrêmement sec	_____ % TOTAL	_____
Igneux : plutonique	Limon	Gris	Très sec	_____ % roches	_____
Métamorphique	Sable	Marron	Sec	_____ % sol nu	_____
Sédimentaire	Argile	Noir	Légèrement humide	_____ % déchets	_____
Non consolidé	sableux	Ocre	Humide	_____ % substratum rocheux	_____
Autre :	Argile	Rouge	Légèrement mouillé	_____ % bois mort	_____
	limoneux	Autre :	Mouillé	_____ % eau	_____
	Autre :		Très mouillé		_____
			Périodiquement inondé		_____
			Inondé en permanence		_____

Commentaires sur l'influence du sol, de l'hydrologie et de l'environnement* _____

*Voir instructions

Emplacement d'échantillonnage – Communauté végétale, Page 2

Nom de la région d'échantillonnage _____ N° de région d'échantillonnage _____

Strate Emergent ;couvert ; sous-couvert ; arbuste haut (2-5m) ; arbuste bas (<2m) ; herbacé ; non vasculaire	Hauteur (m)	Classe de couverture de strate (% de couverture pendant la saison de végétation): 4=60-100% ; 3=25-60% ; 2 =10-25% ; 1=0-10%	Dresser la liste des espèces dominantes et de la classe de couverture pour chaque strate (6=75-100%, 5=50-75%, 4=25-50%, 3=5-25%, 2=1-5%, 1=0-1%)	DBH (individu le plus élevé de l'espèce d'arbres dominante)	Espèces epiphytiques et non vasculaires associées à chaque strate

Indiquer l'abondance générale des lianes, des épiphytes et des plantes non vasculaires en cet emplacement d'échantillonnage, en utilisant les abréviations suivantes :

A = abondantes ; C = courantes ; O = occasionnelles ; R = rares

_____ Lianes _____ plantes non vasculaires _____ épiphytes

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT : état de l'emplacement d'échantillonnage : _____ excellent _____ bon _____ moyen _____ mauvais

degré de perturbation : _____ élevé _____ moyen _____ faible _____ aucun

Principaux dangers observés dans l'emplacement d'échantillonnage (cocher toutes les cases correspondantes) :

- | | | |
|-------------------------------------|--|--------------------------------|
| _____ culture sur brûlis | _____ pillage de sites archéologiques | _____ construction de routes |
| _____ production de bétail/pâturage | _____ changements d'utilisation des terrains avoisinants | _____ Frente de Colonização |
| _____ extração de madeira | _____ barrages | _____ mines |
| _____ chasse | _____ pollution de l'eau | _____ Autre (préciser) : _____ |
| _____ pêche | _____ assèchement des marais | |

Dangers provoqués par les communautés adjacentes _____

Autres commentaires (espèces importantes, processus écologiques, aspects de l'habitat...) _____

Photographe _____ Rouleau N° _____ Cadre N° _____

Instructions pour le Formulaire 2 : Emplacement d'échantillonnage – Communauté végétale

Emplacement d'échantillonnage N° Numéroté les emplacements d'échantillonnage de manière séquentielle à l'intérieur des régions d'échantillonnage et entre elles. Si la première région d'échantillonnage contient les emplacements d'échantillonnage 1, 2 et 3, la seconde région d'échantillonnage commencera par l'emplacement d'échantillonnage N°4.

Type physiologique :

Forêt : arbres d'une hauteur supérieure à 5 m, aux cimes se chevauchant (couverture 60-100 %). Un pourcentage quelconque d'arbustes, d'herbes ou de plantes non vasculaires peuvent être présents dans ce contexte.

Terrains boisés : arbres d'une hauteur supérieure à 5 m, aux cimes qui ne se touchent généralement pas (couverture 25-60 %). Un pourcentage quelconque d'arbustes, d'herbes ou de plantes non vasculaires peuvent être présents dans ce contexte.

Fourré d'arbustes : les arbustes ont une hauteur comprise entre 0,5 et 5 mètres et leurs cimes se chevauchent (couverture 60-100 %). Des arbres peuvent être présents dans ce contexte, mais à hauteur de 25 % maximum. Les herbes et les plantes non vasculaires peuvent être présentes dans n'importe quelle proportion.

