



La restauration des zones humides contribue à la résilience climatique

Contexte

Le Groupe d'évaluation scientifique et technique (GEST) de la Convention de Ramsar sur les zones humides recommandait, dans son plan de travail 2016-2018, d'élaborer une Note d'information sur les raisons et les possibilités de restaurer les zones humides dans le contexte de l'évolution du climat, en s'appuyant sur la Note d'information Ramsar no 4 : *Les avantages de la restauration des zones humides*. Le Comité permanent en a fait l'une des plus hautes priorités du GEST.

But

La Note d'information a pour objet d'aider les administrateurs de zones humides à mettre en évidence les avantages de la restauration des zones humides et de leur gestion efficace du point de vue de l'atténuation et de l'adaptation aux changements climatiques.

Notre capacité d'adaptation à l'évolution du climat dépend de notre aptitude à mettre en place une large gamme de réponses et parmi les plus importantes, il y a l'utilisation rationnelle des zones humides et la restauration de celles qui sont dégradées. En mobilisant les capacités naturelles des zones humides à protéger les communautés contre les effets négatifs des changements climatiques, on peut amplifier la résilience climatique.

La présente Note d'information propose des informations tirées de rapports récents sur les zones humides et l'atténuation ainsi que l'adaptation aux changements climatiques. Elle s'appuie sur des évaluations de l'absorption et du stockage du carbone qui concluent que la perte et la dégradation constantes des zones humides ont libéré, dans l'atmosphère, de grandes quantités de carbone stocké. Les preuves du rôle important que jouent les zones humides dans la réduction des risques de catastrophe sont passées en revue et montrent que la disparition des zones humides a des effets sur les humains et sur l'environnement et qu'elle a des coûts économiques. Les méthodes de restauration des zones humides visant à retrouver les avantages perdus sont également discutées. Dans cette Note d'information, le terme restauration s'entend au sens le plus large du point de vue de la Convention de Ramsar : il recouvre aussi bien les projets ayant pour ambition de rendre à certains sites leurs conditions d'origine que des projets améliorant les fonctions des zones humides sans nécessairement chercher à retrouver les conditions préperturbation.

Messages clés

1. **L'utilisation rationnelle et la restauration des zones humides sont essentielles pour protéger le carbone stocké et réduire les émissions de carbone évitables.** À l'échelon mondial, les zones humides sont d'importants puits de carbone qui stockent de grandes quantités de carbone et aident, en conséquence, à atténuer les changements climatiques. Les tourbières retiennent une quantité disproportionnée du carbone terrestre et les zones humides côtières telles que les mangroves, les marais salés et les herbiers marins sont vitales pour le piégeage du « carbone bleu ». Ensemble, ces écosystèmes stockent plus de carbone que la totalité des forêts de la planète.
2. **En faisant de la protection et de la restauration des zones humides des priorités, on peut renforcer l'adaptation aux changements climatiques et la résilience.** Alors que la fréquence des phénomènes climatiques extrêmes tels que les tempêtes, les inondations, les sécheresses et les vagues de chaleur augmente, la protection et la restauration des zones humides améliorent la résilience climatique en protégeant les communautés contre les tempêtes côtières, en atténuant les dommages causés par les vagues et les inondations et en stabilisant les littoraux, les approvisionnements en eau et les microclimats locaux. Les zones humides sont donc un élément d'importance critique de toutes les pratiques d'adaptation fondées sur les écosystèmes qui visent à renforcer la résilience des communautés et à réduire les risques de catastrophe.



Documents Ramsar pertinents

Recommandation 4.1 : *Restauration des zones humides*

Recommandation 6.15 : *Restauration des zones humides*

Résolution VII.17 : *La restauration comme élément des plans nationaux pour la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides*

Résolution VIII.16 : *Principes et lignes directrices pour la restauration des zones humides*

Résolution XII.11 : *Les tourbières, les changements climatiques et l'utilisation rationnelle : implications pour la Convention de Ramsar*

Résolution XIII.13 : *Restauration de tourbières dégradées pour atténuer les changements climatiques et s'adapter à ces changements, améliorer la biodiversité et réduire les risques de catastrophe*

Note d'information no 4 : *Les avantages de la restauration des zones humides*

- 3. Les zones humides jouent un rôle vital : elles retiennent l'eau dans le paysage, maintiennent le climat local et les sites hydrologiques et réduisent les extrêmes de température.** Les zones humides stockent l'eau des précipitations et la libèrent lentement dans le milieu environnant, permettant ainsi de recharger les nappes souterraines et de maintenir le cycle hydrologique atmosphérique. L'évaporation et la transpiration de l'eau par les végétaux ont un effet de refroidissement local. Lorsqu'on draine les zones humides, on réduit le stockage local de l'eau, ce qui peut entraîner une augmentation des températures diurnes locales.
- 4. La protection et la restauration des zones humides pour renforcer l'atténuation des changements climatiques et la résilience ont de nombreux autres avantages.** La conservation et la restauration des zones humides contribuent à la protection contre les effets des changements climatiques. Toutefois, les zones humides fournissent bien d'autres avantages écologiques, culturels et socio-économiques précieux pour le bien-être humain, notamment des aliments, de l'énergie et de l'eau propre, des moyens d'existence et un appui à la biodiversité et aux sites d'importance culturelle. Identifier l'ensemble des services écosystémiques des zones humides et les valoriser permet de justifier les efforts de restauration.
- 5. La protection et la restauration des zones humides pour l'atténuation des changements climatiques et l'adaptation sont des principes clés du Plan stratégique Ramsar et font progresser la réalisation des Objectifs de développement durable et de l'Accord de Paris sur le climat.** Les efforts de protection et de restauration des zones humides ainsi que de promotion de leur utilisation rationnelle aideront les pays à réaliser les contributions déterminées au niveau national dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat, les ODD, les Objectifs d'Aichi et d'autres grands objectifs politiques mondiaux.

Encadré 1. Termes clés utilisés dans les évaluations des changements climatiques

Le *bilan des gaz à effet de serre* est la contribution de dioxyde de carbone net (CO_2) et d'absorption ou de libération de méthane (CH_4) au réchauffement climatique. Une molécule de CH_4 contribue environ 34 fois autant au réchauffement climatique qu'une molécule de CO_2 (IPCC 2013a). Le bilan des gaz à effet de serre est exprimé en équivalents CO_2 par unité de surface et de temps.

Le *taux d'émission de méthane* est la libération de CH_4 par unité de surface et de temps. Les taux d'émission de méthane varient fortement dans le temps et selon les types d'écosystèmes. Comme il n'y a pas de production de CH_4 en présence de sulfate, le taux de libération de méthane tend à être beaucoup plus faible dans les systèmes d'eau salée et saumâtre que dans les systèmes d'eau douce. L'oxydation du méthane peut avoir lieu en présence de sol superficiel oxygéné, ce qui donne alors un taux d'émission de méthane négatif.

Le *piégeage du carbone* désigne l'extraction du carbone de l'atmosphère et son stockage dans un écosystème. C'est le résultat de processus biologiques tels que la photosynthèse.

Un *puits de carbone* résulte du piégeage à long terme (un an au moins) du carbone dans un écosystème (c'est-à-dire qu'il y a plus de carbone absorbé que libéré). Les végétaux vivants et morts, et le carbone contenu dans le sol, constituent le puits de carbone.

