Tourbières et marais, des zones humides remarquables

Auteur :
MANNEVILLE Olivier, Maître de conférence honoraire, Station Alpine Joseph Fourier, Université Grenoble Alpes

08-04-2020

Les tourbières sont des zones humides dont la végétation produit de la tourbe très riche en carbone organique. La quantité d'eau entrant dans le système ainsi que sa qualité chimique déterminent de nombreux types de tourbières : lac-tourbière et tourbière bombée acides à sphaignes, marais alcalins à roseaux et grands Carex... La biodiversité y est remarquable : habitats, flore et faune souvent en voie de régression en France ou aux adaptations très particulières, par exemple les plantes insectivores ou la résistance de divers animaux au froid. Il est souvent nécessaire d'en assurer une gestion conservatoire. En outre, les tourbières présentent d'autres fonctions importantes : régulation des crues et des étiages, stockage du carbone, productions diverses - roseaux, tourbe, gibier, élevage extensif -, vitrine pédagogique. La tourbe permet aussi un archivage environnemental concernant la végétation passée, l'évolution des climats et la chronologie de certaines activités humaines, pour les derniers 12 000 ans, après les glaciations.

1. Place des tourbières dans les zones humides

La définition des zones humides est complexe, car variant suivant les époques, les usagers ou les pays. Celle de la Convention de Ramsar (1971) est large : « *les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres* » [1]. Elle englobe donc les récifs coralliens et les herbiers à posidonies ! Ces zones forment donc l'interface entre les écosystèmes terrestres et les écosystèmes proprement aquatiques et sont fortement intriquées avec eux.

La définition du Code de l'environnement français est plus restrictive : « *ce sont des terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire ; la végétation, quand elle existe, y est*

dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année » [2]. Aux deux composantes citées (**eau** et **végétation caractéristique**), une troisième -tout aussi importante- a été ajoutée dans les circulaires d'application : la **nature des sols**, dont l'influence est fondamentale.

Figure 1. Les sansouïres de Camargue, une zone humide non tourbeuse. [source : © O. Manneville]

C'est d'ailleurs cette nature du sol qui permet de distinguer les **systèmes tourbeux** (tourbières et majorité des marais) des autres zones humides. Par définition, une tourbière est une zone humide colonisée par une végétation se développant sur un sol peu perméable et formé, au moins en partie, de tourbe sur une épaisseur de 30 à 40 cm au minimum [3]. Les marais salants (Guérande, Ile de Ré), les marais salés (Baie du Mont Saint-Michel, Camargue, Figure 1) et divers marais côtiers ou alluviaux, sans présence de tourbe, ne seront donc pas traités ici, même si leurs intérêts pour l'eau ou la biodiversité sont tout aussi forts.

Les zones humides, des écosystèmes importants à conserver. Il faut insister, dès cette introduction, sur le fait que toutes les zones humides jouent de nombreux rôles fondamentaux dans le bon fonctionnement global de la Planète ; ce thème sera abordé plus loin. Pour diverses raisons, les zones humides sont très malmenées par les activités humaines depuis environ deux siècles et c'est pourquoi, depuis un demi-siècle, de nombreux programmes d'études ou de conservation se sont mis en place, depuis le niveau régional jusqu'au niveau international [4].

2. Nature de la tourbe et fonctionnement des tourbières

2.1. La tourbe est un matériau organique carboné

La tourbe est constituée au minimum de 20 à 30 %, parfois beaucoup plus, de **matière organique mal dégradée**. Cette dernière provient de l'accumulation, sur des siècles ou des millénaires, de résidus végétaux (bryophytes et plantes supérieures) dans un environnement toujours gorgé d'eau [3].

Cette permanence de l'eau, stagnante ou peu mobile et donc très appauvrie en oxygène, inhibe l'activité de la microflore et freine fortement la décomposition et le recyclage des débris végétaux à l'origine de la tourbe. La tourbe, très riche en composés carbonés, est à la fois un humus, un sol (nommé **histosol**) et une roche sédimentaire imparfaite assez proche du charbon. Elle peut être extraite, soit pour constituer un combustible peu performant, soit pour fertiliser diverses cultures au cours de sa lente dégradation en milieu plus sec et plus oxygéné [3].

