

Hervé Cubizolle

PLAIDOYER POUR LES TOURBIÈRES



éditions
Quæ

PLAIDOYER POUR LES TOURBIÈRES

Hervé Cubizolle

Cet ouvrage a été publié avec le soutien
du laboratoire EVS-ISTHME de l'université Jean-Monnet
et de Clermont-Auvergne Métropole.

Éditions Quæ

RD 10

78026 Versailles Cedex

© éditions Quæ, 2024

ISBN papier : 978-2-7592-3846-0

ISBN PDF : 978-2-7592-3847-7

ISBN ePub : 978-2-7592-3848-4

www.quae.com

www.quae-open.com

Le code de la propriété intellectuelle interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique, et est sanctionné pénalement. Toute reproduction même partielle du présent ouvrage est interdite sans autorisation du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, Paris 6^e.

■ SOMMAIRE

Remerciements.....	5
Préface.....	7
Introduction. Les tourbières : des écosystèmes méconnus.....	9
PARTIE I. DE L'EAU, DE LA TOURBE ET DE LA VIE.....	15
Le fonctionnement des tourbières : l'eau, l'élément clé.....	17
Un lien primordial avec les nappes phréatiques.....	17
Le rôle des tourbières dans l'hydrologie des bassins versants.....	26
Où trouve-t-on des tourbières dans le monde?.....	31
Comment se fabrique la tourbe, ou la naissance des tourbières.....	39
Un recyclage très incomplet de la matière organique.....	39
Minérogène, ombrogène, limnogène : aux origines de l'accumulation de tourbe.....	47
La tourbe est aussi un sol, l'Histosol.....	50
La vie foisonnante mais souvent discrète des tourbières.....	55
Les tourbières, une biodiversité exceptionnelle?.....	56
La flore des tourbières.....	57
La faune des tourbières.....	70

Remonter le temps en s'enfonçant dans la tourbe	79
Les carottages dans les tourbières.....	79
Quel âge ont les tourbières?.....	81
L'histoire des paysages et des hommes racontée par la tourbe.....	91
PARTIE II. LES TOURBIÈRES ET LES SOCIÉTÉS HUMAINES	101
Comment les hommes utilisent les tourbières?	102
Cultiver les tourbières.....	102
Quand la tourbière devient marais.....	108
Les multiples usages de la tourbe.....	113
Des milieux humides dégradés mais que l'on peut restaurer	122
Des tourbières mieux protégées mais toujours très menacées.....	122
Des dysfonctionnements souvent réversibles : restaurer les tourbières.....	126
Pourquoi et comment préserver les tourbières?	138
Préserver les services rendus aux sociétés par les tourbières.....	139
En attendant l'inventaire des tourbières de France.....	154
Gérer à tout prix? Et si on fichait la paix aux tourbières?.....	157
Conclusion	167
Bibliographie	169
Lexique	174

REMERCIEMENTS

À Corinne

Au-delà du travail personnel, cet ouvrage est le fruit de collaborations et d'échanges innombrables avec maints spécialistes, scientifiques et gestionnaires, en France et à l'étranger, que j'ai plaisir ici à remercier. Ma reconnaissance va tout particulièrement à Jacqueline Argant, palynologue rattachée à l'UMR 7269 du CNRS, à Christine Oberlin, directrice du Centre de datation par le radiocarbone de l'université Claude-Bernard à Lyon-Villeurbanne, et à Jean Nicolas Haas, paléoécologue, professeur à l'université d'Innsbruck, qui m'accompagnent dans ces recherches depuis fort longtemps. Une mention spéciale aussi pour André-Marie Dendievel, que j'ai eu la chance d'encadrer avec J. N. Haas en thèse, désormais chercheur à l'École nationale des travaux publics de l'État, dont la redoutable efficacité tant sur le terrain qu'au laboratoire, mais aussi dans l'écriture des articles, en fait un collègue de choix.

