

DECOUVRIR LES TOURBIERES

Par Daisy CORDEIL – Octobre / Novembre 2015



Lac et tourbière du Machais, Vosges - Photo JC Ragué



La Droséra à feuilles rondes (Drosera rotundifolia)

SOMMAIRE

- I. INTRODUCTION**
- II. DEFINITION D'UNE TOURBIERE**
- III. CONDITIONS DE FORMATION**
- IV. CARACTERISTIQUES DE LA VIE DANS LES TOURBIERES**
- V. LES DIFFERENTS TYPES DE TOURBIERES**
- VI. EVOLUTION D'UNE TOURBIERE**
- VII. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES TOURBIERES**
- VIII. LES PLANTES ET LES ANIMAUX DES TOURBIERES**
- IX. INTERETS DES TOUBIERES**
- X. MENACES SUR LES TOURBIERES**
- XI. EXEMPLE : LES TOURBIERES DU LUITEL**

GLOSSAIRE

REFERENCES

I. INTRODUCTION

Les tourbières sont des écosystèmes spécifiques très méconnus par le passé. Comme la plupart des zones humides, elles ont été considérées pendant longtemps comme des lieux inquiétants, malfaisants et dangereux, à la faveur de nombreuses légendes qui se sont développées dans l'imaginaire populaire. Plus rationnellement, elles n'étaient tout simplement que des zones improductives. Il fallait à tout prix les assécher, les assainir, au nom de la salubrité publique.

Ce n'est que depuis une trentaine d'années seulement, que l'on a pu mieux cerner et comprendre le rôle majeur qu'assurent ces milieux et admettre l'intérêt, voire la nécessité, de leur conservation. Situées à l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques, les tourbières sont de formidables réservoirs de vie mais également de véritables infrastructures naturelles qui jouent un rôle essentiel dans le cycle de l'eau. On sait, aujourd'hui, qu'elles assurent une multitude de fonctions, communes aux zones humides en général, mais aussi avec de nombreuses spécificités.

Les tourbières sont un type d'écosystème complexe aux intérêts hydrologiques, biologiques et patrimoniaux majeurs. Elles se caractérisent notamment par la grande diversité de leurs habitats naturels et la richesse des informations paléo-environnementales qu'elles renferment. Par ailleurs, leur implication dans le cycle mondial du carbone et l'incidence de leur expansion ou, au contraire, de leur disparition, sur les climats mondiaux devrait augmenter sensiblement l'intérêt des scientifiques, des gestionnaires et de l'opinion publique pour ces milieux humides.

II. DEFINITION D'UNE TOURBIERE

Les tourbières sont des habitats humides caractérisés par l'accumulation d'une couche de **résidus végétaux mal décomposés**, la tourbe. Celle-ci se forme, sur de longues périodes (siècles ou millénaires), sur des substrats dont la **saturation en eau** provoque un manque d'oxygène (une asphyxie) défavorable à l'activité des bactéries et des champignons à l'origine de la décomposition habituelle (minéralisation) de la matière organique issue de la croissance des plantes (mousses et plantes supérieures). Si la végétation produit plus de matière organique que les bactéries et les champignons ne peuvent en décomposer, on assiste à la formation de ce sol organique qu'est la **tourbe**.

Véritable roche végétale fossile, la tourbe est donc un sol organique issu de la dégradation incomplète de débris végétaux dans un milieu saturé en eau. Elle contient au moins **20 % de carbone** (30 % dans le cas de tourbes riches en argiles) et peut s'accumuler sur plusieurs mètres d'épaisseur, **au rythme moyen de 0,2 à 1 mm par an**. La plupart des tourbières s'étant formées après le retrait de la dernière glaciation du Würm, il y a environ 12 000 ans, les dépôts de tourbe généralement observés ont une **épaisseur comprise entre 50 cm et 5 à 10 m**.

Les végétaux édificateurs de la tourbe, essentiellement des **bryophytes** (les sphaignes notamment) et diverses plantes herbacées, sont qualifiés de tourbogènes ou turfigènes. Une tourbière est active tant que se poursuivent les processus d'élaboration et d'accumulation de la tourbe à partir de ces végétaux (processus de t(o)urbification ou turfigenèse). Si ces processus cessent, la tourbière devient inactive... mais elle est parfois susceptible de se régénérer.

Selon la nature des végétaux dont elles sont issues, les tourbes présentent des caractéristiques bien marquées. Ainsi, par exemple, les **tourbes blondes** issues de la transformation des sphaignes, sont généralement des matériaux à faible densité, poreux, acides et riches en fibres (leur structure est qualifiée de fibrique). A l'inverse, les **tourbes brunes ou noires** issues de la décomposition plus avancée de grands **hélrophytes** sont des matériaux compacts, humidifiés, contenant moins de fibres et dont la structure est qualifiée de saprique. Il existe, bien évidemment, des tourbes aux caractéristiques intermédiaires.

III. CONDITIONS DE FORMATION

La formation d'une tourbière ne peut se réaliser que si les conditions suivantes sont réunies :

a) Bilan hydrique positif

Une tourbière ne se forme qu'en cas de **bilan hydrique excédentaire**, c'est-à-dire si les apports en eau (pluie, neige, brouillard, ruissellement, nappe...) sont égaux ou supérieurs aux pertes par l'évapotranspiration de la végétation, les écoulements ainsi que par drainage naturel. La durée d'inondation des milieux tourbeux est prolongée, voire permanente, car en cas de période d'assèchement, l'oxygénation réactive les processus biologiques de décomposition de la matière organique. C'est pourquoi, les tourbières se forment de préférence sous des climats caractérisés par une assez forte humidité.

b) Température froide

La température agit sur les taux d'évapotranspiration, en même temps qu'elle est un facteur d'activation des micro-organismes responsables de la minéralisation de la matière organique, et les régions à température modérée se prêtent plus facilement à l'installation de tourbières (toutefois, en climat équatorial, des tourbières se développent malgré les températures élevées, en raison de précipitations particulièrement intenses). D'une moyenne annuelle de 2 à 12°, elle est toujours basse, même en été.

c) Topographie

Certaines conditions locales pourront également favoriser l'existence de tourbières.

Ainsi, dans un contexte climatique donné, la **nature du substrat géologique** (présence de roches imperméables retenant l'eau en surface) et le **relief** (existence notamment de dépressions au fond desquelles les eaux de ruissellement s'accumulent et stagnent) sont les facteurs locaux déterminants pour l'installation de tourbières.

Le climat aura donc un rôle fondamental. Ceux qui sont très secs (apports hydriques insuffisants) ou très froids (production de matière organique trop faible) excluront l'existence de tourbières.

Les climats les plus favorables seront ceux qui allient **des précipitations importantes à des températures relativement basses**, mais des tourbières pourront se développer sous des climats chauds à condition que les pertes par évapotranspiration soient compensées par d'abondantes précipitations (c'est le cas des tourbières tropicales ou équatoriales).

IV. CARACTERISTIQUES DE LA VIE DANS LES TOURBIERES

Les tourbières sont des milieux où les contraintes de vie sont très fortes dominées par le froid, l'acidité, l'humidité permanente et la pauvreté du sol des tourbières.

Le milieu naturel est gorgé en eau en permanence

Le sol de la tourbière (la tourbe) est gorgé d'eau toute l'année. Ce qui s'évapore est immédiatement remplacé par la pluie abondante ou la neige. De plus, cette eau d'imbibition (imbibée dans le sol) est froide, acide et très fortement retenue par la tourbe.

Le froid

Le froid est dû à la position géographique des tourbières (au nord ou en altitude) mais aussi au microclimat qu'entretient la tourbière tout au long de l'année. Même sous le soleil d'été, le sol de la tourbière reste frais.

L'acidité

La tourbière ombrogène est un milieu acide ; or, une trop forte acidité est hostile au développement de la vie. L'acidité provient de l'eau de pluie et des sphagnum.

La pauvreté du sol en éléments nutritifs

Les sels minéraux, éléments nutritifs essentiels à la plante, sont normalement présents dans le sol et absorbés en dilution dans l'eau par les racines. Mais dans une tourbière, il n'y a pratiquement pas de sels minéraux.

V. LES DIFFERENTS TYPES DE TOURBIERES

Les tourbières présentent une grande diversité que l'on classifie en différentes catégories afin d'identifier les points communs et les différences d'une catégorie à l'autre. Le but est de comprendre leurs origines, leurs fonctionnements et leurs évolutions propres à chacune.

Ainsi, les différentes classifications se font en fonction de :

- **L'acidité du milieu** qui permet d'opposer les tourbières acides aux tourbières basiques (ou alcalines), l'échelle de valeurs du PH* rencontrées dans les tourbières s'étend de PH3 à PH8.

*PH : Potentiel Hydrogène : échelle mesurant le degré d'acidité d'un milieu et allant de 1 (très acide) à 14 (très alcalin/basique).

- Les **influences climatiques et biogéographiques** qui permettent de distinguer selon leur répartition, des tourbières boréales, atlantiques, continentales, méditerranéennes, tropicales ou équatoriales...
- **L'origine de l'alimentation en eau** permet d'établir la distinction suivante :
 - Si l'eau des tourbières est d'origine atmosphérique c'est-à-dire provenant de précipitations (pluie, neige, brouillard), on parle alors de **tourbière ombrogène**, appelée également **tourbière haute**.
 - Si l'eau provient d'écoulement, de ruissellement permanent sur une pente, la tourbière est dite **soligène** ou **tourbière basse**.
 - Si l'eau est piégée dans des dépressions, des cuvettes, la tourbière est dite **topogène** ou **tourbière flottante**.
 - Si la tourbière trouve son origine sur un plan d'eau, on parle de **tourbière limnogène**.

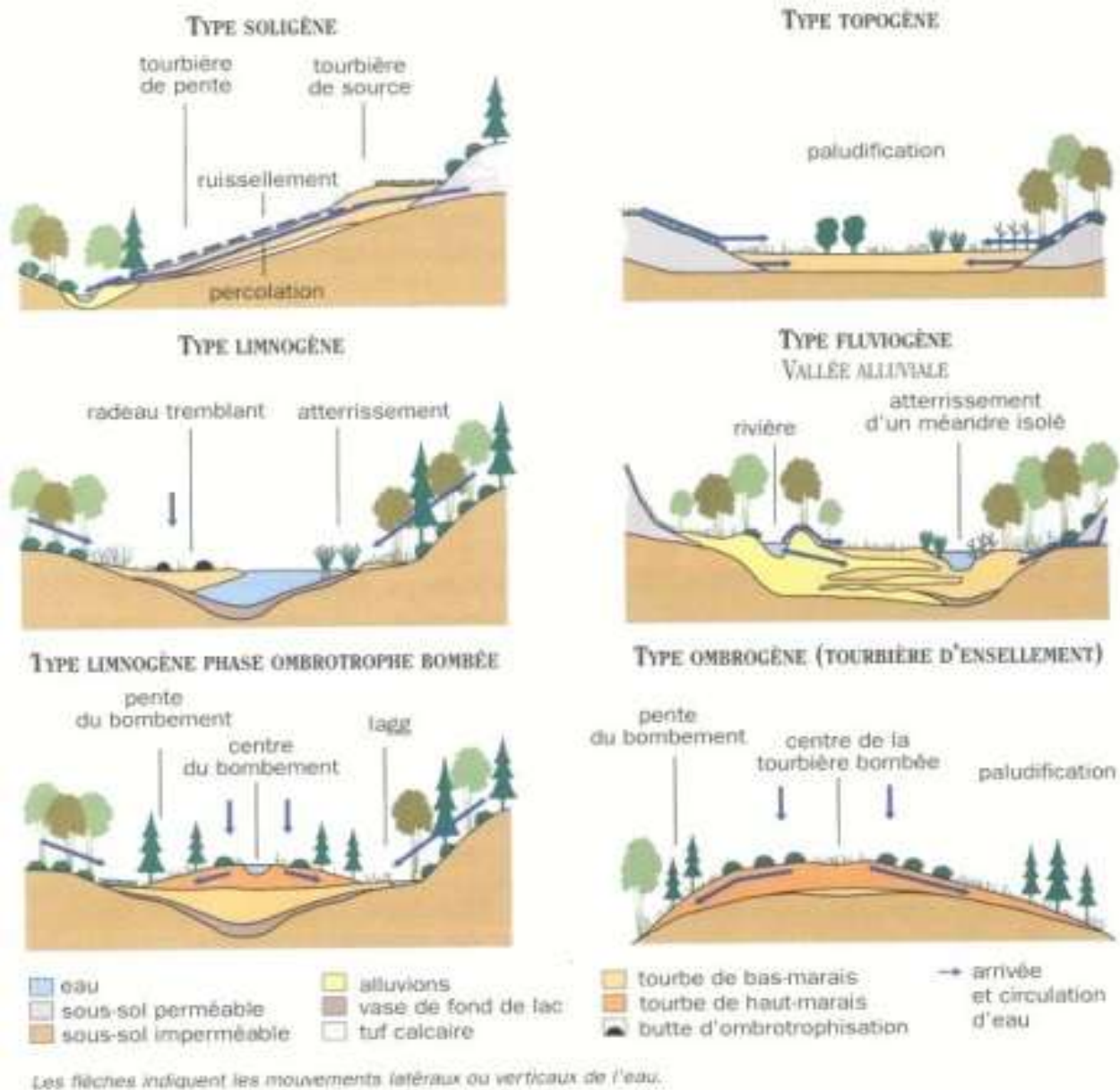
Combinaison avec les groupements végétaux
▪ Les groupements végétaux minérotrophes sont alimentés par l'eau de ruissellement ou phréatique. Ils forment des bas marais (appelés aussi tourbières plates). Sur substrat pauvre en calcaire, se développe un bas marais acide, et sur roche calcaire, un bas marais neutro-alcalin. On y observe majoritairement des laïches, des roseaux et des mousses n'appartenant pas au genre sphaigne. La tourbe produite est noire et son pH s'élève de 6 à 8. ▪ Les groupements végétaux ombrotrophes constituent des buttes indépendantes de la nappe. Alimentées par l'eau de pluie, on les appelle tourbières hautes, tourbières bombées ou encore hauts marais. Elles sont caractérisées par un cortège spécifique de sphaignes. La tourbe produite est beige (blonde) et a un pH acide (pH de 3 à 5).

