

REPOBLIKAN'I MADAGASIKARA
Tanindrazana - Fahafahana - Fandrosoana

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT, DES EAUX ET FORETS

OFFICE NATIONAL POUR L'ENVIRONNEMENT

GUIDE D'EVALUATION POUR LE CADRE SPECIFIQUE DES ZONES HUMIDES

**Dans le cadre du sous contrat
1180 - 000 - ONE
JARIALA / ONE**

Juin 2006

TABLE DES MATIERES

I	PRESENTATION DES DIFFERENTS TYPES DE PROJETS DANS LES ZONES HUMIDES	3
I.1	SITUATION ACTUELLE.....	3
I.2	TYPE DE PROJETS POTENTIELS DANS LES ZONES HUMIDES	5
I.3	CATEGORISATION DES PROJETS SELON MECIE	5
I.4	PRINCIPAUX PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX DES PROJETS DANS LES ZONES HUMIDES	6
II	ELABORATION DES TERMES DE REFERENCE.....	10
III	EXIGENCES POUR LES PROJETS	11
III.1	DESCRIPTION DU PROJET	11
III.2	DESCRIPTION DES COMPOSANTES PERTINENTES DE L'ENVIRONNEMENT	12
III.3	IDENTIFICATION DES PRINCIPAUX IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT	14
III.4	EVALUATION DES PRINCIPAUX IMPACTS SUR L'ENVIRONNEMENT.....	18
III.4.1	<i>Impacts cumulatifs</i>	24
III.4.2	<i>Participation du public</i>	25
III.5	MESURES D'ATTENUATION	25
III.5.1	<i>Mesures générales</i>	26
III.5.2	<i>Mesures spécifiques</i>	27
III.5.3	<i>Impacts résiduels</i>	29
III.6	ANALYSE DES RISQUES ET DES DANGERS	30
IV	PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL DU PROJET.....	31
IV.1	PROGRAMME DE SURVEILLANCE.....	31
IV.2	PROGRAMME DE SUIVI	32
IV.3	INDICATEURS DE SURVEILLANCE	33
		33
ANNEXES		39

- A. Quelques définitions
- B. Système Ramsar de classification des types de Zones Humides
- C. Fonctions et valeurs des Zones Humides
- D. Impacts sur les fonctions de qualité de l'eau
- E. Impacts sur les fonctions d'habitat
- F. Impacts sur les fonctions hydrologiques
- G. Séquence de mesures d'atténuation
- H. Caractéristiques d'un indicateur
- I. Lignes directrices pour la mise en œuvre et le renforcement de la participation des communautés locales et des populations autochtones à la gestion des Zones Humides.
- J. Quelques lois, décrets et arrêtés pour l'évaluation environnementale des Zones Humides.
- K. Principes méthodologiques d'évaluation de la capacité de charge



PREAMBULE

Conformément à la Charte de l'Environnement de Madagascar (CEM) et ses modificatifs (90-033/90 et 97-012/97), le Décret MECIE et ses modificatifs (99-954/99 et 2004-167/2004) constituent un outil qui recommande une étude d'impact environnemental de tout investissement pour garder une meilleure synergie de développement durable dans un environnement sain.

Plusieurs guides sectoriels ont déjà fait l'objet d'étude, d'autres sont en cours. Le présent guide spécifique complète les autres guides sectoriels, mais définit seulement les règles de bonne gestion quand une filière s'implante dans une zone humide.

Les fonctions de traitement et de régulation liées à l'eau doivent être les piliers de toute considération en plus des autres fonctions de l'environnement qui en découlent directement (faune et flore) et indirectement (services fournis par les écosystèmes) de la diversité biologique telles que les fonctions de production, les productions humaines, les fonctions de charge, les fonctions de traitement et de régulation (liées à la terre, à l'air, à la diversité biologique ...) et les fonctions de signification (fonction culturelle, religieuse...).

Ainsi, l'eau constitue un point central où se retrouvent toutes ces fonctions. Dans ce contexte, ce guide pour l'évaluation environnementale des zones sensibles constitue une référence de plus pour les promoteurs qui veulent bien harmoniser le couple développement - protection.

Le présent document constitue un guide pour le cadre spécifique d'évaluation environnementale des Zones Humides et un complément aux directives générales d'évaluation d'impact environnementale des zones sensibles sans exclure les spécificités des guides sectoriels propres à chaque filière. A cet égard, les promoteurs sont invités à se conformer aux exigences légales, réglementaires et administratives en vigueur pouvant concerner leurs projets et aux normes environnementales appliquées sur l'ensemble du territoire national.

La Direction Générale de l'ONE, office sous tutelle du Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts, entend revoir périodiquement ce guide afin d'en actualiser le contenu. L'élargissement de son utilisation facilitera la mise en place d'une approche harmonisée des analyses d'impacts environnementaux relatifs aux Zones Humides. Enfin, ce guide se concentre surtout sur les principes plutôt que sur une liste détaillée d'informations et d'analyses à produire pour réaliser l'EIE ; les exigences liées aux EIE évoluent dans le temps, au fur et à mesure que de nouvelles données sont disponibles, et que les connaissances scientifiques et les pratiques d'évaluation environnementale évoluent. A ce titre, les commentaires et les suggestions y afférents susceptibles de rehausser son utilité ou de faciliter son utilisation seront très sollicités.



INTRODUCTION

Selon la définition de la Convention sur les Zones Humides (Ramsar, Iran, 1971), les Zones Humides sont des biotopes d'une grande diversité : des marais, des tourbières, des plaines d'inondation, des cours d'eau, des lacs et des zones côtières tels que des marais salés, des mangroves et des herbiers marins, mais aussi des récifs coralliens et autres zones marines d'une profondeur inférieure à six (6) mètres à marée basse et des Zones Humides artificielles telles que des bassins de traitement des eaux et des retenus de barrage. Ainsi, elles constituent l'une des composantes des zones sensibles si on se réfère à l'Arrêté interministériel N° 4355/97 du 13 Mai 1997 portant définition et délimitation des zones sensibles à Madagascar. Cette zone est actuellement sujette à plusieurs inter-réactions anthropiques vu que la plupart des activités dépendent de la satisfaction de leur besoin en eau pour un meilleur rendement.

Le présent document constitue un guide spécifique pour l'évaluation des impacts environnementaux des Zones Humides. Il a été préparé afin de promouvoir des pratiques optimales pour les évaluations environnementales des projets ayant des incidences notables sur les Zones Humides d'importance du pays.

Ce guide comporte quatre parties énumérées ci-après :

- présentation des différents types de projets ;
- élaboration des termes de référence ;
- exigences pour les projets dans les Zones Humides ;
- plan de gestion environnementale.

Lors de l'élaboration d'une étude d'impact environnemental sur les Zones Humides, d'autres points méritent d'être pris en compte en plus de ceux stipulés dans les guides sectoriels relatifs à la filière à laquelle appartient le projet.

De plus, dans l'évaluation de l'importance des impacts, il faut se référer aux normes environnementales en vigueur pour chaque filière, et aux législations en vigueur telles que les normes environnementales nationales et à défaut les normes internationales appropriées au site et au projet. D'autres documents doivent également être considérés dont les différents codes de conduite, les textes réglementaires, les conventions internationales ratifiées, les us et coutumes, sans oublier que tout cela doit s'inscrire dans le cadre de la Vision DURBAN, de Madagascar Naturellement, du DSRP ou du MAP.



I PRESENTATION DES DIFFERENTS TYPES DE PROJETS DANS LES ZONES HUMIDES

I.1 Situation actuelle

A Madagascar, les Zones Humides ont une biodiversité moins importante et un niveau d'endémicité moins élevé. Elles sont mal comprises et n'ont pas fait l'objet des études systématiques si on se réfère aux autres types de systèmes écologiques (Bonvoisin, 1996) Pourtant, les Zones Humides sont sujettes à un niveau de menace très élevé.

Il existe trois (3) principaux types de Zones Humides (Dugan 1992, d'après Scott 1989a) :

- En eau salée :
 - Zones Humides marines ;
 - Zones Humides estuariennes ;
 - lagunes ;
 - lacs salés.

- En eau douce :
 - alluvial - pérenne : fleuves et rivières permanents ;
 - alluvial – temporaire : fleuves et rivières temporaires ;
 - alluvial - temporaire : plaines alluviales ;
 - Zones Humides lacustres (permanentes ou saisonnières)
 - Zones Humides palustres (émergées ou boisées).

- Les Zones Humides artificielles : aquaculture/mariculture, agriculture, exploitation du sel, urbain/industriel, zones de stockage des eaux.

Du point de vue écologique et culturel, les Zones Humides artificielles sont moins importantes. Les Zones Humides marines et les zones sensibles " récifs coralliens " sont les plus souvent considérées ensemble ; il en est de même pour les Zones Humides estuariennes et les zones sensibles " mangroves ".

L'ensemble des étendues d'eaux malgaches (rivières exclues) ne représente que 0,3 % du territoire national (Ferry et *al*, 1999). La plupart des rivières ont un faible niveau de biodiversité. Sur la base des données MALACCA élaborées dans le programme IRD-CNRE, 3429 étendues d'eau libre (intégrant les zones inondables en période des hautes eaux) ont été inventoriées. Les eaux stagnantes s'étendent sur toute l'île. Cependant, le problème des Zones Humides est d'autant plus important, difficile à identifier et à quantifier quand leurs superficies sont plus petites et plus dispersées et qu'elles subissent des pertes continues et insidieuses.



A partir de la classification basée sur les critères à la fois géologique, morphologique, qualité physico-chimique de l'eau et la flore antique, Madagascar présente sept (7) types d'eaux stagnantes douces et saumâtres (Andrianasetra, 1999) :

- Eaux stagnantes sans végétaux vasculaires aquatiques ;
- Eaux stagnantes caractéristiques de la zone écofloristique méridionale de basse altitude ;
- Eaux douces de haute altitude caractéristiques de la zone écofloristique des Hautes Montagnes (> 2 163 m) ;
- Eaux douces littorales caractéristiques de la zone écofloristique orientale de basse altitude ;
- Eaux stagnantes douces de moyenne altitude de 750 m à 1 320 m caractéristiques de la zone écofloristique occidentale de moyenne altitude ;
- Eaux douces de moyenne altitude (1 250 m à 1 780 m) caractéristiques de la zone écofloristiques orientales de moyenne altitude ;
- Eaux douces caractéristiques de la zone écofloristique de basse altitude (< 300 m)

Contrairement aux autres pays, Madagascar ne dispose pas encore de système officiel de classification de Zones Humides ; cette lacune mérite d'être comblée à travers la valorisation de systèmes de classification actuellement adoptés dans le monde (Canada, USA, ...). A titre d'exemple, le système Ramsar de classification de Zones Humides est donné en annexe du présent document.

De nos jours, on note une préoccupation nationale et internationale concernant la préservation des Zones Humides compte tenu de l'importance de leurs rôles écologiques et des pressions qu'elles subissent du fait des activités humaines ; ce qui a d'ailleurs justifié la ratification de la Convention de Ramsar par Madagascar. Le but de cette ratification est de favoriser la conservation des Zones Humides du pays en vue du maintien de leurs fonctions écologiques et socio-économiques pour les générations actuelles et à venir. Pour information, le pays possède actuellement cinq (5) sites Ramsar d'une superficie de 785 593 ha. Ces sites sont : le lac Tsimanampetsotsa (Faritany de Toliara), le complexe des quatre lacs de Manambolomaty (Faritany de Mahajanga), les Marais de Torotorofotsy et le lac Alaotra (Faritany de Toamasina) et le lac Tsarasaotra (Faritany d'Antananarivo).

Outre leur importance écologique (ressources en eau, fertilisation des plaines alluviales et des marais...) et biologique, les Zones Humides sont d'une importance économique considérable. Les principales activités menées dans les Zones Humides concernent notamment :

- le secteur agricole : aménagement hydroagricole, riziculture, opérations micro - hydrauliques, champs traditionnels, grands et petits périmètres irrigués ;
- le secteur énergie : centrales hydroélectriques, micro-centrales...
- le secteur pêche ;



- le secteur industriel : navigation, tourisme, exploitation minière...
- le secteur alimentation en eau potable.

La rentabilité de ces opérations est le plus souvent visible et à long terme.

I.2 Type de projets potentiels dans les Zones Humides

Plusieurs types de projets d'investissement peuvent être réalisés séparément ou conjointement dans les Zones Humides dont :

- projets sectoriels et intégrés de développement : développement rural (hydroélectricité, adduction d'eau), agriculture et aménagement hydroagricole ;
- projet touristique et hôtelier : aménagement hôtelier, aménagement récréo-touristique ;
- projet aquacole de type industriel, semi-industriel et même artisanal ;
- projet d'exploration de pétrole ;
- projet d'exploitation ou d'extraction minière (orpaillage, prélèvement de sable...)
- projet d'exploitation forestière ;
- projet d'implantation de port maritime ou fluvial.

Cette liste, donnée à titre indicatif, n'est pas exhaustive et ne prétend pas englober toutes les actions susceptibles d'être entreprises dans les Zones Humides.

I.3 Catégorisation des projets selon MECIE

Le Décret MECIE prévoit, en annexe I, que les projets suivants doivent obligatoirement faire l'objet d'une EIE :

- tout projet d'implantation de port maritime ou fluvial ;
- tout projet d'excavation et remblayage de plus de 20 000 m³ ;
- toute installation hydroélectrique de plus de 150 MW ;
- tout projet de barrage hydroélectrique d'une superficie de rétention de plus de 500 ha ;
- tout projet d'aménagement de voies navigables (incluant le dragage) de plus de 5 km ;
- tout projet d'aménagement ou de réhabilitation hydroagricole ou agricole de plus de 1000 ha ;
- tout projet de prélèvement d'eau (eau de surface ou souterraine) de plus de 30 m³/h ;
- tout projet de création de parcs et réserves marins d'une envergure nationale et régionale.

Le Décret MECIE prévoit, en annexe II, les projets obligatoirement soumis à un Programme d'Engagement Environnemental (PREE), à savoir :

- toute installation hydroélectrique d'une puissance comprise entre 50 et 150 MW ;



- tout projet de barrage hydroélectrique d'une superficie de rétention comprise entre 200 et 500 ha ;
- tout projet d'aménagement ou de réhabilitation hydroagricole ou agricole d'une superficie comprise entre 200 et 1 000 ha ;
- toute utilisation ou déviation d'un cours d'eau classé permanent, de plus de 50 % de son débit en période d'étiage.