Les rencontres du Groupe d'étude des tourbières¹ et de l'International Mire Conservation Group² ont toujours été très enrichissantes. J'ai une pensée émue pour mon collègue finlandais Matti Seppälä, longtemps professeur à l'université d'Helsinki et aujourd'hui décédé. Cet éminent spécialiste des tourbières à pales de Fennoscandie m'a fait découvrir ces incroyables tourbières des confins de la Norvège, de la Finlande et de la Russie, et je lui en suis très reconnaissant.

1. <https://www.pole-tourbieres.org/>

2. <https://www.imcg.net/>

Je dois aussi beaucoup aux échanges sur le terrain avec les bureaux d'études. Arnaud Tourman (GéoSolEau), Arnaud Duranel (Ecotelm) – tous deux anciens doctorants sous ma direction – et Pierre Goubet (Sphagnum) sont des interlocuteurs incontournables pour discuter de tout ce qui touche aux tourbières en France. Le premier chapitre leur doit beaucoup.

Je n'oublie pas non plus qu'il m'aurait été impossible de réaliser tous ces travaux de recherche sans financements: l'université Jean-Monnet, l'UMR 5600 CNRS EVS, les agences de l'eau, la région Auvergne-Rhône-Alpes, Clermont-Auvergne Métropole, diverses communautés de communes ou d'agglomérations, syndicats mixtes, parc naturels régionaux, très nombreux ont été les partenaires socio-économiques fiables au cours de ces vingt-cinq dernières années. Qu'ils soient assurés de ma très sincère reconnaissance.

Je tiens aussi à remercier les relecteurs de cet ouvrage: Pierre Crayssac tout d'abord, qui m'a fait découvrir l'avantage considérable qu'il y avait à pouvoir faire appel à un voisin et ami instituteur à la retraite, disponible et soucieux de l'orthographe; Louis Redaud ensuite, dont la formation universitaire en écologie, complétée par ses expériences professionnelles au Parc national de Guadeloupe et dans les services de l'État lui ont permis une lecture critique et très constructive de l'ouvrage; Annik Schnitzler, professeur à l'université de Lorraine jusqu'à son départ en retraite, puis associée au Muséum d'histoire naturelle de Paris, spécialiste incontestée de la forêt; l'équipe des éditions Quæ enfin, Christelle Fontaine et Juliette Blanchet.

Je n'oublie pas celles et ceux qui m'ont fourni des photographies: Najat Bhiry, géoarchéologue spécialiste des milieux froids nordiques, professeur au département de géographie de l'université Laval de Québec; Bart Van der Vijver, professeur au Meise Botanic Garden de Belgique; Kathy Pouliott, chercheuse à l'université Laval de Québec, Pierre Crayssac, Melvin Megne, doctorant qui travaille sur les tourbières du Gabon sous ma direction, et André Ulmer, passionné et passionnant naturaliste de France Nature Environnement Loire.

J'ai également une dette envers toutes les étudiantes et tous les étudiants, de tous niveaux académiques, qui m'ont aidé sur le terrain dans le cadre des enseignements à l'université ou dans d'autres configurations, et ce depuis la fin des années 1990.

Enfin, impossible de terminer ces remerciements sans redire ici mon admiration pour l'infinie patience de mon épouse Nicole, qui supporte stoïquement depuis plusieurs décennies mon infernale passion pour le monde des tourbières.

■ PRÉFACE

Par ses recherches approfondies effectuées sur les tourbières du Massif central, élargies à d'autres tourbières dans le monde, Hervé Cubizolle démontre une profonde connaissance de ces milieux perpétuellement saturés d'eau, aussi originaux que rares. Certes, bien des articles de haut niveau ou ouvrages de vulgarisation ont été écrits sur le sujet, mais aucun n'aborde (surtout en français) de manière aussi approfondie les diverses problématiques. On y apprend donc beaucoup sur les tourbières, tant au niveau de leur histoire naturelle que des relations que l'homme entretient avec elles depuis l'aube des temps.