Le *stock de carbone* est le carbone total stocké dans un écosystème quel que soit le temps qu'il a fallu pour constituer ce stock.

Introduction

Le climat de la Terre change à un rythme sans précédent. L'évolution du climat a de nombreux effets qui varient selon les lieux, et l'on peut s'attendre à une intensification des tempêtes, à une élévation du niveau de la mer et à des inondations et sécheresses plus fréquentes (IPCC, 2013b). À l'échelon mondial, les risques de catastrophe liés au climat sont en augmentation et l'on estime que 90 % des catastrophes seraient liées à l'eau (UNISDR, 2015). Les coûts humains sont élevés : entre 2006 et 2015, la proportion des vies perdues dans des catastrophes liées à la météorologie et au climat est passée de 40 % à près de 49 % des vies perdues pour cause de catastrophe naturelle (UNISDR, 2015 ; voir aussi Kumar *et al.* 2017). Il est désormais urgent de préparer des stratégies d'atténuation des changements climatiques et d'adaptation à l'évolution du climat.

Parmi les mesures nécessaires pour atténuer les changements climatiques et réduire les risques de catastrophe, la protection et la restauration des zones humides sont des éléments essentiels. Les zones humides, en particulier les tourbières et les systèmes côtiers (marais salés, mangroves et herbiers marins), stockent de vastes quantités de carbone, à la fois dans la biomasse végétale et dans les sols. La disparition des zones humides, par drainage ou transformation, ne réduit pas seulement leur capacité d'absorber et de stocker le carbone mais peut aussi entraîner la perte de grandes quantités de carbone accumulé dans les sols qui se retrouvent dans l'atmosphère sous forme de dioxyde de carbone (CO₂).

Les zones humides renforcent la résilience des communautés face aux dommages causés par les tempêtes et les phénomènes climatiques extrêmes. De nombreux types de zones humides, notamment les mangroves, les plaines d'inondation, les récifs coralliens et les tourbières côtières agissent comme des tampons naturels contre les risques climatiques et, dans bien des régions, la disparition et la dégradation des zones humides sont étroitement liées à l'aggravation des impacts climatiques.

Perte et dégradation des zones humides

On estime qu'au 20^e siècle, l'étendue mondiale des zones humides a diminué de 64 à 71 pour cent (Davidson, 2014). Sur le long terme, les zones humides intérieures ont décliné plus rapidement (en moyenne 61 % de perte) que les zones humides côtières (46 % de perte). Des données récentes montrent qu'entre 1970 et 2015, la superficie en zones humides a diminué dans toutes les régions : de 12 % en Océanie à 59 % en Amérique latine. Pour ce qui est des types de zones humides, environ 35 % des zones humides intérieures et marines/côtières ont disparu (Convention de Ramsar sur les zones humides, 2018). Le rythme de disparition a augmenté et l'on estime qu'au siècle passé, le taux a été 3,7 fois supérieur à celui des siècles précédents (Davidson, 2014). Les effets sur les services écosystémiques comprennent une diminution du taux de piégeage du carbone, une protection réduite des zones côtières, une augmentation des débits de crue, une plus grande variabilité des approvisionnements en eau et la perte d'habitats pour les pêcheries (Duarte *et al.* 2013).

Les zones humides, des écosystèmes riches en carbone

Le sol des zones humides contient une part disproportionnée du carbone terrestre total. Même si elles n'occupent qu'entre 5 % et 8 % de toute la superficie émergée de la Terre, leurs sols contiennent 35 % au moins des 1500 gigatonnes (Gt, ou milliards de tonnes métriques) de carbone organique qui seraient stockées dans les sols (Mitsch & Gosselink, 2015).

En Indonésie, une communauté locale bloque un canal de drainage dans une tourbière. Wetlands International, un des partenaires de la Convention de Ramsar, a créé l'Indonesian Peatlands Partnership Fund (IPPF), un fonds pour les initiatives de restauration des tourbières par les communautés.



Les plantes des zones humides absorbent le carbone par photosynthèse et produisent une biomasse végétale qui peut s'accumuler dans le sol sous forme de matière organique. Les zones humides libèrent aussi du carbone dans l'atmosphère sous forme de gaz à effet de serre CO_2 et CH_4 (méthane). Le bilan entre l'absorption de carbone et sa libération varie selon le type de zone humide et détermine la capacité de celle-ci d'agir en tant que puits de carbone (tableau 1).

Figure 1.

Absorption et libération de carbone par les zones humides côtières
Les zones humides côtières intactes (de gauche à droite, mangroves, marais littoraux et herbiers marins) absorbent du carbone (flèches vertes) qui est piégé à long terme dans la biomasse ligneuse et le sol (flèches rouges) ou qui retourne dans l'atmosphère (flèches noires). Lorsque les zones humides sont drainées, déboisées, draguées ou transformées pour l'agriculture, le carbone stocké dans les sols est libéré sous forme de CO_2 (Howard *et al.* 2017).

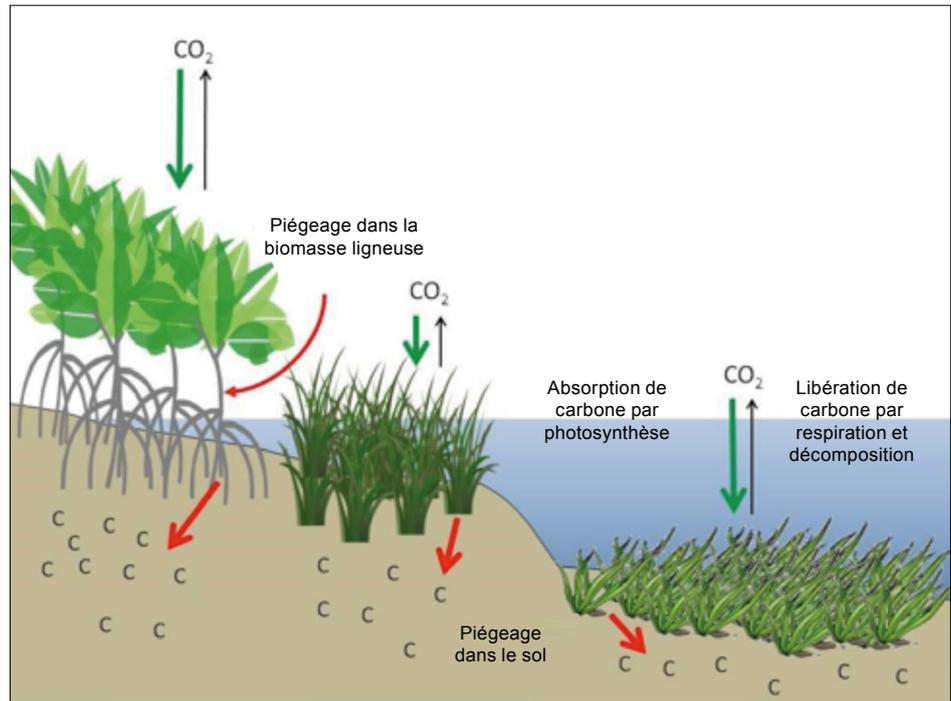


Tableau 1. Taux relatifs de flux de carbone et capacité de constitution de stocks de carbone à long terme pour différents types de zones humides