Les nouvelles directives dans l'évaluation d'impacts environnementaux des Zones Humides du manuel 11 proposent la nécessité d'un Audit environnemental d'ampleur varié selon le cas. Cependant, bien que jugé non indispensable dans le décret MECIE, l'Audit devient un outil d'évaluation au même titre que l'EIE classique, le PREE, la MEC dans les Zones Humides. L'Audit permet ainsi l'évaluation des effets cumulatifs.

Selon la loi 2004 – 167 portant décret MECIE, le « screening » est obligatoire pour tous les projets qui touchent les Zones Sensibles. Il permet d'orienter le type d'évaluation par un tri préliminaire qui consiste à ranger les différents projets d'investissement en fonction de la nature, de l'importance et de la caractéristique des enjeux environnementaux.

Le Décret MECIE et ses annexes permettent aux promoteurs et/ou investisseurs de vérifier si d'autres éléments du projet sont assujettis à l'étude d'impact environnemental.

I.4 Principaux problèmes environnementaux des projets dans les Zones Humides

Les principaux problèmes environnementaux des projets opérant dans les Zones Humides sont conditionnés par le type d'investissement, les utilisations prévues ainsi que le type de zone humide concernée. La liste suivante donne un aperçu des principales sources d'impact sur l'environnement des projets opérant dans les Zones Humides (Bonvoisin, 1996).

- **Agriculture** : la conversion en rizière ; étang à crevettes ou puits salants ; drainage ; changement du régime hydrologique en aval des terrains aménagés ; utilisation de pesticides et des engrais chimiques
- **Déforestation** : érosion puis sédimentation des Zones Humides en aval
- **Activités polluantes** : production de substances toxiques (composés métalliques et organiques...) et des déchets (huiles, détritiques, teintures, mousses...)
- **Introduction des espèces exotiques** entraînant des déséquilibres (compétition, prédation...)
- **Exploitation non – durable dans les Zones Humides** :
 - chasse ;



- pêche ;
- collecte de plantes ;
- abattage de bois ;
- pâturage par le bétail ;
- foresterie ;
- collecte des œufs d'oiseaux et/ou reptiles ;
- perturbation des animaux par des touristes ou d'autres gens ;
- extraction de sables et graviers des lits des fleuves et rivières ...

- **Extraction de l'eau en dehors de la zone humide** : les changements du régime hydrologique ou du niveau de l'eau peuvent amener un changement de l'approvisionnement en eau de la zone, et donc de son écologie et de ses autres fonctions.

- **Modifications physiques** :

- construction de barrage ;
- altération du réseau hydrologique ; canalisation et construction de digues pour la prévention des inondations ; construction des obstacles sur les plaines d'inondation ;
- enlèvement d'ombre, de plans d'eau, de souches dans le lit et des macrophytes émergés et submergés.

Les orientations mondiales en matière d'évaluation environnementale des Zones Humides privilégient notamment l'approche fonctionnelle, alors que les directives découlant du Décret MECIE favorisent l'approche écosystémique. Une approche fonctionnelle aide à éclaircir les liens entre les différents éléments et à élaborer une approche intégrée de l'évaluation environnementale. De plus, le fait de prendre en considération les fonctions et valeurs des Zones Humides, en plus de leurs éléments écosystémiques, facilite l'application du principe généralement admis " d'aucune perte nette de fonctions " de ces Zones Humides, ce qui a pour effet de réduire considérablement les impacts sur les écosystèmes de ces zones concernées.

• Capacité de charge

“La capacité de charge est loin d'être un concept scientifique ou bien une formule pour obtenir un nombre, au-delà duquel toute activité devrait cesser. Les limites éventuelles doivent se servir de guide. Elles devraient être évaluées et suivies attentivement, et complétées par d'autres normes, etc. La capacité de charge n'est donc pas fixe. Elle se développe en fonction du temps et de la croissance des activités et peut être influencée par des techniques et des contrôles de gestion” (Saveriades, 2000).

Quelques principes méthodologiques d'évaluation de la capacité de charge sont donnés en annexe.

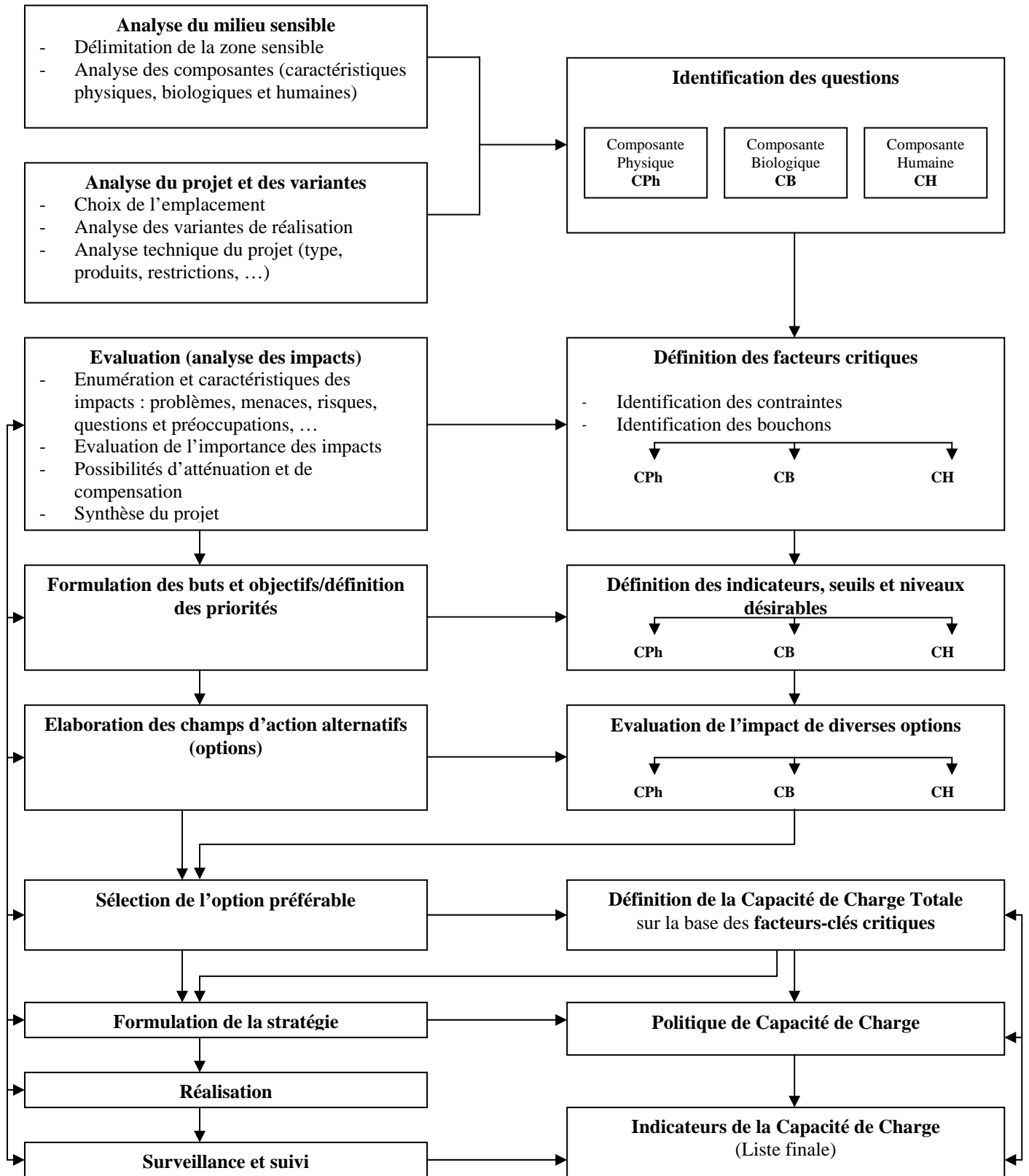
Pour les Zones Humides, la qualité et la quantité de l'eau influent sur les différentes fonctions relatives aux composantes biologiques, physiques et humaines.

Le schéma ci-après met en relation l'application de la capacité de charge et la démarche d'évaluation environnementale.



DEMARCHE D'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE

DEFINITION ET APPLICATION DE LA CAPACITE DE CHARGE



Etant donné que les fonctions des milieux humides peuvent être complexes alors que l'eau constitue un point central où se retrouvent ces nombreuses fonctions, une liste non exhaustive de quelques valeurs indicatrices pour l'estimation de la capacité de charge de l'eau sont données dans le **tableau 1**. Ce sont les concentrations maximales acceptables pour diverses substances physiques, chimiques, radiologiques et microbiologiques dans l'eau afin qu'il n'y ait pas des impacts pertinents sur l'eau, sur son écologie et sur les fonctions qui en dérivent. L'estimation de la capacité de charge des différentes fonctions des Zones Humides nécessite des études spécifiques et l'intervention des experts.

L'application de la Capacité de Charge peut être assistée, guidée et suivie, à l'aide d'un ensemble cohérent d'indicateurs. Lors du processus de définition de la Capacité de Charge, on peut développer une série d'indicateurs initiale qu'on peut finaliser après la décision finale portant sur la Capacité de Charge de l'écosystème global. Le processus est dynamique et, comme on a déjà noté, étant donné que la Capacité de Charge n'est pas un concept fixe, ceci doit être considéré en tant qu'un outil guidant la formulation et l'application des politiques vers les projets visant le développement durable.

Tableau 1. Concentrations maximales recommandées pour certains produits agrochimiques dans les eaux canadiennes

Produit agrochimique	Concentration maximale acceptable recommandée (Microgrammes par litre)
Atrazine	5
Chlorothalonil	aucune recommandation
Cyanazine	10
Diazinon	14
Diclofop-méthyl	9
Dinosèbe	aucune recommandation
Eptc	aucune recommandation
Glyphosate	280
Linuron	aucune recommandation
Métolachlore	50
Métribuzine	80
Simazine	10
Nitrate-nitrogen	10 milligrammes/litre
Bactéries	50 coliformes/litre

Source: *Recommandations pour la qualité des eaux au Canada* (In [http :www.agr.gc.ca/nlwis-snite/index_f.cfm ?s1=pub8s2=hs_ss8page=chap10_5](http://www.agr.gc.ca/nlwis-snite/index_f.cfm?s1=pub8s2=hs_ss8page=chap10_5))

L'observation des indicateurs (d'état, de pression, de réponse), l'évaluation des impacts et des valeurs non flexibles permet de constater s'il y a perte nette ou non.



II ELABORATION DES TERMES DE REFERENCE

Une évaluation environnementale doit examiner les impacts de manière intégrée. Par conséquent, dans le cas d'une évaluation environnementale relative aux Zones Humides, les liens entre les fonctions de ces milieux humides, leurs valeurs dérivées et les éléments de l'écosystème doivent être considérés de manière holistique.

Conformément à l'article 12 du Décret MECIE, toute personne physique ou morale intéressée, publique ou privée y compris le promoteur peut contribuer à fixer le cadre du contenu et de l'étendue d'une EIE. Cet article précise également que l'élaboration des termes de référence (TDR) est faite par l'ONE, conjointement avec les cellules environnementales des ministères concernés. A titre indicatif, les TDR devraient au moins contenir les différentes parties ci-après :

- considérations légales, rappelant la Charte de l'Environnement, le Décret MECIE, l'Arrêté interministériel sur les zones sensibles, la Convention Ramsar sur les Zones Humides, le Code de l'Eau ainsi que les différents textes relatifs aux projets sectoriels de la filière concernée ;
- brève présentation du promoteur ;
- contexte général des opérations relatives au secteur concerné à Madagascar ;
- objectif de l'étude (prestation), en l'occurrence une EIE sur les activités proposées, un programme d'engagement environnemental (PREE) ou une mise en compatibilité (MEC) ; bien que non stipulé dans les textes et lois, un audit environnemental s'avère important pour toute intervention dans les Zones Humides ;
- justification de l'intervention dans la perspective du développement durable et des politiques générales du pays (entre autre Vision Durban, Madagascar Naturellement, DSRP ou MAP) ;
- résultats attendus ou prestations demandées ;
- étude des caractéristiques naturelles et de l'environnement (facteurs humains et sociaux, acteurs abiotiques, caractéristiques générales des terrains, facteurs édaphiques, facteurs biotiques, ...) ;
- recueil de la perception de la population concernant le projet ;
- description du projet, historique, localisation, nature des activités et les grandes phases d'activités à entreprendre (conception, construction, exploitation, ...) ;
- étude et analyse des impacts positifs ou négatifs du projet sur l'environnement, et évaluation de ces impacts ;
- présentation des alternatives et mesures d'atténuation correspondantes ;
- plan de gestion environnemental du projet ;
- profil du consultant qui, normalement devrait être constitué par une équipe pluridisciplinaire ;
- invitation à une proposition de méthodologie et d'offre financière dans le cas où l'étude serait confiée à une entité autre que le promoteur.

Une directive fixera les conditions dans lesquelles les TDR d'une EIE sont soumis au Ministère chargé de l'Environnement par l'Office National de l'Environnement (ONE).



III EXIGENCES POUR LES PROJETS

III.1 Description du projet

La description du projet est réalisée pour l'ensemble de son cycle de vie, depuis sa phase préparatoire jusqu'à sa phase de fermeture.

Les informations requises pour une évaluation environnementale portant sur les Zones Humides dépendent en partie de l'échelle du projet proposé et du degré de l'impact prévu. Les éléments suivants sont généralement requis pour comprendre les impacts probables du projet concerné :

- une description complète du projet, notamment ses données techniques (les caractéristiques physiques du projet, y compris l'accès proposé, les besoins en terre ..., les processus de la production et les caractéristiques opérationnelles, ...) ; cette information doit faire l'objet d'une discussion aux premières étapes de la planification, afin que le promoteur puisse modifier la conception du projet avant de prendre des engagements importants ;
- une définition des limites géographiques des incidences environnementales du projet proposé (" zone d'impact ") ; ces limites englobent le milieu humide et l'étendue géographique des autres écosystèmes pouvant être affectés par le projet et dont les fonctions et les éléments affectés pourraient avoir un effet sur ledit milieu humide ; il est essentiel que le promoteur et les responsables de l'évaluation environnementale s'entendent sur la définition de la zone d'impact dès les premières étapes de la planification du projet ;
- les autres projets proposés ou en cours d'exécution dans la zone d'impact qui peuvent avoir un effet réciproque ou cumulatif avec le projet considéré.

