

PERSPECTIVES MONDIALES DES ZONES HUMIDES

L'état mondial des zones
humides et de leurs
services à l'humanité 2018

© 2018, Secrétariat de la Convention de Ramsar

Citation : Convention de Ramsar sur les zones humides. (2018). *Perspectives mondiales des zones humides : état des zones humides à l'échelle mondiale et des services qu'elles fournissent à l'humanité*. Gland, Suisse : Secrétariat de la Convention de Ramsar.

Auteurs principaux chargés de la coordination :
Royal C. Gardner et C. Max Finlayson

Chapitre 1 : Auteurs principaux : Royal C. Gardner et C. Max Finlayson

Chapitre 2 : Auteurs principaux : C. Max Finlayson, Nick Davidson, Siobhan Fennessy, David Coates et Royal C. Gardner. Auteurs collaborateurs : Will Darwall, Michael Dema, Mark Everard, Louise McRae, Christian Perennou et David Stroud

Chapitre 3 : Auteur principal : Anne van Dam. Auteurs collaborateurs : Channa Bambaradeniya, Peter Davies, Wei- Ta Fang, Vincent Hilomen, Kassim Kulindwa, Laura Martinez, Christian Perennou, Luisa Ricaurte, Michael Scoullou, Sanjiv de Silva et Gert Michael Steiner

Chapitre 4 : Auteurs principaux : Royal C. Gardner, Chris Baker, Nick Davidson, Ritesh Kumar et David Stroud. Auteurs collaborateurs : Stefano Barchiesi, C. Max Finlayson, Erin Okuno et Christian Perennou

Rédaction : Nigel Dudley

Conception et graphisme : Miller Design

Photo de couverture :

Parc national San Miguel, Uruguay © Charlie Waite

Papier : Cocoon Silk 100% recyclé

Coordination de projet, appui et aide à la production fournis par le Secrétariat de la Convention de Ramsar sur les zones humides, sous la direction de la Secrétaire générale de la Convention, Martha Rojas Urrego.

Avertissement : Les opinions exprimées dans le présent document d'information sont celles des auteurs y ayant contribué et ne sont pas nécessairement le reflet des opinions ou des politiques officielles de la Convention sur les zones humides (Convention de Ramsar). De même, la terminologie employée dans cet ouvrage n'implique aucune prise de position quant au statut juridique ou l'état de développement des pays, territoires, villes ou zones ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Remerciements : Les auteurs tiennent à adresser leurs sincères remerciements aux nombreux spécialistes des zones humides qui ont contribué à l'élaboration des *Perspectives mondiales des zones humides*, notamment aux participants à l'atelier de rédaction organisé en septembre 2016 en marge de la conférence INTECOL de Changshu, Chine ; aux participants aux 20^e et 21^e réunions du Groupe d'évaluation scientifique et technique (GEST) organisées à Gland, Suisse, en février 2017 et janvier 2018 ; aux correspondants nationaux du GEST qui ont révisé et formulé des commentaires au sujet de la version préliminaire du document ; et aux six réviseurs anonymes experts en zones humides et diversité régionale qui ont soumis des observations sur la seconde version du document. Les auteurs expriment également leur profonde reconnaissance aux membres du Secrétariat de la Convention de Ramsar, dirigé par Martha Rojas Urrego, pour leur soutien, et plus particulièrement à Nigel Dudley, rédacteur, pour son travail remarquable.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ

1. INTRODUCTION

Au niveau mondial, les zones humides jouent un rôle essentiel en termes de développement durable

Le rôle de la Convention de Ramsar

La portée nationale et internationale de la Convention de Ramsar

La place des zones humides dans les programmes et objectifs mondiaux

Les zones humides dans les accords internationaux

2. ÉTAT ET TENDANCES

La Convention de Ramsar suit l'état et l'évolution des zones humides à l'échelle mondiale

Des données plus précises sur la superficie des zones humides de la planète

La superficie des zones humides naturelles a diminué tandis que celle des zones humides artificielles a augmenté

L'évolution des zones humides en Europe, témoin des tendances observées à l'échelle mondiale

Changement et diminution générale de l'étendue des zones humides naturelles intérieures

Évolution des zones humides intérieures

L'étendue des zones humides naturelles côtières/marines diminue elle aussi au fil du temps

Augmentation de l'étendue des différents types de zones humides artificielles

Diminution des populations de nombreuses espèces dépendantes des zones humides

Selon les tendances régionales, les espèces dépendantes des zones humides des tropiques sont plus exposées au risque de disparition

Tendances relatives aux espèces inféodées aux zones humides

État des espèces inféodées aux zones humides – groupes taxonomiques

La qualité de l'eau connaît elle aussi une évolution globalement négative

Une large gamme de polluants impacte la qualité de l'eau

Le rôle crucial des zones humides dans le cycle mondial de l'eau – Les processus hydrologiques

Des processus biogéochimiques complexes permettent de préserver les fonctions des écosystèmes de zones humides

Si les zones humides sont les plus grands puits de carbone au monde, elles rejettent aussi du méthane

Les zones humides sont l'un des écosystèmes les plus productifs sur le plan biologique

Les zones humides jouent un rôle essentiel dans la fourniture de services écosystémiques

Les services écosystémiques des zones humides

Les types de services écosystémiques fournis par les zones humides

La valeur des services écosystémiques des zones humides dépasse celle des zones terrestres

3. LES MOTEURS DE CHANGEMENT

Les moteurs de changement dans les zones humides peuvent être directs ou indirects 45

Les moteurs directs incluent le changement de régime physique 46

L'extraction et le prélèvement dans les zones humides portent sur l'eau, les espèces et les sols 47

Les polluants et les espèces exotiques dégradent de nombreuses zones humides 48

Les moteurs directs comprennent également des changements structurels de l'habitat 49

Les moteurs directs de changement dans les zones humides 50

Les moteurs indirects influent sur les zones humides par leurs effets sur les moteurs directs 51

Les moteurs indirects de changement dans les zones humides 52

Les grandes tendances mondiales ont des incidences directes et indirectes sur les moteurs de changement 53

L'évaluation des moteurs de la dégradation et de la perte des zones humides 55

4. RÉPONSES

Relever les multiples défis 57

Améliorer le réseau des Sites Ramsar 58

Améliorer la couverture des zones humides dans les zones de conservation 59

Intégrer les zones humides dans la planification et la mise en œuvre du Programme de développement pour l'après-2015 60

Ramsar joue un rôle clé dans le soutien aux Objectifs de développement durable 61

Renforcer les dispositions juridiques et politiques pour la sauvegarde des zones humides 62

Objectif : aucune perte nette 63

Mettre en œuvre les Lignes directrices Ramsar pour parvenir à une utilisation rationnelle 64

Utiliser les mécanismes de Ramsar pour identifier et relever les défis 66

Appliquer des incitations économiques et financières 67

Maintenir et accroître les investissements gouvernementaux dans la restauration des zones humides à grande échelle 68

Promouvoir des pratiques de production et de consommation durables dans les secteurs influant directement ou indirectement sur les zones humides 69

Intégrer l'utilisation rationnelle des zones humides et la participation des populations dans la planification du développement à plus grande échelle 70

Intégrer des perspectives variées dans la gestion des zones humides 71

Actualiser et améliorer les inventaires nationaux des zones humides pour soutenir l'utilisation rationnelle 72

Tirer le meilleur parti de la science citoyenne 73

5. CONCLUSIONS

L'avenir 75

6. BIBLIOGRAPHIE

AVANT-PROPOS

Les zones humides sont essentielles à notre subsistance et à notre bien-être, et nous en sommes tous tributaires.



Qu'il s'agisse de lacs, de rivières, de marécages, de marais, de tourbières, de mangroves ou de récifs coralliens, les zones humides fournissent des moyens de subsistance essentiels et des services écosystémiques fondamentaux. Source d'eau, elles servent également à la purifier ;

elles nous protègent des inondations, de la sécheresse et d'autres catastrophes naturelles, elles procurent des aliments et des moyens d'existence à des millions de personnes, elles abritent une très grande diversité biologique et elles stockent plus de carbone que tout autre écosystème terrestre. Pourtant, les décideurs et autres responsables politiques en sous-estiment encore souvent la valeur. D'après les données disponibles, 35% des zones humides auraient ainsi disparu depuis 1970, soit un déclin plus de trois fois supérieur à celui des forêts.

Ce n'est pas une bonne nouvelle. Toujours en cours, la disparition de zones humides s'accompagne d'effets négatifs directs et mesurables sur la nature et les populations. Les présentes Perspectives mondiales des zones humides ont pour objectif de faire mieux connaître les zones humides et de formuler des recommandations concernant leur conservation et leur utilisation rationnelle de sorte que chacun en apprécie les avantages à leur juste valeur. La Convention de Ramsar joue un rôle moteur dans la promotion de ce changement. Seul traité international spécifiquement consacré aux zones humides, elle réunit 170 Parties contractantes qui œuvrent de concert à favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides, et à procurer les meilleurs avis, données et recommandations disponibles pour tirer pleinement parti des avantages offerts à la nature et à la société par des zones humides en bonne santé.

Face au changement climatique, à l'augmentation de la demande en eau et aux risques accrus d'inondations et de sécheresse, les zones humides ont un rôle essentiel à jouer en matière de développement durable. En réalité, elles contribuent de manière directe ou indirecte à la réalisation de 75 indicateurs des Objectifs de développement durable (ODD). En tant que codépositaire, aux côtés du Programme des Nations Unies pour l'environnement, de l'indicateur 6.6.1 des ODD, la Convention joue un rôle de chef de file dans l'établissement de rapports sur l'étendue des zones humides. Plateforme unique en son genre, elle favorise la collaboration et les partenariats à l'appui d'autres initiatives mondiales comme les Objectifs d'Aichi pour la biodiversité, l'Accord de Paris sur le changement climatique ou le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe de manière à obtenir des résultats bénéfiques communs et à intensifier les efforts nécessaires pour conserver et utiliser les zones humides de façon rationnelle.

Pour réaliser ce projet ambitieux, il importe de disposer d'un outil de référence à l'aune duquel mesurer succès et échecs dans la gestion des zones humides. Les Perspectives mondiales des zones humides donnent un aperçu de l'état, des tendances et des pressions subies ; elles donnent aussi une vue d'ensemble de la manière dont les pays s'efforcent d'inverser la diminution sans précédent de l'étendue et de la qualité des zones humides. Je suis heureuse de vous présenter cette première édition. J'espère qu'elle vous sera utile, qu'elle vous inspirera et vous donnera les moyens d'agir pour mettre en œuvre les solutions recommandées.

Martha Rojas Urrego, Secrétaire générale

MESSAGES CLÉS

- Préserver les fonctions et la bonne santé des zones humides naturelles est essentiel pour garantir un développement durable et assurer la survie de l'humanité.
- Bien que leur superficie mondiale soit supérieure à celle du Canada, les zones humides connaissent un déclin rapide : d'après les données disponibles, leur étendue aurait diminué de près de 35% depuis 1970.
- Les espèces animales et végétales qu'elles abritent sont de ce fait en danger, un quart d'entre elles étant menacées de disparition.
- Les zones humides qui persistent voient également leur qualité se dégrader sous l'effet de la pollution, de l'assèchement, des espèces envahissantes, du changement climatique, d'une exploitation non durable et de la perturbation du régime d'écoulement des eaux.
- Or, aussi bien en termes de sécurité alimentaire que d'atténuation des effets du changement climatique, les zones humides offrent des services écosystémiques d'une importance cruciale et d'une valeur bien supérieure à celle de nombreux écosystèmes terrestres.
- La Convention de Ramsar a pour objectif de favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides. Elle est au cœur de l'action menée pour enrayer et infléchir leur dégradation et leur disparition.
- Pour assurer la conservation et la restauration des zones humides, il s'agit essentiellement de :
 - renforcer le réseau de Sites Ramsar et d'autres zones humides protégées ;
 - intégrer les zones humides dans la planification et la mise en œuvre du Programme de développement pour l'après-2015 ;
 - renforcer les dispositions juridiques et pratiques en vue de conserver l'ensemble des zones humides ;
 - appliquer les orientations Ramsar relatives à l'utilisation rationnelle des zones humides ;
 - proposer des mesures d'incitation économique et financière aux populations et aux entreprises ;
 - veiller à ce que toutes les parties prenantes participent à la gestion des zones humides ;
 - améliorer la réalisation des inventaires et la détermination de l'étendue des zones humides au niveau national.

RÉSUMÉ

La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides sont essentielles à la subsistance des populations. Du fait du très large éventail de services écosystémiques qu'elles procurent, les zones humides jouent un rôle crucial dans le développement durable. Or, il est fréquent que les décideurs politiques sous-estiment la valeur des avantages qu'elles offrent aussi bien à l'humanité qu'à la nature.

Mieux connaître ces valeurs et l'état des zones humides est fondamental pour assurer leur conservation et leur utilisation rationnelle. Les présentes Perspectives mondiales des zones humides rendent compte de l'étendue, de l'évolution, des moteurs de changement et des mesures à prendre pour préserver ou rétablir les caractéristiques écologiques de ces milieux naturels.



État et tendances

Étendue

On dispose de données plus précises sur l'étendue des zones humides de la planète. Les zones humides intérieures et côtières présenteraient ainsi une superficie mondiale de plus de 12,1 millions de km², soit une étendue supérieure à celle du Canada. Sur l'ensemble de ces zones humides, 54% sont inondées en permanence et 46% de façon saisonnière. Pour autant, partout dans le monde, on constate un déclin constant de l'étendue des zones humides naturelles : d'après les données disponibles, entre 1970 et 2015, les zones humides marines/côtières aussi bien que les zones humides intérieures auraient régressé de près de 35%, soit un déclin plus de trois fois supérieur au taux de disparition des forêts. Par opposition, les zones humides artificielles, essentiellement composées de rizières et de réservoirs, ont vu leur superficie pratiquement doubler sur la même période ; elles représentent aujourd'hui 12% des zones humides. Néanmoins, cette hausse ne compense pas la perte des zones humides naturelles.

Biodiversité

Selon les données disponibles au niveau mondial, les espèces dépendantes des zones humides comme les poissons, les oiseaux d'eau ou les tortues, voient leurs populations fortement diminuer. Un quart d'entre elles sont désormais menacées d'extinction, notamment dans les régions des tropiques. Depuis 1970, on constate un déclin de 81% des populations de poissons d'eau douce dans les zones humides intérieures et de 36% des espèces marines et côtières.

Pratiquement tous les taxons dépendant de zones humides côtières et intérieures ayant fait l'objet d'une évaluation sont gravement menacés (avec plus de 10% des espèces menacées à l'échelle mondiale). Les tortues marines, la mégafaune inféodée aux zones humides, les reptiles d'eau douce, les amphibiens, les mollusques non marins, les coraux, les crabes et les écrevisses figurent parmi les espèces exposées au risque d'extinction le plus élevé à l'échelle mondiale, avec plus de 30% des espèces mondialement menacées. Le risque d'extinction semble s'aggraver. Bien que les espèces d'oiseaux d'eau soient exposées à un risque de disparition relativement faible au niveau mondial, la plupart des populations sont en proie à un déclin continu. Seuls les poissons-perroquets et les chirurgiens dépendant des récifs coralliens et les libellules sont peu menacés.

Qualité de l'eau

L'évolution de la qualité de l'eau reste globalement négative. Depuis les années 1990, la pollution de l'eau s'est aggravée dans presque tous les cours d'eau d'Amérique latine, d'Afrique et d'Asie. Selon les prévisions, cette détérioration devrait s'intensifier.

Les eaux usées non traitées, les rejets industriels, le ruissellement agricole, l'érosion et la modification du régime de sédimentation figurent parmi les principales causes de dégradation. Selon les projections, d'ici à 2050, un tiers de la population mondiale sera exposé à un risque élevé de pollution de l'eau par l'azote et le phosphore, d'où un phénomène de prolifération des algues et d'eutrophisation capable d'entraîner la disparition de poissons et d'autres espèces. Environ un tiers de tous les cours d'eau d'Amérique latine, d'Afrique et d'Asie sont victimes d'une pollution grave par des agents pathogènes et, ces vingt dernières années, la charge en coliformes fécaux n'a cessé de croître dans ces régions. On constate également une augmentation de la salinité dans de nombreuses zones humides, notamment au niveau des eaux souterraines, ce qui nuit à l'agriculture. Les oxydes d'azote provenant des combustibles fossiles et l'ammoniac provenant de l'agriculture provoquent des dépôts acides. Le drainage minier acide représente lui aussi un polluant majeur. La pollution thermique liée aux centrales électriques et à l'industrie entraîne une raréfaction de l'oxygène, des modifications de la chaîne alimentaire et une diminution de la biodiversité. On estime à 5,25 trillions au moins le nombre de particules de plastique à la surface des océans du monde, d'où de très graves conséquences sur les eaux côtières. Dans près de la moitié des pays de l'OCDE, les concentrations de pesticides dans les eaux de zones agricoles sont supérieures aux seuils recommandés au niveau national. Tous ces phénomènes nuisent à notre santé, mettent à mal les services écosystémiques et contribuent à l'appauvrissement de la biodiversité.

Processus écosystémiques

Les zones humides font partie des écosystèmes les plus productifs sur le plan biologique. Elles jouent un rôle de premier plan dans le cycle de l'eau : elles reçoivent de l'eau, la stockent et la restituent au fil du temps. Elles servent aussi à réguler les débits d'eau et à apporter l'eau nécessaire à la vie. Si les lits de cours d'eau, les plaines inondables et les zones humides reliées entre elles remplissent des fonctions essentielles sur le plan hydrologique, de nombreuses zones humides « isolées du point de vue géographique » jouent elles aussi un rôle important. Néanmoins, des changements au niveau de l'utilisation des terres et la

Moteurs de changement

réalisation d'infrastructures pour réguler les débits d'eau ont réduit les liens entre de nombreux réseaux hydrographiques et zones humides de plaines inondables. Les zones humides régulent les cycles de nutriments et de métaux lourds et peuvent filtrer ces substances et d'autres polluants. Elles renferment l'essentiel des réserves de carbone du sol de la planète mais à l'avenir, sous l'effet du changement climatique, elles pourraient se transformer en sources de carbone, en particulier dans les régions du pergélisol.

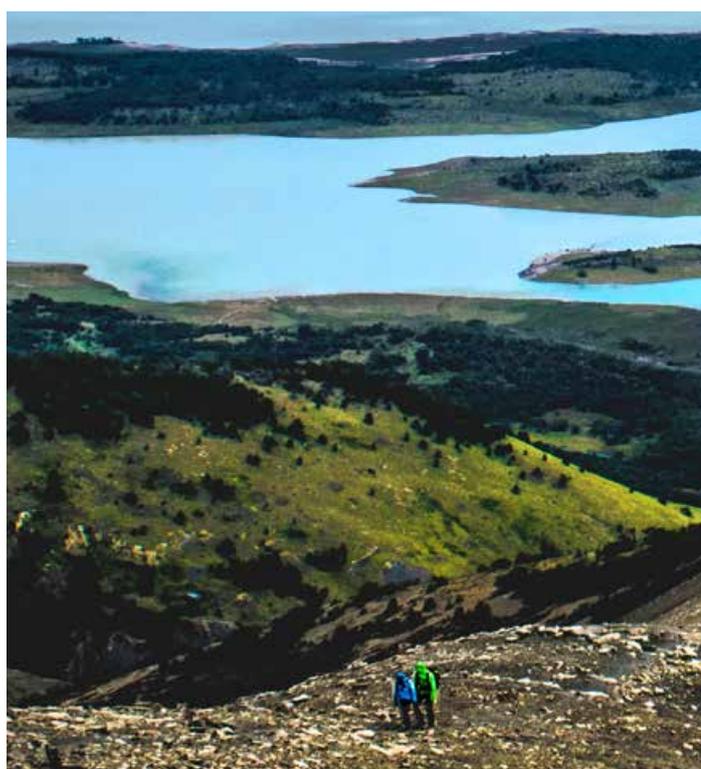
Services écosystémiques

Les services offerts par les écosystèmes de zones humides sont bien supérieurs à ceux des écosystèmes terrestres. Ces écosystèmes procurent en effet des denrées alimentaires indispensables, dont le riz, l'eau douce et les ressources halieutiques côtières ou les poissons d'eau douce, ainsi que des fibres et des combustibles. Les services de régulation occupent eux aussi une place de premier plan, notamment en ce qui concerne le climat, les régimes hydrologiques, la lutte contre la pollution et la réduction des risques de catastrophes naturelles. Du fait de leurs caractéristiques naturelles, les zones humides revêtent souvent une grande importance sur les plans culturel et spirituel. Elles offrent aussi de nombreuses possibilités en termes d'activités de loisir et de tourisme. Si l'on dispose d'un certain nombre de données sur les services écosystémiques à l'échelle mondiale, il est urgent de recueillir des informations plus ciblées à l'intention des décideurs aux niveaux local et national.

Le stockage et le piégeage du carbone par les zones humides jouent un rôle fondamental dans la régulation du climat mondial. Les tourbières et les zones humides côtières végétalisées forment d'importants puits de carbone. Les marais salés piègent des millions de tonnes de carbone par an. Bien que les tourbières n'occupent que 3% de la surface terrestre, elles stockent deux fois plus de carbone que l'ensemble des forêts de la planète. Néanmoins, les zones humides d'eau douce représentent également la plus grande source naturelle de méthane, un gaz à effet de serre, notamment lorsqu'elles sont mal gérées. Les retenues d'eau en région tropicale peuvent elles aussi dégager du méthane, ce qui réduit ou annule les avantages de faible émission de carbone signalés pour la production hydroélectrique.

Pour favoriser l'utilisation rationnelle des zones humides, il est indispensable de bien cerner les moteurs de changement afin de s'attaquer aux causes profondes de la perte et de la dégradation du milieu. La disparition et la détérioration des zones humides se poursuit sous l'effet d'activités d'extraction, de drainage ou de conversion des terres, suite à l'introduction d'espèces envahissantes ou du fait d'autres actions influant sur les volumes d'eau et sur la fréquence des périodes d'inondation et d'assèchement.

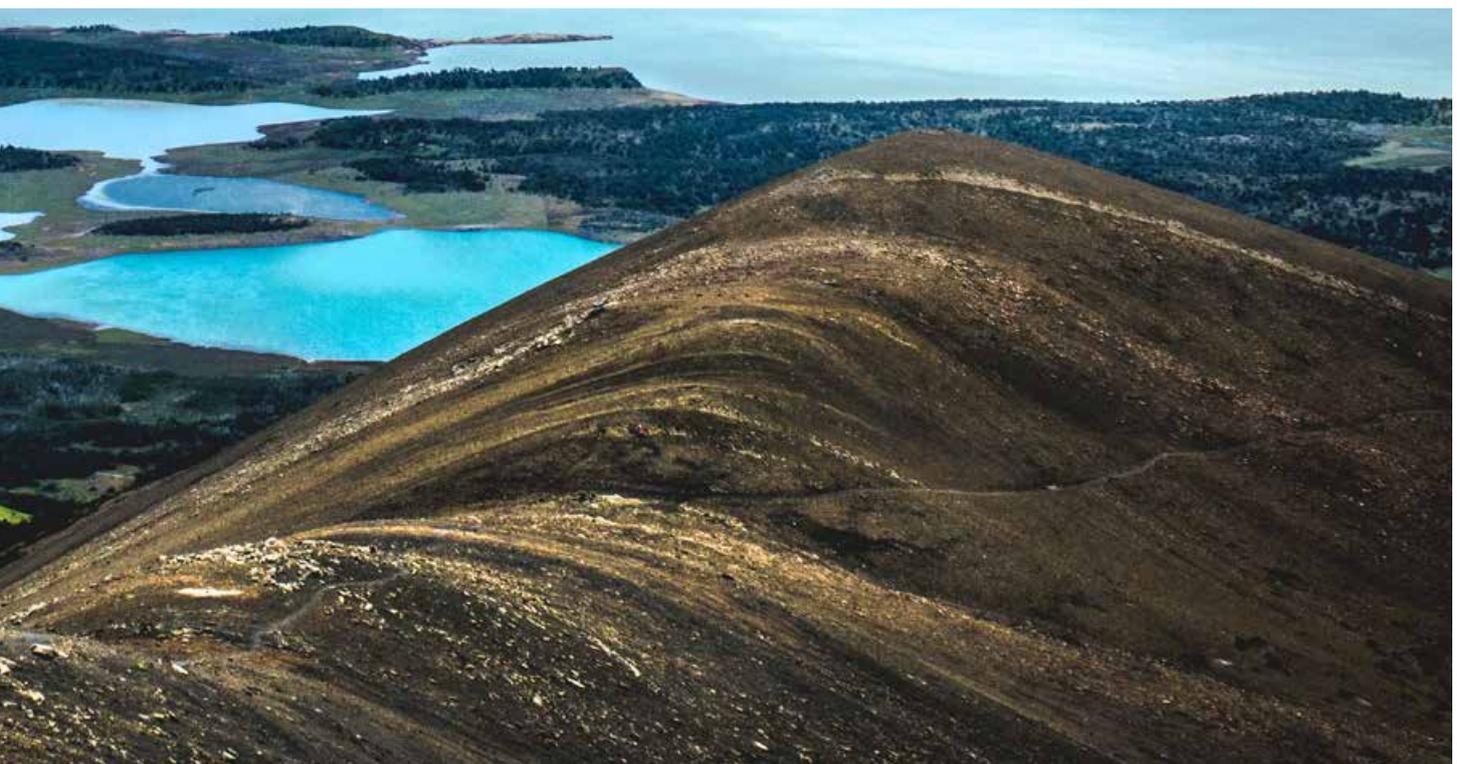
Des moteurs indirects de changement, en lien avec la production d'énergie hydraulique, d'aliments et de fibres, la création d'infrastructures et le secteur du tourisme et des loisirs, ont à leur tour une incidence sur ces moteurs directs. Le changement climatique constitue par ailleurs un moteur de changement à la fois direct et indirect. Dans ce contexte, les mesures d'adaptation et d'atténuation peuvent avoir un effet multiplicateur dans la lutte contre d'autres moteurs de changement. Les grandes tendances mondiales sont également à prendre en compte, notamment la démographie, la globalisation, l'évolution des modes de consommation et l'urbanisation, le changement climatique semant l'incertitude à tous les niveaux.



La Convention de Ramsar

La Convention de Ramsar a pour objet de favoriser la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides, de sorte que les avantages qu'elles procurent contribuent à la réalisation des Objectifs de développement durable des Nations Unies (ODD), des Objectifs d'Aichi pour la biodiversité, de l'Accord de Paris sur le changement climatique et d'autres textes apparentés. Le quatrième Plan stratégique Ramsar permet d'orienter les travaux de la Convention dans la lutte contre les causes de disparition et de dégradation ; il encourage l'utilisation rationnelle des zones humides, le renforcement de la mise en œuvre de la Convention, ainsi que la conservation et la gestion efficaces du réseau de Sites Ramsar. Les Parties à la Convention se sont d'ores et déjà engagées à préserver les caractéristiques écologiques de plus de 2300 zones humides d'importance internationale d'une superficie totale de près de 250 millions d'hectares, soit entre 13 et 18 % des zones humides de la planète.

La Convention de Ramsar est particulièrement bien placée pour inverser la tendance à l'appauvrissement des zones humides à l'échelle mondiale. Seul traité international spécifiquement consacré aux zones humides, elle sert de cadre à la réalisation de nombreux objectifs mondiaux liés aux zones humides. En réalité, les zones humides contribuent de manière directe ou indirecte à la réalisation de 75 indicateurs des ODD. En tant que codépositaire, aux côtés du PNUE, de l'indicateur 6.6.1 des ODD, la Convention joue un rôle majeur dans l'établissement de rapports sur l'étendue des zones humides sur la base d'informations contenues dans les rapports nationaux. Plateforme unique en son genre, elle favorise la collaboration et les partenariats à l'appui d'autres mécanismes internationaux en fournissant les meilleurs avis, données et recommandations disponibles pour permettre aux gouvernements nationaux de tirer pleinement parti des avantages offerts à la nature et à la société par des zones humides en bonne santé.





Réponses

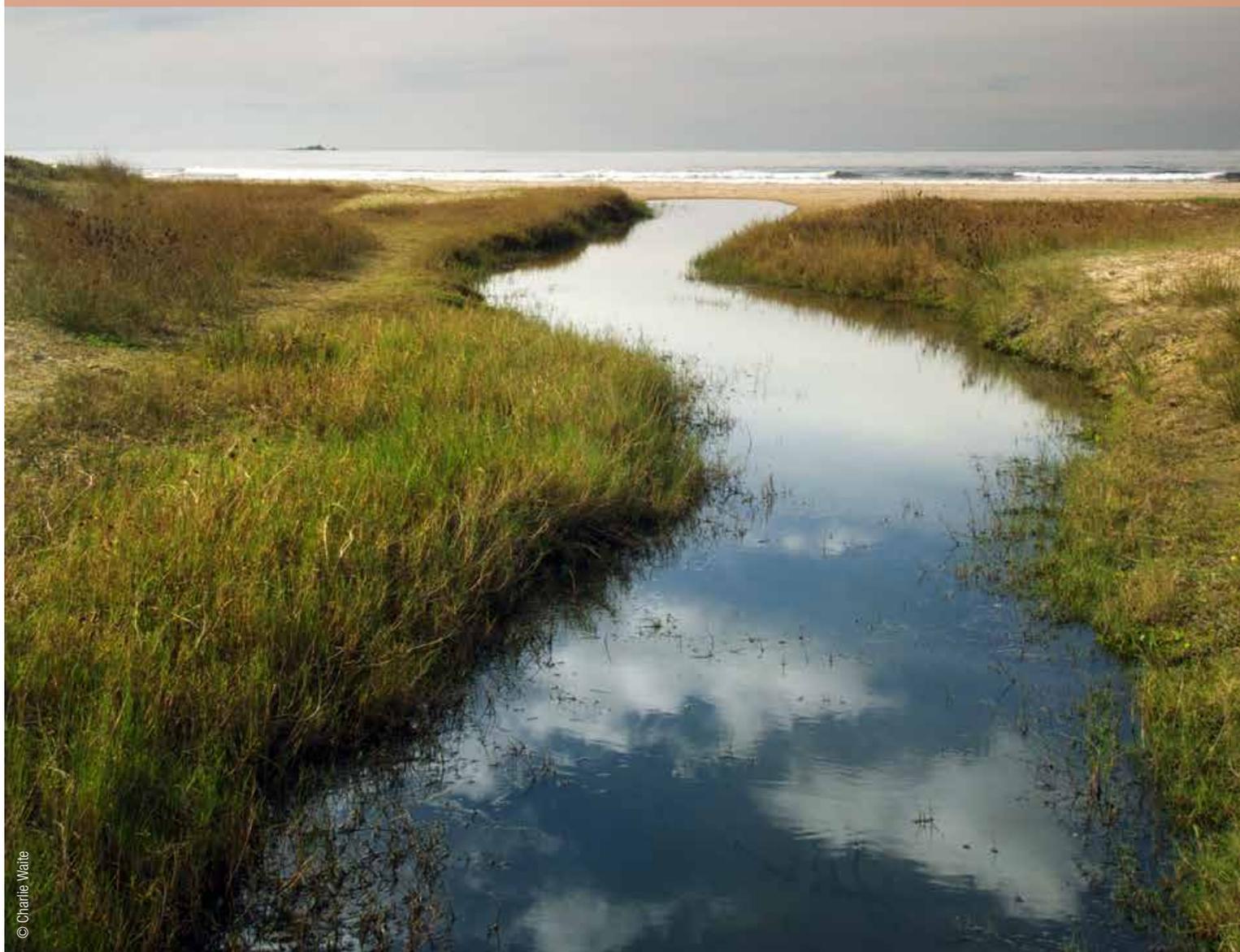
Il est urgent d'agir aux niveaux international et national afin de mieux faire connaître les avantages des zones humides, de mettre en place des garanties plus importantes pour assurer leur pérennité et de veiller à ce qu'elles fassent partie intégrante des plans nationaux de développement. Il convient notamment de :

- **Renforcer le réseau de Sites Ramsar et d'autres zones humides protégées** : s'il est encourageant de constater que plus de 2300 zones humides d'importance internationale ont d'ores et déjà été classées Sites Ramsar, ce n'est pas suffisant. Il convient d'élaborer et de mettre en œuvre des plans de gestion afin d'en assurer l'efficacité. Actuellement, moins de la moitié des Sites Ramsar en sont pourvus.
- **Intégrer les zones humides dans la planification et la mise en œuvre du Programme de développement pour l'après-2015** : faire en sorte que les zones humides fassent partie intégrante de programmes de développement à grande échelle, à l'image des ODD, de l'Accord de Paris sur le changement climatique ou du Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe.
- **Renforcer les dispositions juridiques et pratiques en vue de conserver l'ensemble des zones humides** : il conviendrait d'appliquer des lois et politiques relatives aux zones humides de manière intersectorielle à tous les niveaux, et que tous les pays se dotent de politiques nationales pour les zones humides. L'approche « éviter-atténuer-compenser » préconisée par Ramsar et intégrée dans de nombreuses législations nationales constitue un outil précieux à cet effet. De fait, il est plus facile d'éviter les impacts sur les zones humides que de les restaurer.
- **Appliquer les orientations Ramsar relatives à l'utilisation rationnelle des zones humides** : la Convention dispose de tout un éventail d'orientations pertinentes. Les mécanismes Ramsar, à l'image des Rapports sur les changements dans les caractéristiques écologiques des Sites Ramsar, du Registre de Montreux sur les Sites Ramsar en péril ou des Missions consultatives Ramsar, aident à cerner et à résoudre les difficultés en matière de conservation et de gestion des Sites Ramsar.
- **Proposer des mesures d'incitation économique et financière aux populations et aux entreprises** : de multiples mécanismes permettent de financer des activités de conservation des zones humides, notamment les stratégies de lutte contre le changement climatique et le système de paiement pour services écosystémiques. Supprimer les incitations à effets pervers est utile. Il est possible d'aider les entreprises à conserver les zones humides au moyen de régimes fiscaux particuliers, de programmes de certification ou de projets sur la responsabilité sociale des entreprises. Les investissements publics sont également d'une importance cruciale.
- **Veiller à ce que toutes les parties prenantes participent à la gestion des zones humides** : il convient de tenir compte des multiples avantages des zones humides. Pour prendre des décisions éclairées, les parties prenantes doivent avoir pleinement conscience des services écosystémiques offerts par les zones humides et de leur importance en termes de subsistance et de bien-être humain.
- **Améliorer la réalisation des inventaires et la détermination de l'étendue des zones humides au niveau national** : l'acquisition de connaissances permet d'étayer des approches novatrices en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des terres humides. Citons à titre d'exemple la télédétection ou la réalisation d'évaluations sur le terrain, la science citoyenne ou la prise en compte de connaissances des peuples autochtones et des communautés locales. Définir et suivre les indicateurs relatifs aux avantages des zones humides et aux moteurs de changement est essentiel pour favoriser l'utilisation rationnelle des zones humides et la gestion adaptative.

Il existe un large éventail de solutions efficaces en matière de conservation des zones humides, aussi bien au niveau international et national qu'à celui des bassins hydrographiques et des sites. Tout au long du processus, des pratiques de bonne gouvernance et la participation du grand public sont deux éléments fondamentaux. Parallèlement, il est indispensable de mettre en place des plans de gestion, de trouver des sources de financement et de mettre à profit toutes les connaissances disponibles.

1. INTRODUCTION

Les zones humides naturelles et en bonne santé sont essentielles à la survie de l'humanité. Or, elles subissent de nombreuses pressions. La Convention sur les zones humides (également appelée Convention de Ramsar) est le seul traité international ayant force de loi spécifiquement consacré aux zones humides. Il vise à favoriser leur conservation et leur utilisation rationnelle à l'échelle mondiale, de façon à ce qu'elles jouent un rôle déterminant dans la réalisation des Objectifs de développement durable, des Objectifs d'Aichi pour la biodiversité, de l'Accord de Paris sur le changement climatique et d'autres textes apparentés. Le présent rapport décrit l'état et l'évolution des zones humides du monde entier ainsi que les défis à relever et les solutions proposées.



Au niveau mondial, les zones humides jouent un rôle essentiel en termes de développement durable

Les zones humides sont indispensables à la survie de l'humanité. Elles renferment certains des écosystèmes les plus productifs de la planète et fournissent des services écosystémiques aux innombrables avantages (EM 2005 ; Russi et al. 2013). Elles comprennent des habitats d'eau douce inondés de façon permanente ou saisonnière, depuis les lacs et les cours d'eau jusqu'aux marais, ainsi que des zones côtières et marines comme les estuaires, les lagunes, les mangroves ou les récifs. Le cycle global de l'eau permet la production primaire et le recyclage des nutriments, tout en étant source d'eau douce et d'aliments pour les populations. Les zones humides sont utilisées pour le transport et la production d'énergie hydraulique. Elles fournissent également des matières premières et des ressources génétiques, y compris des médicaments. Elles contribuent aussi à maîtriser les crues, à protéger les côtes et à stocker et piéger le carbone. Enfin, nombre d'entre elles sont une source d'inspiration, un lieu de loisirs et présentent une grande valeur sur le plan culturel ou spirituel. La figure 1.1 dresse un résumé de certains de ces avantages.

L'importance des zones humides pour le bien-être humain a souvent été négligée ou sous-estimée, d'où la place secondaire occupée par la gestion des zones humides dans la planification du développement. Au sein d'un secteur donné, les parties prenantes prennent des décisions fondées sur des intérêts étroits et à court terme, perdant ainsi des occasions d'obtenir une multitude d'avantages et provoquant la disparition et la détérioration de nouvelles zones humides. Pour

parvenir à une utilisation rationnelle des zones humides et à un développement durable, il est essentiel d'encourager les décideurs politiques de tous les secteurs à prendre conscience et tenir compte des valeurs multiples des zones humides et de leur interdépendance. Pour être efficace, la gestion des zones humides doit pouvoir s'appuyer sur la collaboration de plusieurs secteurs de la société, en particulier ceux qui utilisent les nombreux avantages offerts par les zones humides ou qui peuvent influencer sur leur gestion et leur conservation.

Le présent rapport décrit l'état des zones humides de la planète et les avantages qui en découlent. Il servira de cadre de référence pour évaluer les progrès accomplis dans la mise en œuvre du Plan stratégique Ramsar 2016-2024 et permettra d'accroître l'attention portée aux zones humides dans les Objectifs de développement durable, les Objectifs d'Aichi pour la biodiversité, le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe et l'Accord de Paris sur le climat. Il traite de l'état et de l'évolution des zones humides, cerne les lacunes en termes de connaissances et se penche sur de possibles changements dans le futur. Si les *Perspectives mondiales des zones humides* recensent de nombreuses tendances négatives, elles mettent également en lumière les expériences réussies et les meilleures pratiques. Elles dressent un inventaire des facteurs menant à la disparition et à la dégradation des zones humides et proposent différentes solutions pour la communauté en charge des zones humides et d'autres secteurs.

Encadré 1.1

ORIGINE DU RAPPORT DES PERSPECTIVES MONDIALES DES ZONES HUMIDES

Le rapport *Perspectives mondiales des zones humides* s'appuie sur différentes études comme l'Évaluation des écosystèmes pour le millénaire (EM 2005), les *Perspectives mondiales de la diversité biologique* (Convention sur la diversité biologique 2014), les *Perspectives territoriales mondiales* (CNULCD 2017), l'évaluation de la dégradation et de la restauration des terres (IPBES 2018), et *L'économie des écosystèmes et de la*

biodiversité (Russi et al. 2013). Toutes rendent compte de la disparition et de la détérioration des zones humides et de leur importance en termes de services écosystémiques et de soutien aux communautés locales. Il est également étayé par un grand nombre de publications, y compris celles établies par le Groupe d'évaluation scientifique et technique de la Convention depuis sa création en 1993.

Le rôle de la Convention de Ramsar

La Convention sur les zones humides est le seul traité international ayant force de loi spécifiquement consacré aux zones humides. Signée en 1971 dans la ville iranienne de Ramsar, elle est plus connue sous le nom de *Convention de Ramsar*. Elle est entrée en vigueur en 1975 et compte aujourd'hui 170 Parties contractantes. La notion d'*utilisation rationnelle des zones humides* (voir encadré 1.2) est au cœur de la Convention. Il s'agit d'un mécanisme permettant de s'assurer que les zones humides soient intégrées dans le programme mondial de développement durable, à l'appui de projets relatifs à la biodiversité, au changement climatique, à la réduction des risques de catastrophe et à la dégradation des sols.

Aux termes de la Convention, les zones humides sont définies de manière générale comme 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 ». La classification établie par la Convention comprend 42 types de zones humides répartis en trois catégories : zones humides marines et côtières, zones humides continentales et zones humides artificielles (Secrétariat de la Convention de Ramsar 2010a).

Conformément aux trois « piliers » de la Convention, les Parties contractantes s'engagent à :

1. conserver et utiliser de manière rationnelle l'ensemble des zones humides (voir encadré 1.2);
2. inscrire au moins une zone humide ou « Site Ramsar » sur la Liste des zones humides d'importance internationale et en assurer la bonne gestion (figure 1.2) ; et
3. coopérer au niveau international en faveur des zones humides transfrontières, des systèmes de zones humides partagés et des espèces partagées (voir encadré 1.3, Gardner & Davidson 2011).