| Type de zone humide | Taux de piégeage du carbone dans le sol | Taux d'émission de méthane | Capacité d'agir comme un puits de GES net | Stocks à long terme de carbone |
|---|---|----------------------------|---|--------------------------------|
| Marais salé | Élevé | Faible | Élevée | Élevés |
| Mangrove | Élevé | Faible à élevé | Modérée à élevée | Élevés |
| Marais d'eau douce intertidal | Élevé | Élevé | Faible | Modérés |
| Forêt estuarienne | Élevé | Faible | Élevée | Modérés |
| Herbier marin | Élevé | Faible | Élevée | Élevés |
| Tourbière tropicale | Faible | Modéré à élevé | Modérée | Très élevés |
| Tourbière tempérée-boréale | Faible | Modéré à élevé | Modérée | Très élevés |
| Zones humides intérieures d'eau douce sur sol minéral | Faible à élevé | Modéré à élevé | Faible à modérée | Faible à modérés |
| Zones humides d'eau douce boisées | Élevé | Modéré | Modérée | Très élevés |

Adapté de Crooks *et al.* 2011. À noter qu'il peut y avoir un recouvrement entre les types de zones humides énumérés.

Les tourbières

Les tourbières excellent au stockage du carbone. Elles sont considérées comme des « points chauds » du carbone car, de tous les écosystèmes, ce sont elles qui détiennent les plus vastes stocks de carbone à long terme (Joosten *et al.* 2016). Habituellement, la tourbe s'accumule sur des milliers d'années de sorte que les tourbières sont les stocks de carbone organique les plus efficaces du point de vue de l'utilisation de l'espace dans la biosphère. On en trouve dans 90 % des pays et si elles n'occupent que 3 % environ de la superficie émergée de la Terre, elles stockent deux fois autant de carbone que toutes les forêts du monde mises ensemble, c'est-à-dire entre 180 et 450 Gt au plan mondial (Joosten *et al.* 2016). Les tourbières constituent plus de 30 % des zones humides intérieures ou continentales (Convention de Ramsar sur les zones humides, 2018). Avec quatre millions de kilomètres carrés, les tourbières septentrionales, concentrées en Amérique du Nord et en Eurasie, sont les plus vastes en superficie (Yu, 2012), tandis que les tourbières tropicales constituent au moins 10 à 12 % de toute la ressource en tourbières (Joosten, 2016). L'estimation de l'étendue des tourbières tropicales augmente à mesure que de nouvelles régions sont découvertes, comme la dépression de la Cuvette centrale, au centre du Congo, où un complexe de zones humides couvrant 145 500 km² détiendrait 30,6 Gt de carbone (Dargie *et al.* 2017). La plus grande tourbière du monde, en Sibérie occidentale, a une taille qui correspond à celle de la France et de l'Allemagne combinées (MacDonald *et al.* 2006). Parce qu'elles constituent d'énormes puits de carbone à long terme, les tourbières non perturbées sont un atout mondial d'importance critique pour les efforts de régulation du climat.

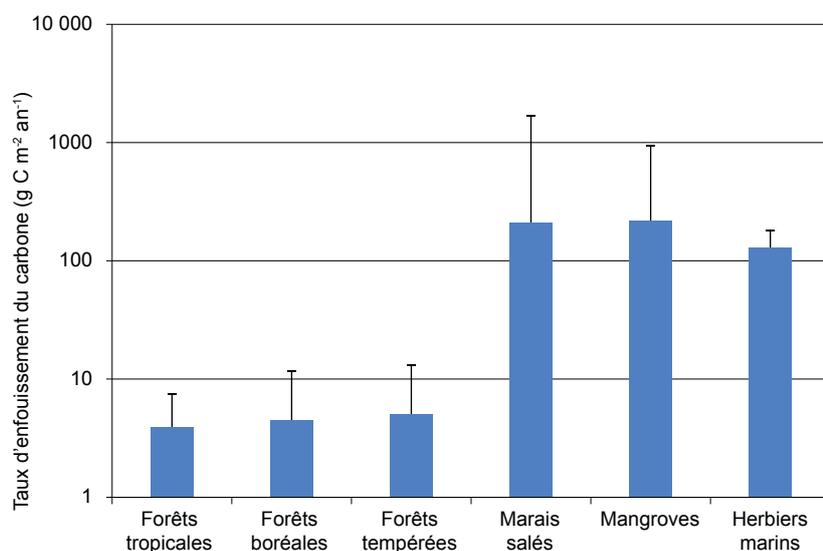
Les zones humides côtières et le carbone bleu

Les zones humides côtières (et en particulier les sites intertidaux) excellent également au piégeage de ce que l'on appelle « le carbone bleu » (McLeod *et al.* 2011). Le carbone bleu s'accumule en fortes densités dans les systèmes côtiers dont la productivité et la capacité de piégeage des sédiments sont élevées. Les estimations montrent que le taux de piégeage du carbone dans les zones humides côtières est supérieur à celui de toutes les forêts terrestres combinées même si la superficie des forêts est beaucoup plus vaste (figure 2) (McLeod *et al.* 2011). En moyenne, les herbiers marins, les marais salés et les mangroves piègent le carbone 35 à 57 fois plus vite que les forêts tropicales (McLeod *et al.* 2011).

Les marais salés littoraux de la planète stockeraient 437 à 1 210 millions de tonnes de carbone dans leur végétation et leurs sols (Siikamäki *et al.* 2012), tandis que les mangroves stockeraient 5 Gt de carbone (Chmura *et al.* 2003).

Par comparaison avec la plupart des types forestiers, les mangroves ont un taux de stockage du carbone exceptionnellement élevé. Elles peuvent piéger du carbone sous forme de sol organique et de tourbe. Une étude des mangroves dans les criques désertiques de la côte de Baja California (Ezcurra *et al.* 2016) montre que les sols organiques se sont accumulés pendant près de 2000 ans et contiennent, en moyenne, 1130 (± 128) tonnes métriques de carbone souterrain par hectare (ha). Une autre étude conclut à un stockage moyen de 968 tonnes métriques de carbone/ha, jusqu'à une profondeur de 5 mètres au moins (Murdiyarso *et al.* 2009 ; Donato *et al.* 2011).

Figure 2.
Taux moyens annuels de piégeage de carbone terrestre dans les forêts terrestres par comparaison avec les zones humides côtières. Les barres d'erreur indiquent les taux maximums enregistrés pour chaque type d'écosystème (à noter l'échelle logarithmique sur l'axe des y – d'après McLeod *et al.* 2011).



Émissions de carbone par drainage et dégradation des zones humides

Les pertes de tourbières

Les zones humides drainées ou perturbées sont une des sources principales d'émissions de gaz à effet de serre. Les perturbations d'origine anthropique, en particulier le drainage, libèrent du carbone sous forme de CO₂, entraînant au fil des ans la disparition du carbone accumulé depuis des siècles, voire des millénaires. Les taux actuels de libération sont équivalents à près de 6 % des émissions mondiales anthropiques de CO₂ (Joosten *et al.* 2016).