De plus, il faut :

- présenter, à l'aide des cartes (à une échelle adéquate), l'emplacement de l'investissement et les besoins en terre ;
- réaliser une identification préalable des problèmes critiques (y compris les éléments de l'environnement les plus vraisemblablement affectés, et les zones sensibles concernées ou environnantes) avant de commencer la procédure d'évaluation d'EIE.

Dans cette description du projet, il s'avère pertinent de mettre en relief et d'approfondir les principales sources d'impacts potentiels. D'ailleurs, suivant le secteur concerné, la description du projet devrait en plus contenir d'autres questions spécifiques prévues par le guide sectoriel correspondant.



III.2 Description des composantes pertinentes de l'environnement

Les exigences de l'EIE en matière d'informations de base sont fondées sur la détermination des fonctions des Zones Humides concernées et des éléments importants de l'écosystème concerné. En effet, du fait que les processus écologiques et les éléments de l'écosystème sont inextricablement liés tant à l'intérieur des zones qu'entre celles-ci et avec les milieux environnants, et tant en surface que sous la surface, il est important d'identifier ces liens pour s'assurer que la zone de l'impact soit correctement définie. Il ne faut également pas perdre de vue que les impacts sur une fonction ou un élément de l'écosystème peuvent toucher indirectement d'autres fonctions ou éléments de cet écosystème.

Le Décret MECIE (Art. 5) exige une analyse prospective des effets potentiels de l'investissement sur le système environnemental. Les principales composantes de l'environnement qui doivent faire l'objet d'une description appropriée dans l'étude d'impact sont citées dans le **tableau 2** ci-après.

La description des composantes pertinentes des Zones Humides pouvant être affectées et de la zone d'impact mettra un accent sur :

- l'être humain / population : activités traditionnelles, économiques, us, coutumes, comportements sociaux, hygiène, salubrité, vibrations, odeurs, bruits, circulation et utilisations de loisir, ... ;
- la faune / flore / eau / sol / paysage : écosystème présent, qualité (diversité biologique...), quantité (richesse biologique...), qualité de l'air et climat, habitat, écologie, paysage et topographie, ... ; une attention particulière doit également être accordée aux eaux de surface et aux eaux souterraines, ainsi qu'aux régimes et aux flux de substances nutritives (emplacements des points d'entrée et de sortie, volumes et régularité saisonniers), dans le contexte élargi du régime hydrologique ou du bassin hydrographique dans lequel est située la zone d'impact ; les facteurs touchant le régime et l'écoulement des eaux sont, entre autres, les matériaux superficiels et souterrains, les types de sol, ainsi que la position du milieu humide par rapport au relief avoisinant.



Tableau 2. Principales composantes de l'environnement susceptibles d'être affectées par les activités des projets réalisés dans les Zones Humides.

Types d'investissement	Composantes de l'environnement
DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES NATURELLES	
Agriculture <ul style="list-style-type: none"> • culture intensive • irrigation • drainage • utilisation des intrants agricoles 	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol • eau, sol, être humain, population • eau, sol, faune et flore • eau, faune et flore
Foresterie <ul style="list-style-type: none"> • forêts de versants • forêts marécageuses • forêts industrielles 	<ul style="list-style-type: none"> • sol, eau, faune et flore • sol, faune et flore • sol, eau, faune et flore
Pêche <ul style="list-style-type: none"> • pêche • aquaculture 	<ul style="list-style-type: none"> • faune, eau • faune et flore, eau
Elevage	<ul style="list-style-type: none"> • eau, flore
INFRASTRUCTURES / SERVICES PUBLICS ET TRAVAUX PUBLICS	
Energie hydro-électrique et réservoirs	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore, être humain et population
Production d'énergie thermique et nucléaire	<ul style="list-style-type: none"> • eau, faune et flore, sol, être humain et population
Transports d'énergie électrique	<ul style="list-style-type: none"> • faune et flore
Aéroports	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, air, faune, être humain et population
Travaux routiers et lignes ferroviaires	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore, être humain et population
Ports	<ul style="list-style-type: none"> • eau, faune et flore
Protection côtière	<ul style="list-style-type: none"> • eau, faune et flore
Prévention des inondations	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol
VILLAGE / DEVELOPPEMENT URBAIN / SANTE PUBLIQUE	
Développement urbain / logements	<ul style="list-style-type: none"> • eau, faune et flore, être humain et population



Approvisionnement en eau	<ul style="list-style-type: none"> • eau, faune et flore
Evacuation des vidanges et hygiène publique	<ul style="list-style-type: none"> • eau, faune et flore, biens matériels
Décharge des déchets solides et dangereux	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, être humain et population
Santé publique	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore
INDUSTRIES ET EXPLOITATION MINIERE	
Développement industriel	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore, agents climatiques, être humain et population
Exploration et exploitation pétrolières	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore
Oléoducs	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore
Sables et graviers	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune
Extraction de tourbe	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore
Exploitation minière	<ul style="list-style-type: none"> • eau, sol, faune et flore
DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE	
Hôtels	<ul style="list-style-type: none"> • faune et flore
Marina	<ul style="list-style-type: none"> • eau, faune et flore
Ecotourisme	<ul style="list-style-type: none"> • faune et flore

Par ailleurs, lors de la collecte des données de base, le promoteur doit apporter une attention spéciale à l'information reliée aux fonctions des milieux humides ou aux éléments de l'écosystème qui jouent un rôle " clé ". Les fonctions ou éléments clés sont ceux qui prennent une part majeure dans l'intégrité de l'écosystème des milieux humides, qui sont importants dans un contexte local, régional ou national ou qui peuvent être utilisés comme indicateurs des impacts directs ou indirects sur d'autres fonctions ou éléments de l'écosystème.

Une note explicative des fonctions et valeurs des Zones Humides est donnée en annexe du présent document.

III.3 Identification des principaux impacts sur l'environnement

Les fonctions des milieux humides peuvent être complexes; on dispose rarement d'une compréhension approfondie de tous les processus écologiques contribuant à un écosystème fonctionnel. Toutefois, des fonctions spécifiques des milieux humides et pouvant faciliter la



prédiction de l'étendue des impacts d'un projet proposé ont déjà été identifiées par différents chercheurs.

Les questions figurant sur la liste ci-après, regroupées sous des rubriques de fonctions et de valeurs, sont extraites de la *Directive pour les évaluations environnementales relatives aux milieux humides* (Milko, R. 1998), publié par le Service canadien de la faune (Environnement Canada, Ottawa). Cette liste est conçue pour aider le promoteur à déterminer les questions et les paramètres à examiner lorsqu'il compile ses données de base, détermine les impacts possibles du projet proposé et prépare les mesures d'atténuation requises. L'examen des impacts possibles sur les fonctions et valeurs suppose que les éléments de l'écosystème qui seront touchés sont aussi identifiés.

a) Fonctions hydrologiques : contribution du milieu humide à la quantité des eaux de surface et des eaux souterraines

- Est-ce que le milieu humide joue un rôle majeur dans l'hydrologie du bassin ?
- Est-ce que le milieu humide contribue à l'alimentation de sources locales ou régionales d'approvisionnement en eau ou de nappes phréatiques ?
- Est-ce que le milieu humide est utilisé pour l'approvisionnement (rural, urbain, commercial ou agricole) en eau ?
- Est-ce que le milieu humide contribue à augmenter le débit disponible pour les utilisateurs à cause de sa position en amont dans le bassin hydrographique ?
- Est-ce que le milieu humide contribue à protéger contre les inondations ?
- Est-ce que le milieu humide contribue à limiter l'érosion ?
- Est-ce que le milieu humide atténue les fluctuations des marées ou du niveau d'eau des lacs ?

b) Fonctions biogéochimiques : contribution du milieu humide à la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines

- Est-ce que le milieu humide reçoit des polluants pouvant être dégradés par les milieux humides ou est-il utilisé pour un traitement quelconque d'eaux usées ?
- Est-ce que le milieu humide sert de bassin de retenue pour les eaux de ruissellement agricoles ?
- Est-ce que le milieu humide joue un rôle dans le confinement ou l'immobilisation de substances toxiques contenues dans les eaux de ruissellement de surface ou les eaux d'écoulement ? Si l'écoulement ou l'équilibre biogéochimique devait être modifié, est-ce que le milieu humide pourrait libérer des contaminants accumulés ?
- Est-ce que le milieu humide joue un rôle dans la stabilisation de l'écoulement des sédiments ?



- Est-ce que le milieu humide comporte des concentrations de substances nutritives qui assurent l'existence de populations fauniques ou déverse-t-il des substances nutritives utiles dans les écosystèmes en aval ?

c) Fonctions de l'habitat terrestre et aquatique

- Y a-t-il des espèces menacées désignées par les systèmes pertinents actuels ?
- Est-ce que le milieu humide fournit des habitats à des mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens, mollusques, crustacés, invertébrés, poissons ou végétaux ? Quels sont les habitats essentiels ou d'importance particulière pour ces espèces dans le milieu humide ?
- Est-ce que le milieu humide assure l'existence d'espèces animales ou végétales uniques dans la région ou dont l'abondance est inhabituelle ? Quelles sont les caractéristiques du milieu humide qui en sont responsables ?
- Y a-t-il des espèces dont l'existence dépend d'un habitat en milieu humide ou en milieu sec pour une partie ou l'autre de leur cycle de vie ?
- Est-ce que le milieu humide et la végétation qui lui est associée protègent les rivages naturels ?
- Quels effets auront des facteurs environnementaux naturels comme la sécheresse et les inondations, sur l'habitat du milieu humide ?

d) Fonctions écologiques : rôle du milieu humide dans l'écosystème périphérique

- Est-ce que le milieu humide assure l'existence d'un important complexe d'écosystèmes comportant des milieux secs ?
- Est-ce que le milieu humide fait partie intégrante d'un important réseau de drainage ?
- Est-ce que le milieu humide fait partie d'un complexe (plusieurs milieux humides de différents types) dont l'intégrité est une condition nécessaire pour l'habitat de certaines espèces ?
- Est-ce que le milieu humide a une forte productivité par rapport aux autres milieux humides du même type dans la même région ?
- Est-ce que le milieu humide constitue un bon exemple de la diversité biologique ?
- Est-ce que ce que le milieu humide est considéré comme un exemple important de sa catégorie ?
- Reste-t-il quelques milieux humides de cette catégorie dans leur état naturel et non altérés dans la région ?
- Est-ce que le milieu humide renferme une formation géologique qui constitue un excellent exemple de sa catégorie, doit son existence à cette formation, en fait partie ou lui est associé écologiquement ?



- Y aura-t-il fragmentation d'un complexe de milieux humides ou formation de nouveaux liens avec d'autres habitats, ce qui pourrait entraîner l'établissement d'espèces étrangères, concurrentes, prédatrices, etc. ?
- Est-ce qu'on a atteint un seuil régional au-delà duquel la santé des écosystèmes des milieux humides de toute la région serait compromise par toute dégradation supplémentaire ?

e) Valeurs sociales, culturelles et commerciales

- Est-ce que le milieu humide fait partie du patrimoine historique ou culturel d'une population régionale ou locale ?
- Est-ce que le milieu humide contient des ressources archéologiques ou paléontologiques ?
- Est-ce que le milieu humide fait partie d'un secteur d'utilisation traditionnelle par les populations locales ?
- Le milieu humide présente-t-il des possibilités pour l'alimentation de subsistance ou des collectes commerciales ?
- Le milieu humide offre-t-il d'autres possibilités ou activités commerciales telles que l'exploitation de tourbe ou de sulfate de sodium ?
- Est-ce que le milieu humide sert d'habitat à des espèces qui font l'objet de la pêche commerciale (ex., comme frayère ou alevinière) ?

f) Valeurs esthétiques et récréatives

- Est-ce que le milieu humide est visible à partir d'une route ou voie ferrée servant au transport de voyageurs et désignée panoramique ?
- Est-ce que le milieu humide est un important lieu de visite ou ajoute à la diversité visuelle du paysage ?
- Est-ce que le milieu humide sert à l'observation ou à la photographie des espèces sauvages ?
- Est-ce que le milieu humide offre des possibilités de navigation de plaisance ou d'autres activités récréatives ?
- Est-ce que le milieu humide offre des possibilités de chasse ou de pêche récréatives ?

g) Éducation et sensibilisation du public

- Est-ce que le milieu humide sert à la recherche scientifique ?
- Est-ce que le milieu humide sert à des fins éducatives et d'interprétation ?
- Est-ce que le milieu humide est situé près d'une importante population urbaine ? Combien de visiteurs l'utilisent chaque année ?
- Y a-t-il des politiques ou des programmes pour le soutien de la conservation ou de la restauration du milieu humide ?



- Est-ce que le milieu humide est facilement accessible au public ? Est-ce que le projet permet un type d'accès sans effets délétères sur les fonctions du milieu humide ?

h) Généralités

- Est-ce que les cotes du milieu humide établies par les systèmes d'évaluation acceptés sont élevées ?
- Est-ce que le milieu humide est un site d'intérêt public spécial ou une ressource nationale, régionale ou locale unique? Est-ce qu'il a fait l'objet d'une désignation spéciale quelconque (ex. site Ramsar, refuge d'oiseaux migrateurs, réserve nationale de faune, ...) ou a-t-il un statut spécial du point de vue de la gestion ?

D'autres considérations touchant les informations de base peuvent être requises lorsque le milieu humide est situé dans une forêt aménagée. En voici quelques exemples :

- Doit-il y avoir prélèvement de ressources dans des marécages de bassin ou dans des tourbières boisées, et prévoit-on des arrosages ?
- Faudra-t-il tracer des routes dans la région du milieu humide, ou est-ce que les activités d'exploitation forestière, de débardage et d'entreposage devraient suffire ?
- Y a-t-il des plans pour le drainage des tourbières ?
- Le milieu humide est-il entouré d'arbres ? Quelle est la largeur de cet habitat ou de cette zone tampon ?
- Est-on préoccupé par des problèmes d'envasement dans le milieu humide ?

Selon le type et l'étendue du milieu humide et les fonctions qui pourraient être touchés, il peut y avoir aussi des exigences spéciales concernant les informations sur la forêt, notamment en ce qui concerne sa fonction d'habitat pour les oiseaux migrateurs.