Figure 2. Illustration de deux types de tourbe. A gauche, tourbe blonde à sphaignes dans un carottier. A droite, tourbe noire dérivant de roseaux et autres, en milieu moins acide. [Source : © A. Laplace-Dolonde]

Une tourbe ou des tourbes ? Il existe de nombreuses variétés de tourbe, en fonction des végétaux accumulés et des conditions physico-chimiques d'accumulation (Figure 2). Par exemple, la tourbe blonde provient de sphaignes accumulées en milieu acide

(parfois pH < 4) et plutôt froid. Mais toutes les tourbes ne sont pas acides, ni issues de sphaignes, contrairement aux idées reçues, et le pH peut dépasser 7 dans les tourbières à roseaux de plaine ou bordant les mers.

La tourbe se forme de bas en haut, les niveaux les plus anciens étant au fond de la tourbière. Le **taux d'accumulation** est très variable suivant les régions et les périodes, mais se situe à une moyenne globale de 1 mm par an, donc 1 m par millénaire. Sauf de rares exceptions, les tourbières actuelles les plus anciennes d'Europe, âgées d'environ 11 à 12 000 ans, correspondent effectivement à plus de 10 m de tourbe.

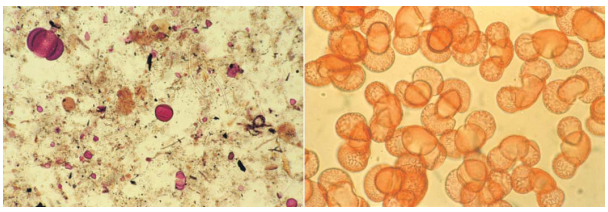

Figure 3. Débris végétaux extraits de la tourbe (à gauche) et pollen de pin (à droite). [Source : © V. Vergne]

Par ailleurs, la tourbe -et donc les tourbières- jouent un rôle d'**archivage environnemental** de la fin du Quaternaire. En effet, chaque niveau de tourbe conserve très longtemps,surtout grâce à l'anoxie,des composés chimiques (par exemple du plomb), des débris végétaux (grains de pollen, brins de sphaignes, bouts de troncs de ligneux ; Figure 3) ou des restes animaux (insectes, gastéropodes) et de protistes. De plus, le carbone de la tourbe permet une datation assez précise par la méthode du C^{14}. Ainsi, en combinant, de bas en haut d'une carotte de tourbe, la chronologie avec la nature et l'abondance de ces divers marqueurs, il est possible de reconstituer, depuis la fin des glaciations, l'évolution du climat régional, la végétation dominante entourant les sites prospectés (toundra boréale, taïga à pin et bouleau ou hêtraie) ainsi que l'apparition de diverses activités humaines (défrichage et mise en culture dans l'Antiquité ; utilisation du plomb à l'époque romaine…) [3].

On a aussi trouvé, très bien conservés dans la tourbe depuis des millénaires, des cadavres humains sacrifiés, tel l'Homme de Tollünd, au Danemark [10].

2.2. Répartition et origine des tourbières

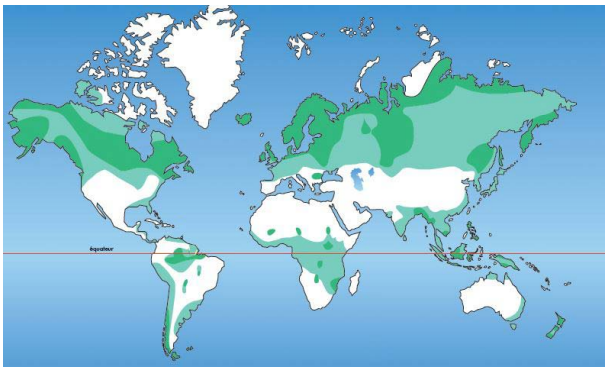

Figure 4. Répartition mondiale des tourbières. Secteurs riches en tourbières en vert foncé, moyennement à faiblement riches en vert clair ou très pauvres en blanc. [Source : Manneville, Vergne & Villepoux (2006), voir réf. 3]

L'observation de la répartition mondiale des tourbières (Figure 4) montre deux grands types de zones biogéographiques liées à des climats particuliers et surtout au bilan de l'eau [3]. Tout d'abord, certaines zones **équatoriales et tropicales humides** (Amazonie, Indonésie et Malaisie…), où règnent de fortes températures, mais aussi de fortes précipitations (plusieurs mètres par an), présentent des tourbières boisées de grande superficie.

