

Projet de thèse

TOURBIÈRES ET MILIEUX OLIGOTROPHES ASSOCIÉS DU MASSIF ARMORICAIN : LIEN ENTRE ETAT DE CONSERVATION, FONCTIONNEMENT ET USAGES DANS LE CADRE DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS GLOBAUX

CONTEXTE : Enjeux de la conservation des tourbières

Les milieux tourbeux, sont des écosystèmes humides oligotrophes dont le sol est constitué d'au minimum 30 % de matière organique (Baize & Girard, 2008), et pouvant présenter un processus de turbification actif (Joosten & Clarke, 2002).

À l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques continentaux, les habitats tourbeux présentent une biodiversité spécifique et sont protégés à l'échelle européenne (EC, 1992). Ils abritent de nombreuses espèces hygrophiles adaptées à des conditions oligotrophes et anoxiques, souvent très rares et/ou menacées, telles que la Linaigrette à feuilles étroites (*Eriophorum angustifolium*), les Sphaignes (*Sphagnum sp.*) ou la Narthécie des marais (*Narthecium ossifragum*) (Cahiers d'habitats Natura 2000. Tome 3 - Habitats humides., Bensetitti & al., 2002).

Ces écosystèmes singuliers fournissent de nombreux services écosystémiques tels que définis par le Millenium Ecosystem Assessment (2005) et subdivisés en 4 groupes : les services de support, de régulation, d'approvisionnement et les services culturels qui correspondent aux bénéfices immatériels obtenus par l'Homme à partir des écosystèmes.

Outre les services de support avec l'accueil d'une flore et d'une faune patrimoniale, les services de régulation rendus par les milieux tourbeux sont particulièrement importants avec notamment la purification de l'eau (Convention RAMSAR, 2018), le stockage de carbone, et donc la mitigation des changements climatiques (Bernard, 2016 ; Smith & al., 2014). Le rôle de ces milieux dans le cycle de l'eau est primordial. Tout d'abord, ils présentent une grande capacité de stockage de l'eau pendant la saison humide, qu'ils restituent progressivement aux hydrosystèmes adjacents en saison sèche, ce qui permet la régulation des flux d'eaux superficielles (Joosten & Clarke, 2002 ; Maltby & Acreman, 2011 ; Parish et al., 2008). Par ailleurs, ces écosystèmes exercent aussi un rôle de filtration et d'épuration des eaux, ce qui leur permet de restituer une eau de grande qualité (Maltby & Acreman, 2011). Les milieux tourbeux jouent aussi un rôle important dans le cycle global du carbone (Gorham, 1991, 1995 ; Roulet, 2000) avec un piégeage durable d'environ 30 % du carbone organique des sols mondiaux, pour 3 % des surfaces continentales (Yu, 2012).

Ces milieux rendent également des services de fourniture. En effet, ils sont exploités depuis plusieurs siècles par l'extraction de combustible, l'agriculture et la foresterie (Chapman & al., 2003 ; Oleszczuk & al., 2008). L'exploitation des tourbières est généralisée, et 16 % des milieux tourbeux à l'échelle mondiale auraient été détruits ou dégradés au cours du XX^{ème} siècle (Joosten & Clarke, 2002). En France, le constat est plus drastique puisque la superficie de tourbières aurait été divisée par deux au cours de cette même période (Francez & al., 1992 ; Manneville, 1999). Plus spécifiquement, dans le Finistère, une étude menée en 1994, a mis à jour que 40 % des 137 tourbières et landes tourbeuses recensées ont été impactées par des programmes d'enrésinement, souvent accompagnés de drainage (Fédération Centre-Bretagne Environnement, 1994). Les services rendus par ces écosystèmes sont alors fortement altérés, de puits de carbone, ils peuvent devenir des sources d'émission vers l'atmosphère.