Sous les tropiques, les dômes de tourbe boisés, où la tourbe s'accumule en couches épaisses sous forme de dôme, ont été défrichés pour l'agriculture et beaucoup ont été déboisés pour la production de papier, puis drainés et replantés avec des palmiers à huile. C'est ainsi que de vastes quantités de carbone sont libérées et que ces régions deviennent vulnérables aux incendies qui, une fois qu'ils ont pris, peuvent brûler pendant des années (figure 3 ; Bell, 2016). Les récents incendies de tourbières, en Indonésie, ont été le troisième plus grand émetteur mondial de CO₂, derrière la Chine et les États-Unis (Biello, 2009). Environ 65 millions d'hectares (ou 15 %) de tourbières de la planète ont été drainés pour l'agriculture, le pâturage, l'exploitation de la tourbe et la production bioénergétique (Biello, 2009). La totalité des émissions de CO₂ issues des tourbières drainées, en association avec les libérations par les feux de tourbières (essentiellement en Asie du Sud-Est, en Russie et au Canada), est estimée à plus de 3 Gt de CO₂ par an (Biello, 2009).

Les pertes de zones humides côtières

Le drainage ou la transformation des zones humides côtières sont largement répandus, en particulier pour l'agriculture. Entre 1970 et 2015, 35 % de la superficie totale mondiale des mangroves a été déboisée ou drainée (Convention de Ramsar sur les zones humides, 2018). L'aquaculture est un des moteurs de la perte des zones humides car les forêts de mangroves sont transformées en bassins d'élevage de crevettes qui deviennent par la suite des émetteurs de CO₂. Les bassins de crevettes d'Asie du Sud-Est, par exemple, libéreraient 5,8 à 14 millions de tonnes de CO₂ par an, ce qui est comparable aux émissions de gaz à effet de serre issues de la transformation des tourbières boisées d'Indonésie (Sidik & Lovelock, 2013). Au total, les émissions dues à la transformation des mangroves sont responsables de près d'un cinquième des émissions mondiales totales issues de la déforestation, entraînant des dommages évalués entre 6 milliards USD et 42 milliards USD par an (UNEP, 2014).

La restauration pour réduire les émissions et améliorer les stocks de carbone

La restauration des tourbières

La réhumidification des tourbières, dans le but d'élever la nappe phréatique et de restaurer les sols pour inverser les effets du drainage, peut être un moyen efficace de faire diminuer les émissions de CO₂ et de préserver les stocks de carbone existants.

Ce type de restauration a deux objectifs principaux :

- 1) réduire ou éviter les émissions de carbone en préservant le carbone actuellement stocké ; et
- 2) reconstituer les stocks de carbone en recréant les processus à l'origine du piégeage du carbone.

Parmi les meilleures pratiques de restauration des tourbières, on peut citer :

- La réhumidification peut faire appel à des méthodes simples visant à rétablir le régime hydrologique antérieur. Pour des espaces relativement petits, l'installation de déversoirs ou le blocage de canaux de drainage et de fossés pour empêcher l'eau de quitter le site peut être efficace mais cette méthode est plus compliquée lorsqu'il s'agit de vastes étendues de tourbières drainées. En bloquant de grands canaux et systèmes de drainage dans un site, on peut réhumidifier de plus vastes zones. En général, une série de bondes est nécessaire pour disperser l'eau (Dommain *et al.* 2010). Dans tout projet, lors de la planification de la restauration, il convient de tenir compte de considérations sur le paysage et l'hydrologie au niveau local.



Les mangroves de Nichupté, Mexique. Ces cordons denses de mangroves protègent l'arrière-pays contre les ouragans et les tempêtes. Les travaux de restauration écologique ont permis un taux de survie moyen de 91 % des mangroves introduites par reboisement.

En Casamance, au Sénégal, plus de 150 millions d'arbres de mangroves ont été plantés dans quelque 500 villages du delta du Sine Saloum : c'est le plus vaste projet de reboisement des mangroves au monde. Au total, près de 12 000 hectares de mangroves ont été restaurés au Sénégal.



- La paludiculture, qui consiste à réhumidifier d'anciennes tourbières drainées pour pratiquer une culture en milieu humide, est un moyen d'inciter les gouvernements et le secteur privé à restaurer ces milieux. En général, la paludiculture est axée sur la coupe des roseaux et la production de biomasse comme combustible, avec la protection de la tourbe comme but premier. La culture de sphaignes à des fins horticoles peut aussi être autorisée sur des tourbières réhumidifiées à la place de l'exploitation de la tourbe. Parmi les avantages, il y a la protection du carbone stocké, la fourniture de combustibles renouvelables et la protection de la biodiversité et des pratiques de culture (Wichtmann *et al.* 2016).
- Les avantages des pratiques de culture en milieu humide pour protéger les sols organiques existent aussi pour d'autres types de zones humides, par exemple, les prairies humides pour le pâturage et le fauchage, les plaines d'inondation pour la foresterie et la production de roseaux et de saules.
- À long terme, la stratégie la plus efficace en matière de restauration consiste à s'appuyer sur la participation communautaire, à toutes les étapes d'un projet, de la conception à l'application. C'est ainsi, par le recours aux connaissances locales, que l'on encourage la responsabilisation au niveau local et que l'on favorise la mise en place d'une capacité de gestion efficace au sein des communautés.
- La Convention sur les zones humides reconnaît¹ la valeur des tourbières pour l'atténuation des changements climatiques et le maintien de la biodiversité et d'autres services écosystémiques ; elle met l'accent sur le fait que, dans tout plan de restauration, il importe d'intégrer les principes d'utilisation rationnelle pour promouvoir une gestion durable.

Les émissions de carbone contenu dans les sols peuvent être considérablement réduites par la réhumidification des tourbières dégradées. En outre, lorsque les sols sont engorgés d'eau, l'oxydation de la tourbe est ralentie et la végétation peut se rétablir. Au début de la réhumidification, il peut y avoir une hausse des émissions de méthane mais celles-ci tendent à décroître au fil des premières années pour atteindre des niveaux correspondant à ceux de sites naturels non perturbés (IPCC, 2013a ; Joosten *et al.* 2016). La réhumidification réduit aussi les émissions d'oxyde d'azote, un autre gaz à effet de serre puissant.

Les travaux de recherche ont montré que, par comparaison avec des sites dégradés, les tourbières restaurées ont des taux d'émission de carbone inférieurs et, avec le temps, peuvent devenir des puits de carbone net (Joosten *et al.* 2016). Près de Moscou, dans le cadre d'un projet de restauration de marécages tourbeux qui avaient brûlé lors d'une vague de chaleur en 2010, 35 000 ha ont été restaurés par blocage des canaux de drainage et replantation de la végétation : les émissions de CO₂ ont diminué de 200 000 tonnes de carbone par an (Pearce, 2017).

Tableau 2. Réduction des émissions de gaz à effet de serre, après réhumidification de tourbières drainées pour différentes activités humaines

| Mode d'occupation des sols sur les tourbières drainées | Réduction des émissions de carbone après réhumidification (tonnes CO ₂ / ha/ an) | |
|--|---|--------------|
| | Zone tempérée | Zone boréale |
| Forêt | 6 | 2 |
| Terre cultivée | 28 | 34 |
| Prairie | 20 | 25 |
| Tourbière | 9 | 11 |

D'après Barthelmes *et al.* 2015.