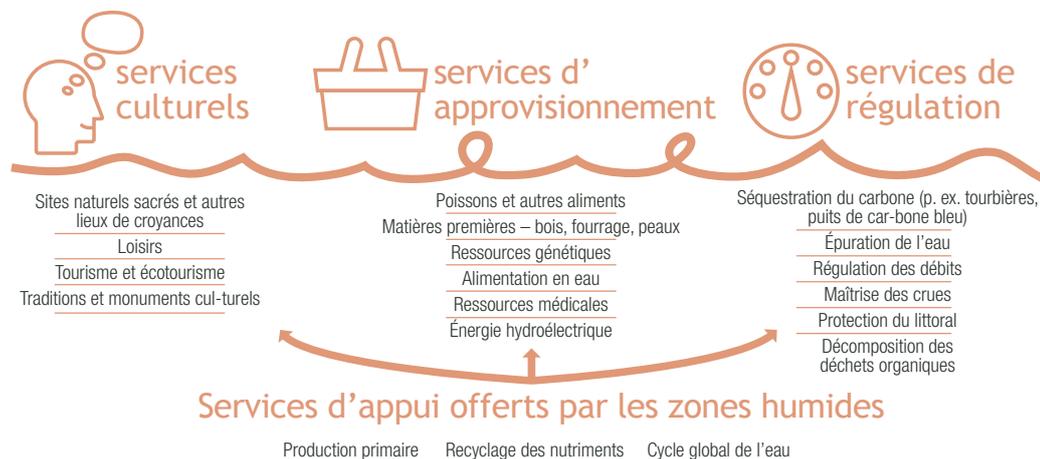
Les *caractéristiques écologiques* d'une zone humide, à savoir « la combinaison des composantes, des processus et des avantages/services écosystémiques qui caractérisent la zone humide à un moment donné » sont une autre notion fondamentale de la Convention de Ramsar (Convention de Ramsar 2005). Les pays sont invités à préserver les caractéristiques écologiques de toutes les zones humides et priés de signaler au Secrétariat tout changement négatif d'origine humaine et de prendre les mesures nécessaires pour remettre ces sites dans leur état initial.

LA NOTION D'UTILISATION RATIONNELLE DES ZONES HUMIDES

La notion d'« utilisation rationnelle » est l'un des fondements de la Convention et s'applique non seulement aux Sites Ramsar mais aussi à toutes les zones humides. Elle est définie comme étant le « maintien des caractéristiques écologiques [d'une zone humide] obtenu par la mise en œuvre d'approches par écosystème dans le contexte du développement durable » (Convention de Ramsar 2005). C'est une façon de reconnaître que le bien-être humain dépend des services écosystémiques que procurent les zones humides. L'utilisation rationnelle a donc pour objet principal de gérer les zones humides et les besoins humains en collaboration avec les populations locales, indépendamment du cadre naturel, et, pour être efficace, elle doit être étayée par des pratiques de bonne gouvernance. Si une certaine mise en valeur des zones humides est inévitable, toutes les zones humides ne s'y prêtent pas, et dans tous les cas, l'opération de mise en valeur doit se faire de manière durable. Les Parties contractantes favorisent l'utilisation rationnelle des zones humides au moyen de mesures et de législations nationales, d'inventaires, d'activités de suivi, de recherche, de formation et de sensibilisation et de plans de gestion intégrée des sites.

Encadré 1.2

Figure 1.1
Les services écosystémiques offerts par les zones humides



La portée nationale et internationale de la Convention de Ramsar

On compte actuellement plus de 2300 Sites Ramsar pour une superficie de plus de 2,500,000 km², soit une zone plus vaste que celle du Groenland. Chaque site répond au moins à l'un des neuf critères d'identification des zones humides internationales liés aux types de zones humides, aux espèces ou aux communautés

écologiques, ou encore à la présence d'oiseaux d'eau, de poissons ou d'autres espèces. Les Sites Ramsar couvriraient de 13 à 18% de la totalité des zones humides terrestres et côtières de la planète, témoin du remarquable engagement des Parties Contractantes (Davidson & Finlayson 2018).

Encadré 1.3

LA COOPÉRATION INTERNATIONALE

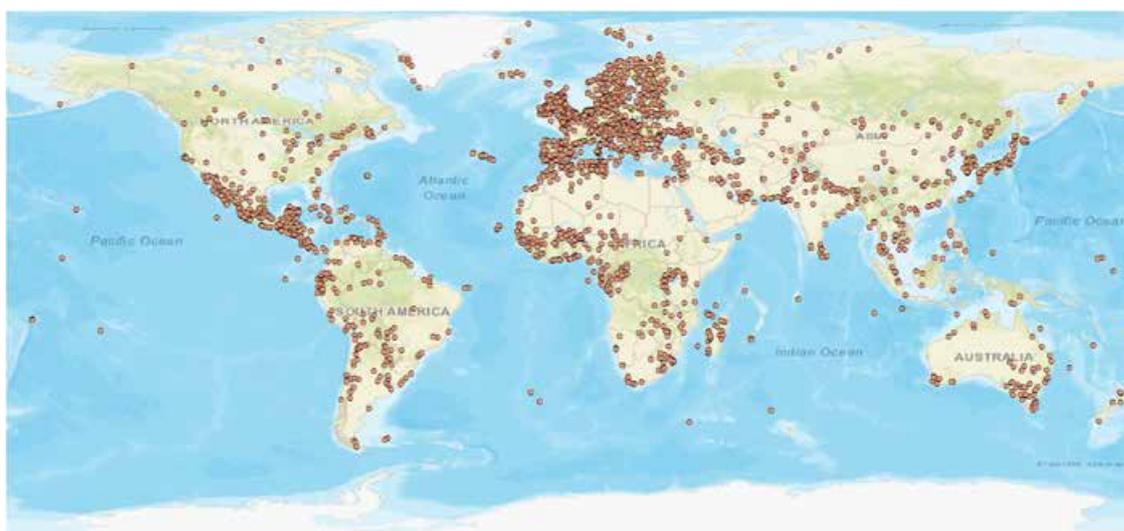
La Convention de Ramsar appelle à la coopération internationale pour gérer les zones humides (Secrétariat de la Convention de Ramsar 2010b). L'une des solutions consiste à coopérer par-delà les frontières, que ce soit de manière informelle ou en inscrivant des Sites Ramsar transfrontières. On dénombre aujourd'hui une vingtaine de sites de ce type, notamment deux sites gérés par trois pays : la mer des Wadden (Allemagne, Danemark et Pays-Bas) et les plaines inondables du confluent Morava-Dyje-Danube Confluence (Autriche, République tchèque et Slovaquie). Cette collaboration peut aussi prendre la forme de commissions de gestion réunissant plusieurs États, à l'image de l'Autorité du bassin du Niger qui rassemble le Bénin, le Burkina Faso, le

Cameroun, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Tchad.

La gestion des espèces partagées est elle aussi importante, qu'il s'agisse d'espèces migratrices, sédentaires ou exotiques envahissantes. Citons à titre d'exemple le Partenariat pour la voie de migration Asie de l'Est-Australasie, une initiative régionale Ramsar. Cette coopération peut aussi se faire de manière moins formelle, comme dans le cas du Réseau de réserves pour les oiseaux de rivage de l'hémisphère occidental.

La Convention de Ramsar s'appuie également sur 15 réseaux de coopération régionale et quatre Centres régionaux Ramsar chargés de la formation et du renforcement des capacités.

Figure 1.2:
Les zones humides d'importance internationale dans le monde. Source : SISR.



La place des zones humides dans les programmes et objectifs mondiaux

Le maintien de zones humides en bonne santé, capables de remplir de multiples fonctions écologiques, est un élément indispensable à la réalisation de plusieurs autres programmes et objectifs mondiaux, notamment ceux ayant trait à la biodiversité, au développement durable, à la dégradation des sols, au changement climatique ou à la réduction des risques de catastrophe.

Le Programme de développement durable à l'horizon 2030 et les Objectifs de développement durable

Les zones humides jouent un rôle crucial dans la réalisation de plusieurs des 17 Objectifs de développement durable des Nations Unies (ODD) et des 169 cibles dont ils s'accompagnent, lesquels portent sur la pauvreté, la faim, la santé, l'énergie, la consommation et le changement climatique. Ils serviront de cadre aux actions de développement qui seront mises en œuvre à l'échelle mondiale au cours des dix prochaines années. L'ODD 15 appelle spécifiquement à la préservation et à l'exploitation durable des « écosystèmes d'eau douce et des services connexes ». L'ODD 14 encourage à protéger les zones marines et côtières. L'ODD 6 se concentre sur l'eau et l'assainissement avec un objectif lié à l'évolution des écosystèmes en relation avec l'eau, qui s'appuiera sur les données de Ramsar. Plusieurs des ODD sont calqués sur les Objectifs d'Aichi (voir ci-dessous) et feront eux aussi l'objet d'une révision après 2020.

Les Objectifs d'Aichi

Les « Objectifs d'Aichi pour la biodiversité » font partie du Plan stratégique pour la biodiversité 2011-2020 de la Convention sur la diversité biologique ; pratiquement tous présentent un lien avec les zones humides (Juffe-Bignoli et al. 2016). Plusieurs cherchent à mettre un terme à la dégradation des écosystèmes, notamment l'Objectif 5 qui vise à réduire de moitié au moins, et si possible à ramener à près de zéro la dégradation et la fragmentation des habitats naturels d'ici à 2020. De même, l'Objectif 11 vise à conserver au moins 17% des zones terrestres et d'eaux intérieures, et 10% des zones marines et côtières d'ici à 2020 au moyen de « réseaux écologiquement représentatifs et bien reliés aux aires protégées gérées efficacement et équitablement et d'autres mesures de conservation efficaces par zone ». L'ODD 10 est axé sur la conservation des récifs coralliens, l'ODD 6 sur l'utilisation durable des espèces aquatiques et l'ODD 7 sur la gestion de l'aquaculture (CDB 2010).

La neutralité en matière de dégradation des terres

La Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification est à l'origine du concept de neutralité en matière de dégradation des terres, l'objectif étant d'enrayer la tendance à la détérioration des sols. La dégradation des terres et la gestion de l'eau sont en étroite corrélation, et la détérioration des sols a un impact direct sur des zones humides comme les tourbières, les estuaires ou les cours d'eau. C'est d'ailleurs dans ces milieux que se trouvent certains des « points chauds » de la dégradation que compte la planète.



Les zones humides dans les accords internationaux

L'Accord de Paris

En décembre 2015, 196 gouvernements ont convenu d'un programme ambitieux d'atténuation et d'adaptation au changement climatique au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Pour faire face au changement climatique, ce programme invite les États à définir des « contributions prévues et déterminées au niveau national » (CPDN) accompagnées de solutions fondées sur la nature, et notamment sur les zones humides. Les zones humides jouent en effet un rôle fondamental en matière d'atténuation et d'adaptation aux effets du changement climatique grâce au phénomène de stockage et de séquestration du carbone, en particulier dans les sols tourbeux et dans les eaux côtières, véritables puits de carbone bleu (Ramsar Convention 2015). Encourager les pays à inclure la conservation et la gestion des zones humides dans leurs CPDN est une priorité.

Le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe

En mars 2015, le Bureau des Nations Unies pour la réduction des risques de catastrophe a convenu d'une stratégie volontaire sur 15 ans. Au titre de cet accord non contraignant, il convient de « *mettre en œuvre des stratégies intégrées de gestion de l'environnement et des ressources naturelles tenant compte de la nécessité de réduire les risques de catastrophe* ». Le rôle majeur des zones humides dans le renforcement de la résilience des collectivités est mis en avant, de même que leur importance en matière de maîtrise des crues et d'atténuation des dégâts causés par les tempêtes.

Les Accords multilatéraux relatifs à la biodiversité

Les zones humides et les espèces dépendantes des zones humides sont protégées en vertu d'autres accords multilatéraux sur l'environnement (AME) relatifs à la biodiversité, comme la Convention sur la diversité biologique, la Convention sur les espèces migratrices (assortie de l'Accord sur la conservation des oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie), la Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction ou la Convention du patrimoine mondial. La collaboration au niveau des Secrétariats s'effectue par l'intermédiaire du Groupe de liaison sur la biodiversité au moyen d'une participation aux processus prévus par les AME. La coopération scientifique et technique prend la forme de missions conjointes et d'orientations concertées, notamment dans le cadre de nouvelles problématiques telles que les solutions à déployer pour faire face à la grippe aviaire hautement pathogène (Gardner & Grobicki 2016), de lignes directrices sur l'évaluation écologique rapide de la diversité biologique dans les eaux intérieures, côtières et marines (Convention on Biological Diversity & Ramsar Convention, 2006), ou d'un engagement commun en faveur de la neutralité de la dégradation des terres sous l'égide de la Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification (Convention de Ramsar et CNULD 2014).



2. ÉTAT ET TENDANCES

La Convention de Ramsar suit l'état et l'évolution des zones humides à l'échelle mondiale, ce qui aide à mesurer les progrès accomplis dans la réalisation de l'Objectif de développement durable 6. On constate un déclin des habitats des zones humides naturelles intérieures, côtières et marines. Parallèlement, on observe une légère augmentation de l'étendue des zones humides artificielles, mais celle-ci ne compense pas la perte de zones humides naturelles. Les populations d'espèces dépendantes des zones humides diminuent et plusieurs d'entre elles sont menacées de disparition. La qualité de l'eau au niveau mondial ne cesse de se détériorer. Pourtant, les zones humides offrent des services écosystémiques d'une importance cruciale : sécurité alimentaire, alimentation en eau, réduction des risques de catastrophe, séquestration du carbone, etc. Leur valeur sur le plan économique et en termes de biodiversité est bien supérieure à celle de nombreux écosystèmes terrestres.



La Convention de Ramsar suit l'état et l'évolution des zones humides à l'échelle mondiale

Les Parties contractantes à la Convention de Ramsar étant tenues de maintenir les « caractéristiques écologiques » de toutes les zones humides en intégrant le principe d'« utilisation rationnelle », l'étude de l'état et des tendances des zones humides s'articule autour de la définition des « caractéristiques écologiques » des zones humides au sens de la Convention (voir encadré 2.1). Cette étude passe donc en revue les composantes, processus et services écosystémiques qui composent les caractéristiques écologiques des zones humides, dans la mesure où ces informations sont disponibles. Des données sur les caractéristiques écologiques des zones humides, par exemple sur leur étendue, sont désormais recueillies auprès des Parties contractantes dans le cadre des inventaires des

zones humides et, à partir de janvier 2018, ces données figureront dans les Rapports nationaux des États parties à la Convention. La Convention étant co-dépositaire aux côtés du PNUE de l'indicateur 6.6.1 des ODD (*Changement dans l'étendue des écosystèmes liés à l'eau au fil du temps*), ces données seront utilisées comme mécanisme officiel pour la communication d'informations.

La préservation obligatoire des caractéristiques écologiques des zones humides prévue au titre de la Convention de Ramsar englobe l'approche écosystémique de la Convention sur la diversité biologique.

Encadré 2.1

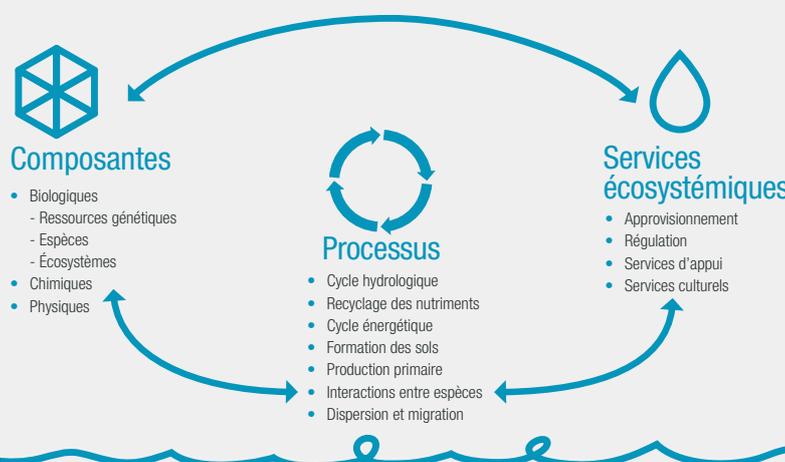
LES CARACTÉRISTIQUES ÉCOLOGIQUES DES ZONES HUMIDES (CONVENTION DE RAMSAR, 2005)

En 2005, les « caractéristiques écologiques » des zones humides ont fait l'objet d'une nouvelle définition. Aux termes de la Convention de Ramsar, elles s'entendent depuis cette date de « la combinaison des composantes, des processus et des avantages/services écosystémiques qui caractérisent la zone humide à un moment donné », comme indiqué dans la figure 2.1.

La définition de l'expression « utilisation rationnelle » ayant été revue en 2005, les Parties contractantes sont désormais tenues

de préserver les caractéristiques écologiques non seulement des zones humides inscrites sur la Liste des zones humides d'importance internationale (les « Sites Ramsar ») mais aussi de toutes leurs zones humides (Finlayson et al. 2011). Elles sont également priées d'indiquer si des modifications des caractéristiques écologiques d'un Site Ramsar « se sont produites, ou sont en train ou susceptibles de se produire, par suite d'évolutions technologiques, de pollution ou d'une autre intervention humaine ».

Figure 2.1
Représentation des caractéristiques écologiques d'une zone humide à partir des composantes, processus et services écosystémiques qui la caractérisent (d'après Finlayson et al. 2016)



Des données plus précises sur la superficie des zones humides de la planète

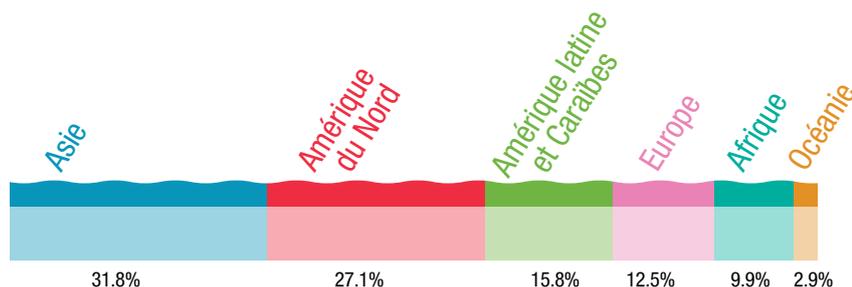
D'après les toutes dernières estimations, la superficie des zones humides intérieures et côtières dépasse 12,1 millions de km², soit une étendue supérieure à celle du Canada. Sur l'ensemble de ces zones humides, 54% sont inondées en permanence et 46% de façon saisonnière. On estime que 5,2 millions de km² supplémentaires sont inondés de manière intermittente ou occasionnelle, mais cette étendue comprendrait d'anciennes zones humides transformées sous l'effet de phénomènes météorologiques extrêmes. Près de 93% des zones humides sont des systèmes intérieurs et 7% des systèmes marins et côtiers, bien que les estimations sur les zones humides côtières ne tiennent pas compte de certaines catégories comme les zones humides subtidales littorales, lesquelles entrent aussi dans la définition de la Convention de Ramsar. En comparaison, les zones humides artificielles sont très peu étendues à l'échelle mondiale : les réservoirs présentent une superficie

d'environ 0,3 million de km² et les rizières d'1,3 million de km² (Davidson et al. 2018 ; Davidson & Finlayson 2018).

Si les estimations sur l'étendue mondiale des zones humides ont considérablement augmenté depuis les années 1980 (en raison principalement des récentes améliorations apportées aux méthodes de télédétection et de cartographie), elles ne traduisent pas pour autant une hausse réelle de la superficie des zones humides (Davidson et al. 2018).

C'est l'Asie qui abrite la plus vaste étendue de zones humides (32% de la superficie mondiale), suivie de l'Amérique du Nord (27%) et de l'Amérique latine et des Caraïbes (16%) (figure 2.2). La superficie totale des zones humides est moins importante en Europe (13%), en Afrique (10%) et en Océanie (3%) (Davidson et al. 2018).

Figure 2.2
Répartition des zones humides (en %) dans le monde (d'après Davidson et al. 2018)



La superficie des zones humides naturelles a diminué tandis que celle des zones humides artificielles augmentait

Figure 2.3

Indice d'étendue des zones humides (indice WET) : tendances mondiales et régionales des zones humides naturelles depuis 1970. Source : PNUE-WCMC (2017). À noter que l'indice WET ne porte que sur les tendances relatives à des zones humides sur lesquelles des données ont été recueillies et ne saurait être représentatif de l'évolution de l'étendue totale des zones humides à l'échelle continentale.

Indice WET relatif aux zones humides naturelles par région

- Afrique
- Asie
- Europe
- Amérique latin et Caraïbes
- Amérique du Nord
- Océanie

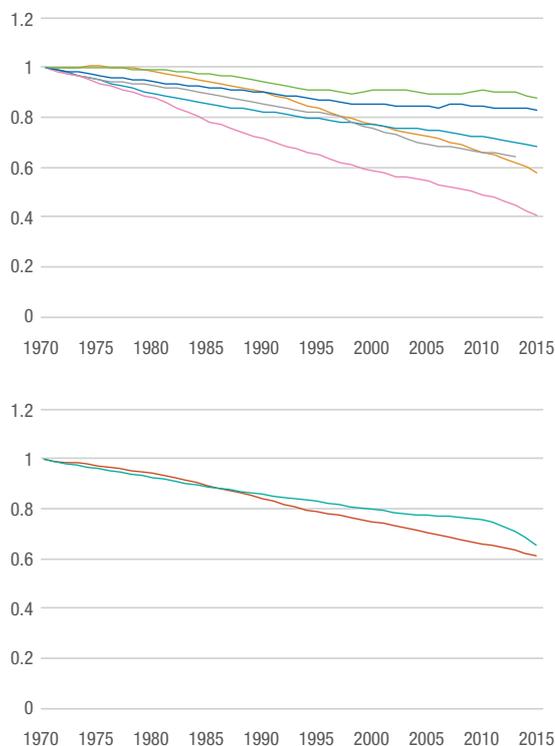
Indice WET relatif aux zones humides marines/côtières et intérieures (pondéré par région)

- Zones humides marines/côtières à l'échelle mondiale
- Zones humides intérieures à l'échelle mondiale

Les zones humides naturelles qui subsistent ne couvrent plus qu'une infime partie de leur étendue d'origine et, dans la plupart des régions du monde, elles voient leur superficie diminuer depuis plusieurs siècles sous l'effet d'activités de drainage et de transformation des sols (voir encadré 2.2). Depuis 1700, 87% de la ressource mondiale en zones humides ont été perdus dans les endroits où les données existent (ce qui signifie que ce pourcentage peut ne pas être représentatif de l'évolution au niveau mondial), avec des taux d'appauvrissement en hausse depuis la fin du 20e siècle (Davidson 2014). Toutefois, selon de récentes évaluations des tendances dans les zones d'inondation et les zones d'eau libre à l'échelle mondiale (zones humides naturelles et artificielles), on observe aussi bien des diminutions (Prigent et al. 2012 ; Schroeder et al. 2015) que des hausses nettes de superficie (Pekel et al. 2016 ; encadré 2.4) sur différentes périodes.

Depuis 2014, la Convention de Ramsar a chargé le Centre mondial de surveillance continue de la conservation de la nature du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE-WCMC) d'élaborer un indice d'étendue des zones humides (« Wetland Extent Trends », ou WET) (Dixon et al. 2016), en se fondant sur un échantillon de zones humides. Cet indice WET rassemble plus de 2000 données de séries chronologiques allant de 1970 à 2015, subdivisées par région et type de zone humide. Les tendances moyennes ont été regroupées avant d'être analysées.

En 2017, l'analyse a été étendue à toutes les régions Ramsar. Elle fait apparaître un déclin progressif constant (PNUE-WCMC, 2017), lequel serait d'environ 35% aussi bien dans les zones humides naturelles marines/côtières que dans les zones humides intérieures ayant fait l'objet d'une étude entre 1970 et 2015. Parallèlement, elle met en lumière une diminution de l'étendue moyenne des



zones humides dans toutes les régions, laquelle irait de 12% (Océanie) à 59% (Amérique latine, les données relatives aux zones humides provenant principalement des Caraïbes en dehors de l'Orénoque et de l'Amazonie).

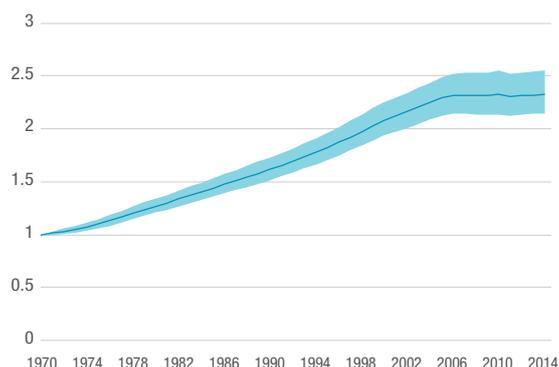
Selon les estimations de l'indice WET, le taux moyen annuel de régression des zones humides est de 0,78%, soit un déclin plus de trois fois supérieur au taux moyen annuel de disparition des forêts naturelles (0,24%) observé entre 1990 et 2015 (FAO, 2016a). Entre 1970 et 1980, le taux de diminution annuel des zones humides naturelles est passé de 0,68 à 0,69% à une fourchette comprise entre 0,85 et 1,60% depuis 2000.

A contrario, l'étendue des zones humides artificielles a progressé depuis les années 1970 (et auparavant), suite parfois à la transformation de zones humides naturelles. L'étendue des réservoirs a augmenté d'environ 30% et celle des rizières de près de 20% (Davidson et al. 2018) (voir aussi ci-dessous, p. 24). Selon l'indice WET, la superficie des zones humides artificielles étudiées aurait été multipliée par deux depuis 1970 (figure 2.4), bien que ces étendues soient relativement restreintes comparé aux zones humides naturelles (Davidson et al. 2018). Les tendances régionales n'ont pas pu être calculées compte tenu de données disponibles insuffisantes.

Figure 2.4

Indice WET relatif à l'évolution des zones humides artificielles dans le monde depuis 1970. Source : PNUE-WCMC (2017)

- Indice WET relatif aux zones humides artificielles (avec indication des limites supérieure et inférieure de l'intervalle de confiance)



L'évolution des zones humides en Europe, témoin des tendances observées à l'échelle mondiale

Depuis plus de 2000 ans, le changement d'affectation des terres en Europe s'est traduit par un drainage à grande échelle des zones humides, principalement à des fins d'agriculture et d'aménagement urbain. Ces modifications ont été particulièrement prononcées dans les estuaires, utilisés pour créer des zones agricoles ou des complexes portuaires et industriels (Davidson et al. 1991), et dans les vallées fluviales et les plaines inondables. Les caractéristiques écologiques de nombreuses zones humides ont changé tandis que des réservoirs et d'autres systèmes de stockage de l'eau voyaient le jour : dans la péninsule ibérique, des barrages ont été construits sur tous les grands cours d'eau (Nicola et al. 1996). Les fonctions et les services écosystémiques des zones humides ont été endommagés par la perte d'habitat, notamment dans les zones de pêche en eaux peu profondes (Lotze et al. 2005 ; Lotze, 2007), par exemple dans la mer des Wadden (Eriksson et al. 2010). De même, la plupart des récifs ostréicoles indigènes

ont disparu (Airoldi & Beck, 2007). Dans les années 1960, le Projet Mar a rassemblé les inventaires nationaux des zones humides d'importance internationale (UICN, 1965) et a constaté une disparition de plus en plus rapide des zones humides depuis les années 1940 : « *Chaque jour, entre 1960 et 1965, des constructions sont sorties de terre sur un kilomètre de littoral européen* » (Airoldi & Beck, 2007). Davidson (2014) fait lui aussi état d'une diminution importante de l'étendue des zones humides côtières et intérieures d'Europe au cours du 20^e et du début du 21^e siècles. Inversement, de nouvelles zones humides ont été créées en remplissant des réservoirs, en inondant des carrières et des gravières et en restaurant d'anciennes zones humides drainées (p. ex. Hertzman et Larsson, 1999). Selon l'indice WET, près de 35% des zones humides intérieures et côtières d'Europe auraient disparu depuis 1970 (PNUE-WCMC 2017).

Encadré 2.2



© Michelle Guamanzara Medina

TENDANCES RELATIVES À LA SUPERFICIE DES ZONES HUMIDES DE MÉDITERRANÉE

Calculé à partir de données portant sur quelque 400 zones humides de Méditerranée, l'indice WET indique une régression de 48% de l'étendue des zones humides naturelles entre 1970 et 2013. Les zones humides de la région auraient donc connu un sort moins favorable que celles des trois continents environnants (déclin de 42% en Afrique, de 32% en Asie et de 35% en Europe) (PNUE-WCMC, 2017). Ces chiffres contrastent avec de précédents calculs réalisés à partir d'un sous-ensemble composé des trois-quarts des 400 sites ci-dessus mentionnés, lesquels faisaient apparaître une diminution de 9% de la superficie des zones humides naturelles entre 1975 et 2005. Ce pourcentage de perte nettement inférieur

s'explique en partie par le fait que seuls les sites conservant une étendue relativement importante d'habitats de zones humides avaient alors été pris en compte, à l'exclusion des zones humides qui avaient partiellement ou totalement disparu en 2005. Inversement, il se pourrait que la documentation sur les autres sites présente des chiffres surestimés sachant qu'il est plus probable que les données transmises se rapportent aux zones humides dont l'étendue aura le plus reculé. Ces deux biais contraires illustrent l'influence de l'échantillonnage sur le calcul de l'évolution de la superficie des zones humides au niveau régional. Source : Observatoire des zones humides méditerranéennes (2018)

Changement et diminution générale de l'étendue des zones humides naturelles intérieures

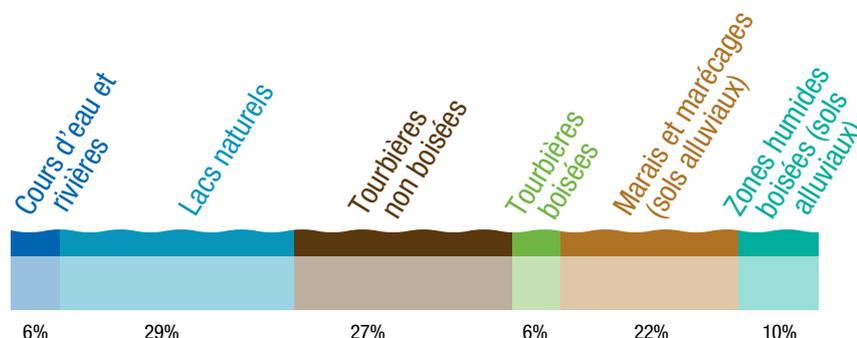
Les données sur l'étendue, la répartition et les tendances des différents types de zones humides restent incomplètes, bien que les rapports nationaux remis par les Parties contractantes à la 13e Conférence des Parties à la Convention de Ramsar fournissent des données préliminaires. D'autres rapports devraient prochainement donner de nouvelles informations qui pourront être regroupées aux niveaux régional et mondial. De même, des données seront recueillies sur les zones humides intérieures, marines/côtières et artificielles selon le système de classification Ramsar des types de zones humides. Grâce à ce dispositif, des données nationales validées à partir de la définition des zones humides reconnue au niveau international seront fournies dans le cadre de l'indicateur 6.6.1 sur le changement de l'étendue des écosystèmes liés à l'eau. De multiples sources d'informations sur les différents types de zones humides sont présentées dans l'ouvrage de Davidson et Finlayson (2018) ; toutefois, on ne dispose pas d'informations sur chacun des 42 types de zones humides définis dans le système de

classification Ramsar. Les descriptions ci-dessous se fondent donc sur des catégories générales de zones humides (voir tableaux 2.1 à 2.3).

Les zones humides naturelles (de surface) intérieures comprennent trois grandes catégories : les tourbières, les marais et les marécages sur sols alluviaux et les lacs naturels. Une fois réunis, ces sites forment environ 80% de la superficie mondiale des zones humides intérieures de surface (figure 2.5). Globalement, les tourbières représentent plus de 30% des zones humides intérieures. L'étendue totale des cours d'eau et des ruisseaux, des tourbières boisées, des marécages et des forêts inondées sur sols alluviaux est plus restreinte. Aucune information n'est disponible sur l'étendue de différents types de zones humides dépendantes des eaux souterraines, mais il se pourrait qu'une grande partie des quelque 19 millions de km² de roches carbonatées à la surface de la planète reposent sur des zones humides souterraines (Williams, 2008), soit une superficie plus grande que celle des zones humides de surface intérieures et côtières.

Figure 2.5

Superficie relative (en %) de différentes catégories de zones humides naturelles intérieures (à partir du tableau 2.1).



Encadré 2.3

TENDANCES RELATIVES À L'ÉTENDUE DES EAUX DE SURFACE DE LA PLANÈTE

Entre 1984 et 2015, on estime que près de 0,09 million de km² d'eaux de surface permanentes (eau douce et eau salée) ont disparu (soit 2% de la superficie mondiale mesurée). Cette perte a été compensée par la création de 0,21 million de km² de nouveaux plans d'eau permanents, dont 0,03 million de km² passés du statut de zone à inondation saisonnière à celui de zone à inondation permanente, et 0,18 million de km² devenu

surfaces d'eau permanente dans des zones auparavant dépourvues d'eaux de surface. On observe une augmentation nette de l'étendue des eaux de surface dans toutes les régions continentales à l'exception de l'Océanie, qui a subi une légère perte nette (1%) (Pekel et al. 2016). Il convient d'interpréter ces données en fonction de la période étudiée, en tenant compte de phénomènes météorologiques extrêmes comme la sécheresse ou les inondations.

Évolution des zones humides intérieures

Tableau 2.1

Évolution de l'étendue de différentes catégories de zones humides naturelles intérieures (Source : Davidson & Finlayson 2018). Les cases bleues signifient qu'aucune information n'est disponible.

Les changements sur le plan qualitatif sont définis de la manière suivante :

- Stable (±5%)
- ↓ En diminution (-5-50%)
- ↑ En augmentation (+5-50%)

Zones humides naturelles intérieures	Superficie mondiale (en millions de km ²)		Changement de l'étendue au niveau mondial (en %) ^b	Changement de l'étendue au niveau mondial (sur le plan qualitatif) ^c
	Catégories de zones humides	Sous-catégories de zones humides ^a		
Cours d'eau et ruisseaux	0.624-0.662			↓
Lacs naturels	3.232-4.200			↓
Lacs naturels (>10 ha)		2.670		↓
Étangs naturels (de 1 à 10 ha)		0.562		
Tourbières	4.232		-0.97	→
Tourbières non boisées (tourbières ouvertes ou couvertes de buissons, marécages, fagnes)		3.118	+6.80	↑
Tourbières boisées		0.696	-25.32	↓
Tourbières tropicales		1.505	-28	↓
Tourbières tempérées et boréales		3.380		
Marais et marécages (sur sols alluviaux), y compris les plaines d'inondation	2.530			↓
Marécages d'eau douce tropicaux (sols alluviaux)		1.460		↓
Zones humides boisées (sur sols alluviaux)	1.170			
Zones humides dépendantes d'eaux souterraines				
Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains				
Sources d'eau douce et oasis				
Autres zones humides dépendantes d'eaux souterraines				

^a Les différentes sous-catégories de zones humides sont définies en fonction de différents critères et ne correspondent pas nécessairement à la somme totale indiquée pour la catégorie. Les étendues mentionnées pour les tourbières tempérées/boréales et tropicales ne viennent pas s'ajouter à celles des tourbières non boisées et boisées ; il s'agit plutôt de deux subdivisions géographiques de l'ensemble des tourbières.

^b Les périodes retenues pour le changement d'étendue indiqué sous forme de pourcentage varient en fonction des sources et des catégories de zones humides : 1990-2008 pour les tourbières, tourbières non boisées, et tourbières boisées ; 2007-2015 pour les tourbières tropicales.

^c Lorsqu'aucune tendance n'était disponible sur le plan quantitatif, une tendance a été établie sur le plan qualitatif à partir d'une série de tendances publiées pour des étendues plus restreintes de la catégorie de zones humides en question (d'après Davidson & Finlayson, 2018).

L'étendue des zones humides naturelles côtières/marines diminue elle aussi au fil du temps

Figure 2.6

Superficie relative (en %) de zones humides naturelles marines/côtières (à partir du tableau 2.2)



Les plus vastes étendues de zones humides naturelles marines/côtières sont formées de zones intertidales dépourvues de végétation, de marais salants et de récifs coralliens qui représentent une fois réunis près de 80% de l'étendue totale à l'échelle mondiale, tandis que les mangroves et les herbiers affichent des superficies plus restreintes (figure 2.6). Ces chiffres ne tiennent pas compte des dunes de sable, des plages et des rivages rocheux, des récifs à bivalves, des lits de varech et des systèmes subtidiaux peu profonds, dont on ne dispose que de très peu d'informations quant à leur étendue. Il est probable que les systèmes

subtidaux peu profonds présentent une superficie importante, et les récifs à bivalves et les lits de varech une étendue plus petite.

Dans pratiquement toutes les catégories, l'étendue des zones humides naturelles côtières a diminué à l'échelle mondiale (tableau 2.2), nombre d'entre elles affichant un repli très marqué (notamment les deltas côtiers, les herbiers marins et les récifs à bivalves). Les lits de varech, aux tendances très variables, font exception à la règle avec une diminution de leur étendue dans certaines parties du monde et une augmentation dans d'autres.



Tableau 2.2

Évolution de l'étendue des zones humides marines/côtières naturelles (Sources : Davidson & Finlayson, 2018 ; Global Mangrove Watch). Les cases bleues signifient qu'aucune information n'est disponible.

Les changements sur le plan qualitatif sont définis de la manière suivante :

- Stable (±5%)
- ↓ En diminution (-5-50%)
- ↓↓ En forte diminution (>-50%)
- ↑ En augmentation (+5-50%)

	Superficie mondiale (en millions de km ²)		Changement de l'étendue au niveau mondial (en %) ^b	Changement de l'étendue au niveau mondial (sur le plan qualitatif) ^c
	Catégories de zones humides	Sous-catégories de zones humides ^a		
Estuaires	0,660			↓-↓↓
Zones intertidales dépourvues de végétation		0,458		↓-↓↓
Marais salants		0,550		↓
Deltas côtiers		>0,030	-52.4	↓↓
Mangroves	0,143		-4.3%	→
Herbiers marins	0,177		-29	↓
Récifs coralliens (systèmes d'eaux tempérées)	0,284		-19	↓
Récifs à bivalves			-85	↓↓
Lagons côtiers				↓
Lits de varech			-0,018	→
Systèmes subtidaux peu profonds				↓
Dunes de sable/plages/rivages rocheux				
Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains				

^a Les différentes sous-catégories de zones humides sont définies en fonction de différents critères et ne correspondent pas nécessairement à la somme totale indiquée pour la catégorie.

^b Les périodes retenues pour le changement d'étendue indiqué sous forme de pourcentage varient en fonction des sources et des catégories de zones humides : 1986-2000 pour les deltas côtiers ; 1996-2016 pour les mangroves ; 1879-2005 pour les herbiers marins ; données jusqu'en 2008 pour les récifs coralliens ; données jusqu'en 2010 pour les récifs à bivalves ; 1952-2015 pour les lits de varech.

^c Lorsqu'aucune tendance n'était disponible sur le plan quantitatif, une tendance a été établie sur le plan qualitatif à partir d'une série de tendances publiées pour des étendues plus restreintes de la catégorie de zones humides en question (d'après Davidson & Finlayson, 2018).

Augmentation de l'étendue des différents types de zones humides artificielles

Tandis que les zones humides naturelles subissent un déclin, celles créées par la main de l'homme voient leur superficie augmenter, souvent en remplacement de zones humides naturelles mais pas systématiquement. On trouve parmi les principales étendues de zones humides artificielles les rizières et les zones de stockage de l'eau comme les réservoirs. À celles-ci viennent s'ajouter des zones de superficie bien moindre, à l'image des petits étangs et des plantations tropicales d'huile

de palme ou de bois à pâte sur sols tourbeux. On ne dispose pas de données sur l'étendue mondiale des prairies humides, des marais salants, des étangs d'aquaculture et des sites de traitement des eaux usées. Dans la plupart des catégories, l'étendue des zones humides artificielles a considérablement augmenté dans le monde depuis les années 1960 (tableau 2.3). On estime qu'elles représentent aujourd'hui près de 12% des zones humides de la planète.

Tableau 2.3

Évolution de l'étendue des zones humides artificielles (Source : Davidson & Finlayson, 2018). Les cases bleues signifient qu'aucune information n'est disponible.

^a Les périodes retenues pour le changement d'étendue indiqué sous forme de pourcentage varient en fonction des sources et des catégories de zones humides : 1970-2012 pour les réservoirs ; 1965-2014 pour les rizières ; 1990-2015 pour les plantations d'huile de palme.

^b Lorsqu'aucune tendance n'était disponible sur le plan quantitatif, une tendance a été établie sur le plan qualitatif à partir d'une série de tendances publiées pour des étendues plus restreintes de la catégorie de zones humides en question (d'après Davidson & Finlayson, 2018).

Les changements sur le plan qualitatif sont définis de la manière suivante :

- Stable (±5%)
- ↓ En diminution (-5-50%)
- ↑ En augmentation (+5-50%)
- ↑↑ En forte augmentation (>+50%)

Zones humides artificielles	Superficie mondiale (en millions de km ²)	Changement de l'étendue au niveau mondial (en %) ^a	Changement de l'étendue au niveau mondial (sur le plan qualitatif) ^b
Zones de stockage de l'eau			
Réservoirs	0.443	+31.6	↑
Petits étangs (p. ex. d'élevage)	0.077		↑-↑↑
Zones humides agricoles			
Rizières	1.290	+30.2	↑
Plantations d'huile de palme	0.002	+39	↑
Prairies humides			↓
Sites de traitement des eaux usées/ stations d'épuration			
			↑
Marais salants/salines			
Étangs d'aquaculture			
Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains artificiels			

Diminution des populations de nombreuses espèces dépendantes des zones humides

Les résultats de récentes évaluations viennent confirmer ceux de précédentes études selon lesquels de nombreuses populations d'espèces dépendantes des zones humides connaissent un déclin continu et sont menacées d'extinction.

Selon La Liste rouge de l'UICN, qui évalue le niveau de menace qui pèse sur les espèces animales et végétales :

- sur plus de 19 500 espèces dépendantes des zones humides, un quart (soit 25%) sont menacées d'extinction ;
- sur plus de 18 000 espèces passées en revue, 25% des espèces dépendantes de zones humides intérieures sont menacées à l'échelle mondiale, 6% d'entre elles étant classées *En danger critique* ;
 - les espèces dépendantes de cours d'eau et de ruisseaux sont davantage menacées à l'échelle mondiale que celles dépendantes de marais et de lacs (34% contre 20% respectivement) ;
 - les espèces dépendantes de zones humides intérieures sont davantage exposées à un risque d'extinction que leurs homologues terrestres (Collen et al. 2014) ;
- bien moins nombreuses (moins de 1500), les espèces marines côtières et littorales ayant fait l'objet d'une évaluation présentent un degré de menace pratiquement identique (23%), 1% d'entre elles étant classées *En danger critique*.