III.4 Evaluation des principaux impacts sur l'environnement

L'évaluation des principaux impacts sur l'environnement révèle tous les effets négatifs ou positifs du projet sur la zone humide. Avant d'entamer la procédure d'évaluation environnementale, il faut réaliser une identification préalable des problèmes critiques comprenant les éléments de l'environnement le plus affectés et les zones sensibles environnantes. Cette identification préalable doit comprendre :

- une évaluation préliminaire de l'environnement actuel,
- une évaluation préliminaire du projet,
- une évaluation préliminaire des impacts, leur importance et leur superficie, et les mesures d'atténuation potentielles,



- la sélection des paramètres environnementaux pour les éléments de l'écosystème.

Il faut également déterminer si des fonctions des Zones Humides, des éléments de l'écosystème et de leurs liens identifiés dans les sections précédentes peuvent être affectés par le projet proposé. L'étendue des impacts sur les plans spatial et temporel, ainsi que leur niveau (quantifié si possible) dans la partie traitant des impacts environnementaux de l'EIE doivent également être soulignés. Même s'il est parfois plus facile d'examiner les impacts fonction par fonction ou élément par élément, la reconnaissance des interactions complexes dans les écosystèmes doit servir de cadre pour l'analyse et la présentation de l'information. Les types de facteurs contribuant aux impacts environnementaux varient selon le projet et le type de zone humide et d'écosystème du milieu humide concerné. De plus, ces effets dépendent de l'intensité, de la durée, du moment et de la fréquence des impacts. Certains exemples illustrant les impacts possibles de projets sur des fonctions des Zones Humides sont également donnés en annexe.

Si le promoteur tente de classifier les impacts (ex. négligeables, faibles, importants ou significatifs, et positifs ou négatifs, ...), il doit également expliquer et justifier son système de classement et sa désignation des impacts. La quantification des impacts environnementaux constitue une base solide pour la détermination du niveau d'impact. Les interactions entre les impacts doivent également être examinées. L'évaluation de l'importance des impacts nécessite l'identification de tous les produits et services actuels et potentiels des Zones Humides qui peuvent être modifiés par le projet et l'estimation de leurs valeurs, si possible en termes monétaires. Les impacts doivent être traduits en termes économiques en utilisant les instruments juridiques et économiques (Art 5 du Décret MECIE) disponibles.

Le **tableau 3** ci-après met en relation le type d'investissement et les principaux impacts sur les Zones Humides.

Tableau 3. Principaux impacts probables sur les Zones Humides

Type d'investissement	Principaux effets potentiels sur les Zones Humides	
DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES NATURELLES		
Agriculture	Culture intensive	Drainage et conversion des Zones Humides
		Acidification des sols
		Perte de capacité de régulation des inondations
	Irrigation	Conversion des Zones Humides
		Dérivation de l'eau des Zones Humides
		Changement des eaux souterraines - assèchement de ruisseaux en amont et détrempeement en aval
		Changement de salinité et alcalinité des sols et de l'eau
		Perte d'approvisionnement d'eau en aval
		Augmentation des maladies d'origine hydrique
		Erosion ou sédimentation augmentée



	Drainage	Changement des eaux souterraines	
		Assèchement des Zones Humides – changement de l'étendue et des espèces.	
		Oxydation des sols sulfates acides	
		Salinité augmentée de l'eau drainée et des eaux réceptrices	
	Utilisation des intrants agricoles	Eutrophisation des étendues d'eau – floraisons algiques, poissons tués	
		Pollution aux pesticides – poissons et faune tués, bio-accumulation	
Foresterie	Forêts des versants	Erosion des sols augmentée	
		Augmentation des sédiments dans les rivières et Zones Humides en aval	
		Risque d'inondation augmentée	
		Saturation de la surface augmentée	
		Consommation de l'eau – réduction des eaux souterraine	
	Forêts marécageuses	Perte des éléments de l'écosystème – productivité diminuée	
		Perte de protection contre les orages et l'érosion perturbation augmentée du sédiment	
	Foresterie industrielle	Pollution de l'eau, particulièrement à cause des usines de papeterie et de pulpe, et des produits toxiques de conservation du bois	
	Pêcheries	Pêche	Augmentation de production ou amélioration des facilités causant la surpêche
			Techniques et équipement de pêche inadaptés pouvant réduire la réserve des juvéniles
Port et transformation pouvant provoquer la pollution de l'eau			
Aquaculture		Zones Humides naturelles détruites	
		Pertes des frayères naturelles et de semences	
		Populations des poissons naturelles détruites	
		Espèces exotiques rivalisant avec les espèces indigènes	
		Utilisation de produits chimiques et d'antibiotiques	
		Pollution de l'eau à cause des excédents d'alimentation et des excréments des poissons	
Élevage			Réduction du niveau d'eau souterraine à cause de la surexploitation des ressources en eau
			Pollution de l'eau à cause de l'élevage intensif et de l'industrie laitière
	Surpâturage du bassin versant causant son érosion et la sédimentation augmentée des cours d'eau		
INFRASTRUCTURE / SERVICES PUBLICS / TRAVAUX PUBLICS			



Energie hydroélectrique et réservoirs	Inondation des Zones Humides et terrestres en amont
	Changement de qualité de l'eau et de débit saisonnier en aval – rivières et plaines d'inondation desséchées
	Protection contre les eaux
	Elévation du niveau hydrostatique en aval, menant dan certains cas à la salinité augmentée de l'eau et du sol en aval
	Changement du taux de transport des substances nutritives et des sédiments ; sédimentation derrière le barrage menant à l'ensablement ou l'érosion du delta
	Réduction des prises de poissons en aval et en delta, mais augmentation possible de pêche dans le réservoir
	Eutrophisation du réservoir, problème d'élodée
	Barrage empêchant la migration des poissons
	Augmentation des maladies d'origine hydrique
Production d'énergie thermique et nucléaire	Construction du bassin de refroidissement
	Effluents d'eau chaude – changement du microclimat
	Pollution aux produits chimiques ; pollution aux hydrocarbures
	Décharge de déchets nucléaires
Transport d'énergie électrique	Défrichement partiel des Zones Humides
	Accès amélioré pour la chasse et le braconnage
	Interférence électromagnétique des oiseaux migratoires et nichoirs, en particulier les oiseaux d'eau
Aéroports	Comblement des Zones Humides
	Pollution de l'eau, de la terre et de l'air
	Dérangement des espèces d'oiseaux d'eau à cause du bruit
Travaux routiers et réseau ferroviaire	Comblement des Zones Humides
	Ecoulement des eaux polluées du chantier de construction
	Effet sur le courant d'eau souterraine
	Circulation des eaux de surface empêchée, particulièrement des Zones Humides sous l'influence des marées
	Dérangement des Zones Humides juxtantes à cause du bruit
	Ecoulement de l'eau de pluie polluée
	Accès amélioré aux Zones Humides
Ports	Comblement des Zones Humides
	Dragage des chenaux d'accès, décharge des sédiments dragués, perturbation des boues toxiques (zone déjà polluée)
	Pollution aux hydrocarbures et aux déchets industriels



		Changement du régime hydrologique, érosion des rives
		Perturbation des poissons et de la faune
Protection côtière		Comblement des Zones Humides
		Perturbation à cause de la construction
		Accès amélioré aux Zones Humides
		Changement des mouvements d'eau menant aux changements des scénarios de sédimentation et des communautés benthiques
Prévention des inondations		Effets de construction
		Réduction de la fertilité naturelle par la dispersion des substances nutritives et du sédiment dans les eaux d'inondation
		Augmentation des effets des inondations catastrophiques en cas de passage
		Réduction des bénéfices de la plaine d'inondation
VILLAGES, DEVELOPPEMENT URBAIN, SANTE PUBLIQUE		
Développement urbain / logement		Comblement et assèchement des Zones Humides
		Décharge des déchets
		Pollution de l'eau de surface et souterraine
		Ecoulement chargé de sédiments du chantier de construction
		Augmentation de l'écoulement de surface, de l'érosion et du risque d'inondation, réduction de la recharge des eaux souterraines
Approvisionnement en eau		Extraction augmentée des eaux de surface et souterraine
		Réduction du niveau de la nappe phréatique et de la recharge des eaux souterraines, assèchement des Zones Humides
		Réduction des possibilités d'extraction d'eau en aval
		Intrusion des eaux sales dans les zones côtières
		Domages à cause de la construction des pipelines
Evacuation des vidanges et hygiène publique		Pollution de l'eau si la capacité de traitement n'est pas suffisante ou pendant les pannes
		Comblement des Zones Humides pour les emplacements des traitements
		Domages à cause de la construction
		Eutrophisation des eaux réceptrices
Décharge de déchets solides et/ou dangereux		Liquides organiques et toxiques s'écoulant dans les eaux de surface et souterraines
		Comblement des Zones Humides avec des déchets
		Terrains de décharge attirant les oiseaux d'eau et d'autres animaux, surtout les terrains de décharge des déchets domestiques



Santé publique		Comblement ou assèchement des Zones Humides pour contrôler les vecteurs
		Utilisation des pesticides pour contrôler les vecteurs
		Poissons et faunes tués
INDUSTRIES ET EXPLOITATION MINIERE		
Développement industriel		Comblement et assèchement des Zones Humides
		Augmentation des besoins en eau, extraction augmentée des eaux de surface et souterraine
		Pollution de l'eau (déchets pétroliers, organiques, toxiques...)
		Décharge des déchets solides dans les cours d'eau
		Poissons tués, eutrophisation
Exploration et exploitation pétrolière		Pollution des Zones Humides aux hydrocarbures et aux autres substances
		Accès amélioré aux Zones Humides
		Dommages aux Zones Humides dus à la construction de camp de base pour les ouvriers
		Changement des régimes hydrologiques et de l'habitat aquatique
Oléoducs		Dommages aux Zones Humides traversées à cause de la construction
		Déversement accidentel d'hydrocarbures
Extraction de sable et graviers		Augmentation de la profondeur des Zones Humides
		Perturbation des Zones Humides à cause des travaux d'extraction
		Changement des régimes hydrologiques
		Construction des routes d'accès
		Augmentation des liquides filtrés et des sédiments dans les cours d'eau et les Zones Humides
		Augmentation de l'érosion
Extraction de tourbe		Augmentation de densité, oxydation et érosion de tourbe
		Affaissement
		Destruction de l'habitat de tourbe
		Destruction du rôle hydrologique des éponges
		Capacité comme drain de charbon réduite – phénomène lié aux questions de changement de climat
		Libération des métaux toxiques
		Feux de tourbe
Exploitation minière		Pollution de l'eau de surface et souterraine aux déchets miniers et substances toxiques utilisées dans le traitement des minerais de métaux lourds
		Augmentation de l'érosion et de la charge de sédiment dans les cours d'eau
		Acidification des eaux de surface et souterraines



		Pompage d'eau dans les mines pouvant mener à la réduction du niveau de la nappe phréatique, l'intrusion de l'eau salée, l'assèchement des Zones Humides ...
		Routes d'accès, facilités de service – dommages aux Zones Humides aux alentours liés à la construction des routes et des logements
		Déchets miniers déchargés dans ou ayant des effet sur les Zones Humides
DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE		
Hôtels		Dommages aux Zones Humides ou ses alentours à cause de la construction
		Comblement des Zones Humides
		Pollution à cause des décharges de vidanges incontrôlées
		Eutrophisation des Zones Humides clôturées
Marina		Conversion des Zones Humides, approfondissement et activités de construction
		Pollution aux hydrocarbures et aux huiles de vidange
Ecotourisme		Perturbation des organismes et de l'habitat
		Braconnage pour les souvenirs touristiques...
		Augmentation des pressions d'exploitation

III.4.1 Impacts cumulatifs

Une évaluation environnementale doit examiner les impacts cumulatifs d'un projet, i.e. les impacts cumulatifs que sa réalisation, combinée à l'existence d'autres ouvrages ou à la réalisation d'autres projets ou activités, est susceptible de causer à l'environnement. Etant donné que les effets cumulatifs tiennent compte des changements dus à d'autres projets antérieurs, combinés à ceux du projet proposé et de projets futurs possibles, la nature dynamique des besoins des écosystèmes doit être considérée. En particulier, les considérations de base devraient être fondées sur un environnement sans aucun développement, mais tenant compte des changements naturels inhérents dus aux processus de l'écosystème. Comme ceux-ci peuvent être difficiles à déterminer dans des emplacements qui ont déjà été développés antérieurement, des sites témoins non altérés peuvent être utilisés pour en obtenir une approximation.

Une zone humide qui fait l'objet d'une évaluation environnementale peut avoir déjà été touchée par des projets. Une compréhension de la réaction antérieure de l'écosystème à des stress peut être utile pour prévoir les impacts du projet proposé ou un stress particulier qui y serait associé. Les impacts cumulatifs doivent également être considérés dans un contexte régional.



III.4.2 Participation du public

La Recommandation 6.3 de la COP6 de Ramsar (1996) demande aux Parties contractantes (dont Madagascar) «*de déployer des efforts particuliers afin d'encourager une participation active et informée des populations locales et autochtones à la gestion, par l'intermédiaire de mécanismes appropriés, des sites inscrits sur la Liste de Ramsar, des autres Zones Humides et de leurs bassins versants*».

Le décret MECIE 2004/167 dans ses articles 15 à 21 instaure la participation du public comme une étape essentielle dans le processus d'évaluation environnementale.

La loi N°90-033 du 21 Décembre 1990 portant Charte de L'Environnement Malagasy et ses modificatifs évoquent le principe du droit à l'information du public à l'évaluation environnementale. L'article 2, section I de l'arrêté n° 6830/2001 du 28 Juin 2001 fixe les modalités et les procédures de participation du public à l'évaluation environnementale. Ces modalités et procédures se fait soit par consultation sur place des documents, soit par enquête publique, soit par audience publique qui doit comporter une phase d'information et une phase de consultation durant laquelle se procède le recueil des avis du public.

Des Lignes directrices pour la mise en œuvre et le renforcement de la participation des communautés locales et des populations autochtones à la gestion des Zones Humides, sont présentés en Annexe de la Résolution VII.8 du 7e Session de la Conférence des Parties contractantes à la Convention sur les Zones Humides (Ramsar, Iran, 1971) San José, Costa Rica, 10 au 18 mai 1999.

Ces lignes directrices sont présentées en annexe.

III.5 Mesures d'atténuation

Dans le cas des Zones Humides, la séquence de mesures d'atténuation possibles serait l'évitement, la réduction à la source et la compensation, avec des critères précis et des résultats définis, qui sont nécessaires pour la mise en œuvre du principe " d'aucune perte nette de fonctions " des Zones Humides. Si l'investissement va causer des dommages sur la zone humide, il faut proposer la restauration correspondante ; le but étant de minimiser la perte des valeurs des Zones Humides ou de les remplacer.