L'autre type couvre les **latitudes moyennes ou assez hautes** des deux hémisphères, sous climat tempéré ou boréal pas trop continentaux, avec une plus forte densité au Canada, dans les Iles britanniques, la Fennoscandinavie, les pays baltes et la Russie, ou encore la Patagonie, le Chili et les Iles Kerguelen. Aux latitudes un peu plus basses et plus chaudes, les tourbières ont tendance à se réfugier dans les massifs montagneux ou les zones océaniques ; c'est le cas en France. Ces diverses régions ont des températures assez modérées et très variables au cours des saisons et reçoivent entre moins d'un mètre et environ deux mètres de précipitations annuelles. Il n'y a pas de tourbières dans les **climats extrêmes**, soit désertiques qui sont trop secs, soit aux très

hautes latitudes et altitudes qui sont trop froids.

Le point commun entre ces tourbières très variées est qu'il faut **assez d'eau** qui reste dans le système tourbeux ; sous un climat chaud, il faut beaucoup de pluies, tandis que de plus faibles précipitations suffisent sous un climat plus frais, car l'évapotranspiration y est moindre. D'autres facteurs favorables sont la **topographie** et la **nature du sous-sol minéral** ; il faut que l'eau entrante soit stockée longtemps, sans s'écouler trop vite vers l'aval ou dans un substrat poreux. Il existe bien, localement, des tourbières sur des crêtes ou des pentes, ou dans des zones filtrantes, mais alors la nébulosité ou l'apport de sources sont presque constants.

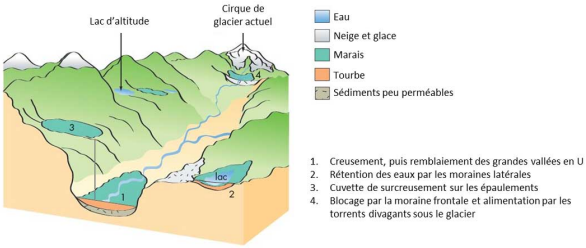

Figure 5. Influence des glaciers sur la géomorphologie et l'origine des tourbières. [Source : Manneville, Vergne & Villepoux (2006), voir réf. 3]

Comme il a été dit plus haut, la plupart des tourbières de France et d'Europe ont pris naissance **après le retrait des glaciers quaternaires**, donc surtout à l'Holocène. En effet, durant les glaciations, il faisait trop froid et trop sec pour que les végétaux se développent correctement. De plus, dans les zones englacées, l'activité des glaciers (érosion ou dépôts morainiques) ont raclé les tourbières plus anciennes tout en créant un nouveau relief favorable à l'apparition des tourbières actuelles (en particulier, création de nombreux lacs ou dépressions et dépôts de moraines) (Figure 5). Pourtant, il faut préciser que, contrairement à ce qui est parfois dit, de nombreuses tourbières n'ont pas pour origine un lac ou un étang !

La tourbe conditionne la tourbière et la tourbière produit la tourbe ! Une particularité remarquable des tourbières est que les végétaux qui y vivent construisent eux-mêmes la tourbière par accumulation progressive de leurs débris sur lesquels ils vivent ; une fois le processus enclenché, certains végétaux donnent naissance à la tourbe et la présence de tourbe permet la présence de certains végétaux. Ce sont donc des écosystèmes autoconstruits, qui peuvent subir plusieurs phases évolutives successives.

2.3. Diversité et évolution des tourbières

Dans la réalité, la diversité des tourbières et des marais tourbeux est très importante, surtout en France et dans les pays voisins [3]. Il est impossible de présenter tous ces types de tourbières ici ; seuls deux exemples bien différents et représentatifs seront explicités.