Les milieux tourbeux connaissent en effet une évolution heurtée, liée bien sûr aux climats qui se succèdent depuis le début de l'Holocène, mais aussi aux influences multiples des sociétés humaines suite aux extractions de tourbe, aux drainages ou aux ennoiements, aux pompages et au changement climatique, avec son lot de canicules et de sécheresses à répétition. La saturation permanente en eau a donc sans doute été souvent partiellement perdue, quoique la tourbière y soit en partie résiliente. En fait, ce serait l'accentuation des pratiques délétères par l'homme, auxquelles s'ajoute le changement climatique actuel, qui ferait disparaître définitivement de nombreuses tourbières.

La grande question est alors de savoir s'il est possible de renaturer ces milieux hérités de climats du passé, et donc par essence vulnérables.

Hervé Cubizolle ouvre plusieurs pistes pour les aménageurs soucieux de restauration des tourbières dégradées, autant en zone tempérée que tropicale : considérer le problème à une échelle large, celle du bassin versant, et non à celle de la surface de la tourbière ; reconnecter les cours d'eau à leurs zones inondables ; intégrer les interactions entre tourbières, aquifères et cours d'eau... Ce qui met en garde, entre autres, contre les prélèvements excessifs des eaux par l'homme, même loin du site.

En revanche, l'auteur critique vivement, et à juste titre, les modes de gestion interventionnistes sur les tourbières encore fonctionnelles, par décapage, enlèvement des arbres colonisateurs, fauche, pâturage ou mise en défens, s'ils ne sont pas pleinement justifiés. Ces interventions sont en effet souvent effectuées sans véritable argumentaire scientifique autre que l'ouverture des paysages, qui est souvent représentée comme la panacée dans le milieu de la conservation de la nature.

Cette autre vision de la nature m'est particulièrement chère: ne rien faire, laisser la nature évoluer à son gré, notamment si le milieu n'est pas trop atteint par les baisses de niveau d'eau.

Cette renaissance du sauvage, qui n'est pas le sauvage de la nature intacte mais celui d'une nature ensauvagée, est actuellement timidement appliquée dans d'autres écosystèmes, et notamment les forêts. On lui reconnaît une valeur intrinsèque, celle de la spontanéité des processus écologiques. Une belle philosophie qui fait la part belle à la nature et non à l'homme, et qui finalement pourrait aider à la résilience face aux changements du macroclimat.

Alors, pourquoi ne pas en faire bénéficier les tourbières, qui sont des écosystèmes phares de la biodiversité planétaire?

Annik Schnitzler, université de Lorraine,
chercheuse associée au Muséum national d'histoire naturelle de Paris

Avertissement

Les mots suivis d'un astérisque sont définis dans un lexique en fin de volume.

INTRODUCTION.

LES TOURBIÈRES : DES ÉCOSYSTÈMES MÉCONNUS

Il est encore tôt ce matin d'octobre quand nous pénétrons dans la sapinière qui couvre de vastes surfaces dans les monts du Forez, entre 1 100 m et 1 400 m d'altitude. En ce début d'automne pluvieux et frais, la strate muscinée révèle l'humidité du sol : *Rhytidiadelphus triquetus*, *Dicranum scoparium* et *Hylocomium splendens* sont les trois espèces dominantes. Puis la sapinière cède la place à une boulaie dont la largeur n'excède pas une vingtaine de mètres. Sur le sol, une autre espèce de Bryophytes apparaît, la sphaigne (*Sphagnum*), associée au polytric (*Polytrichum commune*) qui domine ici. Une fois franchie la boulaie, nous débouchons sur un espace ouvert de quelques hectares, ponctué de pins sylvestres (*Pinus sylvestris*) et de bouleaux pubescents (*Betula pubescens*). Très vite nos pieds s'enfoncent dans la sphaigne, qui, associée à la callune (*Calluna vulgaris*), constitue des buttes de quelques décimètres de hauteur et d'un à deux mètres de diamètre. Entre ces buttes, des secteurs plans, certains inondés sous un ou deux centimètres d'eau, forment un réseau autour des buttes. Ils accueillent une plante qui se présente sous la forme d'une petite souche et qui appartient à la grande famille des Cypéracées, le *Trichophorum cespitosum*.

