

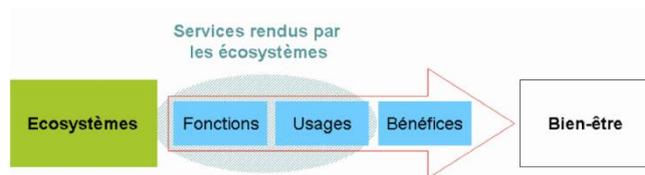
Fonctions et services des zones humides

INTRODUCTION

Les projets en faveur des zones humides doivent être conçus en prenant pleinement en compte les mécanismes du fonctionnement des sites et les services qui en résultent pour la collectivité. Cette note présente les définitions de ces notions et la liste des fonctions et services.

DEFINITIONS

Toute zone humide exerce un effet sur son environnement, notamment par la dynamique de l'eau et de la végétation. Cet effet a des conséquences positives pour la collectivité.



Source : Millenium Ecosystem Assessment

Fonction

Expression des processus naturels qui se déroulent au sein d'une zone humide. On distingue les fonctions hydrologique/hydraulique, physique/biogéochimique et biologique/écologique. La fonction peut être plus ou moins altérée ; elle est parfois seulement potentielle pour une zone humide fortement dégradée.

Exemples : rétention des eaux de surface (fonction hydrologique), rétention et élimination des nutriments (fonction biogéochimique), lieu de stationnement hivernal d'oiseaux d'eau (fonction écologique).

Produit

Bien fourni par les zones humides.

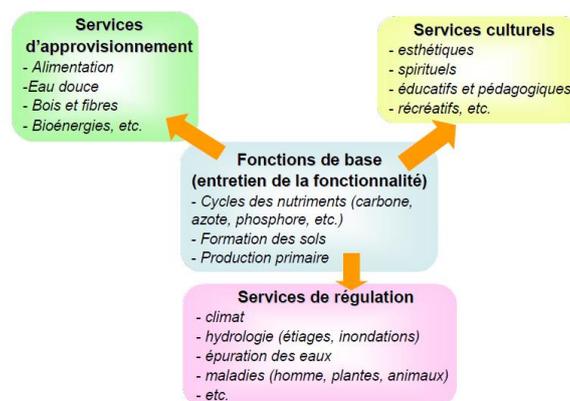
Exemples : foin, poissons...

Service rendu

Avantage, direct ou indirect, fourni par la zone humide du fait de ses fonctions et perçu pour l'homme.

On distingue :

- Services de régulation : conséquences des fonctions des zones humides positives pour la collectivité, par la régulation des systèmes « naturels » : *écrêtement des crues, soutien des étiages, régulation du climat...*
- Services d'approvisionnement (ou de production) : services de production de biens utilisés par les activités humaines. *Exemples : eaux potables, agricoles ou industrielles, productions agricoles...*
- Services culturels : bénéfiques non marchands d'ordre culturel : *loisirs, paysage... La valeur intrinsèque de la biodiversité (valeur des espèces indépendamment de leur « utilité » pour telle ou telle autre service de production ou de régulation) fait partie des services culturels.*



Source : Millenium Ecosystem Assessment

Disservice

Les disservices correspondent aux effets des écosystèmes qui sont ressentis par tout ou partie de la collectivité comme négatifs en termes de bien-être humain. Ces disservices peuvent être liés à une mauvaise connaissance du fonctionnement de la zone humide ou à des a priori.

Exemples : prolifération de moustiques, maladies...

Valeur

Ensemble des services et produits de la zone humide.

TYPLOGIE DES FONCTIONS ET SERVICES DES ZONES HUMIDES

Ces notions, utilisées pour l'ensemble des écosystèmes, peuvent être adaptées aux spécificités des zones humides.

Le tableau ci-dessous présente une liste des principales fonctions et des services rendus par les zones humides. Il pourra être utilisé lors de l'élaboration d'un plan de gestion, pour évaluer la situation du site étudié par rapport à chacun des éléments cités.

