

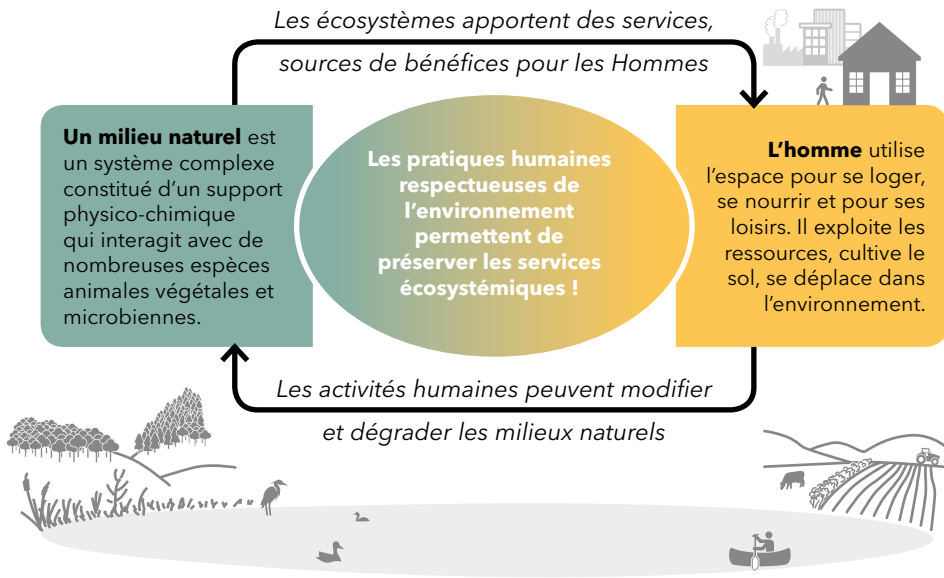


Les tourbières et lacs du massif jurassien

ENTRE TERRE ET EAU, DES SOCIO-ÉCOSYSTÈMES
AU CŒUR DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Introduction

Les **socio-écosystèmes** sont des systèmes intégrés couplant les Hommes et la Nature. Leur étude permet de comprendre les **interactions entre les sociétés humaines et leur environnement**.



Zone Atelier de l'Arc jurassien
 — Frontière franco-suisse
 - - - Limite régionale française
 - - - Limite départementale / cantonale
 ● Principales villes
 Sources : IGN, Swisstopo, Chrono-environnement

DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES PRÉSERVÉS PAR UNE GESTION ADAPTATIVE

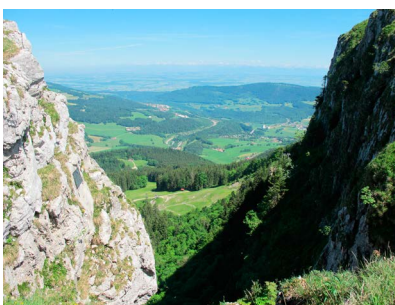


Les **services écosystémiques**, bénéfiques tirés par les hommes du fonctionnement des écosystèmes, assurent le bien-être et le maintien des sociétés humaines depuis des millénaires. On distingue les services :

- de **support** (production d'oxygène...)
- d'**approvisionnement** (production alimentaire...)
- de **régulation** (autoépuration des eaux...)
- **culturels** (esthétique, pédagogie...)



Les actions des sociétés humaines **impactent la qualité des services écosystémiques** fournis par les milieux naturels. En retour, les milieux naturels changent et contraignent les Hommes à s'adapter. On parle de **boucles de rétroaction**.



En mettant en place une **gestion adaptative** de leur environnement, les Hommes changent leurs façons d'agir et d'utiliser les ressources naturelles pour préserver la qualité des milieux naturels et pour garantir la pérennité des services apportés par la nature.



© Daniel Gilbert

© Daniel Gilbert

© Daniel Gilbert

L'Arc Jurassien

PORTRAIT D'UN MASSIF DE MOYENNE MONTAGNE

En raison de sa géologie, le massif jurassien est divisé en zones paysagères très spécifiques : plaine, côte, plateau, montagne. On distingue ainsi de l'Ouest vers l'Est, la **zone externe du vignoble jurassien** ou du faisceau de Besançon, à laquelle **succèdent deux plateaux** : le premier à l'est de Lons-le-Saunier (400 m d'altitude) et le second vers Champagnole et Ornans (700 m d'altitude). Enfin la **Haute Chaîne plissée**, composée d'anticlinaux (monts) et de vallées synclinales, débute à partir d'altitudes supérieures à 800 m. Ces trois unités géomorphologiques composent un même ensemble géologique constitué de roches sédimentaires (calcaires et marnes) datées principalement du Jurassique et déformées lors de la formation des Alpes.

Le massif jurassien se distingue par un climat **tempéré à influence océanique, continentale voire montagnarde dans la Haute Chaîne**. Les températures hivernales sont rigoureuses dans la partie Est et les précipitations sont abondantes (entre 1 200 mm sur les avant-monts et 2 000 mm sur la Haute Chaîne). Néanmoins, l'eau est rapidement absorbée par un sol peu épais et un sous-sol très drainant, en particulier là où le calcaire affleure. Les zones les plus imperméables dominées par les marnes ou recouvertes par des dépôts glaciaires favorisent l'accumulation d'eau en surface (lacs, tourbières).

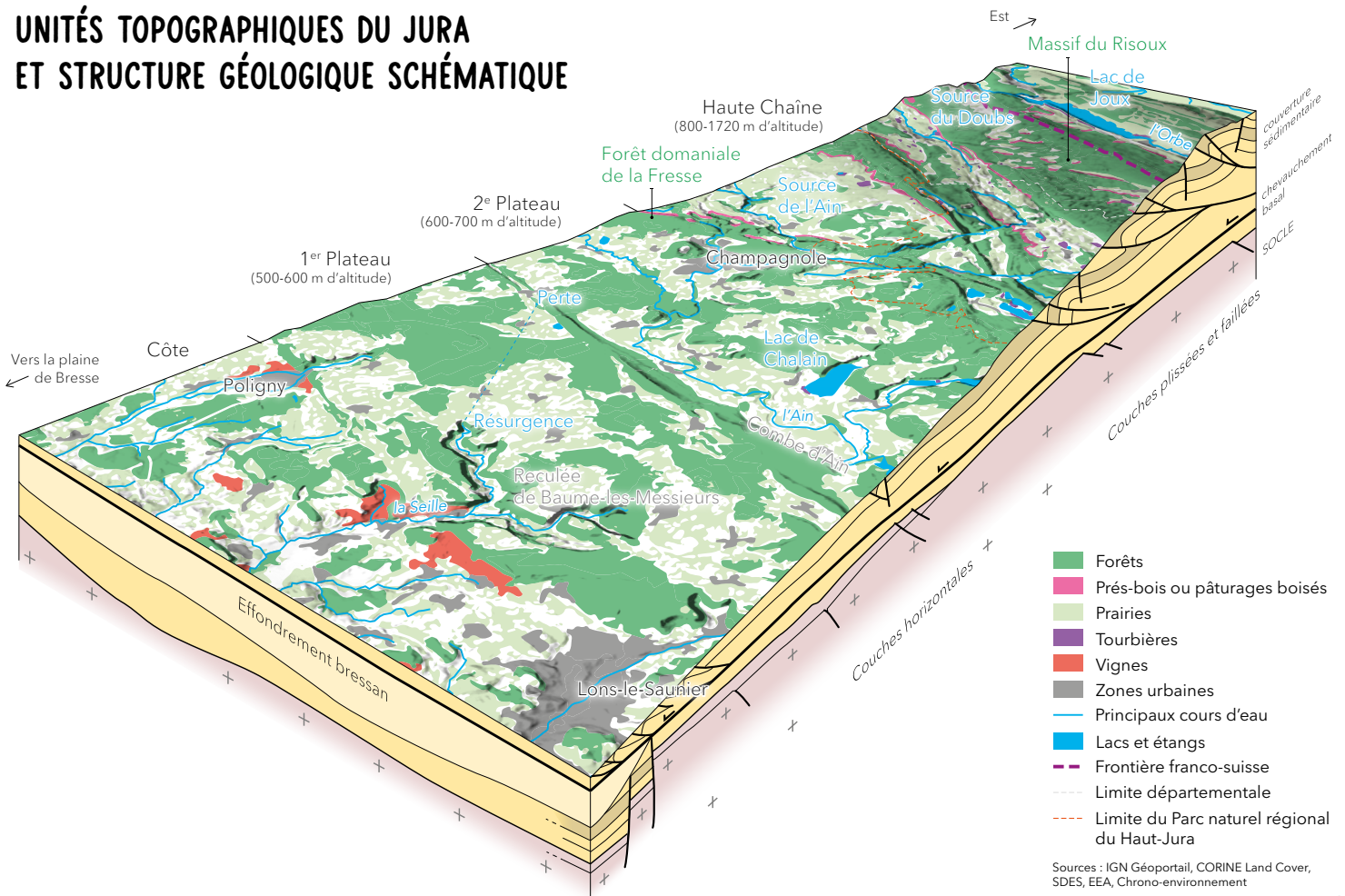
La variété des conditions géologiques, pédoclimatiques et des usages des sols ont façonné des milieux diversifiés : **forêts** (de feuillus, résineuses et mixtes), **prairies** (permanentes et temporaires), **prés-bois, rivières karstiques, lacs d'altitude, tourbières** et autres zones humides.



Paysage jurassien.

Dans le massif jurassien, les interactions entre les sociétés humaines et leur environnement sont anciennes : la présence permanente des hommes sur le territoire est attestée dès le Néolithique. C'est au cours des 3 derniers siècles, cependant, que sont apparues la majorité des pratiques susceptibles de mettre en péril la résilience de ces espaces, avec une nette accélération des transformations après 1950.