Nous nous arrêtons au milieu du site et enfonçons une barre de sondage dans le sol. Celui-ci n'offre guère de résistance. Ce n'est que lorsque nous atteignons la profondeur de 4,5 m que nous devons mobiliser quelques forces pour poursuivre et atteindre finalement 6,4 m. Nous sentons alors que la barre a buté sur un caillou, un bloc de granite comme ceux que l'on observe partout sur les versants granitiques alentour. Ce sol est donc épais de 6,4 m ! C'est tout à fait surprenant dans une région où les sols ne dépassent guère les 70 ou 80 cm. Dans la sapinière voisine, ils atteignent péniblement 50 cm ! Une épaisseur de 6,4 m évoque plutôt les sols rouges des régions

équatoriales, de Guyane, de Côte d'Ivoire ou du Gabon ! Qu'est-ce donc que ce sol ? Comment a-t-il pu se développer ? Et quel est cet écosystème d'eau et de *mousses* qui se développe à sa surface ?

Ce livre est né d'une volonté de partager avec un public non spécialiste, mais curieux, les connaissances acquises sur les tourbières, un écosystème humide encore méconnu et pourtant de plus en plus présent dans l'actualité. Il existe très peu d'ouvrages sur les tourbières en langue française. Les trois principaux sont très spécialisés et intéressent surtout les scientifiques, les étudiants en master et en doctorat ainsi que les professionnels de la gestion conservatoire. Pour le reste, seul un numéro spécial de la très belle revue de la Société nationale de protection de la nature, *Le Courrier de la Nature*, permet un accès plus facile aux problématiques relatives aux tourbières.

Dans cet ouvrage, nous nous efforcerons d'apporter une information scientifique solide, tout en employant un langage accessible au plus grand nombre. Nous avons évité autant que faire se peut la terminologie *scientifique*, sauf lorsque la rigueur l'imposait. Un lexique placé en fin d'ouvrage donne au lecteur les définitions des termes les moins communs. Par ailleurs, des croquis et des photographies aident à comprendre les explications proposées. Enfin, nous avons volontairement réduit la bibliographie en fin d'ouvrage. Évidemment, la rédaction de ce livre s'est nourrie d'une multitude de références, en langues française et anglaise principalement, mais qu'il est impossible de citer dans le cadre de cette édition. Par ailleurs, un grand nombre d'articles et d'ouvrages scientifiques sont peu accessibles pour un public non spécialiste. Le lecteur averti ou curieux d'approfondir certains sujets pourra néanmoins consulter une bibliographie plus consistante sur le site des éditions Quæ³ ainsi que la bibliographie proposée par le site internet du Pôle-Relais tourbière, qui est davantage orientée « gestion conservatoire »⁴.

Nous ferons le point sur ce que les scientifiques savent de l'origine, de l'histoire, du fonctionnement des tourbières. Nous verrons aussi comment les sociétés humaines ont utilisé, et utilisent encore, les ressources que procurent ces milieux. Nous présenterons les principaux services rendus aux sociétés par ces écosystèmes. Nous nous interrogerons sur les menaces qui pèsent sur ces milieux humides – extraction de tourbe, drainage, changement climatique, etc. –, mais nous verrons aussi qu'il est parfois possible de

3. <https://www.quae.com/produit/1856/9782759238460/plaidoyer-pour-les-tourbieres>

4. <https://www.pole-tourbieres.org/>

restaurer les sites pour retrouver un fonctionnement hydro-écologique normal. Notre approche est donc une approche globale, intégrée, de ces milieux inexorablement entraînés au fil du temps dans des interactions complexes avec les actions humaines. Nous rappelons également qu'environ 80 à 85 % des tourbières de la planète sont encore indemnes d'atteintes graves à leur fonctionnement. En conséquence, l'essentiel des tourbières du monde sera sauvé si des mesures de protection adéquates sont prises rapidement.