L'Indice planète vivante (IPV) mesure la variation moyenne de l'abondance des populations d'espèces de vertébrés au fil du temps – il s'agit de taux moyens de variation et non d'une variation en valeur absolue de la taille des populations. Selon cet indice :

- depuis 1970, 81% des populations de poissons d'eau douce se sont effondrées à l'échelle mondiale ; (figure 2.7) : de toutes les espèces dépendantes de différents écosystèmes, ce sont les espèces d'eau douce qui connaissent l'effondrement le plus marqué (WWF 2016) ;
- entre 1979 et 2008, l'indice relatif aux espèces d'eau douce de régions tempérées eau douce tempérée s'est inscrit en hausse de 36%, tandis que l'indice relatif aux espèces d'eau douce de régions tropicales affichait une baisse de 70% (WWF 2012)
- par opposition à l'IPV relatif aux espèces d'eau douce, une grande partie de la baisse de 36% de l'IPV de 2016 s'est produite entre 1970 et la fin des années 1980, suite à quoi la tendance s'est stabilisée (figure 2.7), reflet de la stabilisation

des prises de poissons, mais à des niveaux de population bien plus faibles, survenue après 1988 (WWF 2016).

Établi à partir des données de la Liste rouge de l'UICN, l'Indice de la liste rouge (ILR) mesure les tendances relatives à la probabilité de survie de groupes d'espèces (Butchart et al. 2007) :

- l'ILR fait état de tendances négatives pour les quatre groupes taxonomiques dépendant des zones humides au sujet desquels on dispose de données (mammifères, oiseaux, amphibiens et coraux) (figure 2.8), ce qui signifie que les espèces sont de plus en plus menacées d'extinction ;
- les coraux présentent la plus forte augmentation de leur risque d'extinction (sous l'effet principalement de phénomènes de blanchissement liés à l'acidification et au réchauffement des océans) ;
- les valeurs les plus faibles de l'ILR concernent les amphibiens, ce qui indique qu'ils sont les plus menacés (en particulier en raison d'un champignon du groupe des chytrides) ;
- les oiseaux d'eau voient leurs populations diminuer de manière constante depuis la fin des années 1980.

Figure 2.7

Indice planète vivante 2016 pour les biomes terrestre, d'eau douce et marin. Les biomes terrestres comprennent les forêts tropicales et tempérées, les prairies, les zones arbustives et les déserts. Source : d'après le rapport du WWF (2016).

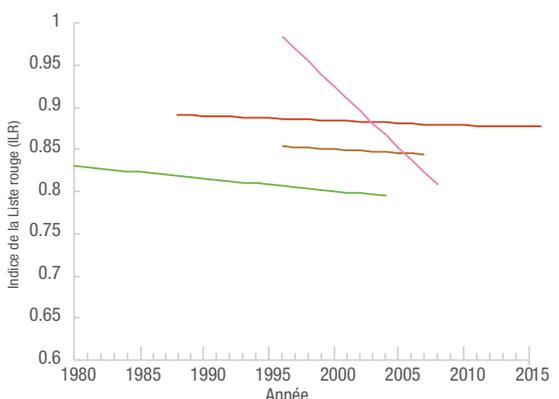
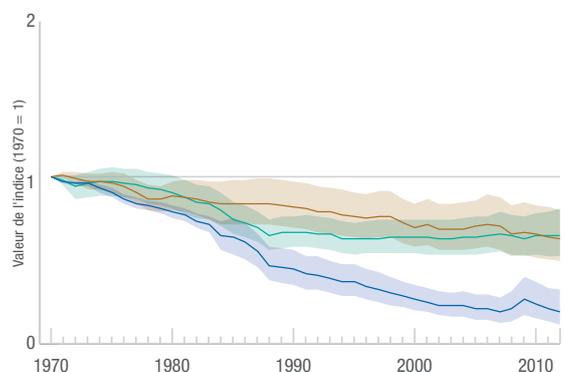
Indice planète vivante

- Biome terrestre
- Biome d'eau douce
- Biome marin

Figure 2.8

Tendances relatives à la probabilité de survie de différents groupes taxonomiques d'espèces dépendantes des zones humides selon l'Indice de la liste rouge. Source : BirdLife International (2015).

- Oiseaux
- Mammifères
- Amphibiens
- Coraux



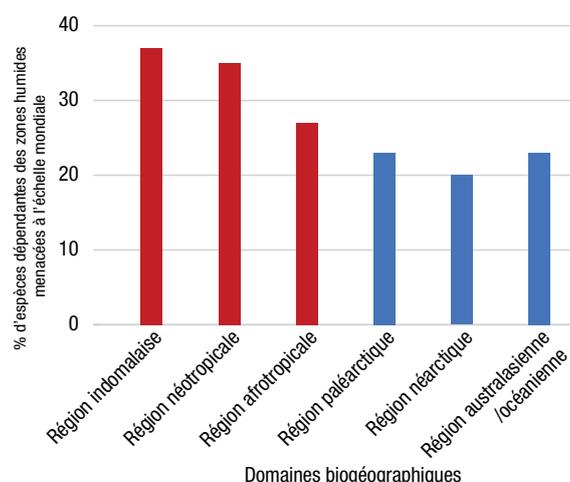
Selon les tendances régionales, les espèces dépendantes des zones humides des tropiques sont plus exposées au risque de disparition

L'état et les tendances régionales des espèces et des populations d'eau douce ont été évalués à partir de la Liste rouge de l'UICN, mais pas pour toutes les régions ni pour tous les taxons. Les pourcentages d'espèces menacées à l'échelle mondiale ont été établis à partir de données sur des espèces existantes dont le niveau de menace avait été évalué (c.-à-d. sans tenir compte des espèces classées Éteintes ou relevant de la catégorie Données insuffisantes)

Au plan régional, la proportion de taxons d'eau douce menacés à l'échelle mondiale dans différents domaines biogéographiques (zones présentant une certaine homogénéité en termes d'évolution) se situe dans une fourchette de 20% à 37% (figure 2.9) (Collen et al. 2014), le niveau de risque le plus élevé se situant dans les tropiques. À une échelle géographique plus réduite, le niveau de menace global qui pèse sur les espèces inféodées aux zones humides varie considérablement d'une région à l'autre (tableau 2.4). Sur l'ensemble des régions évaluées, c'est à Madagascar (qui abrite 43% des espèces dépendantes des zones humides menacées à l'échelle mondiale), en Nouvelle-Zélande (41%), en Europe (36%) et dans les Andes tropicales (35%) que l'état des populations est le plus dégradé, l'Afrique (25%) et la péninsule arabique (22%) présentant également de graves problèmes. Le degré de menace est plus faible dans certaines régions d'Asie (région indo-birmane, Himalaya oriental et Inde : de 10 à 19%), en Amérique du Nord (20%), en Méditerranée orientale (19%) et dans les îles de la région Océanie-Pacifique (12% - poissons d'eau douce exclusivement). Même dans ces régions cependant, certains taxons sont en danger : crabes et mammifères en Indo-Birmanie ; amphibiens et poissons d'eau douce en Inde ; crevettes d'eau douce en Amérique du Nord, et mollusques non marins, décapodes et poissons d'eau douce en Méditerranée orientale.

Figure 2.9

Proportion de vertébrés et de décapodes (crabes et écrevisses) d'eau douce menacés à l'échelle mondiale selon différents domaines biogéographiques (domaines tropicaux : en rouge ; autres domaines : en bleu). Source : Collen et al (2014).

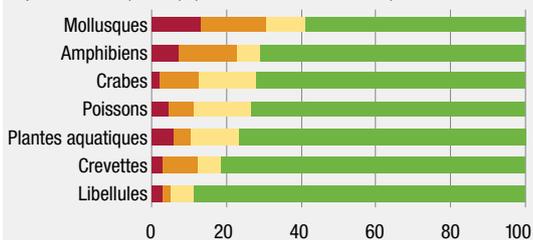


Encadré 2.4

(voir également tableau 2.4)

ÉTAT DES ESPÈCES D'EAU DOUCE DANS CERTAINES RÉGIONS DES TROPIQUES

Afrique continentale En Afrique, sur l'ensemble des taxons d'eau douce évalués, les plus menacés au niveau mondial sont les mollusques (41%) suivis des amphibiens (31%), des crabes (28%) et des poissons (27%) (Darwall et al. 2011).



Madagascar et îles de l'océan Indien (Máiz-Tomé et al. 2018). De nombreux taxons d'eau douce sont menacés à l'échelle mondiale, notamment les plantes aquatiques (80%), les écrevisses (67%), les amphibiens (49%), les poissons (43%) et les mollusques non marins (30%).

Indo-Birmanie, Himalaya oriental et Ghâts occidentaux (Allen et al. 2010, 2012 ; Molur

et al. 2011). De nombreuses espèces de la région indo-birmane sont menacées à l'échelle mondiale, dont 77% des mammifères inféodés aux zones humides, ainsi que des crabes (34%), des amphibiens, des poissons et des mollusques (17% pour chaque espèce). Cependant, peu d'entre elles (2%) sont classées *En danger critique d'extinction*. Dans les régions de l'Himalaya oriental et des Ghâts occidentaux, les poissons présentent un risque d'extinction élevé (18% et 37% respectivement), de même que les amphibiens dans les Ghâts occidentaux (41%), bien que d'autres taxons soient moins menacés qu'en Europe et en Afrique.

Andes tropicales (Tognelli et al. 2016). Dix-huit pour cent des espèces d'eau douce sont menacées à l'échelle mondiale, dont 4% sont *En danger critique d'extinction*. Les espèces les plus menacées sont les mollusques (38% : 15% classés *En danger critique*) et les plantes aquatiques (33% : 8% classés *En danger critique*).

Figure 2.10

État des espèces d'eau douce d'Afrique continentale (d'après Darwall et al. 2011)

■ En danger critique
 ■ En danger
 ■ Vulnérable
 ■ Quasi-menacée
 ■ Préoccupation mineure

Tendances relatives aux espèces inféodées aux zones humides

Tableau 2.4

Proportion dans différentes régions des taxons mondialement menacés inféodés aux zones humides (Sources : publications de l'UICN sur les espèces d'eau douce inscrites sur la Liste rouge et Base de données de la Liste rouge¹).

■ <10% d'espèces menacées à l'échelle mondiale

■ 10-25%

■ >25%

□ taxon non évalué

Région	Sous-région	% d'espèces mondialement menacées											
		Lycopodes et fougères	Plantes vasculaires d'eau douce	Mollusques non marins	Crabes	Écrevisses	Crevettes d'eau douce	Libellules	Poissons d'eau douce	Amphibiens	Oiseaux d'eau**	Mammifères dépendants des zones humides	Ensemble des taxons évalués
Afrique	Afrique continentale		24	41	28		19	11	27	31			25
	Madagascar et îles de l'océan Indien		80*	30	15	67	4	7	43	49			43
Asie	Péninsule arabique		16	24	0			29	50				22
	Région indo-birmane		2	17	34		0	4	17	17	12	77	13
	Himalaya oriental			2			8	2	18				10
	Inde		9	12	11		4	3	37	41			19
Europe	Europe	40	8	59		67	41	16	40	23	15		36
	Méditerranée orientale		3	45		44		7	41	33	5	38	19
Amérique latine et Caraïbes	Andes tropicales		33	38				15	16				35
Amérique du Nord	Amérique du Nord					20	40		20	22			20
Océanie	Nouvelle-Zélande			47		0	0	0	49	75			41
	Îles du Pacifique de l'Océanie								12				12

¹ Afrique continentale : Darwall et al. 2011 ; Madagascar : Máiz-Tomé et al. 2018 ; Région indo-birmane : Allen et al. 2012 ; Himalaya oriental : Allen et al. 2010 ; Inde : Molur et al. 2011 ; Péninsule arabique : Garcia et al. 2008 ; Andes tropicales : Tognelli et al. 2016 ; Europe : BirdLife International 2015a, Bilz et al. 2011, Cuttelod et al. 2011, Freyhof & Brooks 2011, Kalkman et al. 2010, Temple & Cox 2009, García Criado et al. 2017 ; Îles du Pacifique de l'Océanie : Pippard 2012 ; Méditerranée orientale : Smith et al. 2014 ; Autres : Base de données de la Liste rouge 2017.3 (dernier accès le 30 octobre 2017).

* Espèces endémiques uniquement

** De nombreux oiseaux d'eau ont fait l'objet d'une évaluation dans le cadre de la Liste rouge mais les différentes études sur les espèces d'eau douce réalisées au niveau des sous-régions n'ont pas porté sur ce taxon.

État des espèces inféodées aux zones humides - groupes taxonomiques

Des évaluations de l'état des populations de différents groupes taxonomiques ont été réalisées. Elles ont notamment porté sur des espèces emblématiques, notamment le long de voies de migration de certains oiseaux d'eau. Le tableau 2.5 en présente la synthèse. Les tendances au niveau mondial ne sont disponibles que pour quelques taxons : les herbiers marins, les coraux, les amphibiens, les tortues marines, les oiseaux d'eau et les mammifères.

Le bilan est particulièrement sombre, avec un appauvrissement général des populations, chaque groupe étant menacé. Dans plus de la moitié des cas (voire dans tous les cas s'agissant des tortues marines), plus d'un quart des espèces évaluées sont mondialement menacées.

Pratiquement tous les taxons inféodés aux zones humides intérieures et côtières évalués dans le cadre de la Liste rouge de l'UICN sont gravement menacés (avec un taux >10% d'espèces mondialement menacées) :

- les tortues marines (100% des taxons menacés à l'échelle mondiale), la mégafaune inféodée aux zones humides (62%), les reptiles d'eau douce (40%), les mollusques non marins (37%), les amphibiens (35%), les coraux (33%), les crabes et les écrevisses (32%) figurent parmi les espèces exposées au risque d'extinction le plus élevé à l'échelle mondiale ;
- sur l'ensemble des taxons évalués, seuls les poissons-perroquets et les chirurgiens dépendant des récifs coralliens (2% des taxons menacés à l'échelle mondiale) et les libellules (8%) sont peu menacés.

L'état des populations de taxons inféodés aux zones humides est présenté ci-dessous (à noter que dans certains cas, les données sont partielles) :

Fougères et lycopodes : en Europe (unique région évaluée), 36% des espèces dépendantes des zones humides sont mondialement menacées (Garcia Criado et al. 2017).

Tableau 2.5

Résumé de la proportion de taxons inféodés aux zones humides mondialement menacés (Liste rouge de l'UICN)

- <10% des espèces menacées à l'échelle mondiale
- de 10 à 25%
- >25%.

¹ Catégories de la Liste rouge de l'UICN : En danger critique (CR) ; En danger (EN) ; Vulnérable (VU).

² En Europe uniquement

³ Dans quelques zones géographiques uniquement

Proportion de taxons inféodés aux zones humides mondialement menacés		
Taxons inféodés aux zones humides	% de taxons menacés à l'échelle mondiale ¹	% de taxons <i>En danger critique</i>
Lycopodes et fougères ²	36	Inconnu
Plantes vasculaires d'eau douce ³	17	4
Herbiers marins	16	0
Mangroves	17	3
Coraux	33	1
Mollusques non marins ³	37	10
Crabes	32	5
Écrevisses	32	10
Crevettes d'eau douce	28	4
Libellules	8	1
Poissons		
Poissons d'eau douce	29	5
Poissons des récifs coralliens (poissons-perroquets et chirurgiens uniquement)	2	0
Amphibiens	35	9
Reptiles		
Reptiles d'eau douce	40	11
Tortues marines	100	33
Oiseaux d'eau	18	3
Mammifères	23	3
Mégafaune inféodée aux zones humides (poissons, reptiles et mammifères d'un poids >30 kg)	62	27

Plantes vasculaires d'eau douce : si le risque d'extinction global est relativement faible (17% des espèces menacées à l'échelle mondiale), il varie considérablement, allant de 2% dans la région indo-birmane à 33% dans les Andes tropicales, en passant par 24% en Afrique.

Herbiers marins : sur 72 espèces, 34% sont en diminution et 7% à peine en augmentation. Dix sont gravement menacées d'extinction (16%) et trois sont classées *En danger* (Short et al. 2011).

Mangroves : sur 66 espèces évaluées, 11 sont menacées à l'échelle mondiale (17%) (Polidoro et al. 2010). Avec parfois 40% des espèces menacées d'extinction, les côtes Atlantique et Pacifique d'Amérique centrale figurent parmi les zones particulièrement préoccupantes.

Coraux : 33% des 704 espèces évaluées sont mondialement menacées (Carpenter et al. 2008). Au niveau régional, les Caraïbes et le Triangle de corail (Pacifique occidental) présentent la plus grande proportion de coraux à haut risque d'extinction. Entre 1996 et 2008, le degré de menace à l'échelle mondiale a augmenté de 17,8% (BirdLife International, 2015).

Mollusques non-marins : le degré de menace qui pèse sur l'espèce à l'échelle mondiale (37%) est élevé. Il atteint 59% en Europe, 45% en Méditerranée orientale, 41% en Afrique et 38% dans les Andes tropicales (Cuttelod et al. 2011).

Crabes : 32% des espèces sont mondialement menacées et 5% d'entre elles sont classées *En danger critique* (Collen et al. 2014). Le risque d'extinction est élevé en Afrique et dans la région indo-birmane.

Écrevisses : 32% des espèces sont mondialement menacées et 10% d'entre elles sont classées *En danger critique* (Richman et al. 2015).

Crevettes d'eau douce : 28% des 479 espèces sont mondialement menacées et 4% sont classées *En danger critique*. Les régions Néarctique (bien qu'elle abrite un petit nombre d'espèces, 46% d'entre elles sont menacées), Paléarctique (32%) et indo-malaise (30%) présentent le risque d'extinction le plus élevé (De Grave et al. 2015). Au niveau régional, les espèces les plus gravement menacées se trouvent en Europe (41%) et en Amérique du Nord (40%) (voir tableau 2.4).

Libellules : il s'agit du seul groupe d'insectes dont l'état de la population à l'échelle mondiale a fait l'objet d'une évaluation (Clausnitzer et al. 2009). Seuls 8% des espèces sont menacés, soit un niveau relativement faible par rapport à d'autres taxons dépendants des zones humides. Sur 1968 espèces évaluées au niveau régional, le risque d'extinction moyen (8%) est lui aussi relativement faible, 1,5% des espèces étant classées *En danger critique*.

Poissons d'eau douce : sur 8389 espèces évaluées, 29% sont mondialement menacées et 5% sont classées *En danger critique*. La péninsule arabique (50%), la Nouvelle-Zélande (49%), Madagascar (43%), la Méditerranée orientale (41%) et l'Europe (40%) présentent le risque d'extinction le plus élevé.

Poissons-perroquets et chirurgiens : la plupart de ces 160 espèces de poissons de récifs coralliens sont très répandues et classées *Préoccupation mineure*, à peine 2% d'entre elles étant mondialement menacées (Comeros-Raynal et al. 2012).

Amphibiens : les amphibiens inféodés aux zones humides figurent au nombre des taxons d'eau douce évalués les plus menacés à l'échelle mondiale, en raison notamment des effets dévastateurs du champignon chytride sur ses populations. Trente-cinq pour cent des espèces sont menacées à l'échelle mondiale et 9% sont classées *En danger critique* (Stuart et al. 2004 ; base de données de la Liste rouge de l'UICN, 2017). La Nouvelle-Zélande (75%), la péninsule arabique (50%), Madagascar (43%), la Méditerranée orientale (41%) et l'Europe (40%) affichent le risque d'extinction le plus élevé. Les amphibiens dépendant des cours d'eau et des ruisseaux sont davantage menacés à l'échelle mondiale (Stuart et al. 2014). Le degré de menace à l'échelle mondiale a augmenté de 4,3% entre 1980 et 2004 (BirdLife International, 2015).

Reptiles : ces taxons figurent également au parmi les plus exposés au risque d'extinction, avec 40% des espèces mondialement menacées et 11% classées *En danger critique* (Collen et al. 2014). Sur les sept espèces de tortues marines évaluées, six sont mondialement menacées : deux sont classées Vulnérables (la tortue luth et la tortue olivâtre), deux *En danger* (la tortue caouane et la tortue verte) et deux *En danger critique* (la tortue imbriquée et la tortue de Kemp) (Groupe de spécialistes des tortues marines UICN-CSE). Une évaluation récente fait état d'une augmentation de la



© Alqasimi Badder

population de six des sept espèces et d'une tendance persistante à la baisse dans le Pacifique occidental (Mazaris et al. 2017).

Oiseaux d'eau : bien que globalement exposés à un risque d'extinction relativement faible au niveau de l'espèce, 18% des espèces d'oiseau d'eau sont mondialement menacées et 3% classées En danger critique (base de données de la Liste rouge de l'UICN). Le degré de menace à l'échelle mondiale a augmenté de 1,5% entre 1988 et 2016 (BirdLife International, 2018). Dans les années 1970, l'état de conservation des populations biogéographiques d'oiseaux d'eau était médiocre ou se dégradait à l'échelle mondiale ; si la situation s'est légèrement améliorée entre 1976 et 2005, 47% des populations sont encore en diminution ou ont disparu (Wetlands International, 2010).

- Seuls les flamants roses, les huîtriers, les échassiers, les pélicans, les goélands, les sternes et les becs-en-ciseaux voient leur population davantage augmenter que décroître.
- Les 13 autres groupes d'oiseaux d'eau ont tous vu l'état de leurs populations se dégrader, notamment les râles, les marouettes, les bécasseaux, les jacanas, les rhynchées peintes et les cigognes.
- On estime à 1,8 million le nombre d'oiseaux d'eau/de mer tués illégalement chaque année en Méditerranée, en Europe centrale et septentrionale et dans le Caucase.

L'état de conservation des populations d'oiseaux d'eau migrateurs parcourant de longues distances reste préoccupant. Bien qu'il se soit amélioré dans les années 2000 sur certaines voies de migration, il a continué de se détériorer sur d'autres (Wetlands International, 2010 ; Davidson, 2017) :

- Les voies de migration Afrique-Eurasie connaissent un appauvrissement constant depuis les années 1960, les voies de migration d'Europe de l'Est, d'Asie occidentale et d'Afrique de l'Est étant particulièrement touchées.
- Les voies de migration Asie-Pacifique affichent un état médiocre mais la situation s'est améliorée depuis les années 1970.

D'une région à l'autre, on note également des écarts en termes d'état et de tendances en ce qui concerne les oiseaux d'eau migrateurs et non migrateurs parcourant de courtes distances :

- L'état de conservation des populations tributaires de quatre régions (Amérique du Sud, Afrique subsaharienne, Asie et Océanie) reste médiocre, l'Asie étant la région la plus durement touchée. Parallèlement, on observe quelques progrès récents en Océanie.
- La situation des populations d'oiseaux d'eau non migrateurs d'Amérique du Nord est moins alarmante et s'améliore depuis le début des années 1990.

Mammifères : 23% des mammifères inféodés à des zones humides intérieures sont mondialement menacés et 3% sont classés *En danger critique* (Collen et al. 2014). Les populations ont globalement diminué de 1,9% entre 1996 et 2006 (BirdLife International 2015).

Mégafaune d'eau douce : les poissons, reptiles et mammifères dépendants des zones humides d'un poids >30 kg sont exposés à un risque d'extinction très élevé : sur 107 espèces évaluées, 62% sont mondialement menacées et 27% sont classées *En danger critique* (Carrizo et al. 2017). La proportion d'espèces d'eau douce de la mégafaune menacées est particulièrement élevée en Asie du Sud et en Asie du Sud-Est.

La qualité de l'eau connaît elle aussi une évolution globalement négative

Si la qualité de l'eau est un enjeu majeur pour le bien-être humain (Horwitz et al. 2012), son évolution reste globalement négative. La baisse de la qualité de l'eau entraîne une dégradation des zones humides, bien qu'à l'inverse, les zones humides améliorent la qualité de l'eau grâce aux services de régulation des écosystèmes qu'elles procurent (Russi et al. 2013). Les eaux usées non traitées, les rejets industriels, le ruissellement agricole, l'érosion et la modification du régime de sédimentation figurent parmi les principales causes de dégradation (voir la section consacrée à ce sujet). Depuis les années 1990, la pollution de l'eau s'est aggravée dans presque tous les cours d'eau d'Amérique latine, d'Afrique et d'Asie (WWAP, 2017). Cette détérioration devrait s'intensifier à mesure que les changements climatiques, le développement économique, l'expansion et l'intensification de l'agriculture se poursuivront, ce qui sera source de menaces croissantes pour la santé humaine, les zones humides et le développement durable (figure 2.11, Veolia & IFPRI, 2015).

En règle générale, le niveau de traitement des eaux usées industrielles et municipales est proportionnel au revenu d'un pays. En moyenne, les pays à revenu élevé traitent 70% des eaux usées, les pays à revenu intermédiaire supérieur 38% et les pays à revenu intermédiaire inférieur 28%. Ce pourcentage tombe à 8% à peine dans les pays à faible revenu (Sato et al. 2013). Dans le monde, plus de 80% des eaux usées sont rejetées dans les zones humides sans traitement adéquat (WWAP, 2012 ; ONU-Eau, 2015).

L'érosion emporte chaque année de 25 à 40 milliards de tonnes de terre superficielle, essentiellement des terres arables. De même, l'érosion hydrique génère un flux de 23 à 42 millions de tonnes d'azote et de 15 à 26 millions de tonnes de phosphore (FAO et ITPS, 2015). À l'échelle mondiale, la charge en nutriments et l'eutrophisation des zones humides constituent les principales menaces qui pèsent sur la qualité de l'eau (figure 2.12). Dans les Grands Lacs d'Amérique du Nord, sous l'effet de la multiplication des sources diffuses de nutriments provenant de l'agriculture et de l'entretien des pelouses, le lac Érié montre à nouveau des signes d'eutrophisation (Michalak et al. 2013 ; Scavia et al. 2014). En Europe, l'eutrophisation touche environ 30% des plans d'eau de 17 États membres (Commission européenne, 2012), principalement du fait de sources de pollution diffuses. Près de 15% des stations de surveillance des eaux souterraines relèvent des taux de nitrate dans l'eau potable supérieurs à la norme fixée par l'Organisation mondiale de la santé (Commission européenne, 2013). En 2050, on estime qu'un cinquième

de la population mondiale sera confronté à des risques d'eutrophisation et un tiers à de l'eau à trop forte concentration en azote et en phosphore (WWAP, 2017).

Un excès de sédimentation peut nuire à la biodiversité aquatique (p. ex. Jones et al. 2012 ; Kemp et al. 2011). À l'inverse, retenir des sédiments à l'arrière de barrages peut réduire la charge sédimentaire dans les zones côtières et deltaïques (un phénomène connu sous le nom de « déficit sédimentaire »), ce qui peut entraîner des glissements de terrain et un appauvrissement des zones humides. Ainsi, dans le delta du Mississippi, suite en partie à la construction de barrages, la disparition des zones humides et de la protection qu'elles offraient contre les tempêtes et les crues a contribué de manière sensible à l'accentuation des effets de l'ouragan Katrina en 2005 (Batker et al. 2010).

Les premières conclusions du programme mondial de surveillance de la qualité de l'eau montrent qu'une pollution grave par des agents pathogènes (figure 2.13) affecte déjà environ un tiers de tous les cours d'eau d'Amérique latine, d'Afrique et d'Asie (PNUE, 2016). Malgré des progrès en termes d'assainissement (OMS/UNICEF, 2015), ces vingt dernières années, la charge en coliformes fécaux a globalement augmenté dans ces régions. La contamination microbienne des zones humides représente un risque sanitaire grave (Santo Domingo et al. 2007), sachant qu'elle peut être à l'origine de maladies telles que le choléra ou la giardiase (Horwitz et al. 2012).

La salinité est un autre facteur déterminant de la qualité de l'eau. Sous l'effet du défrichage et de l'irrigation de sols salinisés, le sel peut être emporté et, l'eau d'irrigation s'infiltrant dans le sol, une augmentation de la salinité des eaux souterraines peut survenir (OCDE, 2012a). L'élévation des nappes phréatiques entraîne la salinisation des sols et des zones humides. Dans les régions côtières, la surexploitation des ressources en eaux souterraines et la montée du niveau des océans contribuent à l'intrusion d'eau salée (OCDE 2015a ; Werner et al. 2013). La salinité des eaux souterraines et la salinisation des sols sont en grande partie irréversibles (Bennett et al. 2009).

La maîtrise des polluants soufrés provenant des centrales électriques a réduit la fréquence et les effets des dépôts acides dans les pays de l'OCDE (OCDE, 2017). Toutefois, les oxydes d'azote provenant des combustibles fossiles et l'ammoniac provenant de l'agriculture continuent de provoquer des dépôts acides dans les zones humides, ce qui provoque un phénomène d'eutrophisation. Le drainage minier

Une large gamme de polluants impacte la qualité de l'eau

acide est un polluant majeur dans de nombreux pays (Simate & Ndlovu, 2014), et l'exploitation minière peut également être une source importante de métaux lourds dissous

On associe souvent la pollution thermique des zones humides aux centrales électriques et à l'industrie. Ce type de pollution entraîne une raréfaction de l'oxygène, des modifications de la chaîne alimentaire et une diminution de la biodiversité. Elle favorise aussi la propagation d'organismes thermophiles (Chuang et al. 2009 ; Teixeira et al. 2009). L'étendue et l'incidence de la pollution thermique à l'échelle mondiale restent cependant méconnus (OCDE, 2017).

Des quantités de plus en plus importantes de déchets plastiques sont répandent sur de longues distances. On estime à 5,25 trillions au moins le nombre de particules de plastique à la surface des océans du monde, soit plus de 260 000 tonnes (Eriksen et al. 2014). Ces débris peuvent persister dans l'environnement pendant des siècles (Derraik 2002). Les particules de plastique perturbent les chaînes alimentaires, nuisent à la faune et libèrent des polluants organiques persistants. Près de 88% des incidents signalés entre le biote et les débris marins sont associés aux plastiques (FEM 2012) ; en Méditerranée, on a retrouvé du plastique dans

l'estomac de 18% des grands poissons pélagiques prédateurs (Roméo et al. 2015), et la pollution par les microplastiques augmente dans de nombreux systèmes intérieurs comme les Grands Lacs (Eriksen et al. 2013) ou les zones humides de montagne éloignées (Free et al. 2014).

L'intensification de l'agriculture s'est accompagnée d'une utilisation accrue de produits chimiques partout dans le monde, avec un volume estimé à près de deux millions de tonnes par an (De et al. 2014). De nombreux produits chimiques peuvent se répandre dans l'eau (Flury 1996), ce qui crée un problème planétaire (Arias-Estévez et al. 2008 ; Bundschuh et al. 2012 ; AEE 2014 ; Luo et al. 2009). Les effets de ce phénomène (par exemple sur les organismes du sol) restent encore en grande partie méconnus (Bünemann et al. 2006). Dans près de la moitié des pays de l'OCDE, les concentrations de pesticides dans les eaux de surface et souterraines des zones agricoles sont supérieures aux seuils recommandés au niveau national (OCDE, 2012b).

Des polluants suscitant des préoccupations croissantes – produits pharmaceutiques, hormones, produits chimiques industriels, produits d'hygiène et bien d'autres – voient leur formulation constamment évoluer et sont souvent détectés à des concentrations plus élevées que prévu (Sauvé & Desrosiers, 2014).

Figure 2.11

Indice de risque pour la qualité de l'eau dans les principaux bassins fluviaux au cours de la période de référence (2000-2005) par rapport à 2050. Selon les projections, d'ici à 2050, une personne sur trois sera exposée à un risque élevé de pollution par l'azote et le phosphore (soit 2,6 et 2,9 milliards de personnes, respectivement) et une personne sur cinq sera exposée à un risque élevé de pollution de l'eau par la demande biochimique en oxygène (soit 1,6 milliard de personnes), selon le scénario moyen du CSIRO. Source : Veolia & IFPRI, 2015.

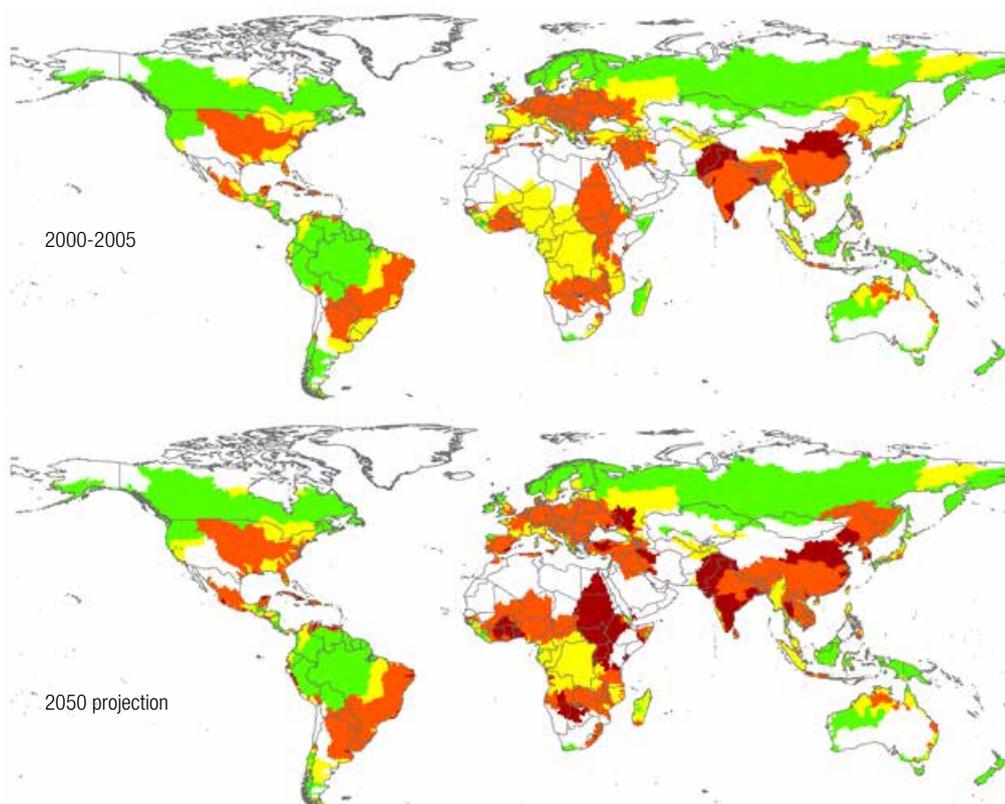


Figure 2.12

Charge moyenne en phosphore par bassin lacustre et incidence des activités anthropiques sur 25 grands lacs entre 2008 et 2010. La couleur indique dans quelle proportion les activités anthropiques sont à l'origine de la pollution : 50 % (en jaune), 90% (en rouge) ou moins de 50% (en bleu). D'après le PNUE (2016).

Charges annuelles totales en phosphore :

Las charges anthropiques sont :

- ≤50% ou
- >50% y ≤90%
- >90% de charges totales

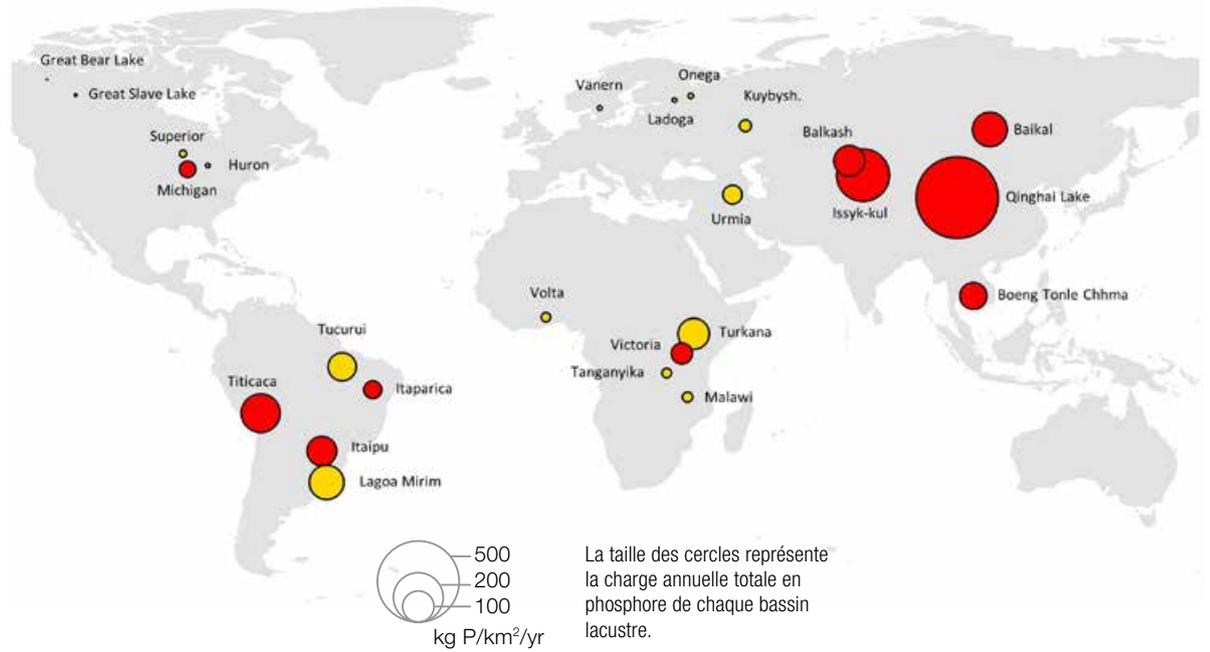
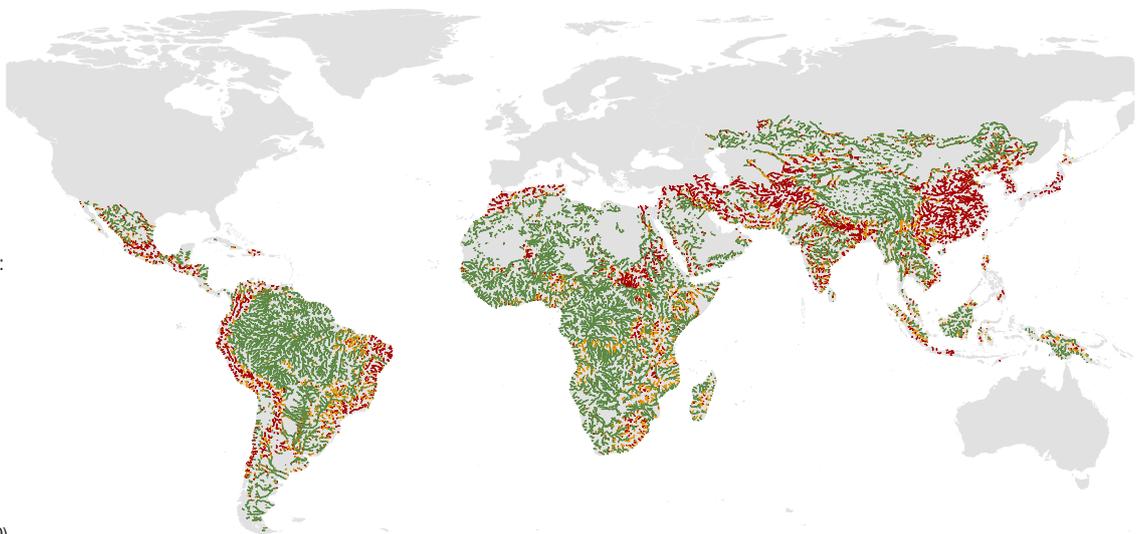


Figure 2.13

Estimation des concentrations de bactéries coliformes fécales (CF) dans les cours d'eau d'Afrique, Amérique latine et Asie (février 2008-2010). Source : PNUE (2016).

**Février 2008/2010
Coliformes fécaux
[ufc/100ml]**

- Non calculé
- Pollution faible (=200)
- Pollution modérée (200<x<1000)
- Pollution grave (>1000)



Le rôle crucial des zones humides dans le cycle mondial de l'eau - Les processus hydrologiques

On entend par « processus écosystémiques » les interactions physiques, chimiques et biologiques responsables de la dynamique et du fonctionnement écologique des zones humides ; ils sont également à la base de nombreux services écosystémiques. Les principaux processus abordés ci-après peuvent être divisés dans les catégories suivantes : hydrologiques, biogéochimiques, séquestration et stockage du carbone, productivité primaire et flux d'énergie.

Les zones humides jouent un rôle de premier plan dans le cycle de l'eau : elles reçoivent de l'eau, la stockent et la restituent au fil du temps ; elles servent aussi à réguler les débits d'eau et à apporter l'eau nécessaire à la vie. Le régime hydrologique est une mesure des niveaux, du volume, du moment et de la fréquence à laquelle l'eau s'écoule à l'intérieur et à l'extérieur d'une zone humide. Il aide à établir la structure et les fonctions des zones humides, influe sur la biodiversité et la productivité primaire, et contribue à différents services écosystémiques comme la maîtrise des crues et l'amélioration de la qualité de l'eau. La gestion des ressources hydriques et l'élévation du niveau des océans modifient le régime hydrologique de nombreuses régions, par exemple dans le delta du Mékong où la salinité et les niveaux d'eau augmentent, ce qui entraîne des changements dans la structure et les fonctions des zones humides (Erwin, 2009).