En réalité, de nombreuses tourbières sont d'abord topogènes puis deviennent ombrogènes si le climat est pluvieux.

- La **teneur du milieu en éléments nutritifs dissous**, notamment en azote et phosphore, discrimine les tourbières **oligotrophes** pauvres en éléments minéraux assimilables, des tourbières **eutrophes** fortement minéralisées surtout en nitrates et phosphates assimilables par les végétaux, tous les degrés intermédiaires pouvant exister.

- **D'autres critères** sont également utilisés comme :

- la forme des tourbières (plates, bombées, etc...)
- leur situation dans le paysage (fond de vallon, pente, surcreusement glaciaire*...)
- leur végétation dominante (tourbières à sphaignes, à grandes ou à petites laïches, à roseaux....)



Les différents types de tourbières Source : Manneville O., Vergne V., Villepoux O., 2e édition 2006 - Le monde des tourbières et des marais. Delachaux et Niestlé.

L'eau alcaline baigne des **tourbières basses** qualifiées de neutro-alkalines caractérisées par une tourbe dont le pH peut aller jusqu'à 8, voire davantage, et qui sont colonisées par des **mousses appelées Hypnacées**. En contexte **acide**, la nappe d'eau présente un faible pH, les tourbières basses sont acides et sont caractérisées par un autre type de mousses : les **sphaignes**. La végétation des tourbières basses est généralement dominée par **des joncs et des laïches**, mais varie fortement en fonction de la richesse en éléments nutritifs de l'eau. Comme pour les autres végétations des zones humides, les groupements végétaux caractéristiques des milieux pauvres en substances nutritives présentent le plus grand intérêt patrimonial.

Les **tourbières hautes** se forment quand l'accumulation de tourbe est si importante que la végétation perd le contact avec la nappe et n'est plus alimentée que par les eaux de pluie et les brouillards. Leur végétation est dominée par des **sphaignes** qui produisent alors l'essentiel de la tourbe. Les tourbières hautes sont très rares sous nos climats.

Il existe de nombreux stades intermédiaires entre les tourbières hautes et les tourbières basses, caractérisés par une alimentation en eau mixte. En effet, avant de devenir indépendantes de la nappe et des ruissellements, les futures tourbières hautes passent par des stades de tourbière basse. Peu à peu la couche de tourbe s'épaissit et s'édifie au-dessus de la nappe. Sur le terrain, il est souvent difficile de

déterminer le type d'alimentation en eau des tourbières. La classification des tourbières se fait donc souvent selon leur végétation : on distingue ainsi les tourbières à sphaignes, les tourbières à dominance de laïches ...

VI. EVOLUTION D'UNE TOURBIERE

La plupart des tourbières sont apparues à la fin de la dernière glaciation (Würm), il y a environ 12000 ans grâce à l'accumulation d'eau dans des cuvettes creusées par le retrait des glaciers. Sous l'effet d'un climat froid et humide, ces milieux ont été progressivement colonisés par des végétaux aquatiques et évolué progressivement vers une accumulation de matière organique.

L'évolution d'une tourbière passe par 5 phases : l'eau libre, le radeau flottant, le tremblant, le bombage et l'affaissement.

L'eau libre

Partout où la topographie le permet, l'eau de fonte s'accumule. Il se forme des lacs si la dépression est bien marquée, mais il peut s'agir aussi de fonds plats mal drainés où l'eau paresse. Dans ces eaux froides oligotrophes, il n'y a presque rien qui pousse (des algues diatomées, des renoncules aquatiques...).

Le stade pionnier

Au début de grosses touffes de Carex forment une ceinture végétale, puis des Sphaignes s'installent entre ces touradons.

C'est le point de départ d'une colonisation qui va former un tapis végétal non enraciné sur le fond mais fixé aux rives et progressant en surface. Peu à peu, des plantes à longs rhizomes (tiges souterraines horizontales) vont venir consolider ce premier radeau. Les Laïches ou Carex, le Ményanthe ou Trèfle d'eau et la Narthécie constituent ce groupement pionnier. Il est dit radeau flottant.

Le tremblant ou tourbière flottante

La matière organique issue des plantes aquatiques mortes se décompose mal dans l'eau froide, elle s'accumule. Peu à peu, le radeau s'épaissit et évolue sur l'eau libre. La végétation se transforme, elle se compose en grande partie du Trèfle d'eau et du Comaret (plantes à rhizomes). Quelques sous-abrisseaux de petites tailles tels que la Canneberge et l'Andromède enrichissent ce tapis végétal. Plusieurs espèces spectaculaires telles que la droséra, la linaigrette à feuilles étroites et la violette des marais viennent s'y ajouter. S'aventurer sur ces tremblants peut être une expérience intéressante mais non sans danger car le radeau est fragile et peut se rompre sous la charge.

Peu à peu le radeau s'épaissit, grâce notamment à certaines sphaignes qui forment des coussinets piégeant l'eau atmosphérique. On a alors les tremblants ou radeaux flottants de « Haut-marais ». C'est la période la plus productive de tourbe.

Le bombage ou tourbière haute

Les sphaignes continuent à coloniser horizontalement et verticalement cet écosystème particulier jusqu'au comblement de la cuvette où se trouve la tourbière. Sous ce tapis végétal vivant, une matière brunâtre ou jaunâtre, imbibée d'eau est en train de se constituer, c'est la tourbe. L'eau remonte par capillarité et le processus de turbification s'accroît. Une ou plusieurs buttes se forment alors puis augmentent de taille : c'est ce qu'on appelle le bombage. La croissance de la tourbière devient alors centrifuge. La périphérie est encore en eau alors que la partie centrale s'assèche peu à peu. C'est ce qui explique pourquoi on trouve côte à côte des plantes hydrophytes et xérophytes (Callune, Genévrier). La tourbière se « bombe » tellement que l'eau d'origine (celle du lac) est maintenant à plusieurs mètres en dessous, inutilisée. Seule l'eau atmosphérique (pluie, neige, brouillard), plus acide, est utilisée par les plantes. Cette croissance s'arrête quand il n'y a plus d'eau libre. A ce moment, toute la tourbe a été élaborée. On y trouve des plantes telles que la linaigrette engainée, la myrtille de loup, la callune...

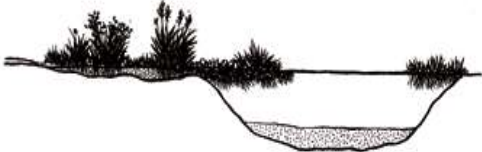
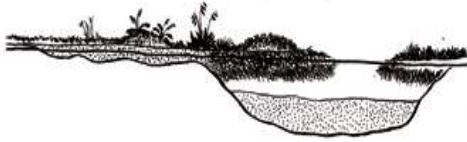
Xérophyte : plante adaptée à la sécheresse, soit par ses surfaces réduites, soit par ses formes charnues, ou bien par une vie principalement souterraine, ou enfin une vie végétative très courte.

L'affaissement

Toute cette masse de tourbe se tasse, creusant des « gouilles » par endroits, la tourbière s'assèche doucement. A la surface du sol, plus sèche, la tourbe se décompose et se minéralise, attirant des plantes nouvelles : Lichens, Scirpe en touffe, Sphaignes des milieux plus secs, Graminées cespiteuses formant de grosses touffes (Molinie), quelques arbres (Bouleau, Saule, Pin), des Ericacées (Callune, Airelle) et la Camarine.

Par endroits, l'homme exploite la tourbe pour ses besoins familiaux. Les trous d'exploitation se remplissent d'eau ce qui crée des dynamiques secondaires de recolonisation. Selon les lieux et les climats, la tourbière se couvrira de pins, de bouleaux, de genévriers... voire d'une forêt ou bien deviendra une lande à bruyères, suite à la minéralisation du sol.

Exemple illustré d'évolution de la végétation dans une tourbière limnogène

1- À l'origine, il s'agit d'un milieu saturé en eau : une pièce d'eau (tourbière limnogène tel le cas illustré ici), une dépression alimentée par une nappe (tourbière topogène), une source de pente (tourbière soligène) ou par une forte pluviosité comme sur les sommets des Monts du Forez (tourbière ombrogène) sur sol acide ou alcalin. L'exemple choisi ici est un lac sur sol calcaire. Les tourbières sur sol acide évoluent directement du bas marais acide aux bombements à sphaignes. La végétation pionnière des marais s'installe : la dépression est colonisée par des touradons de laïches ou par des roseaux phragmites dans les faibles profondeurs, et par un radeau de Marisque ou de Trèfle d'eau dans les zones d'eau plus profonde.	
2- L'activité végétale du bas marais génère une forte accumulation de tourbe neutro-alcaline qui rehausse ainsi le niveau du sol et limite l'influence de la nappe minéralisée. Des espèces plus acidophiles et moins exigeantes en nutriments apparaissent : c'est la tourbière de transition.	
3- Des buttes de sphaignes alimentées par les précipitations apparaissent sur les espaces à forte accumulation de tourbe affranchis de l'apport en eau de la nappe.	
4- La tourbière haute à sphaignes et droséras s'étend et forme un bombement net. La phase de vieillissement est marquée par la colonisation des Ericacées et des Conifères.	

Au fil du développement de ce milieu, la biocénose se modifie pour s'adapter aux conditions nouvelles survenues à chaque stade.

VII. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES TOURBIERES

Rappel : pour faire une tourbière, il faut des températures basses (2 à 6 °C) et beaucoup d'eau (1200 à 2000 mm). On va donc les trouver dans le Nord de l'Europe... et en montagne à des latitudes hautes (50e, 60e parallèle) ou en montagne à des altitudes de 1000 à 1500 m à latitude plus basse (l'altitude compense la latitude). La chance de rencontrer des tourbières diminue rapidement en allant vers le sud (sauf en régions équatoriales où règnent de très fortes précipitations). A la latitude de la France et de la Belgique, elles sont des milieux relictuels réfugiés en altitude et partout où elles retrouvent les conditions optimales.

Situation en Europe occidentale

En règle générale, on trouve les tourbières là où la topographie permet une accumulation d'eau donc un haut niveau de la nappe. Mais les tourbières peuvent s'affranchir de la topographie : En régions boréales et arctiques car l'évaporation est très faible, en région atlantique (franges nord-ouest de l'Europe) où les précipitations sont très abondantes. Elles se forment alors sur terrain plat et sur les pentes. Les tourbières couvraient autrefois 8 % de l'Europe occidentale ; mais ce chiffre a fortement baissé. Par exemple, en Allemagne et en Suisse, seulement environ 10 % des tourbières sont encore plus ou moins intactes !