Figure 6. A gauche, le lac Luitel avec son radeau flottant et les pins nanifiés –phase initiale - et, à droite, la tourbière bombée du col Luitel, à linaigrette à fourreau, Eriophorum vaginatum, et pin à crochets, phase plus évoluée. [Source : © O. Manneville]

On trouve, à l'étage montagnard de nos massifs, des systèmes tourbeux bien caractérisés. C'est le cas de la *Réserve naturelle nationale du Lac Luitel* (Séchilienne, Isère, massif cristallin de Belledonne, 1250 m) [5], qui présente l'archétype des **tourbières acides à sphaignes** issus de lacs post-glaciaires (Figure 6). Toutes les étapes d'évolution, sur des millénaires, y sont visibles, depuis un lac bordé d'un tremblant à sphaignes et autres végétaux spécialisés, jusqu'à une tourbière bombée à sphaignes et boisée de pins à crochets (Figures 6 & 7). Même s'il y a des apports d'eau par les ruisseaux situés en amont de la tourbière, c'est essentiellement l'eau de pluie, plutôt acide et pauvre en minéraux, qui conditionne la végétation et la production de tourbe ; on parle d'alimentation **ombrotrophe**. Les sphaignes, à croissance continue vers le haut, produisent de la tourbe par leurs parties mortes, ce qui fait remonter la surface de la tourbière et produit le bombement boisé. A ce point-là, la nappe échappe totalement

aux eaux de ruissellement et fonctionne en vase clos. Des systèmes semblables existent dans les Vosges et les Pyrénées.

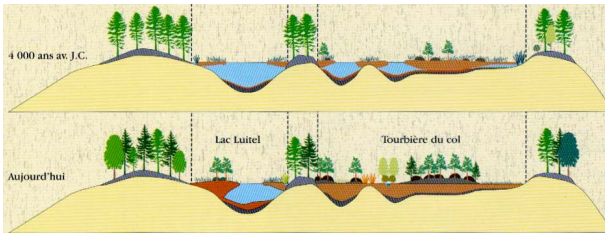

Figure 7. Deux étapes de l'évolution des tourbières du Luitel. [Source : Desplanque & Cave (2011), voir réf. 5]

De nombreuses **tourbières du Jura** suivent une évolution similaire, mais en partant de tourbières (ou bas-marais) alimentées à l'origine par des eaux calcaires de surface [6]. Le climat régional, plus froid et humide, permet l'acidification progressive de la tourbière, suivie d'un bombement encore plus important que dans les Alpes. Dans tous les cas, ces tourbières, soumises à des conditions contraignantes (froid, substrat pauvre), ont une flore et une faune proches des régions européennes plus nordiques et présentent une assez faible productivité.

Figure 8. A gauche, le marais de Lavours (Ain) au pied du Grand-Colombier. A droite, l'euphorbe des marais, Euphorbia palustris, grande plante des marais de plaine. [Source : © O. Manneville]

Le second exemple concerne de grandes zones humides de plaines ou de vallées alluviales. On les dénomme **marais plats alcalins**, mais ils produisent bien également de la tourbe, de nature et d'origine différentes de celle du Luitel. On peut citer la Brière (Loire Atlantique), le Marais Vernier (Eure), le Marais de Saint-Gond (Marne) et le Marais de Lavours (Ain) (Figure 8). Ce dernier [7], de plusieurs centaines d'hectares à l'origine et situé à 230 m d'altitude, est alimenté à la fois par les inondations périodiques du Rhône et de ses affluents et par des sources provenant des massifs calcaires proches. Il s'agit d'un système **minérotrophe**, dans lequel le rôle direct des pluies est minime ; l'eau de la nappe est calcaire, de pH 6 à 8, et enrichie en minéraux. On y trouve d'ailleurs des niveaux limono-vaseux intercalés dans la tourbe, suite à des apports de sédiments fluviatiles. Il n'y a pas de sphaignes, mais de nombreux végétaux vasculaires (roseaux, grands carex, aulnes et saules…) à forte productivité, grâce au microclimat chaud et à un niveau trophique plus élevé (présence plus forte des ions NO_3^-). Ceci a permis l'accumulation de plus de 10 m de tourbe, noire ou brune, en 7000 ans. Mais il n'y aucun bombement, car la dégradation estivale de la litière située au-dessus de la nappe phréatique est très rapide. La végétation n'y ressemble plus du tout à celle des régions boréales, d'autant que nombre d'espèces des écosystèmes environnant le marais peuvent le coloniser (Figure 8).

Il existe, de plus, divers systèmes tourbeux particuliers sur les reliefs des Massifs armoricain et central, des Vosges ou de Corse, sans aucun plan d'eau initial, ou le long des pentes en lien avec des suintements et des sources ou,encore,dans les dépressions arrière-littorales des côtes sablo-vaseuses, de Dunkerque à Bayonne [3].