UNITÉS TOPOGRAPHIQUES DU JURA ET STRUCTURE GÉOLOGIQUE SCHÉMATIQUE



L'histoire géologique a façonné le Jura

La formation des lacs et tourbières de la montagne jurassienne résulte de facteurs tectoniques, glaciaires et climatiques. Entre - 30 000 et - 20 000 ans, pendant la **glaciation de Würm**, une large calotte de glaces couvrait les hauts reliefs jurassiens, dans la zone la plus plissée du massif (cf. livret karst & rivières 📖). Le glacier disparaît il y a 18 000 ans en laissant de nombreuses traces de son passage : il a **érodé les anticlinaux*** (les monts) et **tassé les sols dans les synclinaux*** (les fonds de vallée) en y **laissant d'importantes quantités de sédiments**. Les conditions ainsi créées ont autorisé la formation des lacs d'altitude et facilité, plus tard, le façonnement des tourbières.

* Les mots annotés d'un astérisque (*) dans ce livret sont définis dans le glossaire en page 23.

Lac de Saint-Point (25).
© Claire Suaudeau



FORMATION DES LACS

- Lors de la fonte du glacier, **les eaux ont été retenues par des moraines*** dans les fonds de vallée imperméabilisés par les sédiments glaciaires et des lacs ont pu se constituer.
- Une bonne partie de ces lacs a été **comblée peu de temps après la fin de la glaciation** par les sédiments apportés depuis les versants érodés par les eaux de ruissellement. Toutefois, au fur et à mesure du réchauffement du climat, la végétation s'est peu à peu développée, les sols se sont formés, l'érosion a ralenti et l'apport de sédiments vers les lacs s'est amoindri.
- Grâce à cela, certains lacs que nous connaissons aujourd'hui ont pu se maintenir dans le Jura **en échappant à un comblement total par les sédiments**. Saint-Point, Chalain, Clairvaux, Joux en sont quelques exemples. Cette origine glaciaire et tectonique a conditionné leur emplacement, dans le fond des vallées, et leur forme, étroite et étirée.



ZOOM SUR

LA FORMATION DU LAC DE REMORAY

avec Vincent BICHET,
Géologue, Chrono-environnement

« Les lacs de Saint-Point et de Remoray occupent une dépression dans une vallée synclinale. Le glacier a raboté les reliefs et déposé des moraines dans la vallée favorisant l'imperméabilisation de cette dépression. Les deux lacs ont donc une origine mixte, à la fois tectonique et glaciaire ».

« À l'origine, Saint-Point et Remoray ne formaient qu'un seul et même lac puis le Doubs a apporté des sédiments qui ont progressivement séparé le système en deux étendues d'eau, car un delta s'est constitué entre les deux lacs. »

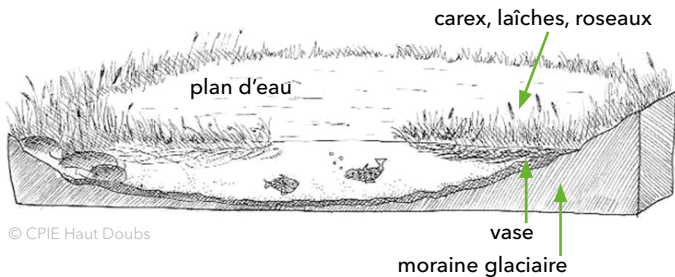
FORMATION DES TOURBIÈRES

Le Jura est un massif dominé par les calcaires, souvent fissurés ou karstifiés, favorisant le drainage de l'eau. Aussi les tourbières se sont-elles développées sur les seuls sols imperméables, comme les **marnes et dépôts glaciaires**. Leur formation a commencé **il y a 7 000 à 6 000 ans quand le climat s'est réchauffé et devenu humide**. On distingue plusieurs types de tourbières, selon le contexte dans lequel elles se sont formées : pente douce, plaine alluviale, colonisation d'un lac par la végétation... Les **lacs-tourbières** (ou tourbières limnogènes), par exemple, se sont créés par stades successifs sur plusieurs milliers d'années.

MISE EN PLACE D'UN LAC-TOURBIÈRE

Stade 1 : lacustre

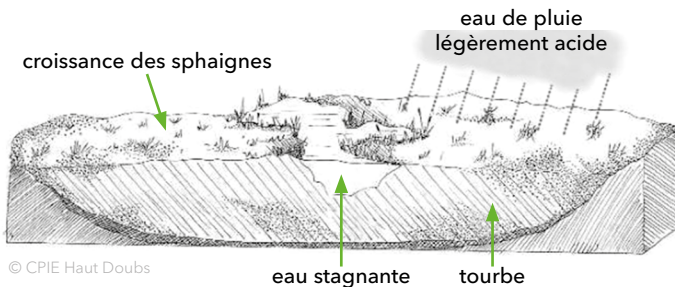
Une dépression remplie par les eaux s'est formée sur un substrat imperméable (moraine) recouvert de dépôts limoneux.



© CPIE Haut Doubs

↑ Stade 2 (bas-marais) : tourbière à carex

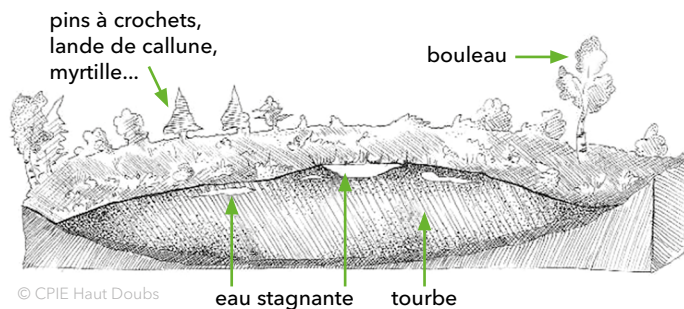
Le climat se réchauffe. Les ruisseaux du bassin apportent des eaux calcaires* qui, en précipitant*, produisent un dépôt de craie lacustre. Le plan d'eau est progressivement comblé par les végétaux (laïches, roseaux), le dépôt de tourbe fibreuse commence.



© CPIE Haut Doubs

↑ Stade 3 (haut-marais) : tourbière active

Ce sont les eaux de pluie qui alimentent la tourbière. Les mousses (sphaignes) poursuivent leur développement et la tourbière s'épaissit (voir « La turfignèse »), créant un bombement.



© CPIE Haut Doubs

↑ Stade 4 (haut-marais) : tourbière bombée

Au-delà d'une certaine épaisseur de tourbe, les mousses ne peuvent plus s'alimenter en eau. Le bombement cesse. Des végétaux comme la callune ou la myrtille apparaissent, une lande se forme petit à petit. En fin d'évolution, des arbres s'installent (pins à crochets voire bouleaux) et colonisent le milieu.



© Daniel Gilbert

Des sphaignes dans une tourbière active à Frasne (25).

10 cm

La hauteur de tourbe produite par une tourbière en un siècle

LA TURFIGENÈSE ?

Trois conditions doivent être réunies pour que les processus de production de tourbe (**turfigenèse**) s'activent :

- De **l'eau en abondance**
 - De **faibles températures**
 - Un **manque d'oxygène** lié à la saturation en eau
- Quand ils meurent, les végétaux (sphaignes* par exemple) poussant dans ce milieu ne peuvent se dégrader correctement par minéralisation* car, sans oxygène dans le milieu, l'action des micro-organismes est ralentie. Au fil des siècles, la matière organique* des végétaux s'accumule plus vite qu'elle ne se dégrade, produisant la tourbe. C'est la **turfigenèse**. Pour cette raison, les tourbières dans un stade évolutif final présentent une forme bombée, résultat de milliers d'années d'accumulation de tourbe.