Fonction majeure	Services rendus
Hydrologique / hydraulique	Services de régulation
	Régulation des crues (dont écrêtement des débits)
	Soutien des étiages
	Recharge des nappes souterraines
	Stockage durable des eaux de surface
	Régulation du climat
	Services de production
	Production d'eau (potable, agricole ou industrielle)
	Production d'énergie (hydro-électricité)
	Voie de communication
	Services culturels
	Patrimoine local (petits ouvrages hydraulique...)
Physique / biogéochimique	Services de régulation
	Protection des sols contre les érosions
	Soutien du débit solide du cours d'eau
	Rétention des polluants (dans les sédiments, les végétaux ou les sols)
	Stockage de matières organique
	Régulation des nutriments (dénitrification - dégradation des nitrates en azote gazeux, piégeage du carbone et du phosphore)
	Interception des matières en suspension
	Services de production
Production de sel	
Biologique / écologique	Services de régulation
	<i>La biodiversité participe aux services de régulation cités plus haut (écrêtement des crues, dénitrification...)</i>
	Pollinisation
	Effet sur la santé (rôle du cadre de vie, régulation des maladies)
	Services de production
	Agriculture liée au caractère humide de la zone : élevage, production de foin, riziculture, récolte de roseaux...
	Sylviculture liée au caractère humide de la zone
	Cueillette
	Conchyliculture
	Aquaculture, pêche professionnelle
	Services culturels

Fonction majeure	Services rendus
	Chasse
	Pêche de loisir
	Activités sportives
	Autres loisirs (détente, promenade...)
	Biodiversité (valeur intrinsèque des espèces)
	Paysage (visuel, sonore, olfactif)
	Participation à l'identité locale, image de marque du territoire
	Support d'activités éducatives
	Support d'activités artistiques
	Support d'activités scientifiques
	Support d'activités sociales (intégration...)

Remarque : certaines activités peuvent être à la fois un service des zones humides ou un facteur de dégradation des zones humides. Ainsi, certaines zones humides rendent un service à travers la production de biomasse et l'agriculture (par exemple, production de foin intéressante dans une région marquée par la sécheresse). A l'inverse, la production de maïs dans la zone humide entraîne une dégradation de la plupart des autres fonctions : apports de nutriments et polluants, perte de biodiversité... Elle ne peut être considérée comme un service de la zone humide.

LA PRISE EN COMPTE DES FONCTIONS DANS LES DOCUMENTS DE GESTION

Il est possible de présenter quelques principes de prise en compte des fonctions dans les documents de gestion de zones humides.

Les principales fonctions des zones humides sont décrites dans une fiche spécifique.

ÉTAT DES LIEUX, DIAGNOSTIC

Lors de l'élaboration des documents de gestion, il est nécessaire de réaliser une évaluation simple de l'ensemble des fonctions et services de la zone humide (sous la forme d'un chapitre par fonction, d'un tableau d'évaluation...). Nous proposons ici une méthodologie pour cette évaluation, dont les principes sont :

- Il ne s'agit pas de tout étudier dans le détail, mais de mener un raisonnement sérieux et argumenté pour avoir un avis sur l'importance de chaque fonction sur le site ;
- Certaines fonctions très générales (pollinisation, régulation du climat...) ne demandent pas d'évaluation, sauf si des données sont disponibles ;
- En général, il est possible de se limiter à une évaluation simple basée sur la valorisation des données disponibles et une réflexion par rapport aux caractères généraux du site ;
- Si une fonction apparaît particulièrement importante, elle peut demander une analyse détaillée basée sur la collecte et la valorisation de données spécifiques.

Fiche technique

L'analyse de certains services est délicate sur le plan technique ; sa présentation doit donc rester prudente, en évitant toute généralisation hâtive. L'effet des tourbières de tête de bassin sur le stockage et les écoulements de l'eau peut illustrer cette complexité.

Des études fines sur des sites expérimentaux du massif central montrent la réalité de cette influence ; ainsi, 31% des averses (fin de printemps été 2007) n'entraînent aucune augmentation des débits sur un ruisseau situé à l'aval d'une tourbière (traduisant le tamponnement des débits dans la tourbière), contre 9% sur un ruisseau équivalent dépourvu de zones humides. Cet effet apparaît modeste à l'échelle d'une zone humide donnée et très variable selon les périodes, les sites et leurs caractères (par exemple, géométrie des exutoires et importance de la partie de la tourbe non saturée en eau, en capacité de stocker un volume supplémentaire).