Situation en France

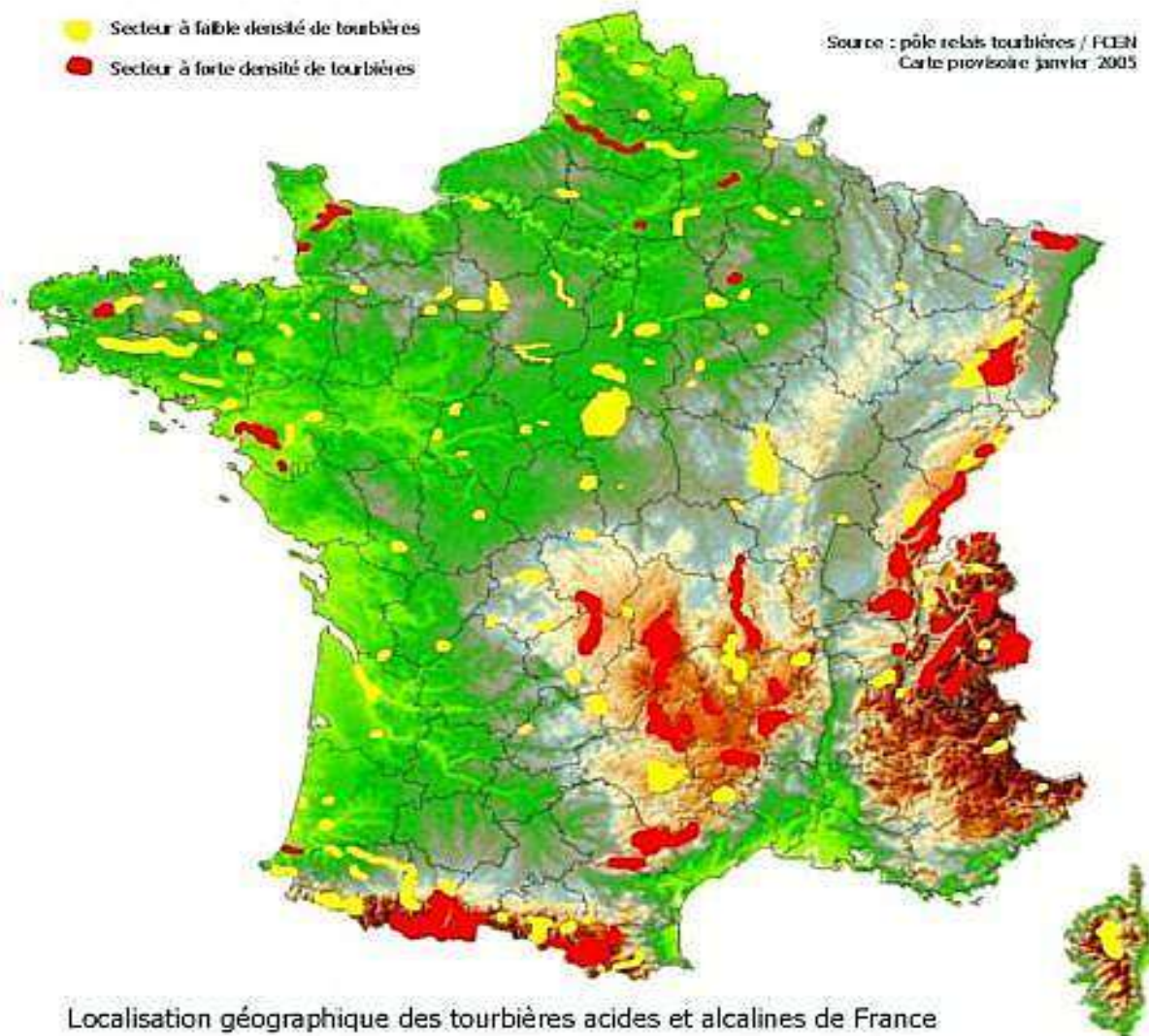
La France possède, dans l'ensemble, un climat favorable à l'existence de tourbières. De type tempéré humide, celui-ci permet en effet de parvenir fréquemment à un bilan hydrique positif, condition indispensable aux processus d'élaboration et d'accumulation de la tourbe.

Presque toutes les régions de France sont donc susceptibles d'abriter des tourbières. Ce constat général ne doit cependant pas masquer d'importantes disparités régionales, tant au niveau de la superficie que de la nature de ces milieux.

Ainsi, la région méditerranéenne héberge très peu de tourbières car les conditions climatiques (faibles précipitations et fortes températures estivales) sont peu favorables à l'accumulation de tourbe. Les superficies les plus importantes se rencontrent à **l'étage montagnard** pour les tourbières acides à sphaignes, et dans les vallées et dépressions de la moitié nord de la France pour les tourbières neutro-alcalines à héliophytes. Les hauts-marais ombrotrophes se limitent aux régions froides et humides toute l'année, comme **le Jura, les Vosges, le Massif Central** et, dans une moindre mesure, les **Alpes du Nord, les Pyrénées ou la Bretagne**. Les tourbières basses fluviogènes et topogènes à roseaux et grandes cypéracées se rencontrent principalement dans les complexes de **vallées du Bassin parisien** (Seine, Somme et Meuse en premier lieu) mais également sur les **bassins de la Loire, du Rhône ou de la Garonne**. Les tourbières limnogènes (lacs-tourbières) se concentrent surtout en moyenne montagne, dans le **Massif Central, les Alpes, le Jura, les Vosges ou les Pyrénées**. Il en est de même pour les tourbières soligènes qui se rencontreront dans ces régions où les pentes sont légion, et également dans le **Massif Armoricain**.

On ne connaît pas, aujourd'hui, de manière précise la superficie totale occupée par les tourbières et marais tourbeux en France mais, d'après diverses estimations, celle-ci doit se situer entre **60 000 et 100 000 hectares**.

La carte suivante donne une idée très générale de la répartition des tourbières en France, elle reste à compléter et à préciser.



VIII. LES PLANTES ET LES ANIMAUX DES TOUBIERES

Les fortes contraintes qui règnent dans les tourbières pourraient sembler hostiles à la vie, pourtant, les plantes et les animaux sont présents et même abondants dans ces milieux. Pour affronter ces difficultés, ils se sont peu à peu adaptés, tellement adaptés qu'ils en sont devenus étroitement dépendants.

Particularités des plantes des tourbières :

▪ Végétation

Les sphaignes prolifèrent vite et forment des colonies très denses. Elles ont la particularité de mourir par leur base et de croître sur leurs parties mortes. Elles contiennent une grande quantité d'eau dans les cellules mortes de leurs tiges et surtout de leurs feuilles; ces cellules sont appelées hyalocystes. Ceux-ci n'ont plus qu'une paroi percée de plusieurs pores (2 à 5) qui permettent l'entrée de l'eau dans la plante. Ainsi, les sphaignes peuvent absorber jusqu'à 30 fois leur poids sec.

Les sphaignes, mousses fondatrices des tourbières acides

Elles constituent un groupe homogène aux caractéristiques particulières au sein des mousses. Elles sont typiques des tourbières mais quelques-unes se rencontrent aussi dans les forêts et les landes acides et humides. Leurs tiges se développent en touffes plus ou moins compactes. Les feuilles sont très petites et insérées le long des tiges et des rameaux ; leur structure interne montre de petites cellules vivantes capables de réaliser la photosynthèse et de grandes cellules mortes fonctionnant comme des citernes où sont stockées d'importantes quantités d'eau (jusqu'à trente fois leur poids sec). Pour satisfaire leurs besoins en éléments minéraux, les sphaignes absorbent, par des processus biochimiques subtils, des matières en solution dans l'eau, entraînant l'acidification progressive du milieu (processus important dans la constitution des buttes du haut marais). Leur croissance est indéfinie : la base de la tige meurt tandis que la partie supérieure continue de pousser sur ses restes plus ou moins décomposés qui génèrent la tourbe.

En France, il existe une quarantaine d'espèces qui se distinguent par leur préférence en pH et par leur tolérance à la minéralisation de l'eau d'alimentation.



Tandis que les sphaignes sont la végétation dominante des tourbières hautes acides, **des joncs et des laïches** constituent la végétation fondatrice des tourbières basses.

La Laïche des boursiers (*Carex limosa*)

C'est une cyperacée assez facile à distinguer sauf dans les Alpes du Nord où est présente une autre laïche fortement ressemblante (*Carex magellanica*). Son inflorescence est composée de fleurs femelles et males séparées. Les épis femelles pendent gracieusement et les utricules sont bigarrés. Cette espèce se développe dans les dépressions très inondées de la tourbière acide (proche des gouilles) avec la Laïche à ampoule et la Scheuchzérie des marais.



Touradons de laïches noires



Laïches ou carex

▪ Croissance

Comme les sphaignes, les autres plantes des tourbières grandissent en règle générale sur leurs parties mortes enfouies. C'est le cas pour la Droséra, la Linaigrette, la Canneberge ou l'Andromède. Ce sont souvent des plantes à rosette vivant à même le sol ce qui leur permet de mieux résister au froid ou des plantes de petite taille dont les bourgeons sont ainsi protégés par la neige.

La Canneberge (*Vaccinium axycoccus*), et l'Airelle à petits fruits (*Vaccinium microcarpum*)

Abondantes en toundra d'Amérique du Nord et d'Europe du Nord, ces espèces sont facilement reconnaissables à leurs feuilles coriaces et leurs petites baies globuleuses rouges utilisées dans le Nord pour la fabrication de boissons sucrées et de confitures. Elles colonisent le haut des buttes à sphaignes, en pleine lumière. La Canneberge est la moins rare des deux espèces. Elle se distingue par des fruits sphériques de 10 à 15 mm de diamètre (forme de poire de moins de 8 mm pour l'Airelle à petits fruits).



L'Andromède à feuilles de Polium (*Andromeda polifolia*)

L'Andromède à feuilles de Polium est une Éricacée assez rare en France. Elle se caractérise par ses feuilles linéaires blanchâtres, coriaces qui se replient sur elles-mêmes et par ses fruits qui ne sont pas des baies, mais des capsules globuleuses noires. Comme les canneberges, cette espèce est une pionnière des buttes de sphaignes. Elle a besoin de lumière pour se développer. En Rhône-Alpes, elle est localisée dans les Monts du Forez et dans les départements savoyards.



▪ **Relictes glaciaires**

Les tourbières abritent des plantes spécialisées, "relictés" des âges glaciaires, aux noms évocateurs telles que la Ligulaire de Sibérie et le Saule des Lapons, dont les principales populations d'Europe occidentale se trouvent en Auvergne. En effet, les conditions climatiques particulières qui règnent dans les tourbières ont permis à ces plantes de survivre après la fin des glaciations. Ces espèces tardiglaciaires relictuelles sont aussi rares que fragiles (Linaigrette, Andromède, Myrtille de loup).



La Ligulaire de Sibérie, Contrairement à beaucoup de plantes des tourbières, est une plante de grande taille s'élevant à plus d'un mètre. Elle est particulièrement bien adaptée au pH acide des tourbières telles qu'on en rencontre en Sibérie.



Le Saule des Lapons apporte une note gris-vert caractéristique aux paysages. Le duvet de ses feuilles marque une adaptation au froid et au vent.

▪ **Alimentation**

Toute plante a besoin d'azote pour vivre. Cet élément intervient dans la constitution des protéines. Or, dans les tourbières acides, il est seulement présent en dose infime. Les plantes des tourbières doivent donc être **peu exigeantes en nourriture**.

De plus, pour chercher à se nourrir, ces plantes développent un **important système racinaire** : la masse des organes souterrains est supérieure à celle des organes aériens. Les Linaigrettes ont des racines de

plus d'un mètre. C'est dans ces racines et dans les rhizomes que les plantes stockent les réserves nutritives qui seront utilisées l'année suivante, comme le font les Linaigrettes, les Carex et la Molinie.

Plusieurs plantes de la famille des Ericacées telles que la myrtille, l'airelle du marais, l'andromède, la canneberge ont établi une **symbiose** avec des champignons (mycorhize) qu'elles hébergent dans leurs racines. Ceux-ci sont capables d'absorber de l'azote atmosphérique et de le transformer en engrais azoté riche en minéraux rares utilisable par elles. Grâce au champignon, l'absorption des minéraux peut être doublée voire triplée.

D'autres sont devenues **carnivores** pour compléter leur régime alimentaire. Ainsi la **Droséra** attire des insectes par l'éclat des gouttes. L'insecte en se posant sur une des nombreuses "raquettes" de la plante s'y engluie. Plus il se débat, plus il s'enfonce dans le fouillis de poils collants. Ces derniers se rabattent peu à peu sur l'insecte emprisonné, d'abord rapidement pour assurer leur prise, puis plus lentement (la proie est englobée en environ une heure). Les stigmates, c'est-à-dire les orifices respiratoires de l'animal, sont rapidement obstrués : l'insecte meurt. Les glandes du centre des feuilles sécrètent alors des enzymes proches des pepsines digestives des mammifères, qui digèrent peu à peu les parties molles de l'insecte pris au piège, le processus pouvant durer plusieurs jours. C'est alors seulement que la feuille se rouvre lentement, rejetant les restes chitineux inassimilables (ailes, téguments) qui seront emportés par la pluie ou le vent.

Le "complément alimentaire" issu de cette carnivorité permet aux droséras de résister aux conditions de vie extrêmes des tourbières (milieux froids, sols acides, pauvres en nutriments et gorgés d'eau en permanence). En montagne, ces étonnants végétaux supportent ainsi jusqu'à six mois de gel ou de neige par an, la reproduction s'effectuant en un temps record avant le retour des grands froids.