Cette dégradation des milieux tourbeux a des conséquences à la fois à l'échelle locale, notamment en termes de biodiversité par l'altération ou la disparition des habitats, mais aussi à une échelle plus globale. En effet, le drainage et l'extraction de tourbe, entraînent une modification des régimes hydriques (Holden & al., 2004) qui provoque une oxygénation de la tourbe, jusqu'alors en conditions anoxiques, ce qui conduit à sa minéralisation et au relargage de CO₂ et de N₂O dans l'atmosphère (Barthelmes & al., 2015 ; Strack, 2008). Les milieux tourbeux dégradés sont ainsi responsables de 75 % des émissions de gaz à effet de serre issues de l'exploitation agricole au sein de l'Union Européenne (Joosten, 2009). Le maintien d'un bon fonctionnement des tourbières est donc essentiel pour conserver des stocks importants de carbone dans les sols et peut aussi, dans le meilleur des cas, contribuer à la mitigation des changements globaux par une séquestration pérenne du carbone.

Face aux défis actuels, tant d'arrêt de l'érosion de la biodiversité que de mitigation des changements climatiques, la conservation mais aussi la restauration des tourbières et des milieux tourbeux apparaissent comme un enjeu majeur au sein de l'Union Européenne. Les tourbières et milieux associés font ainsi l'objet de mesures de protection à l'échelle nationale et européenne, notamment au sein du Réseau Natura 2000 (CE, 2012) qui intègre 32 390 hectares de milieux tourbeux en France. Complément nécessaire à la conservation, la restauration des tourbières et autres milieux tourbeux est un champ de recherche et d'actions relativement récent, qui a pris de l'ampleur dans les dernières décennies en Europe (Vasander & al., 2003 ; Barthelmes & al., 2015) et en Amérique du Nord (Chimner & al., 2016). Les approches diffèrent cependant entre les deux continents du fait des différences d'exploitations passées de ces milieux et des objectifs de la restauration de la biodiversité à l'échelle régionale (Rochefort & al., 2003).

Les milieux tourbeux sont aussi le support d'activités compatibles ou favorables à leur conservation. Actuellement, nombre de milieux tourbeux font l'objet de restauration par l'abattage de ligneux, l'étrépage, ou d'une gestion agricole extensive, par le pâturage permettant de limiter l'enfrichement et assurant leur maintien à des stades ouverts. En effet, si certains milieux tourbeux sont très stables, d'autres tendent à s'enrichir et leur maintien à des stades ouverts nécessite une certaine pression de gestion (*Cahiers d'habitats Natura 2000. Tome 3 - Habitats humides.*, Bensetitti & al., 2002).

Ces actions de conservation et de restauration s'accompagnent du développement de méthodologies d'évaluation de l'état de conservation fondées sur la combinaison d'indicateurs dédiés aux compartiments pédologiques, floristiques et faunistiques, tels que les traits fonctionnels (Sandel & al., 2011), qui permettent de caractériser des assemblages d'espèces spécifiques à ces milieux (Laliberté & al., 2010 ; Lacourse, 2009). A l'échelle régionale, la problématique des tourbières et des milieux tourbeux, fait l'objet d'une attention particulière de la part des gestionnaires d'espaces naturels. Ainsi, un collectif de gestionnaires bretons a élaboré une grille d'évaluation de ces milieux dans l'optique de disposer d'indicateurs communs aux différents sites régionaux (Réserves Naturelles de Bretagne, 2019). Cette dernière permet d'évaluer l'état de conservation de ces habitats d'intérêt communautaire, mais ne prend pas en compte l'ensemble des composantes comme la faune et les fonctions de l'écosystème et notamment les stocks de C organique de la tourbe ou le niveau des nappes phréatiques. Cette méthodologie offre néanmoins une base commune autour de laquelle une démarche plus approfondie d'évaluation peut être établie.

Cette évaluation doit également permettre de faire le lien avec l'évaluation des services écosystémiques qui, dans le cadre du développement de la prise en compte des Solutions d'adaptation Fondées sur la Nature (SaFN) sous l'impulsion de l'IUCN, fait l'objet d'une attention particulière depuis quelques années. Ceci s'accompagne du développement de méthodologies visant à renforcer la prise en compte de ces services fournis par les écosystèmes dans les décisions de politiques publiques, telles que l'*Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques* (EFESE). L'évaluation des services au sein des milieux tourbeux en tête de bassin versant, notamment en ce qui concerne les services de régulation et d'approvisionnement dans un contexte de changements climatiques s'intègre de ce fait à ces approches.