Toute modification du cycle de l'eau a une incidence sur les processus des zones humides, entraînant une augmentation ou une diminution des quantités d'eau, provoquant la transformation de zones humides éphémères ou saisonnières en zones humides quasi-permanentes, ou modifiant la saisonnalité des débits d'eau. De nombreux bassins hydrographiques ont connu des changements au niveau de la saisonnalité des débits ou des eaux de surface, à l'image des bassins du Colorado, du Yangtze, du Murray-Darling et du Nil (Gupta, 2007). La surexploitation des eaux souterraines a épuisé les ressources en eau disponibles pour les zones humides dans certaines régions des États-

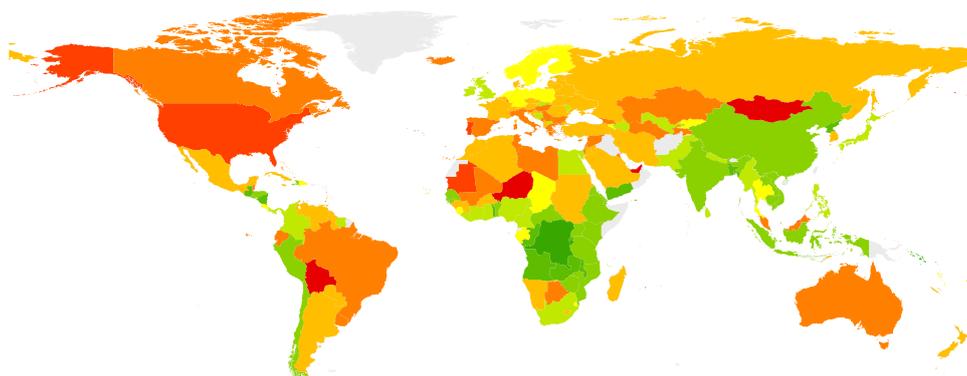
Unis d'Amérique (Froend et al. 2016), dans la Grande Plaine du Nord de la Chine, dans le système aquifère du Sahara septentrional, dans le système aquifère Guarani d'Amérique du Sud et dans des aquifères situés au Nord-Ouest de l'Inde et au Moyen-Orient (Famiglietti, 2014). Certaines mesures de gestion de l'eau entraînent par ailleurs une diminution des fluctuations naturelles des niveaux d'eau, ce qui se traduit par un appauvrissement de la diversité des habitats (p. ex. suite à la transformation d'une mosaïque de zones humides en un système de canaux) et de l'abondance des espèces (du fait p. ex. de la réduction de la germination) (Voldseth et al. 2007 ; Blann et al. 2009).

L'augmentation des besoins humains et la modification du régime des précipitations et du phénomène d'évapotranspiration provoquée par le changement climatique ont une incidence majeure sur l'évolution des processus hydrologiques, ces deux facteurs débouchant sur une concurrence accrue au niveau des ressources en eau disponibles (Hipsey & Arheimer 2013). À mesure que la consommation et la pollution augmentent, sous l'effet de la croissance démographique, les ressources en eau douce sont soumises à une pression de plus en plus importante (Postel 2000). Il est possible de représenter l'utilisation de l'eau sous forme d'empreinte hydrique totale au niveau d'une région (figure 2.14), ce qui permet de prendre des décisions éclairées en matière de gestion des ressources hydriques. Cette représentation tient compte de « l'eau bleue » (qui correspond aux eaux de surface et aux eaux souterraines utilisées pour l'irrigation et à des fins industrielles et domestiques), « l'eau verte » (qui correspond à l'eau de pluie emmagasinée dans le sol qui sert à la croissance des végétaux et qui disparaît par évapotranspiration) et « l'eau grise » (qui correspond au volume d'eau douce nécessaire à l'assimilation des polluants. Au niveau de l'ensemble de la planète, l'empreinte hydrique a augmenté entre 1996 et 2013, l'agriculture représentant 92% la consommation (Mekonnen & Hoekstra, 2011), ce qui a de lourdes répercussions sur les processus hydrologiques.

Figura 2.14
Empreinte hydrique mondiale totale en eaux verte, bleue et grise calculée à partir d'évaluations nationales (d'après Mekonnen & Hoekstra, 2011).

Empreinte hydrique totale (en m³/hab./an)

- 550 - 750
- 750 - 1000
- 1000 - 1200
- 1200 - 1385
- 1385 - 1500
- 1500 - 2000
- 2000 - 2500
- 2500 - 3000
- > 3000
- Aucune donnée disponible



Des processus biogéochimiques complexes permettent de préserver les fonctions des écosystèmes de zones humides

Du fait de leurs caractéristiques hydrologiques et de la spécificité de leurs sols, les zones humides abritent un ensemble exceptionnel de mécanismes biogéochimiques. Lorsqu'ils sont saturés, les sols de ces milieux humides stockent, transforment et exportent des nutriments et autres composés. Au nombre des processus écosystémiques qui mènent à l'absorption et à la rétention des nutriments figurent : l'assimilation et le stockage dans les tissus végétaux, l'activité microbienne (transformation du carbone, de l'azote et du soufre) et le processus physique de sédimentation. De nombreux processus biogéochimiques sont à la base de services écosystémiques comme l'amélioration de la qualité de l'eau, notamment l'élimination des nutriments provenant des rejets agricoles et urbains.

L'azote est un nutriment clé nécessaire à la croissance (Vitousek et al. 1997), mais en quantité excessive, il peut ruisseler en provenance de terres agricoles et urbaines et venir polluer les eaux de surface et souterraines (Paerl et al. 2016 ; Rabalais et al. 2002). Dans les sols gorgés d'eau, l'azote nitrique est transformé par les microbes en azote gazeux avant de retourner dans l'atmosphère, résultat du processus de dénitrification (Groffman et al. 2009) capable d'éliminer jusqu'à 90 % de la teneur en azote initiale (Zedler & Kercher 2005). Les taux de dénitrification sont étroitement liés à la présence de matière organique et de nitrates dans les sols ; or, ces deux éléments peuvent être présents en abondance dans les zones humides, ce qui en fait des « points chauds bleus » de la dénitrification (Groffman et al. 2012). L'augmentation des nitrates liées à l'activité agricole entraîne des taux de dénitrification plus élevés (Zedler & Kercher 2005). Des processus atmosphériques sont également à l'origine d'un apport d'azote dans les zones humides.

Le phosphore est lui aussi un nutriment essentiel et, à un taux naturel, il est indispensable à la croissance des végétaux. Le plus souvent insoluble, l'essentiel du phosphore se fixe sur les sédiments qui en assurent ensuite le transport. L'intensification de l'agriculture s'accompagne d'une utilisation accrue d'engrais phosphatés, ce qui se traduit par une diminution du phosphore présent dans les zones humides (Ockenden et al. 2017). Une partie se dépose en profondeur et est absorbée par les sols (Kadlec, 2008), tandis qu'une autre favorise la croissance des plantes (Marton et al. 2015) et donc l'eutrophisation. Selon les estimations, le changement climatique devrait provoquer une diminution de 30% de la quantité de phosphore présente dans les zones humides d'ici à 2050 (Ockenden et al. 2017).

Les nutriments quittent les zones humides sous différentes formes, notamment sous forme de matière organique. L'absorption de nutriments et leur stockage temporaire dans les végétaux peuvent avoir pour effet bénéfique de désynchroniser le flux des nutriments à l'intérieur des bassins hydrographiques. Dans des régions au climat tempéré par exemple, le phosphore est absorbé par les plantes au printemps et en été, avant d'être libéré à l'automne lorsque les plantes se flétrissent. Ce processus permet d'améliorer la qualité de l'eau pendant la période cruciale de végétation, ce qui réduit l'eutrophisation (Mitsch & Gosselink, 2015).

Si les zones humides sont les plus grands puits de carbone au monde, elles rejettent aussi du méthane

Les zones humides renferment l'essentiel des réserves de carbone du sol de la planète. Le phénomène de séquestration et de stockage du carbone est le fruit de l'équilibre entre la production primaire (absorption de dioxyde de carbone pour la photosynthèse et production de matière organique) et la respiration (ou la décomposition, soit la production de dioxyde de carbone ou de méthane à partir de matière organique) (Joosten et al. 2016). Le milieu humide ralentit la décomposition et lorsqu'elle est inférieure à la productivité des plantes, le carbone s'accumule (Moomaw et al. 2018). La modification des températures et du régime des précipitations sous l'effet des changements climatiques peut rompre l'équilibre de ces processus et transformer les zones humides en sources de carbone.

Les tourbières sont de formidables puits de carbone, abritant le plus grand stock à long terme de tous les écosystèmes. La tourbe s'accumule au rythme de 0,5 à 1,0 mm par an sur des milliers d'années (Parish et al. 2008), ce qui fait des tourbières l'une des plus grandes réserves mondiales, avec une quantité de carbone stocké estimée à plus de 600 PgC (Gorham, 1991). Ce volume représente plus des trois quarts de ce qui est stocké dans l'atmosphère (Moomaw et al. 2018) et, bien que les tourbières n'occupent que 3% de la surface terrestre, elles stockent deux fois plus de carbone que l'ensemble des forêts de la planète (Joosten et al. 2016).

Les zones humides côtières et marines, y compris les marais salants, les mangroves et les herbiers marins, sont également des lieux cruciaux en termes d'absorption et de stockage du carbone. Les forêts de mangrove font partie des écosystèmes à plus forte densité de carbone au monde (Ewers Lewis et al. 2018). Ce « carbone bleu » s'accumule sous l'effet d'une production primaire élevée et du piégeage des sédiments, ce qui permet au carbone de s'accumuler sur de longues périodes

(probablement sur des milliers d'années ; McLeod et al. 2011). Dans les zones deltaïques, ces processus peuvent permettre aux zones humides de s'adapter à la hausse du niveau des océans. En cas d'interruption de l'apport de sédiments, un déficit sédimentaire et un affaissement des zones humides du delta peuvent se produire (Giosan et al. 2014). L'augmentation des perturbations anthropiques dans les zones côtières est liée à la diminution des réserves de carbone du sol des zones humides (Macreadie et al. 2017).

Cependant, si le stockage du carbone dans les zones humides d'eau douce présente des avantages en termes d'atténuation des effets du changement climatique, ils sont en partie contrecarrés par l'émission de méthane, un puissant gaz à effet de serre. Dans le cadre du cycle du carbone, les zones humides peuvent en effet libérer deux types de gaz à effet de serre : le dioxyde de carbone et le méthane, ce dernier étant produit par des microorganismes connus sous le nom de « méthanogènes ». On estime que les zones humides produisent quelque 100 Tg/an de méthane par an, soit 20 à 25% de total des émissions dans le monde (Keddy, 2010). Ces émissions varient de manière considérable d'une région à l'autre : elles sont généralement faibles dans les zones humides à l'eau saumâtre ou salée, la production de méthane étant entravée par des niveaux importants de sulfates (Poffenbarger et al. 2011), et plus élevées dans les sites d'eau douce.

On s'attend à ce que la hausse des températures imputable au changement climatique se traduise par une augmentation des émissions de gaz à effet de serre à l'intérieur des zones humides, en particulier dans les régions du pergélisol où le réchauffement entraîne la fonte des glaces, ce qui augmente la proportion d'oxygène et d'eau dans le sol. L'activité microbienne qui en découle génère de grandes quantités de dioxyde de carbone et/ou de méthane qui sont rejetées dans l'atmosphère (Moomaw et al. 2018).



© Ramsar Convention

Les zones humides sont l'un des écosystèmes les plus productifs sur le plan biologique

La production primaire est une mesure du rythme de croissance des végétaux (à savoir la quantité de carbone fixé lors de la photosynthèse par les plantes et les algues) et une source d'énergie indispensable pour tous les animaux. Elle est aussi à la base de nombreux services écosystémiques fournis par les zones humides, où des niveaux élevés de productivité permettent d'assurer la subsistance de nombreuses populations (Bullock & Acreman 2003). La productivité primaire varie en fonction des types de zones humides, des espèces végétales présentes, du climat, du sol, de la présence d'éléments nutritifs et du régime hydrologique (tableau 2.6 ; Bedford et al. 1999 ; Ehrenfeld, 2003). Très productive, la zone humide du Pantanal (Brésil, Bolivie et Paraguay) abrite par exemple 260 espèces de poissons, 650 espèces d'oiseaux et de nombreux grands animaux (Zedler et Kercher, 2005).

L'évolution de la production primaire est étroitement liée à celle de la qualité de l'eau, notamment à sa teneur en nutriments, laquelle varie en fonction par exemple du ruissellement en provenance des terres agricoles. Face à un apport excessif de nutriments, les zones humides peuvent être envahies par des espèces agressives à taux de croissance élevé comme les massettes (*Typha* spp.) ou, selon l'endroit, le roseau commun (*Phragmites* spp.) (Keenan & Lowe 2001). La prédominance

d'espèces végétales à forte productivité peut représenter un compromis par rapport à d'autres fonctions des zones humides. En règle générale par exemple, on assiste à une diminution de la biodiversité, laquelle s'accompagne d'une augmentation du volume de matière organique et de carbone dans les sols (Craft & Richardson, 1993). À titre d'illustration, l'augmentation constante de la charge en phosphore des Everglades, en Floride, s'est traduite par une hausse de la production primaire tandis que les massettes prenaient le dessus au détriment des communautés végétales indigènes (Noe et al. 2001). De plus fortes concentrations de dioxyde de carbone dans l'atmosphère peuvent également stimuler la croissance des plantes, bien que ce phénomène soit différent d'une espèce et d'un type de zone humide à l'autre (Erickson et al. 2013).

Enfin, les zones humides sont d'importantes sources de carbone organique, la litière de feuilles et le carbone organique dissous qu'elles produisent venant alimenter des réseaux trophiques situés en aval (Elder et al. 2000). Le carbone organique joue aussi un rôle majeur du fait de sa capacité à atténuer la lumière et à absorber les rayons ultraviolets nocifs (Williamson et al. 1999), protégeant ainsi les amphibiens et les œufs de poissons de différents effets, par exemple d'une altération de l'ADN (Hader et al. 2007).

Tableau 2.6

La production primaire, une mesure de l'accumulation de matière organique, selon différents types de zones humides (Cronk & Fennessy, 2001). Les données relatives aux tourbières tiennent compte de la production au niveau aérien et souterrain (racinaire)

Type de zone humide	Production primaire nette g de matière sèche par m ² et par an
Marais salants	130 – 3700
Marais côtiers d'eau douce	780 – 2300
Marais d'eau douce	900 – 5500
Mangroves	1270 – 5400
Tourbières boisées des régions nordiques	260 – 2000
Tourbières non boisées des régions nordiques	100 – 2000

Les zones humides jouent un rôle essentiel dans la fourniture de services écosystémiques

Les services écosystémiques sont l'un des fondements du concept de « caractéristiques écologiques » et de « valeurs » des Sites Ramsar (Sharma et al. 2015 ; Wang et al. 2015). Les zones humides jouent un rôle plus important dans la fourniture de services écosystémiques que tout autre écosystème (Costanza et al. 2014 ; Russi et al. 2013). Le Plan stratégique Ramsar préconise de faire figurer les avantages des zones humides dans les stratégies relatives à des secteurs clés tels que l'énergie, l'exploitation minière, le développement urbain et le tourisme, et il encourage à reconnaître ces avantages.

Les valeurs des zones humides peuvent prendre différentes dimensions : dimension financière ou esthétique, spirituelle ou totémique, quantitative ou qualitative. Sur le plan qualitatif, elles peuvent aussi s'exprimer sous forme de croyance fondamentale (p. ex. le droit à l'existence d'une espèce), de rôle précis (p. ex. dans la réduction des risques de catastrophe) ou de préférence (p. ex. pour soutenir le tourisme). Il convient donc de tenir compte d'une multitude de perspectives.

Au titre de l'un des indicateurs du Plan stratégique Ramsar, les services écosystémiques des Sites Ramsar doivent faire l'objet d'une évaluation. D'après les données figurant dans les rapports nationaux de 2018, des progrès ont été réalisés, 24% des pays indiquant avoir mené à bien cette évaluation. Un exemple est donné dans l'encadré 2.5.

En se fondant sur les évaluations existantes des services écosystémiques et sur l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (2005), le tableau 2.7 présente une analyse qualitative des services écosystémiques des zones humides. S'agissant des zones humides intérieures, il ressort clairement que les services d'approvisionnement en aliments, en eau douce, en fibres et en combustibles sont très importants. Les services de régulation occupent eux aussi une place de premier plan, notamment en ce qui concerne le climat, les régimes hydrologiques, la lutte contre la pollution et la désintoxication, et la réduction des risques naturels. Les services culturels en termes de spiritualité, d'inspiration, de loisirs et d'éducation sont importants dans les zones humides constituées de cours d'eau, de ruisseaux et de lacs. Les services de régulation sont étayés par les services d'appui à la biodiversité, à la formation des sols et au cycle des nutriments. Un schéma différent se dégage pour les zones humides côtières/marines, les aliments figurant en tête des services d'approvisionnement ; les services de régulation du climat occupent eux aussi une place importante. Les zones intertidales, les marais salants et les mangroves contribuent à la réduction de la pollution et au processus de désintoxication et, avec les récifs coralliens, à la régulation des catastrophes naturelles.

Encadré 2.5

LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DU PARC NATIONAL DE L'ICHKEUL

Classé Site Ramsar, le Parc national de l'Ichkeul situé en Tunisie se compose de lacs et de marécages sur une superficie de 12 600 ha. Gravement menacé dans les années 1990 suite à la construction de barrages et à des opérations de détournement des eaux, l'écosystème a été sauvé de l'effondrement grâce à la mise en place d'une nouvelle stratégie de gestion et à plusieurs années successives de pluies. Le parc joue un rôle important pour les oiseaux d'eau et fournit de nombreux services écosystémiques aux populations à l'échelle locale et régionale. En 2015, la valeur de ces services écosystémiques a été estimée à 3,2 millions d'USD par an, soit 254 USD/hab. Les services de régulation occupent la première place en termes de valeur (73%), suivis des services d'approvisionnement (18%) et des

services culturels (9%). Les services de protection contre les inondations sont estimés à 34%, les services de recharge de la nappe phréatique à 23% et les services de rétention des sédiments à 12%. Le pâturage représente 10% de la valeur totale des services, les loisirs/le tourisme 9% et la pêche 7%. La valeur de ces services est 10 fois supérieure à celle des frais de gestion du parc. Si la part revenant à la population locale est relativement faible (11%), le montant par foyer est loin d'être négligeable puisqu'il atteint 1600 USD/an pour la population vivant à l'extérieur du parc. Ces chiffres seront utilisés pour plaider en faveur de lâchers d'eau des barrages afin de préserver les zones humides, et pour sensibiliser les populations locales aux valeurs du parc. D'après Daly-Hassen (2017).

Les services écosystémiques des zones humides

Tableau 2.7

Liste récapitulative des services écosystémiques des zones humides

Importance relative des services écosystémiques de différents types d'écosystèmes de zones humides (sur la base d'avis d'experts et de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire de 2005). Ces données représentent une moyenne mondiale ; il peut y avoir des écarts aux niveaux local et régional, et d'autres services jugés importants et au sujet desquels on dispose de suffisamment d'informations peuvent être ajoutés.

H Élevée
M Moyenne
L Faible
? Inconnue
na ne s'applique pas

Types de zones humides /Services	Zones humides intérieures					Zones humides côtières / marines							Zones humides artificielles					
	Ruisseau	Lac	Tourbière	Marais / Marécage	Zone souterraine	Marais salant	Mangrove	Herbier	Récif corallien	Récifs à bivalves	Lagon	Lit de varech	Réservoir	Rizière	Prairie humide	Site de traitement des eaux usées	Saline	Plan d'eau
Services d'approvisionnement																		
Aliments	H	H	H	H	na	H	H	M	M	M	M	L	M	H	H	L	H	H
Eau douce	H	H	L	M	H	L	na	na	na	na	L	na	M	na	na	L	na	Na
Fibres et combustibles	M	M	H	H	na	L	H	na	na	na	M	na	L	na	na	L	na	L
Produits biochimiques	L	?	?	L	?	L	L	?	L	?	?	L	?	na	?	?	L	?
Ressources génétiques	L	L	?	?	?	L	L	?	L	?	?	?	L	L	?	?	L	L
Services de régulation																		
Climat	L	H	H	H	L	H	H	H	M	L	L	na	M	L	L	na	L	na
Régimes hydrologiques	H	H	M	M	L	M	H	na	na	na	M	na	H	M	L	na	na	na
Lutte contre la pollution	H	M	M	H	M	H	H	L	L	na	M	?	L	L	L		na	na
Protection contre l'érosion	M	M	M	M	H	M	H	L	M	M	L	L	L	M	M		M	na
Réduction des risques naturels	M	H	M	H	na	H	H	M	H	M	M	L	L	L	L	na	M	na
Services culturels																		
Spirituels et d'inspiration	M	H	M	M	L	?	L	?	H	na	M	na	M	L	L	na	M	na
Loisirs	H	H	L	M	L	?	?	?	H	na	M		H	L	L	na	L	na
Esthétiques	M	M	L	M	L	M	M	na	H	na	M	na	H	M	M	na	M	na
Pédagogiques	H	H	M	M	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	M	L
Services d'appui																		
Biodiversité	H	H	H	H	H	M	M	L	H	M	M	L	M	M	M	L	M	L
Formation des sols	H	L	H	H	na	M	M	na	Na	na	na	na	L	M	L	L	L	na
Cycle des nutriments	H	L	H	H	L	M	M	L	M	na	M	L	L	M	L	H	L	L
Pollinisation	L	L	L	L	na	L	M	M	Na	na	?	?	L	L	M	L	L	na

Les types de services écosystémiques fournis par les zones humides

Eau :

Les zones humides jouent un rôle crucial en fournissant de l'eau douce pour les usages domestiques, l'irrigation et l'industrie. Dans le monde, les ressources en eau renouvelables des rivières et des aquifères représentent au total environ 42 000 km³/an, dont 3900 km³ sont extraits chaque année pour une utilisation par l'homme (FAO 2011). L'agriculture compte pour 70% des prélèvements d'eau, l'industrie 19% et l'approvisionnement local 11%. L'agriculture mondiale irriguée a doublé en 50 ans. L'Europe extrait 6% des ressources en eau (dont 29% pour l'agriculture), l'Asie 20% (dont 80% pour l'irrigation) et le Moyen-Orient, l'Asie centrale et l'Afrique du Nord 80 à 90% pour l'irrigation (FAO 2011). La demande en eau souterraine a rapidement augmenté, en particulier en Asie du Sud où 40% de l'agriculture irriguée dépend des eaux souterraines uniquement, ou en conjonction avec les eaux de surface (FAO 2011). On estime qu'environ 60% de l'eau prélevée retourne aux systèmes hydrologiques locaux, le reste étant réellement consommé (FAO 2011). Les impacts sur les services relatifs à l'eau sont similaires dans les pays ayant des niveaux de richesse très différents (Dodds et al. 2013).

Ressources alimentaires :

Les zones humides fournissent une grande diversité de produits alimentaires. Les pêcheries continentales varient depuis les grandes exploitations industrielles jusqu'à la pêche de subsistance. Le prélèvement annuel mondial est passé de 2 millions de tonnes en 1950 à plus de 11,6 millions de tonnes en 2012, probablement encore davantage si l'on inclut la pêche de subsistance à petite échelle (FAO 2014). Bartley et al. (2015) signalent que 95% des captures de la pêche continentale ont lieu dans les pays en développement, où elles jouent souvent un rôle essentiel dans la nutrition, mais ne représentent que 6% de la production mondiale de poisson. La pêche côtière et en estuaire a diminué de 33% depuis l'industrialisation, les habitats de nurserie (p. ex. les bancs d'huîtres, les herbiers marins et autres zones humides) ayant par exemple diminué de 69% (Barbier et al. 2011, Worm et al. 2006). L'aquaculture mondiale est passée de moins de 1 million de tonnes en 1950 à 52,5 millions de tonnes en 2008, soit 45,7% de la production mondiale de poisson de consommation. Les rizières sont de plus en plus utilisées pour l'aquaculture (Edwards 2014). C'est en Asie que l'aquaculture est la plus courante (en particulier en Chine) ; elle est importante en Europe et en Afrique, mais relativement rare dans

les Amériques (FAO 2011). Les zones humides font également l'objet de diverses récoltes et cultures, ainsi que de prélèvements d'oiseaux d'eau et d'autres gibiers.

Régulation de l'eau :

Les zones humides retiennent, libèrent et échangent de l'eau, ce qui a par exemple influencé des politiques telles que la Natural Flood Management (Parliamentary Office of Science and Technology 2011). Le lit des cours d'eau, les plaines d'inondation et les grandes zones humides interconnectées jouent un rôle significatif dans l'hydrologie des bassins versants, mais la capacité de rétention de nombreuses zones humides « géographiquement isolées » peut également jouer un rôle important en hydrologie (Marton et al. 2015) avec des effets sur le flux des ruisseaux (Golden et al. 2016). Des zones humides fonctionnant bien peuvent réduire les risques de catastrophe. On citera par exemple la Charles River dans le Massachusetts, aux États-Unis, où la conservation de 3800 ha de zones humides réduit les dégâts potentiels des inondations d'environ 17 millions d'USD par an (Zedler & Kercher 2005). À l'inverse, la perte de zones humides peut accroître les inondations et les dommages causés par les tempêtes (Barbier et al. 2011). Il est de plus en plus reconnu que le maintien des services rendus par les zones humides est généralement plus économique que leur conversion pour une autre utilisation (García-Moreno et al. 2015).

Autres dangers naturels :

Les zones humides jouent un rôle clé dans d'autres types de régulation des risques naturels. Les habitats humides peuvent freiner les pressions naturelles et anthropiques contribuant à la salinisation des sols et à la propagation des incendies de forêt. Cependant, les relations entre les différents facteurs modulant les impacts des événements extrêmes sont complexes et souvent mal comprises (de Guenni et al. 2005).

Régulation du climat :

Le stockage et le piégeage du carbone par les zones humides jouent un rôle important dans la régulation du climat mondial. Les tourbières et les zones humides côtières végétalisées contiennent d'importants puits de carbone et piègent à peu près autant de carbone que les forêts de la planète, bien que les zones humides d'eau douce représentent également la plus grande source naturelle de méthane (Moomaw et al. 2018). Les marais salés piègent des millions de tonnes de carbone par an (Barbier et al. 2011), tandis que les barrages tropicaux profonds peuvent être une source



© Darlene Pearl Ofong

substantielle de méthane, réduisant ou annulant les avantages de faible émission de carbone signalés pour la production hydroélectrique (Lima et al. 2008). Les processus naturels dans les milieux humides représentent 25 à 30% des émissions de méthane, et les milieux humides contribuent de façon importante aux 90% d'émission d'oxyde nitreux provenant des écosystèmes (House et al. 2005). Les zones humides permettent également une régulation des microclimats, par exemple dans les environnements urbains où elles peuvent supprimer les îlots de chaleur (Grant 2012).

Héritage culturel :

Les caractéristiques naturelles des zones humides et d'autres écosystèmes revêtent souvent une importance culturelle et spirituelle, notamment liée à l'identité régionale. Cela peut inclure à la fois des zones naturelles, telles que les lacs sacrés de l'Himalaya (WWF 2009), et des zones artificielles telles que les rizières qui constituent la principale source de revenus pour environ 100 millions de ménages en Asie et en Afrique (Umadevi et al. 2012). Le patrimoine culturel comprend les connaissances traditionnelles sur les caractéristiques, la signification sociale et la gestion

des ressources des zones humides, par exemple pour les peuples premiers d'Australie (Department of the Environment 2016).

Loisirs et tourisme :

Les zones humides naturelles et modifiées offrent des possibilités d'activités de loisir et favorisent le tourisme. La plongée sous-marine dans les récifs coralliens justifie leur protection, mais est aussi potentiellement source de pressions sur les écosystèmes (Barker & Roberts 2004). En 2002, les gains d'environ 100 opérateurs de plongée à Hawaï ont été estimés à 50 à 60 millions d'USD par an (van Beukering & Cesar 2004). Dans le Triangle marin de Bohol, aux Philippines, la plongée dans les récifs coralliens génère des revenus bruts de 10 500 USD à 45 540 USD par an (Samonte-Tan et al. 2007). La valeur du tourisme sur la Grande Barrière de Corail en Australie est supérieure à 5,2 milliards d'AUD par an (Goldberg et al. 2016). Des chutes considérables de revenus touristiques ont été observées en raison d'événements récents de blanchissement des coraux (Barbier et al. 2011).

La valeur des services écosystémiques des zones humides dépasse celle des zones terrestres

Des études sur les services écosystémiques des zones humides (Brander et al. 2006, Brouwer et al. 1999, Ghermandi et al. 2010) montrent que les valeurs estimées varient énormément en fonction des différentes caractéristiques des zones humides. De Groot et al. (2012) ont calculé la valeur économique totale moyenne des services écosystémiques des zones humides en s'appuyant sur 458 estimations (2007, dollars internationaux/ha/an) : océans 490 ; récifs coralliens 350 000 ; systèmes côtiers (y compris les plages) 29 000 ; zones humides côtières (y compris les mangroves) 190 000 ; zones humides continentales 25 000 ; cours d'eau et lacs 4300. Les valeurs pour les zones humides dépassaient largement celles des écosystèmes terrestres ; les zones humides continentales ayant par exemple une valeur économique totale presque cinq fois

plus élevée que celle des forêts tropicales, l'habitat terrestre auquel est attribuée la plus forte valeur. Costanza et al. (2014) ont analysé la perte de services écosystémiques entre 1997 et 2011 en raison des changements de la surface des différents biomes, y compris des zones humides. Ils ont estimé que les pertes de services écosystémiques s'élevaient à 7200 milliards d'USD pour les marais intertidaux et les mangroves, 2700 milliards d'USD pour les marécages et les plaines d'inondation et 11 900 milliards d'USD pour les récifs coralliens.

De nombreuses études portent sur les services écosystémiques de zones humides spécifiques, mais peu indiquent des tendances. La Nouvelle-Zélande fournit un exemple d'évolution des services écosystémiques des zones humides sur deux

Figure 2.15

Tendances des services écosystémiques des écosystèmes aquatiques en Nouvelle-Zélande sur 20 ans (d'après Dymond et al. 2014).

Importance pour la fourniture du service

- Élevé
- Moyen-élevé
- Moyen-bas
- Bas

Tendance dans les 20 dernières années

- ↑ Amélioration
- ↗ Une amélioration
- ↔ Sans changement net
- ↘ Un peu de détérioration
- ↓ Détérioration
- +/- Amélioration et / ou détérioration dans des endroits différents

Services écosystémiques	Zone humide	Estuaire	Lac	Rivière	Marine
Approvisionnement					
Cultures					
Bétail					
Pêche de capture	↘	↔	↔	↔	↔
L'aquaculture				↗	↗
Produit alimentaire d'origine sauvage	+/-	+/-	+/-	+/-	
Bois					
Fibra	↘				
Biomasse combustible					
Énergie thermique					
Eau douce	↔		↔	+/-	
Ressources génétiques	↘	↔	↔	↘	↔
Produits biochimiques, produits médicinaux naturels et produits pharmaceutiques.					
Minéraux					↗
Support physique des habitations					
Régulation					
Régulation de la qualité de l'air					
Régulation du climat	↔	↔	↔	↔	↘
Régulation de l'eau	↔			↘	
Régulation de l'érosion					
Purification de l'eau et traitement des déchets	↘			↘	
Régulation des maladies					
Régulation des ravageurs	↘	↔	↘	↘	↔
Pollinisation					
Atténuation des risques naturels					
Culture					
Valeur d'agrément	↘	↘	↘	+/-	+/-
Loisirs	↔	↔	↘	↔	↔
Tourisme	↔	↔	↔	↔	↔
Sentiment d'appartenance		↔	↔	↔	↔
Soutien					
Formation et entretien du sol					
Fourniture d'un habitat naturel exempt de plantes nuisibles et de ravageurs.	↘	↘	↔	↘	↘



© Sue Stolton

décennies, en montrant à la fois leur importance et leur déclin (figure 2.15). En l'absence de données pour d'autres zones humides, il est raisonnable de conclure que l'étendue et l'état des zones humides ayant une tendance au déclin, il en est de même pour les services écosystémiques.

Ces problèmes ont été mis en évidence par Green et al. (2015), qui ont souligné que presque toutes les ressources mondiales en eau douce étaient compromises dans une certaine mesure, l'approvisionnement en eau douce de 82% de la population mondiale étant exposé à un niveau élevé

de menace. Dans une analyse nationale réalisée pour la Colombie, Ricaurte et al. (2017) ont constaté qu'il existait de grandes différences dans la vulnérabilité des différents types de zones humides et de leurs services écosystémiques, les plus vulnérables étant les forêts des plaines d'inondation, les zones humides riveraines, les lacs d'eau douce et les cours d'eau. Ils ont estimé que si l'on souhaitait maintenir ces services, des politiques d'utilisation des terres étaient nécessaires afin d'imposer des restrictions des activités portant préjudice aux zones humides.

Encadré 2.6

RÉDUIRE LA POLLUTION PAR LES NUTRIMENTS POUR RESTAURER LES HERBIERS

Les zones humides font actuellement face à de nombreux défis. Toutefois, ces écosystèmes sont également résilients, et si l'on prend soin de réduire les pressions et de mettre en œuvre une gestion efficace, certains des problèmes peuvent être stoppés ou même inversés.

Le Tampa Bay Estuary Program (TBEP) établi par la loi fédérale de Floride, aux États-Unis, a permis, dans les années 1950, de restaurer avec succès les herbiers marins. L'approche du TBEP reconnaît que les populations d'herbiers en bonne santé se développent dans les eaux libres où les niveaux de pollution par les éléments nutritifs sont les plus bas, ce qui dépend de l'utilisation des terres en amont. L'azote est l'un des éléments nutritifs les plus néfastes entrant dans l'estuaire.

Le gouvernement fédéral ayant approuvé des limites de la teneur en azote pour Tampa Bay,

le TBEP a facilité la répartition de charges d'azote justes et équitables par le Nitrogen Management Consortium (NMC) de Tampa Bay, un partenariat volontaire public-privé ad hoc. Cela a permis de réduire les sources d'azote ponctuelles et non ponctuelles. Ce partenariat compte parmi ses membres les responsables des principales sources ponctuelles : les installations publiques de traitement des eaux usées, une centrale électrique, un port et des entrepôts de phosphates. Le gouvernement local fait partie du NMC et réglemente les activités d'utilisation des terres responsables de pollutions non ponctuelles par les nutriments. La vente et l'utilisation d'engrais pendant la saison des pluies ont été interdites et le développement de la zone côtière a été réglementé. En 2015, 16 306 ha d'herbiers marins étaient présents à Tampa Bay, ce qui dépassait l'objectif de restauration de 15 400 ha établi en 1995. Source : Sherwood (2016)



3. LES MOTEURS DE CHANGEMENT

Il existe trois principaux moteurs de changement : les *moteurs directs* qui entraînent des changements biophysiques dans les zones humides (changement d'utilisation des sols, pollution, etc.), les *moteurs indirects* qui sont des processus présents dans la société et qui engendrent les moteurs directs, et les *grandes tendances* mondiales qui sous-tendent plusieurs moteurs indirects. Une politique et une gestion efficaces en faveur de l'utilisation rationnelle nécessitent une bonne compréhension des moteurs de changement dans les zones humides afin que les causes premières de la perte et de la dégradation des zones humides puissent être traitées. Une gouvernance efficace aux échelles locales, nationales et régionales est un facteur clé pour prévenir, arrêter et inverser la tendance à la perte et à la dégradation des zones humides.

Les moteurs de changement dans les zones humides peuvent être directs ou indirects

Pour la Convention de Ramsar, les **moteurs directs** font référence aux causes naturelles ou anthropiques des changements biophysiques à l'échelle locale ou régionale (Van Asselen et al. 2013). Les moteurs indirects ont un effet plus large et diffus, principalement en influant sur les moteurs directs, et sont souvent en relation avec les processus institutionnels, socio-économiques, démographiques et culturels. Certaines **grandes tendances mondiales** ont une influence sur les zones humides (figure 3.1).

Les **moteurs naturels** de changement comprennent le rayonnement solaire, les variations météorologiques, les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, les ravageurs et maladies, ainsi que les processus tels que les cycles naturels d'inondation et la succession des écosystèmes. Les **moteurs induits par l'homme** incluent le changement d'utilisation des terres, le changement climatique, l'élévation du niveau marin, le prélèvement d'eau, l'introduction ou l'élimination d'espèces, la consommation de ressources et les intrants externes (p. ex. les engrais). La *variabilité* climatique est un moteur naturel, alors que le changement climatique induit par l'homme est associé à l'augmentation des gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Le changement climatique constitue également une grande tendance mondiale.

Les moteurs peuvent avoir des effets négatifs et positifs. Il est ici principalement question des moteurs ayant des effets négatifs sur les caractéristiques écologiques des zones humides. Ceux-ci impliquent fréquemment un déclin de la diversité biologique, de la qualité des habitats, des services écosystémiques ou des valeurs culturelles (la « dégradation »), ou des changements des types d'habitats et des régimes physico-chimiques (la « perte »). La plupart des moteurs positifs sont des réponses humaines visant à atténuer les

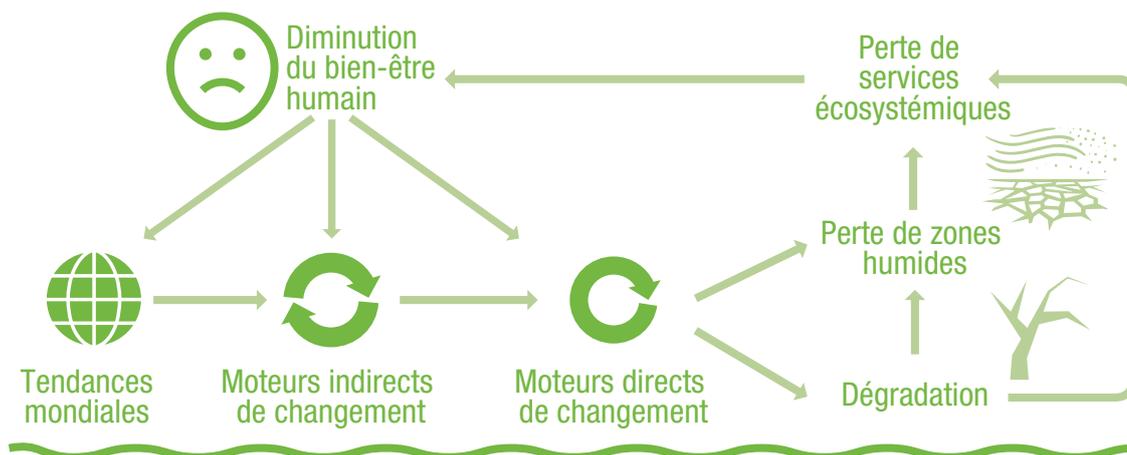
changements (p. ex. la gestion de la conservation ou le contrôle des espèces envahissantes).

Notre compréhension est gênée par la complexité des liens entre les moteurs indirects et la perte et la dégradation des zones humides. Des interactions entre les multiples moteurs se produisent à différentes échelles (Craig et al. 2017) et des variations régionales sont également observées (Ward et al. 2016). Le changement climatique, par exemple, peut être un moteur direct de changement lorsqu'il induit des modifications biophysiques affectant la température, les niveaux d'eau et les hydropériodes (Renton et al. 2015), et peut se combiner à d'autres moteurs tels que les espèces envahissantes (Oliver & Morecroft 2014). Il peut également être un moteur indirect, par exemple lorsque les efforts d'atténuation incluent une production de biocarburants ou d'hydroélectricité pouvant accroître les pressions sur les zones humides.

La conversion des zones humides naturelles peut mener directement ou indirectement à la création de zones humides artificielles (Davidson 2014 et tableau 2.3). Certaines de ces zones se sont développées pendant des centaines d'années et font désormais partie intégrante du paysage, remplissant de multiples fonctions écosystémiques de zones humides naturelles. Cependant, nombre de moteurs directs de changement dans les zones humides naturelles (les changements liés à l'alimentation en eau, le prélèvement de végétation, l'introduction d'espèces ou l'apport de nutriments) font partie du régime de gestion des zones humides artificielles. Bien que ces zones soient importantes, elles ne sont pas visées par le présent rapport et nécessiteraient une évaluation distincte. Pour des raisons similaires, la restauration des zones humides, qui peut être un moteur positif dans les zones humides dégradées (p. ex. Sievers et al. 2017), n'est pas traitée ici.

Figure 3.1

Diagramme conceptuel simplifié représentant les relations entre la perte et la dégradation des zones humides et les pertes de services écosystémiques, ainsi que la manière dont elles sont induites par des moteurs de changement directs et indirects. Pour un cadre conceptuel plus détaillé présentant la terminologie de l'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire, de l'initiative TEEB et de l'IPBES, voir le cadre conceptuel de l'IPBES dans Diaz et al. (2015).



Les moteurs directs incluent le changement de régime physique

L'Évaluation des écosystèmes pour le Millénaire (MEA 2005) a analysé les effets des moteurs directs sur les zones humides. Cette étude ainsi que d'autres encore permettent d'actualiser l'analyse des types de zones humides Ramsar. Quatre catégories sont considérées : les moteurs relatifs au régime *physique*, à l'*extraction* et aux *prélèvements*, à l'*introduction*, ainsi qu'aux *changements structuraux*.

Les moteurs de changement du régime physique sont liés au volume d'eau et à la fréquence des inondations ainsi qu'à la charge sédimentaire, la salinité et la température de l'eau ; les conditions et schémas de variation de ces facteurs pouvant être modifiés par l'homme.

Des prélèvements d'eau prolongés ou permanents ainsi que la retenue ou le détournement de l'eau détruisent les caractéristiques écologiques des zones humides intérieures ; la mer d'Aral et le lac Tchad en étant des exemples extrêmes. Toutes les zones humides sont susceptibles d'être dégradées par la perte d'eau (Acreman et al. 2007), tandis que les zones humides côtières sont sensibles à l'élévation du niveau marin et au captage d'eau douce (White & Kaplan 2017).

La construction de barrages a augmenté dans toutes les régions Ramsar jusqu'au milieu des années 1990. Sur les 292 grands réseaux hydrographiques du monde (Nilsson et al. 2005), seuls 120 ont encore un écoulement libre, dont 25 seront fragmentés par des barrages dont la construction est en cours ou planifiée (Zarfl et al. 2014). L'hydroélectricité a récemment suscité un regain d'intérêt, en partie pour réduire les émissions de carbone provenant des combustibles fossiles. Cependant, l'hydroélectricité n'est pas toujours non-émettrice de carbone en raison du défrichement des terres qu'elle entraîne et des

émissions de méthane des réservoirs (Mäkinen & Kahn 2010). Les barrages peuvent également avoir des effets préjudiciables sur les ressources en eau, la biodiversité et les services écosystémiques (Maavara et al. 2017, Winemiller et al. 2016).