© Daniel Gilbert



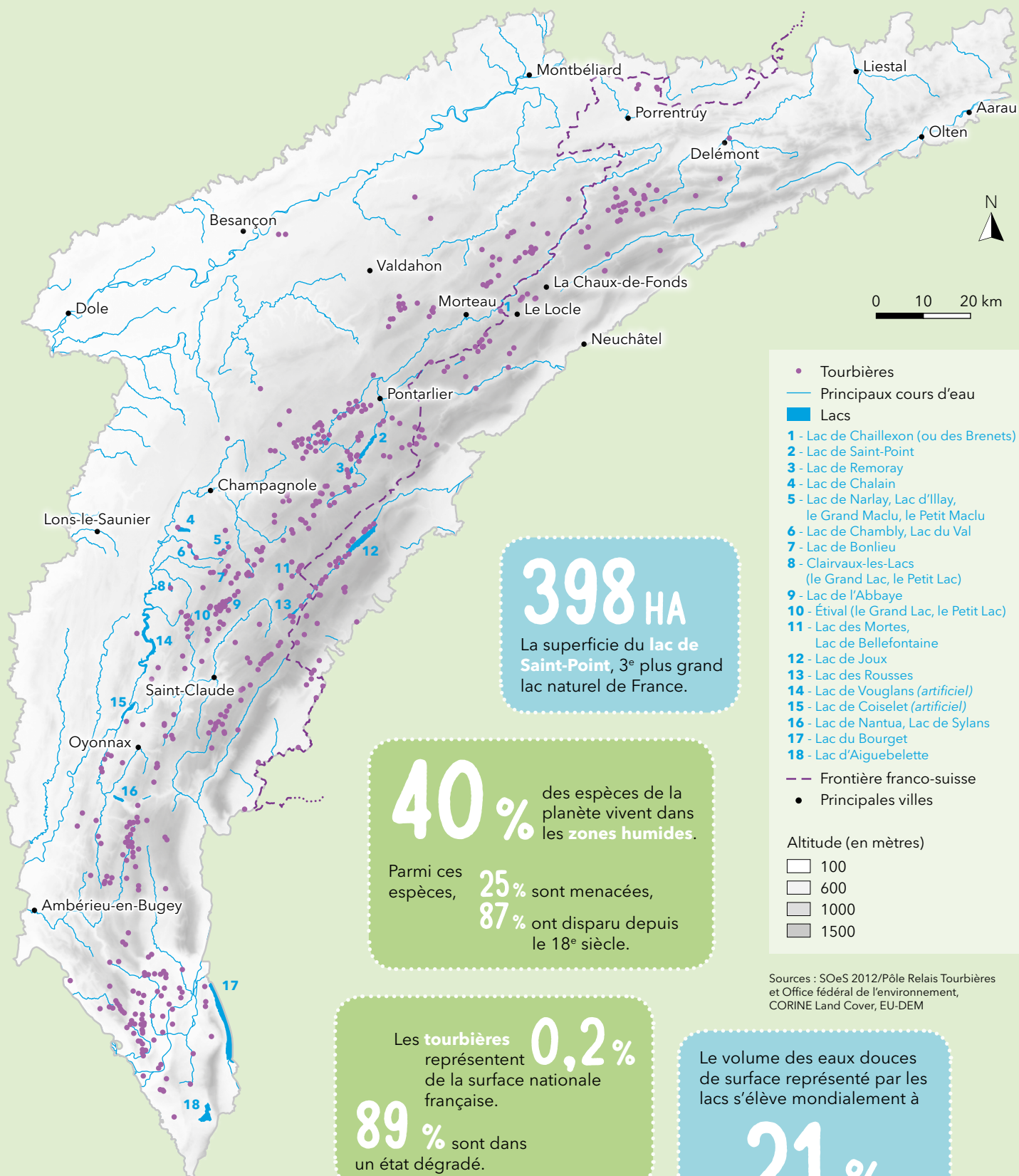
Tourbière active de Frasne (25).

© Daniel Gilbert



Tourbière bombée de l'Étui.

LES TOURBIÈRES ET PRINCIPAUX LACS DE L'ARC JURASSIEN



- Tourbières
 - Principaux cours d'eau
 - Lacs
 - 1 - Lac de Chaillexon (ou des Brenets)
 - 2 - Lac de Saint-Point
 - 3 - Lac de Remoray
 - 4 - Lac de Chalain
 - 5 - Lac de Narlay, Lac d'Illay, le Grand Maclu, le Petit Maclu
 - 6 - Lac de Chambly, Lac du Val
 - 7 - Lac de Bonlieu
 - 8 - Clairvaux-les-Lacs (le Grand Lac, le Petit Lac)
 - 9 - Lac de l'Abbaye
 - 10 - Étival (le Grand Lac, le Petit Lac)
 - 11 - Lac des Mortes, Lac de Bellefontaine
 - 12 - Lac de Joux
 - 13 - Lac des Rousses
 - 14 - Lac de Vouglans (artificiel)
 - 15 - Lac de Coiselet (artificiel)
 - 16 - Lac de Nantua, Lac de Sylans
 - 17 - Lac du Bourget
 - 18 - Lac d'Aiguebelette
 - - Frontière franco-suisse
 - Principales villes
- Altitude (en mètres)
- 100
 - 600
 - 1000
 - 1500

398 HA
La superficie du lac de Saint-Point, 3^e plus grand lac naturel de France.

40% des espèces de la planète vivent dans les zones humides.
Parmi ces espèces, **25%** sont menacées, **87%** ont disparu depuis le 18^e siècle.

Les tourbières représentent **0,2%** de la surface nationale française.
89% sont dans un état dégradé.

Le volume des eaux douces de surface représenté par les lacs s'élève mondialement à **21%**

48 M
La profondeur maximale du lac de Narlay, le plus profond des lacs jurassiens.

412 **70%** sont situées à 800 mètres ou plus.
Le nombre de tourbières dans le massif jurassien.

Sources : SOeS 2012/Pôle Relais Tourbières et Office fédéral de l'environnement, CORINE Land Cover, EU-DEM

Les tourbières et lacs

UNE REMARQUABLE DIVERSITÉ DE TOURBIÈRES ET DE LACS

Les **tourbières** et les **lacs d'altitude** sont deux milieux humides emblématiques du massif du Jura qui se concentrent majoritairement sur la Haute Chaîne, au-delà de 800 mètres.

Les **TOURBIÈRES** sont des milieux humides **gorgés d'eau**, dont les sols sont composés d'une accumulation de végétaux morts non décomposés : la **tourbe**. Un site tourbeux est en réalité souvent constitué d'une mosaïque d'habitats, dont on distingue deux grandes catégories, selon l'origine de l'eau et la végétation.

Les bas marais

Plats et connectés en profondeur à une nappe phréatique*, ils sont enrichis en minéraux par les eaux de ruissellement du bassin versant. La végétation y est dominée par les carex*.

© Daniel Gilbert



Les haut marais

Fréquents dans le Jura, ils se sont formés à partir des bas marais et sont, dans leur stade mûre, alimentés uniquement par des eaux pauvres en minéraux, issues des précipitations, des chutes de neige ou du brouillard. L'accumulation de tourbe leur donne une **forme bombée**. Les sphaignes* et éricacées* sont la végétation dominante.

© Daniel Gilbert



Il y a 74 **LACS NATURELS** dans l'Arc Jurassien. Selon leur degré de comblement par les sédiments et leur superficie, on différencie :

Les lacs **proches d'un comblement total** (sénescents), souvent d'une petite superficie et parfois supports de formation pour les tourbières
→ Lac de Cerin (0,2 ha)

© Stéphane Batigne



Les lacs dont le **comblement n'est que partiel**. Leurs eaux occupent généralement une vaste superficie.
→ Lac de Joux (950 ha)

© Gérard Calbérac



La **profondeur des lacs jurassiens** est variable, oscillant entre 48 mètres au lac de Narlay et seulement quelques mètres dans d'autres plans d'eau (7 m pour le lac de Lamoura).

Biodiversité et fonctionnement écologique

D'INCROYABLES RÉSERVES D'EAU

Les tourbières et lacs jurassiens, positionnés en amont des bassins versants*, jouent un rôle important dans le cycle hydrologique grâce à leurs fonctionnalités.

- Les lacs et tourbières possèdent d'importantes **capacités de stockage superficiel**. Les lacs sont de véritables **réservoirs en eau** : à lui seul, le lac de Saint-Point contient un volume d'eau de 81,6 millions de m³. Les tourbières retiennent de grandes quantités d'eau, retenue dans une **nappe proche de la surface** dont la hauteur varie peu selon les saisons. Les écoulements d'eau ne s'y font qu'à **vitesse très lente**.

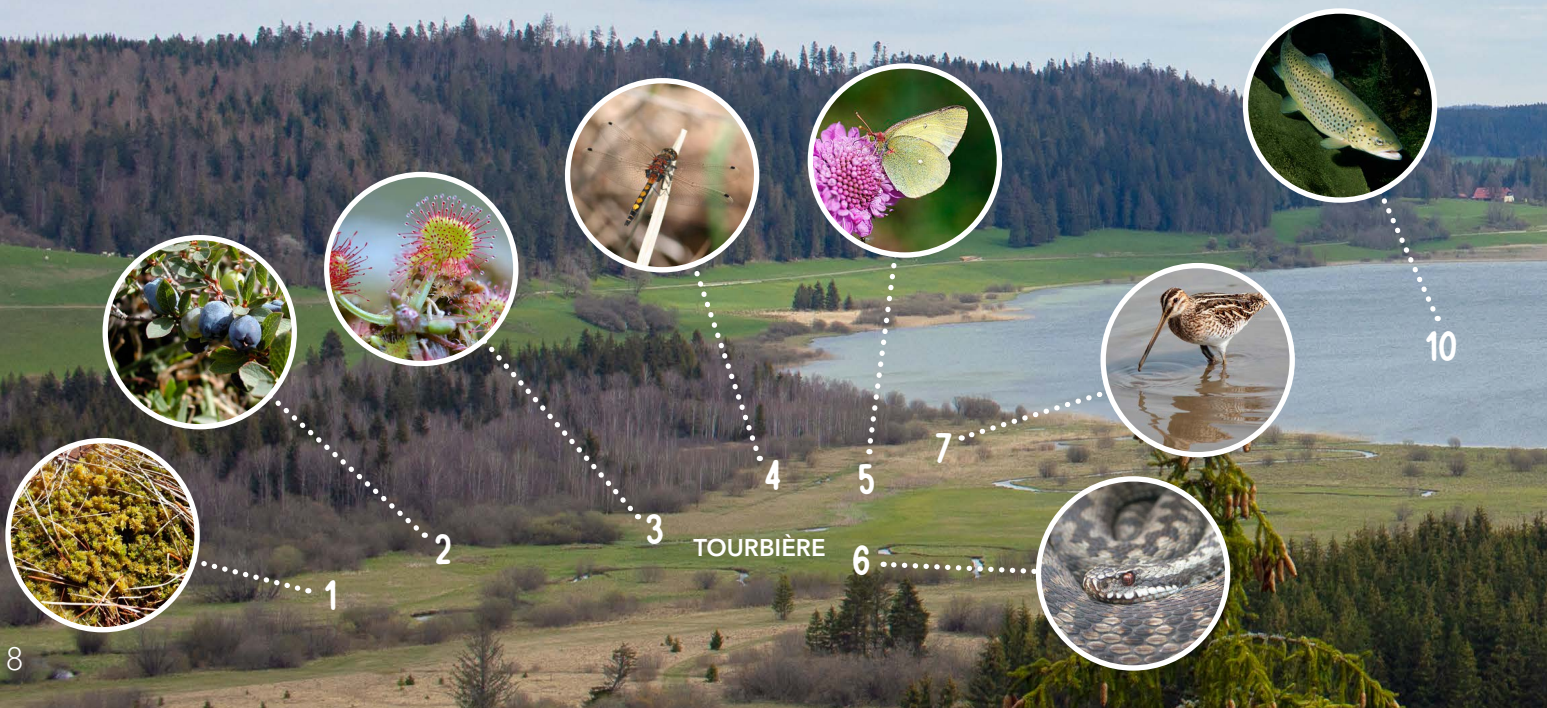
- Les lacs et les tourbières traversés par des cours d'eau peuvent jouer un rôle de **régulation des crues**. Il en va de même pour les lacs connectés aux rivières et réseaux karstiques. En cas de crues, ils écrêtent les eaux et **limitent ainsi le débordement des rivières en amont et aval**. À l'inverse, lors des sécheresses, ils alimentent les rivières en eau quand elles sont en situation d'étiage (débit minimal).
- Les tourbières sont aptes à **réguler la qualité des eaux**. Le cheminement des eaux à travers la tourbe assure par exemple leur dénitrification* partielle.