Massif d'arbrisseaux : les arbrisseaux ont généralement une hauteur inférieure à 0,5 m (bien que l'on puisse rencontrer des formes naines dont la hauteur est comprise entre 0,5 et 1 m) et la majorité des cimes se chevauchent (60-100 %). Des arbres peuvent être présents dans ce contexte, mais à hauteur de 25 % seulement. Les herbes et les plantes non vasculaires peuvent être présentes dans n'importe quelle proportion.

Buissons : buissons d'une hauteur comprise entre 0,5 et 5 mètres, avec une couverture de 25 à 60 %. Des arbres peuvent être présents, mais à hauteur de 25 % maximum. Des herbes et des plantes non vasculaires peuvent être présentes dans n'importe quelle proportion.

Buissons nains : les buissons ont une hauteur généralement inférieure à 0,5 m (bien que l'on puisse rencontrer des formes dont la hauteur est comprise entre 0,5 et 1 m), avec une couverture de 25 à 60 %. Des arbres peuvent être présents, mais à hauteur de 25 % maximum. Des herbes et des plantes non vasculaires peuvent être présentes dans n'importe quelle proportion.

Arbres épars : végétation essentiellement herbacée (graminoïdes, forbs et fougères) avec une couverture supérieure à 25 %. Couverture arborée comprise entre 10 et 25 %. Des arbustes et des plantes non vasculaires peuvent être présents, à hauteur de 25 % maximum.

Buissons épars : végétation essentiellement herbacée (graminoïdes, forbs et fougères) avec une couverture supérieure à 25 %. Couverture d'arbustes comprise entre 10 et 25 %. Des arbres peuvent être présents, à hauteur de 10 % maximum. Des plantes non vasculaires peuvent être présentes, à hauteur de 25 % maximum.

Buissons nains épars : végétation essentiellement herbacée (graminoïdes, forbs et fougères) avec une couverture supérieure à 25 %. Les arbustes ont une hauteur généralement inférieure à 0,5 m (bien que l'on puisse rencontrer des formes naines dont la hauteur est comprise entre 0,5 et 1 m), avec une couverture comprise entre 10 et 25 %. Des arbres peuvent être présents, à hauteur de 10 % maximum. Des plantes non vasculaires peuvent être présentes, à hauteur de 25 % maximum.

Herbacés : végétation herbacée (graminoïdes, forbs et fougères) avec une couverture supérieure à 25 %. Des arbres, des arbustes et des plantes non vasculaires peuvent être présents, à hauteur de 25 % maximum.

Non-vasculaires : végétation non vasculaire (bryophytes, lichens et autres plantes non vasculaires), avec une couverture supérieure à 25 %. Des arbres, des arbustes et des herbes peuvent être présents, à hauteur de 25 % maximum.

Végétation épars : le substrat est majoritairement dénué de végétation. La couverture cumulée des arbres, des arbustes, des herbes et de la végétation non vasculaire est limitée à 25 % maximum.

Commentaires sur l'influence du sol, de l'hydrologie et de l'environnement : décrire les autres influences susceptibles d'affecter la communauté associée. Par exemple, le pH du sol, les fluctuations du niveau d'eau, la saisonnalité, les marées, le climat, les saisons...

Formulaire 8 : Plantes spéciales observées

Nom du projet de REA _____ Equipe de terrain _____
(Entourer le nom de la personne chargée d'enregistrer les données)

Nom de la région d'échantillonnage _____ N° de région d'échantillonnage _____ Date (j/m/a) _____

Nom scientifique _____ Nom(s) vulgaire(s) _____

Habit: _____ Arbre _____ Arbuste _____ Vigne _____ Liane _____ Herbe _____ Epiphyte

Intensité lumineuse : _____ Lumière ouverte _____ Lumière filtrée _____ Ombragé

Photographies prises ? _____ Non _____ Oui Photographe _____ N° de rouleau _____ N° de cadre _____

Coordonnées : lat _____ long _____

UTM: N _____ E _____ No. de zone UTM . _____

Nom du fichier GPS _____ Correction différentielle GPS _____ Elévation _____

Pour les spécimens recueillis, indiquer la personne qui les a recueillis, le n° de recueil et l'herbier où ils sont conservés _____