Le transport de sédiments vers les zones humides peut augmenter en raison de l'érosion induite par la déforestation et d'autres changements dans l'utilisation des terres. Il peut altérer le caractère des lacs en modifiant les habitats des rives, en les comblant ou en augmentant la turbidité de l'eau. Il est considéré comme étant l'un des facteurs responsables du déclin des cichlidés du lac Victoria (Harrison & Stiassny 1999). Il dégrade également les écosystèmes côtiers (Hanley et al. 2014), les herbiers marins, les lits de varech (Steneck et al. 2002), les mangroves et les récifs coralliens (Fabricius 2005). La sédimentation réduit la durée de vie des réservoirs, compromettant ainsi les projets hydroélectriques (Stickler et al. 2013). À l'inverse, l'apport de sédiments dans les zones humides côtières et les deltas peut parfois être réduit par la construction de barrages et de digues, ce qui diminue l'apport de nutriments et limite la productivité de ces zones.

La salinisation induite par les prélèvements d'eau douce ou l'intrusion d'eau salée due à l'élévation du niveau marin (Herbert et al. 2015) influe sur de nombreux écosystèmes, depuis les zones humides intérieures jusqu'aux estuaires et aux mangroves. (White & Kaplan 2017).

Enfin, la température moyenne des océans a augmenté régulièrement au cours des 60 dernières années, affectant les eaux marines peu profondes, les herbiers marins (de Fouw et al. 2016) et les lits de varech (Provost et al. 2017). La forte augmentation de l'amplitude des températures marines maximales et de leur durée entraîne le blanchiment ou la destruction des systèmes coralliens (Baker et al. 2008).



© Equilibrium Research

L'extraction et le prélèvement dans les zones humides portent sur l'eau, les espèces et les sols

L'eau est captée dans les zones humides intérieures et leurs bassins versants pour un usage agricole, domestique et industriel. L'agriculture consomme actuellement environ 70% de l'eau captée pour une utilisation par l'homme, mais cette proportion devrait tomber à moins de 50% au milieu du 21^e siècle en raison d'une augmentation des usages urbains, industriels et énergétiques (WWAP 2016). Le captage d'eau douce peut notamment entraîner le déclin de la végétation côtière en raison de l'augmentation de la salinité dans les parties des estuaires situées en aval (Herbert et al. 2015), et peut également avoir des incidences sur les eaux souterraines (Richey et al. 2015).

Les captures globales de la pêche dans les lacs, rivières, réservoirs et plaines d'inondation augmentent, principalement en Asie et en Afrique (figure 3.4). Dans ces régions, la pêche dans les zones humides intérieures et côtières est essentielle pour l'alimentation et les moyens d'existence, alors que dans les zones tempérées et les économies en transition, la pêche récréative est plus importante (McIntyre et al. 2016). Bien que la pêche ne soit pas nécessairement préjudiciable, la surpêche, l'utilisation de méthodes néfastes telles que les explosifs, l'empoisonnement ou les filets en moustiquaire (Bush et al. 2017) ainsi que l'introduction d'espèces exotiques peuvent réduire les populations et la diversité spécifique, modifier la structure trophique et conduire à la dégradation des récifs coralliens (Welcomme et al. 2010). La surexploitation des coquillages dans les

zones humides côtières a entraîné la destruction des bancs d'huîtres, par exemple en Amérique du Nord et en Australie (Kirby 2004). La pêche pour le commerce des poissons d'aquarium peut appauvrir les récifs coralliens (Dee et al. 2014).

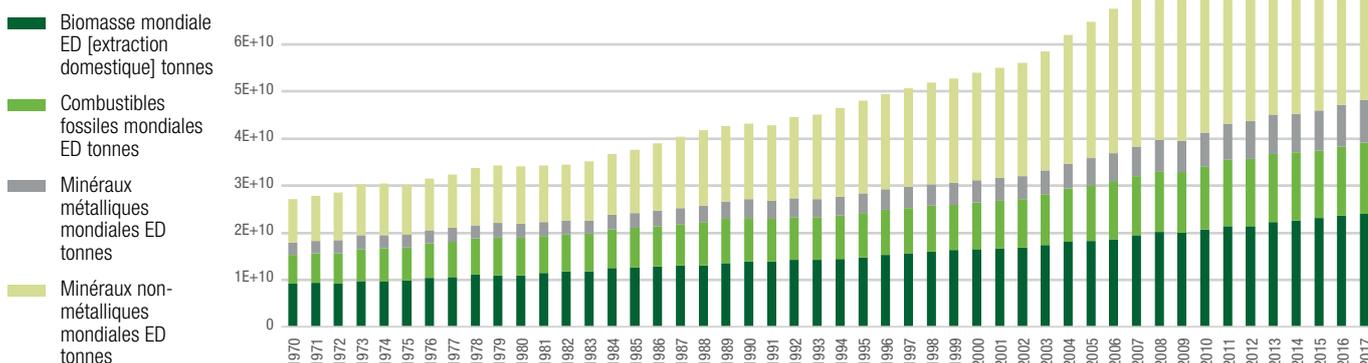
L'exploitation intensive du bois ou du charbon de bois dans les forêts marécageuses ou les mangroves peut entraîner des changements majeurs des caractéristiques écologiques (Walters 2005). Le prélèvement de coraux peut conduire à la dégradation et à la perte des récifs côtiers (Tsounis et al. 2007). Les tourbières sont vulnérables à l'extraction de la tourbe, au drainage et à l'exploitation du bois, par exemple à Bornéo (Miettinen et al. 2013). Le sol de nombreuses zones humides d'eau douce est utilisé pour la fabrication de briques (Santhosh et al. 2013).

L'extraction de sable et de gravier des rivières et des zones côtières est liée au développement urbain et dépasse maintenant l'extraction des combustibles fossiles et de la biomasse en masse totale extraite (figure 3.2 et Schandl et al. 2016). L'extraction de sable perturbe et détruit les habitats benthiques et affecte la qualité de l'eau en augmentant la quantité de sédiments en suspension, ce qui a de multiples impacts écologiques. En raison de la facilité d'accès à cette ressource, la réglementation est difficile à appliquer et les cas d'extraction illégale sont en augmentation (Torres et al. 2017).

Figure 3.2

Remarque : Les minéraux non métalliques comprennent le sable et le gravier pour le remblaiement et la construction, et dépassent maintenant les trois autres catégories.

Source : Schandl et al. (2016). Global material flows and resource productivity. Assessment Report for the UNEP International Resource Panel, UNEP.



Les polluants et les espèces exotiques dégradent de nombreuses zones humides

Les moteurs relatifs aux introductions incluent l'apport de nutriments, de substances chimiques et de déchets solides, ainsi que les dépôts atmosphériques et l'introduction d'espèces non indigènes.

L'excès de nutriments provenant des eaux usées, des déchets industriels, de l'agriculture ou de l'aquaculture entraîne une eutrophisation, et modifie la diversité biologique, la qualité de l'eau, la biomasse ainsi que les niveaux d'oxygène. En 2018, l'utilisation d'engrais dans le monde dépassera probablement 200 millions de tonnes par an, soit environ 25% de plus qu'en 2008 (FAO 2015, figure 3.3). Les dépôts atmosphériques d'azote ont des incidences sur les systèmes aquatiques et augmentent rapidement dans les pays ayant des économies à croissance rapide (Liu et al. 2011). L'enrichissement en nutriments stimule la croissance des algues et d'autres plantes ; et lorsque les plantes meurent, leur décomposition réduit la concentration en oxygène dans l'eau. Cela affecte de

nombreuses zones humides (Smith et al. 2006) ; par exemple lors des proliférations de cyanobactéries dans les lacs (Paerl & Otten 2013). L'hypoxie (manque d'oxygène) dans les écosystèmes côtiers a augmenté (Rabalais et al. 2010) ; et plus de 500 « zones mortes » côtières sont actuellement recensées (UNEP 2014a). Les systèmes récifaux sont affectés par l'augmentation des concentrations en sédiments ou en nutriments, provenant souvent de l'agriculture ou des infrastructures urbaines et portuaires (Wenger et al. 2015).

Les déchets marins et urbains nuisent aux zones humides côtières (Poeta et al. 2014). Il est estimé qu'entre 4,8 et 12,7 millions de tonnes de plastiques sont entrés dans le milieu marin en 2010 (Jambeck et al. 2015) ; ce qui représente 60 à 80% du total des débris marins. Outre les incidences physiques des plastiques, les effets toxicologiques des substances chimiques qui leur sont associées sont préoccupants (Beaman et al. 2016). Les activités industrielles, domestiques et agricoles libèrent des polluants, tels que des pesticides, qui entraînent un déclin de la diversité biologique, des populations et de la productivité (Zhang et al. 2011).

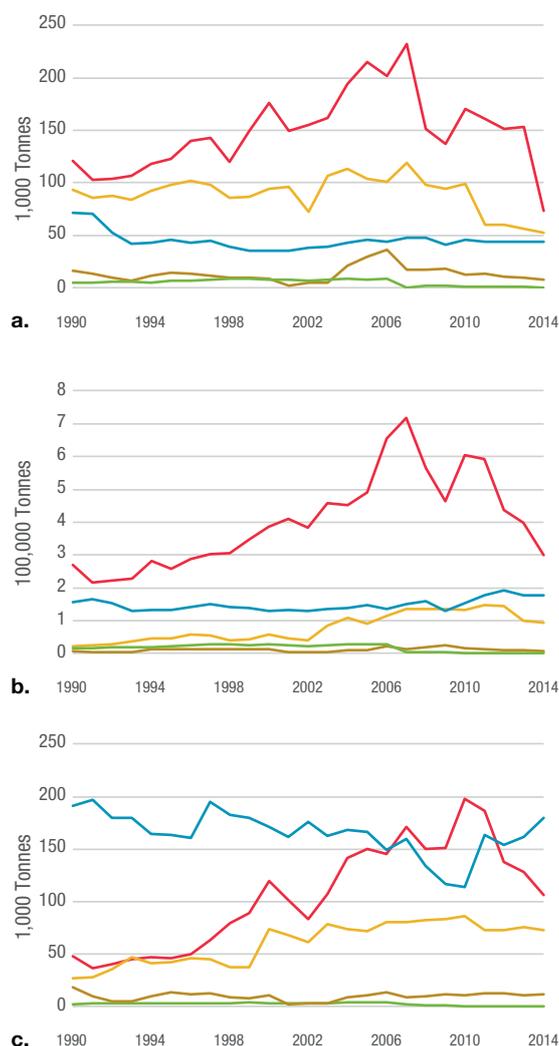
L'introduction d'espèces envahissantes peut perturber la structure trophique, les flux d'énergie et la composition en espèces ; c'est par exemple le cas avec les écrevisses envahissantes dans le delta de l'Okavango, au Botswana (Nunes et al. 2016). Le nombre d'espèces exotiques d'eau douce établies a augmenté, comme en Europe où elles ont suivi une croissance continue, en particulier au cours des 60 dernières années (Nunes et al. 2015). Les zones humides sont vulnérables aux espèces envahissantes, car la combinaison des sédiments, des nutriments et de l'eau crée des conditions favorables – parfois aidées par les perturbations – pour que ces espèces opportunistes prospèrent (Zedler & Kercher 2004). De nombreux lacs dans le monde souffrent de la colonisation par la jacinthe d'eau (*Eichornia crassipes*), originaire d'Amérique du Sud. De multiples moteurs ont des incidences sur le lac Victoria, en Afrique de l'Est, où l'introduction de la perche du Nil (*Lates niloticus*), l'eutrophisation, la sédimentation et les fluctuations du niveau de l'eau ont conduit à des changements écologiques drastiques (Kiwango & Wolanski 2008).

Dans les eaux marines peu profondes, les herbiers marins et les lits de varech, l'introduction de biotes ou les changements dans les espèces locales peuvent dégrader les écosystèmes (p. ex. les « déserts à oursins »). Le nombre d'espèces exotiques dans les écosystèmes marins a augmenté ; 140 espèces non indigènes ont par exemple été recensées dans la mer Baltique en Europe, dont 14 introduites entre 2011 et 2016 (HELCOM 2017).

Figure 3.3

Tendances dans l'utilisation de produits chimiques agricoles, 1990-2014. Source : FAO (2016). FAOSTAT Utilisation de pesticides. <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/RP>

Régions
 — Afrique
 — Amériques
 — Asie
 — Europe
 — Océanie



Les moteurs directs comprennent également des changements structurels de l'habitat

Les changements structurels altèrent les caractéristiques écologiques des zones humides et de leur environnement immédiat, par exemple par le drainage, la conversion ou le brûlage de la végétation des milieux humides. Cela conduit souvent à une perte de zones humides. La canalisation, l'inondation ou le comblement sont courants pour les cours d'eau et les plaines d'inondation. La conversion à d'autres utilisations des terres – telles que les plantations forestières, l'agriculture, l'urbanisation, l'enfouissement des déchets et la sédimentation excessive – est un moteur majeur de destruction des zones humides boisées. De nombreux marais sont menacés par le drainage, le comblement et la conversion en terres agricoles ou urbaines, même dans certaines zones humides emblématiques telles que le Parc national et site du patrimoine mondial de Doñana en Espagne (Zorrilla-Miras et al. 2014). Des zones humides tourbeuses d'eau douce sont converties à l'agriculture, à la fois dans les régions tempérées et sous les tropiques (Urák et al. 2017) ; des productions telles que celle de l'huile de palme exerçant des pressions particulièrement

fortes sur ces milieux (Koh et al. 2011). Les tourbières peuvent être détruites directement ou indirectement par le drainage, le comblement ou l'inondation, ou par des feux d'une fréquence et d'une intensité excessives (Turetsky et al. 2015). Une étude réalisée en Malaisie péninsulaire, à Sumatra et au Kalimantan a montré que la proportion de tourbières couvertes de forêts marécageuses tourbeuses est passée de 76% en 1990 à 41% en 2007 et 29% en 2015 (Miettinen et al. 2016).

Les zones humides côtières font également l'objet d'une conversion à grande échelle. Le drainage des zones intertidales, des marais salés et des lagunes, et l'excès d'ouvertures dans les barres d'estuaires peuvent avoir un impact sur les caractéristiques écologiques, tandis que, dans bien des cas, le remblaiement des terres détruit ou dégrade sévèrement l'écosystème (Murray et al. 2015). La conversion pour l'agriculture ou l'aquaculture est le principal moteur de la perte des mangroves (Thomas et al. 2017), notamment en Asie du Sud-Est (Richards & Friess 2016).



© Gabriel Mejia

Les moteurs directs de changement dans les zones humides

Le tableau 3.1 présente une analyse systématique des causes directes des changements d'origine anthropique dans les zones humides, avec une évaluation de leur importance (mondiale, régionale ou spécifique à certains sites), selon la division utilisée dans le texte principal des Perspectives mondiales des zones humides, pour l'ensemble des principaux types de zones humides de la classification de Ramsar. Il identifie les moteurs

pouvant causer des changements importants des caractéristiques écologiques ou la destruction des zones humides. Cette notation est qualitative et basée sur les connaissances des experts, et indique les moteurs connus dans un large éventail de contextes et de lieux. L'importance des moteurs peut varier dans certains contextes ou en fonction des caractéristiques locales particulières des sites.

Tableau 3.1

Les moteurs directs d'origine anthropique induisant des changements dans différents types de zones humides naturelles

Les moteurs pour chaque type de zone humide

- moteurs majeurs de changement ayant une répartition/importance mondiale
- moteurs significatifs de changement ayant une répartition/importance mondiale
- autres moteurs significatifs de changement à une échelle locale ou inconnue
- moteurs connus comme causant la destruction des zones humides.

		Régime physique					Extraction et prélèvement			Introduction			Modification structurelle			
		Volume d'eau	Fréquence d'inondation	Sédiment	Salinité	Température	Eau	Biote	Sol et tourbe	Nutriments	Substances chimiques	Espèces envahissantes	Déchets solides	Drainage	Conversion	Brûlage
Continental	Cours d'eau, plaines d'inondation	○	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	○	■	
	Lacs	○	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	○	■	
	Zones humides boisées	○	○	■	■	■	○	○	■	■	■	■	■	○	○	○
	Tourbières	■	■	■	■	■	○	○	■	■	■	■	■	○	○	○
	Marais (sur sol minéral)	○	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	○	○	■
	Eaux souterraines	■	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	○	○	■
Côtières	Estuaires, vasières intertidales, marais salés, lagunes	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	■	
	Mangroves	○	■	■	■	■	○	■	■	■	■	■	■	○	■	
	Systèmes récifaux (y compris récifs à bivalves & en eaux tempérées)	■	■	○	■	○	■	■	■	■	○	■	■	○	■	
	Dunes de sable, rivages rocheux, plages	■	■	○	■	■	■	■	■	■	■	■	■	○	■	
	Eaux marines peu profondes, herbiers marins, lits de varech	■	■	■	○	■	■	■	○	■	○	■	■	○	■	

Les moteurs indirects influent sur les zones humides par leurs effets sur les moteurs directs

Les moteurs analysés ici sont l'énergie hydraulique, la nourriture et les fibres, les infrastructures, et le tourisme. Ces éléments sont interconnectés et influencés par le changement climatique et la gouvernance. Ils sont fortement liés aux marchés, aux chaînes de valeur, aux conditions sociales générales et à la conscience environnementale des parties prenantes.

Le secteur de l'**énergie hydraulique** crée des barrages, des réservoirs, des digues et des infrastructures pour le stockage de l'eau, la prévention des inondations, l'hydroélectricité et l'irrigation. L'agriculture en est de loin le principal utilisateur, suivie par l'hydroélectricité, l'industrie et les usages domestiques. Les biocarburants et l'hydroélectricité sont de moins en moins considérés comme des énergies respectueuses du climat, en partie en raison de la forte utilisation d'eau qui leur est associée (Delucchi 2010).

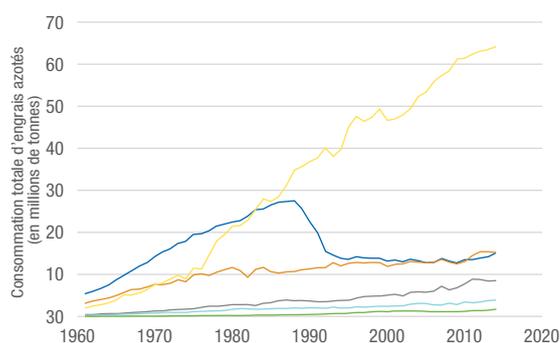
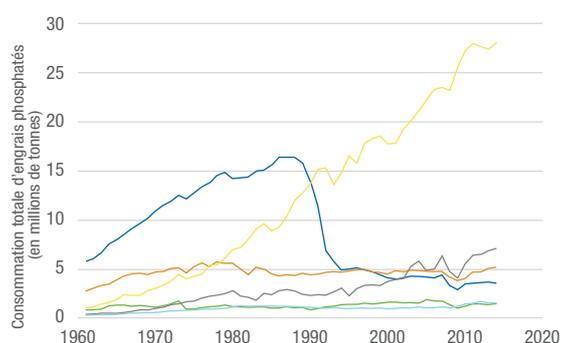
Le secteur de la production de **nourriture et de fibres** a une influence sur les zones humides à travers les politiques agricoles, la demande du marché et les changements dans l'utilisation des terres. En Asie, l'augmentation de la production provient de l'intensification et de l'utilisation accrue de produits agrochimiques (figure 3.4) ; en Amérique du Sud, elle repose davantage sur la mécanisation ; tandis qu'en Afrique, elle découle principalement de l'expansion des superficies

agricoles, affectant souvent les zones humides (OCDE/FAO 2016). L'aquaculture modifie le régime physique des zones humides et y introduit des nutriments, des substances chimiques et des espèces envahissantes, mais les impacts dépendent du système utilisé (p. ex. l'aquaculture en étang ou l'utilisation de cages flottantes) (FAO 2016b).

Les infrastructures comprennent les bâtiments, les pipelines, les ponts, les routes, les usines, les mines, les digues et les aéroports. Les zones urbaines bloquent l'écoulement de l'eau et des nutriments ainsi que les déplacements de la faune. L'exploitation minière endommage la structure des rivières, accroît la sédimentation et rejette des polluants, notamment du cyanure et du mercure pour l'extraction de l'or. Il est estimé qu'un kilogramme de mercure est déversé dans le milieu naturel pour chaque kilogramme d'or extrait en Amazonie (Ouboter et al. 2012). Les routes fragmentent les zones humides, affectant les habitats, les espèces et leurs migrations (Trombulak & Frissell 2000). La pollution liée à la circulation routière comprend les carburants et les lubrifiants et, dans les climats plus froids, le sel de voirie et les liquides de dégivrage (Herbert et al. 2015). La circulation routière génère du bruit, des perturbations lumineuses et de la mortalité animale par accident. Les routes ouvrent littéralement la voie aux espèces envahissantes, à la chasse et à la pêche.

Figure 3.4

Tendances de l'utilisation des engrais minéraux (azote et phosphore) de 1961 à 2014. Figure basée sur des données combinées sur les intrants agricoles (Engrais 2002-2014 et Archives pour les engrais 1961-2001) de FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/fr/#data>).



Les moteurs indirects de changement dans les zones humides

Le secteur du **tourisme** et des **loisirs** crée des infrastructures (p. ex. hôtels, terrains de golf, etc.) et augmente la pression humaine sur les zones humides, notamment à travers l'utilisation des ressources, la production de déchets et le dérangement. La pollution lumineuse marine augmente, avec près d'un quart (22,2%) du littoral mondial exposé à une lumière artificielle nocturne (Davies et al. 2014). Le tourisme induit également une augmentation du nombre d'espèces non indigènes (Anderson et al. 2015).

Le **changement climatique** a des incidences sur les volumes, les débits et la température de l'eau, la présence d'espèces envahissantes, l'équilibre des éléments nutritifs et le régime des incendies (Finlayson 2017). Il influe également sur les prises de décisions, par exemple en servant de justification à la construction de barrages hydroélectriques.

La **gouvernance** est une composante clé de la réussite de la gestion des zones humides (figure 3.7). Elle devrait être flexible, transparente, inclusive et responsable, en s'intéressant aux relations de pouvoir et à l'équité (Mauerhofer et al. 2015). Elle nécessite l'apprentissage et l'intégration de nouvelles connaissances, la mise en place de collaborations formelles et informelles, l'évaluation et l'adaptation (Mostert et al. 2007). Une bonne gouvernance est un véritable indicateur de la réussite de la conservation des zones humides (Amano et al. 2018), tandis qu'une gouvernance faible mène à des décisions à court terme, néglige les intérêts des groupes minoritaires, ou affaiblit les efforts de conservation (Adaman et al. 2009).

Le tableau 3.2 présente, en s'appuyant sur des avis d'experts, les relations entre les moteurs indirects et les moteurs directs de changement dans les zones humides naturelles présentés dans le tableau 3.1.

Tableau 3.2

Les moteurs indirects et leur influence sur les moteurs directs de changement dans les zones humides naturelles

Les moteurs pour chaque type de zone humide

- influence majeure ayant une répartition/importance mondiale
- influence significative ayant une répartition/importance mondiale
- autres influences significatives connues.

		Infrastructures pour l'énergie hydraulique	Nourriture et fibres				Infrastructures			Tourisme & loisirs	Effets locaux du changement climatique
			Agriculture	Foresterie	Aquaculture	Pêche	Industrie & exploitation minière	Transport (route, air, eau)	Construction		
Régime physique	Salinité										
	Volume d'eau										
	Fréquence d'inondation										
	Sédiment										
	Température										
Extraction et prélèvement	Eau										
	Sol et tourbe										
	Biote										
Introduction	Nutriments										
	Substances chimiques										
	Espèces envahissantes										
	Déchets solides										
Changement structurel	Drainage										
	Conversion										
	Brûlag										

Les grandes tendances mondiales ont des incidences directes et indirectes sur les moteurs de changement

Les grandes tendances mondiales sont des moteurs indirects qui influent sur tous les secteurs politiques et tous les domaines d'activité à l'échelle mondiale (EEA 2015, Hajkowicz et al. 2012, Naisbitt 1982). Bien qu'apparemment éloignées des moteurs directs de changement, elles ont des incidences sur les zones humides par le biais des prises de décisions et des comportements humains qu'elles suscitent.

La **démographie** et la **croissance de la population** sont à la base de nombreuses décisions en matière de production alimentaire et de développement des infrastructures. La population mondiale devrait atteindre 10 milliards de personnes d'ici le milieu du 21^e siècle (UN 2015b), avec la plus forte croissance dans les pays en développement. Dans les pays développés, la population devrait augmenter plus lentement, ou même diminuer. À court terme, l'absence de développement économique, associée à la dégradation de l'environnement, au changement climatique et parfois aux conflits, peut conduire à des migrations vers les pays développés (OCDE 2015b).

La **mondialisation** influe sur la plupart des autres grandes tendances et sur plusieurs moteurs indirects de changement des zones humides. En termes économiques, la mondialisation fait référence à l'intégration des économies nationales dans le commerce et les flux financiers internationaux (IMF 2002). Cependant, elle a également des

aspects culturels et politiques. Les transports et les télécommunications modernes ont accru les flux de personnes, de marchandises et de savoirs à travers le monde. Les gens se déplacent pour affaires ou pour le tourisme, ou parce qu'ils deviennent des migrants économiques. Les aliments et les biens sont produits dans des régions où les coûts de production sont faibles, puis sont expédiés à des consommateurs éloignés. La mondialisation peut avoir des avantages (développement économique, réduction de la pauvreté), mais risque d'accroître les pressions environnementales sur les zones humides. L'opposition aux accords commerciaux mondiaux s'est accrue, avec des politiques plus protectionnistes désormais visibles, tandis que la prise de conscience de l'inégalité de la répartition des richesses est également plus forte (Islam 2015).

L'**évolution des modes de consommation** est le résultat de la croissance démographique, de la mondialisation et du développement économique, et elle affecte finalement les zones humides. Dans les pays en développement, une classe moyenne en pleine croissance modifie les modes de consommation alimentaire et énergétique (Hubacek et al. 2007 ; OCDE/FAO 2016), augmentant la demande en infrastructures, en produits industriels et en eau, ainsi que la production de déchets et l'émission de gaz à effet de serre. La consommation de viande a par exemple une incidence considérable sur la demande en ressources, entraînant notamment un changement d'utilisation des terres pour produire



© Babak Mehrfarshar



© Mats Rosenberg

des pâturages et du soja nécessaires à l'alimentation animale. Elle accroît notamment l'utilisation d'eau. La production de viande de bœuf, de volaille et de porc exige davantage de ressources que les aliments d'origine végétale (Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification 2017).

L'urbanisation crée des pressions sur les zones humides, en particulier sur les zones côtières et les deltas des fleuves. D'ici à 2050, les deux tiers de la population mondiale devraient vivre dans des zones urbaines (UN 2015a). Dans les pays en développement, la population urbaine doublera probablement, en raison des possibilités économiques qu'offrent les villes, de la mécanisation agricole qui réduit l'emploi rural et de la dégradation de l'environnement qui raréfie les moyens d'existence en milieu rural (EEA 2015). Alors que l'urbanisation offre un potentiel d'utilisation efficace des ressources, la rapidité de la croissance urbaine entraîne souvent un développement mal réglementé des zones périurbaines, avec des incidences sociales et environnementales préjudiciables (McInnes 2013). L'urbanisation altère les zones humides en raison de la modification de la connectivité hydrologique, de la dégradation des habitats, de l'altération des nappes phréatiques et de la saturation des sols, de la pollution et, finalement, en affectant la richesse et l'abondance des espèces (Faulkner 2004).

Changement climatique. Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a estimé que le changement climatique réduirait considérablement les ressources en eau de surface et en eau souterraine dans les régions subtropicales sèches, intensifiant ainsi la concurrence pour l'eau ; augmentant le risque d'extinction des espèces d'eau douce, en particulier en raison des effets synergiques avec d'autres moteurs ; entraînant un « risque élevé de

bouleversement brutal et irréversible à l'échelle régionale de la composition, la structure et les fonctions des (...) écosystèmes dulcicoles, y compris les milieux humides » ; et endommageant les écosystèmes côtiers par l'élévation du niveau marin (GIEC 2014, Moomaw et al. 2018). Les réponses peuvent être à la fois négatives et positives pour les zones humides. L'augmentation de la production d'hydroélectricité ou de biocarburants peut entraîner une perte de zones humides, tandis que le rôle des zones humides dans le stockage du carbone peut en favoriser la conservation et la restauration (Moomaw et al. 2018).

Sensibilisation à l'environnement et importance des zones humides. Bien que l'importance de la gestion des écosystèmes soit depuis longtemps ancrée dans de nombreuses cultures traditionnelles, des politiques et législations environnementales formelles ont commencé à se développer au 19^e siècle en réponse aux problèmes environnementaux de l'industrialisation (par exemple, la pollution atmosphérique due à la combustion du charbon au Royaume-Uni ; Brimblecombe 2011). La prise de conscience du fait que le bien-être humain à l'ère industrielle dépend encore des écosystèmes a abouti à des concepts tels que « l'approche écosystémique » (Smith & Maltby 2003) et « l'utilisation rationnelle » (Finlayson et al. 2011, Convention de Ramsar 2005). Au cours des 30 dernières années, l'acceptation générale des services écosystémiques des zones humides et de leurs multiples valeurs s'est développée. Cependant, l'intégration complète des valeurs des zones humides dans les politiques économiques et les prises de décisions reste difficile (Finlayson et al. 2018), soulignant la nécessité de poursuivre les efforts de sensibilisation des décideurs et de la société civile (Gevers et al. 2016).

L'évaluation des moteurs de la dégradation et de la perte des zones humides

Si l'évaluation qualitative des moteurs de la dégradation et de la perte des zones humides figurant dans les tableaux 3.1 et 3.2 est précieuse, davantage de données quantitatives sur ces moteurs sont nécessaires aux prises de décisions et à l'élaboration de politiques. Les données de télédétection ou de modélisation peuvent également être utilisées pour l'évaluation et la mesure intégrées d'une typologie des moteurs (p. ex. Tessler et al. 2016), et permettre une application aux zones humides comme indiqué dans MacKay et al. (2009).

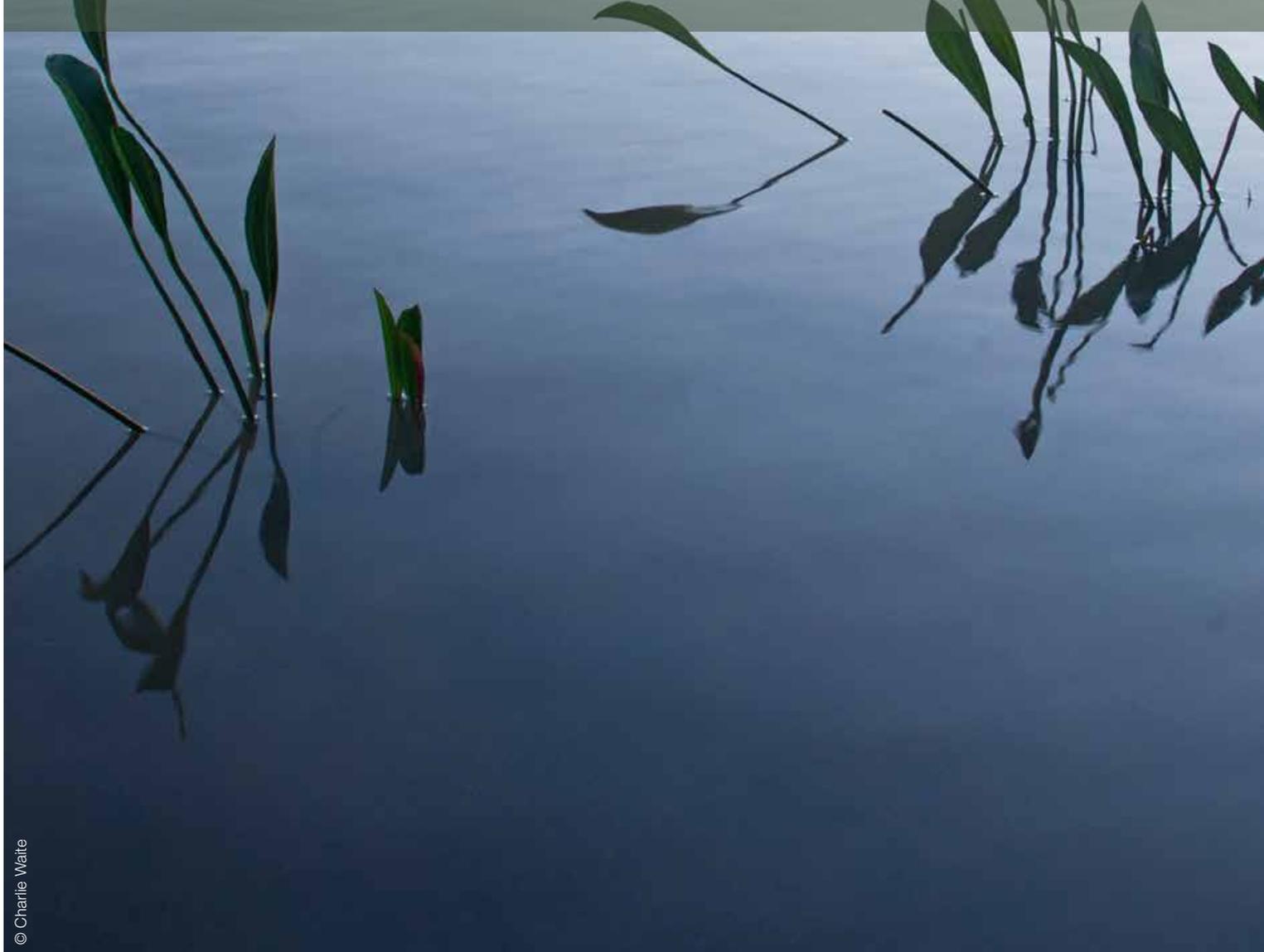
Les meilleures estimations quantitatives des moteurs de changement sont peut-être faites dans le cadre des efforts de modélisation, en particulier à travers l'utilisation des modèles hydrologiques à l'échelle des bassins versants et à l'échelle mondiale (van Beek et al. 2011 ; Wissler et al. 2010), des modèles d'estimation des exportations de nutriments des rivières (Mayorga et al. 2010) et des modèles mondiaux d'étude de la biodiversité aquatique (Janse et al. 2015). Ces modèles calculent divers moteurs directs de changement des zones humides, tels que le débit des rivières et les charges de sédiments et de nutriments. Ils sont souvent intégrés dans des cadres de modélisation plus vastes qui simulent des moteurs indirects de changement tels que le climat, la population et les scénarios politiques. En tant que tels, ils peuvent être utilisés pour optimiser l'utilisation durable dans les zones humides (Sabo et al. 2017). Les prédictions des modèles et l'impact de la modélisation sur la détermination des compromis et les prises de décisions bénéficieraient généralement d'un meilleur suivi et d'un meilleur traitement des données sur les moteurs des zones humides.



© Joseph Kakkassery

4. RÉPONSES

Les réponses doivent relever de nombreux défis simultanés. Le renforcement du réseau des Sites Ramsar et d'autres zones protégées et conservées garantit un cadre pour la conservation. L'intégration des zones humides dans le Programme de développement pour l'après-2015 et les Objectifs de développement durable contribueront à parvenir à une utilisation rationnelle. Ramsar dispose de plusieurs mécanismes pour répondre aux problèmes et mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs. D'autres outils sont également nécessaires : des instruments juridiques et politiques, des incitations économiques et financières, et une production durable. Le renforcement des capacités et l'encouragement de perspectives diverses sont tous deux essentiels à la réussite.



Relever les multiples défis



© Michael Abhiseka Wasasajati

La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides sont au cœur du développement durable. La Convention de Ramsar s'articule autour de trois piliers : l'utilisation rationnelle de toutes les zones humides, la désignation et la conservation des Sites Ramsar, et la promotion de la gestion transfrontalière. Le *Plan stratégique Ramsar 2016-2024* a quatre buts étroitement liés : la lutte contre la perte et la dégradation des zones humides, la conservation et la gestion efficace du réseau de Sites Ramsar, l'utilisation rationnelle de toutes les zones humides, et l'amélioration de la mise en œuvre. Chacun des 19 objectifs connexes est lié aux Objectifs de développement durable (ODD) des Nations Unies et à au moins 65 des cibles de ces ODD.

L'état de conservation des zones humides mondiales donne à réfléchir, car ces zones sont en difficulté dans de nombreuses régions, ce qui a d'importantes implications pour toute la société. Inverser la tendance à la dégradation et à la perte des zones humides est essentiel. Quelques réponses sont présentées dans la section suivante.

Les institutions et la gouvernance sont les pierres angulaires de toute stratégie visant à conserver les écosystèmes humides essentiels comme les Sites Ramsar et d'autres aires protégées, notamment à travers de nouveaux outils tels que la démarche des « autres mesures de conservation efficaces par zone ». L'intégration aux stratégies de développement durable est nécessaire, en tant qu'élément d'un engagement à conserver et utiliser toutes les zones humides de façon rationnelle,

parallèlement au renforcement des cadres politiques et législatifs pour la conservation et l'utilisation rationnelle.

La gestion est nécessaire, et les décennies d'expérience de Ramsar en matière de conservation et d'utilisation rationnelle des zones humides constituent les bases d'une meilleure gestion partout dans le monde. Veiller à ce que les zones humides figurent dans la planification à l'échelle du paysage est une étape cruciale, tout en intégrant un large éventail de parties prenantes dans le processus et en veillant à ce que les diverses perspectives soient entendues et prises en compte.

L'investissement est essentiel, de la part des gouvernements et des autres parties prenantes, tout en reconnaissant le rôle que jouent les zones humides en tant qu'infrastructures naturelles. Parallèlement au soutien financier direct, diverses incitations économiques plus larges peuvent conduire à de meilleures pratiques de gestion. Les approches durables de la production et de la consommation permettent à l'industrie de contribuer à relever les défis des zones humides.

L'acquisition de connaissances est un élément clé, à la fois pour la recherche et les inventaires actuels, mais aussi pour améliorer la communication vers un large public. Les nouvelles technologies et l'expansion de la science citoyenne contribueront à combler les lacunes dans les connaissances actuelles.

Améliorer le réseau des Sites Ramsar

L'une des réponses nationales cruciales est la désignation de zones humides d'importance internationale en tant que Sites Ramsar, ainsi que leur gestion pour maintenir leurs caractéristiques écologiques. La Liste *Ramsar des zones humides d'importance internationale* est l'un des plus grands réseaux d'aires protégées au monde (Pitcock et al. 2014). Des études menées en Afrique (Gardner et al. 2009), au Canada (Lynch-Stewart 2008) et aux États-Unis d'Amérique (Gardner & Connolly 2007) soulignent les multiples avantages de la désignation, notamment : la sensibilisation du public à l'importance de sites particuliers et des zones humides en général ; le soutien croissant à la protection et à la gestion ; l'influence des décisions relatives à l'utilisation des terres, l'acquisition de terrains et les évaluations environnementales ; le renforcement des possibilités de financement ; et l'encouragement de l'écotourisme et de la recherche. Le Secrétariat Ramsar a compilé des études de cas portant sur ces avantages dans les Amériques (Rivera & Gardner 2011).

Plus de 2300 Sites Ramsar ont été désignés, couvrant plus de 250 millions d'hectares, soit environ 13 à 18% des zones humides terrestres et côtières (Davidson & Finlayson 2018). La figure 4.1 illustre cette augmentation constante au cours du temps, bien qu'un ralentissement soit apparu dans les années 2010. La figure 4.2 compare les Sites

Ramsar par région. Alors que l'Europe a le plus grand nombre de sites, l'Afrique en a la plus grande superficie.

De nombreux autres sites pourraient être désignés au titre de Ramsar. Seulement 24% des Zones importantes pour les oiseaux et la biodiversité répondant aux critères Ramsar ont été entièrement ou partiellement désignées. La couverture la plus élevée est en Afrique et en Europe (30% des ZICO) et la plus faible en Asie (12%). Les Zones clés pour la biodiversité (IUCN 2016) sont également des sites potentiels et leur désignation pourrait soutenir les Objectifs de développement durable, le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe et l'Accord de Paris sur le changement climatique.

La désignation de sites peut renforcer la coopération internationale, assurant ainsi le flux transfrontalier des services écosystémiques. Quelque 234 Sites Ramsar contiennent des zones humides transnationales, bien que, dans la plupart des cas, un seul pays ait désigné la partie se trouvant sur son territoire (Griffin & Ali 2014). Lorsque la zone a été entièrement désignée par les deux pays ou l'ensemble des Parties contractantes, les autorités peuvent officialiser la collaboration en désignant un « site Ramsar transfrontalier ». Il existe ainsi 20 Sites Ramsar transfrontaliers, dont 2 en Afrique et 18 en Europe.

Figure 4.1

Nombre et superficie des Sites Ramsar à l'échelle mondiale. Source : RSIS.

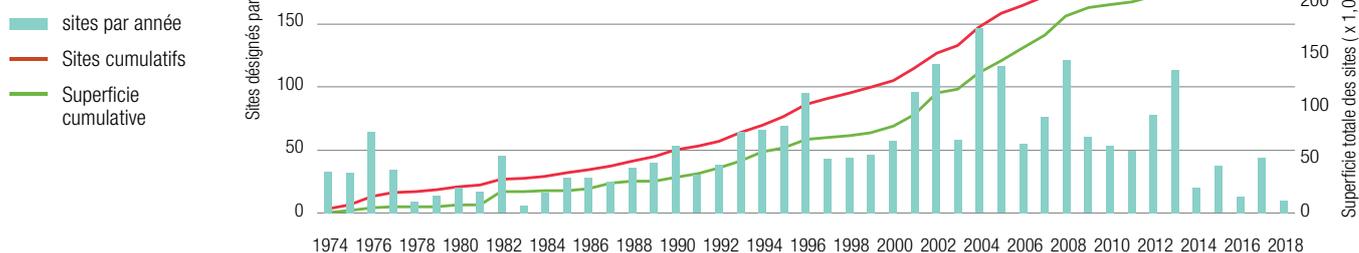
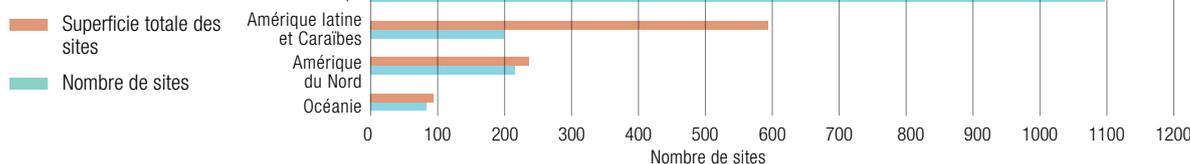


Figure 4.2

Nombre et superficie des Sites Ramsar par région. Source : RSIS.