Finalement, nous avons veillé à éviter deux écueils :

– tout d'abord, celui d'une simplification excessive qui conduirait à corrompre les faits et leur interprétation. Le fonctionnement des tourbières, comme celui de la plupart des écosystèmes, n'est pas simple, les dynamiques naturelles interférant depuis fort longtemps avec celles induites par les activités humaines et, plus récemment, par le changement climatique ;

– ensuite, celui d'un pessimisme conforme à l'air du temps mais qui conduit au catastrophisme et à cette idée morbide que notre monde s'effondre, alors qu'il ne s'agit là que d'une énième mutation dans l'histoire planétaire. Et si celle-ci nous paraît plus difficile et plus angoissante que celles passées, c'est simplement parce que nous la vivons au quotidien et que rien n'est écrit quant à son déroulement et à son résultat final. Toujours est-il que répandre la peur n'est sûrement pas la meilleure solution pour mobiliser l'opinion. Que fait-on d'intelligent sous l'emprise de la peur ?

La nécessité d'une diffusion large des connaissances acquises par les scientifiques et les gestionnaires sur les tourbières nous paraît urgente. Que de choses fausses, en effet, encore lues et entendues sur les tourbières ! Il y a tout d'abord cette difficulté à les distinguer des marais. Même certains naturalistes, prisonniers d'un vocabulaire hérité d'une époque où l'on ne comprenait pas encore la spécificité du fonctionnement des tourbières, se fourvoient en désignant les tourbières par *haut-marais*, *bas-marais*, *marais de transition*. Et comme ils qualifient aussi de marais les vrais marais, on peine à les suivre ! Les étudiants notamment, et tous les publics peu familiers de ces écosystèmes, ont du mal avec cette incohérence lexicale. Pourquoi diable tant de difficulté à utiliser le mot *tourbière*, qui n'est pas un mot récent, puisqu'il apparaît pour la première fois en France dans un texte de 1289 ? Pourtant, près de 750 ans plus tard, on lui préfère toujours *marais*, un peu comme si on refusait d'utiliser le mot *chat* et que l'on nommait *petits chiens* nos félins domestiques !

La tourbière est encore très souvent associée aux régions fraîches et humides du globe. Il n'est pas rare d'entendre des guides faisant visiter un site à des

touristes ou à des scolaires affirmer que l'on ne trouve pas de tourbières dans les régions chaudes à cause de températures trop élevées et d'une évapotranspiration trop forte. La plus grande tourbière du monde, vaste comme un quart de la France, se trouve pourtant sous l'équateur, à cheval sur la République du Congo et la République démocratique du Congo. Sa découverte en 2014 par des collègues congolais et anglais a été très médiatisée, et elle continue à faire parler d'elle à cause des enjeux autour du stock gigantesque de carbone qu'elle renferme. On a bien là la preuve, si besoin était, qu'il ne suffit pas de disposer de moyens de diffusion de l'information puissants comme internet pour faire progresser la connaissance scientifique de l'opinion publique!

Une autre vieille idée fautive est celle qui attribue à la tourbière la capacité à stocker de l'eau pendant les saisons humides et à la redistribuer aux cours d'eau l'été quand il ne pleut pas et qu'il fait chaud. On imagine aisément ce qui se passerait si les choses fonctionnaient comme cela: la tourbière s'assècherait rapidement... et ce ne serait donc plus une tourbière! Les choses sont évidemment un peu plus compliquées! Nous en reparlerons.