CARACTERISTIQUES

Phénologie	No approx. d'individus	Superficie approx. occupée par cette population	Pyramide des âges	Vigueur
___ Feuilles	___ 1 - 10	___ 1m_	___ % semis	___ Très faibles
___ Bourgeons	___ 11 - 50	___ 1 - 5m_	___ % juvéniles	___ Faibles
___ Fleurs	___ 51 - 100	___ 5 - 10m_	___ % matures	___ Normaux
___ Fruits	___ 101 - 1000	___ 10 - 100m_	___ % sénescents	___ Vigoureux
___ Graines dispersés	___ 1001 - 10 000	___ 100m_ - 1 Ha.		
___ Dormants	___ > 10 000	___ > 1 Ha.		

Résumer rapidement la taille, l'état, la viabilité et les autres caractéristiques de la population de plantes spéciales :

Décrire la communauté végétale où se rencontre cette population : _____

Observer et enregistrer environ 5 espèces dominantes ou codominantes de diverses strates et leur pourcentage de couverture :

Formulaire 8 : Plantes spéciales observées, Page 2

Nom de la région d'échantillonnage _____ N° de région d'échantillonnage _____

Dresser la liste des espèces natives associées qui sont indicatives de l'habitat : _____

Espèces exotiques ou mauvaises herbes : _____

Dresser la liste des dangers réels et potentiels qui menacent la viabilité des espèces locales : _____

Décrire brièvement la manière dont est actuellement protégée ou gérée la zone en question : _____

Commentaires supplémentaires : _____

Synthèse des occurrences de l'espèce:

Qualité : A - Excellente B - Bonne C - Marginale D - Mauvaise

Commentaires : _____

Etat : A - Excellente B - Bonne C - Marginale D - Mauvaise

Commentaires : _____

Viabilité : A - Excellente B - Bonne C - Marginale D - Mauvaise

Commentaires : _____

Capacité de défense : A - Excellente B - Bonne C - Marginale D - Mauvaise

Commentaires : _____

Classement : A - Excellente B - Bonne C - Marginale D - Mauvaise

Commentaires : _____

Formulaire 9 : Animaux spéciaux observés

Nom du projet de REA _____ Equipe de terrain _____

(Entourer le nom de la personne chargée d'enregistrer les données)

Nom de la région d'échantillonnage _____ N° de région d'échantillonnage _____ Date (j/m/a) _____

Nom scientifique _____ Heure d'observation _____

Coordonnées GPS _____

Etat/Province/Dépt. _____ Conditions météo générales _____

BIOLOGIE

Type d'observation: _____ Visuelle _____ Empreintes _____ Appel _____ Excréments, pelotes _____ Autres : _____
(cocher les possibilités correspondantes)

Effectif observé _____ Effectif estimé _____ Type d'estimations _____

Age et sexe des individus _____

Type d'occurrence : (cocher les possibilités correspondantes)

_____ Zone de nourriture

_____ Colonie

_____ Territoire

_____ Antre

_____ Zone de reproduction ou de nidation

_____ Zone d'habitat hivernal (oiseaux migrateurs)

_____ Zone de sommeil

_____ Résident permanent

_____ Corridor

Qualité / état des occurrences (cocher une seule possibilité)

_____ Excellent

_____ Marginal

_____ Bon

_____ Mauvais

_____ Aucune possibilité de juger

Notes d'ordre général sur le comportement de l'espèce (indiquer les activités, le cas échéant : chant, alimentation, territorial, reproduction...)

HABITAT

Enregistrer l'habitat immédiat où sont faites les observations, par exemple forêt tropicale, savane, forêt riveraine. Noter d'autres renseignements pertinents sur l'habitat (abondance de broméliades ou de lianes, par exemple).

Indiquer la pénétration éventuelle de l'habitat dans le voisinage immédiat (par exemple, 2 caïmans observés sur une berge sableuse du fleuve Aponguao d'une longueur de 50 m, à 200 m en amont d'une chute d'eau).