La proposition d'une méthode d'atténuation d'impact doit tenir compte de ses effets sur les fonctions et les éléments non ciblés de l'écosystème. Dans le cas où la restauration n'est pas possible, alors qu'il y a des pertes permanentes de fonctions ou de produits, les Zones Humides environnantes feront l'objet de restauration ou amélioration afin qu'il n'y ait " pas de perte nette de fonctions" de ces zones.



Conformément à l'article 5 du Décret MECIE, les différentes alternatives envisageables pour corriger les impacts négatifs directs ou indirects engendrés par l'investissement sur l'environnement physique ou humain doivent être présentées. Pour les Zones Humides importantes, l'élaboration d'un plan de conservation des habitats et des espèces est obligatoire.

Les mesures d'atténuation proposées, justifiées en terme physiques et économiques, doivent tenir compte de :

- la nature technique du projet ;
- son ampleur ;
- et la sensibilité du milieu d'implantation.

et doivent considérer :

- l'organisation du site ;
- les mesures techniques, écologiques et esthétiques pour atténuer les dommages ;
- et l'efficacité probable de ces mesures.

III.5.1 Mesures générales

Une liste exhaustive des mesures générales d'atténuation relatives aux principales composantes pertinentes de l'environnement est donnée ci-après :

- être humain / population :
 - prévoir un mécanisme de concertation avec les populations locales (pour favoriser une insertion sociale et culturelle harmonieuse du projet) ;
 - respecter les us et coutumes de la zone d'accueil ;
 - valoriser les compétences locales ;
 - favoriser les actions ou activités générant des retombées économiques pour la population locale.
- faune / flore / eau / sol / agents climatiques :
 - préserver les atouts exceptionnels d'intérêts locaux ;
 - préserver les éléments importants du milieu biologique ;
 - respecter les réglementations vis-à-vis des zones ou aires réglementées ;
 - réduire au minimum la durée des travaux dans la zone humide.
- paysage / biens matériels :
 - réhabiliter et nettoyer le site à la fin des travaux ;
 - réduire au minimum la durée des travaux dans la zone humide.



III.5.2 Mesures spécifiques

Le **tableau 4** porte sur les mesures d'atténuation spécifiques des principales activités des investissements touchant les Zones Humides.

Tableau 4. Mesures d'atténuation et travaux compensatoires

Type d'investissement	Mesures d'atténuation et travaux compensatoires	
DEVELOPPEMENT DES RESSOURCES NATURELLES		
Agriculture	Culture intensive	Adoption de " pas de perte nette "
	Irrigation	Efficacité augmentée de l'irrigation
		Drainage amélioré de l'eau d'irrigation
		Amélioration de culture traditionnelle utilisant la zone humide
		Echappement d'eau douce sur les plaines d'inondation
	Drainage	Adoption de " pas de perte nette "
	Utilisation des intrants agricoles	Efficacité augmentée d'utilisation des engrais chimiques
Gestion intégrée des insectes nuisibles		
Foresterie	Forêts des versants	Gestion du bassin versant
		Re-afforestation
		Barrages contre sédimentation
		Plantation sur la bande riveraine et non sur les versants
	Forêts marécageuses	Exploitation durable du bois
		Reboisement ou régénération naturelle améliorée
		Abattement à la base de sélection
	Foresterie industrielle	Traitement d'eau usée
		Réglementation d'utilisation des produits chimiques de conservation de bois
Pêcheries	Pêche	Réglementation de la pêche
		Équipement de pêche à la base de sélection
		Système de quota géré par l'industrie
		Apport des facilités pour la réception des déchets
	Aquaculture	Choix de l'emplacement
		Contrôle de la planification
		Maîtrise des espèces exotiques
	Élevage	Nombre de bétail correspondant à la capacité des ressources en eau
		Traitement des eaux usées
INFRASTRUCTURES, SERVICES PUBLICS, TRAVAUX PUBLICS		



Energie hydroélectrique et réservoirs		Considération approfondie des besoins des Zones Humides en aval
		Echappements saisonniers d'eau pour maintenir les plaines d'inondation
		Facilité pour l'évacuation des sédiments du réservoir
		Facilité pour le mouvement des poissons à travers les barrages
Production d'énergie thermique et nucléaire		Refroidissement et mélange suffisant des effluents chauds
		Utilisation minimale de produits chimiques
		Mesures contre les déversements accidentels de combustibles
Transports d'énergie électrique		Eviter les Zones Humides dans le tracé
Aéroports		Mesures contre la pollution de l'eau, de la terre et de l'air
		Adoption de " pas de perte nette "
Travaux routiers et réseaux ferroviaires		Adoption de " pas de perte nette "
		Mesurer le mouvement d'eau de surface et souterraine d'un coté à l'autre de l'ouvrage
		Caniveaux
		Eviter les Zones Humides dans le tracé
Ports		Adoption de " pas de perte nette"
		Gestion des Zones Humides aux alentours
		Décharge sans danger des sédiments dragués
		Apport des facilités pour le ramassage et traitement des ordures provenant des bateaux
		Equipement et formation pour la maîtrise de la pollution aux hydrocarbures
Protection côtière		Adoption de " pas de perte nette"
		Conception sensible aux Zones Humides
Prévention des inondations		Utilisation des Zones Humides pour atténuer les risques d'inondation
VILLAGES, DEVELOPPEMENT URBAIN, SANTE PUBLIQUE		
Développement urbain et logement		Adoption de " pas de perte nette "
		Equipement pour la protection contre la pollution de l'eau
		Décharge appropriée (sans danger) des déchets solides
		Utilisation des Zones Humides pour le traitement des eaux usées
		Construction des puits pour les recharges des eaux souterraines
Approvisionnement en eau		Considération suffisante des besoins des Zones Humides en aval



Evacuation des vidanges et hygiène publique		Utilisation des Zones Humides artificielles pour le traitement des eaux usées
		Capacité de traitement suffisante
		Contrôle et entretien convenable
Décharge des déchets solides et/ou dangereux		Conception et sélection des emplacements pour éviter les Zones Humides, ou des zones ayant un risque des liquides filtrés
Santé publique		Adoption de " pas de perte nette "
		Traitement des vidanges suffisant
		Utilisation limitée de pesticides
INDUSTRIES ET EXPLOITATION MINIERE		
Développement industriel		Adoption de " pas de perte nette "
		Considération suffisante des besoins des Zones Humides en aval
		Protection contre la pollution de l'eau
		Décharge sans danger des déchets solides
Exploration et exploitation pétrolières		Protection contre la pollution aux hydrocarbures
Oléoducs		Adoption de " pas de perte nette "
		Protection contre la pollution aux hydrocarbures
Extraction de sable et graviers		Adoption de " pas de perte nette "
		Reconstitution des Zones Humides à la fin des travaux
Extraction de tourbe		Contrôle de planification
Exploitation minière		Protection contre la pollution de l'eau
		Adoption de " pas de perte nette "
		Maîtrise des liquides filtrant des déchets miniers solides
DEVELOPPEMENT TOURISTIQUE		
Hôtels		Adoption de " pas de perte nette "
		Protection contre la pollution de l'eau
		Zone humide gérée comme attraction touristique
Ecotourisme		Limitation du nombre et séjour des touristes
		Programme de sensibilisation de la population et des touristes

III.5.3 Impacts résiduels

Le promoteur doit indiquer quels impacts environnementaux demeureront après que des mesures d'évitement et des mesures de réduction à la source aient été prises. Si le promoteur tente de classer ces impacts résiduels (ex. négligeables, faibles, importants ou significatifs, positifs ou négatifs), il doit également expliquer et justifier son système de classement et sa désignation des impacts.



Dans une évaluation environnementale, les impacts résiduels jouent un grand rôle pour déterminer si les impacts environnementaux délétères sont acceptables ou assez significatifs pour justifier la médiation, l'examen par une commission ou le refus du projet. Ils aideront aussi à déterminer si la compensation est une démarche appropriée pour résoudre la question des impacts résiduels.

III.6 Analyse des risques et des dangers

Les risques d'accident et de danger sont fonction du type d'investissement et du type de Zones Humides concernées. Les accidents et/ou dangers peuvent avoir lieu à l'issue d'une fuite, feu, panne, déversement ou décharge accidentels, barrage, brèche...

L'analyse des risques et dangers contribue à déterminer la cause, de localiser les zones de danger et de connaître les composantes de l'environnement menacées en cas d'accidents. Les informations recueillies doivent permettre :

- l'établissement des mesures de sécurité pertinentes ;
- la mise en place d'un système de surveillance afin de détecter à temps les éventuels changements défavorables ;
- et de démontrer si le projet est susceptible d'engendrer des accidents majeurs.



IV PLAN DE GESTION ENVIRONNEMENTAL DU PROJET

L'étude d'impact environnemental débouche sur un programme de surveillance et de suivi environnemental à mettre en œuvre durant toutes les différentes phases du projet et, le cas échéant, après la fermeture du projet. Cette section constitue la **base du cahier des charges environnementales du promoteur**, sous forme d'un plan de gestion environnemental du projet (PGEP). Ce PGEP doit comprendre :

- le programme ou méthode de surveillance ;
- le programme ou structure de suivi ;
- la charte de responsabilité ;
- et les indicateurs de surveillance.

IV.1 Programme de surveillance

La **surveillance** consiste à s'assurer que le promoteur respecte ses engagements et ses obligations de prise en compte de l'environnement et d'application des mesures d'atténuation des impacts négatifs requises pendant toute la durée du projet.

Ce programme comportera au moins :

- la liste des exigences et des obligations légales et réglementaires de prise en compte de l'environnement pour la réalisation du projet ;
- la description des moyens et des modalités prévus pour le bon fonctionnement des travaux, des équipements et des installations, ainsi que pour prendre les décisions et les mesures qui s'imposent en cas de problèmes survenant pendant leur réalisation ;
- la description de l'ensemble des mesures et moyens destinés à protéger l'environnement ;
- l'évaluation des dangers et les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde ainsi que les paramètres de sécurité ;
- les engagements pris par le promoteur pour l'application des mesures d'atténuation des impacts négatifs du projet ;
- le chronogramme ou l'échéancier de mise en œuvre des mesures d'atténuation ;
- les mécanismes et la fréquence d'envoi des rapports périodiques sur les résultats des programmes de surveillance et de suivi aux autorités compétentes (Ministère chargé de l'Environnement, ONE et autres ministères sectoriels concernés ainsi qu'aux autorités locales du lieu d'implantation de l'investissement concerné).

Il est à souligner que le programme de surveillance peut éventuellement faire l'objet d'une révision périodique à la lumière de la performance des mesures d'atténuation prévues lors de la mise en place du projet. Il peut permettre, lorsque requis, de réorienter la poursuite de ces travaux et d'améliorer le déroulement du projet afin d'atteindre les objectifs escomptés.



IV.2 Programme de suivi

Le **suiti** consiste à suivre l'évolution de certaines composantes des milieux naturel et humain, et des fonctions et valeurs des Zones Humides affectées par la réalisation du projet. Cette activité vise à vérifier la validité des hypothèses émises (impacts plus importants que prévus, ...) relativement à la performance environnementale du projet et à l'efficacité des mesures d'atténuation, le cas échéant, et de permettre d'apporter les rectifications appropriées aux mesures d'atténuation et de déterminer si la compensation pour les échanges (de fonctions) de Zones Humides permet de garantir le respect du principe d'aucune perte nette de fonctions.

En général, le suivi doit être effectué à intervalle déterminé pour permettre de mesurer les variations correspondantes. Il doit aussi être effectué aux limites des variations naturelles auxquelles on peut s'attendre dans la zone concernée, afin de déterminer les répercussions qu'aura cet environnement sur le projet et les impacts prévus. On encourage l'exécution de suivi dans des endroits où se trouvent des Zones Humides et fonctions comparables à celles de la zone d'impact du projet, car on peut ainsi y déterminer quels effets résultent de l'exécution du projet et lesquels sont attribuables à une évolution naturelle.

De plus, il faut considérer :

- les activités et les moyens prévus pour suivre les impacts réels du projet sur les composantes pertinentes de l'environnement ;
- l'état de la zone humide juste avant la mise en place de l'investissement.

Le programme de suivi comportera au moins :

- l'identification des actions et composantes devant faire l'objet d'un suivi ;
- la description des activités et moyens prévus pour suivre les impacts réels du projet sur les composantes (fonctions, éléments, ...) de l'environnement les plus sensibles ;
- les méthodes d'échantillonnage et d'analyse requises ;
- le chronogramme de mise en œuvre des mesures de suivi ;
- l'ensemble des mesures et moyens pour faire face aux circonstances imprévues et adapter la réalisation des mesures d'atténuation ou de contrôle en conséquence, et apporter, le cas échéant, au plan d'aménagement les changements appropriés ;
- les responsables, mécanismes et la fréquence d'exécution et de diffusion des résultats du programme de suivi environnemental.

Le suivi doit également être porté à différents niveaux de la zone d'impact :

- suivi socio-économique (revenus familiaux, sources, santé, accès à l'eau potable...)
- suivi physico-chimique (carbone, phosphore, azote, salinité, alcalinité...)
- suivi hydrologique (étendue d'eau, profondeur, débits...)
- suivi biologique (faune et flore)



IV.3 Indicateurs de surveillance

Au lieu d'utiliser des indicateurs pour chacune des fonctions dans les Zones Humides, qui sont beaucoup plus complexes, une liste non exhaustive des indicateurs (**tableau 5**) correspondant pour l'ensemble de la zone humide, plus facile à utiliser sont proposés.

Afin que les indicateurs soient comparables avec ceux utilisés par la communauté scientifique internationale, le système "PSR"(Pressure-State-Response), fréquemment employé dans les programmes de surveillance et qui consiste à subdiviser les indicateurs en trois grands types :

- les indicateurs d'état qui renseignent sur la situation d'un élément biodiversitaire donné, tel est l'exemple de la "densité d'une espèce";
- les indicateurs de pression qui rendent compte de la pression naturelle (sécheresse, ravageurs...) ou anthropique (surpêche, pollution, etc.) exercées par les activités humaines sur la biodiversité, telles que la quantité de métaux lourds dans un égout industriel d'une usine;
- et les indicateurs de réponse qui rendent compte des efforts consentis pour répondre à une problématique donnée (exemple de crédits alloués au reboisement).