Source : Jérôme Porteret, 2010. Capacité de stockage de l'eau et rôle des tourbières basses minérotrophes dans le fonctionnement des têtes de bassin versant. Coll. Tourbières, Ann. Sci. Rés. Bios. Trans. Vosges du Nord-Pfälzerwald : 207-229

OBJECTIFS

Le choix des objectifs d'un plan de gestion doit être fait en prenant en compte l'ensemble des fonctions de la zone humide.

Il est intéressant d'identifier et de valoriser les convergences d'intérêt, qui permettent de construire un projet partagé par des acteurs nombreux et diversifiés, et à l'inverse, d'identifier les divergences d'intérêts (ou de représentations), qui peuvent être à l'origine de blocages et de conflits.

Les disservices (effets ressentis négatifs des zones humides) doivent être identifiés ; des réponses doivent leur être trouvées.

« POUR EN SAVOIR PLUS »

- Barnaud G. et Fustec E., 2007. Conserver les zones humides : pourquoi ? comment ?. Editions Quae et educagri, 296 p.
- Millenium Ecosystem Assesment. <http://www.millenniumassessment.org/en/index.html>
- Fustec E. et Frochot B., 1995. Les fonctions des zones humides – Synthèse bibliographique. Agence de l'Eau Seine Normandie
- Fustec E., Lefeuvre J.C., 2000. Fonctions et valeurs des zones humides. Dunod, Paris, 426 p.
- Secrétariat technique du SDAGE RMC. Eléments de méthode pour un plan de gestion stratégique des zones humides. Septembre 2013. Doctrine « zones humides » du bassin Rhône-Méditerranée. 22p.
- Skinner J. et Zalewski, 1995. Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes, MedWet / Tour du Valat – n°2.

ANNEXE : QUELQUES DONNEES ISSUES DE LA BIBLIOGRAPHIE

Le tableau ci-dessous présente quelques données issues de publications portant sur l'évaluation des services rendus par les zones humides. Il est nécessaire de souligner que chaque information a été produite dans un contexte donné (nature du site, type d'étude...) et ne peut pas être généralisée sans grandes précautions.

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
Hydrologique / hydraulique	Régulation des crues (dont écrêtement des débits)	Dans le secteur de Miribel-Jonage au Nord-Est de l'agglomération lyonnaise 15% du débit transite dans les lînes (bras secondaires), permettant un débit en aval de 4390 m ³ /s au lieu de 4530 m ³ /s pour une crue centennale	Les Agences de l'Eau, 2000, n°89, in "Joyeux, <i>Typologie des zones humides riveraines du bassin de la Seine et fonctions relatives à la qualité et au régime des eaux</i> , Agence de l'Eau Seine-Normandie, septembre 2005"
		La réduction des pics de crue pourrait atteindre jusqu'à 60% lorsque qu'une partie du bassin versant est occupée par des zones humides (5% de la surface du bassin)	Ammon, 1981 in "Institut d'Ecologie Appliquée, <i>Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides</i> , Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		Les 6.500 ha du secteur de la Bassée (vallée de la Seine en amont de Paris) assure un rôle considérable de protection contre les inondations, de l'ordre de 65 millions de m ³ pour la plus grande crue connue (1910, lame d'eau d'un mètre). Le service rendu par cette zone inondable est équivalent à celui d'un barrage de 100 à 300 millions d'euros (approche de la valeur de remplacement). De plus pour une crue exceptionnelle les dommages évités sont estimés à 10.200 €/ha environ, soit plus de 66 millions € au total	Laurans, Cattan et Dubien, <i>Les services rendus par les zones humides à la gestion des eaux : évaluations économiques pour le bassin Seine-Normandie</i> , Agence de l'Eau Seine-Normandie, 1996
		Sur la vallée de la Marne, la valeur de protection contre les inondations des zones inondables riveraines équivaut à un barrage de 0,3 à 1,1 milliard €	ASCA, in "IPSEAU, <i>Gestion des vallées alluviales et inondations – Etude bibliographique</i> , Groupe d'Etude Inter-Agences, Agence de l'Eau Adour-Garonne, octobre 1996"
	Soutien des étiages	La moyenne vallée de l'Oise est caractérisée par une zone humide alluviale de 5.000 ha environ qui s'étend de la Fère à Noyon. Cette zone humide présente un aquifère alluvial important qui joue un rôle dans le soutien des étiages de l'Oise, de l'ordre de 12 à 23 millions de m ³ . On peut estimer la valeur de remplacement de cette fonction par la construction d'un ouvrage de remplacement. Le coût moyen des ouvrages de soutien d'étiages est de 1,5 €/m ³ environ. Donc pour une telle quantité, il faudrait construire un ouvrage de 18,3 à 35 millions €	Laurans, Cattan et Dubien, <i>Les services rendus par les zones humides à la gestion des eaux : évaluations économiques pour le bassin Seine-Normandie</i> , Agence de l'Eau Seine-Normandie, 1996