Formulaire 9 : Animaux spéciaux observés, Page 2

Caractéristiques des espèces associées susceptibles d'affecter l'animal spécial (par exemple, des oiseaux granivores fourrageant au milieu de petits buissons en zone ouverte risquent de déplacer l'animal spécial vers les pâturages)

PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Le propriétaire du terrain est-il informé de la présence de cette espèce ? Oui Non

Ce site peut-il assurer la survie de l'espèce sur plusieurs années ? (répondre à cette question en termes de qualité de l'habitat par rapport à la survie de l'espèce et en termes de dangers humains ou biologiques réels)

Oui Non

Expliquer : _____

Décrire la preuve qui démontre que la population et/ou l'habitat sont perturbés. Spécifier le type de perturbation observé sur le site et ses effets sur la population et l'habitat (si, par exemple, des carcasses d'oiseaux ont été découverts à côté de plusieurs cartouches de fusil).

Indiquer les menaces directes et indirectes qui pèsent sur la population du site _____

Quelle serait la superficie requise sur ce site pour assurer la viabilité de la population ? (Envisager les facteurs tels que taille des corps, régime et utilisations de l'habitat au fil de l'année) _____

Recherches nécessaires _____

Ce site devrait-il être surveillé de manière régulière ? Non Oui (Indiquer le nombre de fois / an) _____

Commentaires _____

RECUEIL DE SPECIMENS

Si le spécimen est (a été) recueilli, décrire comment _____

Où est-il conservé ? _____

N° de recueil _____ Source(s) utilisée(s) pour l'identification : _____

Photographies prises : _____

Recommandations en matière de protection et informations complémentaires sur la population _____

Annexe 3



Exemple de descriptif de travail en vue d'une REA

Ce document décrit de manière détaillée la nature des travaux à effectuer en vue d'une Evaluation Ecologique Rapide (REA) de (*zone étudiée*), ainsi que les rôles et les responsabilités des organisations participantes. (*L'entité demandeuse*) a commandité cette évaluation de la biodiversité auprès de (*sous-traitant principal*) en vue d'obtenir de l'information sur l'importance de la zone pour la biodiversité. La REA vise à produire des informations de base sur la biodiversité et à établir des priorités entre zones importantes pour la biodiversité.

Objectifs de la REA

La REA vise trois objectifs principaux :

1. Caractériser les types de végétation présents dans la zone étudiée, à partir de l'interprétation d'images et évaluer la biodiversité de ces habitats au travers d'une étude du terrain.
2. Attribuer des degrés de priorité à ces unités d'habitat en fonction de leur importance pour la biodiversité, de manière à permettre une gestion mieux informée de la gestion de la protection de cette zone.
3. Recommander des zones candidates pour la création de zones à protéger en permanence dans le cadre du site étudié.

Organisations participantes

L'agence demandeuse de cette REA, qui la finance, est (*entité demandeuse*). L'organisation chargée de la gestion et de la responsabilité d'ensemble de la REA est (*sous-traitant*).

(L'agence chargée de la mise en œuvre de la REA, si elle diffère du sous-traitant) sous-traitera à (sous-traitant) son rôle d'organisation chargée de la mise en œuvre de la REA.

Zone étudiée

La zone étudiée dans le cadre de la REA est (*description détaillée*)

Etendue des travaux

Le (sous-traitant) s'engage à réaliser une REA pour (*entité demandeuse*) en vue de caractériser la biodiversité de la zone étudiée. Cette REA comportera les opérations suivantes :

1. Interprétation d'images de télédétection en vue de déterminer et de délimiter les types de végétation au sein de la zone à étudier. Les sources d'images sont les suivantes, par ordre de préférence :

Photographies aériennes infrarouge-couleur au 1:24 000 (l'échelle la meilleure et la plus courante à défaut de 1:24 000)

Photographies aériennes couleur naturelle au 1:24 000 (l'échelle la meilleure et la plus courante à défaut de 1:24 000)

Photographies aériennes noir et blanc au 1:24 000 (l'échelle la meilleure et la plus courante, à défaut de 1:24 000)

Images Landsat Thematic Mapper (TM)

Images multispectrales locales

Images panchromatiques locales

Images radar

La source d'images la plus utile pour la REA est la combinaison de photographies aériennes infrarouge-couleur et d'images satellite Landsat TM. Elle permet de cartographier sur un fond de carte TM les polygones de végétation interprétés à partir de photographies aériennes.