¹ Voir Résolution XII.11 : *Les tourbières, les changements climatiques et l'utilisation rationnelle : implications pour la Convention de Ramsar* et Résolution VIII.16 : *Principes et lignes directrices pour la restauration des zones humides*.

Restauration des zones humides côtières pour le stockage du carbone bleu

La restauration des zones humides côtières a la faculté de décroître les émissions de gaz à effet de serre, d'augmenter le taux de piégeage du carbone et de constituer des stocks de carbone à long terme, mais aussi de fournir d'autres services écosystémiques liés à la réduction des risques de catastrophe. Depuis plusieurs décennies, des travaux de recherche sont en cours et les projets visant à créer des avantages substantiels au niveau régional sont de plus en plus vastes (1000 ha à 5000 ha ; Crooks *et al.* 2011).

Les marais côtiers restaurés commencent presque tout de suite à accumuler du carbone, à un taux équivalent aux sites de référence naturels, même s'ils marquent le pas du point de vue du stockage total du carbone dont la reconstitution nécessite plus de temps (Craft *et al.* 2003). Les résultats de la restauration des mangroves varient, mais des études récentes montrent qu'après reboisement, les concentrations de carbone dans le sol augmentent de manière significative avec le vieillissement de la mangrove. Les stocks de carbone contenus dans le sol peuvent atteindre le niveau des sites naturels en l'espace de dix ans après la restauration, malgré une biomasse d'arbres plus faible dans les sites restaurés (Delvecchia *et al.* 2014).

Parmi les meilleures pratiques de restauration des zones humides côtières, on peut citer :

- Pour la restauration de marais littoraux, le régime des marées et l'élévation des sols sont des paramètres d'importance critique car ils déterminent l'étendue, la durée et la périodicité de la submersion. Ces facteurs dictent le succès car ils déterminent en grande partie l'ampleur de la sédimentation ou de l'érosion, ce qui, à son tour, détermine si un site peut s'adapter à l'élévation du niveau de la mer.
- La restauration et la gestion des niveaux d'eau, la capture de la totalité des échanges de marées pour promouvoir le rétablissement de la végétation et le piégeage des sédiments, et la planification de la restauration dans le contexte du paysage en général, permettent de renforcer la résilience d'un site restauré et de contribuer au rétablissement des processus à l'origine de l'accumulation du carbone.

Il convient également de noter l'importance des zones humides d'eau douce intérieures pour l'absorption et le stockage du carbone. Les sites d'eau douce intérieurs retiennent moins l'attention. Cependant, aux États-Unis d'Amérique par exemple, ils contiennent environ cinq fois plus de carbone que les zones humides côtières parce qu'ils couvrent une superficie beaucoup plus grande (Nahlik & Fennessy, 2016). À l'échelon régional, les zones humides peuvent contenir des stocks disproportionnellement vastes de carbone que l'on pourrait cibler pour l'application de politiques relatives à la protection climatique.

Les zones humides pour la réduction des risques de catastrophe

Les zones humides côtières

Depuis 35 ans, la fréquence des catastrophes naturelles a doublé et la majeure partie de ces catastrophes est liée à l'eau. Les communautés côtières sont parmi celles qui courent le plus grand risque d'exposition aux catastrophes naturelles de plus en plus fréquentes, notamment les ondes de tempête, les crues et les inondations dues à l'élévation du niveau de la mer. Environ 40 millions de personnes vivent dans des villes côtières sensibles aux inondations et ce chiffre devrait augmenter pour atteindre 150 millions d'ici à 2070 (Temmerman *et al.* 2013). Les marais salés et les mangroves fournissent sans doute les meilleures défenses naturelles. Ainsi, d'étroites bandes de forêts de mangroves le long d'un littoral peuvent diminuer la hauteur et l'énergie des vagues de 13 % à 66 % en moyenne sur une distance de 100 mètres, empêchant les dommages par les vagues et l'érosion lors des marées hautes.

Au siècle prochain, le niveau de la mer devrait monter d'un mètre (IPCC, 2013b). Comme les zones humides côtières ont une accréation verticale (et ce faisant, accumulent du carbone), elles peuvent faire face à l'élévation du niveau de la mer et protéger les activités humaines à l'intérieur des terres (Church *et al.* 2001).

Les techniques de restauration et de gestion des zones humides ont une importance critique pour les pratiques d'adaptation fondées sur les écosystèmes et conçues pour renforcer la résilience des communautés et réduire les risques de catastrophe. Généralement, elles sont plus durables, moins coûteuses et plus avisées sur le plan écologique que les pratiques classiques d'ingénierie lourde (Temmerman *et al.* 2013). On considère souvent que pour atténuer les risques d'inondation la solution consiste à construire des remparts contre la mer, des épis ou des digues. Cependant, l'utilité de ces ouvrages peut être limitée par le coût et les difficultés d'entretien ainsi que par la nécessité de renforcer les structures de défense à mesure qu'augmente l'intensité des tempêtes. En

outre, ces structures physiques modifient les processus naturels d'accumulation des sédiments, réduisant les capacités des zones côtières de faire face à l'élévation du niveau de la mer, et contribuant ainsi à aggraver les risques (Temmerman *et al.* 2013).

La restauration des zones humides ne réduit pas seulement la vulnérabilité des populations humaines aux phénomènes météorologiques, mais apporte aussi d'autres avantages importants. Par exemple, la restauration des mangroves n'offre pas seulement une protection contre les ondes de tempête et la possibilité de renforcer le piégeage du carbone mais elle fournit un habitat à toute une gamme d'espèces et partant, augmente la production de poissons et de coquillages, ce qui crée des moyens d'existence et permet de lutter contre la pauvreté (Lo, 2016). Les pratiques d'adaptation fondée sur les écosystèmes de zones humides s'appuient sur les principes du génie écologique qui considèrent la restauration du point de vue de l'objectif « d'intégration de la société humaine dans le milieu naturel, dans leur intérêt mutuel » (Cheong *et al.* 2013, Mitsch & Jorgensen, 1989).

Sri Lanka déploie d'importants efforts de restauration des mangroves dans le but de devenir la première nation au monde à avoir protégé toutes ses mangroves et, dans ce cadre, protège 8815 hectares et restaure 3880 hectares supplémentaires. Des fonds sont également attribués à la mise en place d'un programme de formation et de microfinancement pour soutenir des jeunes pousses créées par des femmes, dans les communautés locales, en échange d'une protection des forêts de mangroves².