Ainsi, l'évaluation des services écosystémiques est un enjeu fort dans la préservation des milieux semi-naturels faisant l'objet d'une exploitation agricole, il apparaît ainsi judicieux de développer cette méthodologie sur des milieux naturels tels que les milieux tourbeux. L'étude d'un ensemble de services de manière conjointe permet de ce fait par des approches de bouquets de services de visualiser la provision des services écosystémiques tels que le stockage de carbone, l'accueil de la biodiversité ou la régulation des flux hydriques, et cela sans hiérarchisation.

Le contexte Armoricaïn apparaît favorable au développement d'une recherche sur les milieux tourbeux. Il s'inscrit en effet dans une dynamique régionale illustrée notamment par le Life Landes d'Armorique, porté depuis 2021 par le Parc Naturel Régional d'Armorique qui s'intéresse particulièrement à ces milieux tourbeux. Celui-ci vise notamment à restaurer plus de 200 hectares de landes et tourbières au sein de trois sites Natura 2000 emblématiques du Parc Naturel Régional d'Armorique : Menez-Hom, Menez-Meur et les Monts d'Arrée - Cragou. La thèse proposée vient compléter ces actions par ses approches d'évaluation. Elle pourra notamment s'appuyer sur les opérations de restauration menées dans le cadre de ce Life ou lors d'opérations antérieures. Le renforcement de la protection des tourbières dans le cadre de la SCAP montre également l'attention croissante portée sur ces milieux.

Le projet proposé répond donc à la fois à des enjeux globaux et régionaux et sa pertinence locale a été confirmée par les échanges avec les acteurs locaux avec qui il sera conduit en étroite collaboration.

OBJECTIFS DE LA THÈSE

Dans ce contexte, le projet de recherche doctorale proposé vise à répondre à la question suivante :

L'état de conservation actuel et potentiel des tourbières et milieux tourbeux associés du Massif Armoricaïn contribue-t-il à répondre aux enjeux actuels et futurs liés aux changements globaux ?

L'hypothèse principale de travail repose sur la capacité des milieux tourbeux du Massif Armoricaïn à participer à l'adaptation aux enjeux globaux, notamment de lutte contre le changement climatique, de préservation de la ressource en eau et de conservation de la biodiversité.

Il s'agit donc de caractériser le lien entre l'état de conservation des habitats tourbeux du Massif Armoricaïn et les services écosystémiques rendus, par le biais d'une évaluation fine de ces milieux naturels et restaurés au sein du Massif Armoricaïn, et l'analyse des liens existant entre cet état de conservation et le niveau de provision de services écosystémiques.

Pour répondre à cet objectif il s'agira de :

- Quantifier sur la base des travaux et méthodologies existants l'état de conservation des écosystèmes de milieux tourbeux ;
- Caractériser le lien entre état de conservation et fonctionnement de ces milieux par le biais des services écosystémiques ;
- Évaluer le rétablissement de ces fonctions écosystémiques sur des sites tourbeux restaurés ;
- Faire le lien entre fonctionnement, pratiques de gestion et usages des milieux tourbeux par l'intégration des aspects socio-économiques ;
- Développer une méthode d'évaluation intégrative des milieux humides oligotrophes à partir de ces travaux.

Le projet prendra en compte les compartiments pédologiques, floristiques et faunistiques. La caractérisation des pratiques de gestion, permettra d'évaluer les bénéfices et les conséquences des pratiques pastorales sur le fonctionnement de ces milieux.

La réalisation d'enquêtes sociologiques visera à analyser l'appropriation, et les représentations des acteurs locaux des milieux tourbeux.

Cette thèse s'appuiera sur les données historiques disponibles pour les sites d'études, complétées par des échantillonnages réalisés sur des sites pilotes, ainsi que sur des sites secondaires dont la connaissance est moins développée. Sa réalisation se fera en lien étroit avec les acteurs des sites concernés au cœur du Massif Armoricaïn (Parc Naturel Régional d'Armorique, Réserve Naturelle Nationale du Vénec, Réserve Naturelle Régionale du Cragou-Vergam, Tourbière de Langazel, Conseil Départemental du Finistère).

Le projet de thèse s'inscrit ainsi dans la thématique de l'adaptation des écosystèmes aux changements globaux au cœur des problématiques actuelles dans le Massif Armoricaïn. Cette adaptation devra se faire par le biais d'une gestion adaptée permettant la préservation du fonctionnement des milieux tourbeux, assurant la purification des eaux et ayant un rôle de puits de carbone. Elle trouve son originalité et sa force dans sa **pluridisciplinarité**, sa prise en compte des **pratiques agricoles** et son **ancrage territorial**.