(L'entité demandeuse) fournira également l'appareil (hélicoptère ou avion) et le pilote pour deux missions (survol) de reconnaissance aérienne, durant lesquelles des photographies seront prises et des positions GPS seront acquises. Quatre à six scientifiques prendront part au survol.

(L'entité demandeuse) fournira au (sous-traitant ou à l'agence chargée de mettre en œuvre la REA) deux (2) jeux de copies papier (ainsi que des copies numériques, si possible) pour chaque éléments suivants :

Images

Cartes topographiques de l'intégralité de la zone étudiée (toutes les pages) à (l'échelle la plus adaptée)

Autres cartes thématiques pertinentes à l'échelle adéquate (géologie, sols, isohyètes de précipitation, ressources hydrographiques et lignes de partage des eaux, végétation, occupation des sols, ...)

2. Atelier de planification et atelier de formation

(Le sous-traitant ou l'agence chargée de la mise en œuvre de la REA) organisera et dirigera, sur le site, des ateliers de planification et de formation destinés à la direction et au personnel de terrain. Ces deux ateliers pourront en réalité être combinés en un seul. Il en résultera un plan d'échantillonnage et une chronologie, ainsi que l'attribution des tâches d'échantillonnage à des équipes responsables.

3. Travail de terrain

Les types de végétation identifiés dans le cadre de la phase d'interprétation d'images seront vérifiés sur le terrain au moyen de visites réalisées par des équipes de biologistes. Toutes les classes de végétation identifiées lors de la phase de Caractérisation Initiale du Paysage seront caractérisées. Les équipes visiteront des

emplacements d'échantillonnage prédéterminés représentant un échantillon acceptable (à déterminer dans le cadre de l'atelier de planification) de toutes les occurrences de chaque classe végétale. A chaque emplacement d'échantillonnage ou point d'observation, des données concernant les taxa biologiques suivantes seront recueillies : plantes (essentiellement plantes ligneuses et arbres), mammifères, oiseaux (migrateurs et résidents), reptiles et amphibiens. L'entémofaune et l'ichthyofaune ne seront pas caractérisées dans le cadre de cette REA. Les plantes seront évaluées dans le cadre des observations de parcelles ; les animaux seront recensés au moyen de techniques standard d'observation et de capture ; quant aux oiseaux, ils seront également observés et capturés par observation directe et par pose de filets. Les informations relatives à l'occurrence, de même que celles concernant la géolocalisation, seront mises en exergue. Les informations relatives aux effectifs et à l'abondance ne seront pas présentées. Les problèmes de saisonnalité, en revanche, seront soulignés.

4. Synthèse de l'information

L'information, classée par discipline, sera intégrée en une seule analyse cohérente. Les types de végétation seront caractérisés et cartographiés. La biodiversité des espèces au sein de ces unités sera caractérisée, avec une attention toute particulière accordée au développement de l'information sur les espèces endémiques et les espèces et communautés rares ou en voie de disparition.

5. Attribution de degrés d'importance pour la biodiversité

Aux occurrences des types de végétation, exprimées dans les polygones, seront affectés des degrés d'importance pour la biodiversité, basés sur les classes suivantes (ces classes sont préliminaires et pourront faire l'objet de modifications) :

- Degré d'importance le plus élevé pour la biodiversité
- Degré d'importance élevé pour la biodiversité
- Degré d'importance modéré pour la biodiversité
- Degré d'importance mineur pour la biodiversité

La distinction entre ces classes sera déterminée en fonction de la biodiversité, de l'état de l'habitat, de l'étendue de l'habitat, des dangers, du potentiel de connectivité, de la contiguïté avec les grands blocs de paysage adjacents, ... Une description précise de ces paramètres et des niveaux de pondération sera réalisée durant l'atelier de planification.

Produits

Durant cette REA, les produits suivants seront mis au point :

1. Projet de rapport final de REA.

2. Rapport final de REA.

Le rapport final de REA contiendra des descriptions textuelles des méthodologies, des résultats, des analyses et des conclusions, assorties de cartes et de graphiques destinés à les illustrer. Il contiendra également une description des types de végétation uniques et de leur distribution dans l'espace, ainsi qu'une description de leur importance pour la biodiversité. Si ce rapport peut parfois contenir un bref exposé des recommandations de gestion les plus évidentes tirées des résultats, il ne comportera aucune recommandation complète ou explicite. Le rapport présentera des recommandations pour les sites candidats à envisager lors de la planification de l'établissement de zones protégées permanentes.