Même si elles peuvent être abondantes par endroit, ces plantes très médiatiques sont rares. Elles sont protégées partout et appellent à la plus grande vigilance quant aux éventuels piétinements, cueillettes ou atteintes au milieu. Rappelons que les droséras - « l'herbe d'or » de Bretagne - furent longtemps cueillies comme plantes médicinales pour leurs propriétés antitussives et expectorantes. Aujourd'hui, les produits phytothérapeutiques et homéopathiques vendus dans le commerce à base de droséra proviennent d'élevage d'espèces exotiques, comme les *D. rotundifolia* malgaches. Mais la recherche appliquée dans ces lointaines contrées ayant un coût, les industriels de la parapharmacie et de l'agroalimentaire posent désormais un "regard bienveillant" sur le patrimoine en métropole, bien entendu à des fins de protection et de "mise en valeur" du territoire.

La drosera à longues feuilles (*Drosera longifolia*)

Parmi les trois espèces de drosera, ou rossolis, présentes en France, la drosera à longues feuilles est liée aux bas marais alcalins. On la trouve au niveau de secteurs dégagés en pleine lumière mais bien humides, tapis de mousses mais également plages de tuf actif.



La Droséra à feuilles rondes (*Drosera rotundifolia*)

Les tourbières acides sont très pauvres en nutriments. Pour pallier ce manque d'azote et de phosphore, des espèces se sont adaptées en développant des stratégies remarquables : elles prélèvent l'azote en digérant des animaux de très petite taille (daphnies, diptères, libellules). C'est le cas des droséras qui capturent les petits insectes grâce aux poils glanduleux de leurs feuilles. Celles-ci sont arrondies chez la Droséra à feuilles rondes, liée aux tourbières acides, et allongées chez la Droséra à longues feuilles qui préfère les bas marais neutro-alcalins.



Les animaux des tourbières :

Les sphaignes semblent avoir pour originalité d'être parfaitement incomestibles. On ne connaît en effet aucun organisme qui s'en nourrisse directement ou exclusivement. C'est une des raisons pour laquelle la faune des tourbières, contrairement à la flore, ne compte que très peu d'espèces strictement inféodées à ces milieux. On y trouve essentiellement des animaux de passage, ubiquistes, qui viennent s'y abriter, s'y alimenter ou encore faire étape lors d'une migration. Il serait donc vain de se lancer dans un catalogue des espèces susceptibles d'être rencontrées dans les tourbières, tant la liste serait longue, en particulier pour les insectes et les invertébrés. Nous ne citerons donc qu'une poignée d'animaux plus ou moins représentatifs des zones humides et tourbeuses.

- **Les araignées**

Les prédateurs les plus nombreux et sans doute les plus "redoutables" de la lande humide sont les araignées. Tissant (ou non) des toiles verticales, horizontales ou à retraits tubulaires, sauteuses ou adeptes de la course, mimétiques ou dissimulées, l'éventail de leur techniques de chasse n'a d'égal que leur étonnante diversité morphologique. Les araignées jouent un rôle prépondérant dans la régulation des insectes de la lande, participant ainsi à l'équilibre de la biocénose. On dénombre actuellement plus de 200 espèces d'araignées dans les tourbières.

***Dolomedes fimbriatus* (Clerck, 1858)**



Cette splendide et robuste Pisauridae (une des plus grosses araignées d'Europe) se reconnaît aisément à son corps de velours chocolat bordé de deux bandes jaunâtre. Pouvant facilement dépasser la taille respectable de 2 cm - pattes non comprises - elle vit dans les milieux où l'eau est permanente (marécages tourbeux, zones humides diverses).

Malgré leurs poids, les dolomèdes sont capables de se déplacer sur l'eau grâce à leurs tarsi munis de soies hydrophobes, défiant ainsi les lois de la tension superficielle. Elles se nourrissent de mouches, de libellules, voire de petits poissons ou de têtards, qu'elles attirent à la surface en faisant vibrer l'eau avec leurs pattes antérieures. Pour atteindre une proie ou pour échapper à un danger, ces araignées sont aussi capables de plonger sous l'eau en se tractant aux végétaux ("fishing spider"), la bête pouvant ainsi rester immergée plus d'une heure !

L'accouplement - très bref - est précédé d'une longue parade au cours de laquelle le mâle agite alternativement ses pattes devant la femelle. Cette dernière fécondée, pondra plusieurs centaines d'œufs dans un cocon verdâtre transporté entre ses chélicères. A la moindre alerte l'animal plongera immédiatement avec sa progéniture (waterproof elle aussi). Après l'éclosion, les jeunes dolomèdes sont plus clairs que les adultes et vivent essentiellement dans les arbustes et sur les plantes hautes de la périphérie de la lande humide. Bien peu d'individus atteindront l'âge adulte, cependant certains d'entre eux réussiront à rejoindre - tels les grands fauves - le terrain de chasse tourbeux où ils furent conçus.

A noter qu'il existe une autre espèce de dolomède, *Dolomedes plantarius* (Clerck, 1857), très semblable à *fimbriatus* mais beaucoup plus rare évoluant dans les mêmes milieux. Leur identification nécessite comme souvent chez les araignées d'étudier les pièces génitales des individus matures, épigyne des femelles ou pédipalpes des mâles.

***Hygrolycosa rubrofasciata* (Ohlert, 1865)**

Relativement typique des tourbières à sphaignes, cette petite Lycosidae de 5 à 6 mm fréquente aussi parfois les prairies humides et autres bois marécageux. Ce genre monospécifique en Europe se reconnaît facilement à l'aspect caractéristique des macules brunes bien nettes des fémurs des femelles.



Cette espèce est une des rares araignées capable d'émettre des sons audibles à l'oreille humaine. En période de reproduction, les mâles utilisent en effet leurs pédipalpes pour tambouriner sur les feuilles sèches (plus sonores) afin d'attirer les femelles. Plus un "bateur" sera rapide et tonitruant, plus il rencontrera de succès auprès de la gente féminine... Suite à la ponte, les femelles transportent sous leur abdomen un cocon beige suturé de blanc, à la manière des *Pardosa*. Fixés par les filières, les cocons sont régulièrement détachés et ouverts par les femelles, qui humectent leurs oeufs d'un liquide régurgité par leurs pièces buccales. Après l'éclosion, les petits montent sur l'abdomen de leur mère, qui prendra alors un aspect crépu tout à fait étonnant et les transportera sur son dos jusqu'à ce qu'ils soient indépendants.

Les lycoses, aussi nommées "araignées-loups", sont donc avant tout d'excellentes mères ! Précisons qu'elles ne tissent pas de toiles géométriques comme les épeires ou en nappes comme les *Lyniphiides*. Ce sont des individus errants qui évoluent généralement sur le sol, traquant une proie potentielle (insecte, autre araignée) ou cherchant un partenaire pour s'accoupler. Très véloces, certaines sont même capables de sauter.

***Agelena labyrinthica* (Clerck, 1758)**

Malgré une taille centimétrique et une coloration particulièrement bariolée, *Agelena labyrinthica* est une espèce discrète et relativement difficile à observer. Cette cousine des tégénaires passe en effet le plus clair de son temps à attendre ses proies au fond d'une retraite en forme d'entonnoir, d'où rayonnent de grandes nappes de soie fixées à la végétation herbacée. L'espèce est très commune dans la lande humide, en particulier dans les molinies. Attention toutefois à ne pas la confondre avec *Allagelena gracilens*, sa "soeur jumelle".



Juste une remarque : en période de reproduction, ces redoutables prédateurs adoptent un comportement somme toute assez rare chez les araignées... après la copulation, mâles et femelles continuent à vivre en couple pendant plusieurs semaines !

- **LES LIBELLULES**

Les libellules sont probablement les insectes les plus visibles de la lande humide. Leurs larves sont aquatiques et les adultes vivent la quasi-totalité de leur vie à proximité de l'eau, afin de s'y reproduire et d'y

pondre, même si certains Anisoptères peuvent parcourir plusieurs kilomètres et être observés sur des sites ne présentant aucun point d'eau à l'horizon.

La Cordulie alpine (*Somatochlora alpestris*) et la Cordulie arctique (*Somatochlora artica*)

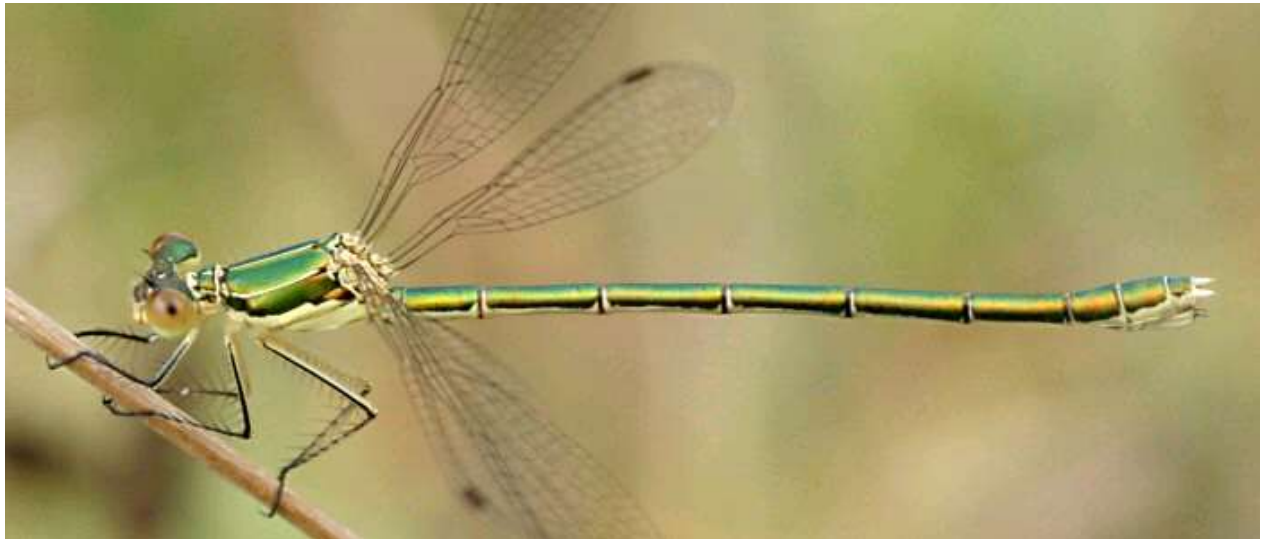
Elles comptent parmi les libellules qui vivent dans les tourbières et sont reconnaissables par leur abdomen de couleur sombre aux reflets métalliques. D'origine boréoalpine, elles ont développé des comportements adaptés au froid : les oeufs sont pondus dans les zones d'eau libre (gouilles) ou dans les sphaignes. Les larves se développent pendant 3 à 4 ans du fait des conditions climatiques extrêmes et s'enfouissent dans la tourbe pour pouvoir se soustraire à la sécheresse et au gel hivernal. Ces deux espèces, souvent observées ensemble, sont signalées respectivement jusqu'à 2 700 et 2 400 mètres d'altitude.



La Cordulie arctique.

Les Odonates se divisent en 2 sous-ordres :

- Les Zygoptères, souvent appelés "demoiselles", regroupent 5 familles présentant toutes un abdomen filiforme et une silhouette gracile. Au repos, leurs deux paires d'ailes semblables et superposables sont généralement fermées en position verticale (sauf chez les Lestidae). Leurs yeux, toujours très écartés, sont disposés de chaque côté de la tête.



Lestidae

- Les Anisoptères - c'est-à-dire les libellules "vraies" - sont beaucoup plus robustes. Leurs ailes ne sont pas identiques, les postérieures étant sensiblement plus larges que les antérieures. Lorsque l'insecte est posé, les deux paires d'ailes ne se superposent pas et restent étalées horizontalement. La plupart du temps leurs yeux sont en contact (sauf chez les Gomphidae).

Les libellules constituent eux aussi un "maillon" important des réseaux trophiques de la tourbière et de sa périphérie. Dès les premiers stades, les voraces larves aquatiques se nourrissent d'autres invertébrés

vivant dans les gouilles, les mares adjacentes. Ces larves peuvent atteindre la taille de 5 cm et disposent d'une sorte de bras articulé replié sous la tête, le "masque", leur permettant de saisir leurs proies.



Gomphe vulgaire mâle

Quant aux adultes, leur aptitude au vol est exceptionnelle, notamment grâce à leurs ailes indépendantes. Les Zygoptères sont même capables de vol stationnaire (imparfait chez les Anisoptères). Au chapitre des records, les libellules peuvent aussi atteindre la vitesse vertigineuse de 70 km/h pour se nourrir de mouches, moustiques, éphémères, papillons et même... de libellules. Si l'on ajoute à cela de puissantes mandibules dentées (d'où le nom "Odonate"), des pattes munies d'épines acérées, une paire d'yeux composés gigantesques et - chose rare chez les insectes - un cou très amovible leur assurant une vision à 360°, on comprend pourquoi ces splendides insectes sont de si redoutables prédateurs !