L'objectif est de développer par la suite une méthode d'évaluation intégrative des milieux humides oligotrophes à partir de ces travaux.

MISE EN OEUVRE

1/ Cadre et partenariats

La thèse sera réalisée au sein du Laboratoire *Géoarchitecture. Territoires, Urbanisation, Biodiversité, Environnement* (Université de Bretagne Occidentale, Brest) qui se caractérise par une approche pluridisciplinaire des problématiques liées aux territoires et à leur composante. L'équipe présente des compétences notamment dans les domaines de la biologie, de l'écologie, de la pédologie et de la sociologie qui seront mobilisés dans le projet. Elle associera l'UMR 950 EVA (INRAE-UNICAEN) de l'Université de Caen Normandie qui complètera les compétences mobilisées dans le domaine de l'évaluation des services écosystémiques et les liens avec les activités agricoles.

Doctorant : **Corentin Irien**, diplômé du Master *BEE - Gestion et Conservation de la Biodiversité* (Université de Bretagne Occidentale)

Direction de thèse

- **Sébastien Gallet**, Maître de Conférences HC, HDR, (directeur de thèse). Laboratoire Géoarchitecture. Territoires, Urbanisation, Biodiversité, Environnement. Université de Bretagne Occidentale.

- **Servane Lemauviel-Lavenant**, Maître de Conférences, HDR, co-directrice de thèse, UMR INRAE-UNICAEN 950 EVA, Université de Caen Normandie.

Il se fera en lien avec les porteurs du Life "Landes d'Armorique" (Parc Naturel régional d'Armorique), dont il rejoint les enjeux et objectifs opérationnels. Le programme de recherche par sa mise en œuvre vient en effet compléter le Life par une approche d'évaluation scientifique et de mise en perspective avec les enjeux globaux.

Il associera notamment les gestionnaires des sites d'études afin d'assurer la pertinence des actions menées au regard de leur connaissance et des enjeux des sites. Le Pôle Relais Tourbière et le Forum des Marais Atlantique seront également associés au projet, notamment afin de faire le lien avec les programmes et réflexions menés à l'échelle nationale.

Ainsi les structures suivantes seront associées au projet, au sein d'un comité de pilotage où seront également associés les financeurs du projet.

- Parc Naturel Régional d'Armorique
- Bretagne Vivante SEPNE
- Conseil Départemental du Finistère
- CAMAB
- Région Bretagne
- Forum des Marais Atlantiques
- Association Langazel
- Association de mise en valeur des sites naturels de Glomel
- Lannion Trégor Communauté

2/ Milieux et sites d'étude

Le programme concerne un ensemble de milieux tourbeux ou paratourbeux à savoir : landes tourbeuses, bas marais neutro-alcalins, prairies tourbeuses, tourbières de pente. L'étude se fera à l'échelle des complexes d'écosystèmes et intégrera différentes échelles (communautés, écosystèmes, paysages) afin notamment d'intégrer les aspects fonctionnels. La mise en oeuvre du programme s'appuiera sur différents sites d'étude au sein du Massif Armoricaïn et particulièrement sur le réseau des Espaces Remarquables de Bretagne présentant des milieux tourbeux, notamment (en fonction des moyens et données disponibles):

- ⇒ RNR des Landes et tourbières du Cragou et du Vergam
- ⇒ RNN du Vénec
- ⇒ Tourbière de Langazel
- ⇒ RNR des Landes et marais de Glomel ?
- ⇒ RNR Landes, prairies et étangs de Plounérin ?
- ⇒ ENS du Menez-Hom, de Toulven à Quimper ou de Guernélohet à Botsorhel

Il intégrera des sites ayant fait l'objet d'opérations de restauration passées (par exemple Tourbière de Roc'h Plat), ou faisant l'objet actuellement d'opérations de restauration, particulièrement dans le cadre du Life "Landes d'Armorique".

En fonction des collaborations et de la capacité d'analyse, l'étude pourra être étendue au Cotentin et notamment au site de Baupte.

3/ Méthodologies

Le projet s'appuie sur la mise en oeuvre de méthodologies standardisées complémentaires, qui devront être précisées en fonction des données disponibles, des moyens mobilisés et de l'accessibilité des sites.