Améliorer la couverture des zones humides dans les zones de conservation

Les zones humides d'eau douce et les zones marines peuvent se trouver dans des aires protégées par la loi qui ne sont pas des Sites Ramsar. Les aires marines protégées comprennent souvent des zones que Ramsar définit comme des zones humides, telles que les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers marins. Leur conservation peut être renforcée par des réglementations appliquées strictement et interdisant tout prélèvement, mais aussi par leur taille (plus elles sont vastes mieux c'est) et par leur isolement (Edgar et al. 2014).

Une large gamme d'autres modèles est appliquée. Les Philippines utilisent un système de gestion communautaire des forêts pour promouvoir l'utilisation durable, en accordant aux communautés locales des droits fonciers sur les mangroves. Les communautés mettent en œuvre un plan de gestion approuvé et, en retour, peuvent bénéficier de droits de pêche exclusifs (Carandang 2012). L'Australie a établi des zones protégées autochtones dans lesquelles les groupes autochtones gèrent de manière volontaire leurs

La désignation Ramsar répond à de nombreux objectifs du Plan stratégique Ramsar dont l'Objectif 5 (maintien des caractéristiques écologiques), l'Objectif 9 (gestion intégrée des ressources) et l'Objectif 12 (restauration). Il contribue au premier Objectif d'Aichi pour la biodiversité ; à l'ODD 6.6 « protéger et restaurer les écosystèmes liés à l'eau, y compris les montagnes, les forêts, les zones humides, les rivières, les aquifères et les lacs » ; et à l'ODD 15.1 « garantir la préservation... des écosystèmes terrestres et des écosystèmes d'eau douce ».

terres pour la conservation de la biodiversité et de la culture. L'élaboration et l'adoption d'un plan de gestion constituent ici aussi une étape clé vers l'approbation (Davies et al. 2013). Il existe encore d'autres exemples et notamment le Réseau mondial des aires et territoires du patrimoine autochtone et communautaire (APAC) comme les APAC du Sénégal (Cormier-Salem 2014).

Certaines Parties contractantes encouragent la désignation d'aires protégées privées (Stolton et al. 2014). En Colombie par exemple, plus de 385 familles sont parties prenantes dans des réserves naturelles privées visant à améliorer les zones tampons autour du Site Ramsar de la lagune de La Cocha (Bonells 2012).

Une nouvelle définition des « autres mesures de conservation efficaces par zone » est également en train d'émerger en vertu de la Convention sur la diversité biologique. Elle décrit les sites qui ne sont pas des aires protégées, mais qui procurent sur le long terme des avantages mesurables pour la biodiversité, ce qui comprendra de nombreux Sites Ramsar ne bénéficiant d'aucun statut d'aire protégée (IUCN 2018).

L'Objectif 6 du Plan stratégique Ramsar appelle à la croissance du réseau Ramsar et l'Objectif 14 souligne les orientations scientifiques. L'ODD 14.5 demande aux gouvernements de « préserver au moins 10% des zones marines et côtières, conformément au droit national et international et compte tenu des meilleures informations scientifiques disponibles » d'ici à 2020. Cela correspond à l'Objectif d'Aichi 11.

ETUDE DE CAS: INDICE DES OISEAUX SAUVAGES POUR LES ESPÈCES DES ZONES HUMIDES EN AMÉRIQUE DU NORD

Les espèces inféodées aux zones humides en Amérique du Nord ont augmenté de plus de 30% depuis 1968 – en grande partie grâce aux mesures de conservation

Plus de 40 millions d'hectares de zones humides sont conservés par des aires protégées fédérales, des zones de gestion des espèces sauvages à l'échelle locale ou de chaque État, et des projets du *Wetland Reserve Program* sur des terrains privés. Cette protection a entraîné une

augmentation des effectifs d'oiseaux inféodés aux zones humides. L'Indice Oiseaux sauvages en Amérique du Nord relatif à l'abondance moyenne de 87 espèces a augmenté de plus de 30% depuis 1968 (voir la figure 4.3). Les populations de canards colverts ont par exemple dépassé de 42% leur moyenne à long terme. Cependant, les populations d'oiseaux sont toujours en déclin là où les zones humides continuent de disparaître.

Source : BirdLife International (2015) ; North American Bird Conservation Initiative (2014).

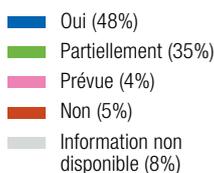
Intégrer les zones humides dans la planification et la mise en œuvre du Programme de développement pour l'après-2015

Les cadres politiques internationaux adoptés par les États membres en 2015, le Programme de développement durable à l'horizon 2030 et ses Objectifs de développement durable, l'Accord de Paris sur le changement climatique et le Cadre d'action de Sendai pour la réduction des risques de catastrophe offrent la possibilité d'honorer les engagements nationaux. L'intégration de l'utilisation rationnelle des zones humides dans les politiques, programmes et systèmes d'indicateurs nationaux et sectoriels est un besoin crucial. Une collaboration accrue entre les agences de développement, humanitaires et environnementales peut garantir la cohérence de l'approche.

Un des indicateurs figurant dans le *Plan stratégique Ramsar pour 2016-2024* est le pourcentage de pays ayant inclus les questions relatives aux zones humides dans leurs politiques ou mesures nationales sur l'agriculture. En 2018, près de la moitié des Parties contractantes ayant soumis des rapports nationaux ont déclaré que les zones humides sont maintenant incluses dans leurs politiques nationales ou leurs mesures relatives à l'agriculture.

L'Objectif d'Aichi 6 stipule que : « d'ici à 2020, tous les stocks de poissons et d'invertébrés et plantes aquatiques sont gérés et récoltés de manière durable, légale et en appliquant des approches fondées sur les écosystèmes. »

Figure 4.3
Intégration des zones humides dans les politiques ou mesures nationales relatives à l'agriculture



Un nombre croissant de gouvernements intègrent les zones humides dans leurs politiques de réduction des risques de catastrophe, comme le Programme de prévention des catastrophes et de rétablissement aux Philippines, et le Plan national de gestion des catastrophes en Inde.

Encadré 4.1

ÉVITER LES DOMMAGES CAUSÉS PAR LES POLITIQUES ET OBJECTIFS RELATIFS AUX ÉNERGIES RENOUVELABLES

Pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, de nombreux pays ont adopté des lois, politiques et objectifs qui encouragent l'utilisation d'énergies renouvelables, dont les biocarburants et l'énergie hydroélectrique. Les Résolutions Ramsar X.25 et XI.10 expriment des préoccupations sur le fait que des zones humides peuvent être converties pour la production d'énergie au détriment d'autres services écosystémiques. Certains pays exigent l'utilisation de critères de durabilité pour assurer la protection de la biodiversité. L'Union européenne s'est par exemple fixé un objectif indiquant que d'ici à 2020, 10% du carburant utilisé pour les transports dans chaque État membre proviendra de sources renouvelables,

comme les biocarburants, mais précise que « les biocarburants ne peuvent pas être cultivés dans des zones converties qui étaient auparavant des terres retenant des stocks de carbone élevés, tels que des zones humides ou des forêts » (European Commission 2017). L'hydroélectricité à grande échelle a des répercussions sur les régimes d'écoulement de nombreux cours d'eau, et des institutions transnationales, comme la Commission du fleuve Mékong, existent en partie pour négocier des accords sur de telles utilisations. La Résolution Ramsar X.19 appelle les pays à prendre en compte, à travers l'approche du « chemin critique », la protection et la gestion des zones humides dans l'exploitation des barrages.

Ramsar joue un rôle clé dans le soutien aux Objectifs de développement durable

17. PARTENARIATS POUR LES OBJECTIFS

La Convention de Ramsar travaille en partenariat avec d'autres AME pour aider les gouvernements à atteindre les ODD.

16. PAIX, JUSTICE & INSTITUTIONS FORTES

Le maintien de zones humides saines contribue à la paix et à la sécurité.

15. VIE TERRESTRE

40% de toutes les espèces dans le monde vivent et se reproduisent dans des zones humides.

14. VIE AQUATIQUE

Les zones humides soutiennent la vie aquatique.

13. ACTION DU CLIMAT

Les tourbières ne couvrent que 3% de la surface terrestre mondiale, mais stockent deux fois plus de carbone que la biomasse forestière.

12. CONSOMMATION & PRODUCTION RESPONSABLES

Les zones humides correctement gérées peuvent soutenir durablement les populations en augmentation.

11. VILLES ET COMMUNAUTÉS DURABLES

Les zones humides urbaines jouent un rôle crucial pour rendre les villes sûres, résilientes et durables.

10. RÉDUCTION DES INÉGALITÉS

Les femmes ont des connaissances essentielles sur les ressources en eau et sont la clé d'une utilisation durable et rationnelle des zones humides.

9. INDUSTRIE, INNOVATION & INFRASTRUCTURE

Les zones humides saines forment un tampon naturel permettant d'amortir un nombre croissant de catastrophes naturelles.

1. PAUVRETÉ ZÉRO

Plus d'un milliard de personnes dépendent des zones humides pour vivre.

2. FAIM ZÉRO

Le riz, cultivé dans les rizières, est l'aliment de base de 3,5 milliards de personnes.

3. SANTÉ & BIEN-ÊTRE

La moitié des touristes internationaux séjournent dans les zones humides, en particulier les zones côtières.

4. ÉDUCATION DE QUALITÉ

L'accès à l'eau potable et l'amélioration des résultats scolaires, en particulier ceux des filles, sont corrélés.

5. ÉGALITÉ DES SEXES

Les femmes jouent un rôle central dans la fourniture, la gestion et la protection de l'eau.

6. QUALITÉ DE L'EAU & ASSAINISSEMENT

Presque toute la consommation mondiale d'eau douce provient directement ou indirectement de zones humides.

7. ÉNERGIE PROPRE ET ABORDABLE

La gestion durable de l'eau en amont peut fournir une énergie propre et abordable.

8. TRAVAIL DÉCENT & CROISSANCE ÉCONOMIQUE

Les zones humides soutiennent 266 millions d'emplois dans le tourisme et les voyages.

Les zones humides et les ODD

Renforcer les dispositions juridiques et politiques pour la sauvegarde des zones humides

Les zones humides peuvent être protégées par des instruments juridiques et politiques à différentes échelles. Ces instruments comprennent des lois et politiques relatives à la biodiversité et spécifiques aux zones humides, des lois et politiques de contrôle de la pollution, et des processus d'évaluation environnementale. Pour être efficaces, de telles lois devraient s'appliquer à tous les secteurs. En fin de compte, une bonne gouvernance est à la base de la réussite de la mise en œuvre de toutes les options politiques, juridiques et réglementaires (Millennium Ecosystem Assessment 2005). Les évaluations environnementales stratégiques peuvent renforcer les politiques, les programmes et les plans susceptibles d'avoir une incidence sur les zones humides à l'échelle du paysage.

Le nombre de pays ayant établi une politique nationale s'appliquant aux zones humides, ou un instrument similaire, augmente progressivement : en 1990, aucune Partie ne disposait d'instrument de ce type. En 2018, 73 Parties indiquaient avoir adopté une politique de ce type et 18 autres déclaraient que des éléments étaient progressivement mis en place (figure 4.4). Il importe que ces politiques soient intégrées dans des plans nationaux élaborés conformément aux Objectifs de développement durable.

Les lois nationales sur les zones humides et la biodiversité reposent fréquemment sur un cadre visant à « éviter-réduire-compenser » (Gardner et al. 2012) faisant souvent partie d'un processus d'autorisation d'activités de développement. La nécessité d'éviter la perte de zones humides est généralement identifiée comme un impératif. Les pertes inévitables devraient être atténuées et compensées, par exemple, par des projets de restauration. L'évitement peut ne pas être possible en raison du changement climatique causé par l'homme (Finlayson et al. 2017).

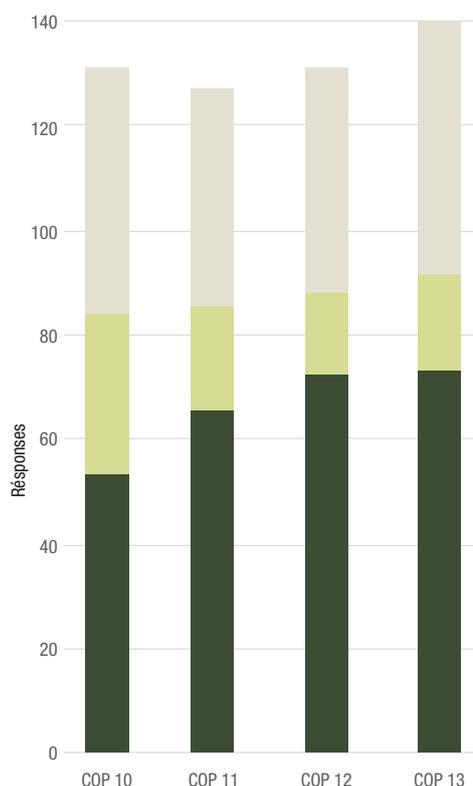
Certains pays utilisent des mesures compensatoires en zones humides (*wetland banking* ou *wetland mitigation banking*) pour compenser les impacts sur les zones humides (Hough & Robertson 2009). Au niveau le plus simple, des crédits de compensation sont générés lorsqu'une entité restaure, améliore, crée et/ou préserve des zones humides. Ces crédits sont vendus aux promoteurs pour compenser les impacts négatifs affectant le même type d'habitat dans un autre lieu.

Les programmes de compensation pour la biodiversité sont similaires dans leur concept, mais ont un objectif plus large que les zones humides (OECD 2016). L'annexe de la Résolution Ramsar XI.9 note que « *comme pour toute forme de compensation, ces approches ne doivent pas être utilisées de manière à circonvenir le devoir d'éviter les impacts sur les zones humides et la préférence doit être donnée à la compensation de la perte d'une zone humide par une zone humide d'un type semblable, dans le même bassin versant local, remédiant ainsi à la fois à la perte de superficie et de fonctions* ».

Les espèces envahissantes sont l'une des principales menaces pour les zones humides. Ramsar prie instamment les pays d'identifier, prévenir, éradiquer et contrôler les espèces exotiques envahissantes des zones humides. En 2018, 40% des Parties ont signalé qu'elles disposaient d'un inventaire national exhaustif des espèces exotiques envahissantes affectant les zones humides. Seulement 26% des Parties ont établi des politiques ou des lignes directrices nationales sur le contrôle et la gestion des espèces envahissantes dans les zones humides. L'Union européenne a adopté une législation complète, qui comprend l'élaboration d'une liste des espèces exotiques envahissantes préoccupantes (Genovesi et al. 2014). Plus de 75% d'entre elles sont liées aux zones humides. Le renforcement de telles interventions est urgent.

Figure 4.4
Une politique nationale relative aux zones humides (ou un instrument similaire) a-t-elle été mise en place?

■ Oui
■ En cours
■ Non



Objectif : aucune perte nette

Encadré 4.2

« AUCUNE PERTE NETTE »

Le principe « Aucune perte nette » est une politique gouvernementale visant l'absence de perte nette de surface et/ou de caractéristiques écologiques des zones humides à une échelle géographique donnée (souvent nationale). Les impacts sur les zones humides peuvent être autorisés, mais une compensation (par la restauration ou la création) est requise pour les contrebalancer, pas nécessairement site par site, mais pour l'ensemble des ressources des zones humides. Une politique « Aucune perte nette » peut être limitée à un programme particulier, à un ensemble de zones humides ou à une juridiction.

Cela peut être une façon de mettre en œuvre des principes d'utilisation rationnelle. Cependant,

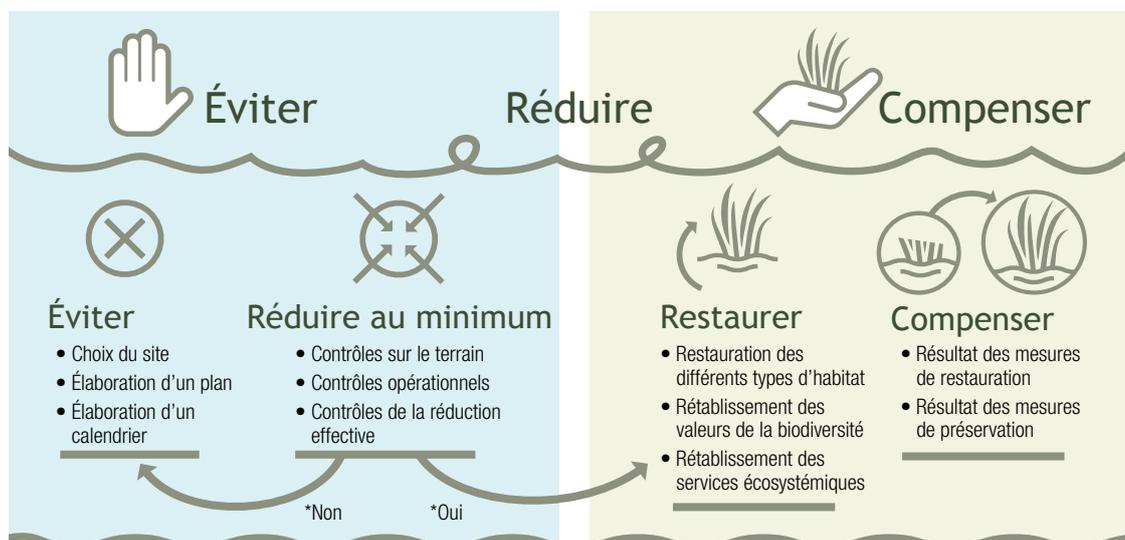
aucune étude ne permet actuellement de savoir si les Parties contractantes appliquant de telles politiques ont atteint cet objectif non seulement pour les zones humides elles-mêmes, mais également pour leurs fonctions. Un suivi plus approfondi de l'efficacité est requis. Une politique « Aucune perte nette » ne devrait pas être mise en œuvre si elle réduit le principal impératif qui est d'éviter tout impact sur les zones humides naturelles (Ramsar 2012). Par conséquent, la Convention de Ramsar encourage une approche « sans perte » plus large et plus forte.

Bien qu'étant souvent défini de manière vague, le concept « Aucune perte nette » a été adopté pour les compensations de la biodiversité dans plus de 80 pays (Maron et al. 2018).

Le Plan stratégique Ramsar aborde les avantages pour les zones humides (Objectif1), les besoins des écosystèmes de zones humides (Objectif 2) et l'engagement des secteurs public et privé (Objectif 3) parmi d'autres questions relatives aux politiques. Les politiques « Aucune perte nette » ne prennent pas en compte l'Objectif d'Aichi 5 stipulant « le rythme d'appauvrissement de tous les habitats naturels (...) est réduit de moitié au moins et si possible ramené à près de zéro ».

L'ODD 6.3 inclut une demande visant à « améliorer la qualité de l'eau en réduisant la pollution » et l'ODD 15.8 appelle les pays à « prendre des mesures pour empêcher l'introduction d'espèces exotiques envahissantes, atténuer sensiblement les effets que ces espèces ont sur les écosystèmes terrestres et aquatiques... »

Figure 4.5
Hiérarchie d'atténuation



*La mise en place de mesures peut-elle permettre de gérer de manière appropriée les incidences possibles?

Mettre en œuvre les Lignes directrices Ramsar pour parvenir à une utilisation rationnelle

Ramsar a adopté un large éventail d'orientations qui soutiennent l'utilisation rationnelle des zones humides. Le concept est au cœur de la philosophie et de la pratique de la Convention. Les *Manuels pour l'utilisation rationnelle* ainsi

que les résolutions des Conférences des Parties à la Convention de Ramsar, rassemblent les orientations et les recommandations sur les meilleures pratiques, comme indiqué dans le tableau 4.1.

Tableau 4.1
Meilleures pratiques de la Convention de Ramsar

Problématiques	Orientations pertinentes pour :		
	Désignation de Sites Ramsar	Utilisation rationnelle de toutes les zones humides	Coopération internationale
Manuels Ramsar			
Utilisation rationnelle des zones humides			
Politiques nationales sur les zones humides			
Lois et institutions			
Grippe aviaire et zones humides			
Partenariats			
CESP-zones humides :Le Programme de communication, éducation, sensibilisation et participation (CESP) de la Convention			
Compétences participatives			
Orientations relatives à l'eau			
Gestion des bassins hydrographiques			
Attribution et gestion de l'eau			
Gestion des eaux souterraines			
Gestion des zones côtières			
Inventaire, évaluation et suivi			
Besoins en données et informations			
Inventaire des zones humides			
Évaluation des impacts			
Inscription de Sites Ramsar			
Gestion des zones humides			
Réagir aux changements dans les caractéristiques écologiques des zones humides			
Coopération internationale			
Résolutions Ramsar			
Changement climatique			
Conservation des tourbières			
Réduction des risques de catastrophes			
Évaluation des zones humides			
Tourisme			
Énergie			
Industries d'extraction			



© Adobe Stock/ magspace

Encadré 4.3

EAUX SACRÉES

Différents systèmes de croyances peuvent influencer sur la gestion des zones humides, à la fois positivement et négativement. Beaucoup de zones humides (lacs, rivières, sources, etc.) sont considérées comme sacrées par les religions majeures et mineures dans le monde entier ; et le caractère sacré confère souvent une obligation de protection qui peut assurer la conservation et la bonne gestion. Une décision de justice de 2017 qui reconnaît le fleuve Gange comme ayant les droits d'une

entité vivante (Kothari & Bajpai 2017) fait partie d'une série d'initiatives politiques fondées sur des valeurs sacrées. Un tel effet juridique peut également être donné à d'autres pratiques et croyances traditionnelles, comme lorsque le parlement néo-zélandais a accordé en 2017 la personnalité juridique à la rivière Whanganui que le peuple maori considère comme sacrée. La communauté et le gouvernement nommeront chacun un membre pour représenter les intérêts du fleuve (ABC 2017).

La désignation d'un site Ramsar ou d'une aire protégée n'assure pas nécessairement une bonne conservation. L'efficacité de la conservation est étroitement liée à la planification de la gestion (Leverington et al. 2010). Les Sites Ramsar dotés de plans de gestion ont de meilleurs résultats que ceux qui n'en ont pas. La croissance des populations d'oiseaux d'eau hivernants est par exemple plus élevée sur les Sites Ramsar méditerranéens dotés d'un plan de gestion mis en œuvre de manière efficace (Korichi & Treilhes 2013). On note cependant que moins de la moitié des Sites Ramsar sont dotés d'un plan de gestion effectivement mis en œuvre.

La formation et le renforcement des capacités sont promus par quatre Centres régionaux Ramsar pour l'hémisphère occidental, l'Afrique de l'Est, l'Asie centrale et de l'Ouest, et l'Asie de l'Est. Le Centre régional pour l'Asie de l'Est a par exemple parrainé la participation d'experts nationaux à un atelier de formation sur la mise en œuvre de la Convention de Ramsar, au cours duquel ont notamment été traités les problèmes de désignation et de gestion. Le renforcement des capacités est nécessaire à tous les niveaux administratifs et reste un défi majeur, car l'acquisition de nouvelles compétences et le changement d'attitude et de comportement peuvent prendre du temps (Gevers et al. 2016).

Le maintien des pratiques et des traditions culturelles peut favoriser l'utilisation rationnelle des zones humides. Par exemple, les sites naturels sacrés situés dans des zones humides sont souvent bien protégés. Les connaissances traditionnelles et les pratiques culturelles des communautés locales et des peuples autochtones mettent souvent l'accent sur la gestion durable et peuvent jouer un rôle important dans le maintien de l'« infrastructure naturelle » des zones humides.

L'approche de Ramsar en faveur de l'utilisation rationnelle se reflète dans plusieurs objectifs de son Plan stratégique portant sur les avantages des zones humides (Objectif 1), le réseau de Sites Ramsar (Objectif 6) et la gestion intégrée (Objectif 9). Elle est liée à l'ODD 6.5, à « assurer la gestion intégrée des ressources en eau à tous les niveaux ». L'Objectif d'Aichi 1 stipule que « les individus sont conscients de la valeur de la diversité biologique et des mesures qu'ils peuvent prendre pour la conserver et l'utiliser de manière durable ». Ces objectifs sont reflétés dans les Objectifs 11 et 16 du Plan stratégique Ramsar, couvrant la documentation, la diffusion et l'intégration des avantages.

Utiliser les mécanismes de Ramsar pour identifier et relever les défis

Lorsque le caractère écologique d'un site Ramsar est en déclin (ou risque d'être en déclin) en raison d'interventions humaines, la Convention encourage une série de réponses. L'Article 3.2 demande aux Parties contractantes de transmettre « sans délai » au Secrétariat des informations sur ces problèmes. En décembre 2017, 164 Sites Ramsar avaient fait l'objet de notifications, des tierces parties ayant également transmis au Secrétariat des informations sur 70 autres sites, bien que celles-ci n'aient pas encore été confirmées (Secrétariat de la Convention de Ramsar 2018).

Le **Registre de Montreux** a été établi par les Parties en 1990 et met l'accent sur les sites nécessitant une attention prioritaire en matière de conservation. Son but est d'aider les Parties contractantes à lever les menaces qui pèsent sur les Sites Ramsar en orientant la mise en œuvre de Missions consultatives Ramsar (MCR) et l'affectation de ressources au titre de différents mécanismes de financement. Le nombre de Sites Ramsar inscrits au Registre de Montreux est resté

à peu près constant au cours des deux périodes triennales précédentes (49 Sites Ramsar) et un seul site a été retiré en 2015. Les Parties contractantes n'utilisent pas le Registre de Montreux comme par le passé, bien que deux sites aient été ajoutés en 2017. En revanche, les MCR restent une réponse active, avec au moins une mission chaque année depuis 2008.

Une MCR est un mécanisme d'assistance technique par lequel une Partie contractante peut demander des avis d'experts sur la manière de répondre aux menaces pesant sur les caractéristiques écologiques d'un site Ramsar et aux questions relatives aux zones humides. Le mécanisme implique généralement une visite du site par une petite équipe d'experts multinationale et multidisciplinaire qui évalue les problèmes, consulte les parties prenantes et prépare un rapport et des recommandations. Depuis que le mécanisme a été établi en 1990, plus de 80 MCR ont été menées. L'utilisation des MCR a varié considérablement selon les régions.



© Helder Santana

Appliquer des incitations économiques et financières

Le partage équitable des coûts et avantages de la restauration et de la gestion des zones humides fait partie intégrante de l'utilisation rationnelle. Une gamme d'outils économiques peut aider à cela (IPBES 2018).

Pour compléter le contrôle des réglementations, certains pays utilisent des systèmes de paiement des services écosystémiques afin d'encourager la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides (Ingram et al. 2014). Les propriétaires fonciers ou les gestionnaires sont rémunérés pour des actions bénéfiques pour l'environnement. Le *Wetlands Reserve Program* (désormais intitulé *Agricultural Conservation Easement Program*) aux États-Unis d'Amérique a payé les agriculteurs pour restaurer et conserver des zones humides, le financement étant proportionnel à la durée de l'engagement. De 1992 à 2013, environ 1,1 million d'hectares ont été concernés, avec un investissement de 4,5 milliards d'USD. En un an, la valeur estimée des services écosystémiques a dépassé les paiements du Gouvernement alloués à la restauration dans la vallée alluviale du Mississippi (Jenkins et al. 2010).

Le code des impôts peut influencer sur les comportements, à travers des dispositions fiscales encourageant la conservation et l'utilisation

rationnelle. En Australie, les propriétaires bénéficient d'avantages fiscaux s'ils acceptent une convention de conservation, les engageant à protéger et à améliorer les valeurs naturelles d'une zone (Gouvernement australien, Ministère de l'environnement et de l'énergie). L'Afrique du Sud a récemment adopté une législation similaire (encadré 4.4). Aux États-Unis, les propriétaires fonciers bénéficient d'un avantage fiscal lorsqu'ils font don d'une « servitude de conservation » (*conservation easement*) à un organisme foncier (land trust) ou à une entité similaire permettant ainsi que le terrain reste dans son état naturel.

La modification des incitations préjudiciables et l'introduction d'incitations positives constituent une autre réponse importante. Les subventions à l'agriculture et le soutien aux prix peuvent par exemple encourager la conversion des zones humides ou accroître la pollution. La loi américaine intitulée *United States Food Security Act* de 1985 montre comment l'élimination des incitations préjudiciables peut freiner la perte des zones humides. Dans ce cas, les agriculteurs qui drainent ou modifient des zones humides peuvent ne pas être en mesure de bénéficier des avantages gouvernementaux tels que les prêts, les assurances subventionnées et le soutien aux prix et aux revenus. Le tableau 4.2 quantifie l'impact de ces politiques.

Tableau 4.2

Pertes et gains des zones humides dans le secteur agricole américain. D'après les données de Frayer et al. 1983, Dahl & Johnson 1991, Dahl 2000, 2006, 2011.

Années	Perte moyenne de zones humides	Gain moyen de zones humides
Années 1950-1970	Perte de 161 251,2 ha/an	
Milieu des années 1970 au milieu des années 1980	Perte de 63 373,8 ha/an	
1986-1997	Perte de 6 155,3 ha/an	
1998-2004		Gain de 4 773,3 ha/an
2004-2009		Gain de 8 994,8 ha/an

Encadré 4.4

INCITATIONS FISCALES EN FAVEUR DE LA BIODIVERSITÉ EN AFRIQUE DU SUD

Le projet *Fiscal Benefits* a été lancé en 2015 par BirdLife South Africa, afin de tester les incitations fiscales en faveur de la biodiversité pour les propriétaires déclarant des aires protégées. Le projet a encouragé l'introduction d'une nouvelle incitation fiscale dans la législation nationale. Les propriétaires peuvent demander une réduction d'impôt en

fonction de la valeur des terres qu'ils protègent officiellement en tant que réserve naturelle ou parc national. La première incitation fiscale pour la biodiversité a été accordée en 2016 à un propriétaire de terrains situés dans une Zone importante pour les oiseaux et la biodiversité.

Fuente: BirdLife International Africa (2017).

Maintenir et accroître les investissements gouvernementaux dans la restauration des zones humides à grande échelle

Étant donné le mauvais état des zones humides dans le monde, l'un des rôles clés des financements gouvernementaux consiste à soutenir leur restauration. Des projets ambitieux sont en cours dans toutes les régions Ramsar. En voici quelques exemples : Le programme *Working for Water* en Afrique du Sud ; la création de parcs de zones humides en Chine (Wang et al. 2012) ; la réhabilitation de tourbières au Bélarus (GEF 2016) ; le programme de restauration des zones humides d'Arawai en Nouvelle-Zélande (Macdonald & Robertson 2017) ; et les efforts de restauration des Everglades aux États-Unis (National Academies of Science, Engineering, and Medicine 2016)

Améliorer l'investissement en faveur des zones humides en tant qu'infrastructures naturelles

L'ensemble des avantages que les zones humides offrent à la société peut stimuler les

investissements de différents secteurs. L'utilisation d'une zone humide en tant qu'infrastructure naturelle rentable, seule ou en combinaison avec l'infrastructure « grise » traditionnelle, constitue un argument puissant pour accéder à de nouvelles sources de financement provenant de divers financeurs et investisseurs publics ou privés.

Renforcer la collaboration et le dialogue avec les entreprises

L'engagement des entreprises à mettre en œuvre les Objectifs de développement durable et l'Accord de Paris s'accompagne de plus en plus souvent d'une coordination et d'une collaboration actives. Des initiatives telles que le programme Action 2020 du World Business Council for Sustainable Development aide les entreprises à comprendre la nécessité d'investir dans la protection du capital naturel, tel que les zones humides, et à mieux l'intégrer aux pratiques quotidiennes. Les entreprises peuvent soutenir les zones humides par des investissements d'entreprise et de responsabilité sociale. Le fonds d'investissement *Livelihoods Carbon*, créé en 2011 par Danone, a soutenu le plus grand projet de restauration de mangroves au monde en Casamance et dans le Sine Saloum, au Sénégal, avec la plantation de 79 millions de palétuviers sur 10 000 hectares. Le projet propose des crédits carbone privés pour compenser les émissions des investisseurs (Livelihoods Funds, Giraud & Hemerick 2013).



© Firpo Lacoste

Encadré 4.5

RÉDUIRE LES RISQUES DE CATASTROPHE ET ACCROÎTRE LA RÉSILIENCE DES COMMUNAUTÉS

La restauration d'une infrastructure naturelle peut aider à réduire les risques de catastrophe. Les Pays-Bas, dans le cadre de l'initiative Room for the River, ont restauré les plaines d'inondation naturelles de plusieurs cours d'eau : l'IJssel, le Rhin, le Lek et le Waal, afin de réduire l'impact des inondations. Les avantages de la protection contre les tempêtes des mangroves dans le sud de la Thaïlande ont été évalués à 10 821 USD par hectare. Sur le Site Ramsar de l'estuaire de la Krabi, des mangroves sont en cours de restauration pour protéger les communautés côtières vulnérables aux tempêtes tropicales, ainsi que pour atténuer les effets de l'élévation du niveau marin. De

même, dans la province du Hubei, en Chine, des lacs et des marais ont été reconnectés au fleuve Yangtze pour réduire les impacts des inondations. La restauration des zones humides a entraîné une augmentation des stocks de poissons et une amélioration de la qualité de l'eau pour les communautés locales. La dégradation et l'assèchement des tourbières, associés à la sécheresse liée à l'oscillation australe El Niño, ont provoqué des incendies dévastateurs en Indonésie en 2015 et 2016. En réponse, l'Indonésie s'est engagée à restaurer deux millions d'hectares de tourbières (Kumar et al. 2017b).

Promouvoir des pratiques de production et de consommation durables dans les secteurs influant directement ou indirectement sur les zones humides

Les initiatives de labélisation écologique et de certification peuvent toutes contribuer à modifier les comportements en faveur de la conservation et de l'utilisation rationnelle des zones humides. Les consommateurs qui choisissent d'acheter des produits porteurs de labels écologiques ou de certifications démontrant qu'ils ont été produits de manière durable créent une incitation commerciale pour les entreprises ayant des pratiques durables. Dans le contexte des zones humides, la compagnie d'assurance XL Catlin, basée aux Bermudes, travaille avec The Nature Conservancy pour développer des « crédits carbone bleus » axés sur les marais salés, les herbiers marins, les récifs coralliens et les mangroves qui protègent les côtes (Chasan 2018). D'autres systèmes de certification, comme la Table

ronde sur l'huile de palme responsable, le Forest Stewardship Council et d'autres systèmes, couvrant entre autres le bœuf et le soja, ont des normes évitant les dommages aux zones à haute valeur de conservation, notamment les zones humides (Abell et al. 2015).

Le Plan stratégique Ramsar fait appel aux ressources financières et autres ressources (Objectif 17), et l'Objectif d'Aichi 20 fait référence à « la mobilisation des ressources financières nécessaires à la mise en œuvre effective du Plan stratégique 2011-2020 pour la diversité biologique de toutes les sources... »

Le site de méthanisation Terragr'Eau favorise les pratiques agricoles durables, procure une source d'énergie et contribue à la protection du bassin hydrographique d'Évian, assurant ainsi la qualité à long terme de l'eau minérale d'Évian.



Encadré 4.6

IMPLICATION DES ENTREPRISES DANS LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU

L'engagement des entreprises ne signifie pas seulement le développement d'un portefeuille de projets de responsabilité sociale d'entreprise, mais permet de s'interroger sur la nécessité de capter de l'eau, sur la quantité à capter et qui peut le faire. Le « *Water stewardship* » est défini par l'Alliance for Water Stewardship comme « *l'utilisation de l'eau de manière socialement équitable, écologiquement*

durable et économiquement bénéfique, suivant un processus inclusif qui implique les parties prenantes et comprend des actions sur le site et le bassin versant ». L'Alliance établit des normes volontaires pour les entreprises privées, les organismes publics et les autres acteurs, en abordant la gestion de l'eau à la fois sur le « site » (p. ex. l'usine/les locaux) et dans le « bassin versant ». Source : Newborne & Dalton (2016).

Intégrer l'utilisation rationnelle des zones humides et la participation des populations dans la planification du développement à plus grande échelle

L'infrastructure verte est un élément important de la planification des zones humides, y compris pour les bassins versants et les zones côtières. Les infrastructures vertes sont des zones humides naturelles ou semi-naturelles qui fournissent des services écosystémiques similaires à ceux des infrastructures « grises » construites par l'homme. Les planificateurs, les ingénieurs et les décideurs s'appuient de plus en plus sur une approche relative aux infrastructures vertes dans la gestion de l'eau, parfois à travers une intégration avec les infrastructures grises (UNEP 2014b).

La restauration du régime des flux environnementaux – le volume, la qualité et le calendrier des flux d'eau nécessaires pour maintenir les écosystèmes aquatiques – peut également permettre de maintenir et restaurer les services écosystémiques (Yang et al. 2016). Les tentatives à grande échelle comprennent le bassin de Murray-Darling (Australie) et la rivière Poonch (Pakistan) (Hardwood et al. 2017).

La participation du public à la gestion des zones humides et aux prises de décisions est un élément clé de la réussite. Au total, 74% des Parties déclarent promouvoir la participation des parties prenantes aux prises de décisions sur les zones humides, et 64% impliquent des parties prenantes locales dans la désignation et la gestion des Sites Ramsar. Cela peut inclure la

gestion communautaire. En 2012, le Cambodge a transféré les droits et la réglementation de la pêche aux pêcheries communautaires participatives, impliquant les personnes vivant sur la zone concernée ou à proximité (Kim et al. 2013), afin de réduire la pauvreté et d'améliorer la gestion. Des bénévoles soutiennent également les zones humides. En 2015, 800 000 bénévoles ont collecté plus de 8,1 millions de kg d'ordures provenant des zones côtières dans le monde (Ocean Conservancy 2016). Dans certains pays, le public intente également des actions en justice pour que les gouvernements se conforment aux obligations liées aux zones humides. En 2017, en réponse à un procès d'intérêt public, la Cour suprême de l'Inde a ordonné la réalisation d'un inventaire national de près de 200 000 zones humides (Balakrishnan v. Union of India 2017).

Le Plan stratégique Ramsar appelle à une utilisation rationnelle (Objectif 9) et à un renforcement de la durabilité dans les secteurs clés (13). L'Objectif d'Aichi 6 stipule que « d'ici à 2020, tous les stocks de poissons et d'invertébrés et plantes aquatiques sont gérés et récoltés d'une manière durable, légale et en appliquant des approches fondées sur les écosystèmes ».

Encadré 4.7

LES EFFORTS DE RESTAURATION COMMUNAUTAIRE EN INDONÉSIE

En 1992, après le tsunami de Flores, au nord de Nusa Tenggara, l'érosion des côtes de plusieurs villages a atteint jusqu'à 100 mètres, exposant des milliers d'habitants aux tempêtes, tsunamis, typhons et intrusions d'eau salée. Le développement économique était menacé alors que les infrastructures et les fermes étaient exposées à la mer. Wetlands International a lancé un processus à long terme avec les communautés locales, le Gouvernement, les ONG et les universitaires pour renforcer la résilience des communautés à travers la restauration des écosystèmes. Dans le village de Talibura, la communauté a construit un barrage semi-perméable de 180 m à partir de matériaux

naturels et locaux tels que du bambou, du bois, des fibres de palme, des sacs de sable et des feuilles de cocotier. La communauté a ensuite continué à améliorer son approche. Le barrage a eu un coût abordable et s'est révélé efficace pour réduire l'érosion et piéger les sédiments à un taux de 4,5 à 6,5 cm par an. Après huit mois, les palétuviers ont commencé à repousser et une augmentation du nombre de poissons, de crevettes et d'oiseaux a été notée. En 2013, la communauté a replanté 6000 palétuviers, renforçant ainsi la protection du littoral et les moyens d'existence.

Source : Secrétariat de la Convention de Ramsar. <https://tinyurl.com/jcu3r4g>

Intégrer des perspectives variées dans la gestion des zones humides

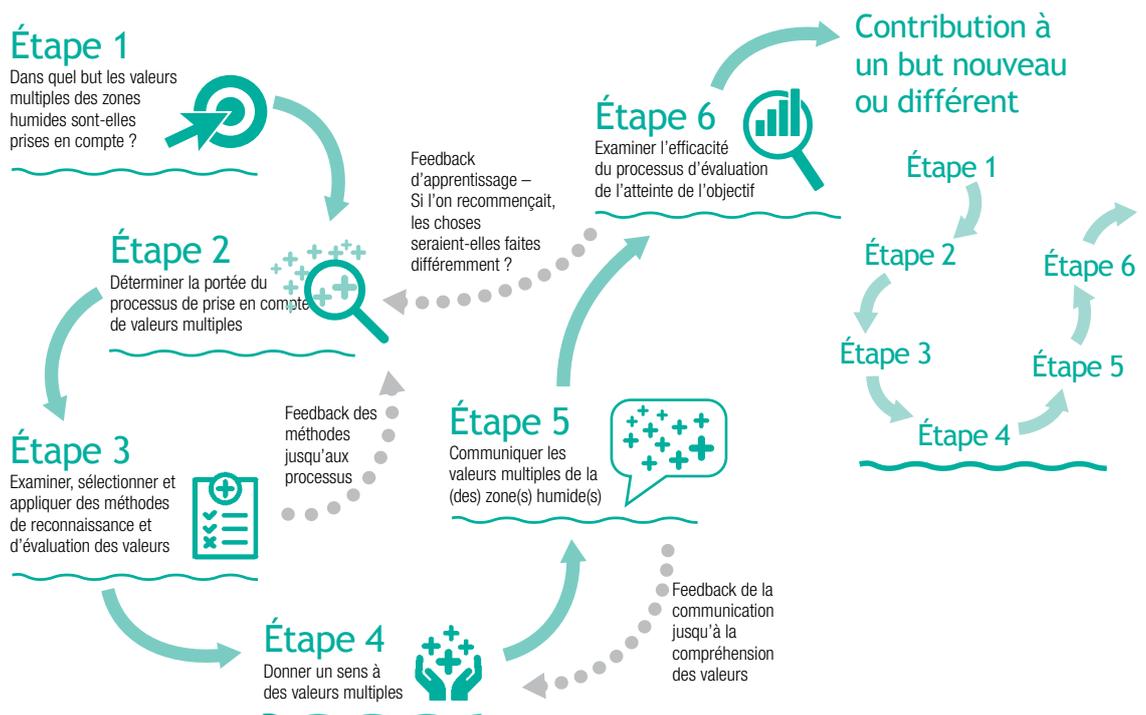
Les solutions aux défis de la conservation et de l'utilisation rationnelle des zones humides doivent s'appuyer sur un éventail d'avis et de compétences, allant de connaissances scientifiques rigoureuses aux connaissances traditionnelles. La réussite de la gestion des zones humides est généralement soutenue par la majorité des citoyens. Cependant, le soutien ne vient le plus souvent qu'avec la compréhension et l'engagement, ce qui implique l'utilisation d'approches participatives et la coopération de nombreux acteurs et détenteurs de droits. L'inclusion est un élément essentiel pour garantir que toutes les voix pertinentes sont entendues.