Les zones humides intérieures

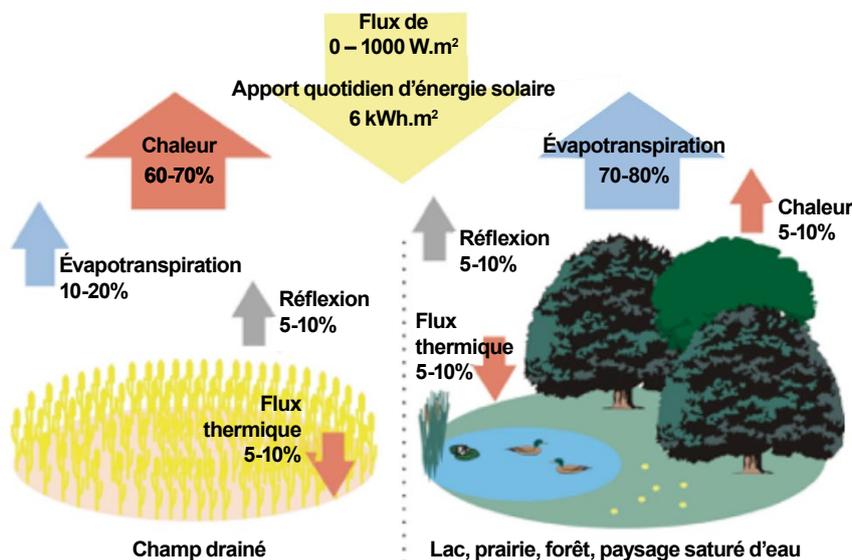
Les zones humides intérieures ou continentales (y compris les tourbières d'eau douce) apportent une multitude de services écosystémiques pour atténuer les changements climatiques et réduire les risques de catastrophe, notamment une protection contre les inondations et la modération des climats locaux, la régulation des cycles hydrologiques locaux et le maintien des approvisionnements en eau.

Les zones humides riveraines et de plaines d'inondation protègent les zones situées en aval contre les inondations et l'érosion causée par les tempêtes, en stockant les eaux de ruissellement et en réduisant les pics de crues. Beaucoup d'inondations se produisant à l'intérieur des terres sont exacerbées par l'infrastructure de canalisation des rivières et la destruction des zones humides dans le paysage environnant. Tous ces travaux raccourcissent les rivières et entraînent la perte des zones humides qui sont des zones de rétention de l'eau (Mitsch & Gosselink, 2015). Les avantages économiques de la restauration des zones humides de plaines d'inondation peuvent être immenses. Lors d'une tempête tropicale récente, on estime que les zones humides et les plaines d'inondation du bassin versant de Otter Creek, dans le Vermont, aux États-Unis, ont permis de réduire les dommages des inondations de 84 à 95 %, permettant d'économiser entre 126 000 USD et 450 000 USD en coûts de nettoyage (Watson *et al.* 2016).

Les zones humides intérieures ont un effet sur le climat local et leur disparition ou leur dégradation peut avoir des incidences négatives sur les conditions climatiques (figure 3). Le drainage des zones humides et le défrichage de la végétation augmentent les températures en diminuant l'albédo de surface (réflectivité), et en favorisant l'absorption de l'énergie solaire (Foley *et al.* 2003). L'évapotranspiration de l'eau des zones humides dissipe de vastes quantités d'énergie (jusqu'à 70 % de l'énergie solaire captée est stockée dans la vapeur d'eau sous forme de chaleur latente libérée lorsque l'eau se condense sur des surfaces plus froides) tandis que dans les

Figure 3

Dissipation de l'énergie solaire
 Comparaison des flux thermiques sur un champ drainé et une zone humide. Il convient de noter les différences dans la transformation de l'énergie solaire en chaleur sensible : elle atteint 60-70 % sur un champ drainé et 5-10 % sur une zone humide intacte. Dans les paysages de zones humides, 70 à 80 % de la chaleur est dissipée par évapotranspiration. (D'après des données mesurées à Třeboň, République tchèque. Source : Pokorný *et al.* 2010b).



2 Voir : <https://www.seacology.org/project/sri-lanka-mangrove-conservation-project/> 2017.

paysages arides, la majeure partie de l'énergie solaire est transformée en chaleur sensible. La perte de stockage de l'eau dans le paysage peut augmenter de manière significative les températures diurnes locales et réduire les précipitations annuelles (Pokorný *et al.* 2010a, b). Les effets peuvent être spectaculaires, en particulier sous les hautes latitudes (entre 45 et 90 degrés), où l'évolution de la couverture végétale peut augmenter le réchauffement de 1,6 degré Celsius en plus des 3,3 degrés prévus en cas de doublement du CO₂ atmosphérique (Costa & Foley, 2000).

La restauration des plaines d'inondation et autres zones humides intérieures en tant qu'infrastructure verte, permet de diminuer les crues et les dommages causés par les inondations, d'améliorer la qualité de l'eau et de modérer les climats locaux. Les stratégies de restauration dépendent des causes de la perte ou de la dégradation d'une zone humide. Dans les régions où la modification hydrologique est élevée, il peut être nécessaire de combler les fossés, éliminer les structures de drainage agricole ou urbain et reconnecter les zones humides aux rivières. Les efforts déployés par le passé pour éliminer l'eau du paysage peuvent nécessiter la restauration des flux environnementaux pour soutenir la totalité de la biodiversité et des services écosystémiques d'une zone humide. De grands projets de restauration de zones humides intérieures sont actuellement en cours dans toutes les régions Ramsar, à l'exemple du projet visant à reconnecter les zones humides au Yangtsé pour diminuer les dommages des crues en Chine (Kumar *et al.* 2017).

Parmi les bonnes pratiques de restauration des zones humides intérieures on peut citer :

- La planification pour la restauration à l'échelle du bassin versant nécessite de connecter les plaines d'inondation et les rivières et cours d'eau pour restaurer les avantages hydrologiques des zones humides en rétablissant les processus naturels des crues dans les plaines d'inondation (Craft, 2016). Restaurer les zones humides qui ne sont pas proches de rivières peut être planifié de manière à tirer parti des sols vestiges des zones humides et des sources d'eau dans un bassin versant pour maximiser le rétablissement des services écosystémiques.
- Autant que faire se peut, il convient de recourir le moins possible aux techniques d'ingénierie. Planifier la restauration pour tirer parti des principes d'auto-régénération en laissant les processus écologiques naturels dominer le processus de restauration et en permettant la gestion passive peut donner des écosystèmes résilients et atténuer les coûts (Craft, 2016).
- Dans les zones urbaines, la restauration des zones humides peut former un réseau de sites utiles au bien-être humain tout en atténuant les inondations et les risques climatiques et en recyclant l'eau (Niemela *et al.* 2010).

Auteurs

Fennessy, S.M., Philip et Sheila Jordan, Professeur de biologie et d'études environnementales, Kenyon College et Lei, G., Doyen, École de conservation de la nature, Université de foresterie de Beijing, Beijing, Chine.

Citation

Fennessy, S.M. & Lei, G. (2018). *La restauration des zones humides contribue à la résilience climatique*. Note d'information Ramsar n° 10. Gland, Suisse : Secrétariat de la Convention de Ramsar.