1. État de conservation et caractérisation des habitats

L'évaluation de l'état de conservation s'appuiera sur les indicateurs proposés dans le cadre de la méthodologie mise en place par le Collectif de gestionnaires de landes et tourbières de Bretagne. Cette méthodologie mobilise différents paramètres liés à la composition et à la structure des

communautés végétales. Afin d'affiner cette approche, elle sera complétée par la réalisation de relevés phytosociologiques et de cadrats au sein de l'ensemble des milieux considérés (en complément des données existantes).

Les relevés réalisés seront mis en relation avec les caractéristiques et affinités écologiques des espèces notamment concernant l'absorption de nutriments (Thormann & al., 1999), l'acidité du milieu (Gorham & Janssens, 1992), l'habitat (Payette & Rochefort, 2001), l'humidité édaphique (Indice d'Ellenberg) (Payette & Rochefort, 2001) et la surface foliaire photosynthétique (Wilson & al., 2007 ; Soini & al., 2010).

La connaissance des milieux sera complétée par la prise en compte du compartiment faunistique avec une attention particulière sur trois groupes taxonomiques ; les odonates et les orthoptères avec l'abondance des différentes familles (Bellmann, 1993), ainsi que les amphibiens avec l'abondance d'espèces (Stökl and Völker, 1994).

2. Évaluation des fonctions écosystémiques

Deux paramètres principaux seront pris en compte pour l'évaluation des services fonctionnels, le stockage de Carbone et le fonctionnement hydrologique.

○ Stockage/relargage de carbone

Le stockage de carbone sera évalué indirectement sur la base de sondages pédologiques et d'analyses des sols sur différents paramètres : Carbone organique, Carbone Labile et Carbone Organique Particulaire (Limpens & al., 2008)

○ Hydrologie

Le compartiment hydrologique fera l'objet du suivi du niveau de nappe phréatique par la mise en place de piézomètres, complété par des analyses des concentrations en Phosphate, Ammonium, Nitrate, Sulfate, Fer et Chlore, ainsi que de l'oxygène dissous et des mesures de conductivités et de pH.

3. Services culturels usages et perception

Des observations et enquêtes seront menées auprès des gestionnaires afin de caractériser finement les pratiques de fauche et surtout de gestion pastorale en s'appuyant sur les calendriers de pâturage et les chargements. En ce qui concerne les services écosystémiques culturels, leurs perceptions par les acteurs et usagers seront caractérisées grâce à des entretiens semi-directifs réalisés durant la thèse (Suckall, Fraser & Quinn, 2009).

Bibliographie

Baize D., Girard, MC., 2009. Référentiel pédologique (2008), Association française pour l'étude des sols (AFES), Quae éditions, Versailles, 406pp.

Barthelmes, A., Couwenberg, J., Risager, M., Tegetmeyer, C., & Joosten, H. (2015). Peatlands and climate in a Ramsar context. A Nordic-Baltic perspective. *TemaNord*. <https://doi.org/10.6027/TN2015-544>.

Bensettiti F., Gaudillat V. & Haury J. (coord.), 2002. « Cahiers d'habitats » Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 - Habitats humides. MATE/MAP/ MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p.

Bernard, (2016). Panorama des services écosystémiques des tourbières en France. Quels enjeux pour la préservation et la restauration de ces milieux naturels ? Pôle-relais Tourbières - Fédération des Conservatoires d'espaces naturels. 47p.

Chapman, S., Buttler, A., Francez, A.-J., Laggoun-Défarge, F., Vasander, H., Schloter, M., Combe, J., Grosvernier, P., Harms, H., Epron, D., Gilbert, D., Mitchell, E., (2003). Exploitation of northern peatlands and biodiversity maintenance: a conflict between economy and ecology. *Front. Ecol. Environ.* 1, 525–532.

Chimner, R. A., Cooper, D. J., Wurster, F. C., & Rochefort, L. (2016). An overview of peatland restoration in North America: where are we after 25 years? *Restoration Ecology*, 25(2), 283–292. <https://doi.org/10.1111/rec.12434>.

EC (1992). Council directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. Consolidated version of 13 May 2013. European Commission, Brussels. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:01992L0043-20130701&id=1483906296626&from=EN/>.