L'importance de l'intégration des connaissances, des besoins et des opinions des communautés autochtones et locales dans la gestion des zones humides a été reconnue dans le contexte de la Convention de Ramsar et au-delà (Secrétariat de la Convention de Ramsar 2010c, Thaman et al. 2013). Certains pays ont des processus et des partenariats officiels pour s'assurer que les connaissances des peuples autochtones et des communautés locales sont prises en compte dans la gestion. En Australie, les collectivités autochtones mesurent la santé et l'importance culturelle des zones humides au moyen d'évaluations des cours d'eau. Il est prévu que les agences de l'eau publiques utilisent ces informations dans la gestion environnementale de l'eau.

Les zones humides ont de multiples valeurs, allant de la génération de revenus au soutien aux moyens d'existence, en passant par les liens culturels et l'épanouissement spirituel. La reconnaissance de l'ensemble des valeurs aide les décideurs à optimiser les avantages, plutôt que de se concentrer seulement sur des sous-ensembles étroits (Kumar et al. 2017a). Les valeurs multiples des zones humides et leurs avantages pour les populations peuvent être évalués dans une chaîne séquentielle en six étapes, illustrée dans la figure 4.6.

Les perceptions des zones humides sont souvent différentes et conflictuelles, en raison de la diversité des visions de la relation existant entre la nature et la société. Une communication et une sensibilisation efficaces sont hautement prioritaires pour aider les décideurs et la société civile à comprendre les valeurs des zones humides et ainsi soutenir leur conservation et leur utilisation rationnelle. Le programme CESP de la Convention (axé sur la communication, le renforcement des capacités, l'éducation, la participation et la sensibilisation du public) fournit un cadre pour aider les décideurs à comprendre les zones humides dans le contexte de l'aménagement du paysage dans son ensemble et du développement durable, et à comprendre également les conséquences à long terme des prises de décisions concernant ces zones.

Figure 4.6
Reconnaître les multiples valeurs des zones humides (d'après l'analyse réalisée par l'IPBES)



Actualiser et améliorer les inventaires nationaux des zones humides pour soutenir l'utilisation rationnelle

Les inventaires nationaux des zones humides fournissent les informations de base nécessaires à la gestion et à l'élaboration des politiques. Des inventaires actualisés et améliorés aident les pays à définir des priorités pour la restauration des zones humides, et à définir la gestion de manière rationnelle. Les inventaires établissent des niveaux de référence qui permettent ensuite d'évaluer l'efficacité des mécanismes politiques, juridiques et réglementaires. À partir de 2018, ils serviront également à suivre les progrès accomplis dans la mise en œuvre de l'ODD 6.6.1 (voir page 17). Depuis 2002, le nombre de pays ayant entrepris un inventaire national complet des zones humides n'a cessé d'augmenter, 44% des Parties ayant un inventaire et 29% prévoyant d'achever leur inventaire pour 2018. L'Amérique du Nord (67%) et l'Europe (62%) sont les régions qui présentent le pourcentage le plus élevé d'inventaires, et l'Asie le pourcentage le plus bas (30%), voir figure 4.7.

L'utilisation efficace des systèmes d'observation de la Terre

La télédétection (connue sous le nom d'Observation de la Terre) a révolutionné l'inventaire, l'évaluation et le suivi des zones humides (Davidson & Finlayson 2007). Les récents progrès techniques, en particulier la disponibilité mondiale d'observations systématiques et fréquentes par satellite à haute résolution spatiale, permettent de mieux saisir les changements saisonniers et intermittents des zones inondées, qui sont essentiels pour évaluer la santé des écosystèmes des zones humides (Rebello & Finlayson 2018). Par exemple, à la fin de 2017, Global Mangrove Watch avait cartographié l'étendue des mangroves mondiales pour 1996, 2007, 2008, 2009, 2010, 2015 et 2016, avec les cartes d'évolution correspondantes. À partir de 2018, il est prévu que des cartes soient produites chaque année (<http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/kyoto/mangrovewatch.htm>).

Figure 4.8

Restauration de mangroves en Guinée-Bissau entre 1996 et 2007 (en vert : étendue de la mangrove en 1996 ; en bleu, évolution de la mangrove sur la période 1996-2007).



Figure 4.9

Diminution de la mangrove dans le Kalimantan oriental sur une période de 20 ans ; en rouge, l'étendue de la mangrove en 1996 ; en jaune, l'étendue en 2007, en vert l'étendue en 2016.

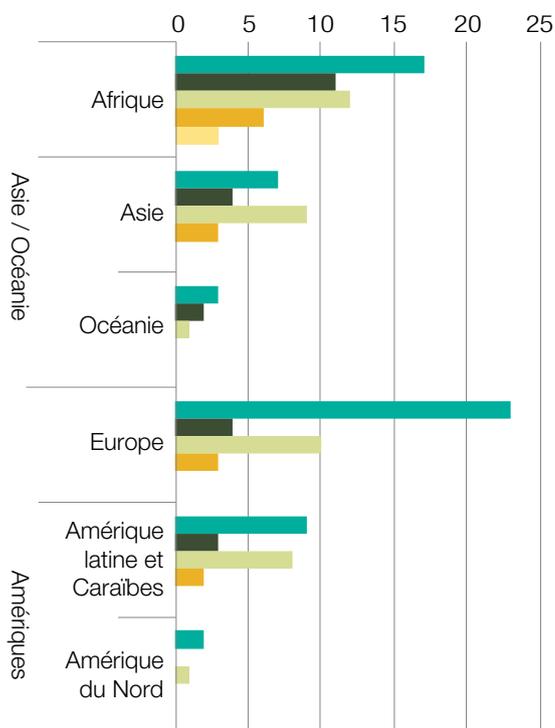


Figure 4.7

Inventaires nationaux des zones humides

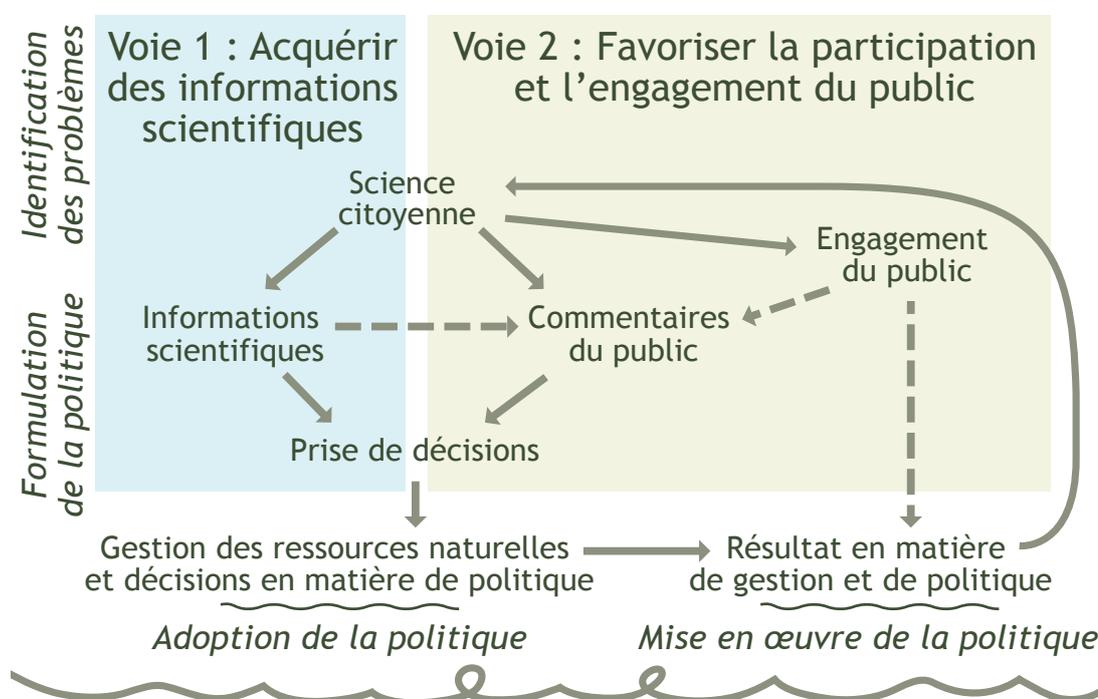
■ Oui ■ Prévu
■ Non ■ Pas de réponse
■ En cours

Tirer le meilleur parti de la science citoyenne

Toutes les connaissances nécessaires à la gestion des zones humides et à l'élaboration des politiques ne requièrent pas un suivi sophistiqué et coûteux. Avec les progrès de la technologie, la collecte économique et efficace de données par des bénévoles, aussi appelée science citoyenne, est devenue réalisable (Tulloch et al. 2013), offrant des possibilités croissantes de combler certaines lacunes dans les informations (McKinley et al. 2017). Une grande partie de ce qui est connu sur l'état et les tendances des oiseaux d'eau provient des 70 années de suivi par des bénévoles à travers

les *Dénombrements internationaux des oiseaux d'eau* (Amano et al. 2018). L'utilisation de la science citoyenne a par exemple permis récemment le suivi hydrologique participatif des rivières en Tanzanie (Swiss Agency for Development and Cooperation 2017) ; l'identification des facteurs d'eutrophisation dans le système fluvial du Huangpu en Chine (Zhang et al. 2017) ; et la cartographie et l'évaluation des bassins temporaires dans le nord-est des États-Unis (McGreavy et al. 2016).

Figure 4.10
La science citoyenne peut guider l'élaboration et la mise en œuvre des politiques à diverses étapes du « cycle politique ». Source : McKinley et al. (2017).



ÉTUDE DE CAS. ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE CONSERVATION PAR L'AEWA

Les actions de suivi et de conservation sur le terrain peuvent améliorer l'état de conservation des oiseaux d'eau.

Dans toute la région de l'Accord sur les oiseaux d'eau migrateurs d'Afrique-Eurasie, l'état de conservation d'un grand nombre des 555 populations biogéographiques d'oiseaux d'eau continue de se détériorer, parfois rapidement. Le déclin est plus important dans les zones comptant moins de Parties contractantes et où

la connaissance de l'état de conservation des populations d'oiseaux d'eau reste faible. Inversement, leur état s'améliore lorsque des mesures de conservation sont prises, lorsque les sites clés sont protégés et lorsque les prélèvements sont bien gérés. Un meilleur suivi par les ornithologues amateurs a conduit à la désignation d'un plus grand nombre d'aires protégées et donc à une meilleure conservation des oiseaux d'eau.

Source : Nagy et al (2015).



5. CONCLUSIONS

Il ressort de notre étude que partout dans le monde, les zones humides connaissent de graves difficultés. Leur étendue diminue, la qualité de l'eau se dégrade et elles sont soumises à une pression croissante. Par chance, la planète présente encore de vastes réserves de zones humides, source de nombreux services écosystémiques. Le Plan stratégique de la Convention de Ramsar établit une feuille de route pour un nouvel avenir dans lequel la conservation et l'utilisation rationnelle de ces espaces permettrait d'enrayer et d'inverser cette détérioration et où les zones humides joueraient un rôle clé dans la réalisation des Objectifs de développement durable.

L'avenir

Un déclin généralisé

Le nombre et la qualité des zones humides continuent de décliner, induisant des effets immédiats et à long terme sur la biodiversité, ainsi qu'une réduction des services écosystémiques. Cela a des conséquences négatives sur les moyens d'existence et réduit la sécurité alimentaire et l'approvisionnement en eau. La Convention de Ramsar propose des orientations et des mécanismes pour soutenir les efforts nationaux visant à stopper et à inverser ce déclin mondial.

Des ressources qui restent considérables

Malgré cela, la planète présente encore une superficie de zones humides plus vaste que le Canada – offrant d'énormes avantages à l'humanité à travers les services écosystémiques, allant de la fourniture de nourriture et d'eau douce, au stockage du carbone et à la réduction des catastrophes, en passant par des valeurs esthétiques et spirituelles plus intangibles. Le maintien et le renforcement de ces avantages par une gestion et une restauration efficaces des zones humides bénéficieront de manière continue à l'humanité.

Une qualité qui se dégrade

Parallèlement à la dégradation généralisée des zones humides, et en partie sous forme de réponse, la reconnaissance de ces services écosystémiques est de plus en plus répandue dans l'ensemble de l'échiquier politique et de la société. La Convention de Ramsar a pris des mesures actives afin de collaborer avec davantage de secteurs de la société et de contribuer aux initiatives internationales visant à soutenir le développement durable et à prévenir le déclin des zones humides.

Le rôle des Objectifs de développement durable

Les Objectifs de développement durable fournissent un cadre concret et opportun pour aborder la conservation des zones humides, et sont soutenus par d'autres initiatives mondiales telles que les Objectifs d'Aichi pour la biodiversité de la CDB, l'Accord de Paris de la CCNUCC et la Neutralité en matière de dégradation des terres de la CNULCD. Une plus grande coopération et une cogestion des processus pertinents à travers ces initiatives constituent un autre moyen de progresser pour atteindre le but et la vision de la Convention de Ramsar.

La mission de la Convention de Ramsar

Le Plan stratégique de la Convention de Ramsar établit une feuille de route claire qui permettra de parvenir à une conservation efficace et une utilisation rationnelle des zones humides, et inclut un lien officiel avec les Objectifs de développement durable notamment à travers la coresponsabilité du suivi de l'indicateur 6.6.1 sur la surface mondiale des zones humides. Les Perspectives mondiales des zones humides constituent une étape importante vers l'atteinte de cet objectif.

La collaboration

La Convention de Ramsar continuera de soutenir ses Parties contractantes au moyen des missions consultatives Ramsar, des initiatives régionales et d'une application redynamisée du Registre de Montreux. Cela permettra d'identifier les Sites Ramsar qui subissent des pressions importantes et de fournir des orientations techniques pour l'utilisation rationnelle des zones humides afin de maintenir leurs caractéristiques écologiques et de veiller à ce que l'humanité bénéficie des multiples services écosystémiques qu'elles fournissent.

6. BIBLIOGRAPHIE



- ABC. (2017). New Zealand's Whanganui River granted legal status as a person after 170-year battle. <http://www.abc.net.au/news/2017-03-16/nz-whanganui-river-gets-legal-status-as-person-after-170-years/8358434>
- Abell, R., Morgan, S.K. & Morgan, A.J. (2015). Taking high conservation value from forests to freshwaters. *Environmental Management*, 56(1), 1-10.
- Acreman, M.C., Fisher, J., Stratford, C.J., Mould, D.J. & Mountford, J.O. (2007). Hydrological science and wetland restoration: some case studies from Europe. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 11(1), 158-169.
- Adaman, F., Hakyemez, S. & Özkaynak, B. (2009). The political ecology of a Ramsar Site conservation failure: the case of Burdur Lake, Turkey. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 27(5), 783-800.
- Airoldi, L. & Beck, M.W. (2007). Loss, status and trends for coastal marine habitats of Europe. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 45, 345-405.
- Allen, D.J., Molur, S. & Daniel, B.A. (Compilers). (2010). *The status and distribution of freshwater biodiversity in the Eastern Himalaya*. Cambridge, UK & Gland, Switzerland: IUCN; Coimbatore, India: Zoo Outreach Organisation.
- Allen, D.J., Smith, K.G. & Darwall, W.R.T. (Compilers). (2012). *The status and distribution of freshwater biodiversity in Indo-Burma*. Cambridge, UK & Gland, Switzerland: IUCN.
- Amano, T., Székely, T., Sandel, B., Nagy, S., Mundkur, T., et al. (2018). Successful conservation of global waterbird populations depends on effective governance. *Nature*, 553, 199-202.
- Anderson, L.G., Roccliffe, S., Haddaway, N.R. & Dunn, A.M. (2015). The role of tourism and recreation in the spread of non-native species: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE* 10(10), e0140833.
- Arias-Estévez, M., López-Periágo, E., Martínez-Carballo, E., Simal-Gándara, J., Mejuto, J.C. & García-Río, L. (2008). The mobility and degradation of pesticides in soils and the pollution of groundwater resources. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 123(4), 247-260.
- Australian Government, Department of Environment and Energy. Conservation covenants. <https://www.environment.gov.au/topics/biodiversity/biodiversity-conservation/conservation-covenants>
- Baker, A.C., Glynn, P.W. & Riegl, B. (2008). Climate change and coral reef bleaching: An ecological assessment of long-term impacts, recovery trends and future outlook. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 80(4), 435-471.
- Balakrishnan v. Union of India. (2017) (Supreme Court of India).
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, C., Koch, E.W., Stier, A.C. & Silliman, B.R. (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological Monographs*, 81(2), 169-193.
- Barker, N.H.L. & Roberts, C.M. (2004). Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. *Biological Conservation*, 120(4), 481-489.
- Bartley, D.M., De Graaf, G.J., Valbo-Jørgensen, J. & Marmulla, G. (2015). Inland capture fisheries: status and data issues. *Fisheries Management and Ecology*, 22, 71-77.
- Batker, D., de la Torre, I., Costanza, R., Swedeen, P., Day, J., et al. (2010). *Gaining ground. Wetlands, hurricanes and the economy: the value of restoring the Mississippi River Delta*. Tacoma, Washington: Earth Economics.
- Beaman, J., Bergeron, C., Benson, R., Cook, A.M., Gallagher, K., et al. (2016). State of the Science White Paper. A summary of literature on the chemical toxicity of plastics pollution to aquatic life and aquatic-dependent wildlife. Report EPA-822-R-16-009. Washington, DC: Environmental Protection Agency.
- Bedford, B.L., Walbridge, M.R. & Aldous, A. (1999). Patterns in nutrient availability and plant diversity of temperate North American wetlands. *Ecology*, 80, 2151-2169.
- Bennett, S.J., Barrett-Lennard, E.G. & Colmer, T.D. (2009). Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 123, 349-360.
- Bilz, M., Kell, S.P., Maxted, N. & Lansdown, R.V. (2011). *European Red List of Vascular Plants*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- BirdLife International. (2015). *Report by BirdLife International to the Ramsar Convention on wetland indicators*. Cambridge, UK.
- BirdLife International. (2015a). *European Red List of Birds*. Luxembourg, Office of Official Publications of the European Communities.
- BirdLife International Africa. (2017). South Africa gets first biodiversity tax incentive. <http://www.birdlife.org/africa/news/south-africa-gets-first-biodiversity-tax-incentive>
- BirdLife International. (2018). *State of the world's birds: taking the pulse of the planet*. Cambridge, UK: BirdLife International.
- Blann, K.L., Anderson, J., Sands, G.R. & Vondracek, B. (2009). Effects of agricultural drainage on aquatic ecosystems: a review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 39: 909-1001.
- Bonells, M. (2012). Private nature reserves: an innovative wetland protection mechanism to fill in the gaps left by the SWANCC and Rapanos rulings. *Environ*, 36(3), 1-34.
- Brander, L.M., Florax, J.G.M. & Vermaat, J.E. (2006). The empirics of wetland valuation: a comprehensive summary and meta-analysis of the literature. *Environmental and Resource Economics*, 33, 223-250.
- Brimblecombe, P. (2011). *The big smoke: a history of air pollution in London since medieval times*. London: Routledge.
- Brouwer, R., Langford, I.H., Bateman, I.J. & Turner, R.K. (1999). A meta-analysis of wetland contingent valuation studies. *Regional Environmental Change* 1, 47-57.
- Bullock, A. & Acreman, M. (2003). The role of wetlands in the hydrologic cycle. *Hydrology and Earth System Science*, 7, 358-389
- Bundsschuh, J., Litter, M.I., Parvez, F., Román-Ross, G., Nicolli, H.B., et al. (2012). One century of arsenic exposure in Latin America: a review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*, 429, 2-35.
- Bünemann, E.K., Schwenke, G. & Van Zwieten, L. 2006. Impacts of agricultural impacts on soil organisms – a review. *Australian Journal of Soil Research*, 44(4), 379-406
- Bush, E.R., Short, R.E., Milner-Gulland, E.J., Lennox, K., Samoilys, M. & Hill, N. (2017). Mosquito net use in an artisanal East African fishery. *Conservation Letters*, 10(4), 451-459.
- Butchart, S.H., Akçakaya, H.R., Chanson, J., Baillie, J.E.M., Collen, B., et al. (2007). Improvements to the Red List Index. *PLoS ONE*, 2(1), e140.
- Carandang, A.P. (2012). Assessment of the contribution of forestry to poverty alleviation in the Philippines. In Food and Agriculture Organization of the United Nations, Regional Office for Asia and the Pacific. *Making forestry work for the poor: Assessment of the contribution of forestry to poverty alleviation in Asia and the Pacific*. pp. 267-292. RAP Publication 2012/06. Bangkok: FAO.
- Carpenter, K.E., Abrar, M., Aeby, G., Aronson, R.B., Banks, S., et al. (2008). One-third of reef-building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science*, 321, 560-563.
- Carrizo, S.F., Jähnig, S.C., Bremerich, V., Freyhof, J., Harrison, I., et al. (2017). Freshwater megafauna: flagships for freshwater biodiversity under threat. *Bioscience*, 67(10), 919-927.
- Chasan, E. (2018). Insurer to invest in coastal wetlands to mitigate storm damages. Bloomberg, <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-11/insurer-to-invest-in-coastal-wetlands-to-mitigate-storm-damages> Accessed 12 May 2018
- Chuang, Y., Yang, H. & Lin, H. (2009). Effects of thermal discharge from a nuclear power plant on phytoplankton and periphyton in sub-tropical coastal waters. *Journal of Sea Research*, 61, 197-205.
- Clausnitzer, V., Kalkman, V.J., Ram, M., Collen, B., Baillie, J.E.M., et al. (2009). Odonata enter the biodiversity crisis debate: the first global assessment of an insect group. *Biological Conservation*, 142(8), 1864-1869.
- Collen, B., Whitton, F., Dyer, E.E., Baillie, J.E.M., Cumberlidge, N., et al. (2014). Global patterns of freshwater species diversity, threat and endemism. *Global Ecology and Biogeography*, 23, 40-51.
- Comeros-Raynal, M.T., Choat, J.H., Polidoro, B.A., Clements, K.D., Abesamis, R., et al. (2012). The likelihood of extinction of iconic and dominant herbivores and detritivores of coral reefs: the parrotfishes and surgeonfishes. *PLoS ONE* 7(7): e39825.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación. 2017. *Perspectiva global de la tierra*, primera edición Bonn, Alemania.
- Convención de Ramsar (2005). Resolución IX.1 Anexo A: Marco Conceptual para el uso racional de los humedales y el mantenimiento de sus características ecológicas. 9ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971).

- Kampala, Uganda, 8 a 15 de noviembre de 2005
- Convención de Ramsar y CNUCLD. (2014). Declaración en el Congreso Mundial de Parques.
- Convention on Biological Diversity (CBD) & Ramsar Convention. (2006). Guidelines for the rapid ecological assessment of biodiversity in inland water, coastal and marine areas. Montreal: CBD Technical Series no. 22 and Ramsar Technical Report no. 1.
- Convention sur la diversité biologique (CDB). (2010). Plan stratégique 2011-2020 et objectifs d'Aichi relatifs à la diversité biologique. Décision adoptée par la Conférence des Parties à la Convention sur la diversité biologique à sa dixième réunion. Tiré du site : <https://www.cbd.int/sp/default.shtml>.
- Convention sur la diversité biologique (CDB). (2014) *Perspectives mondiales de la diversité biologique* 4. Montréal.
- Cormier-Salem, M.-C. (2014). Participatory governance of Marine Protected Areas: a political challenge, an ethical imperative, different trajectories. *S.A.P.I.E.N.S.*, 7(2).
- Costanza, R., de Groot, R., Sutton, P., Van der Ploeg, S., Anderson, S.J., et al. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26, 152-158.
- Craft, C.B. & Richardson C.J. (1993). Peat accretion and N, P, and organic C accumulation in nutrient-enriched and unenriched Everglades peatlands. *Ecological Applications*, 3, 446-458.
- Craig, L.S., Olden, J.D., Arthington, A.H., Entekin, S., Hawkins, C.P., et al. (2017). Meeting the challenge of interacting threats in freshwater systems: a call to scientists and managers. *Elementa: Science of the Anthropocene*, 5: 72. DOI <http://doi.org/10.1525/elementa.256>.
- Cronk, J.K., & Fennessy, M.S. (2001). *Wetland Plants: Biology and Ecology*. Boca Raton, FL, CRC Press/Lewis Publishers.
- Cuttelod, A., Seddon, M., & Neubert, E. (2011). *European Red List of Non-marine Molluscs*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Dahl, T.E. (2000). *Status and trends of wetlands in the conterminous United States 1986 to 1997*. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Dahl, T.E. (2006). *Status and trends of wetlands in the conterminous United States 1998 to 2004*. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Dahl, T.E. (2011). *Status and trends of wetlands in the conterminous United States 2004 to 2009*. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Dahl, T.E. & Johnson, C.E. (1991). *Status and Trends of Wetlands in the Conterminous United States, Mid-1970s to Mid-1980s*. Washington, DC: U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service.
- Daly-Hassen, H. (2017). *Valeur économique des services écosystémiques du Parc National de l'Ichkeul, Tunisie*. Gland, Switzerland & Malaga, Spain: IUCN. Retrieved from http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/valeur_economique_ichkeul_f.pdf
- Darwall, W.R.T., Smith, K.G., Allen, D.J., Holland, R.A., Harrison, I.J. & Brooks, E.G.E. (eds). (2011). *The Diversity of Life in African Freshwaters: Under Water, Under Threat. An analysis of the status and distribution of freshwater species throughout mainland Africa*. Cambridge, United Kingdom & Gland, Switzerland: IUCN.
- Davidson, N.C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934-941.
- Davidson, N.C. (2017). Wetland losses and the status of wetland-dependent species. In C.M. Finlayson, N. Davidson, G.R. Milton & C. Crawford (eds). *The wetland book: distribution, description and conservation*. Dordrecht: Springer.
- Davidson, N.C. & Finlayson, C.M. (2007). Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Systems*, 17(3), 219-228.
- Davidson, N.C. & Finlayson, C.M. (2018). Extent, regional distribution and changes in area of different classes of wetland. *Marine & Freshwater Research* (in press).
- Davidson, N.C., Fluet-Chouinard, E. & Finlayson, C.M. (2018). Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. *Marine and Freshwater Research* doi.org/10.1071/MF17019.
- Davidson, N.C., Laffoley, D. d'A., Doody, J.P., Way, L.S., Gordon, J., et al. (1991). *Nature conservation and estuaries in Great Britain*. Peterborough: Nature Conservancy Council.
- Davies, J., Hill, R., Walsh, F.J., Sandford, M., Smyth, D., & Holmes, M.C. (2013). Innovation in management plans for community conserved areas: experiences from Australian indigenous protected areas. *Ecology and Society*, 18(2), 14.
- Davies, T.W., Duffy, J.P., Bennie, J. & Gaston, K.J. (2014). The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12(6), 347-355.
- De, A., Bose, R., Kumar, A. & Mozumdar, S. (2014). Targeted delivery of pesticides using biodegradable polymeric nanoparticles. *Springer Briefs in Molecular Science*, pp. 5-6.
- de Fouw, J., Govers, L. L., van de Koppel, J., van Belzen, J., Dorigo, W., et al. (2016). Drought, mutualism breakdown, and landscape-scale degradation of seagrass beds. *Current Biology*, 26(8), 1051-1056.
- de Grave, S., Smith, K., Adeler, N.A., Allen, D., Alvarez, F., et al. (2015). Dead shrimp blues: a global assessment of extinction risk in freshwater shrimps (Crustacea: Decapoda: Caridea). *PLOS One* doi.org/10.1371/journal.pone.0120198
- de Groot, R.S., Brander, L., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., et al. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem Services* 1(1), 50-61.
- de Guenni, L.B., Cardoso, M., Goldammer, J., Hurtt, G., Mata, L.J., et al. (2005). Regulation of Natural Hazards: Floods and Fires. In: *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. pp.441-454.
- <http://www.unep.org/maweb/documents/document.285.aspx.pdf>.
- Dee, L.E., Horii, S.S. & Thornhill, D.J. (2014). Conservation and management of ornamental coral reef wildlife: successes, shortcomings, and future directions. *Biological Conservation*, 169, 225-237.
- Delucchi, M.A. (2010). Impacts of biofuels on climate change, water use, and land use. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1195(1), 28-45.
- Department of the Environment. (2016). Wetlands and Indigenous values. Australian Government, Department of the Environment. [Online.] <https://www.environment.gov.au/system/files/resources/b04e5e2a-4256-4548-974e-00f7d84670a9/files/factsheet-wetlands-indigenous-values.pdf>.
- Derraik, J.G.B. (2002). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44, pp. 842-852.
- Díaz, S., Demissew, S., Carabias, J., Joly, C., Lonsdale, M., et al. (2015). The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 14, 1-16.
- Dixon, M.J.R., Loh, J., Davidson, N.C. & Walpole, M.J. (2016). Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends Index. *Biological Conservation*, 193, 27-35.
- Dodds, W.K., Perkin, J.S. & Gerken, J.E. (2013). Human impact on freshwater ecosystem services: a global perspective. *Environmental Science and Technology* 47(16), DOI10.1021/es4021052.
- Dymond, J.R., Ausseil, A.E., Peltzer, D.A. & Herzig, A. (2014). Conditions and trends of ecosystem services in New Zealand—a synopsis. *Solutions*, 5(6), 38-45.
- Edgar, G.J., Stuart-Smith, R.D., Willis, T.J., Kininmonth, S., Baker, S.C., et al. (2014). Global conservation outcomes depend on marine protected areas with five key features. *Nature*, 506, 216-220.
- Edwards, P. (2014). Aquaculture environment interaction: past, present and likely future trends. *Aquaculture*, 447, 2-14.
- EEA. (2014). *Progress in management of contaminated sites*. Copenhagen: European Environment Agency.
- EEA. (2015). *European environment — state and outlook 2015: Assessment of global megatrends*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Eherenfeld, J. (2003). Effects of exotic plant invasions on soil nutrient cycling processes. *Ecosystems*, 6, 503-513.
- Elder, J.F., Rybicki, N.B., Carter, V. & Weintraub, V. (2000). Sources and yields of dissolved carbon in Northern Wisconsin stream catchments with differing amounts of peatland. *Wetlands*, 20, 113-125.
- Erickson, J.E., Peresta, G. Montovan, K.J. & Drake, B.G. (2013). Direct and indirect effects of elevated atmospheric CO2 on net ecosystem production in a Chesapeake Bay tidal wetland. *Global Change Biology*, 19, 3368-3378.
- Eriksen, M., Mason, S., Wilson, S., Box, C., Zellers, A., et al. (2013). Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes. *Marine Pollution Bulletin* 77, 177-182.

- Eriksen, M., Lebreton, L.C., Carson, H.S., Thiel, M., Moore, C.J., et al. (2014). Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS one*, 9(12), p.e111913.
- Eriksson, B.K., van der Heide, T., van de Koppel, J., Piersma, T., van der Veer, H.W., & Olff, H. (2010). Major changes in the ecology of the Wadden Sea: human impacts, ecosystem engineering and sediment dynamics. *Ecosystems*, 13, 752-764.
- Erwin, K. (2009). Wetlands and global climate change: the role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management*, 17, 71-84.
- Commission européenne. (2012). *Plan d'action pour la sauvegarde des ressources en eau de l'Europe*. Bruxelles, Belgique : Commission européenne.
- Commission européenne. (2013). Rapport de la Commission au Conseil et au Parlement européen relative à la mise en œuvre de la Directive 91/676/CEE du Conseil concernant la protection des eaux contre la pollution par les nitrates à partir de sources agricoles sur la base des rapports établis par les États membres pour la période 2008-2011. Bruxelles, Belgique : Commission européenne.
- European Commission. (2017). Biofuels. <https://ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/biofuels>
- Ewers Lewis, C.J., Carnell, P.E., Sanderman, J., Baldock, J.A. & Macreadie, P.I. (2018). Variability and vulnerability of coastal "blue carbon" stocks: A case study from Southeast Australia. *Ecosystems*, 21, 263-279.
- Fabrizius, K.E. (2005). Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 50(2), 125-146.
- Famiglietti, J.S. (2014). The global groundwater crisis. *Nature Climate Change*, 4, 945-948.
- FAO. (2011). *L'état des ressources en terres et en eau pour l'alimentation et l'agriculture dans le monde – Gérer les systèmes en danger*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
- FAO. (2014). *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture – Possibilités et défis*. Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3720f.pdf>
- FAO. (2015). *World fertilizer trends and outlooks to 2018*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- FAO. (2016a). Resumen de la Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales (FRA) 2015. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
- FAO. (2016b). *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture 2016*. Contribuer à la sécurité alimentaire et à la nutrition de tous. Rome. 224 pages <http://www.fao.org/3/a-i5555f.pdf>
- FAO and ITPS. (2015). *Status of the World's Soil Resources (SWRS) – Main Report*. Rome: Food and Agriculture Organization and Intergovernmental Technical Panel on Soils.
- FAO-AquaStat Dams Database. <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/dams/index.stm>
- FAO Fishstat database. <http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/en>
- FAOSTAT (<http://www.fao.org/faostat/en/#data>).
- Faulkner, S. (2004). Urbanization impacts on the structure and function of forested wetlands. *Urban Ecosystems*, 7(2), 89-106.
- Finlayson, C.M. (2017). Climate change and wetlands. In C.M. Finlayson, M. Everard, K. Irvine, R.J. McInnes, B.A. Middleton, et al. (eds) *The Wetland Book*. Springer.
- Finlayson, C.M., Capon, S.J., Rissik, D., Pittock, J., Fisk, G., et al. (2017). Adapting policy and management for the conservation of important wetlands under a changing climate. *Marine and Freshwater Research* 68, 1803-1815.
- Finlayson, C.M., Clarke, S.J., Davidson, N.C. & Gell, P. (2016). Role of palaeoecology in describing the ecological character of wetlands. *Marine and Freshwater Research*, 67(6), 687-694.
- Finlayson, C.M., Davidson, N., Pritchard, D., Milton, G.R. & MacKay, H. (2011). The Ramsar Convention and ecosystem-based approaches to the wise use and sustainable development of wetlands. *Journal of International Wildlife Law and Policy*, 14, 176-198.
- Finlayson, C.M., de Groot, R.S., Hughes, F.M.R. & Sullivan, C.A. (2018). Freshwater ecosystem services and functions. In J.M.R. Hughes (ed). *Freshwater Ecology and Conservation: A Handbook of Techniques*. Oxford: Oxford University Press. (in press).
- Flury, M. (1996). Experimental evidence of transport of pesticides through field soils—a review. *Journal of Environmental Quality*, 25(1), 25-45.
- Freyer, W.E., Monahan, T.J., Bowden, D.C. & Graybill, F.A. (1983). Status and trends of wetlands and deepwater habitats in the conterminous United States, 1950s to 1970s. Fort Collins: Colorado State University.
- Free, C.M., Jensen, O.P., Mason, S.A. Eriksen, M., Williamson, N.J. & Boldgiv, B. (2014). High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine Pollution Bulletin*, 85, 156-163.
- Freyhof, J. & Brooks, E. (2011). *European Red List of Freshwater Fishes*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Froend, R.H., Horwitz, P. & Sommer, B. (2016). Groundwater dependent wetlands. In: Finlayson C.M., Milton G., Prentice R. & Davidson N. (eds.) *The Wetland Book*. Dordrecht, Springer.
- Garcia, N., Harrison, I., Cox, N. and Tognelli, M.F. (eds.) (2008). *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in the Arabian Peninsula*. Gland, Switzerland, Cambridge, UK and Arlington, US, IUCN
- García Criado, M., Väre, H., Nieto, A., Bento Elias, R., Dyer, R., et al. (2017). *European Red List of lycopods and ferns*. Brussels, Belgium: IUCN.
- García-Moreno, J., Harrison, I.J., Dudgeon, D., Clausnitzer, V., Darwall, W. et al. (2015). Sustaining freshwater biodiversity in the Anthropocene. In: Bhaduri, A., Bogardi, J., Leentvaar, J. & Marx, S (eds.) *The Global Water System in the Anthropocene*. Springer.
- Gardner, R.C., Bonells, M., Okuno, E. & Zarama, J.M. (2012). *Avoiding, mitigating, and compensating for loss and degradation of wetlands in national laws and policies*. Ramsar Scientific and Technical Briefing Note no. 3. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Gardner, R.C. & Connolly, K.D. (2007). The Ramsar Convention on wetlands: assessment of international designations within the United States. *Environmental Law Review*, 37, 10089-10113.
- Gardner, R.C., Connolly, K.D. & Bamba, A. (2009). African Wetlands of International Importance: assessment of benefits associated with designations under the Ramsar Convention. *Georgetown International Environmental Law Review*, 21(2), 257-294.
- Gardner, R.C. & Davidson, N.C. (2011). The Ramsar Convention. In B.A. LePage (ed). *Wetlands: integrating multidisciplinary concepts*. pp. 189-203. Dordrecht: Springer.
- Gardner, R.C. & Grobicki, A. (2016). Synergies between the Convention on Wetlands of International Importance, especially as Waterfowl Habitat and other multilateral environmental agreements: possibilities and pitfalls. In UN Environment. *Understanding synergies and mainstreaming among the biodiversity related conventions: A special contributory volume by key biodiversity convention secretariats and scientific bodies*. pp. 54-67. Nairobi, Kenya: UN Environment.
- GEF. (2012). *Impacts of marine debris on biodiversity: current status and potential solutions*. Technical Series No. 67. Montreal: Secretariat of the Convention on Biological Diversity and Scientific and Technical Advisory Panel-GEF.
- GEF. (2016). Belarus' degraded peatlands: a chance to become mires again. <https://www.thegef.org/news/belarus'-degraded-peatlands-chance-become-mires-again>
- Genovesi, P., Carboneras, C., Vilà, M. & Walton, P. (2014). EU adopts innovative legislation on invasive species: a step towards a global response to biological invasions? *Biological Invasions*, 17(5), 1307-1311.
- Gervers, G.J.M., Koopmanschap, E.M.J., Irvine, K., Finlayson, C.M. & van Dam, A. (2016). Capacity development for wetland management. In C.M. Finlayson, M. Everard, K. Irvine, R.J. McInnes, B.A. Middleton, et al. (eds.). *The Wetland Book I: Structure and Function, Management and Methods*. Dordrecht: Springer Publishers.
- Ghermandi, A., van den Bergh, J.C.J.M., Brander, L.M., de Groot, H.L.F. & Nunes, P.A.L.D. (2010). The values of natural and human-made wetlands: a meta-analysis. *Water Resources Research*, 46, W12516.
- Giosan, L., Syvitski, J., Constantinescu, S. & Day, J. (2014). Protect the world's deltas. *Nature*, 516,31-33.
- Giraud, B. & Hemerick, R. (2013). What if carbon was much more than just a funding mechanism? *Field Action Science Reports, Special Issue 7: Livelihoods*. Retrieved from <http://factsreports.revues.org/2106>.
- Global Mangrove Watch [source du tableau 2.2, des figures 4.8 et 4.9 et du texte au-dessus des figures] www.globalmangrovetwatch.org
- Goldberg, J., Marshall, N., Birtles, A., Case, P., Bohensky, E., et al. (2016).