De la même façon, on compare souvent la tourbière à une éponge, une vieille image que l'on retrouve dans des textes dès le XVIII^e siècle. Cette capacité à garder l'eau donnerait à la tourbière le pouvoir de limiter les crues. Certes, mais si la tourbière est une éponge, c'est une éponge jamais essorée, toujours saturée en eau et donc bien incapable d'en absorber davantage lorsque survient un épisode pluvieux. Et si la tourbière joue effectivement un rôle dans l'amortissement des crues, c'est ailleurs qu'il faut aller chercher l'explication. Enfin, est-il vraiment si dangereux de s'aventurer au cœur de certaines tourbières? Que d'histoires en effet à propos de la vache, du cheval, du tracteur qui s'est enfoncé et, parfois, a disparu à tout jamais dans la tourbe! Et on meurt, ma foi, assez souvent dans les tourbières! Dans les monts du Forez, à l'est du Massif central, vous pouvez ainsi visiter la tourbière de la Morte... La découverte depuis le XV^e siècle de nombreux cadavres dans les tourbières du nord-ouest de l'Europe a alimenté cette idée que, décidément, ces milieux étaient à éviter et qu'il valait mieux les drainer. Alors, qu'en est-il vraiment? Comment séparer la légende de la réalité du terrain? En fait, cela dépend du type de tourbière dans lequel on se promène. Lors d'une expédition dans les tourbières de la Terre de Feu argentine, nous nous y sommes mis à sept pour extirper un collègue allemand d'une masse d'eau et de sphagnes dont il n'aurait jamais pu s'extraire seul. Dans nombre de tourbières de Norvège, de Finlande, de Russie, du Canada, il est donc recommandé de se déplacer avec

de larges raquettes fixées sous les chaussures. En France, en revanche, le danger est assez limité. Il vient surtout des anciennes fosses d'où a été extraite la tourbe et qui offrent une tourbe jeune et peu porteuse. Il convient aussi d'être prudent sur certaines tourbières lacustres qui comportent encore une pièce d'eau libre. Quoi qu'il en soit, et par souci de préservation du milieu, il est plus raisonnable de rester en périphérie ou de suivre les caillebotis qui équipent certains sites et permettent de circuler sans piétiner la végétation et sans prendre de risque.

Dans cet ouvrage, nous nous appuyerons largement sur les connaissances acquises au cours de trente années d'études des tourbières du Massif central en général et des monts du Forez en particulier. Pour la plupart des thèmes abordés, l'expérience forézienne sera notre point de départ. Puis, au gré des démonstrations, nous entraînerons le lecteur sur d'autres terrains que nous avons parcourus un peu partout en France et dans le monde.

Les monts du Forez sont situés à l'est du Massif central, entre Clermont-Ferrand et Saint-Étienne. Il s'agit là d'un fragment de la très vieille montagne appelée *varisque*, née il y a environ 340 millions d'années et à laquelle appartenaient les Vosges et les Ardennes, mais aussi les Appalaches. Si elle présentait à l'origine une physionomie similaire à celle des Alpes actuelles, la montagne varisque a depuis été fortement érodée. Aujourd'hui, c'est désormais ce que nous appelons en France une moyenne montagne, aux altitudes modestes et au relief adouci. Les monts du Forez couvrent environ 1700 km², avec une altitude variant de 500 m dans les bassins et les vallées à 1634 m au point culminant, Pierre-sur-Haute. Plusieurs centaines d'hectares de tourbières s'y sont développés au cours des 13 500 dernières années, souvent associés à des marais. Le climat actuel, océanique et à tendance montagnarde en altitude, permet le maintien de toutes ces zones humides. C'est particulièrement vrai sur les hautes terres au-dessus de 1300 m, où les systèmes tourbeux couvrent plusieurs centaines d'hectares. Là, les précipitations, comprises entre 1200 et 1600 mm, et des températures moyennes annuelles variant entre 3 et 6 °C créent des conditions climatiques favorables aux tourbières, même si l'augmentation de la fréquence, de la durée et de l'intensité des périodes de sécheresse et des vagues de chaleur suscite de fortes inquiétudes pour l'avenir.