Francez, A. J. (1992). Structure, fonctionnement et évolution de l'écosystème tourbière: Production primaire et flux d'azote dans une tourbière de France centrale. In *Annales Botanici Fennici* (pp. 197-211). The Finnish Botanical Publishing Board.

Gorham, E. (1991). Northern peatlands: Role in the carbon cycle and probable responses to climatic warming. *Ecological Applications*, 1, 182–195. <https://doi.org/10.2307/1941811>.

Gorham, E. (1995). The biogeochemistry of northern peatlands and its possible responses to global warming. In: Woodwell, G.M. and Mackenzie, F.T. (eds.), *Biotic Feedbacks in the Global Climate System: Will the Warming Feed the Warming?* pp. 169–186. Oxford University Press, Oxford, UK.

Gorham, E., Janssens, J. A. (1992). Concepts of fen and bog re-examined in relation to bryophyte cover and the acidity of surface waters. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 61(1), 7-20.

Holden, J., Chapman, P.J., Labadz, J.C., (2004). Artificial drainage of peatlands: hydrological and hydrochemical process and wetland restoration. *Prog. Phys. Geogr.* 28, 95-123.

Joosten, H., Clarke, D., (2002). *Wise Use of Mires and Peatlands — Background and Principles Including a Framework for Decision-making*. International Mire Conservation Group, International Peat Society, Greifswald.

Joosten, H. (2009). The Global Peatland CO₂ Picture: peatland status and drainage related emissions in all countries of the world. *The Global Peatland CO₂ Picture: peatland status and drainage related emissions in all countries of the world*.

Lacourse, T., (2009). Environmental change controls postglacial forest dynamics through interspecific differences in life-history traits. *Ecology* 90, 2149–2160.

Laliberté, E., Shipley, B., (2011). FD: measuring functional diversity (FD) from multiple traits, and other tools for functional ecology.

Maltby E., Acreman MC., (2011). Ecosystem services of wetlands : pathfinder for a new paradigm, *Hydrological Sciences Journal*, 56 : 1341-1359

Manneville, O. (1999). *Le monde des tourbières et des marais : France, Suisse, Belgique et Luxembourg*. Delachaux & Niestle.

MEA (Millennium Ecosystem Assessment), (2005). *Ecosystems and human well-being : A framework for Assessment*, Island Press, Washington, 86p.

Oleszczuk, R., Regina, K., Szajdak, L., Hoëper, H., Maryganova, V., (2008). Impacts of agricultural utilization of peat soils on the greenhouse gas balance. In: Strack, M. (Ed.), *Peatlands and Climate Change*. International Peat Society, Jyveaskylae, pp. 70-97.

Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T., & Silviu, M. (2008). Assessment on peatlands, biodiversity and climate change. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International Wageningen, 179.

Rocheftort, L., Quinty, F., Campeau, S., Johnson, K., Malterer, T., (2003). North American approach to the restoration of Sphagnum dominated peatlands. *Wetlands Ecol. Manage.* 11, 3–20.

Roulet, N. T. (2000). Peatlands, carbon storage, greenhouse gases, and the Kyoto protocol: prospects and significance for Canada, *Wetlands*, 20, 605–615

Sandel, B., Corbin, J.D., Krupa, M., (2011). Using plant functional traits to guide restoration: a case study in California coastal grassland. *Ecosphere* 2, 1–16.

Smith, P., Bustamante, M., Ahammad, H., Clark, H., Dong, H., Elsidig, E. A., ... Tubiello, F. (2014). Agriculture, forestry and other land use (AFOLU). In O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel, & J. C. Minx (Eds.). *climate change 2014: Mitigation of climate change contribution of working group III to the Fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 811–922). United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, Cambridge.

Strack, M. (Ed.). (2008). *Peatlands and climate change*. IPS, International Peat Society

Vasander, H., Tuittila, E. S., Lode, E., Lundin, L., Ilomets, M., Sallantausta, T., ... Laine, J. (2003). Status and restoration of peatlands in northern Europe. *Wetlands Ecology and Management*, 11, 51–63. <https://doi.org/10.1023/A:1022061622602>.

Yu, Z. C. (2012). « Northern Peatland Carbon Stocks and Dynamics: A Review ». *Biogeosciences* 9 (10): 4071-85. <https://doi.org/10.5194/bg-9-4071-2012>.