3. Les tourbières et les marais accueillent une biodiversité remarquable

3.1. Chaque habitat tourbeux particulier héberge une flore et une faune spéciales

Figure 9. A gauche, un habitat tourbeux d'intérêt communautaire (bas-marais alcalin à choin et orchidées des dépressions dunaires) du Finistère ; à droite, une orchidée protégée, Liparis loeselii, en régression dans toute l'Europe vivant dans ce milieu. [source : © C. Manneville]

A la diversité des tourbières entre elles, esquissée ci-dessus, s'ajoute la diversité des conditions régnant à l'intérieur d'une seule tourbière, suivant divers gradients dont le plus important dépend de l'eau. Il y a donc une **biodiversité emboîtée** à plusieurs échelles ; cela explique donc l'intérêt suscité par les tourbières pour les scientifiques et les naturalistes, la complexité pour comprendre leur fonctionnement et les difficultés pour la gestion conservatoire des nombreuses espèces qui y vivent ou y transitent (Figure 9). De plus, les tourbières évoluent au cours du temps ; il est donc inéluctable que leurs **habitats** (= microbiotopes et biocénoses associées) et leurs espèces apparaissent ou disparaissent cycliquement.

L'Union Européenne protège ses tourbières ainsi que leurs hôtes. De nombreuses espèces végétales et animales ainsi que divers habitats des zones humides, et des tourbières en particulier, sont devenus rares ou menacées en Europe (Figure 9). La Directive Habitats-Faune-Flore (1992) de l'Union Européenne liste ces espèces et habitats menacés ; il y a alors obligation, pour tous les États, de mettre en œuvre des mesures de protection ou de conservation. Le Muséum national d'histoire naturelle a publié des documents sur les espèces et les habitats de la Directive présents en France [8].

Plutôt que des listes d'espèces ou des statistiques illusoires, on présentera ci-dessous quelques groupes d'espèces de tourbières et marais intéressantes par leur biologie.

3.2. Exemple d'adaptations des végétaux aux problèmes de nutrition

Si, dans les tourbières, rien ne s'oppose à une photosynthèse normale pour les végétaux, la permanence et les caractéristiques de l'eau ralentissent la nutrition minérale (cations et ions nitrate) ; voici trois exemples d'adaptation à ces contraintes [3].

Figure 10. Feuilles de grassette, Pinguicula sp., ayant piégé des mouches. [Source : © C. Manneville]

Le manque de nitrates, causé par l'anoxie du substrat, a été résolu, par évolution, de façon très originale par les **plantes carnivores** qui vivent toutes, chez nous, en tourbières ou en eau stagnante. Les utriculaires, rossolis et grassettes (Figure 10) ont développé divers types de pièges qui capturent divers Arthropodes, les digèrent par des enzymes, puis absorbent directement les acides aminés qui serviront à reconstruire leurs propres protéines.

Les plantes ligneuses ont développé une autre stratégie pour leur nutrition azotée, la **symbiose** avec d'autres organismes. Ainsi, les Ericacées (Figure 11) forment avec divers champignons des mycorhizes souterraines capables d'absorber les ions NH_3^+ qui sont toxiques pour la plupart des autres plantes tandis que l'aulne glutineux et l'arbuste atlantique *Myrica gale* hébergent, dans leurs nodosités racinaires, des bactéries capables de fixer directement l'azote moléculaire dissous dans l'eau (lire Symbiose &

parasitisme).

Figure 11. Tapis de sphaignes hébergeant une éricacée en fleurs, la canneberge ou Vaccinium oxycoccos, et la rossolis, Drosera rotundifolia. [Source : © O. Manneville]

Les **sphaignes** (Figure 11) vivent le plus souvent dans un milieu bien acide (pH de 5 et moins) et très pauvre en cations. Ces mousses, stockant l'eau dans certaines cellules mortes et vides, ont la particularité d'utiliser des pompes à protons pour échanger un cation minéral de l'eau externe contre un ion H^+ qui sort. Cela leur permet donc de se nourrir ; mais le pH extérieur diminue alors au cours du temps et ceci est défavorable aux autres végétaux de la tourbière qui n'exercent ainsi qu'une faible compétition sur les sphaignes ! Il existe environ 40 espèces de sphaignes en France et chacune vit dans une gamme particulière d'humidité et de pH ; on comprend bien qu'elles puissent se remplacer progressivement, au fur et à mesure que les micro-conditions évoluent. Cela contribue à l'évolution d'un radeau flottant vers un bombement de tourbe, en plus de l'accumulation des végétaux morts.