DES ESPÈCES EMBLÉMATIQUES & PATRIMONIALES

La faune et la flore des lacs et tourbières du Jura est diversifiée. En bordure de lac, les ceintures végétales constituées de plantes partiellement immergées permettent la **nidification d'oiseaux** tandis que les herbiers aquatiques, à faible profondeur, sont des **lieux de reproduction idéaux pour les poissons** (brochet, lavarets), en formant des **frayères***. Les tourbières n'abritent pas une plus grande diversité d'espèces mais celles qui les peuplent sont originales car elles sont pour la plupart **strictement inféodées à ces milieux**. Selon le stade évolutif dans lequel se trouve la tourbière (bas marais, haut marais en croissance ou mûre), la faune et la flore diffèrent sensiblement.

TOURBIÈRES

1. Les **sphaignes** dans les hauts marais
2. L'**airelle des marais** et autres **éricacées***, quand la tourbière atteint un stade mûre
3. La **drosera à feuilles rondes** (haut marais)
4. La **leucorrhine à gros thorax**
5. Le **solitaire**
6. La **vipère péliade**
7. La **bécassine des marais**



LES TOURBIÈRES ET LE STOCKAGE DU CARBONE

30%

du carbone contenu mondialement dans les sols est stocké dans les tourbières

Alors qu'elles ne composent que

3%

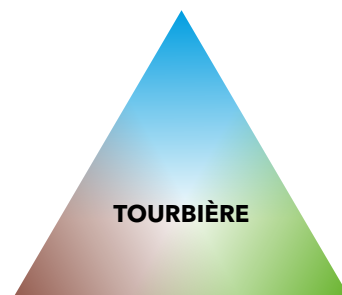
de la surface mondiale !

Les tissus des végétaux se forment par **captation du dioxyde de carbone** dans l'air. Quand une plante meurt, sa dégradation par les micro-organismes restitue le carbone à l'atmosphère. Dans les tourbières, où il n'y a que peu d'organismes décomposeurs, **le carbone contenu dans les végétaux est stocké dans la tourbe** et non renvoyé vers l'atmosphère. La tourbe est constituée de 20 à 50 % de carbone.

À échelle mondiale, les tourbières stockent dans le sol une quantité de carbone (gaz à effet de serre) équivalente à plus de la moitié du carbone stocké dans l'atmosphère !

LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES DES TOURBIÈRES

1. Régulation de l'eau



2. Stockage du carbone

3. Conservation de la biodiversité

Source : PARISH et al., 2008

Ces fonctions peuvent être fortement dégradées par les pressions actuelles (page 14 📖)

PRAIRIES HUMIDES

PARATOURBEUSES

(en périphérie de tourbières)

- 8. Le **damier de la succise**
- 9. Le **râle des genêts**

LACS D'ALTITUDE

- 10. La **truite de lac**
- 11. Le **brochet**
- 12. La **vandoise**
- 13. Le **fuligule morillon**

Crédits
1. Clémence Isac
2. David Gaya
3. Serguey Rhyzhkov
4. Pmau
5. Gilles San Martin
6. Zdeněk Fric
7. Alpsdake
8. Charles J. Sharp
9. Richard Wesley
10. Eric Engbretson
11. 0x010C
12. Akos Harka
13. Andreas Trepte
Arrière-plan : Lise Pinault



LAC DE SAINT-POINT

PRAIRIES HUMIDES

11
12
LAC DE REMORAY

13



Un lien ancien entre l'homme, les lacs et les tourbières : les pratiques passées

Lacs

LES VILLAGES LACUSTRES AU NÉOLITHIQUE

NÉOLITHIQUE (ENTRE ENVIRON 5300 ET 2200 AV. J.-C.)

Depuis le dernier retrait glaciaire, les Hommes parcourent le massif jurassien. Les agriculteurs du Néolithique et de l'âge du Bronze (entre environ 3800 et 800 avant J.-C.) s'installent en bord de lac de Chalain et de Clairvaux au gré des variations climatiques (phases régressives ou de bas niveaux lacustres).

Les villages lacustres, souvent sur pilotis, sont construits sur les rives inondables des lacs. Ces villages se maintiennent 10 à 30 ans puis sont abandonnés.

ÂGE DU BRONZE (ENTRE ENV. 2200 ET 800 AV. J.-C.) ET ÂGE DU FER (ENTRE ENV. 800 ET 27 AVANT J.-C.)

L'habitat lacustre perdure pendant l'âge du Bronze, avant d'être **brutalement abandonné au début de l'âge du Fer**, au moment où l'habitat plus terrestre devient majoritaire.

DES LIEUX DE LÉGENDES

Les lacs jurassiens sont les supports de **légendes**. À Saint-Point, par exemple, il est dit qu'une cité prospère, Damvauthier, fut engloutie par les eaux du lac.

USAGE DES RICHESSES PISCICOLES ET DES RESSOURCES EN EAU

Ces lacs représentaient **une abondante ressource en eau et poissons**.

Brochets, truites de lac ou encore vandoises abondaient dans ces milieux et bénéficiaient aux populations humaines vivant alors au bord ou à proximité de ces étendues d'eau.

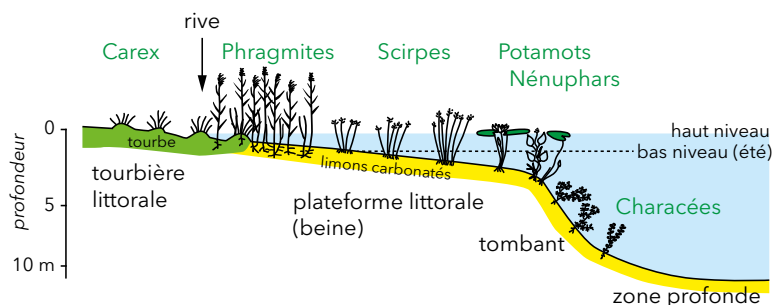


Restitution de maisons néolithiques aux abords du Lac de Chalain (Jura) (reconstruites par le Centre de recherche archéologique de la vallée de l'Ain).

ZOOM SUR

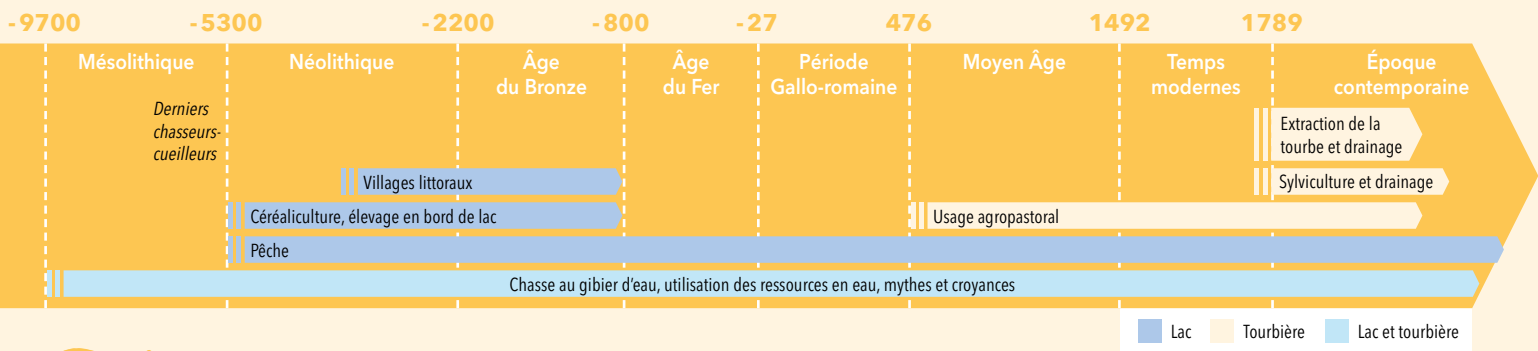
LES CRAIES LACUSTRES

La sédimentation des lacs jurassiens est composée pour l'essentiel de limons carbonatés, connus sous le nom de *craie lacustre*. L'accumulation de ces précipités carbonatés d'origine biochimique finit par édifier une plateforme littorale qui progresse peu à peu vers le centre de la cuvette lacustre. La distribution des différentes formes de concrétions carbonatées varie en fonction de la profondeur d'eau et des zones de végétation littorale et aquatique. La profondeur moyenne de l'eau, de moins en moins importante en bordure, permet alors à la tourbe ceinturant les lacs d'avancer sur ces beines lacustres et de réduire ainsi lentement leur superficie jusqu'à, pour certains, les faire disparaître complètement de disparaître complètement à l'exemple du lac de Cerin (voir photo page 7 ☞).