Références

- Alexander, S. et McInnes, R. (2012). *Les avantages de la restauration des zones humides*. Note d'information Ramsar no. 8. Gland, Suisse : Secrétariat de la Convention de Ramsar. Disponible à : <https://www.ramsar.org/fr/resources/notes-dinformation>.
- Barthelmes, A., Couwenberg, J., Risager, M., Tegetmeyer, C. & Joosten, H. (2015). *Peatlands and Climate in a Ramsar Context: A Nordic-Baltic perspective*. Copenhagen, Denmark: TemaNord, Nordic Council of Ministers, Denmark. Disponible à : <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:814147/FULLTEXT02.pdf>.
- Bell, L. (2016). *SE Asia's damaged peat swamps could release 8.7 gigatons of CO2*. Mongabay Series. Disponible à : <https://news.mongabay.com/2016/05/se-asias-damaged-peat-swamps-could-release-8-7-gigatons-of-co2/>.
- Biello, D. (2009). *Peat and Repeat: Can Major Carbon Sinks Be Restored by Rewetting the World's Drained Bogs?* Scientific American. Disponible à : <https://www.scientificamerican.com/article/peat-and-repeat-rewetting-carbon-sinks/>.
- Cheong, S.-M., Silliman, B., Wong, P. P., van Wesenbeeck, B., Kim, C.-K., & Guannel, G. (2013). Coastal adaptation with ecological engineering. *Nature Climate Change*, 3(9), 787–791. <https://doi.org/10.1038/nclimate1854>.
- Chmura, G. L., Anisfeld, S. C., Cahoon, D. R. & Lynch, J. C. (2003). Global carbon sequestration in tidal, saline wetland soils. *Global Biogeochemical Cycles*, 17 (12). Disponible à : <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2002GB001917>.
- Church, J. A., Gregory, J. M., Huybrechts, P., Kuhn, M., Lambeck, K., Nhuan, M. T., Qin, D. & Woodworth, P. L. (2001). Changes in sea level. In Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguier, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K. & Johnson, C.A. (eds.). (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. New York: Cambridge University Press. Disponible à : <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg1/>.
- Costa, M. H., & Foley, J. A. (2000). Combined Effects of Deforestation and Doubled Atmospheric CO₂ Concentrations on the Climate of Amazonia. *Journal of Climate*, 13(1), 18–34. Disponible à : <https://journals.ametsoc.org/doi/pdf/10.1175/1520-0442%282000%29013%3C0018%3ACEODAD%3E2.0.CO%3B2>.
- Craft, C. (2016). *Creating and Restoring Wetlands*. Amsterdam, Netherlands. Elsevier Publishing.
- Craft, C., Megonigal, P., Broome, S., Stevenson, J., Freese, R., Cornell, J., Zheng, L. & Sacco, J. (2003). The pace of ecosystem development of constructed *Spartina alterniflora* marshes. *Ecological Applications*, 13 (5), 1417-1432.
- Crooks, S., Herr, D., Tamelander, J., Laffoley, D. & Vandever, J. (2011). *Mitigating Climate Change through Restoration and Management of Coastal Wetlands and Near-shore Marine Ecosystems: Challenges and Opportunities*. Environment Department Paper No.121. Washington, D.C., U.S.A.: World Bank.
- Dargie, G.C., Lewis, S., Lawson, I., Mitchard, E.T., Page, S., Bocko, Y. & Ifo, S. (2017). Age, extent and carbon storage of the central Congo Basin peatland complex. *Nature*, 542, 86-90.
- 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, 934-941. <http://dx.doi.org/10.1071/MF14173>.
- DelVecchia, A. G., Bruno, J. F., Benninger, L., Alperin, M., Banerjee, O. & de Dios Morales, J. (2014). Organic carbon inventories in natural and restored Ecuadorian mangrove forests. *PeerJ* 2: e388. Disponible à : <https://peerj.com/articles/388.pdf>.
- Dommain, R., Couwenberg, J. & Joosten, H. (2010). Hydrological self-regulation of domed peatlands in south-east Asia and consequences for conservation and restoration. Dans *Mires and Peat*, Volume 6, Article 05, 1–17. <http://mires-and-peat.net/pages/volumes/map06/map0605.php>.
- Donato, D.C., Kauffman, J.B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M. & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4, 293–297.
- Duarte, C. M., Losada, I., Hendricks, I., Mazarrasa, I. & Marba, N. (2013). The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. *Nature Climate Change*, 3, 961-968.
- Ezcurra, P., Ezcurra, E., Garcillán, P. P., Costa, M. & Aburto-Oropeza, O. (2016). Coastal landforms and accumulation of mangrove peat increase carbon sequestration and storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113 (16), 4404, 4409. DOI : 10.1073/pnas.1519774113.
- Foley, J., Costa, M., Delire, C., Ramankutty, N. & Snyder, P. (2003). Green surprise? How terrestrial ecosystems could affect earth's climate. *Front. Ecol. Environ.* 1: 38-44.
- Howard, J., Sutton-Grier, A., Herr, D., Kleypas, J., Landis, E., Mcleod, E., Pidgeon, E. & Simpson, S. (2017). Clarifying the role of coastal and marine systems in climate mitigation. *Front Ecol Environ*, 15, 1–9. DOI: 10.1002/fee.1451.