3.3. Quelques animaux des tourbières [3]

Figure 12. Lézard vivipare, Zootoca vivipara, sur un tapis de sphaignes. [Source : © Th. Delahaye]

Les reptiles, animaux à sang froid, sont défavorisés, surtout pour leur reproduction, dans les écosystèmes froids ou humides que sont les tourbières, surtout en montagne ou au nord de la France. Mais la **vipère péliade** et le **lézard vivipare** ont résolu le problème : au lieu de pondre des œufs qui auront du mal à se développer dans la tourbe, ils donnent naissance presque instantanément à des jeunes qui quittent leur enveloppe pour s'activer. De plus, la péliade est souvent de couleur très foncée dans les tourbières pour se réchauffer au soleil et le sang du lézard vivipare (Figure 12) peut contenir des substances antigel lui permettant de rester actif pendant les gelées matinales, très fréquentes dans presque toutes les tourbières, même en été.

Figure 13. A gauche, Leucorrhiniadubia, libellule de tourbières acides de montagne. A droite, un azuré des marais, Maculineanausithous, en train de pondre sur Sanguisorbaofficinalis. [Sources : gauche, © Christian Fischer [CC BY-SA 3.0], via Wikimedia Commons. Droite, © ElliOrtner [CC BY-SA 4.0], via Wikimedia Commons.]

Diverses **libellules** ne vivent que dans les tourbières froides où leurs larves doivent grandir et se nourrir dans un milieu ingrat et pauvre. Si besoin, ces larves attendent trois ans dans l'eau avant de se métamorphoser en adultes qui coloniseront de nouveaux sites (Figure 13).

Certains marais alcalins de plaine hébergent encore des papillons du genre *Maculinea* (azurés en français). Les trois espèces typiques des marais, devenues rares en Europe et donc inscrites dans la Directive Habitats-Faune-Flore, sont présentes au Marais de Lavours [7] ; la chenille de l'un se nourrit, au début de sa vie, des fleurs de gentiane pneumonanthe et celles des deux autres des capitules de la sanguisorbe officinale (Figure 13). Au milieu de l'été, les chenilles, de quelques mm de long, tombent au sol où elles peuvent être récupérées par des fourmis de diverses espèces de *Myrmica*. Grâce à des productions chimiques attrayantes pour les fourmis, les chenilles sont introduites dans les fourmilières sans être inquiétées ; elles y passent plusieurs mois en se nourrissant d'œufs et de larves de fourmis avant de se métamorphoser en juillet pour boucler leur cycle. Ce système à plusieurs partenaires est très fragile, car si la plante-hôte ou la fourmi-hôte disparaît, le papillon disparaîtra aussi.

4. Importance et rôles de ces écosystèmes – Nécessité de les conserver face aux nombreuses causes de dégradation actuelle

Figure 14. Inondations hivernales des marais du Cotentin et du Bessin (Manche). [Source : © A. Laplace-Dolonde]

Depuis plus de 50 ans, on a mis en évidence l'importance écologique (et donc économique) des zones humides [3]. Cela concerne d'abord l'**eau** ; les tourbières de tête de bassin et les marais de plaines alluviales, en stockant l'eau dans la tourbe, puis en la relarguant lentement, ralentissent les crues et étalent les étiages (Figure 14). De plus, l'eau est filtrée et épurée grâce à son passage dans les tourbières et dans les végétaux qui les couvrent.

L'intérêt pour la **biodiversité** est fondamental (voir plus haut), ainsi que pour certaines **productions** (récolte de roseaux, chasse, pêche en eaux douces, élevage extensif). Rappelons aussi la production de **tourbe** et **l'archivage environnemental** et ajoutons-y les aspects historiques, culturels traditionnels, récréatifs et pédagogiques [3],[7].