En période de reproduction, les mâles font preuve d'un comportement extrêmement territorial afin de défendre les meilleurs sites de ponte. L'accouplement et le mode de reproduction des libellules est tout à fait singulier. Les couples s'étreignent en adoptant une position acrobatique nommée "cœur copulatoire", mais la fertilisation des femelles sera différée : les oeufs ne seront fécondés qu'au moment de la ponte, qui a lieu soit dans des tissus végétaux (chez les Zygoptères et les Aeschnidae), soit directement dans l'eau, un mucus protecteur protégeant alors généralement la ponte (chez tous les autres).

Selon les espèces et le biotope, le développement des oeufs survient plus ou moins tardivement après la ponte, l'éclosion ayant généralement lieu au printemps suivant. Les larves vont alors subir une succession de 10 à 15 mues, correspondant à autant de stades larvaires, au cours d'une "adolescence" souvent beaucoup plus longue que le stade adulte (de plusieurs semaines à plusieurs années selon les espèces et le milieu). Environ une semaine avant la mue imaginale, les larves cessent de s'alimenter, commencent leur métamorphose interne (bien avant le stade immobile), puis sortent de l'eau et grimpent sur un support pour y effectuer leur exuviation : c'est l'émergence.



***Cœur copulatoire d'agrions à larges pattes -
Platycnemis pennipes***

La femelle présente une teinte rousse

La récolte des exuvies de libellules présente un double avantage : elles permettent d'identifier les espèces sans modifier les effectifs (ce ne sont que des "enveloppes vides") mais aussi de s'assurer de l'indigénat des spécimens, les larves émergeant rarement à plus de quelques mètres de leur ancien milieu aquatique. Certaines études quantitatives peuvent donc être envisagées à partir d'un certain nombre d'exuvies collectées.



Exuvie de gomphe vulgaire

- **LES DIPTÈRES**

Moustiques, faucheux, taons, lucilies, syrphes, éristales, hippobosques, drosophiles, chironomes, cécidomyes, tipules, bombyles, bibions, oestres.... tous ces insectes appartiennent au gigantesque ordre des Diptères, autrement dit des "mouches". Elles sont caractérisées par leurs pièces buccales de type suceur munies d'une trompe, et d'une paire d'ailes postérieures transformées en balanciers (en forme de très petites cuillères) leur permettant d'accomplir de véritables prouesses en voltige aérienne.

Les diptères sont en apparence peu nombreux sur le site, mais la réalité est trompeuse : la majorité des individus sont en fait des larves, souvent aquatiques, ou des adultes se dissimulant dans la végétation dès que le vent se lève ou que le fond de l'air se rafraîchit. Larves comme imagos sont les proies de nombreux prédateurs et jouent ainsi un rôle primordial au sein des réseaux trophiques de la tourbière.

Les landes humides sont particulièrement propices aux diptères appartenant à la super-famille des Tipuloidea, parfaitement inoffensifs malgré leurs allures de moustiques géants. Avec une envergure pouvant atteindre 7 cm, *Tipula maxima* est le géant des "tipules" ! Un tel gabarit le rend difficile à confondre avec un *Pediciidae* comme *Pedicia rivosa*, très commun dans la tourbière et pouvant présenter un "look" relativement similaire pour le néophyte.

Les Limoniidae, quant à eux, sont particulièrement intéressants à étudier en milieux tourbeux. Certains sont en effet spécifiques des écosystèmes froids et humides, parfois même strictement inféodés aux tourbières, notamment en moyenne montagne. Ils permettent aussi d'observer d'étonnantes adaptations à ce type de milieu : les femelles de certaines espèces de Tipulidae et de Limoniidae sont pourvues d'ailes atrophiées leur interdisant tout vol (ou d'ailes de grandes tailles dont les muscles thoraciques ont disparu). A l'inverse, la taille de leur abdomen et de leurs organes génitaux est impressionnante, leur permettant tout juste de grimper sur une tige pour émettre de grandes quantités de phéromones à l'attention des mâles. Cette perte de l'aptitude au vol permet - sans aucun anthropomorphisme misogynie - d'économiser une quantité considérable d'énergie afin de se consacrer presque exclusivement à la reproduction, sans avoir à quitter ce milieu difficile, dont dépend l'espèce.



Limoniidae - Limnophila schranki

Tout aussi remarquables, les Syrphidae forment une famille étonnante à bien des égards. Tout d'abord, avec leur allure d'abeilles, de bourdons ou de guêpes rayées de jaune, ces mouches sont un parfait exemple de mimétisme "batésien" : en imitant les couleurs des hyménoptères, toxiques et incommestibles, ils échappent à l'appétit de leurs principaux prédateurs (oiseaux, reptiles, amphibiens, etc.)



***Volucella zonaria*, Syrphidae, Diptères**

Depuis quelques années - voire quelques décennies - la connaissance des exigences écologiques des syrphes a considérablement progressé grâce à une poignée de spécialistes. Alors que les adultes ont un mode de vie très homogène (ils sont quasiment tous floricoles), les larves se développent dans une extraordinaire diversité d'habitats. Certaines espèces sont ubiquistes et très communes (*Episyrphus balteatus*, *Sphaerophoria scripta*), d'autres sont intimement liées à un biotope précis (bois et plantes en décomposition, champignons, charognes, excréments, etc). Ainsi, grâce à des bases de données très précises, il est désormais possible d'évaluer la "santé" écologique de nombreux milieux naturels. La méthode est relativement simple : les cortèges d'espèces collectées sur un site - en général grâce à des "tentes Malaise" et autres pièges jaunes - sont comparés aux espèces théoriques de la base. La différence traduit le degré de dégradation du milieu, d'autant plus faible que son "intégrité écologique" est élevée.

N'en déplaise à ceux qui ne voient en eux que d'enquiquinants moustiques ou de peu ragoutantes "mouches à m....", les diptères jouent un rôle essentiel dans le recyclage de la matière organique animale. A l'instar de certains Coléoptères, les larves participent à la dégradation des charognes et des excréments, nous rendant ainsi un inconcevable et inestimable service. Alors certes, certains diptères vulnérants peuvent devenir très agaçants. C'est le cas dans certaines tourbières écossaises dans lesquelles peuvent parfois pulluler les "midges", minuscules *Ceratopogonidae* capables de s'immiscer presque partout et d'infliger de désagréables piqûres. En réalité, la plupart des *Culicidae* piquent plus souvent les amphibiens et les reptiles que les mammifères.

Pour se développer, les larves de quelques libellules et de petites mouches ont absolument besoin d'eau très froide et acide et de la protection de la tourbe. Les femelles de certains diptères (mouches, moustiques, tipules...) sont peu à peu devenues aptères, c'est-à-dire que leurs ailes se sont atrophiées. Quand ces insectes naissent, il règne dans la tourbière des conditions climatiques épouvantables. L'évolution, surprenante, a voulu que les ailes des femelles disparaissent, leur évitant ainsi d'être emportées par le vent loin de leur lieu de vie.

- **LES PAPILLONS**

On rencontre de très nombreux papillons dans les tourbières. Certains, tels que le Nacré de la Canneberge, plante exclusive des tourbières, lui sont entièrement inféodés puisque ses chenilles ont la particularité de se nourrir exclusivement sur la canneberge.



Le Nacré de la canneberge ne se rencontre plus qu'en de rares tourbières en France, dont celles du Forez, de la Margeride et de l'Aubrac.



Ces Tipules (proches des moustiques mais ne piquent pas) se sont adaptés aux zones tourbeuses : la femelle de certaines espèces a des ailes atrophiées, ce qui lui évite d'être emportée par le vent hors de la tourbière

Le Solitaire (Colias palaeno)

Le solitaire est une espèce boréo-alpine qui fréquente les tourbières de montagne.

C'est un rhopalocère (papillon de jour) vivant dans les tourbières. Il est identifiable par sa couleur jaune (plutôt pâle, tirant sur le vert), un ocelle discal peu marqué sur la face inférieure des ailes et un liseré noir continu, frangé d'un liseré rouge, sur la face supérieure. La femelle est un peu plus claire que le mâle. Ce papillon est signalé jusqu'à 2600 m d'altitude dans les Alpes. La femelle pond ses oeufs sur l'Airelle des marais (*Vaccinium uliginosum*) ou plus rarement sur la Myrtille (*Vaccinium myrtillus*). La chenille se développe alors pendant plusieurs mois pour émerger à partir du mois de juin. Cette espèce est une relique glaciaire caractérisant les landes tourbeuses, il lui faut des peuplements importants d'Airelle des marais et des plantes mellifères à proximité pour pouvoir trouver le nectar essentiel à l'adulte et ainsi maintenir ses populations.



IX. INTERETS DES TOUBIERES

Intérêt biologique et biodiversité

Les tourbières constituent des écosystèmes uniques. Les facteurs écologiques souvent très marqués (forte humidité permanente, températures souvent basses, acidité et pauvreté des eaux parfois extrêmes...) font des tourbières des milieux contraignants qui abritent des biocénoses spécialisées, uniques, que l'on ne rencontre dans nul autre écosystème. Beaucoup des espèces vivant en tourbières, animales ou végétales, sont aujourd'hui très rares et/ou menacées à l'échelle de la France ou de l'Europe ; certaines sont endémiques. Les tourbières sont ainsi de véritables conservatoires biologiques.

Selon Julve (1996), si l'on considère la flore vasculaire française, **environ 6 % des espèces sont inféodées plus ou moins strictement aux tourbières. Dans la liste rouge nationale des espèces végétales menacées, 27 espèces (soit 6 %) sont caractéristiques de ces milieux. Parmi les espèces végétales protégées en France, 39 (soit 9 %) sont typiques des tourbières.** La plupart des habitats de tourbières sont considérés comme prioritaires au titre de la directive "Habitats" et 16% des classes phytosociologiques de plantes vasculaires recensées en France concernent les milieux tourbeux. Ces chiffres sont à comparer à la superficie relativement faible qu'occupent les tourbières en France - à peine 0,1 % du territoire - ce qui montre la grande valeur patrimoniale de ces milieux.

De même, de nombreuses espèces animales dépendent étroitement des tourbières, certaines leur étant strictement inféodées (espèces typhobiontes).

Une multitude d'invertébrés, notamment, dont certains sont aujourd'hui en voie d'extinction en France, ne vivent qu'en milieux tourbeux : plusieurs espèces de papillons, comme le nacré de la canneberge, le solitaire, le cuivré de la bistorte ou le fadet des tourbières ; de nombreuses libellules, comme l'agrion hasté ou l'agrion à lunettes, plusieurs leucorrhines, le sympétrum noir, la cordulie arctique, l'aesche azurée ou l'aesche des joncs... Ces milieux sont également le refuge de nombreux vertébrés. Les tourbières constituent des biotopes indispensables à la reproduction de certains batraciens, de plusieurs espèces d'oiseaux comme les busards, le courlis cendré ou le grand tétaras mais aussi de certains mammifères comme la loutre ou le vison d'Europe. Elles jouent également un rôle important dans la migration des oiseaux en constituant des zones de passage ou d'hivernage privilégiées.

Si les tourbières de France ont une position quelque peu marginale par rapport à l'aire de distribution optimale de ces écosystèmes, leur diversité, en revanche, est exceptionnelle grâce à la situation biogéographique privilégiée de notre pays, où convergent des influences climatiques atlantiques, continentales, méditerranéennes et même boréales. Selon l'importance relative de ces diverses influences, se développent des cortèges de plantes et d'animaux caractéristiques. Certaines espèces sont ainsi de véritables témoins du passé : largement distribuées sur notre territoire à l'époque glaciaire, ces espèces ont progressivement régressé à mesure des changements climatiques. Mais elles ont trouvé dans les tourbières, notamment en altitude, des zones de refuge dont les conditions micro-climatiques sont restées presque inchangées depuis des milliers d'années. Il s'agit de véritables reliques post-glaciaires à affinité boréo-arctique qui ne se cantonnent, sous nos latitudes, qu'aux milieux tourbeux d'altitude, notamment dans le Jura, les Alpes et le Massif Central. Ainsi y trouve-t-on des espèces au nom évocateur de contrées lointaines comme la ligulaire de Sibérie, le jonc arctique ou le saule des Lapons...