Ainsi, l'accélération des changements environnementaux a conduit les grands médias à s'intéresser enfin au rôle joué par les tourbières dans le fonctionnement hydrologique de notre planète. La destruction des tourbières entraîne surtout le relargage dans l'atmosphère du carbone stocké

sous forme de tourbe, ce qui accentue bien évidemment l'effet de serre. La mobilisation pour la sauvegarde des tourbières est enfin lancée. Le combat sera néanmoins compliqué tant les enjeux économiques et sociaux sont forts autour de ces milieux, notamment en Asie du Sud-Est et en Afrique équatoriale. Il est d'ailleurs toujours un peu déprimant pour des chercheurs de constater qu'il aura fallu que la situation environnementale devienne par certains aspects dramatique pour que journalistes, politiques et autres décideurs s'emparent de problématiques fondamentales pour l'avenir de nos sociétés et pourtant ignorées pendant des décennies.

Nous voilà partis pour un périple au cœur du monde des tourbières. Nous nous attarderons, certes, sur les hautes terres du Massif central. Mais nous visiterons également les tourbières des confins de la Norvège et de la Russie, celles de la Terre de Feu argentine, de Guyane, du massif de la Soufrière, des Açores, d'Europe centrale, etc. Alors, bon et agréable voyage!

PARTIE 1



DE L'EAU, DE LA TOURBE ET DE LA VIE

Les tourbières sont avant tout un monde où l'eau domine. Pas l'eau des lacs, des étangs ou des cours d'eau, mais l'eau piégée dans le sol. Cette omniprésence de l'eau crée des conditions dites *anoxiques*⁵. En prenant la place de l'air, l'eau prive en effet le milieu de l'oxygène indispensable à l'activité des communautés de bactéries, d'algues, de champignons, d'archées^{*} qui se chargent de recycler la matière organique pour la transformer en éléments nutritifs assimilables par les plantes. Peu et mal décomposée, la matière organique s'accumule donc au fil des décennies, des siècles, voire des millénaires, jusqu'à constituer un sol épais de plusieurs mètres. Ce sol, l'*Histosol* des pédologues⁵, est communément appelé *tourbe*. Il appartient à la catégorie des sols hydromorphes, c'est-à-dire des sols dont le développement est marqué par les excès d'eau.

On peut ainsi définir assez simplement une tourbière comme une zone humide caractérisée par une saturation en eau des sols permanente ou quasi permanente, ce qui permet la mise en place de conditions anoxiques indispensables à l'accumulation de tourbe et à la formation d'un sol très spécifique, l'*Histosol*.

5. À noter que, par convention, les noms des sols s'écrivent avec une majuscule et au pluriel. En revanche, les qualificatifs qui s'ajoutent à la suite du nom de la référence et qui permettent de mieux la caractériser ne prennent pas de majuscule (ex. : *Histosols Composites pachiques*, c'est-à-dire dont les horizons ont des épaisseurs supérieures à 200 cm).

C'est la différence fondamentale avec le marais, où les conditions hydro-écologiques ne sont pas réunies pour la construction d'un Histosol, puisque l'anoxie n'y est que saisonnière. Nous allons tout d'abord voir comment se mettent en place les conditions favorables au développement d'une tourbière, et notamment la saturation en eau du sol. Nous examinerons ensuite les processus d'accumulation de la tourbe.

Mais ne nous y trompons pas : la tourbière n'est en rien un milieu hostile à la vie. Celle-ci y foisonne tant dans l'appareil végétatif des plantes que dans l'humus et les tout premiers centimètres du sol. Beaucoup d'animaux, des micro-organismes aux éléphants des forêts sur tourbes africaines, s'y nourrissent, y chassent, s'y reproduisent, s'y réfugient.

LE FONCTIONNEMENT DES TOURBIÈRES : L'EAU, L'ÉLÉMENT CLÉ

L'eau est l'élément clé pour comprendre la mise en place d'une tourbière. Cette eau est fournie, d'une part, par les pluies et la neige et, d'autre part, par les précipitations occultes, c'est-à-dire la rosée, le brouillard, la brume. Mais l'eau qui approvisionne les tourbières provient également très souvent des nappes phréatiques. Or celles-ci sont évidemment alimentées par les précipitations. On comprend ainsi l'importance du cycle de l'eau pour la compréhension du fonctionnement des tourbières et les inquiétudes que suscite le réchauffement climatique en cours.