- Climate change, the Great Barrier Reef and the response of Australians, *Palgrave Communications*. DOI: 10.1057/palcomms.2015.46.
- Golden, H., Sander, H.A., Lane, C.R., Zhao, C., Price, K., et al. (2016). Relative effects of geographically isolated wetlands on streamflow: a watershed-scale analysis. *Ecohydrology*, 9, 21-38.
- Gorham E. (1991). Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. *Ecological Applications*, 1, 182-195.
- Grant, G. (2012). *Ecosystem services come to town: greening cities by working with nature*. Chichester: John Wiley and Sons.
- Green, P.A., Vörösmarty, C.J., Harrison, I., Farrell, T., Sáenz, L. & Fekete, B.M. (2015). Freshwater ecosystem services supporting humans: pivoting from water crisis to water solutions. *Global Environmental Change*, 34, 108-118. doi:10.1016/j.gloenvcha.2015.06.007.
- Griffin, P.J. & Ali, S.H. (2014). Managing transboundary wetlands: the Ramsar Convention as a means of ecological diplomacy. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 4(3), 230-239.
- Groffman, P.M., Altabet, M.A., Böhlke, J.K., Butterbach-bahl, K., David, M.B. et al. (2012). Methods for measuring denitrification: diverse approaches to a difficult problem. *Ecological Applications*, 16, 2091-2122.
- Groffman, P.M., Butterbach-Bahl, K., Fulweiler, R.W., Gold, A.J., Morse, J.L. et al. (2009). Challenges to incorporating spatially and temporally explicit phenomena (hotspots and hot moments) in denitrification models. *Biogeochemistry*, 93, 49-77.
- Gupta, A. (2007). *Large rivers' geomorphology and management*. Chichester, UK: J. Wiley and Sons.
- Hader, H., Kumar, D. Smith, R.C. & Worrest, R.C. (2007). Effects of solar UV radiation on aquatic ecosystems and interactions with climate change. *Photochemical & Photobiological Sciences*, 6, 267-285.
- Hajkowicz, S.A., Cook, H. & Littleboy, A. (2012). *Our future world: global megatrends that will change the way we live. The 2012 Revision*. Australia: CSIRO.
- Hanley, M.E., Hoggart, S.P.G., Simmonds, D.J., Bichot, A., Colangelo, M.A., et al. (2014). Shifting sands? Coastal protection by sand banks, beaches and dunes. *Coastal Engineering*, 87, 136-146.
- Hardwood, A., Johnson, S., Richter, B., Locke, A., Ye, X. & Tickner, D. (2017). *Listen to the river: lessons from a global review of environmental flow success stories*. Woking, UK: WWF-UK.
- Harrison, I.J. & Stiassny, M.L.J. (1999). The quiet crisis. In R.D.E. MacPhee and H.D. Sues (eds.). *Extinctions in near time: causes, contexts and consequences*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- HELCOM. (2017). First version of the 'State of the Baltic Sea' report. Available at: <http://stateofthebalticsea.helcom.fi>
- Herbert, E.R., Boon, P., Burgin, A.J., Neubauer, S.C., Franklin, R.B., et al. (2015). A global perspective on wetland salinization: ecological consequences of a growing threat to freshwater wetlands. *Ecosphere*, 6(1), 1-43.
- Hertzman, T. & Larsson, T. (1999). *Lake Hornborga, Sweden: the return of a bird lake*. Wageningen, Netherlands: Wetlands International.
- Hipsey, M.R. & Arheimer, B. (2013). Challenges for water-quality research in the new IAHS decade on: Hydrology under societal and environmental change. In: *Understanding Freshwater Quality Problems in a Changing World*. Proceedings of H04, IAHS-IAPSO-IASPEI Assembly, Gothenburg, Sweden. IAHS Publ. 361: 17-30.
- Horwitz, P., Finlayson, M. & Weinstein, P. (2012). *Healthy wetlands, healthy people: a review of wetlands and human health interactions*. Ramsar Technical Report No. 6. Gland and Geneva, Switzerland: Secretariat of the Ramsar Convention on Wetlands & The World Health Organization.
- Hough, P. & Robertson, M. (2009). Mitigation under Section 404 of the Clean Water Act: where it comes from, what it means. *Wetlands Ecology and Management*, 17(1), 15-33.
- House, J., Brovkin, V., Betts, R., et al. (2005). Climate and air quality. In: *Millennium Ecosystem Assessment. Ecosystems and human well-being: current state and trends*. pp. 355-390. <http://www.unep.org/maweb/documents/document.282.aspx.pdf>
- Hubacek, K., Guan, D. & Barua, A. (2007). Changing lifestyles and consumption patterns in developing countries: a scenario analysis for China and India. *Futures*, 39(9), 1084-1096.
- IMF. (2002). Globalization: threat or opportunity? IMF Issues Brief, International Monetary Fund, Washington DC. Available at: <https://www.imf.org/external/np/exr/ib/2000/041200to.htm>.
- Ingram, J.C., Wilkie, D., Clements, T., McNab, R.B., Nelson, F., et al. (2014). Evidence of payments for ecosystem services as a mechanism for supporting biodiversity conservation and rural livelihoods. *Ecosystem Services*, 7, 10-21.
- GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) (2014) Changements climatiques 2014 : Incidences, adaptation et vulnérabilité. Résumé à l'intention des décideurs. Contribution du groupe de travail II au cinquième rapport d'évaluation du GIEC. https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_fr.pdf
- IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). (2018). Summary for policymakers of the thematic assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Bonn, Germany: IPBES Secretariat.
- Islam, S.N. (2015). Inequality and environmental sustainability. UN. DESA Working Paper No. 145, ST/ESA/2015/DWP/145. New York: Department of Economic & Social Affairs, United Nations.
- IUCN. (1965). *List of European and North African Wetlands of International Importance*. IUCN Publications new series No. 5. Morges, Switzerland: IUCN.
- IUCN. (2016). *Global Standard for the Identification of Key Biodiversity Areas, Version 1.0*. First edition. Gland, Switzerland: IUCN.
- IUCN. (2018). (Draft) *Guidelines for recognising and reporting other effective area-based conservation measures*. Version 1. Gland, Switzerland: IUCN.
- Groupe de spécialistes des tortues marines IUCN-CSE. <https://iucn-mtsg.org/about/structure-role/red-list/>
- Jambeck, J.R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T.R., Perryman, M., et al. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768-771.
- Janse, J.H., Kuiper, J.J., Weijters, M.J., Westerbeek, E.P., Jeuken, M.H.J.L., et al. (2015). GLOBIO-Aquatic, a global model of human impact on the biodiversity of inland aquatic ecosystems. *Environmental Science & Policy*, 48, 99-114.
- Jenkins, W.A., Murray, B.C., Kramer, R.A. & Faulkner, S.P. (2010). Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi Alluvial Valley. *Ecological Economics*, 69, 1051-1061.
- Jones, J.I., Murphy, J.F., Collins, A.L., Sear, D.A., Naden, P.S. & Armitage, P.D. (2012). The impact of fine sediment on macro-invertebrates. *River Research and Applications*, 28(8), 1055-1071.
- Joosten, H. (2010). *The global peatland CO2 picture. Peatland status and drainage related emissions in all countries of the world*. Ede, Netherlands: Wetlands International.
- Joosten, H., Sirin, A., Couwenberg, J., Laine, J. and Smith, P. (2016). The role of peatlands in climate regulation. In Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (eds.) *Peatland Restoration and Ecosystem Services*. Cambridge UK, Cambridge University Press.
- Juffe-Bignoli, D., Harrison, I., Butchart, S.H.M., Flitcroft, R., Hermoso, V., et al. (2016). Achieving Aichi Biodiversity Target 11 to improve the performance of protected areas and conserve freshwater biodiversity. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26(S1), 133-151.
- Kadlec, R.H. & Wallace, S.E. (2008). *Treatment Wetlands*. London, CRC Press.
- Kalkman, V.J., Boudot, J.-P., Bernard, R., Conze, K.-J., De Knijf, G., et al. (2010). *European Red List of dragonflies*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Keddy, P.A. (2010). *Wetland Ecology: Principles and Conservation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Keddy, P.A., Fraser, L., Solomesch, A., Junk, W.J., Campbell, D.R. et al. (2009). Wet and wonderful: The world's largest wetlands are conservation priorities. *BioScience*, 59, 39-51.
- Keenan, L.W. & Lowe, E. (2001). Determining ecologically acceptable nutrient loads to natural wetlands for water quality improvement. *Water Science and Technology*, 44, 289-294.
- Kemp, P., Sear, D., Collins, A., Naden, P. & Jones, I. (2011). The impacts of fine sediment on riverine fish. *Hydrological Processes*, 25(11), 1800-1821.
- Kim, S., Mam, K., Oeur, I., So, S. & Ratner, B. (2013). Fishery reforms on the Tonle Sap Lake: risks and opportunities for innovation. *Cambodia Development Review*, 17(2), 1-4.

- Kirby, M.X. (2004). Fishing down the coast: historical expansion and collapse of oyster fisheries along continental margins. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(35), 13096-13099.
- Kiwango, Y.A. & Wolanski, E. (2008). Papyrus wetlands, nutrients balance, fisheries collapse, food security, and Lake Victoria level decline in 2000–2006. *Wetlands Ecology and Management*, 16(2), 89-96.
- Koh, L.P., Miettinen, J., Liew, S.C. & Ghazoul, J. (2011). Remotely sensed evidence of tropical peatland conversion to oil palm. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(12), 5127-5132.
- Korichi, N. & Treilhes, C. (2013). Les Sites Ramsar assurent leur rôle de protection quand ils sont gérés. *Espaces Naturels*, 43, 14-15.
- Kothari, A. & Bajpai, S. (2017). We are the river, the river is us. *Economic & Political Weekly*, 52(37). <http://www.epw.in/journal/2017/37/special-articles/we-are-river-river-us.html>
- Kumar, R., McInnes, R.J., Everard, M., Gardner, R.C., Kulindwa, K.A.A., et al. (2017a). *Integrating multiple wetland values into decision-making*. Ramsar Policy Brief No. 2. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Kumar, R., Tol, S., McInnes, R.J., Everard, M. & Kulindwa, A.A. (2017b). *Wetlands for disaster risk reduction: effective choices for resilient communities*. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- Leverington, F., Costa, K.L., Pavese, H., Lisle, A & Hockings, M. (2010). A global analysis of protected area management effectiveness. *Environmental Management*, 46(5), 685-698.
- Lima, I.B.T., Ramos, F.M., Bambace, L.A.W. & Rosa, R.R. (2008). Methane emissions from large dams as renewable energy resources: a developing nation perspective. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 13(2), 193-206.
- Liu, X., Duan, L., Mo, J., Du, E., Shen, J., et al. (2011). Nitrogen deposition and its ecological impact in China: an overview. *Environmental Pollution*, 159(10), 2251-2264.
- Livelihoods Funds. Our projects. <http://www.livelihoods.eu/portfolio/>
- Lotze, H.K. (2007). Rise and fall of fishing and marine resource use in the Wadden Sea, southern North Sea. *Fisheries Research*, 87, 208-218.
- Lotze, H.K., Reise, K., Worm, B., van Beusekom, J., Busch, M., et al. (2005). Human transformations of the Wadden Sea ecosystem through time: a synthesis. *Helgoland Marine Research*, 559, 84-95.
- Luo, Y., Wu, L., Liu, L., Han, C. & Li, Z. (2009). *Heavy metal contamination and remediation in Asian agricultural land*. National Institute of Agro-Environmental Sciences. Japan: MARCO Symposium.
- Lynch-Stewart, P. (2008). *Wetlands of International Importance (Ramsar Sites) in Canada: Survey of Ramsar Site managers 2007*. Final Report.
- Maavara, T., Lauerwald, R., Regnier, P. & Van Cappellen, P. (2017). Global perturbation of organic carbon cycling by river damming. *Nature Communications*, 8, 15347.
- Macdonald, A. & Robertson, H. (2017). *Arawai Kākāriki Wetland Restoration Programme, Science Outputs 2007–2016*. Wellington: New Zealand Department of Conservation.
- MacKay, H., Finlayson, C.M., Fernandez-Prieto, D., Davidson, N., Pritchard, D. & Rebelo, L.M. (2009). The role of Earth Observation (EO) technologies in supporting implementation of the Ramsar Convention on Wetlands. *Journal of Environmental Management*, 90(7), 2234-2242.
- Macreadie, P.I., Nielsen, D.A., Kelleway, J.J., Atwood, T.B., Seymour, J.R., et al. (2017). Can we manage coastal ecosystems to sequester more blue carbon? *Frontiers in Ecology and the Environment*, 15(4), 206-213.
- Máiz-Tomé, L., Sayer, C. & Darwall, W. (eds) (2018). *The status and distribution of freshwater biodiversity in Madagascar and the Indian Ocean Islands hotspot*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Mäkinen, K. & Khan, S. (2010). Policy considerations for greenhouse gas emissions from freshwater reservoirs. *Water Alternatives*, 3(2), 91.
- Maron, M., Brownlie, S., Bull, J.W., Evans, M.C., von Hase, A., et al. (2018). The many meanings of no net loss in environmental policy. *Nature Sustainability*, 1, 19-27.
- Marton, J.M., Creed, I.F., Lewis, D.B., Lane, C.R., Basu, N.B. et al. (2015). Geographically isolated wetlands are important biogeochemical reactors on the landscape. *Bioscience*, 65(4), 408-418.
- Mauerhofer, V., Kim, R.E. & Stevens, C. (2015). When implementation works: a comparison of Ramsar Convention implementation in different continents. *Environmental Science & Policy*, 51, 95-105.
- Mayorga, E., Seitzinger, S.P., Harrison, J.A., Dumont, E., Beusen, A.H., et al. (2010). Global nutrient export from WaterSheds 2 (NEWS 2): model development and implementation. *Environmental Modelling & Software*, 25(7), 837-853.
- Mazaris, A.D., Schofield, G., Gkazinou, C., Alpanidou, V. & Hays, G.C. (2017). Global sea turtle conservation successes. *Science Advances*, 3, e1600730.
- McGreavy, B., Calhoun, A.J.K., Jansujwicz, J. & Levesque, V. (2016). Citizen science and natural resource governance: program design for vernal pool policy innovation. *Ecology and Society*, 21(2), 48.
- McInnes, R.J. (2013). *Towards the wise use of urban and peri-urban wetlands*. Ramsar Scientific and Technical Briefing Note no. 6. Gland, Switzerland: Ramsar Convention Secretariat.
- McIntyre, P., Reidy Liermann, C.A. & Revenga, C. (2016). Linking freshwater fishery management to global food security and biodiversity conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, <http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1521540113>.
- McKinley, D.C., Miller-Rushing A.J., Ballard H.L., Bonney R., Brown, H., et al. (2017). Citizen science can improve conservation science, natural resource management, and environmental protection. *Biological Conservation*, 208, 15-28.
- McLeod, E., Chmura, G.L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., et al. (2011). A blueprint for blue carbon: toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9, 552-560.
- Observatoire des zones humides méditerranéennes. (2018). *Perspectives des zones humides méditerranéennes 2*. Le Sambuc, France.
- Mekonnen, M.M. and Hoekstra, A.Y. (2011). *National water footprint accounts: The green, blue and grey water footprint of production and consumption*. Value of Water Research Report Series No. 50, Delft, Netherlands, UNESCO-IHE.
- Michalak, A.M., Anderson, E.J., Beletsky, D., Boland, S., Bosch, N.S. et al. (2013). Record-setting algal bloom in Lake Erie caused by agricultural and meteorological trends consistent with expected future conditions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 6449-6452.
- Miettinen, J., Shi, C. & Liew, S.C. (2016). Land cover distribution in the peatlands of Peninsular Malaysia, Sumatra and Borneo in 2015 with changes since 1990. *Global Ecology and Conservation*, 6, 67-78.
- Miettinen, J., Wang, J., Hooijer, A. & Liew, S. (2013). Peatland conversion and degradation processes in insular Southeast Asia: a case study in Jambi, Indonesia. *Land Degradation & Development*, 24(4), 334-341.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: wetlands and water: synthesis*. Washington, DC: World Resources Institute.
- Mitsch, W. & Gosselink, J. (2015). *Wetlands*, 5th ed. Hoboken, New Jersey, USA, John Wiley and Sons.
- Molur, S., Smith, K.G., Daniel, B.A. & Darwall, W.R.T. (Compilers). (2011). *The status and distribution of freshwater biodiversity in the Western Ghats, India*. Cambridge, UK & Gland, Switzerland: IUCN; Coimbatore, India: Zoo Outreach Organisation.
- Moomaw, W.R., Chmura, G.L., Davies, G.T., Finlayson, C.M., Middleton, B.A., et al. (2018). The relationship between wetlands and a changing climate: science, policy and management. *Wetlands* 10.1007/s13157-018-1023-8
- Mostert, E., Pahl-Wostl, C., Rees, Y., Searle, B., Tàbara, D. & Tippett, J. (2007). Social learning in European river-basin management: barriers and fostering mechanisms from 10 river basins. *Ecology and Society*, 12(1), 19.
- Murray, N.J., Ma, Z. & Fuller, R.A. (2015). Tidal flats of the Yellow Sea: a review of ecosystem status and anthropogenic threats. *Australian Journal of Ecology*, 40(4), 472-481.
- Nagy, S., Flink, S. & Langendoen, T. (2015). Report on the Conservation Status of Migratory Waterbirds in the Agreement Area. Sixth Edition. 134 pp. AEW/MOP Doc. 6.14. http://www.unep-aewa.org/sites/default/files/document/mop6_14_csr6_including%20annexes.pdf
- Naisbitt, J. (1982). *Megatrends*. New York: Warner Books.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Progress toward restoring the everglades: the sixth biennial review - 2016*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newborne, P. & Dalton, J. (2016). *Water management and stewardship: taking stock of corporate water behaviour*. Gland, Switzerland: IUCN; London, UK: ODI.

- Nicola, G.G., Elvira, B. & Almodovar, A. (1996). Dams and fish passage facilities in the large rivers of Spain: effects on migratory species. *Archiv für Hydrobiologie Supplement*, 113, 375-379.
- Nilsson, C., Reidy, C.A., Dynesius, M. & Revenga, C. (2005). Fragmentation and flow regulation of the world's large river systems. *Science*, 308(5720), 405-408.
- Noe, G., Childers, D. & Jones, R. (2001). Phosphorus biogeochemistry and the impact of phosphorus enrichment: Why is the Everglades so unique? *Ecosystems*, 4, 603-624.
- North American Bird Conservation Initiative, US Committee. (2014). *The State of the Birds 2014: United States of America*. Washington, DC: US Department of the Interior. Retrieved from http://www.stateofthebirds.org/2014-%20SoTB_FINAL_low-res.pdf
- Nunes A.L., Douthwaite R.J., Tyser B., Measey G.J. & Weyl O.L.F. (2016). Invasive crayfish threaten Okavango Delta. *Frontiers in Ecology and the Environment*. doi:10.1002/fee.1287
- Nunes, A.L., Triarico, E., Panov, V.E., Cardoso, A.C. & Katsanevakis, S. (2015). Pathways and gateways of freshwater invasions in Europe. *Aquatic Invasions*, 10(4): 359-370.
- Ocean Conservancy. (2016). *30th anniversary international coastal cleanup: Annual Report*. Retrieved from <http://www.oceanconservancy.org/our-work/marine-debris/2016-data-release/2016-data-release-1.pdf>
- Ockenden, M.C., Hiscock, K.M., Kahana, R., Macleod, C.J.A., Tych, W., et al. 2017. Major agricultural changes required to mitigate phosphorus losses under climate change. *Nature Communications*, 8(8), 161.
- OCDE. (2012a). *Perspectives de l'environnement de l'OCDE à l'horizon 2050 : Les conséquences de l'inaction*. Paris : éditions OCDE.
- OCDE. (2012b). *Qualité de l'eau et agriculture : Un défi pour les politiques publiques*. Études de l'OCDE sur l'eau. Paris : éditions OCDE.
- OCDE. (2015a). *Les périls du tarissement : vers une utilisation durable des eaux souterraines en agriculture*. Études de l'OCDE sur l'eau. Paris : éditions OCDE.
- OCDE (2015). *Perspectives des migrations internationales 2015*, Éditions OCDE, Paris, https://doi.org/10.1787/migr_outlook-2015-fr
- OCDE/FAO (2016). *Perspectives agricoles de l'OCDE et de la FAO 2016-2025*, Éditions OCDE, Paris. http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2016-fr
- OECD. (2016). *Biodiversity offsets: effective design and implementation*. Paris: OECD Publishing. Retrieved from <http://www.oecd.org/environment/resources/Policy-Highlights-Biodiversity-Offsets-web.pdf>.
- OECD. (2017). *Diffuse pollution, degraded waters: emerging policy solutions*. Paris, OECD Publishing.
- Oliver, T.H. & Morecroft, M.D. (2014). Interactions between climate change and land use change on biodiversity: attribution problems, risks, and opportunities. *WIREs Climate Change*, 5, 317-335.
- Ouboter, P.E., Landburg, G.A., Quik, J.H.M., Mol, J.H.A. & van der Lugt, F. (2012). Mercury levels in pristine and gold mining impacted aquatic systems in Suriname, South America. *Ambio*, 41, 873-882.
- Paerl, H.W. & Otten, T.G. (2013). Harmful cyanobacterial blooms: causes, consequences, and controls. *Microbial Ecology*, 65(4), 995-1010.
- Paerl, H.W., Scott, J.T., McCarthy, M.J., Newell, S.E., Gardner, W.S. et al. (2016). It takes two to tango: when and where dual nutrient (N & P) reductions are needed to protect lakes and downstream ecosystems. *Environmental Science and Technology*, 50, 10805-10813.
- Parish, F., Sirin, A.A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T.Y., et al. (2008). *Assessment on peatlands, biodiversity and climate change*. Kuala Lumpur and Wageningen, Netherlands, Global Environment Centre and Wetlands International.
- Parliamentary Office of Science and Technology. (2011). *Natural flood management*. POSTNOTE 396 (December 2011). The Parliamentary Office of Science and Technology, HM Government, London.
- Pekel, J.-F., Cottam, A., Gorelick, N. & Belward, A.S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540, 418-422.
- Pippard, H. (2012). *The current status and distribution of freshwater fishes, land snails and reptiles in the Pacific Islands of Oceania*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Pitcock, J., Finlayson, C.M., Roux, D., Arthington, A., Matthews, J., et al. (2014). Chapter 19: Managing fresh water, river, wetland and estuarine protected areas. In G.L. Worboys, M. Lockwood, A. Kothari, S. Feary, & I. Pulsford (eds). *Protected area governance and management*. Canberra: ANU Press.
- Poeta, G., Battisti, C. & Acosta, A.T.R. (2014). Marine litter in Mediterranean sandy littorals: spatial distribution patterns along central Italy coastal dunes. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2), 168-173.
- Poffenbarger, H.J., Needelman, B.A. & Megonigal, J.P. (2011). Salinity influence on methane emissions from tidal marshes. *Wetlands*, 31, 831-842.
- Polidoro, B.A., Carpenter, K.E., Collins, L., Duke, N.C., Ellison, A.M., et al. (2010). The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS ONE* 5(4), e10095.
- Postel, S. (2000). Entering an era of water scarcity: the challenges ahead. *Ecological Applications*, 10, 941-948.
- Prigent, C., Papa, F., Aires, F., Jimenez, C., Rossow, W.B. & Matthews, E. (2012). Changes in land surface water dynamics since the 1990s and relation to population pressure. *Geophysical Research Letters*, 39(8), L08403.
- Provost, E.J., Kelaher, B.P., Dworjanyn, S.A., Russel, B.D., Connell, S.D., et al. (2017). Climate-driven disparities among ecological interactions threaten kelp forest persistence. *Global Change Biology*, 23(1), 353-361.
- Rabalais, N.N., Diaz, R.J., Levin, L.A., Turner, R.E., Gilbert, D. & Zhang, J. (2010). Dynamics and distribution of natural and human-caused hypoxia. *Biogeosciences*, 7(2), 585-619.
- Rabalais, N.N., Turner, R.E. & Scavia, D. (2002). Beyond science into policy: Gulf of Mexico hypoxia and the Mississippi River. *BioScience*, 52, 129-142.
- Convention de Ramsar. (2005). Résolution IX.1 Annexe A : Cadre conceptuel pour l'utilisation rationnelle des zones humides et le maintien de leurs caractéristiques écologiques. 9e Session de la Conférence des Parties à la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971), Kampala, Ouganda, 8 au 15 novembre 2005
- Secrétariat de la Convention de Ramsar (2010). *Lois et institutions : Compétences participatives: Mise en œuvre et renforcement de la participation des communautés locales et des populations autochtones à la gestion des zones humides*. Manuels Ramsar pour l'utilisation rationnelle des zones humides, 4e édition, vol. 7. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse <https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-07fr.pdf>
- Secrétariat de la Convention de Ramsar . (2018). *Mise à jour sur l'état des sites inscrits sur la Liste des zones humides d'importance internationale*. 54e réunion du Comité permanent, Gland, Suisse, 23-27 avril 2018. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/sc54-19_status_ramsar_list_f.pdf
- Rebello, L. & Finlayson, C.M. (coordinating authors) (2018) *The use of Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring: an information source for the Ramsar Convention for Wetlands*. Ramsar Technical Report. Gland, Switzerland: Ramsar Convention.
- Renton, D.A., Mushet, D.M. & DeKeyser, E.S. (2015). *Climate change and prairie pothole wetlands—mitigating water-level and hydroperiod effects through upland management*. U.S. Geological Survey Scientific Investigations Report 2015-5004.
- EEA, L.F., Olaya-Rodríguez, M.H., Cepeda-Valencia, J., Lara, D., Arroyave-Suárez, J., et al. (2017). Future impacts of drivers of change on wetland ecosystem services in Colombia. *Global Environmental Change*, 44, 158-169. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.04.001>
- Richards, D.R. & Friess, D.A. (2016). Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000-2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(2), 344-349.
- Richey, A.S., Thomas, B.F., Lo, M.H., Famiglietti, J.S., Swenson, S. & Rodell, M. (2015). Uncertainty in global groundwater storage estimates in a total groundwater stress framework. *Water Resources Research*, 51(7), 5198-5216.
- Richman, N.I., Böhm, M., Adams, S.B., Alvarez, F., Bergery, E.A., et al. (2015). Multiple drivers of decline in the global status of freshwater crayfish (Decapoda: Astacidea). *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 370(1662), 20140060.
- Rivera, M. & Gardner, R.C. (eds). (2011). *Wetlands in the Americas: The role of the Ramsar Convention on Wetlands and the benefits of Ramsar Site designation*. Gland, Switzerland: Secretariat of the Ramsar Convention.
- Romeo, T., Pietro, B., Pedà, C., Consoli, P., Andaloro, F. & Fossi, M.C. (2015). First evidence of presence of plastic debris in stomach of large pelagic fish in the Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 95(1), 358-361.

- Russi, D., ten Brink, P., Farmer, A., Badura, T., Coates, D., et al. (2013). *The economics of ecosystems and biodiversity for water and wetlands*. London and Brussels: IEEP; Gland: Ramsar Secretariat.
- Sabo, J.K., Ruhi, A., Holtgrieve, G.W., Elliott, V., Arias, M.E., et al. (2017). Designing river flows to improve food security futures in the Lower Mekong Basin. *Science*, 358, 1-11.
- Samonte-Tan, G.P.B., White, A.T., Tercero, M.A., Diviva, J., Tabara, E. & Caballes, C. (2007). Economic valuation of coastal and marine resources: Bohol marine triangle, Philippines. *Coastal Management* 35, 319-338.
- Santhosh, V., Padmalal, D., Baijullal, B. & Maya, K. (2013). Brick and tile clay mining from the paddy lands of Central Kerala (southwest coast of India) and emerging environmental issues. *Environmental Earth Sciences*, 68(7), 2111-2121.
- Santo Domingo, J.W., Bambic, D.G., Edge, T.A. & Wuertz, S. (2007). Quo vadis source tracking? Towards a strategic framework for environmental monitoring of fecal pollution. *Water Research*, 41(16), 3539-3552.
- Sato, T., Qadir, M., Yamamoto, S., Endo, T. & Zahoor, A. (2013). Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use. *Agricultural Water Management*, 130, 1-13.
- Sauvé, S. & Desrosiers, M. (2014). A review of what is an emerging contaminant. *Chemistry Central Journal*, 8(15) <http://journal.chemistrycentral.com/content/8/1/15>.
- Scavia, D., Allan, J.D., Arend, K.K., Bartell, S., Beletsky, D., et al. (2014). Assessing and addressing the re-eutrophication of Lake Erie: Central basin hypoxia. *Journal of Great Lakes Research* 40, 226-246.
- Schandi, H., Fischer-Kowalski, M., West, J., Giljum, S., Dittrich, M., et al. (2016). Global material flows and resource productivity. *Assessment Report for the UNEP International Resource Panel*. Nairobi: UNEP.
- Schroeder, R., McDonald, K.C., Chapman, B.D., Jensen, K., Podest, E., et al. (2015). Development and evaluation of a multi-year fractional surface water data set derived from active/passive microwave remote sensing data. *Remote Sensing*, 7, 16688-16732.
- Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica (2014). *Perspectiva Mundial sobre la Diversidad Biológica 4*. Montreal.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2010a). Designación de sitios Ramsar: Marco estratégico y lineamientos para el desarrollo futuro de la Lista de Humedales de Importancia Internacional. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales*, 4ª edición, vol. 17. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2010b). Cooperación internacional: Lineamientos y otro apoyo para la cooperación internacional con arreglo a la Convención de Ramsar sobre los Humedales. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales*, 4ª edición, vol. 20. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2010c). Aptitudes de participación. Establecimiento y fortalecimiento de la participación de las comunidades locales y de los pueblos indígenas en el manejo de los humedales. *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales*, 4ª edición, vol. 20. Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Secretaría de la Convención de Ramsar. (2018). Actualización sobre el estado de los sitios de la Lista de Humedales de Importancia Internacional. Doc. SC54-19, 54ª Reunión del Comité Permanente, Gland (Suiza), 23 a 27 de abril de 2018.
- Sharma, B., Rasul, G. & Chettri, N. (2015). The economic value of wetland ecosystem services: evidence from the Koshi Tappu Wildlife Reserve, Nepal. *Ecosystem Services*, 12, 84-93.
- Sherwood, E.T. (2016). *2015 Tampa Bay Water Quality Assessment*. Tampa Bay Estuary Program Technical Report #01-16. St. Petersburg, FL: TBEP.
- Short, F.T., Polidoro, B., Livingstone, S.R., Carpenter, K.E., Bandeira, S., et al. (2011). Extinction risk assessment of the world's seagrass species. *Biological Conservation*, 144(7), 1961-1971.
- Sievers, M., Hale, R., Parris, K.M. & Swearer, S.E. (2017). Impacts of human-induced environmental change in wetlands on aquatic animals. *Biological Reviews*, 93(1), 529-554.
- Simate, G.S. & Ndlovu, S. (2014). Acid mine drainage: challenges and opportunities. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2, 1785-1803.
- Smith, K.G., Barrios, V., Darwall, W.R.T. & Numa, C. (eds). (2014). *The status and distribution of freshwater biodiversity in the Eastern Mediterranean*. Cambridge, UK, Malaga, Spain and Gland, Switzerland: IUCN.
- Smith, R.D. & Maltby, E. (2003). *Using the ecosystem approach to implement the Convention on Biological Diversity: key issues and case studies*. Gland, Switzerland & Cambridge, UK: IUCN.
- Smith, V.H., Joye, S.B. & Howarth, R.W. (2006). Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 51, 351-355.
- Steneck, R., Graham, M.H., Bourque, B.J., Corbett, D. & Erlandson, J.M. (2002). Kelp forest ecosystems: biodiversity, stability, resilience and future. *Environmental Conservation*, 29, 436-459.
- Stickler, C.M., Coe, M.T., Costa, M.H., Nepstad, D.C., McGrath, D.G., et al. (2013). Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(23), 9601-9606.
- Stolton, S., Redford, K.H. & Dudley, N. (2014). *The futures of privately protected areas*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Stuart, S.N., Chanson, J.S., Cox, N.A., Young, B.E., Rodrigues, A.S.L., et al. (2014). Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science*: 1103538.
- Swiss Agency for Development and Cooperation. (2017). Innovative and community-based sustainable water management. <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/innovative-and-community-based-sustainable-water-management>
- Teixeira, T.P., Neves, L.M. & Araujo F.G. (2009). Effects of nuclear power plant thermal discharge on habitat complexity and fish community structure in Ilha Grande Bay, Brazil. *Marine Environmental Research*, 68: 188-195.
- Temple, H.J. & Cox, N.A. (2009). *European Red List of amphibians*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.
- Tessler, Z.D., Vörösmarty, C.J., Grossberg, M., Gladkova, I. & Aizenman, H. (2016). A global empirical typology of anthropogenic drivers of environmental change in deltas. *Sustainability Science*, 11(4), 525-537, doi: 10.1007/s11625-016-0357-5.
- Thaman, R., Lyver, P., Mpande, R., Perez, E., Cariño, J. & Takeuchi, K. (eds). (2013). *The contribution of indigenous and local knowledge systems to IPBES: building synergies with science*. IPBES Expert Meeting Report. Paris: UNESCO/UNU.
- Thomas, N., Lucas, R., Bunting, P., Hardy, A., Rosenqvist, A. & Simard, M. (2017). Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010. *PLoS ONE*, 12(6), e0179302.
- Tognelli, M.F., Lasso, C.A., Bota-Sierra, C.A., Jimenez-Segura, L.F. & Cox, N.A. (eds). (2016). *Estado de Conservación y Distribución de la Biodiversidad de Agua Dulce en los Andes Tropicales*. Gland, Switzerland, Cambridge, UK & Arlington, USA: IUCN.
- Torres, A., Brandt, J., Lear, K. & Liu, J. (2017). A looming tragedy of the sand commons. *Science*, 357(6355), 970-971.
- Trombulak, S.C. & Frissell, C.A. (2000). Review of ecological effects of roads on terrestrial and aquatic communities. *Conservation Biology*, 14(1), 18-30.
- Tsounis, G., Rossi, S., Gili, J.M. & Arntz, W.E. (2007). Red coral fishery at the Costa Brava (NW Mediterranean): case study of an overharvested precious coral. *Ecosystems*, 10(6), 975-986.
- Tulloch, A.I.T., Possingham, H.P., Joseph, L.N., Szabo, J. & Martin, T.G. (2013). Realising the full potential of citizen science monitoring programs. *Biological Conservation*, 165, 128-138.
- Turetsky, M.R., Benscoter, B., Page, S., Rein, G., Van Der Werf, G.R. & Watts, A. (2015). Global vulnerability of peatlands to fire and carbon loss. *Nature Geoscience*, 8(1), 11.
- Umadevi, M., Pushpa, R., Samapathkumar, K.P. & Bhowmik, D. (2012). Rice – traditional medicinal plant in India. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 1(1), 6-12.
- UN. (2015a). *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. ST/ESA/SER.A/366. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Retrieved from <https://esa.un.org/unpd/wup/>
- UN. (2015b). *World population prospects: the 2015 revision, key findings and advance tables*. Working Paper No. ESA/P/WP.241. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. Retrieved from https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/key_findings_wpp_2015.pdf
- UN-Water. (2015). *Wastewater management: a UN-water analytical brief*. UN-Water.

- UN World Conservation Monitoring Centre. (2017). *Wetland Extent Trends [WET] Index*. Cambridge, UK.
- UNCCD Convention des Nations Unies sur la lutte contre la désertification. 2017. Perspectives territoriales mondiales, première édition Bonn, Allemagne. https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2017-09/GLO_Full_Report_low_res_French_0.pdf
- UNEP (United Nations Environment Program). (2014a). *UNEP Year Book 2014: Emerging issues in our global environment*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- UNEP (United Nations Environment Program). (2014b). *Green infrastructure guide for water management: ecosystem-based management approaches for water-related infrastructure projects*. Retrieved from <http://www.medspring.eu/sites/default/files/Green-infrastructure-Guide-UNEP.pdf>
- UNEP. (2016). *A snapshot of the world's water quality: towards a global assessment*. Nairobi: UNEP.
- Urák, I., Hartel, T., Gallé, R. & Balog, A. (2017). Worldwide peatland degradations and the related carbon dioxide emissions: the importance of policy regulations. *Environmental Science & Policy*, 69, 57-64.
- Van Asselen, S., Verburg, P.H., Vermaat, J.E. & Janse, J.H. (2013). Drivers of wetland conversion: a global meta-analysis. *PLoS ONE*, 8(11), p.e81292.
- Van Beek, L.P.H., Wada, Y. & Bierkens, M.F. (2011). Global monthly water stress: 1. Water balance and water availability. *Water Resources Research*, 47(7). <https://doi.org/10.1029/2010WR009791>
- Van Beukering, P.J.H. & Cesar, H.S.J. (2004). Ecological economic modeling of coral reefs: evaluating tourist overuse at Hanauma Bay and algae blooms at the Kihei Coast, Hawai'i. *Pacific Science*, 58, 243-260.
- Veolia and IFPRI. (2015). *The murky future of global water quality*. A white paper by Veolia and the International Food Policy Research Institute.
- Vitousek P., Aber, J., Howarth, R., Likens, G., Matson, P. et al. (1997). Human alteration of the global nitrogen cycle: sources and consequences. *Ecological Applications*, 7, 737-750.
- Voldseth, R.A., Johnson, W.C., Gilmanov, T., Guntenspergen, G.R. & Millett, B. (2007). Model estimation of land-use effects on water levels of northern prairie wetlands. *Ecological Applications*, 17, 527-540
- Walters, B.B. (2005). Ecological effects of small-scale cutting of Philippine mangrove forests. *Forest Ecology and Management*, 206(1-3), 331-348.
- Wang, Z., Mao, D., Li, L., Jia, M., Dong, Z. et al. (2015). Quantifying changes in multiple ecosystem services during 1992–2012 in the Sanjiang Plain of China. *Science of the Total Environment*, 514, 119-130.
- Wang, Z., Wu, J., Madden, M. & Mao, D. (2012). China's wetlands: conservation plans and policy impacts. *Ambio*, 41(7), 782-786.
- Ward, R.D., Friess, D.A., Day, R.H. & MacKenzie, R.A. (2016). Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. *Ecosystem Health and Sustainability*, 2(4).
- Welcomme, R.L., Cowx, I.G., Coates, D., Béné, C., Funge-Smith, S., et al. (2010). Inland capture fisheries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 2881-2896.
- Wenger, A.S., Fabricius, K.E., Jones, G.P. & Brodie, J.E. (2015). Effects of sedimentation, eutrophication, and chemical pollution on coral reef fishes. In C. Mora (ed). *Ecology of Fishes on Coral Reefs*. pp. 145–153. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Werner, A.D., Bakker, M., Post, V.E., Vandenbohede, A., Lu, C., et al. (2013). Seawater intrusion processes, investigation and management: recent advances and future challenges. *Advances in Water Resources*, 51, 3-26.
- Wetlands International. (2010). *State of the World's Waterbirds 2010*. Wageningen, Netherlands.
- Wetlands International. *Landscape scale Disaster Risk Reduction*. Retrieved from https://www.preventionweb.net/files/53060_53060buronivwileafleta4case1javaweb.pdf
- White E. & Kaplan, D. (2017). Restore or retreat? Saltwater intrusion and water management in coastal wetlands. *Ecosystem Health and Sustainability*, 3(1): e01258. doi: 10.1002/ehs2.1258
- WHO/UNICEF. (2015). Joint Monitoring Program (JMP). *Progress in Sanitation and Drinking Water: 2015 update and MDG assessment*. Geneva: WHO/UNICEF.
- Williams, P. (2008). *World heritage caves and karst*. Gland, Switzerland: IUCN.
- Williamson, C E., Morris, D P., Pace, M.L., Olson, O G. (1999). Dissolved organic carbon and nutrients as regulators of lake ecosystems: Resurrection of a more integrated paradigm. *Limnology and Oceanography* 44: 795–803.
- Winemiller, K.O., McIntyre, P.B., Castello, L., Fluet-Chouinard, E., Giarrizzo, T., et al. (2016). Balancing hydropower and biodiversity in the Amazon, Congo, and Mekong. *Science*, 351(6269); 128-129.
- Wisser, D., Fekete, B.M., Vörösmarty, C.J. & Schumann, A.H. (2010). Reconstructing 20th century global hydrography: a contribution to the Global Terrestrial Network-Hydrology (GTN-H). *Hydrology and Earth System Sciences*, 14(1), 1-24.
- World Business Council for Sustainable Development. Action 2020 Overview. http://m.action2020.org/Action2020-24_03.pdf accessed 14th May 2018.
- Worm, B., Barbier, E.B., Beaumont, N., Duffy, J.E., Folke, C., et al. (2006). Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800), 787-790.
- WWAP. (Programme Mondial pour l'Évaluation des Ressources en Eau) (2012). *Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2012 : gérer l'eau dans des conditions d'incertitude et de risques*. Paris, UNESCO.
- WWAP. (2016). *Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2016 : l'eau et l'emploi*. Paris, UNESCO.
- WWAP. (20167). *Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2016 : les eaux usées, une ressource inexploitée*. Paris, UNESCO.
- WWF. (2009). *Sacred Waters – Cultural Values of Himalayan Wetlands*. Kathmandu, WWF Nepal.
- WWF. (2012). *Living Planet Report 2012: Biodiversity, biocapacity and better choices*. Gland, Switzerland: WWF.
- WWF. (2016). *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*. Gland, Switzerland: WWF International.
- Yang, W., Sun, T. & Yang, Z. (2016). Does the implementation of environmental flows improve wetland ecosystem services and biodiversity? A literature review. *Restoration Ecology*, 24(6), 731-742.
- Zarfi, C., Lumsdon, A.E., Berlekamp, J., Tydecks, L. & Tockner, K. (2014). A global boom in hydropower dam construction. *Aquatic Sciences*, 77(1), 161-170.
- Zedler, J.B. & Kercher, S. (2004). Causes and consequences of invasive plants in wetlands: opportunities, opportunists, and outcomes. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 23(5), 431-452.
- Zedler, J.B. & Kercher, S. (2005). Wetland resources: status, trends, ecosystem services and restorability. *Annual Review of Environmental Resources*, 30, 39-74.
- Zhang, W., Jiang, F. & Ou, J. (2011). Global pesticide consumption and pollution: with China as a focus. *Proceedings of the International Academy of Ecology and Environmental Sciences*, 1(2), 125.
- Zhang, Y., Ma, R., Hu, M., Luo, J., Li, J. & Liang, Q. (2017). Combining citizen science and land use data to identify drivers of eutrophication in the Huangpu River system. *Science of the Total Environment*, See comment in PubMed Commons below584-585, 651-664.
- Zorrilla-Miras, P., Palomo, I., Gómez-Baggethun, E., Martín-López, B., Lomas, P. L. & Montes, C. (2014). Effects of land-use change on wetland ecosystem services: A case study in the Doñana marshes (SW Spain). *Landscape and Urban Planning*, 122, 160-174.

Il est urgent d'agir aux niveaux international et national afin de mieux faire connaître les avantages des zones humides, de mettre en place des garanties plus importantes pour assurer leur pérennité et de veiller à ce qu'elles fassent partie intégrante des plans nationaux de développement.



La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides sont essentielles à la subsistance des populations. Du fait du très large éventail de services écosystémiques qu'elles procurent, les zones humides jouent un rôle crucial dans le développement durable. Or, il est fréquent que les décideurs politiques sous-estiment la valeur des avantages qu'elles offrent aussi bien à l'humanité qu'à la nature.

Mieux connaître ces valeurs et l'état des zones humides est fondamental pour assurer leur conservation et leur utilisation rationnelle. Les présentes Perspectives mondiales des zones humides rendent compte de l'étendue, de l'évolution, des moteurs de changement et des mesures à prendre pour préserver ou rétablir les caractéristiques écologiques de ces milieux naturels.



Secrétariat de la Convention de Ramsar
28 rue Mauverney, CH-1196 Gland
Suisse
Tel. +41 22 999 01 82
www.ramsar.org