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
	Soutien des étiages	Les moulins, de par leur fonction de maintien d'une ligne d'eau dans les cours d'eau transitant par la zone humide, empêche la disparition de ces zones par drainage de celle-ci et maintiennent leur fonction, telle que la fonction de soutien d'étiage en basses eaux, ou celle de recharge de la nappe en hautes eaux.	« Etude du rôle des moulins sur le fonctionnement de la zone humide de Moulin Neuf », Syndicat Mixte Veyle Vivante. Burgeap. 2014
	Recharge des nappes souterraines	Les tourbières ont longtemps été considérées comme sans relation hydraulique avec les eaux souterraines, leurs couches profondes devenant presque imperméables. Cependant dans de vastes étendues de tourbières en Amérique du Nord (nappe en dôme sous les tourbières bombées), elles peuvent au contraire être des zones de recharge permanente pour les autres zones humides périphériques et la nappe à l'échelle régionale	Fustec et Frochot, 1994, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		Les échanges nappes/rivières/marais sont des phénomènes complexes : une étude canadienne a montré sur un marais alimenté par les eaux souterraines et les précipitations que la contribution de cette zone humide au débit du cours d'eau était faible alors qu'une étude menée en Ontario a montré que la zone humide fonctionnait comme un système de recharge et de fourniture d'eau pour les systèmes adjacents	Rouet, 1990 et Hill, 1990, in "Fustec, Lefevre et coll., Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod, 2000"
		Les résultats des différentes études sont très contrastés : on observe dans certains cas qu'il existe très peu d'échanges entre les zones humides et les nappes libres alors que dans d'autres les zones humides sont des zones de recharge permanente des nappes	Siegel, 1990, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		Il apparaît aujourd'hui, d'après des recherches récentes que les zones humides ne joueraient qu'un rôle très mineur, voire aucun rôle, dans la recharge des nappes. En effet la plupart des zones humides sont caractérisées par une nappe affleurante et sont de ce fait saturées en eau pendant la période où la recharge des nappes peut se produire. C'est le bassin versant dans son ensemble qui est responsable de la recharge des nappes	Fustec ; Fougeirol ; Marcilly, in "Laurans, Cattan et Dubien, Les services rendus par les zones humides à la gestion des eaux : évaluations économiques pour le bassin Seine-Normandie, Agence de l'Eau Seine-Normandie, 1996"
	Recharge des nappes souterraines	L'étude du fonctionnement hydrique du marais de Peysse a montré que le creusement d'un drain central il y a quelques années a entraîné un assèchement de la zone humide. La mise en place d'un seuil en aval du canal central pour limiter le drainage de la zone entraînerait l'engorgement des terrains par rehaussement du toit de la nappe d'environ 1 m.	« Etude du fonctionnement hydraulique été hydrogéologique du marais de Peysse », Conseil Général de l'Isère. Burgeap. 2013