Figure 15. Incendie dans une tourbière de la baie du Mont-Saint-Michel. [Source : © A. Laplace-Dolonde]

Les tourbières de la Terre stockent le carbone et ralentissent l'effet de serre. L'ensemble de la tourbe accumulée sur la Terre, depuis des millénaires, contientenviron 500 gigatonnes de carbone (5 x 10^{11} tonnes), soit l'équivalent de soixante-dix ans d'émissions anthropiques de gaz à effet de serre [9] ! Les tourbières couvrent 3 % de la surface terrestre, mais stockent 2 fois plus de carbone que toutes les forêts réunies. Cependant, le drainage ou le réchauffement du climat provoquent une décomposition et une fonte de la tourbe, suivies du relargage de CO_2 et de CH_4 dans l'atmosphère. Il faut aussi signaler les effets dramatiques des incendies de tourbières (Figure 15), tant en Sibérie qu'en Malaisie et Indonésie. (Lire Un cycle du carbone perturbé par les activités humaines).

On estime que, depuis environ 200 ans, entre **50 et 75 %** des tourbières (et des autres zones humides) ont été **détruites ou fortement dégradées** en France et dans les pays limitrophes. Pour les tourbières, il y a de nombreuses causes :

- drainage pour la culture du maïs ou la plantation de peupliers ou de résineux ;
- extraction industrielle de tourbe qui détruit totalement l'écosystème ;
- ennoiement pour créer des étangs ou des barrages hydroélectriques ;
- remblaiement par des décharges, par l'extension des zones urbanisées ou des infrastructures de transport et d'énergie ;
- pollutions diverses, dont une eutrophisation latente qui accélère la décomposition de la tourbe.

Une prise de conscience, tardive et parfois contrariée par une forte inertie dans les décisions, est apparue pour conserver ce qui reste et restaurer le plus possible de tourbières et marais [4]. En ce qui concerne la biodiversité et les habitats naturels, le *Pôle-relais national Tourbières* de Besançon est chargé de collecter et de diffuser les connaissances et les savoir-faire aux divers gestionnaires que sont les parcs, les réserves naturelles, les conservatoires et les diverses collectivités territoriales.

Références et notes

Image de couverture : Le Lac Luitel (Isère) en automne, avec son radeau flottant à sphaignes rouges. [Source : © A. Lemercier]

[1] www.ramsar.org/fr/

[2] www.legifrance.gouv.fr/(Art. L.211-1)

[3] Manneville O., Vergne V., Villepoux O. et le Groupe d'Etudes des Tourbières (2006) 2e édition révisée. *Le monde des tourbières et des marais.* Delachaux & Niestle, 320 pages.

[4] Barnaud G. & Fustec E. (2007) *Conserver les zones humides : Pourquoi ? Comment ?* QUAE-EDUCAGRI, 296 p.

[5] Desplanque C. & Cave B. (2011) *Réserve naturelle du Lac Luitel - livret-guide*. ONF-Isère, 14 p. ; http://www.reserves-naturelles.org/lac-luitel

[6] Blanchard O. (2011) *Tourbières - A l'épreuve du temps.* Collection Montagnes du Jura, Néo éditions, CPIE du Haut-Doubs, 80

p.

[7] Collectif (1999) *Entre Terre et Eau : Le Marais de Lavours*. EID, Chindrieux,175 p. ; http://www.reserve-lavours.com/

[8] Cahiers d'habitats Natura 2000, 2002-2004 : Tome 3- *Habitats humides* ; Tome 1/1- *Habitats forestiers* (certains sont tourbeux); Tome 6 - *Espèces végétales* ; Tome 7- *Espèces animales*. MNHN, La Documentation Française. Téléchargeables sur http://inpn.mnhn.fr/telechargement/documentation/natura2000/cahiers-habitats

[9] https://fr.wikipedia.org/w/index.php?title=Tourbi%C3%A8re&oldid=107949785

[10] Anonyme (1997) *Le peuple des tourbières (momies de l'Âge du fer).* Sciences et Avenir, Septembre, p. 90-96 ; http://www.tollundman.dk/

L'Encyclopédie de l'environnement est publiée par l'Université Grenoble Alpes - www.univ-grenoble-alpes.fr

Pour citer cet article: **Auteur :** MANNEVILLE Olivier (2020), Tourbières et marais, des zones humides remarquables, Encyclopédie de l'Environnement, [en ligne ISSN 2555-0950] url : http://www.encyclopedie-environnement.org/?p=2587

Les articles de l'Encyclopédie de l'environnement sont mis à disposition selon les termes de la licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.