Tableau 5. Indicateurs de surveillance dans les Zones Humides.

	INDICATEURS D'ETAT	INDICATEURS DE PRESSION	INDICATEURS DE REPONSE DE LA BIODIVERSITE DES ZONES HUMIDES
Indicateurs de la diversité biologique	<ul style="list-style-type: none"> - Variation de la richesse spécifique - Variation de la structure des peuplements - Variation du nombre d'espèces autochtones et endémiques - Etendue des aires de répartition des espèces - Stocks des différentes espèces exploitées et leur structure par âge - Superficie des sites et la production aquacole 	<ul style="list-style-type: none"> - Variation de la superficie anthropisée par rapport à celles restées naturelles. - Variation de la liste des espèces utilisées et l'évolution de leurs abondances - Variation du nombre et des densités des espèces menacées, vulnérables, en voie de disparition, disparues, endémiques, etc. - Variation de la liste des espèces introduites dans les Zones Humides - Quantité des ressources halieutiques extraites par espèce et par an - Nombre d'espèces introduites et nuisibles - Nombre de bateaux / embarcations / ramasseurs - Taux de dégradation des habitats disponibles 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre et surface totale des Zones Humides effectivement protégées par rapport à la surface totale de ces milieux - Nombre et abondance des espèces menacées effectivement protégées par une quelconque réglementation - Mesures prises pour la conservation de la qualité et de la quantité des eaux et des sédiments - Superficie des Zones Humides restaurées - Nombre des espèces aquatiques réhabilitées - Statut international des Zones Humides à Madagascar - Participation Malgache aux conventions relatives aux Zones Humides - Dépenses consacrées à la conception et à la mise en œuvre de plans d'aménagement des Zones Humides
Indicateurs des éléments abiotiques de l'hydro système	<ul style="list-style-type: none"> - Variation de la salinité - Variation de la température de l'eau - Variation de la teneur en chlorophylle a - Variation de la granulométrie et de la qualité du sédiment 	<ul style="list-style-type: none"> - Teneur en métaux lourds (eau, sédiments et organismes) - Teneur en azote et en phosphore (eau, sédiments) - Qualité bactériologique (eau, sédiments, organisme) 	



	<ul style="list-style-type: none"> - Variation de l'étendue de la zone humide - Variation de la durée de la mise en eau - Niveau piézométrique des nappes phréatiques - Matière en suspension - Précipitations atmosphériques 	<ul style="list-style-type: none"> - Nombre et débit des effluents se déversant dans les zones humides - Variation du taux des prélèvements d'eau - Variation du taux de sédimentation - Quantité du sable extrait/site/an - Contaminants organiques (hydrocarbures, phénols, pesticides et détergents) - Qualité et la quantité des Déchets des Activités de Soins (DSA) 	<ul style="list-style-type: none"> - dépenses consacrées à la recherche-développement dans les zones humides - dépenses consacrées à la sensibilisation/éducation - Investissements en matière de développement écotouristique dans et autour des Zones Humides - Nombre et superficie des Zones Humides effectivement protégées - Diversification des produits valorisés de la pêche - Valorisation des espèces et des espaces peu ou pas utilisés ou utilisés de façon inadéquate - Taux de consommation des produits de la pêche par habitant/an - Programmes et budgets relatifs à la réhabilitation/ restauration de la biodiversité de la zone humide - Valorisation de certains milieux fermés pour l'élevage - Mesures pour limiter l'impact des rejets domestiques et industriels sur les Zones Humides et ses milieux connexes - Mesures pour diminuer la pression de pêche sur les ressources
<p>Indicateurs de la productivité des Zones Humides</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Variation de la richesse spécifique et densités des oiseaux - Variation de la richesse spécifique et densités des amphibiens - Richesse spécifique et densités des poissons - Variation de la biomasse du phytoplancton - Variation de la biomasse, par unité de surface et par site, de la végétation terrestre. H29-P- Variation de la biomasse par unité de surface et par site des principales espèces pilotes - Stocks (en biomasse) des ressources halieutiques par espèce - Structure démographique par espèce et par stocks 	<ul style="list-style-type: none"> - Variation des superficies drainées des Zones Humides - Variation du taux de croissance démographique des populations riveraines des zones riveraines - Variation du nombre de touristes/an et par site (ou par unité de surface) - Variation du nombre de tête de cheptel utilisant ces Zones Humides pour le pâturage ou pour l'abreuvement - Variation des surfaces de terres agricoles adjacentes - Variation de la fragmentation et de la perte de l'habitat - Variation du nombre de barques/pêcheurs, ramasseurs exploitant le site - Capacité de pêche (flotte/flottille, ramasseurs, etc. dans la zone 	



		immergée et ramasseurs dans la zone côtière) exerçant le long des côtes - Intensité et prévalence des parasites/maladies et ampleur des dégâts causés par des espèces nuisibles	halieutiques - Mesures pour limiter les pratiques illicites en matière d'utilisation de divers éléments de la zone humide - Mesures pour renforcer le contrôle des circuits informels de commercialisation des produits de la pêche
Indicateurs socio-économiques des Zones Humides	<ul style="list-style-type: none"> - Variation du nombre d'emplois généré par les Zones Humides - Variation de la liste et des densités des populations de diverses espèces exploitées - Contribution du secteur des pêches au PIB national - Superficie destinée à la production halieutique - Nombre d'emplois généré par le secteur des pêches - Diversité de l'industrie halieutique locale 	<ul style="list-style-type: none"> - Variation du rythme annuel d'extraction des produits des Zones Humides relativement au volume jugé durable. - Variation du Bénéfice net - Utilisation des biens et services non commerciaux des Zones Humides - Nombre d'espèces menacées - Nombre de pêcheurs/familles vivant du secteur des pêches et de l'aquaculture - Nombre de bateaux opérant dans les Zones Humides 	



INDICATEURS DES MESURES D'ACCOMPAGNEMENTS

SENSIBILISATION / EDUCATION

- Nombre d'espaces (musées, parcs zoologiques, aquariums, etc.) destinés à la conservation des collections, la sensibilisation et l'éducation du public en matière d'environnement/ biodiversité
 - taux de fréquentation des institutions de sensibilisation/éducation.
 - Qualité des moyens offerts aux institutions destinés à la sensibilisation et l'éducation du public en matière d'environnement/biodiversité
 - Qualité des programmes des institutions destinées à la conservation des collections, la sensibilisation et l'éducation du public en matière d'environnement/biodiversité.
 - Nombre et qualité des animateurs/ éducateurs, etc.
 - Fréquence des manifestations (conférences, expositions, séminaires, etc.) éducatifs, scientifiques, etc. assurées par ces institutions.
 - Qualité des programmes scolaires et parascolaires destinés à la sensibilisation/éducation des jeunes.
 - Adéquation entre la nature des populations/cibles et celle des programmes de la sensibilisation éducation.
 - Diversité des moyens utilisés pour la réalisation des actions de sensibilisation/éducation programmées et l'efficacité des procédures adoptés/compatibilités avec chaque groupe-cible
 - Nombre d'organisations non gouvernementales (ONG) oeuvrant dans le domaine de la biodiversité
 - Nombre de personnes (physiques/morales) adhérant à une organisation visant la protection de l'environnement et de la biodiversité
 - Nombre/qualité des prix et des mesures d'encouragements

RECHERCHE

- nombre et qualité des publications/an dans le domaine de la diversité biologique et du pourcentage de publications produites dans le domaine de la biodiversité par an et par rapport aux autres domaines de l'environnement
 - pourcentage de publications produite dans chacun des éléments biodiversitaires par rapport au nombre total des publications sur la diversité biologique nationale
 - Nombre de thèses soutenues/an dans le domaine de la diversité biologique et son pourcentage par rapport aux autres domaines de l'environnement
 - Le nombre de thèses soutenues dans chacun des domaines de la biodiversité
 - Nombre de revues/ périodiques où les scientifiques nationaux ont fait paraître des articles sur le domaine de la biodiversité
 - Nombre de scientifiques (chercheurs, enseignants, ingénieurs, etc.) et de techniciens spécialisés travaillant dans le domaine de a diversité biologique et pourcentage par rapport au total des scientifiques nationaux



- Dépenses consacrées/an à la recherche dans le domaine de la biodiversité et son pourcentage par rapport à ceux consacrés à d'autres domaines nationaux
- Nombre de projets de conservation montés sur la base de résultats de la recherche scientifique nationale

LEGISLATION / INSTITUTION

- Ancienneté des textes relatifs à la biodiversité
- Nombre d'espèces/espaces menacés non réglementés.
- Nombre d'infractions/fraudes/braconnage, etc. enregistré chaque année
- Nombre de contraventions par rapport au nombre d'infractions.
- Nombre de verbalisateurs par rapport à l'espace protégé
- Moyens (qualité et quantité) mis à la disposition des Législateurs / gestionnaires / verbalisateurs.

COOPERATION

- Nombre de conventions internationales relatives à la biodiversité signées/ratifiées par Madagascar
- Nombre de projets relatifs à la biodiversité réalisés en commun et en coopération avec des équipes étrangères.

PARTENARIAT

- Nombre de conventions de recherche entre instituts, universités à l'échelle nationale.
- Nombre de conventions de partenariat entre les services extérieurs administratifs gestionnaires de la biodiversité et les acteurs de la société civile au niveau national.

AUTRES INDICATEURS

- Taux d'émission des gaz à effet de serre
- Taux de pollution atmosphérique
- Taux de pollution de la nappe phréatique
- Quantités de déchets générées par les agglomérations urbaines
- Quantités de déchets générées par le secteur industriel
- Quantités de déchets récoltées et recyclées/ quantités générées
- Quantités de polluants dans les eaux usées générées par les agglomérations urbaines
- Quantités de polluants dans les eaux usées générées par les activités industrielles
- Taux de traitement des eaux usées
- Taux de populations n'ayant pas accès à l'eau potable
- Taux de la croissance démographique
- Taux d'extensions urbaines
- Taux d'extensions des aménagements hydro-agricoles
- Etat de pauvreté/Revenu moyen par habitant
- Superficies des sites miniers restaurées.
- Taux d'alphabétisation.



ANNEXES



K) QUELQUES DEFINITIONS

" Attributs des Zones Humides "

Les attributs des Zones Humides comprennent la diversité biologique et les caractéristiques culturelles et patrimoniales uniques. De ces attributs peuvent dépendre certaines utilisations et l'obtention de produits particuliers mais ils peuvent aussi avoir une importance intrinsèque non quantifiable (annexe à la Résolution VI.1)

" Caractéristiques écologiques "

Il s'agit de la structure des éléments biologiques, chimiques et physiques d'une zone humide et des relations entre ces éléments. Elles découlent des interactions entre les processus, les fonctions, les attributs et les valeurs de l'écosystème (ou des écosystèmes) (annexe à la Résolution VI.1)

" Changement dans les caractéristiques écologiques "

Détérioration ou déséquilibre de tout processus ou fonction dont dépendent une zone humide, ses produits, ses attributs et ses valeurs (annexe à la Résolution VI.1)

" Fonctions des Zones Humides "

Ce sont des activités ou actions qui se produisent naturellement dans les Zones Humides du fait des interactions entre la structure et les processus de l'écosystème. Les fonctions sont notamment la maîtrise des eaux de crue; la rétention des matières nutritives, des sédiments et des polluants; le maintien de la chaîne trophique, la stabilisation des littoraux et le contrôle de l'érosion; la protection contre les tempêtes et la stabilisation des conditions climatiques locales, notamment le régime des pluies et des températures (annexe à la Résolution VI.1)

Les fonctions des milieux humides comprennent les processus naturels, les avantages et les valeurs associés aux écosystèmes de milieux humides, notamment la production de ressources renouvelables (comme la tourbe, les cultures, le riz sauvage et les produits forestiers des tourbières), l'habitat du poisson et des autres espèces fauniques, le stockage de carbone organique, l'approvisionnement en eau et l'épuration de celle-ci (alimentation des eaux souterraines, protection contre les inondations, régularisation des débits, protection contre l'affouillement des rives), la conservation des sols et des eaux et les possibilités touristiques, culturelles, récréatives, éducatives, scientifiques et esthétiques.

" Produits des Zones Humides "

Les produits fournis par les Zones Humides comprennent les espèces sauvages; les ressources halieutiques; les ressources forestières; les ressources fourragères; les ressources agricoles et l'eau. Ces produits proviennent des interactions entre les éléments biologiques, chimiques et physiques d'une zone humide (annexe à la Résolution VI.1)

" Valeurs des Zones Humides "

Ce sont les avantages, directs ou indirects, perçus pour la société, qui résultent des fonctions des Zones Humides. Ces valeurs comprennent le bien être de l'homme, la qualité de l'environnement et la survie des espèces sauvages (annexe à la Résolution VI.1)

" Zones Humides "

Les Zones Humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres (Article 1.1 de la Convention de Ramsar sur les Zones Humides).



Elles peuvent inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone humide (Article 2.1 de la Convention de Ramsar sur les Zones Humides).

Elles comprennent également des Zones Humides artificielles telles que des étangs d'aquaculture (à poissons et à crevettes), des étangs agricoles, des terres agricoles irriguées, des sites d'exploitation du sel, des zones de stockage de l'eau, des gravières, des sites de traitement des eaux usées et des canaux.



B) SYSTEME RAMSAR DE CLASSIFICATION DES TYPES DE ZONES HUMIDES

Les codes correspondent au Système de classification des " types de Zones Humides " Ramsar approuvé par la Recommandation 4.7 et amendé par la Résolution VI.5 de la Conférence des Parties contractantes. Les catégories qui figurent ci-après sont destinées à fournir un cadre très large pour permettre une identification rapide des principaux habitats de Zones Humides représentés dans chaque site.