BON À SAVOIR

Le fonctionnement des systèmes lacustres dépend des activités réalisées à même le lac, mais il est aussi **contraint par les changements de pratiques sur l'ensemble du bassin versant*** (cf. livrets prairies ☞, forêts ☞ et karst & rivières ☞).



Tourbières

DES RESSOURCES POUR L'EAU ET LA CHASSE

De la Protohistoire au Haut Moyen Âge, l'impact de l'Homme sur l'environnement est présent mais limité. Les tourbières ont probablement servi comme ressource en eau, en gibier d'eau ou de lieu pour faire pâturer les bêtes.

USAGES AGROPASTORAUX* ET SYLVICOLES MÉDIÉVAUX

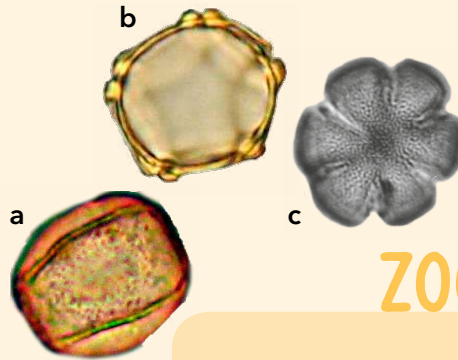
Durant la période médiévale, les marais ont mauvaise réputation, notamment en raison des maladies que les moustiques transmettent. De nombreux récits reflètent la perception parfois négative de ces milieux.

Quelques usages :

- **Exploitation ponctuelle des pessières** (épicéas) sur tourbe
- Production de **fouillage et pâturage extensif** dans les prairies paratourbeuses par les agriculteurs locaux jusqu'au milieu du 20^e siècle, ce qui maintient de milieux ouverts.
- **Creusement d'étangs** dans les tourbières, reliés à des drains, pour compenser l'absence d'eau dans un milieu karstique.

DES TENTATIVES DE RENTABILISATION SYLVICOLE

Au tournant du **20^e siècle**, les tourbières sont des milieux jugés improductifs. Dans un objectif de rentabilisation économique, les Hommes s'essaient à la sylviculture (plantations de résineux), en particulier sur les tourbières bombées en stade mûre. Cette exploitation sylvicole est souvent accompagnée du creusement de drains, destinés à évacuer l'eau de ces milieux et permettre la pousse des arbres. Entre **1960 et 1980**, les tentatives de plantations de résineux en tourbières battent leur plein, perturbant le fonctionnement de ces milieux.



Pollens de chêne (a), d'aulne (b) et de lamiacée (c) vus au microscope
© Emilie Gauthier

ZOOM SUR

UNE FONCTION D'ARCHIVE

avec **Hervé RICHARD**,
Palynologue, Chrono-environnement

« Les lacs et les tourbières constituent des archives sédimentaires uniques pour reconstituer l'histoire de la végétation et des activités humaines passées. Ils contiennent plusieurs millénaires de pluie pollinique de la végétation : les pollens sont bien conservés dans les sédiments anaérobies. Ils sont collectés par carottage (forage) puis les sédiments sont datés, ce qui nous informe qualitativement des évolutions paysagères des milieux passés. »

« Les tourbières du Jura ont pour la plupart été drainées et modifiées par les Hommes. Parfois, une importante épaisseur de tourbe a été soustraite lors de l'exploitation de la tourbière et une partie de l'information manque dans le forage, en particulier sur le dernier millénaire. »

L'EXTRACTION DE LA TOURBE (TOURBAGE)

Le début de l'extraction de la tourbe **au 18^e siècle** marque un tournant dans l'histoire de ces milieux. À l'époque, les forêts jurassiennes sont mises à mal par l'exploitation du bois des siècles passés et la pression démographique accroît les besoins en ressources combustibles. Bien que combustible d'une piètre qualité, la tourbe est utilisée par les habitants comme substitut au bois de chauffage.



bit.ly/3v9FWjv

75 000

C'est le volume (en m³) de tourbe extrait chaque année dans le Doubs au milieu du 19^e siècle

Zoom sur l'extraction de la tourbe

DIVERS USAGES



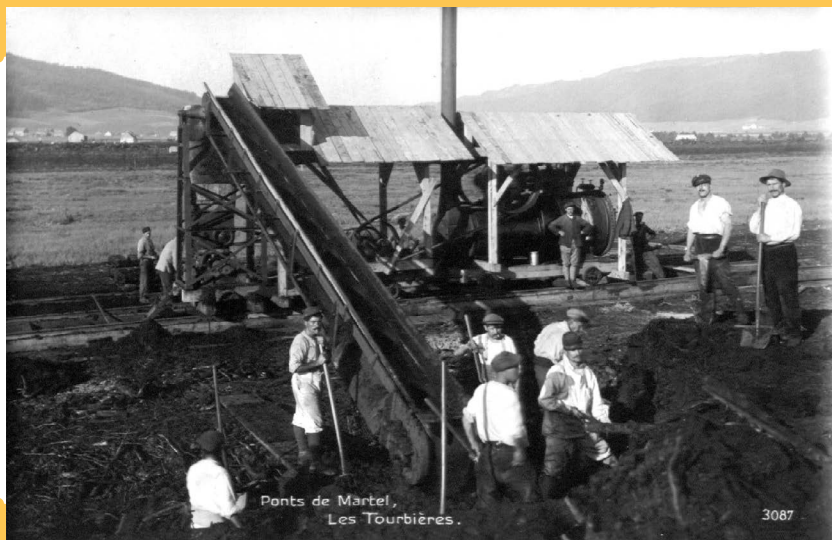
Exploitation familiale (tourbière de Frasné).

UNE EXPLOITATION À DES FINS FAMILIALES

L'extraction de tourbe a d'abord été **faite par les villageois de façon anarchique**, par creusement de trous épars dans la tourbière. Courant 18^e siècle, **les communautés villageoises contrôlent l'accès à cette ressource**, devenue essentielle en raison de la pénurie de bois de chauffage. Au printemps, chaque année, de longues parcelles étroites sont **délimitées sur la tourbière puis attribuées ou vendues aux habitants au profit de la commune**. La tourbe est extraite et séchée **sur place jusqu'à la fin de l'été**, où elle est ramassée et stockée par les villageois, qui l'utiliseront comme combustible pendant l'hiver. Héritage de ces modes d'exploitation, il n'est pas rare aujourd'hui qu'une tourbière soit possédée par plusieurs dizaines voire centaines de propriétaires.

...OU À VISÉE INDUSTRIELLE

Il existe aussi dans le Jura des **formes d'industrialisation de l'extraction de tourbe**. Plus tardif, ce type d'extraction a concerné la vente de tourbe pour le chauffage pendant les guerres mondiales. Des malaxeuses posées sur des rails ont été utilisées pour extraire l'eau et accélérer le séchage. Dans les années 60, 70 et 80, la tourbe a été extraite à des fins de production horticole (fabrication de terreau), comme sur les tourbières des Seignes (Doubs) et des Douillons (Jura).



Exploitation industrielle de la tourbe (Ponts-de-Martel).

LE SAVIEZ-VOUS ?

Loin de ralentir, l'extraction de tourbe s'est **même intensifiée au cours des deux guerres mondiales**. Le charbon étant alors rationné, l'extraction de tourbe pour le chauffage connut une importante reprise de la part des locaux. Après 1950, cependant, l'exploitation à usage familial disparaît totalement.



Drain encore actif (Frasne, 25).

La tourbière de Frambouhans (25) a été exploitée pendant 16 années après 1968 et fait maintenant l'objet d'un programme de restauration.

DES ACTIVITÉS IMPACTANTES

Bien que ces activités appartiennent désormais au passé, **les atteintes qu'elles ont portées aux tourbières jurassiennes sont encore bien réelles**. Les drains creusés en accompagnement des fosses d'exploitation, pour évacuer le trop-plein d'eau, demeurent actifs plusieurs dizaines d'années après l'arrêt de cette pratique. Par conséquent, la quasi-totalité des tourbières jurassiennes subissent aujourd'hui une **série de dysfonctionnements liés à la baisse des niveaux d'eau**. Or, l'absence d'une saturation permanente en eau provoque dans ces milieux sensibles la disparition des espèces structurantes telles que les sphaignes (page 14 ☞).

Les tourbières et lacs au 21^e siècle



PRODUCTION AGRICOLE DANS LES TOURBIÈRES

Dans le Massif du Jura, les bas marais et prairies humides font l'objet d'un usage agricole lié, en majorité, à **l'élevage bovin**. Ces milieux sont utilisés pour le **pâturage et/ou la production de fourrage**, avec une forte intensification et conversion sur certains secteurs.

55%

des tourbières de Franche-Comté sont utilisées pour l'agriculture

© Lise Pinault

Dans certains bas marais, le pâturage par des chevaux et bovins rustiques est **réalisé à des fins de conservation** par les gestionnaires car il entrave la fermeture des milieux.

RANACULTURE ?

Il s'agit d'une pêche à la grenouille rousse, populaire dans les tourbières franc-comtoises, aujourd'hui réglementée.