Intérêt scientifique, archéologique et ethnologique

Les tourbières sont des écosystèmes originaux dont l'étude est absolument passionnante. Elles possèdent un fonctionnement que l'on ne rencontre dans aucun autre écosystème, tant du point de vue de leur hydrologie que de la genèse de leur sol, induisant une organisation et un fonctionnement très particuliers des communautés vivantes. Ce sont de vrais laboratoires vivants, propices à de nombreuses études et recherches. Par exemple, les conditions écologiques souvent très contraignantes qui y règnent et qui trouvent leur apogée sur les tourbières ombrotrophes ont nécessité, de la part des organismes qui y vivent, le développement d'adaptations tout à fait remarquables. Certaines espèces, comme les droséras, les utriculaires ou les grassettes, sont ainsi devenues carnivores pour pallier la pauvreté du milieu en éléments

azotés. D'autres, comme l'andromède, la canneberge ou la camarine, ont un port prostré et possèdent de petites feuilles coriaces pour limiter les pertes d'eau par évapotranspiration. Les sphaignes, quant à elles, sont capables, grâce à de grandes cellules creuses (hyalocystes), de stocker jusqu'à trente fois leur propre poids en eau, en même temps qu'elles acidifient et appauvrissent le milieu en éléments minéraux, rendant les conditions hostiles pour le développement des végétaux concurrents. Et l'on a récemment découvert que le lézard vivipare possède une substance "antigel" dans le sang lui permettant de résister aux fréquentes gelées dans les tourbières... Parmi les nombreuses possibilités de recherche qu'offrent ces milieux, les tourbières constituent des lieux privilégiés pour l'étude de l'adaptation des organismes face à des contraintes environnementales extrêmes.

Grâce aux conditions d'anaérobiose qui règnent dans leur sol, les tourbières sont aussi d'excellents milieux conservateurs. A mesure que se forment et s'accumulent les dépôts de tourbe, des particules organiques, de nature très diverse, peuvent être piégées dans le sol et s'y trouver fossilisées. Les tourbières réalisent ainsi un formidable travail d'archivage en accumulant des informations, strate par strate, durant les siècles ou les millénaires de leur existence. L'analyse des dépôts tourbeux permet de révéler ces informations qui nous renseignent sur les conditions de formation des tourbières.

L'étude des pollens (palynologie) conservés dans la tourbe a permis, par exemple, de reconstituer le paléoclimat et le paysage végétal des tourbières depuis près de 12 000 ans. Lorsque les tourbières sont exploitées, la succession des dépôts est bouleversée et ces informations se trouvent perdues à jamais. La découverte et l'étude de macrorestes d'origine anthropique - sentiers, barques, filets de pêche, huttes... voire corps humains ("**l'homme de Tollund**")* découvert dans une tourbière danoise du même nom) - ont également permis de mieux connaître l'organisation et le fonctionnement des civilisations humaines européennes, du mésolithique à l'âge de fer. Les tourbières ont ainsi un grand intérêt archéologique.

De même, l'étude de l'utilisation traditionnelle de ces milieux, de leur exploitation, des relations en tous genres (chasse, pêche, cueillette...) qu'ont pu avoir les hommes avec les tourbières, présente un réel intérêt ethnologique.

* **L'homme de Tollund** (375-210 av. J.-C.) est le cadavre naturellement momifié d'un homme découvert le 8 mai 1950 au Danemark dans la tourbière de Tollund. Son parfait état de conservation a tout d'abord fait croire à une mise à mort récente, car le corps avait encore, au cou, la corde avec laquelle il avait été pendu.

On a néanmoins pu déterminer, grâce à l'analyse de pollens, que l'homme de Tollund avait vécu au IV^e siècle av. J.-C. (vers -350). Il appartenait vraisemblablement à un peuple germanique. Les doigts de l'homme étaient intacts et suggèrent qu'il ne pratiquait pas de travail manuel et qu'il occupait un haut rang social. La corde qu'il avait autour du cou ainsi que d'autres détails laissent supposer qu'il est mort lors d'un sacrifice humain. Il était alors âgé de 30 à 40 ans.

La présence de cet homme, avec de nombreux autres cadavres d'hommes, de femmes et d'animaux retrouvés dans les tourbières environnantes, a poussé de nombreux chercheurs à s'interroger. Certains évoquent un culte sacrificiel dédié aux dieux de la fertilité/fécondité (le couple Freyr/Freyja des Vikings), tandis qu'une étude menée en Irlande à partir de 2003 (*National Museum of Ireland's Bog bodies Research Project*) sur le même type de cadavres a proposé de voir dans ces morts la trace de rituels de royauté. Les morts étaient en présence d'objets semble-t-il utilisés à l'occasion de l'intronisation d'un nouveau roi et les corps auraient été déposés dans des zones marquant la frontière du domaine royal. L'historien romain Tacite évoque les sacrifices humains pratiqués lors de la cérémonie du renouveau printanier, les associant à des motivations religieuses.

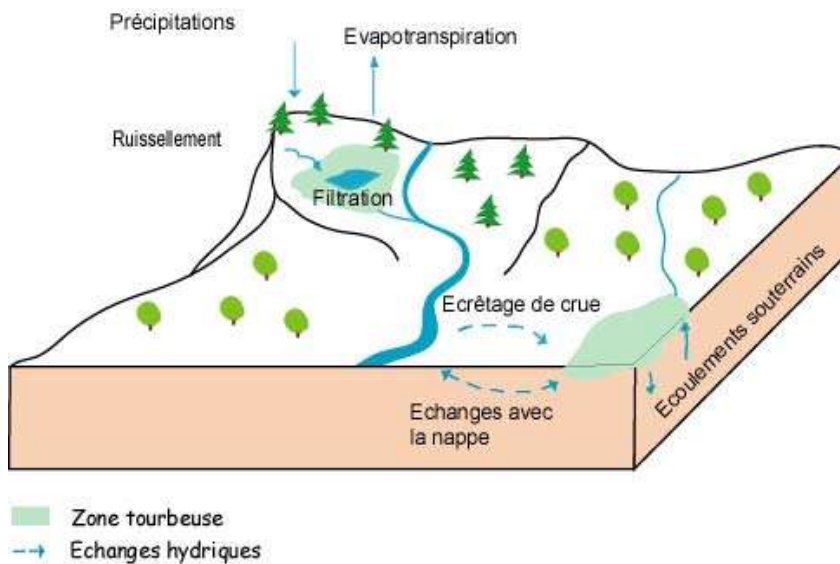
Les restes de l'homme de Tollund se trouvent aujourd'hui au musée de Silkeborg dans le Jutland.



Intérêt écologique fonctionnel

En plus de leur intérêt patrimonial, les tourbières possèdent une valeur écologique fonctionnelle. Elles assurent, en effet, une multitude de fonctions au sein de la biosphère, en participant notamment à la **purification de l'air et de l'eau**, au **stockage du carbone** ou à la **régulation des conditions climatiques locales** (évapotranspiration réduisant les périodes de sécheresse et d'échauffement). Elles sont liées aux écosystèmes environnants par des chaînes trophiques, des mouvements migratoires des animaux et par l'hydrologie.

Leur rôle dans le cycle de l'eau revêt d'ailleurs une importance capitale. Même si les tourbières ne sont pas toujours les "éponges" que l'on décrivait parfois, elles possèdent une réelle capacité de stockage de l'eau, leur permettant de retenir des volumes importants et de les restituer progressivement aux hydro systèmes adjacents. Les tourbières participent ainsi activement à la **régulation des débits des eaux** superficielles (écrêtement des crues, soutien des étiages) et souterraines (rechargement des nappes). Elles assurent également un rôle de **filtration et d'épuration des eaux** (dénitrification, piégeage et stockage des sédiments, filtration des polluants), leur permettant de restituer dans l'environnement des eaux de grande qualité, ce qui en fait des sources naturelles d'eau potable à préserver absolument.



Intérêt économique

Les tourbières offrent une multitude de ressources naturelles pouvant trouver des débouchés économiques dans le cadre d'activités humaines parcimonieuses et durables. Ces milieux étaient autrefois intégrés dans l'économie rurale où l'exploitation de leurs ressources faisait l'objet d'usages traditionnels extensifs très variés. Beaucoup de ces usages ont aujourd'hui été abandonnés.

La tourbe, par exemple, était utilisée comme **combustible pour le chauffage domestique**. C'est l'utilisation la plus ancienne de ce matériau qui s'est poursuivie, en France, jusqu'à la seconde guerre mondiale. Aujourd'hui encore, la tourbe est extraite pour servir de combustible dans les régions défavorisées de certains pays où les tourbières abondent, comme l'Irlande, l'Ecosse, la Finlande ou l'Allemagne. Si l'exploitation de la tourbe se poursuit encore en France, c'est désormais principalement pour son utilisation dans des **soutiens de cultures** destinés à l'horticulture, aux espaces verts ou au jardinage. La tourbe sert également dans divers procédés industriels grâce à ses capacités de filtration et d'échange ionique, utilisées, par exemple, dans le **traitement des pollutions par les hydrocarbures** ou pour **traiter et désodoriser des effluents d'origine humaine ou animale** (lisiers d'élevages).

Les tourbières fournissent également des **produits végétaux** pouvant être utilisés **en agriculture**. La fauche ou le faucardage des tourbières permet de récolter du foin ou de la litière pour le bétail, de produire du fumier ou du compost pour les cultures, ou de fournir des matériaux pour le rempaillage des chaises ou la couverture des toits en chaume. Les tourbières peuvent aussi servir pour le pâturage des herbivores domestiques. Certaines plantes de tourbières ont déjà révélé des propriétés médicinales et sont aujourd'hui

utilisées en pharmacologie : Droséras (effet antitussif), Trèfle d'eau (stimulation de l'appétit), Airelle des marais (combat des infections des voies urinaires). Il est probable que d'autres espèces aient des propriétés thérapeutiques encore inconnues. Enfin, certaines tourbières (bas-marais principalement) peuvent être une source importante d'espèces gibier (oiseaux d'eau) ou de poissons et présenter, de ce fait, un intérêt cynégétique ou halieutique.

Valeur paysagère, récréative et éducative

Les tourbières sont des milieux qui fascinent, intriguent, éveillent en nous une curiosité teintée parfois d'une note d'appréhension. Leur caractère sauvage, notamment celui des haut-marais ombrotrophes qui ne sont pas sans rappeler quelques paysages lointains de la toundra ou de la taïga, est propice aux divagations de l'esprit et à la réalisation de formidables voyages dans l'espace et dans le temps. L'originalité de ces écosystèmes, leur richesse faunistique et floristique, les adaptations fascinantes des êtres vivants qui s'y développent, le témoignage paléohistorique et archéologique qu'ils révèlent... incitent à aller à la rencontre de ces milieux uniques.

Jusqu'à une période encore récente, la richesse de ces milieux n'était cependant accessible qu'aux seuls spécialistes. Des initiatives sont nées, ici ou là, pour porter ces richesses à la connaissance du public, tout en développant un rôle important d'éducation et de sensibilisation à l'environnement. En effet, les tourbières sont des lieux très favorables à une approche de la nature et de la nécessité de sa conservation, car elles apparaissent comme des milieux hérités d'un passé de plusieurs millénaires, faisant partie du patrimoine commun, mais fragiles, vulnérables et sur lesquels les activités humaines font aujourd'hui peser une lourde menace. Ainsi, plusieurs sites se sont vus dotés d'équipements permettant l'accès et l'information du public : sentiers d'interprétation, expositions permanentes, visites guidées, classes vertes, chantiers nature... Ils se développent aujourd'hui, induisant souvent des retombées économiques intéressantes. Ces aménagements doivent être discrets, légers, et ces activités encadrées pour éviter toute perturbation du milieu.

X. MENACES SUR LES TOURBIÈRES

Alors que la surface des tourbières a été divisée environ par deux depuis la fin de la seconde guerre mondiale en France, ces milieux fragiles ont aussi beaucoup souffert. Or, la formation des tourbières étant un processus lent et complexe, la restauration de ces milieux est extrêmement difficile une fois leur fonctionnement hydrologique et biologique profondément perturbé.

Dans nos régions, la dégradation des milieux tourbeux s'inscrit dans le contexte d'un abandon progressif, au cours du XX^{ème} siècle, d'une utilisation extensive traditionnelle des marais d'une manière générale, et des tourbières en particulier (notamment pour l'extraction de tourbe comme combustible). Les milieux tourbeux ont alors perdu toute vocation, devenant dans l'esprit collectif des lieux incultes à « valoriser », autorisant des tentatives destructrices (et qui plus est infructueuse) de mise en culture, des **remblaiements** ou encore des **créations de plans d'eau**. Dans d'autres cas, elles ont connu une **intensification de l'exploitation** (cette fois surtout pour alimenter la filière horticole en support de culture) incompatible avec leur maintien à long terme des processus de turbification. En effet, alors que les techniques traditionnelles permettaient dans une certaine mesure la restauration spontanée d'une végétation capable de réactiver les processus de formation de tourbe, les moyens modernes d'exploitation ont rapidement dépassé les capacités de régénération des tourbières. Heureusement, en France, on se dirige maintenant vers un abandon progressif de l'exploitation des tourbières et vers le développement de supports de culture alternatifs.

Quelle qu'en soit la cause, l'atteinte la plus grande aux tourbières réside incontestablement dans les modifications hydrauliques qu'elles ont subies à l'occasion de **travaux de drainage**, d'endiguement et de rectification de cours d'eau, ou bien de pompage des nappes. Celles-ci touchent en effet au mécanisme fondamental de la formation de la tourbe. L'assèchement entraîne la minéralisation de la matière organique dont la décomposition était bloquée par la présence permanente de l'eau et provoque la disparition des cortèges floristiques spécialisés et favorisant le boisement.