Fiche technique

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
	Stockage durable des eaux de surface	Une expérience a été menée par l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne sur 3 sites agricoles différents (La Jaillère dans le 44, Bignan dans le 56 et Plelo dans le 22) pour tester l'efficacité des bandes enherbées à retenir des eaux de ruissellement (par infiltration dans le sol). L'efficacité des bandes de 6 m de large (tous sites confondus sur 3 ans) sur l'ensemble des volumes ruisselés collectés (efficacité totale) a été de 62%. Celle des bandes de 12 m et de 18 m a été respectivement de 70 et 88%. La moyenne des efficacités (efficacité moyenne) enregistrées est de l'ordre de 71% pour les bandes de 6 m, 85% pour celles de 12 m et de 80% pour celles de 18 m	Real, Etude de l'efficacité de dispositifs enherbés, ITCF, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, juillet 1997
	Stockage durable des eaux de surface	L'étude du fonctionnement hydrique de la forêt de la Laurentière a permis de montrer la relation étroite entre un cours d'eau, sa zone humide annexe et la nappe superficielle. Une restauration morphologique du lit de la rivière (rehaussement du fond de lit d'environ 1m, création d'un tracé méandrique avec doublement du linéaire) entraînerait une inversion des échanges hydrauliques avec arrêt du drainage de la zone humide par le cours d'eau et stockage des eaux de surface sur une zone d'environ 50 ha.	« Etude du fonctionnement hydraulique et hydrogéologique de la forêt de la Laurentière », Conseil Général de l'Isère. Burgeap. 2013
	Production d'eau (potable, agricole ou industrielle)	La vallée de la Saône est une zone fortement utilisée pour la culture intensive. Le retournement de ses prairies humides pour leur mise en culture ne cesse de progresser et notamment à proximité de nombreux champs captant. En effet sa nappe souterraine représente 57,5 millions m ³ disponibles pour l'alimentation en eau potable. La menace d'une intervention lourde de traitement de l'eau potable en raison de la pollution de la nappe est réelle et le coût estimé des équipements d'épuration nécessaires pour traiter cette ressource en eau est de l'ordre de 50 millions de francs (7,6 millions €) par an, pour un traitement de l'azote et des pesticides	Agences de l'Eau, Agir pour les zones humides : les zones humides et la ressource en eau, guide technique, février 2000
		Le secteur de Miribel-Jonage fournit l'ensemble de l'eau potable à la population de l'agglomération lyonnaise, soit environ 1,2 millions d'habitants	Fedenatur, La place des espaces naturels périurbains pour une ville durable, Commission Européenne, DG Environnement, janvier 2004

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
		<p>La commune de Saint-Jorioz en bordure du lac d'Annecy a un projet d'aménagement de la zone humide des Marais de la ZAC des Tuileries afin de protéger son captage d'eau potable des infiltrations non traitées des eaux pluviales qui doit coupler un ouvrage de traitement des eaux pluviales et la zone humide des Marais. Ainsi les eaux en provenance de la ZAC, de la route nationale et des voies communales pourront être débarrassées des hydrocarbures, métaux, sels de déneigement et produits divers de la ZAC avant de rejoindre le milieu naturel. Les eaux seront collectées et subiront un prétraitement notamment par séparation des hydrocarbures puis rejoindront la zone humide qui permettra un traitement tertiaire des eaux. De plus la zone humide, après quelques aménagements, pourra être utilisée pour écrêter et stocker les eaux pluviales (débit entrant pour une pluie décennale : 4,25 m³/s, débit prévu en sortie de la zone : 0,20 m³/s). Les coûts estimés s'élèvent à 200.000 € pour les ouvrages de dépollution et 170.000 € pour l'aménagement de la zone d'écrêtement</p>	<p>FRAPNA Haute-Savoie et ASTERS, Inventaire des zones humides de Haute-Savoie utilisées pour gérer les eaux pluviales, septembre 2004</p>
		<p>Le secteur de la Bassée (vallée de la Seine en amont de Paris) assure un rôle considérable d'épuration naturelle des eaux, de l'ordre de 15 millions d'euros par an</p>	<p>Laurans et al., 1996, in "Fedenatur, La place des espaces naturels périurbains pour une ville durable, Commission Européenne, DG Environnement, janvier 2004"</p>
Physique / biogéochimique	Protection des sols contre les érosions	<p>Une étude menée par le CSP et la DDA des Vosges (France) en 1995 démontre l'influence des plantations de résineux sur la morphologie des petits cours d'eau du piémont et des montagnes vosgiennes. La largeur du lit augmente de 33 à 166% sous les plantations de résineux par rapport aux tronçons sous feuillus (aulnaies). La longueur des berges érodées varie de 30 à 97% sous forêt de résineux contre 2 à 12% sous forêts de feuillus. Deux explications sont proposées : l'enracinement superficiel de l'épicéa commun fragiliserait les berges lorsque celles-ci sont affouillées ou la canopée étant plus fermée que celle des feuillus, le couvert végétal herbacé, susceptible de protéger la berge, serait moins étendu. L'étude recense ainsi 75 espèces herbacées présentes sous forêts de feuillus, contre 43 sous forêts mixtes et seulement 6 sous forêts de résineux</p>	<p>Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier, 2003</p>
		<p>Une étude diachronique menée sur les rivières du bassin rhodanien a montré que la bande active du Rhône se réduit fortement entre 1945 et 1970 au moment où une ripisylve se développe en lit majeur</p>	<p>Piégay, 1995, in "Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier,</p>