ACTIVITÉS SPORTIVES & TOURISTIQUES

La beauté des lacs

(« aménités » paysagères) :

- Cadre de vie
- Attractivité touristique
- Croissance de la **population, urbanisation**
- **Activités nautiques** (canoë-kayak, pédalo, paddle)

Randonnée, ski de fond et vélo autour des lacs et dans les tourbières, dont les paysages évoquent les grandes étendues nordiques.



EAU POTABLE

L'eau contenue dans les lacs sert à **alimenter les populations locales en eau potable** (usage domestique).

Le lac de Saint-Point (25) alimente en eau plus de 10 000 habitants et 14 communes. Un barrage en aval du lac veille au maintien de ses niveaux d'eau.

Sur la commune de Saint-Point-Lac,

42%

des logements sont des résidences secondaires

(INSEE, 2017)



© Lise Pinault

SUPPORTS PÉDAGOGIQUES



Les tourbières ont aujourd'hui une forte valeur patrimoniale et pédagogique :

- Sentiers **d'initiation et de découverte**, à Frasne par exemple
- Actions de **sensibilisation à la nature** (sorties scolaires, sorties naturalistes...)

CHASSE & PÊCHE



CHASSE

Gibiers d'eau (bécassines des marais, canards) dans les tourbières, prairies humides et ceintures de lacs

PÊCHE EN LAC

- Pêche aux **carnassiers** (brochets, perches...) en barque
- Pêche au **corégone**, une espèce proche de la truite **introduite** au milieu du 20^e siècle, qui apprécie les eaux fraîches et profondes des lacs.

DEPUIS 30 ANS, migration des pêcheurs des rivières vers les lacs



© Jean Weber

Pêche au corégone sur le lac de Chalain.

ZOOM SUR

LA PÊCHE AU CORÉGONE EN LAC

avec Mehdi EL BETTAH,
Hydrologue, fédération de pêche du Jura

« Il y a une vingtaine d'années, les lacs d'altitude sont devenus très attractifs pour les pêcheurs qui ne se satisfaisaient plus de la densité de truites en cours d'eau (cf. livret karst & rivières 📖). Le corégone a été réintroduit dans ces milieux à partir d'individus en provenance du lac de Neuchâtel. Comme la truite, il se nourrit d'insectes mais également de crustacés et zooplancton. Il évolue dans la colonne d'eau au gré des saisons et de la disponibilité en nourriture. Sa pêche se pratique en barque et nécessite des techniques particulières en développement sur les lacs alpins et les lacs jurassiens. Ancienne dans les lacs alpins, cette pratique est récente dans les lacs jurassiens : les personnes actuellement âgées de 70 ou 80 ans sont les précurseurs de cette pêche dans le massif du Jura. »

Des tourbières sous tension

PERTE DE FONCTIONNALITÉS LIÉE AUX PRATIQUES PASSÉES

ASSÈCHEMENT DU MILIEU

- Abaissement du niveau de la nappe
- Augmentation de la variabilité du niveau de la nappe entre saisons
- Accélération des écoulements dans la tourbière par le drainage

COLONISATION ACCÉLÉRÉE

du milieu par les plantes à fleur (éricacées) et les arbres (pins à crochets, bouleaux puis épicéas)

Accélération de processus naturels se produisant normalement sur plusieurs milliers d'années.

EFFETS SUR LA PRODUCTION DE TOURBE

- Disparition des espèces structurantes (sphaignes) et arrêt des processus de turfigenèse
- Tassement de la tourbe (subsidence)
- Reprise des processus de minéralisation de la matière organique (cf. schémas)

Les pratiques passées ont sérieusement atteint les tourbières jurassiennes, par leur **destruction** (urbanisation) ou par **altération de leurs fonctionnalités écologiques et hydrologiques**. Les répercussions sont multiples.

Colonisation d'une tourbière active par le pin à crochets, Frasne (25).



LE CHANGEMENT CLIMATIQUE...

UN FACTEUR D'AMPLIFICATION DES DÉGRADATIONS...

+1°C

L'augmentation de la température moyenne annuelle en Franche Comté entre 1880 et aujourd'hui

Le changement climatique s'accélère et se **surajoute à des menaces déjà existantes**. La hausse des températures et la répétition des sécheresses estivales ces 15 dernières années contribuent à **l'assèchement des tourbières** et à la **diminution du niveau des nappes**.

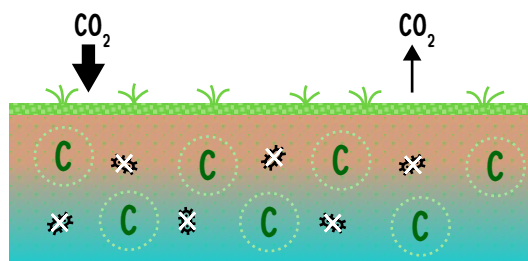
...ET AMPLIFIÉ PAR LA DÉGRADATION DES TOURBIÈRES

La capacité de stockage du carbone **n'est assurée que par une tourbière en bon état hydrologique et écologique**. Une tourbière dégradée et asséchée **renvoie vers l'atmosphère le carbone** qu'elle a accumulé.

Il existe actuellement un **enjeu de restauration** des tourbières dégradées, moins pour réduire l'effet de serre que pour **limiter la contribution des tourbières au changement climatique par libération du carbone**.

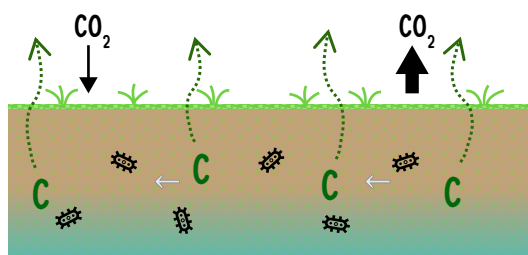
- Eau
- Sphaignes vivantes
- Tourbe
- Tourbe minéralisée
- Micro-organismes
- Circulation d'air

STOCKAGE DU CARBONE DANS UNE TOURBIÈRE EN BON ÉTAT



Eau en permanence + pas d'oxygène + absence d'activité microbienne → faible minéralisation de la matière organique → stockage du carbone (CO₂) dans la tourbe

DÉSTOCKAGE DU CARBONE DANS UNE TOURBIÈRE DÉGRADÉE



Diminution du niveau d'eau → reprise de l'activité microbienne + circulation de l'air dans le sol → minéralisation de la matière organique → déstockage du carbone (CO₂)

Mieux agir sur les tourbières

RÉHABILITER ET GÉRER

Tardivement, à la fin du 20^e siècle, les hommes prennent conscience de leurs impacts sur les tourbières et mettent en place des mesures de restauration et réhabilitation de ces milieux. Elles ont pour objectif 1) **le retour ou le maintien d'habitats et espèces protégés** et 2) **la lutte contre le changement climatique**.

Entre **2014 et 2021**, le LIFE Tourbières du Jura a permis la **restauration d'une cinquantaine de tourbières situées sur des sites protégés** (Natura 2000) de Franche Comté. Coordonnés par le CEN Franche Comté, différents acteurs du territoire (PNR du Haut Jura, Maison de la Réserve de Remoray, EPAGE Haut Doubs Haute Loue...) se sont associés pour organiser la mise en œuvre des travaux.



UNE DIVERSITÉ DE TRAVAUX

Réhabilitation

Rétablir le fonctionnement hydraulique des tourbières

Colmatage de fossés et de drains, pose de seuils pour remonter le niveau de la nappe

Restauration

Récréer des secteurs favorables à l'accueil de la biodiversité

Végétalisation de la surface, creusement de petites mares

Gestion

Entretien et suivre l'état des tourbières restaurées

Débroussaillage, fauche, pâturage extensif dans les bas marais, études et suivis

Après travaux, les tourbières doivent être aussi **résilientes*** que possible et nécessiter le moins d'intervention humaine



LA RESTAURATION DE LA TOURBIÈRE DU BIEF BELIN, MALPAS (25)

avec **Geneviève MAGNON**, chargée de mission à l'EPAGE Haut Doubs Haute Loue

À cause de son drainage, de son exploitation et de sa conversion en plantations d'épicéas, la tourbière du Bief Belin souffrait d'importants dysfonctionnements hydrologiques (variabilité et baisse de la nappe d'eau). En 2018, les travaux ont permis de corriger ces déséquilibres en comblant 800 mètres de fossés et drains.



bit.ly/3xn0yam



Les travaux en vidéo

...SENSIBILISER ET VALORISER

On protège mieux ce que l'on connaît.

Au-delà de la restauration, la diffusion des actions menées vers un large public (habitants, élus) est la clé d'une protection durable de ces espaces. Ce volet a d'ailleurs directement été intégré aux actions du LIFE Tourbières du Jura.

Restoration, sensibilisation et valorisation sont indissociables des travaux de recherche menés sur ces milieux (page 18).



Avant travaux, le site était couvert d'épicéas et parcouru de drains et fossés d'exploitation.

Comblement des fossés par des palissades en madriers de bois.



Recouvrement des palissades à l'aide de tourbe prélevée sur le site.

Après travaux, les barrages permettent la rétention de l'eau et sont recolonisés par les sphaignes.