Par ailleurs, la **dégradation de la qualité des eaux** par pollution et leur enrichissement en éléments nutritifs modifient fondamentalement les conditions de frugalité indispensable au maintien de l'écosystème. Ainsi, l'utilisation de fertilisants et de pesticides représente une menace claire pour les tourbières et leur

protection ne peut être efficace que si leur gestion prend en compte les pratiques agricoles appliquées au niveau des terrains environnants, voire de l'ensemble du bassin versant.

XI. EXEMPLE : LES TOURBIERES DU LUITEL

▪ Fiche d'identité :

La réserve comprend deux complexes tourbeux à 1250 m d'altitude : le lac et la tourbière du col. Ces deux tourbières acides ont la même origine glaciaire et le même âge. La tourbière du col, de moindre profondeur, a évolué beaucoup plus rapidement.

Située sur la commune de Séchilienne (Isère), les tourbières du lac et du col du Luitel sont de type limnogène minérotrophe et ombrotrophe et s'étendent sur une superficie de 17ha.

Géré par l'ONF de l'Isère, le site est classé en réserve naturelle en 1961, et Natura 2000.

Parmi la faune et la flore qu'elles abritent, on y trouve notamment la droséra à feuilles rondes, le lycopode inondé, la scheuchzérie des marais, le listère à feuilles en cœur, la petite Utriculaire, la laîche des borbiers, la canneberge, le lézard vivipare.

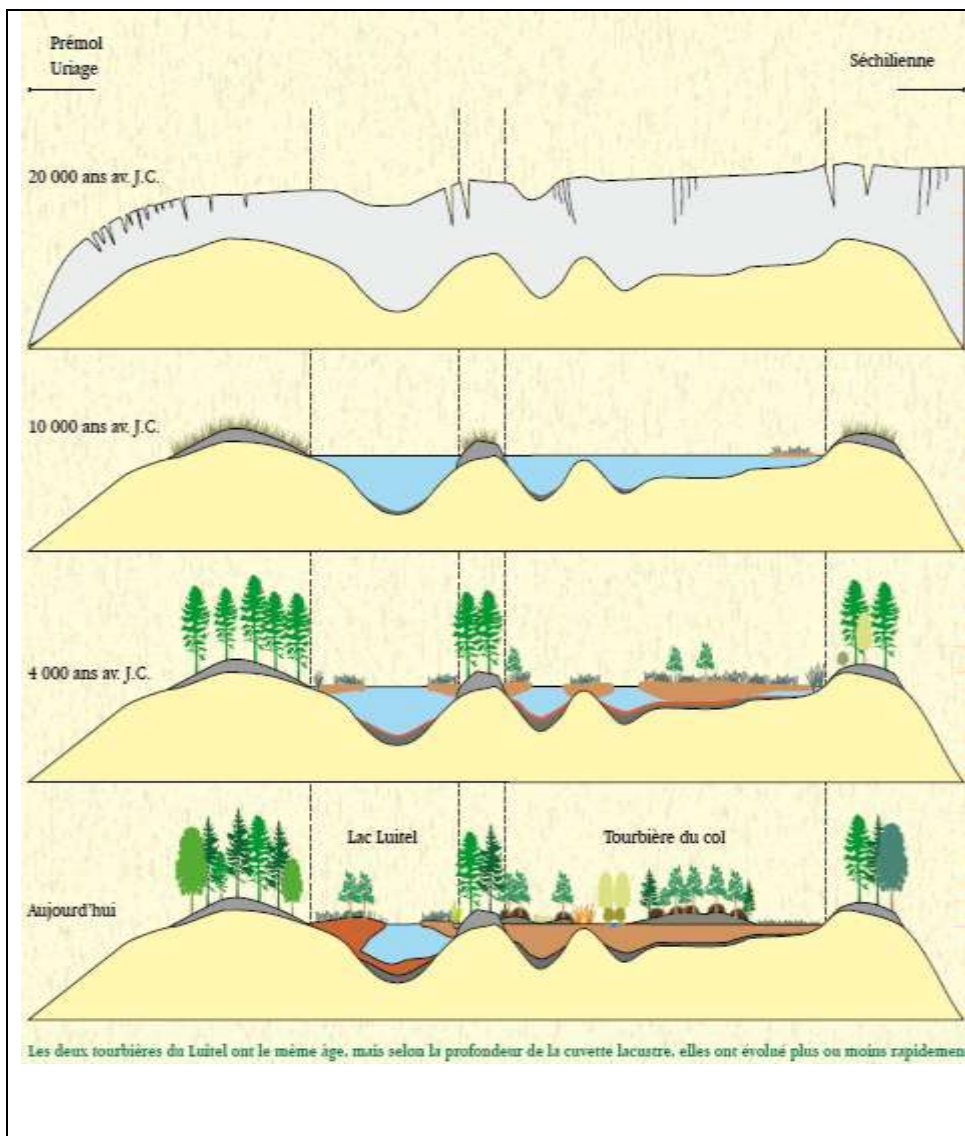


Tourbière du col du Luitel - Photo Daisy CORDEIL

▪ Physionomie particulière de l'habitat

Le lac-tourbière du Luitel est constitué de radeaux de sphaignes, flottants ou posés sur le fond de la cuvette lacustre. Ces radeaux sont principalement constitués de trois types de groupements tourbeux : les dépressions à Laîche des borbiers, Lycopode inondé et Scheuchzérie des marais, les radeaux de sphaignes "proprement dits" et les buttes ombrotrophes à Canneberge, Callune et Pin à crochets. La tourbière du col est également composée d'une variété d'habitats tourbeux, depuis la dépression à Scheuchzérie des marais jusqu'à la forêt tourbeuse de pins à crochets, à myrtilles et rhododendrons.

■ Formation des tourbières du Luitel



Il y a 20 000 ans, la région est occupée par des glaciers qui rabotent les massifs, surcreusent des vallées, en alternant des périodes d'avancée et de recul. Au niveau du Luitel, le glacier de la Romanche présente un «bras» qui passe par le col et surcreuse dans la roche plusieurs dépressions.

Le climat se réchauffe progressivement entraînant la fonte des glaciers. Les cuvettes sont envahies par les eaux formant plusieurs lacs. L'ensemble est ensuite lentement colonisé par la végétation.

Au bord des lacs, des sphaignes se développent. Associées à d'autres espèces, elles forment de véritables radeaux flottants qui progressent vers le centre des eaux réduisant la pièce d'eau libre. Du fait des conditions écologiques particulières, la matière organique mal décomposée s'accumule au fond des eaux formant ainsi la tourbe.

Une fois la cuvette lacustre comblée par la tourbe, la tourbière continue à croître. Le niveau du sol s'élève avec l'accumulation continue des plantes. On appelle ce stade «tourbière bombée». Plus le bombement s'élève, plus la tourbière «s'assèche». C'est le cas aujourd'hui de la tourbière du Col Luitel.

■ Richesse en faune et flore

Le site est notamment remarquable pour sa richesse en papillons nocturnes, très comparable à certains biotopes montagnards et froids du Doubs, du Jura ou de Haute-Savoie (exemples : *Cosmotriche lunigera forme lobulina*, *Lithomoia rectilinea*, *Lithomoia solidaginis*, *Panthea coenobita*).

Six espèces végétales protégées au niveau national sont présentes au Luitel. Cinq d'entre elles sont typiques de tourbières.

Au niveau départemental, le Luitel constitue l'une des trois stations de Lycopode des tourbières (*Lycopodiella inundata* (L.) Holub) et l'une des deux stations de Scheuchzérie des marais (*Scheuchzeria palustris* L.).



Lycopode des tourbières (PN*)

	 <i>Scheuchzérie des marais (PN*)</i>
Les plantes carnivores, exemple de l'adaptation des plantes à un milieu pauvre en nutriments, trouvent dans leurs proies l'azote qui fait défaut dans le sol. Elles sont représentées ici par trois espèces : - <i>Drosera rotundifolia</i> L. - <i>Pinguicula vulgaris</i> L. - <i>Utricularia minor</i> L. Les deux premières sont équipées de pièges adhésifs (piège à mucilage). La face supérieure de leurs feuilles est recouverte de nombreuses glandes qui rappellent des gouttelettes brillantes de rosée.	 <i>Drosera à feuilles rondes (PN*)</i>
La troisième est une plante aquatique équipée de pièges à suction. Le piège, en forme de petite outre équipée de cils sensibles, est fermé par un clapet. Il règne à l'intérieur une pression inférieure à la pression environnante. Lorsqu'un animalcule effleure ces cils, le clapet s'ouvre. Il se produit une aspiration et la petite proie piégée est ensuite digérée par des sucs digestifs.	 <i>Petite utriculaire (PR**)</i>
Les spécialistes ont dénombré plus de 410 espèces de champignons dans la Réserve. Le Luitel présente une valeur patrimoniale remarquable du point de vue mycologique par la présence de 4 espèces : <i>Armillaria ectypa</i>, <i>Entoloma marginatum</i>, <i>Suillus flavidus</i> et <i>Lactarius musteus</i>. Le Luitel est la plus ancienne station connue d'<i>Armillaria ectypa</i> qui se rencontre exclusivement dans les zones marécageuses. Extrêmement rare, elle est inscrite sur la liste rouge des espèces à protéger dans chacun des onze pays où elle existe. C'est une des 33 espèces fongiques proposées pour protection totale par la Convention de Berne.	 <i>Armillaria ectypa (cl. P-A. Moreau)</i>
Les Amphibiens et les Libellules, dont la phase larvaire se déroule en milieu aquatique sont indissociables des zones humides.	 <i>Leucorrhine douteuse</i>

Le Lézard vivipare (*Lacerta vivipara*)



Le Lézard vivipare vit dans les zones humides de montagne, particulièrement dans les tourbières. On le rencontre jusqu'à 2500 mètres dans la région. Son aire de répartition est, par ailleurs, la plus nordique de tous les reptiles de la planète. Mais, pour survivre dans un environnement aussi rude, ce lézard d'allure banale montre un mode de reproduction tout à fait original : l'ovoviviparité. Contrairement aux autres lézards qui pondent des œufs à coquille calcifiée, les petits lézards vivipares se développent préalablement dans le ventre de la femelle et sortent autonomes. Mais, plus extraordinaire encore, ce lézard est protégé des grands froids de l'hibernation par une molécule antigèle produite par son foie !

17 espèces de libellules fréquentent la réserve. Parmi elles, 3 sont strictement inféodées aux tourbières : *Somatochlora alpestris*, *Somatochlora arctica* et *Leucorrhinia dubia*.

Les amphibiens sont au nombre de 3 espèces : le crapaud commun, le triton alpestre et la grenouille rousse.



Leucorrhinia dubia

▪ **Problématiques de gestion**

En termes de gestion, la réserve est principalement confrontée à deux problèmes liés à l'eau. Le lac est soumis à une perturbation qualitative : pollution par le sel de déneigement. Cette perturbation a déjà provoqué une modification importante des populations d'algues phytoplanctoniques. L'objectif principal de gestion du lac est donc la réflexion, puis la mise en oeuvre de méthodes permettant de réduire, voire de supprimer, les entrées d'eau salée dans le lac. Une dérivation expérimentale a été mise en place ; si sa mise en oeuvre a eu un effet, il importe de poursuivre et d'approfondir la réflexion en impliquant tous les acteurs et en sollicitant toutes les compétences. La tourbière du col, elle, est menacée par une perturbation quantitative des apports d'eau. L'abandon pastoral, la progression de la forêt sur le bassin versant, soit naturellement, soit du fait de la politique de reboisement menée dans les années 1960, ont nettement modifié les apports d'eau dans la tourbière, entraînant une colonisation de celle-ci par l'Épicéa et une certaine banalisation de la flore présente sous le couvert des épicéas (une coupe de ces arbres a d'ailleurs été entreprise en 2004). L'objectif principal de gestion de la tourbière du col est donc une amélioration du déficit du bilan hydrique, par réduction des pertes et augmentation des apports liés au versant. Pour mener à bien cet objectif, une étude hydrologique a été initiée par le gestionnaire, à l'aide de piézomètres manuels. Elle se poursuit par une étude géophysique et hydrologique menée par des scientifiques. Les objectifs secondaires concernent la protection des amphibiens, la conservation d'espèces rares, et la protection physique des milieux tourbeux.

▪ **Exemples de menaces et de gestion du site**

⇒ **Gérer la colonisation de la tourbière du col par les épicéas**

La tourbière du col au Luitel est soumise à une perturbation quantitative du bilan de l'eau qui entraîne une colonisation centripète de la tourbière par l'épicéa. L'objectif principal de gestion de la tourbière du col est donc une réduction du déficit du bilan hydrique, par limitation des pertes et augmentation des apports minérotophiques liés au versant.