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
			2003"
		L'effet de rugosité des plantes à l'écoulement des eaux, permettant ainsi une réduction des forces érosives, est aujourd'hui un phénomène bien connu. Cependant l'efficacité relative des formations boisées par rapport aux formations herbacées n'est pas clairement établie : des études ont montré que les forêts de feuillus sont plus efficaces que les peuplements herbacés (Piégay, 1995) alors que d'autres démontrent l'inverse (Gregory et Gurnell, 1988). La différence résulterait de la taille des cours d'eau et de leurs berges	Piégay, 1995, in "Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier, 2003" Gregory et Gurnell, 1988, in "Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier, 2003"
	Soutien du débit solide du cours d'eau	Le long de la Dordogne, sur les départements du Lot, de la Dordogne et de la Gironde, seulement 3 km des 400 km de berges sont des milieux naturels qui sont érodés. Cette érosion favorise le débit solide du cours d'eau. L'enrochement des berges pour leur protection reviendrait 6 millions de francs (0,9 millions €) alors que le rachat par la collectivité d'une bande de 10 m de large coûterait 45.000 F (6.860 €)	Agences de l'Eau, Agir pour les zones humides : les zones humides et la ressource en eau, guide technique, février 2000
		Autrefois l'Ebre (Espagne) charriait une grande quantité de sédiments, notamment grâce à de fortes crues (la dernière date de 1937). La construction de nombreux barrages et de systèmes d'irrigation au cours de la première moitié du XX ^{ème} siècle a fortement modifié le cycle annuel de dépôt des sédiments dans le delta. Depuis 1965 l'apport de sédiments est passé de 4 millions de tonnes par an à 400.000 aujourd'hui ! Les sédiments s'accumulent dans les barrages de Ribarroja-Mequinença et l'accroissement actuel du delta est probablement inférieur à l'élévation relative du niveau de la mer : le delta s'affaisserait de 3 à 7 mm par an entraînant une érosion du rivage que le fort accroissement qui existait jusqu'aux années cinquante avait empêchée	Skinner et Zalewski, Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes, MedWet / Tour du Valat – n°2, 1995
	Stockage et/ou dégradation du carbone, des nutriments et des polluants (dans les sédiments, les végétaux ou les sols)	Divers auteurs ont estimé qu'un marais en Louisiane avait une capacité d'épuration de 20 kg de DBO par ha et par jour	Odum, 1974, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		Une proportion de 10 à 20% de zones humides réparties dans un bassin versant suffit à assurer une rétention importante des matières en suspension, l'efficacité maximale (environ 90%) étant atteinte avec une proportion de 40% de surface	Fustec et Frochot, 1994, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
		Une zone humide boisée occupant 36% de la surface d'un petit sous-bassin (16,3 ha) de la Rhode River dans le Maryland (USA) piège 94% des matières en suspension mobilisées dans les zones cultivées à l'amont, la majeure partie étant retenue dans les 20 premiers mètres de la ripisylve	Fustec et Frochot, 1994, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		Dans 2 sous-bassins de Caroline du Nord, 84% et 90% de rétention dans les zones humides des bassins ont été mesurés, les matériaux les plus grossiers se déposant d'abord dans les zones boisées de fond de vallée, les argiles ne se déposant que dans les formations palustres en bordure des cours d'eau. Une zonation dans la sédimentation apparaît alors au sein du sous-bassin versant	Fustec et Frochot, 1994, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		La vitesse d'accumulation moyenne des sédiments dans les zones humides estuariennes serait à l'échelle du globe de 0,2 à 0,4 cm/an. D'une manière générale la dynamique sédimentaire naturelle tend au comblement progressif des estuaires et au resserrement des lignes de rivage. Ce phénomène est incontestablement important et visible à l'échelle humaine comme en témoigne actuellement la vitesse du comblement de la baie du Mont Saint Michel et de l'Anse de l'Aiguillon en bordure du marais Poitevin par exemple	Agences de l'Eau, Agir pour les zones humides : les zones humides et la ressource en eau, guide technique, février 2000
		Les bandes enherbées filtrent le ruissellement qu'elles reçoivent et retiennent les matières en suspension. 89% des matières en suspension sont retenues avec 6 m de bande enherbée, 84% avec 12 m et 99% avec 18 m. La moyenne des efficacités enregistrées au cours des expérimentations a été respectivement de 87, 77 et 99% pour des bandes de 6, 12 et 18 m de large	Agence de l'Eau Loire-Bretagne, in "Agences de l'Eau, Agir pour les zones humides et la ressource en eau, guide technique, février 2000" Real, Etude de l'efficacité de dispositifs enherbés, ITCF, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, juillet 1997
		60 à 95% de l'azote associé aux particules mises en suspension et transportées par les eaux de ruissellement sont piégés par les ripisylves en particulier dans les petits bassins versants en tête de réseaux hydrographique	Fustec et Frochot, 1994, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		60 à 95% du phosphore particulaire introduit dans les zones humides riveraines des petits cours d'eau à l'amont des bassins qui alimentent des lacs est immobilisé avant d'atteindre les eaux de surface	Peterjohn et Correll, 1984, in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"