Projections de films, conférences ouvertes au grand public, flyers



bit.ly/3xfRkM0



Labellisations de sites pour une reconnaissance patrimoniale locale et internationale

Site RAMSAR Tourbières et lacs de la montagne jurassienne (février 2020)

125 tourbières
18 lacs

Événements

Fête des tourbières du LIFE Tourbières du Jura



bit.ly/37wHawS



Des lacs sous tension

DES PRESSIONS MULTIFACTORIELLES

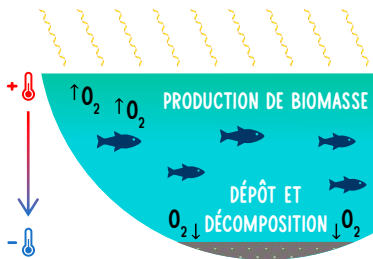
POLLUTION DES EAUX LACUSTRES

Positionnés dans des dépressions, les lacs sont les **réceptacles des pollutions** provenant des versants alentours. Ce sont des apports diffus, amenés du bassin versant vers les eaux du lac par les rivières, réseaux karstiques et le ruissellement. Divers facteurs sont à l'origine de ces pollutions, dont les modifications récentes des pratiques agropastorales (cf. livret prairies 📖). L'actuelle accumulation d'azote et phosphore dans les eaux des lacs **affecte la qualité des eaux** et conduit à leur **eutrophisation*** et leur **asphyxie**.

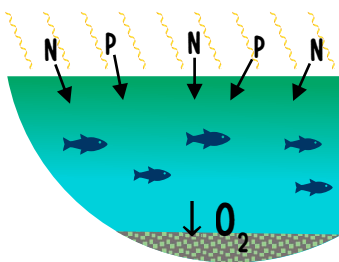


© Lise Pinault

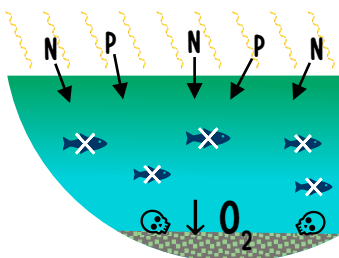
Phénomène d'eutrophisation.



1. Fonctionnement normal d'un lac. En été, dans la zone proche de la surface, chaude et lumineuse, les algues se développent. Quand elles meurent, elles s'accumulent au fond du lac, où elles sont décomposées par les bactéries qui utilisent l'oxygène présent en abondance.



2. Des apports excédentaires en azote (N) et phosphore (P) favorisent le développement excessif des algues. La matière organique s'accumule en grandes quantités dans les fonds et sa décomposition par les bactéries consomme l'oxygène (O₂) en profondeur.



3. Privés d'oxygène, les organismes vivants dans les fonds lacustres disparaissent peu à peu. La désoxygénation affecte d'abord les eaux profondes puis remonte au fur et à mesure vers les eaux en surface, nuisant à l'ensemble de la biodiversité aquatique.

- Rayonnement solaire
- Biomasse
- Dépôt de matière organique

Les eaux des lacs sont brassées deux fois par an, ce qui permet une réoxygénation naturelle de leurs eaux profondes en automne et au printemps. Toutefois, même après réoxygénation, l'intensité actuelle des apports en nutriments provoque une eutrophisation et une désoxygénation de plus en plus rapides et prolongées.

URBANISATION & SUREXPLOITATION

Considérée comme dynamique et pourvoyeuse de développement socio-économique, la zone frontalière génère aussi : **pression démographique** et **urbanisation** autour des grands lacs

Accélération des **ruissellements** sur les versants vers les lacs

Pression sur la **ressource en eau** qui vient s'ajouter à une pression sur la **qualité** des eaux

Artificialisation des berges
→ **dégradation des habitats**

55 %

La part de logements secondaires en 2018 à Malbuisson, en bordure du lac de Saint-Point

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Le changement climatique pourrait, à l'avenir, amplifier certaines atteintes sur des milieux lacustres déjà vulnérables.

- **L'eutrophisation est accrue** par le changement climatique. Le réchauffement prolongé des eaux l'été et la diminution des périodes de gel l'hiver limitent la réoxygénation naturelle des eaux par les brassages thermiques*, intensifiant l'eutrophisation.
- Quand ils sont dysfonctionnels, les lacs sont plus sensibles au changement climatique mais y **contribuent aussi**. L'absence d'oxygène et l'abondance de matière organique créent des **conditions favorables au développement dans les sédiments d'organismes producteurs de méthane**. Ce gaz est ensuite partiellement émis du lac vers l'atmosphère.

Sécheresse sur le lac de l'entonnoir (octobre 2018).



© Pinault

Mieux agir sur les lacs

CARACTÉRISER L'ÉTAT DES LACS

Avant d'intervenir pour résoudre les dysfonctionnements des lacs, il est impératif de **caractériser l'état de santé des systèmes lacustres** pour :

- Quantifier **l'ampleur des atteintes**
- Voir les évolutions de la qualité de l'eau au fil du temps, en fonction des pratiques mises en œuvre
- Prédire le **devenir** des systèmes lacustres

Pour cela, 20 lacs jurassiens sont suivis en continu par les chercheurs et gestionnaires, notamment sur deux paramètres :

La **température**, pour connaître la période de l'année à laquelle se produit le brassage des eaux et déterminer la durée de la stratification thermique

L'**oxygène**, afin d'estimer la quantité disponible pour les organismes vivants dans le lac en fonction de la période de l'année

2 MG/L

C'est la teneur d'oxygène en dessous de laquelle les organismes vivants ne peuvent se maintenir



bit.ly/3NYVwXG



Pour en apprendre plus sur les cycles thermiques



© geoterranaut

© Use Pinault



bit.ly/37yc2wU

DES PRATIQUES PLUS DURABLES, VERS DES LACS PLUS RÉILIENTS

La lutte contre l'eutrophisation des lacs passe en partie par **une modification des pratiques agricoles** visant, notamment, la **limitation et la meilleure gestion des intrants** d'origine organique (fumier, lisier) et minérale (engrais) : contrôle des épandages hivernaux faits sur sols non végétalisés, augmentation des capacités de stockage des effluents dans chaque ferme... (cf. livret prairies 📖). En améliorant la qualité des eaux des lacs, on les rend également plus résistants au changement climatique.

FÉDÉRER LES ACTEURS POUR ÉTABLIR UN DIAGNOSTIC

Modifier les pratiques agropastorales implique de mettre en réseau l'ensemble des acteurs locaux du territoire (chercheurs, gestionnaires, agriculteurs, services d'État...), pour qu'ils partagent un constat commun du problème et recherchent ensemble les solutions à l'aide de leurs expertises respectives. C'est le cas pour le lac de Remoray (voir encadré ci-contre).

ZOOM SUR



UNE INITIATIVE LOCALE POUR SAUVER LE LAC DE REMORAY (25)

UN CONSTAT Sur le lac de Remoray, les effets de l'eutrophisation sont importants. Les eaux profondes du lac sont asphyxiées sur des périodes de plus en plus prolongées. Les activités agropastorales sont en partie responsables de ce phénomène.

CRÉATION D'UN GIEE Pour trouver des solutions permettant l'amélioration de la qualité des eaux du lac, agriculteurs, Chambre d'Agriculture, élus, chercheurs et PNR du Haut Jura travaillent ensemble. Les exploitants de la fruière des lacs, rassemblant 19 exploitations et 41 producteurs, se sont rassemblés au sein d'un Groupements d'intérêt économique et environnemental (GIEE).

ÉTAPE 1

- Diagnostiquer l'état de santé du lac
- Synthèse des données existantes
 - Reconstitution de sa trajectoire passée (voir page 19 📖)
 - Étude de son état actuel

ÉTAPE 2

Diagnostiquer les pratiques agropastorales en caractérisant les méthodes de travail utilisées par les agriculteurs

ÉTAPE 3

Adapter les pratiques agricoles en fonction des points sensibles révélés par le diagnostic des activités agropastorales

De la recherche collaborative à la gestion adaptative

LA PLATEFORME SCIENTIFIQUE DE FRASNE

LE SNO TOURBIÈRES

Le **Service National d'Observation (SNO) des tourbières** est un **dispositif du CNRS** qui suit en continu quatre tourbières françaises. Dans le Doubs, la plateforme scientifique a été **créée en 2008 sur la tourbière du Forbonnet, au cœur de la Réserve Naturelle Régionale des tourbières de Frasne** dans la vallée du Druegon.

Plusieurs paramètres sont suivis en continu sur le long terme :

LA MÉTÉO ET LA PHYSIQUE DU SOL

Températures et humidité de l'air et du sol, précipitations, force du vent...

L'HYDROLOGIE

Variations des niveaux d'eau, relevés grâce à des piézomètres

LE CYCLE DU CARBONE

Importations et exportations de carbone via les eaux et les airs

L'ÉTAT ÉCOLOGIQUE DE LA VÉGÉTATION

En parallèle, des expérimentations sont menées par les chercheurs pour analyser la **résilience de la tourbière aux changements globaux**.

Plus d'infos sur les recherches menées à Frasne



bit.ly/3retyxm



© Daniel Gilbert

LA TOURBIÈRE DU FORBONNET

Drainée, exploitée, cette **tourbière active à sphaignes** a été malmenée par les activités passées, causant son **assèchement et son envahissement par les pins à crochets, bouleaux et épicéas**. De 2015 à 2016, dans le cadre du LIFE Tourbières du Jura, l'obturation des drains autour de la tourbière a permis une **restitution d'eau dans le milieu et une remontée du niveau de la nappe**.

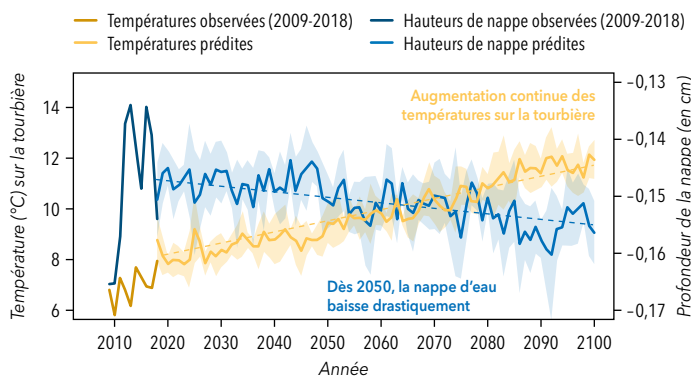


© Lise Pinault

ÉVALUER LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE SUR LES TOURBIÈRES

1) Prédire les variations des niveaux de la nappe en fonction du changement climatique

Grâce aux paramètres météorologiques et hydrologiques mesurés, les scientifiques sont capables d'**extrapoler les variations du niveau de la nappe et des températures dans la tourbière en fonction des scénarios du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat**.