Pour limiter la colonisation de la tourbière par l'Épicéa (qui concurrence et élimine les espèces typiques de tourbière et contribue à assécher le milieu par transpiration), une coupe a été réalisée en 2004.

Les plus gros épicéas situés en périphérie de la tourbière ont été exploités classiquement, mais sans pénétration d'engins dans la tourbière et en utilisant de l'huile biodégradable pour les tronçonneuses. Les arbres ont été débusqués entiers (c'est-à-dire avec les branches) au câble depuis la route ou piste périphérique, puis ébranchés dans la forêt voisine. Les plus petits arbres ont été exploités manuellement ; une partie d'entre eux a été broyée et les copeaux obtenus ont servi à matérialiser le sentier de la réserve naturelle.

⇒ **Identifications des perturbations liées au sel de déneigement par des suivis à long terme**

Les tourbières d'altitude sont souvent menacées par l'impact des domaines skiables et par le sel. La tourbière du Luitel fait partie de ces cas de figure. L'existence de données anciennes (1950) et une étude de l'eau du lac en 1999 (peuplement phytoplanctonique et physico-chimie) ont permis de mettre en évidence une augmentation de la concentration de chlorure dans l'eau de 3,7 à 49 mg/L.

Il est apparu que le Lac Luitel accumule plus de sel qu'il n'en évacue. Les pics d'entrée de sel sont liés au salage de la route et à la fusion nivale. Toutefois, le sel absorbé dans les sols du bassin versant arrive tout au long de l'année. La conductivité a été mesurée jusqu'à 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (400 $\mu\text{S}/\text{cm}$ pour l'eau potable).

La modification des peuplements de phytoplancton est un fait. Une espèce, absente en 1951 devient dominante : il s'agit de *Synechocystis salina*, petite cyanobactérie qui constitue plus de 42 % du peuplement actuel total.

L'objectif principal de gestion du lac est donc la réflexion puis la mise en oeuvre de méthodes permettant de réduire, voire de supprimer les entrées de sel dans le lac.



Tourbière du Lac Luitel – Photo Daisy CORDEIL

GLOSSAIRE

Acide (solution) : solution dont le pH est inférieur à 7. Une tourbière est dite acide lorsque son pH est inférieur à 5.

Acrotelme : couche la plus superficielle de tourbe soumise au battement de la nappe phréatique. Dans ce milieu aérobie, la minéralisation de la matière organique est encore importante (voir aussi catotelme)

Alcalin : une solution alcaline (ou basique) est une solution riche en bases dont le pH est supérieur à 7. On parle cependant de tourbière "alcaline" (ou "marais alcalin") à partir d'un pH de 5.5.

Anaérobie : se dit d'un milieu ou d'un organisme vivant dans un milieu privé d'oxygène.

Anoxie : absence ou fort déficit en oxygène ralentissant la décomposition de la matière organique.

Atterrissement : comblement progressif d'un milieu aquatique par accumulation de matière végétale et sédimentation minérale.

Autotrophe (organisme) : se dit d'un organisme capable de synthétiser de la matière organique à partir d'éléments minéraux (en utilisant l'énergie lumineuse ou celle provenant de l'oxydation de matière inorganique). C'est le cas des végétaux photosynthétiques et des cyanobactéries. (antonyme : hétérotrophe).

Biocénose : ensemble des organismes vivant dans un biotope donné.

Biotope : milieu physico-chimique déterminé dans lequel vivent différents organismes. L'association d'un biotope et d'une biocénose forme un écosystème.

BP : "before present". Unité utilisée en palynologie et en archéologie pour exprimer les âges en nombre d'années (ex : 12000 BP = il y a 12000 ans, en réalité 12064 ans puisque le "présent" restera par convention l'année 1950, la différence à l'échelle des périodes considérées étant négligeable au regard de la précision des techniques isotopiques).

Catotelme : couche inférieure de la tourbe, la plus épaisse, anaérobie et constamment immergée. La matière organique ne s'y décomposant quasiment plus, elle s'y accumule et s'y tasse fortement (voir aussi acrotelme).

Chélicère : appendice buccal double jouant le rôle de mâchoire chez les Chélicérates. Ceux des araignées sont généralement munis de crochets vulnérants (mais pas toujours, comme chez les Uloboridae pour rester dans nos régions).

Diagénèse : ensemble des processus qui transforment progressivement un sédiment en roche sédimentaire (en premier lieu l'augmentation de pression et de température).

Drainage : action d'évacuer un trop-plein d'eau (ou une quantité jugée telle) par un réseau de fossés et de drains. Les terrains sont en général drainés pour pouvoir être cultivés ou urbanisés.

Ecologie : étude des interactions entre les organismes et leur environnement (en conditions naturelles) et entre les organismes eux-mêmes. Cette science interdisciplinaire s'appuie donc aussi bien sur la physique, la chimie, la biologie, la géographie, etc.

Ecosystème : voir biotope.

Endophyte (ponte) : ponte d'invertébré à l'intérieur des tissus d'une plante, par exemple dans la moelle d'une tige chez certaines libellules ou sauterelles.

ENS : Espace Naturel Sensible.

Etiage : période annuelle moyenne au cours de laquelle un cours d'eau ou une nappe alluviale est à son niveau le plus bas.

Euryèce : espèce ubiquiste n'ayant pas d'exigence écologique particulière, au spectre assez large (antonyme : stenoèce).

Eutrophe : riche en éléments organiques assimilables (antonyme : oligotrophe).

Eutrophisation : enrichissement d'un milieu en matières organiques azotées et phosphatées, provenant généralement d'effluents agricoles et souvent préjudiciables à la biodiversité.

Exuvie : ancienne cuticule laissée par une larve d'arthropode après une mue.

Filières : appendices abdominaux des araignées produisant la soie leur permettant de tisser leurs toiles.

Fluviogène (tourbière) : tourbière issue des crues périodiques d'un cours d'eau ou des percolations d'une nappe alluviale.

Gonidie : terme inapproprié utilisé pour désigner les cellules haploïdes assurant la photosynthèse chez certaines algues et cyanobactéries, présentes dans le thalle des lichens.

Gouille : dépression remplie d'eau d'une tourbière, "trou d'eau" parfois profond.

Haut-marais ou tourbière haute : tourbière ombrogène bombée par les sphaignes, généralement très acide et alimentée uniquement par les eaux de pluie ou de neige.

Hélophyte : plante hygrophile aérienne dont la base est immergée, vivant les "pieds dans l'eau".

Hygrophile (espèce) : organisme étant plus ou moins lié aux zones humides ou présentant un fort degré d'humidité.

Lac-tourbière : tourbière se développant sur les berges d'un lac ou d'un plan d'eau, la ceinture de végétation finissant par recouvrir entièrement la surface (on parle alors de "radeaux flottants" ou de "treublants").

Mésotrophe : intermédiaire entre oligotrophe et eutrophe.

Minéralisation : transformation de la matière organique en matière minérale accompagnée d'émission de gaz. Les minéraux produits seront assimilables par les organismes autotrophes (végétaux) qui seront à leur tour consommés par les organismes hétérotrophes (animaux et végétaux) : c'est le cycle de la vie.

Oligotrophe : pauvre en éléments organiques assimilables (antonyme : eutrophe).

Ombrogène : se dit des tourbières alimentées exclusivement par les eaux météoriques.

Palynologie : discipline scientifique étudiant les grains de pollen et les spores contenus dans les sédiments, en particulier la tourbe. La palynologie permet entre autres de reconstituer les successions végétales passées, l'histoire des paysages et les paléoclimats.

pH : « potentiel Hydrogène » traduisant l'activité des ions H^+ (protons). Une solution est neutre à $pH = 7$, acide à $pH < 7$ et basique à $pH > 7$, ce dernier étant compris entre 0 et 14. Le pH est égal à l'opposé du logarithme décimal de la concentration en protons ($pH = -\log [H^+]$). Autrement dit, à chaque unité inférieure de pH l'acidité est multipliée par 10 (ou l'alcalinité dans l'autre sens). Une solution ayant un pH de 3 sera ainsi mille fois plus acide qu'une autre à $pH = 6$.

Prosoma : partie antérieure du corps des araignées issue de la fusion de la tête et du thorax. Le prosoma porte la plupart des appendices des arachnides (pattes, palpes, pédipalpes, chélicères, hypostome, etc.)

Quaternaire : période géologique la plus récente au cours de laquelle se sont succédés plusieurs épisodes de glaciations.

Relicte glaciaire : espèce des milieux froids qui, depuis la fin de la dernière glaciation, ne subsistent que dans quelques stations fraîches résiduelles. La présence de ces espèces boréales, vivant aujourd'hui en altitude ou beaucoup plus au Nord, traduit l'étendue du dernier épisode glaciaire (Würm). A ne pas confondre avec les taxons "reliques", c'est-à-dire évolutivement très anciens, isolés et en cours d'extinction.

Rosette : groupe de feuilles radiales appliquées sur le sol, au niveau du collet de la plante.

Soligène : se dit d'une tourbière alimentée par une nappe d'eau mobile ruisselant le long d'une faible pente.

Symbiose : association d'organismes à bénéfices réciproques.

Symbiotes : organismes vivant en symbiose.

Tardiglaciaire : fin du dernier épisode glaciaire (Würm) marquant le début de l'Holocène, il y a environ 10000 ans.

Topogène : se dit d'une tourbière dont la nappe d'eau stagne dans une dépression topographique.

Touradon : motte surélevée constituée de nombreuses tiges d'herbacées poussant dans les marais (Molinia, Carex) et sur laquelle persistent les feuilles desséchées des années précédentes.

Tremblant ou radeau flottant : couche de végétation instable, généralement composée de racines et de mousses, se développant à la surface d'un lac ou d'une mare. Ces zones pouvant s'avérer dangereuses, il est déconseillé de s'y aventurer.

Trophique : relatif à la nourriture. Les réseaux et interactions trophiques d'un écosystème sont beaucoup plus complexes que ne le suggère l'idée de "chaîne" alimentaire, concept si simplifié qu'il en devient faux.

Turficole ou tyrphophile : ayant une forte affinité pour les milieux tourbeux.

Turfigénèse ou tourbification : production de tourbe par la végétation (voir les chapitres "généralités" et "flore de la lande humide").

Tyrphobionte : organisme strictement inféodé aux milieux tourbeux.

Würm : dernière période de glaciation du Pléistocène dans les régions alpines (environ -80000 à -8000 BP).

REFERENCES

KLINGER L.F., TAYLOR J.A., FRANZEN L.G., 1996, The potential role of peatland dynamics in Ice-Age initiation, *Quaternary Research*, 45, p. 89-92.

MALTBY E., PROCTOR M.C.F., 1996, Peatlands : their nature and role in the biosphere, in LAPPALAINEN E. (éd.), *Global peat resources*, Publisher International Peat Society

PAYETTE S., ROCHEFORT L. (dir.), *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*, 2001, Les Presses de l'Université Laval

Site internet : www.pole-tourbieres.org, Pole Relais Tourbières

Site internet : www.cbnbrest.fr/florepedl/html/Milieux/tourbiere.html, conservatoire biologique national

MANNEVILLE O., VILLEPOUX., VERGNE V., 1999. *Le monde des tourbières et des marais*. Delachaux et Niestlé

MANNEVILLE O., VILLEPOUX., VERGNE V. & GET, 2006 - *Le monde des tourbières et des marais ; France, Suisse, Belgique, Luxembourg*. Les références du naturaliste, édition Delachaux et Niestlé

MULHAUSER B., MONNIER G. - *Guide de la faune et de la flore des lacs et des étangs d'Europe*, édition Delachaux et Niestlé

BERENGER M., MARCIAU R., DESPLANQUE C., MANNEVILLE O. & MULLER F., 2007 - « *Les cahiers techniques* », *les tourbières à buttes de sphaignes et droséras*. Avenir, Conservatoire des espaces naturels de l'Isère / Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces naturels.

BAL B., BONNET V., GORIUS N., JORDAN D., MACHINAL S., MARCIAU R., MANNEVILLE O., MULLER F., 2010 - « *Les cahiers techniques* », *les tourbières alcalines à liparis de Loesel*. Avenir, Conservatoire Rhône-Alpes des Espaces naturels.

Réseau Tourbières Auvergne, *Les tourbières, richesse naturelle et atout économique*.

DESPLANQUE C., CAVE B. (ONF), *Réserve naturelle, Lac Luitel 1961-2011, 50 ans*.

Conservatoire des Espaces naturels / Pôle-relais Tourbières 2010, *Tourbières des montagnes françaises Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion & de gestion*.

Conservatoire des Espaces naturels / Pôle-relais Tourbières / Jardin botanique de Besançon, Université de Franche-Comté, 2013, *Voyages au pays des tourbières*.

Thierry DALBAVIE, Jean-Philippe SOLLELIET - *Les tourbières, au pays des plantes carnivores*, éditions Espaces et Recherches