Fiche technique

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
		Dans la Garonne, une ripisylve prélève 38 fois plus d'azote qu'une prairie (0,38 gN-NO ₃ /m ² /j contre 0,01 gN-NO ₃ /m ² /j) : les arbres prélèvent l'azote de la nappe même lorsqu'elle s'abaisse en été ce qui n'est pas le cas des prairies	Ruffinoni, 1994, in "Fustec, Lefeuvre et coll., Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod, 2000"
		En moins de 30 m une ripisylve peut abattre de 80% la teneur en nitrates du bassin versant	Lefeuvre, Colloque zones humides, oct. 1994, in "Fustec, Lefeuvre et coll., Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod, 2000"
		La diminution des concentrations en phosphates et nitrates dans la nappe est beaucoup moins forte (d'un facteur 10) dans une saulaie pionnière que dans une chênaie terminale	Sanchez-Pérez et al., 1991 ; Sanchez-Pérez, 1992, in "Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier, 2003"
		Des études ont montré les capacités de dégradation des pesticides par les bactéries et champignons dans des prairies et des boisements de cours d'eau : la capacité épuratrice de dispositifs enherbés de 6m de large atteint une moyenne inter-annuelle de 71%. Cette efficacité moyenne des « bandes » de 12 à 18 m a atteint 84 à 91%	AELB, IEA, 1997, in "Agences de l'Eau, Agir pour les zones humides : les zones humides et la ressource en eau, guide technique, février 2000" Real, Etude de l'efficacité de dispositifs enherbés, ITCF, Agence de l'Eau Loire-Bretagne, juillet 1997

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
		<p>La rétention du sélénium soluble a été étudiée pendant 2 ans dans un marais expérimental aux Etats-Unis, marais submergé par les eaux circulant lentement (53 l/min) et colonisé par des macrophytes émergentes et submergées. La disparition du sélénium introduit dans les eaux est comparée à celle qui se manifeste dans un ruisseau adjacent. La concentration en sélénium est réduite de 20% environ dans le ruisseau mais de plus de 90% dans le marais. La lentille d'eau (<i>Lemna minor</i>) s'est révélée l'espèce la plus efficace pour l'immobilisation du métal. Cette disparition présente des fluctuations saisonnières car le métal est absorbé pendant la période estivale de croissance des végétaux. A l'automne la disposition des résidus végétaux sur les sédiments s'accompagne d'une libération de sélénium en partie adsorbé sur les sédiments (l'adsorption étant plus rapide et plus importante dans les sédiments fins et riches en matières organiques que dans les sédiments sableux). Une partie du sélénium est par ailleurs exportée par volatilisation au niveau du matériel végétal en décomposition. La rétention à moyen terme (au-delà de l'année) dans la biomasse végétale s'effectue de manière sélective. Plusieurs études montrent que le zinc semble préférentiellement absorbé par les arbres de la forêt alluviale à bois dur (chêne, orme). Il est retenu dans les parties pérennes (branches, tronc, écorce). Par contre le cuivre est peu absorbé et surtout localisé dans les feuilles ce qui entraîne une restitution automnale</p>	<p>AELB, IEA, 1997, in "Agences de l'Eau, Agir pour les zones humides : les zones humides et la ressource en eau, guide technique, février 2000"</p>
		<p>La nature physique du sol joue un rôle important sur la dénitrification : le taux de celle-ci est estimé à 5 kg/ha/an dans des forêts riveraines aux sols moyennement drainés et à 40 kg/ha/an dans des sols mal drainés et enrichis en nitrates</p>	<p>Hanson et al., 1994, in "Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier, 2003"</p>
		<p>De même 70% de l'azote organique total dans des sols limoneux est éliminé contre seulement 32% dans des sols sableux</p>	<p>Pinay et al., 1995, in "Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier, 2003"</p>
		<p>Dans les forêts alluviales très productives de la Garonne la capacité de dénitrification a été évaluée à 50 mg/m²/j d'azote</p>	<p>Pinay, 1986, in "Fustec, Lefeuvre et coll., Fonctions et valeurs des zones humides, Dunod, 2000"</p>