On ne trouve donc des tourbières que dans les régions où les apports en eau atmosphérique sont suffisants pour compenser les pertes par évapotranspiration, ruissellement et écoulement fluvial, et garantir ainsi le maintien à la surface ou très près de la surface de la nappe phréatique, condition *sine qua non* à la saturation en eau des sols.

Un lien primordial avec les nappes phréatiques

La sécheresse sévit depuis des mois en cette année 2021 alors que nous arpentons les marais et les tourbières qui couvrent le fond de l'alvéole* de la Croix de Barras, à 1 380 m d'altitude, au cœur des hautes terres du Forez, dans l'est du Massif central. Pourtant, la vaste cariçaie* à sphaigne qui occupe le fond de la dépression est encore en partie inondée. Et le ruisseau qui naît de cette zone humide offre un débit, certes modeste, mais tout à fait normal pour un mois de septembre. D'où vient donc toute cette eau alors qu'il n'a pas plu depuis près de trois mois, exception faite de petits orages, qu'il fait très chaud et que la végétation utilise de grandes quantités d'eau? La réponse à la question se trouve sous nos pieds...

De l'eau dans le granite

Beaucoup de tourbières n'auraient en effet jamais vu le jour et ne pourraient continuer d'exister sans la présence d'une nappe phréatique, qui leur fournit l'essentiel de l'eau indispensable à la saturation du sol et à l'accumulation de la masse de tourbe.

Une nappe phréatique est définie comme de l'eau circulant au sein d'une roche. Ce contenant poreux, fissuré ou meuble est appelé « aquiclude » par les géologues. L'ensemble, aquiclude et nappe phréatique, constitue un aquifère. La circulation de l'eau au sein de ces aquifères est complexe. Nous prendrons ici l'exemple des tourbières de têtes de bassins versants granitiques et gneissiques, car il s'agit du cas de figure le plus simple, pour lequel nous disposons d'études récentes en France et en particulier dans le Massif central. Dans d'autres contextes géologiques – sédimentaires, volcaniques, calcaires –, les choses peuvent être différentes et parfois beaucoup plus compliquées, tout particulièrement dans les domaines volcaniques. À noter que pour ne pas charger le texte nous utiliserons le mot « granite » dans une acception très large qui englobera les granitoïdes*, c'est-à-dire le granite *stricto sensu* et ses dérivés tels les granodiorites, et toutes les roches plus ou moins métamorphisées qui en sont proches minéralogiquement et chimiquement, comme les migmatites et les gneiss. Toutes ces roches comprennent dans des proportions variables du quartz, des feldspaths et des micas blancs (muscovite) et noirs (biotite).

Le granite a longtemps été considéré comme une roche imperméable incapable de stocker de l'eau, sinon très ponctuellement dans certaines zones faillées où la roche est broyée. Ce modèle hydrogéologique traditionnel, qui faisait alterner latéralement de vastes volumes de roche saine et imperméable avec d'étroits couloirs où la circulation d'eau était possible, est désormais dépassé. De nombreuses recherches menées sur le sujet ont abouti dans les années 1990 à proposer un autre modèle, multicouche celui-ci (figure 1). Dans les régions granito-gneissiques, on distingue ainsi, en progressant à partir de la surface :

- le sol épais de quelques décimètres ;
- les formations superficielles d'origine périglaciaire (arènes remaniées à blocs, éboulis) ou glaciaire (moraines) dont les accumulations peuvent atteindre 4 m ;
- l'arène granitique, généralement à dominante sablo-graveleuse, produit de l'altération physico-chimique des granitoïdes ; son épaisseur peut atteindre une vingtaine de mètres ;