- Iftexhar, M. S. & Takama, T. (2008). Perceptions of biodiversity, environmental services, and conservation of planted mangroves: A case study on Nijhum Dwip Island, Bangladesh. *Wetlands Ecology and Management* 16 (2), 119–137. <https://doi.org/10.1007/s11273-007-9060-8>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013a). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*. Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. & Troxler, T. (eds). Geneva, Switzerland: IPCC. Disponible à : <https://www.ipcc.ch/publication/2013-supplement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories-wetlands/>.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2013b). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Stocker, T.F., Qin, D., Plattner, G.-K., Tignor, M., Allen, S.K., Boschung, J., Nauels, A., Xia, Y., Bex, V. & Midgley, P.M. (eds.). Cambridge, U.K.: Cambridge University Press. Disponible à : <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.
- Joosten, H. (2016). Peatlands across the globe. In Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H., Stoneman, R. (eds.). *Peatland Restoration and Ecosystem Services*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Joosten, H., Sirin, A., Couwenberg, J., Laine, J. & Smith, P. (2016). The role of peatlands in climate regulation. En Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H. & Stoneman, R. (eds.). *Peatland Restoration and Ecosystem Services*. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Kumar, R., Tol, S., McInnes, R. J., Everard, M. y Kulindwa, A.A. (2017). *Les zones humides pour la réduction des risques de catastrophe : des choix judicieux pour des communautés résilientes*. Note d'orientation Ramsar no 1. Gland, Suisse : Secrétariat de la Convention de Ramsar. Disponible à : <https://www.ramsar.org/fr/ressources/notes-dorientation-ramsar>.
- Lo, V. (2016). *Synthesis report on experiences with ecosystem-based approaches to climate change adaptation and disaster risk reduction*. Technical Series No.85. Montreal, Canada: Secretariat of the Convention on Biological Diversity. Disponible à : <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-85-en.pdf>.
- McLeod, E., Chmura, G. L., Bouillon, S., Salm, R., Björk, M., Duarte, C. M., Lovelock, C.E., Schlesinger, W.H. & Silliman, B. R. (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(10), 552–560. <https://doi.org/10.1890/110004>.
- Mitsch, W.J. & Jørgensen, S.E. (1989). *Ecological Engineering: An Introduction to Ecotechnology*. New York, U.S.A.: Wiley.
- Mitsch, W. & Gosselink, J. (2015). *Wetlands*, 5th ed., Hoboken, New Jersey, U.S.A.: Wiley.
- Moberg, F. & Rönnbäck, P. (2003). Ecosystem services of the tropical seascape: interactions, substitutions and restoration. *Ocean & Coastal Management*, 46(1-2), 27–46.
- Murdiyasar, D., Donato, D., Kauffman, J.B., Kurnianto, S., Stidham, M. & Kanninen, M. (2009). Carbon storage in mangrove and peatland ecosystems: A preliminary account from plots in Indonesia. Working paper No. 48. Bogor Barat, Indonesia: Center for International Forestry Research (CIFOR). Disponible à : https://www.cifor.org/publications/pdf_files/WPapers/WP48Murdiyasar.pdf.
- Nahlik, A.M. & Fennessy, M. S. (2016). Carbon storage in U.S. wetlands. *Nature Communications*. DOI: 10.1038/ncomms13835.
- Niemelä, J., Saarela, S. R., Söderman, T., Kopperoinen, L., Yli-Pelkonen, V., Väire, S., & Kotze, D. J. (2010). Using the ecosystem services approach for better planning and conservation of urban green spaces: A Finland case study. *Biodiv. and Cons.*, 19, 3225–3243.
- Pearce, F. (2017). *Peat swamps: the forgotten fix for climate change*. Impakter. (Dec. 12, 2017). <https://impakter.com/peat-swamps-forgotten-fix-climate-change/>.
- Pokorný, J., Brom, J., Jermák, J., Hesslerová, P., Huryna, H., Nadezhdina, N. & Rejšková, A. (2010a). Solar energy dissipation and temperature control by water and plants. *Int. J. Water*, 5 (4).
- Pokorný, J., Kvít, J., Rejšková, A. & Brom, J. (2010b). Wetlands as energy-dissipating systems. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 37 (12), 1299 – 1305.
- Seacology. *Sri Lanka Mangrove Conservation Project*. <https://www.seacology.org/project/sri-lanka-mangrove-conservation-project/>. Visité le 19 septembre 2018.
- Sidik, F. & Lovelock, C.E. (2013). CO₂ efflux from shrimp ponds in Indonesia. *PLoS One* 8, e66329. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0066329>.
- Siikamäki, J., Sanchirico, J.N., Jardine, S., McLaughlin, D. & Morris, D.F. (2012). *Blue carbon: global options for reducing emissions from the degradation and development of coastal ecosystems*. Washington, D.C., U.S.A.: Resources for the Future. Disponible à : http://www.rff.org/files/sharepoint/WorkImages/Download/RFF-Rpt-2012-BlueCarbon_final_web.pdf.
- Temmerman, S., Meire, P., Bouma, T. J., Herman, P. M. J., Ysebaert, T., & de Vriend, H. J. (2013). Ecosystem-based coastal defence in the face of global change. *Nature*, 504, 79–83. <https://doi.org/10.1038/nature12859>.
- Convention de Ramsar sur les zones humides. (2015). 12^e Session de la Conférence des Parties à la Convention sur les zones humides. Rés. XII.11 : *Les tourbières, les changements climatiques et l'utilisation rationnelle : implications pour la Convention de Ramsar*. Punta del Este, Uruguay, 1^{er} au 9 juin 2015. Disponible à : <https://www.ramsar.org/fr/document/resolution-xii11-les-tourbières-les-changements-climatiques-et-l'utilisation-rationnelle>.
- Convention de Ramsar sur les zones humides. (2008). 10^e Session de la Conférence des Parties à la Convention sur les zones humides. Changwon, République de Corée, 28 octobre au 4 novembre 2008. Rés. X.24 : *Les changements climatiques et les zones humides*. Disponible à : <https://www.ramsar.org/fr/document/resolution-x24-les-changements-climatiques-et-les-zones-humides>.
- Convention de Ramsar sur les zones humides. (2002). 8^e Session de la Conférence des Parties contractantes à la Convention sur les zones humides. Valence, Espagne, 18 au 26 novembre 2002. Rés. VIII.17 : *Lignes directrices relatives à une action mondiale pour les tourbières*. Disponible à : <https://www.ramsar.org/fr/document/resolution-viii17-guidelines-for-global-action-on-peatlands>.
- United Nations Environment Program (UNEP). (2014). *The importance of mangroves to people: A call to action*. van Bochove, J., Sullivan, E. & Nakamura, T. (eds). Cambridge, U.K.: United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre. Disponible à : <https://www.unep-wcmc.org/resources-and-data/the-importance-of-mangroves-to-people--a-call-to-action>.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). (2015). *The human cost of weather-related disasters 1995-2005*. Geneva, Switzerland: UNISDR Office. Disponible à : https://www.unisdr.org/2015/docs/climatechange/COP21_WeatherDisastersReport_2015_FINAL.pdf.
- Watson, K. B., Ricketts, T., Galford, G., Polasky, S. & O'Neil-Dunne, J. (2016). Quantifying flood mitigation services: The economic value of Otter Creek wetlands and floodplains to Middlebury, VT. *Ecological Economics*, 130, 16–24. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.05.015>.
- Wichtmann, W., Schröder, C. & Joosten, H. (eds.). (2016). *Paludiculture – productive use of wet peatlands, climate protection - biodiversity - regional economic benefits*. Stuttgart, Germany: Schweizerbart Science Publishers. ISBN 978-3-510-65283-9.
- Yu, Z.C. (2012). Northern peatland carbon stocks and dynamics: a review. *Biogeosciences*, 9, 4071-4085. Disponible à : <https://www.biogeosciences.net/9/4071/2012/bg-9-4071-2012.pdf>

Les opinions et appellations figurant dans la présente publication sont celles de ses auteurs et ne représentent pas les opinions officiellement adoptées par les parties à la Convention de Ramsar ou son Secrétariat.

La reproduction de ce document en tout ou en partie, sous quelque forme que ce soit, à des fins pédagogiques ou non lucratives est autorisée sans accord préalable des détenteurs des droits d'auteur, à condition que la source soit dûment citée. Le Secrétariat apprécierait de recevoir une copie de toute publication ou de tout matériel utilisant le présent document comme référence.

Sauf mention contraire, ce travail est protégé par une licence Creative Commons Paternité, pas d'utilisation commerciale, pas d'œuvres dérivées.



Les Notes d'information Ramsar sont publiées par le Secrétariat de la Convention sur les zones humides en anglais, français et espagnol (les langues officielles de la Convention) sous forme électronique et sont aussi imprimées si nécessaire. Vous pouvez télécharger les Notes d'information à l'adresse : <https://www.ramsar.org/fr/ressources/notes-dinformation>.

Vous trouverez des informations sur le Groupe d'évaluation scientifique et technique (GEST) à l'adresse : <http://www.ramsar.org/fr/a-propos/le-groupe-devaluation-scientifique-et-technique>.

Pour d'autres informations sur les Notes d'information Ramsar ou pour des informations sur les moyens de correspondre avec leurs auteurs, veuillez contacter le Secrétariat de la Convention sur les zones humides à l'adresse : stip@ramsar.org.

Publié par le Secrétariat de la Convention sur les zones humides.

© 2021 Le Secrétariat de la Convention sur les zones humides

La Convention sur les zones humides



La Convention sur les zones humides, est un traité intergouvernemental qui sert de cadre pour l'action nationale et la coopération internationale en faveur de la conservation et de l'utilisation rationnelle des zones humides et de leurs ressources.