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
		L'activité dénitrifiante des tourbières est généralement faible, voire nulle	Francez et al., 2000, in "Laplace-Dolonde et al., Tourbières de France : Fonctionnement hydrologique et diversité typologique, approches écologiques et socio-économiques, application pour une stratégie de conservation et de gestion – vol. 1, rapport final, PNRZH, juillet 2001"
		Dans les tourbières le piégeage de l'azote et du phosphore se fait plutôt dans les végétaux que par dénitrification des microorganismes. En effet les conditions locales pauvres en éléments nutritifs limitent le développement et l'activité de ces microorganismes (dans une expérience menée en laboratoire, l'inhibition de l'activité microbienne permet de retrouver 90% du phosphate marqué dans la plante alors que c'est l'inverse lorsqu'on laisse les microbes actifs	Walbridge, 1991, in "Francez, La dynamique du carbone dans les tourbières à Sphagnum, de la sphaigne à l'effet de serre, Année Biol. 39 (2000) 205-270"
		La capacité de stockage par sédimentation en phosphore est à la fois importantes en quantité (60 à 95% du phosphore particulaire immobilisé (Peterjohn et Correll, 1984 ; Johnson, 1984) et en durée (un dépôt introduit dans un marais était toujours immobilisé après 20 ans (Cooper et Guillian, 1987). Beaucoup d'organismes interviennent dans l'interception et le stockage du phosphore mais les bactéries en immobiliseraient jusqu'à 90%. Les plantes sont également des réservoirs importants de phosphore (rhizomes, racines, troncs...) mais une certaine proportion retourne dans le sol et les eaux à la chute des feuilles. Une ripisylve contribuerait beaucoup à cette fonction car ses prélèvements sont estimés à 10 kg/ha/an (Peterjohn et Correll, 1984). Et sur l'ensemble d'un bassin versant, les diverses zones humides assureraient 30 à 75% du flux de phosphore (Dorioz et Fehri, 1994)	Peterjohn et Correll, 1984; Johnson, 1984; Cooper et Guillian, 1987; Peterjohn et Correll, 1984 & Dorioz et Fehri, 1994 in "Institut d'Ecologie Appliquée, Avis d'expert sur les fonctions et la qualité des zones humides, Agence de l'Eau Loire Bretagne, mars 1997"
		Le sol des rizières camarguaises permet de dénitrifier 80% des engrais azotés utilisés par les agriculteurs une semaine après leur épandage. Ce taux de transformation rapide oblige alors les agriculteurs à déverser des doses plus élevées afin de fournir aux cultures l'azote nécessaire	Skinner et Zalewski, Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes, MedWet / Tour du Valat – n°2, 1995
		Les plans d'eau du parc de Miribel-Jonage (France) permettent de faire passer la teneur des eaux en nitrates (NO ₃) de 50 à 10 mg/l environ	Fedenatur, La place des espaces naturels périurbains pour une ville durable, Commission Européenne, DG Environnement, janvier 2004

Fiche technique

Fonction majeure	Services rendus	Evaluations des services rendus	Référence
		La charge en nitrates des eaux apportées par les échanges nappe-rivière est réduite de 73% lorsqu'elle circule sous une forêt alluviale et de seulement 34% dans le cas d'une prairie	Takatert et al., 1999, in "Piégay, Pautou et Ruffinoni, Les forêts riveraines des cours d'eau : écologie, fonctions et gestion, Institut pour le Développement Forestier, 2003"