Zones Humides marines/côtières

- A -- **Eaux marines peu profondes et permanentes**, dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à six mètres à marée basse, y compris baies marines et détroits
- B -- **Lits marins aquatiques subtidaux**, y compris lits de varech, herbiers marins, prairies marines tropicales
- C -- **Récifs coralliens**
- D -- **Rivages marins rocheux**, y compris îles rocheuses, falaises marines
- E -- **Rivages de sable fin, grossier ou de galets**, y compris bancs et langues de sable, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intradunales humides
- F -- **Eaux d'estuaires** : eaux permanentes des estuaires et systèmes deltaïques estuariens
- G -- **Vasières, bancs de sable ou de terre salée intertidaux**
- H -- **Marais intertidaux**, y compris prés salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce
- I -- **Zones Humides boisées intertidales**, y compris marécages à mangroves, marécages à palmiers nipa et forêts marécageuses cotidales d'eau douce
- J -- **Lagunes côtières saumâtres / salées**, y compris lagunes saumâtres à salées reliées à la mer par un chenal relativement étroit au moins
- K -- **Lagunes côtières d'eau douce**, y compris lagunes deltaïques d'eau douce
- Zk(a) – **Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains**, marins / côtiers

Zones Humides continentales

- L -- **Deltas intérieurs permanents**
- M – **Rivières / cours d'eau / ruisseaux permanents**, y compris cascades.
- N – **Rivières / cours d'eau / ruisseaux saisonniers / intermittents / irréguliers**
- O -- **Lacs d'eau douce permanents** (plus de 8 hectares), y compris grands lacs de méandres
- P -- **Lacs d'eau douce saisonniers / intermittents** (plus de 8 hectares), y compris lacs des plaines d'inondation)
- Q -- **Lacs salés / saumâtres / alcalins permanents**
- R -- **Lacs salés et étendues / saumâtres / alcalins saisonniers / intermittents**
- Sp – **Mares / marais salins / saumâtres / alcalins permanents**
- Ss – **Mares / marais salins / saumâtres / alcalins saisonniers / intermittents**
- Tp – **Mares / marais d'eau douce permanents** : étangs (moins de 8 hectares), marais et marécages sur sols inorganiques, avec végétation émergente détrempée durant la majeure partie de la saison de croissance au moins
- Ts – **Mares / marais d'eau douce saisonniers / intermittents sur sols inorganiques**, y compris fondrières, marmites torrentielles, prairies inondées saisonnièrement, marais à laîches
- U -- **Tourbières non boisées**, y compris tourbières ouvertes ou couvertes de buissons, marécages, fagnes
- Va -- **Zones Humides alpines**, y compris prairies alpines, eaux temporaires de la fonte des neiges



Vt -- **Zones Humides de toundra**, y compris mares de la toundra, eaux temporaires de la fonte des neiges.

W -- **Zones Humides dominées par des buissons** : marécages à buissons, marécages d'eau douce dominés par des buissons, saulaies, aulnaies, sur sols inorganiques.

Xf -- **Zones Humides d'eau douce dominées par des arbres**, y compris forêts marécageuses d'eau douce, forêts saisonnièrement inondées, marais boisés, sur sols inorganiques.

Xp -- **Tourbières boisées** : forêts marécageuses sur tourbière.

Y -- **Sources d'eau douce** : oasis.

Zg -- **Zones Humides géothermiques**

Zk (b) -- **Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains**, continentaux

Note: «**plaine d'inondation**» est un terme général qui fait référence à un type de zone humide ou plus pouvant comprendre des exemples de R, Ss, Ts, W, Xf, Xp, entre autres. Certaines Zones Humides de plaines d'inondation sont des prairies saisonnièrement inondées (y compris des prairies naturelles humides), des zones broussailleuses, des zones boisées et des forêts. Les Zones Humides de plaines d'inondation ne figurent pas ici comme type spécifique de zone humide.

Zones Humides " artificielles "

1 -- **Étangs d'aquaculture** (ex. poissons, crevettes)

2 -- **Étangs**, y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs (généralement moins de 8 hectares)

3 -- **Terres irriguées**, y compris canaux d'irrigation et rizières

4 -- **Terres agricoles saisonnièrement inondées.**

5 -- **Sites d'exploitation du sel** : marais salants, salines, etc.

6 -- **Zone de stockage de l'eau** : réservoirs / barrages / retenues de barrages / retenues d'eau (généralement plus de 8 hectares).

7 -- **Excavations** : gravières / ballastières / glaisières, sablières, puits de mine...

8 -- **Sites de traitement des eaux usées**, y compris champs d'épandage, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc.

9 -- **Canaux et fossés de drainage, rigoles**



K) FONCTIONS ET VALEURS DES ZONES HUMIDES

Pour pouvoir identifier et prédire les impacts probables des différents projets sur les Zones Humides, il importe de comprendre les fonctions qui se développent dans ces milieux. Plusieurs auteurs ont essayé d'établir une liste complète de ces fonctions ; mais aucune de ces listes n'a été reconnue comme exhaustive. Quelques unes de ces fonctions sont décrites ci-après à titre d'exemple.

Il est important de comprendre que le degré d'importance / développement de ces fonctions varie d'une zone humide à une autre, et que les Zones Humides ne possèdent pas toutes les mêmes fonctions.

Les interactions entre les éléments physiques, biologiques et chimiques tels que les sols, l'eau, les plantes et les animaux, permettent à une zone humide de remplir de nombreuses fonctions vitales, notamment :

- la maîtrise des crues ;
- la protection contre les tempêtes ;
- la stabilisation du littoral et la maîtrise de l'érosion ;
- le stockage de l'eau par renouvellement de la nappe phréatique (le mouvement de l'eau de la zone humide vers la nappe phréatique) ;
- la restitution des eaux souterraines (le mouvement de l'eau restitué par la nappe phréatique sous forme d'eau de surface dans une zone humide) ;
- l'épuration de l'eau ;
- la rétention et l'exportation des sédiments et des éléments nutritifs ;
- la rétention des polluants (fonction épuratoire) ;
- la stabilisation des conditions climatiques locales, en particulier du régime des précipitations et de la température ;
- les réservoirs de diversité biologique.

Fonctions épuratoires

Les Zones Humides ralentissent le passage de l'eau et favorisent le dépôt de substances nutritives et de sédiments en suspension. Ces substances, en particulier l'azote et le phosphore provenant de l'agriculture, mais aussi des déchets humains et des décharges industrielles, peuvent s'accumuler dans le sous-sol, être transformées par les processus chimiques et biologiques ou absorbées par la végétation de la zone humide qui est ensuite récoltée et retirée physiquement du système. Naturellement, les écosystèmes des Zones Humides sont des systèmes biologiques et hydrologiques complexes, et la rétention de matières nutritives et des sédiments est souvent une caractéristique saisonnière : à certains moments de l'année, les Zones Humides fonctionnent comme une " source " plutôt que comme un " puits " de sédiments et de matières nutritives.

Certaines Zones Humides sont particulièrement efficaces pour éliminer les nitrates (avec des taux d'abattement supérieurs à 50 %), et constituent de véritables filtres capables de fixer le surplus d'engrais et de produits phytosanitaires drainés sur les bassins versants. Bien que le cas du phosphore soit plus complexe, des abattements de l'ordre de 60 à 90 % au travers des Zones Humides riveraines et petits cours d'eau peuvent être observés du fait de la présence d'hélophytes (roseau, scirpe des lacs, ...) qui fixent de grandes quantités de phosphore et autres éléments minéraux dissous dans l'eau, tout en constituant d'excellents supports pour de multiples microorganismes épurateurs de l'eau.

Fonctions hydrologiques

Certains marais et terres des plaines alluviales (ou d'inondation) jouent un rôle important de stockage des eaux de crue.



Lors des crues, l'épanchement des eaux sur les Zones Humides alluviales contribue à l'écrêtement des pointes de crue. Toute réduction de surface de ces zones inondables accroît les risques et doit être compensée par la construction ou le surdimensionnement d'infrastructures artificielles de protection, telles que les barrages ou les digues, coûteuses en investissement et en entretien.

En outre, la restitution des eaux stockées en période de hautes eaux se fait de manière progressive. Les Zones Humides contribuent ainsi à retarder l'apparition des débits d'étiage estivaux, et à en réduire l'intensité. Les fonctions hydrologiques des Zones Humides ont été également mises en évidence sur les petits bassins versants ; ainsi, l'assèchement des marais accroît l'écoulement au détriment de la recharge des nappes dans lesquelles les collectivités s'approvisionnent en eau potable, tandis que les crues sont plus dommageables et les étiages plus sévères.

L'altération des fonctions hydrologiques entraîne également la déconnexion des annexes hydrauliques où viennent frayer les poissons et se développer les juvéniles.

Stabilisation du littoral et protection contre les tempêtes

Les récifs coralliens, les marais salés, les mangroves et autres Zones Humides boisées constituent des lignes de défense contre les tempêtes. Ils contribuent à en atténuer les effets en réduisant l'action du vent, des vagues et des courants tandis que les racines des plantes maintiennent les sédiments en place.

Réservoirs de diversité biologique

Les Zones Humides d'eau douce contiennent plus de 40 % des espèces de la planète et plus de 12 % de toutes les espèces animales. Certaines zones abritent de nombreuses espèces endémiques.

Les récifs coralliens rivalisent avec les forêts ombrophiles tropicales pour la biodiversité, et renfermeraient plus de 25 % de toutes les espèces marines.

La biodiversité des Zones Humides est un important réservoir génétique au potentiel économique considérable pour l'industrie pharmaceutique et la culture de plantes commerciales telle que le riz.

Les Zones Humides fournissent fréquemment des avantages économiques considérables ou valeurs, par exemple :

- l'alimentation en eau (quantité et qualité) ;
- les pêcheries (plus des deux tiers des poissons pêchés dans le monde dépendent de Zones Humides en bon état) ;
- l'agriculture, grâce au renouvellement des nappes phréatiques et à la rétention des matières nutritives dans les plaines d'inondation ;
- le bois d'œuvre et autres matériaux de construction ;
- les ressources énergétiques telles que la tourbe et la litière ;
- la faune et la flore sauvages ;
- le transport ;
- toute une gamme d'autres produits des Zones Humides, y compris les plantes médicinales ;
- les possibilités de loisirs et de tourisme.

En outre, les Zones Humides ont des caractéristiques particulières dues à leur place dans le patrimoine culturel de l'humanité : elles sont étroitement liées à des croyances religieuses et cosmologiques et rattachées à des valeurs spirituelles, contiennent des vestiges archéologiques qui sont de précieux témoins de notre lointain passé, sont des sanctuaires pour les espèces sauvages et sont à la base d'importantes traditions sociales, économiques et culturelles locales.

Ces fonctions, valeurs et caractéristiques particulières ne peuvent se perpétuer que si les processus écologiques à l'œuvre dans les Zones Humides se déroulent normalement.



K) IMPACTS SUR LES FONCTIONS DE QUALITE DE L'EAU

Impacts habituellement attendus de divers stress sur les fonctions de qualité de l'eau des Zones Humides (d'après Leibowitz et al., 1992)¹

Enrichissement	Augmente la vitesse de dénitrification, la stabilisation des sédiments, ainsi que l'absorption et le traitement biologiques ; baisse possible de ce dernier dans des conditions extrêmes ou chroniques.
Charges organiques	Réduisent l'absorption et le traitement biologiques, spécialement aux fortes charges ou si celles-ci sont associées à l'acidification ; augmentent les vitesses de sédimentation et de dénitrification (charges moyennes) ; augmentent la mobilisation de certaines substances par des effets d'oxydation.
Contamination ²	Impacts variables, selon le contaminant et d'autres facteurs ; peut réduire la dénitrification, l'absorption et le traitement biologiques, ainsi que la photosynthèse.
Acidification	Réduit habituellement la dénitrification, l'absorption et le traitement biologiques, et peut-être la photosynthèse ; ses effets sur l'adsorption chimique dépendent du produit chimique, mais l'acidification entraîne habituellement une mobilité accrue des métaux lourds.
Salinisation	Peut réduire la dénitrification, l'absorption biologique et la photosynthèse et renforcer l'adsorption de certains produits chimiques ; la réaction dépend en partie du degré d'adaptation du système à la salinité.
Sédimentation / tassement du sol	Réduit l'absorption et le traitement biologiques, ainsi que la photosynthèse, et peut réduire le temps de séjour hydrologique ; les autres effets sont variables.
Turbidité/ombre	Réduit la photo-oxydation de certains contaminants et réduit habituellement la dénitrification, la photosynthèse et peut-être l'absorption biologique.
Enlèvement de la végétation	Réduit la sédimentation, la stabilisation des sédiments, la photosynthèse, le traitement et l'absorption biologiques, et peut-être la dénitrification. On peut noter une augmentation de la capacité d'élimination des sédiments dans les anciennes Zones Humides boisées à peuplements de succession.
Réchauffement	Augmente jusqu'à un certain point la vitesse de la plupart des réactions chimiques et des fonctions biologiques.
Déshydratation	La concentration des produits chimiques inorganiques augmente en fonction de la déshydratation ; le rabattement complet remobilise temporairement de nombreuses substances, spécialement les composés organiques et le phosphore, mais il peut renouveler la capacité d'adsorption de la zone humide pour certaines substances ; les impacts sur d'autres fonctions de la qualité de l'eau sont variables.
Inondation	Peut augmenter la sédimentation et diminuer l'absorption et le traitement biologiques, ainsi que la photosynthèse ; les impacts sur les autres fonctions sont variables.
Fragmentation	L'augmentation de la distance entre les Zones Humides pourrait réduire l'efficacité de fonctions couplées importantes pour la qualité de l'eau.

1. Doit servir de guide général, les impacts peuvent être différents selon le type de Zones Humides et le temps, la durée, la superficie et l'intensité du stress.
2. À partir de métaux lourds et de pesticides.