3. Fond de carte au 1:250 000 généré par le SIG et montrant les routes et les pistes, les villages, les altitudes, les cours d'eau et les limites du site.

4. Carte au 1:250 000 montrant les types de végétation.
5. Cartes au 1:100 000 montrant les types de végétation à une résolution spatiale plus fine. Ces cartes présenteront également les occurrences d'éléments particulièrement importants (espèces) qui auront été observés, dans la mesure où la diffusion de cette information ne met pas en danger leur intégrité.
6. Carte au 1:250 000 des classes d'importance pour la biodiversité.
7. Une série de cartes au 1:100 000 classant toutes les unités de végétation en fonction de leur importance pour la biodiversité.
Trois exemplaires de chaque produit cartographique seront remis à (*l'entité demandeuse*) sous format papier. Des fichiers numériques de ces cartes, au format PostScript ou à un format semblable, seront également produits. Les couches numériques du SIG (données) seront également mises à la disposition de (*l'entité demandeuse*). Ces couches de données seront, notamment :

- Caractéristiques du fond de carte (routes, fleuves, villages...)
- Emplacements d'échantillonnage
- Types de végétation
- Degrés d'importance pour la biodiversité
- Zones protégées candidates en vue d'une protection permanente

Toutes les données du SIG seront disponibles sous format d'exportation de couverture ESRI/ArcInfo (fichiers *nomcouverture.E00* pour chaque couche de données).

Contrat de partage des données

Les données générées dans le cadre de la REA seront archivées par (*toutes les institutions*). (*L'entité demandeuse*) conserve les droits de propriété intellectuelle sur l'information produite dans le cadre de cette étude, mais elle n'interdira pas de manière déraisonnable à (*sous-traitant ou organisation chargée de mettre en œuvre la REA*) d'exploiter ces données à des fins de publication ou de présentation, hormis pour ce qui est des informations sensibles relatives à certains emplacements (emplacement d'espèces rares ou en voie de disparition ou d'espèces d'une grande valeur commerciale ou artisanale). La permission de reproduire les informations propres à un emplacement en vue de leur publication devra être préalablement sollicitée auprès de (*l'entité demandeuse*).

Considérations supplémentaires

Le descriptif des travaux dépendra des images fournies. (*L'entité demandeuse*) assurera également les éléments suivants :

- Un accès à toutes les zones du site étudié
- Un véhicule destiné à être utilisé par l'équipe de terrain pendant toute la durée des travaux d'échantillonnage du terrain
- Deux survols de la zone étudiée
- L'hébergement et les repas de l'équipe de terrain durant la saison d'échantillonnage
- Une zone pour le traitement des échantillons recueillis sur le terrain, ainsi qu'une source d'énergie pour la lumière, l'alimentation de l'équipement (ordinateurs portables) et la recharge des batteries.
- Dans la mesure où la législation en vigueur le permet, l'autorisation d'acquérir, de traiter, d'enregistrer et de stocker les spécimens

Un interlocuteur unique pour toutes les questions relatives au site. Cette personne répondra aux communications et aux demandes d'assistance.

Reporting

(*Le sous-traitant*) soumettra des rapports trimestriels d'avancement (*Date*), ainsi qu'un projet de rapport final (*Date*) et un rapport final (*Date*). (*Le sous-traitant*) devra également remettre un plan de travail détaillé et une stratégie d'échantillonnage avant d'entamer les travaux de terrain. Toute modification de ce calendrier de reporting devra bénéficier de l'autorisation préalable de (*l'entité demandeuse*).

Paiements

(*L'entité demandeuse*) s'engage à verser au (*sous-traitant*) un total de (*montant du contrat*) pour ces travaux. Ce montant sera réglé conformément au calendrier ci-dessous :

- 25 pour cent à la signature de ce Descriptif des Travaux par les deux parties
- 35 pour cent à livraison du Plan de travail et de la Stratégie d'échantillonnage
- 20 pour cent à livraison du projet de Rapport Final
- 20 pour cent à livraison du Rapport Final