K) IMPACTS SUR LES FONCTIONS D'HABITAT

Impacts habituellement attendus de divers stress sur les fonctions d'habitat des Zones Humides

(d'après Adamus et Brandt, 1990 dans Leibowitz et al., 1992)¹

Enrichissement et charge organique	L'enrichissement initial augmente la production et la diversité biotique à l'intérieur de la zone humide, mais des enrichissements extrêmes ou prolongés entraînent une dominance accrue d'un petit nombre d'espèces invasives, une plus faible richesse des espèces, une plus faible diversité structurale du milieu humide, une plus faible production et, dans certaines régions, une succession favorisant la végétation en milieu sec.
Contamination ²	Toutes les fonctions de l'habitat sont généralement entravées.
Acidification	Entraîne une baisse de la biodiversité et de la production des plantes indigènes.
Salinisation	Dans les milieux humides d'eau douce, entraîne habituellement une diminution de la richesse des espèces (spécialement des espèces ligneuses), mais les espèces qui survivent peuvent être uniques et contribuer ainsi de façon disproportionnée à la diversité régionale d'ensemble.
Sédimentation / tassement du sol	Diminue la richesse des espèces par suite de la réduction de la quantité de lumière, de l'étouffement, etc.; cependant, des quantités limitées de sédiments peuvent augmenter la production de certaines plantes ligneuses dans les plaines inondables et peuvent élargir l'habitat dans les dépressions plus profondes en fournissant une aire supplémentaire de substrat peu profond pour la colonisation.
Turbidité / ombre	Impacts variables; peut diminuer le potentiel d'un habitat à cause d'une plus faible biomasse des plantes, mais peut profiter à certaines espèces en leur fournissant un abri contre la prédation et les grandes chaleurs.
Enlèvement de la végétation	Diminue la surface de l'habitat; l'éclaircissement de peuplements denses en des points dispersés peut augmenter la richesse des espèces et l'hétérogénéité spatiale; profite de façon sélective à certaines espèces, mais nuit à bon nombre d'autres espèces.
Réchauffement	Réduit la richesse des espèces, mais les espèces qui survivent peuvent être uniques et contribuer ainsi de façon disproportionnée à la diversité régionale si le réchauffement est local.
Déshydratation	Une déshydratation temporaire, si elle est peu fréquente et brève, peut revigorer le recyclage des substances nutritives dans les Zones Humides et augmenter ainsi la production primaire. Les effets de rabattements partiels sont variables; les rabattements peuvent entraîner des invasions d'espèces d'herbes indésirables, comme le roseau commun ou la salicaire; une déshydratation permanente entraîne la conversion en habitat à milieu sec.
Inondation	Peut élargir l'habitat des communautés aquatiques (particulièrement s'il en résulte une intercalation de végétation de milieux humides et d'eaux libres), facilite la dispersion de populations aquatiques isolées, augmente l'érosion des rivages et dilue les contaminants; possibilité de réintroduction de contaminants, de sédiments en suspension, de matières végétales et de substances nutritives provenant d'aires nouvellement inondées.
Fragmentation	L'augmentation des distances entre les Zones Humides réduit habituellement la biodiversité régionale, bien que les invasions d'espèces non indigènes agressives puissent être réduites elles aussi.



1. Doit servir de guide général, les impacts peuvent être différents selon le type de Zones Humides et le temps, la durée, la superficie et l'intensité du stress. 2. À partir de métaux lourds et de pesticides.



K) IMPACTS SUR LES FONCTIONS HYDROLOGIQUES

Impacts habituellement attendus de divers stress sur les fonctions hydrologiques des Zones Humides

(d'après Leibowitz et al., 1992)¹

Sédimentation / tassement du sol	Réduit les propriétés d'emmagasinement et d'infiltration, ainsi que l'alimentation des nappes d'eau souterraines, entraînant une augmentation du ruissellement en surface.
Enlèvement de la végétation	Réduit l'interception, la condensation, l'évapotranspiration et la rugosité de surface (résistance au ruissellement), et augmente la vitesse de ruissellement ainsi que la vitesse de décharge des eaux souterraines.
Déshydratation	Réduit (parfois) l'échange dans les eaux souterraines et augmente l'évapotranspiration (pendant les premières phases de la succession de la végétation); ces effets sont plus probables là où la déshydratation est due à la formation de canaux ou au drainage artificiel.
Inondation	Augmente habituellement l'infiltration et l'alimentation des nappes à l'intérieur de la zone humide, mais peut convertir des milieux humides voisins de zones d'alimentation en zones de décharge, ou vice-versa.
Fragmentation	Peut réduire l'alimentation ou la décharge des réserves d'eaux souterraines dans les Zones Humides qui restent.

1. Doit servir de guide général, les impacts peuvent être différents selon le type de Zones Humides et le temps, la durée, la superficie et l'intensité du stress.



K) SEQUENCE DE MESURES D'ATTENUATION

La séquence de mesures d'atténuation pour une évaluation environnementale concernant des Zones Humides

(adapté du Tableau 1 dans Lynch-Stewart et al., 1996.)

1) Éviter consiste à éliminer les impacts négatifs sur les fonctions des milieux humides en changeant le choix du site ou la conception du projet. C'est l'approche la plus souhaitable et la moins perturbatrice pour l'atténuation des impacts environnementaux. Il faut se poser la question fondamentale : comment éviter tout impact environnemental néfaste ? On recommande cette solution dans tous les cas de conflit avec les Zones Humides et plus particulièrement :

- a) sur ou près de Zones Humides désignées comme milieux d'importance écologique ou socio-économique dans une région ;
- b) dans les zones où les pertes de milieux humides ont été importantes ;
- c) pour les projets pour lesquels des solutions de rechange pratiques existent ;
- d) lorsque des impacts négatifs significatifs sur les fonctions des Zones Humides ne peuvent pas être atténués ou justifiés. Cela s'applique aux projets qui, selon l'évaluation, auraient des impacts négatifs significatifs sur les Zones Humides, qui ne peuvent être atténués (même en tenant compte de la capacité de régénération des fonctions de ces Zones Humides).

On doit examiner la possibilité de l'évitement des impacts environnementaux pour chacun des éléments de l'écosystème, des fonctions des Zones Humides et des valeurs dérivées. Il faut accorder une attention particulière aux problèmes identifiés dans la partie relative aux impacts environnementaux.

2) Réduire au minimum se fait par la modification du projet ou sa réalisation dans des conditions spéciales, afin que les impacts négatifs sur les fonctions des Zones Humides soient limités le plus possible. Cette solution s'applique après avoir tenté d'éviter les impacts potentiels.

3) Compenser signifie remplacer les pertes inévitables de fonctions des Zones Humides en mettant en valeur ou en restaurant des Zones Humides existantes ou, en dernier recours, en créant de nouvelles Zones Humides. La compensation devrait se limiter aux cas où :

- a) toutes les mesures possibles pour éviter les impacts négatifs et les réduire au minimum ont été prises ;
- b) le projet justifie des impacts négatifs ou des fonctions diminuées, et toutes les mesures d'atténuation possibles y afférentes ont été prises ;
- c) le promoteur fournit la preuve que les fonctions perdues peuvent être remplacées adéquatement aux moments et dans les lieux où elles sont importantes, ainsi que pour les raisons et pour les personnes pour qui elles le sont.



K) CARACTERISTIQUES D'UN INDICATEUR

Les indicateurs sont des indices choisis pour déceler les réactions biologiques, physiques ou chimiques quantifiables à un stress particulier, précédant éventuellement l'apparition d'effets défavorables sur les Zones Humides. Ces indicateurs sont indispensables pour :

- mieux rendre compte de l'évolution des éléments de la biodiversité ;
- constituer des bases scientifiques fiables pour la prise des décisions ;
- évaluation de la politique de la conservation et des approches adoptées.

Si les indicateurs ne répondent pas aux besoins de l'évaluateur, ce dernier peut définir les indicateurs qui lui conviennent en se basant sur :

- ses objectifs ;
- la fiabilité de l'indicateur à fournir des informations fiables de surveillance sur les changements perçus ou prévisibles (au niveau de la biodiversité, de l'écologie, de la population, de la société...) ;
- et les caractéristiques de base d'un indicateur.

Caractéristiques d'un indicateur :

Les indicateurs doivent répondre à des normes requises de fiabilité et d'efficacité. Ainsi pour qu'un indicateur soit efficace, il faut qu'il soit :

- facile à mesurer pour pouvoir être utilisé par des observateurs, non spécialistes, volontaires...
- correspondant à une procédure normalisée réputée fiable, avec une grande précision;
- facile à comprendre même par un profane;
- prévisionnel, c'est à dire, fournissant une indication d'un effet défavorable quelconque avant que l'environnement ne subisse un dommage grave;
- sensible aux faibles perturbations ou aux premières étapes du problème;
- diagnostique, donc suffisamment spécifique à un problème pour augmenter la certitude de mettre en évidence la cause d'un effet;
- opportun et d'un bon rapport coût-efficacité, c'est à dire, doit fournir des informations assez rapidement pour que l'on puisse prendre des mesures de gestion avant qu'il n'y ait des répercussions graves sur l'environnement et doit être également peu coûteux à mesurer tout en fournissant le plus possible d'informations par unité d'effort;
- non destructif, autrement dit, que sa mesure ne doit pas être destructive pour l'élément biodiversitaire à évaluer.



K) LIGNES DIRECTRICES POUR LA MISE EN ŒUVRE ET LE RENFORCEMENT DE LA PARTICIPATION DES COMMUNAUTÉS LOCALES ET DES POPULATIONS AUTOCHTONES À LA GESTION DES ZONES HUMIDES.

"L'homme et les Zones Humides: un lien vital" 7e Session de la Conférence des Parties contractantes à la Convention sur les Zones Humides (Ramsar, Iran, 1971)
San José, Costa Rica, 10 au 18 mai 1999

(Annexe à la Résolution VII.8)



K) QUELQUES LOIS, DECRETS ET ARRETES POUR L'EVALUATION ENVIRONNEMENTALE DES ZONES HUMIDES.

Lors de l'évaluation environnementale des Zones Humides, certains points méritent d'être pris en compte en plus de ceux stipulés dans les guides sectoriels relatifs à la filière à laquelle appartient le projet, entre autres :

- Loi N° 90 - 033 du 21 décembre 1990 modifié par les lois N° 97 - 012 du 06 juin 1997 et N° 2004 - 015 du 19 août 2004 relative à la Charte de l'Environnement Malagasy ;
- Ordonnance N° 93 - 022 du 04 mai 1993 portant réglementation de la pêche et de l'aquaculture ;
- Loi N° 95 - 017 du 25 août 1995 portant code du tourisme ;
- Loi N° 98 - 026 du 20 janvier 1999 portant refonte de la charte routière ;
- Loi N° 98 - 029 du 20 janvier 1999 portant code de l'eau ;
- Loi N° 99 - 022 du 19 août 1999 portant code minier ;
- Loi N° 99 - 021 du 19 août 1999 sur la politique de gestion et de contrôle de la pollution industrielle ;
- Décret N° 96- 1293 du 30 décembre 1996 relatif à la création et à la gestion des zones d'intérêt touristique ;
- Décret N° 2000 - 170 du 15 mars 2000 fixant les conditions d'application de la loi N° 99 - 022 portant code minier ;
- Décret N° 2003 / 464 du 15 avril 2003 portant classification des eaux de surface et rejet d'effluents liquides ;
- Décret N° 99 - 954 du 15 décembre 1999 modifié par le décret N° 2004 - 167 du 03 février 2004 relatif à la mise en compatibilité des investissements avec l'environnement ;
- Arrêté N° 18177/ 04 du 27 septembre 2004 portant définition et délimitation des zones forestières sensibles ;
- Arrêté interministériel N° 12032 / 2000 du 06 novembre 2000 sur la réglementation du secteur minier en matière de protection de l'environnement.



K) PRINCIPES METHODOLOGIQUES D'EVALUATION DE LA CAPACITE DE CHARGE

➤ Fixer les limites de capacité en ce qui concerne le soutien des activités exercées au niveau des zones sensibles suppose la participation de l'ensemble des acteurs majeurs et de la communauté en général. La consultation avec des acteurs compétents est une question vitale dans toutes les étapes. C'est donc un processus dynamique et cyclique.

➤ La mesure globale de la Capacité de Charge ne doit pas obligatoirement aboutir à un nombre unique (seuil unique) (ex : nombre de visiteurs pour une zone sensible à vocation touristique). Même si on trouve cette limite, celle-ci n'obéit pas nécessairement à des critères objectifs, immuables. Un plafond et un plancher de la Capacité de Charge sont sans doute plus utiles qu'une valeur fixe. La mesure de la Capacité de Charge doit fournir non seulement le niveau maximum mais aussi le niveau minimum (ex : niveau minimum de développement nécessaire au soutien des communautés locales).

D'ailleurs, la Capacité de Charge peut contenir diverses limites en fonction des trois composantes de l'environnement (physique, biologique et humain).

“La capacité de charge est loin d'être un concept scientifique ou bien une formule pour obtenir un nombre, au-delà duquel toute activité devrait cesser. Les limites éventuelles doivent se servir de guide. Elles devraient être évaluées et suivies attentivement, et complétées par d'autres normes, etc. La capacité de charge n'est donc pas fixe. Elle se développe en fonction du temps et de la croissance des activités et peut être influencée par des techniques et de contrôles de gestion” (Saveriades, 2000).

➤ Le processus pour la définition de la Capacité de Charge comprend deux parties :

× **Partie descriptive**, qui décrit le mode de fonctionnement de l'écosystème étudié (ex : destination touristique), tout en prenant en compte les aspects physique, biologique et humain des activités qui s'exercent sur le milieu. Dans ce contexte, il est primordial d'identifier :

- **Les contraintes** (*composantes constantes*): des facteurs limitant qu'on ne peut pas gérer facilement et qui ne changent pas. Ces facteurs ne sont pas flexibles, en ce sens que l'application des approches en matière d'organisation, de planification et de gestion, ou le développement de l'infrastructure appropriée ne changent pas les seuils associés à de telles contraintes (ex : capacité de reproduction de certaines espèces de poisson dans un lac par rapport à la quantité et fréquence et temps de capture).
- **Les bouchons** (*composantes flexible*): des facteurs que les gestionnaires peuvent manipuler (ex : capacité d'une plage par rapport au nombre de lits d'hôtels)
- **Impacts**: des éléments de l'écosystème touchés par l'intensité. Le type d'impact détermine le type de capacité (biologique, physique et sociale). On doit mettre l'accent sur les impacts importants.

× **Partie évaluative**, qui décrit le mode selon lequel une zone sensible doit être gérée ainsi que le niveau des impacts acceptables. Cette partie du processus commence par l'identification (si celle-ci n'existe pas déjà) de la condition désirable/du type préférable des activités. Dans ce contexte, on doit définir les buts et les objectifs de la gestion, évaluer les champs alternatifs d'action et élaborer une stratégie pour les activités. Sur cette base, on peut définir la Capacité de Charge du milieu. Dans ce contexte, il est primordial d'identifier ce qui suit:

- Buts/Objectifs
- Critères d'évaluation: spécifier les niveaux acceptables du changement (impacts)

➤ L'application de la Capacité de Charge peut être assistée, guidée et suivie, à l'aide d'un ensemble cohérent d'indicateurs. Lors du processus de définition de la Capacité de Charge, on peut développer une série d'indicateurs initiale qu'on peut finaliser après la décision finale portant sur la Capacité de Charge de l'écosystème global. Le processus est dynamique et, comme on a déjà noté, étant donné que la



Capacité de Charge n'est pas un concept fixe, ceci doit être considéré en tant qu'un outil guidant la formulation et l'application des politiques vers les projets visant le développement durable.