Évolution des températures et des niveaux de la nappe si rien n'est fait contre le changement climatique. Source : BERTRAND et al. (2021)

Le graphique modélise ces variations **dans selon le scénario où aucun effort collectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre n'est mis en œuvre**. L'augmentation des températures et des sécheresses après 2050 provoquera une **sérieuse diminution du niveau de la nappe** affectant en premier lieu le développement des espèces architectes de l'édification et du maintien des tourbières, notamment les sphaignes.

2) Le projet PEATWARM : une mise sous serre des tourbières

Cette expérience a consisté à **analyser les effets induits par le changement climatique sur la végétation, le bilan carbone ou encore l'activité microbienne** d'une tourbière. 12 placettes ont été étudiées, dont 6 petites serres ouvertes (« Open Top Chambers ») **simulant un réchauffement d'1 °C** sur un **haut marais** (plus sec) et un **marais de transition** (humide). Les résultats sur la végétation montrent que **les plantes vasculaires et les mousses** réagissent différemment à ce réchauffement. Sur le haut marais, par exemple, les éricacées tendent à être plus abondantes avec l'accroissement des températures tandis que les sphaignes diminuent.

RECONSTITUER LA TRAJECTOIRE DES LACS JURASSIENS

OBJECTIFS

Reconstituer la trajectoire des lacs d'altitude jurassiens est l'un des principaux volets étudié par les scientifiques. En retraçant les évolutions connues par les lacs sur les derniers millénaires, par analyse des sédiments lacustres, ils sont ensuite capables de mettre en relation ces mutations avec l'arrivée de facteurs de perturbation d'origine humaine (agriculture, élevage, pollutions...) et/ou naturelle (climat). Cela permet de définir un état de référence, qui correspond à la période où le lac n'était que peu perturbé, et de comparer l'écart entre cet état de référence et l'état actuel du milieu pour évaluer l'ampleur des dégradations.

MESURER L'IMPACT DES CHANGEMENTS SUR LE CYCLE DU CARBONE

En parallèle, les chercheurs quantifient l'impact de ces changements sur le cycle du carbone et sur le fonctionnement des chaînes alimentaires. Par exemple, ils évaluent si le dysfonctionnement du lac impacte sa production de méthane (méthanogenèse) et sa consommation par les êtres vivants (méthanotrophie), car le méthane est un puissant gaz à effet de serre. Cela peut être fait par analyse de la signature isotopique du carbone dans les restes fossiles de chironomes (des larves d'insectes vivants dans les sédiments) ou encore par analyse d'ADN des bactéries consommatrices de méthane.

LE LAC DE REMORAY, UN IMPACT DES HOMMES PRÉSENT DEPUIS 150 ANS

Le lac de Remoray est sujet à d'importants problèmes d'eutrophisation et d'asphyxie de ses eaux profondes. Dans la zone morte en profondeur, certains organismes ont complètement disparu faute d'oxygène. Quand on retrace sa trajectoire, on constate que cet état est inédit dans l'histoire du lac de Remoray.

- **Avant 1750** : les activités anthropiques sur le bassin versant du lac sont peu développées et les variations du nombre de chironomes, des pigments algaux et de la quantité de carbone organique sont très modérées.
- **1750-1970** : l'agriculture (céréales et élevage) se développe. Les apports en nutriments vers le lac augmentent. La végétation algale dans le lac croît et la quantité de carbone organique accumulée au fond du lac est en hausse. Dans un premier temps, la disponibilité en matière organique profite aux organismes qui s'en nourrissent, comme les chironomes, devenus plus abondants.
- **1970 - années 2000** : tandis que l'agriculture se spécialise dans l'élevage bovin, la végétation se développe en de telles quantités que les organismes vivants ne sont plus aptes à la consommer entièrement. Elle s'accumule dans les fonds du lac, qui s'eutrophisent. Sans oxygène, les organismes pourtant résistants tels que les chironomes disparaissent.

Flux de carbone organique (g/cm²/an)



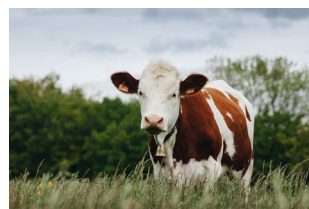
© Aterrenen Adarak

Chlorophylle (TC µg/gCorg)



© Laurent Millet

Nombre de *Sergentia* (nb/cm²/an)



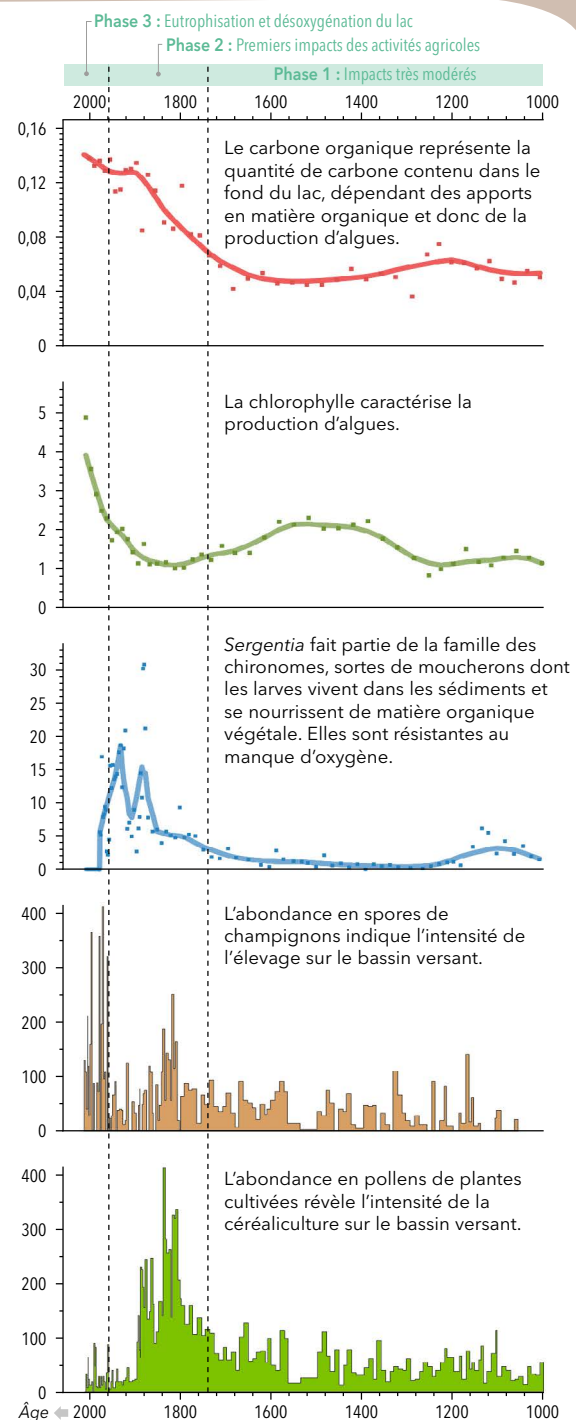
© Lise Pinault

Spores de champignons (déjections animales) (nb/cm²/an)



© Marina Shemesh

Pollens de plantes cultivées (nb/cm²/an)



Source : MILLET (2018)



Les tourbières et lacs, une imbrication de processus humains et écologiques

LA CASCADE DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES APPLIQUÉE AUX TOURBIÈRES DU JURA

QUID DES LACS ?

Les pressions impactant les lacs jurassiens résultent de l'évolution des activités anthropiques implantées sur leur bassin versant. L'atténuation des dégradations passe donc par la mise en œuvre de pratiques agricoles et industrielles durables sur les socio-écosystèmes environnants (cf. livrets prairies 🌿, forêts 🌲, karst & rivières 🏞️).



© Esprit Fugace



STRUCTURE BIOPHYSIQUE

STOCKS

- Biomasse (biodiversité)
- Nécromasse (tourbe)
- Carbone
- Eau
- Substrat imperméable

PROCESSUS

- Dynamiques des populations et communautés
- Cycle de la matière
- Cycle du carbone
- Cycles hydrologiques

FONCTIONS

- Production et accumulation de biomasse (turfigenèse)
- Rétention de l'eau et ralentissement des écoulements
- Dénitrification
- Fixation et stockage du carbone

SERVICES

- **Régulation** : crues, qualité des eaux, climat
- **Approvisionnement** : eau douce, gibier, foin
- **Culturels** : apprentissage, tourisme, activités récréatives, archives du passé

BÉNÉFICES

- Ressource
- Sécurité
- Qualité de vie
- Bien être
- Esthétique (aménités paysagères)

VALEUR

- Patrimoine naturel
- Conservation de la biodiversité
- Atténuation des changements climatiques

LIMITATION DES PRESSIONS

- Travaux de restauration hydraulique et écologique → LIFE Tourbières
- Protection réglementaire (Natura 2000)
- Suivi et gestion extensive

PRESSIONS & IMPACTS

- Pratiques passées (drainage, extraction de tourbe) → Dysfonctionnements hydrologiques
- Changement climatique → Déstockage du carbone

FAIRE DE LA RECHERCHE DANS LES ZONES ATELIERS

LES ZONES ATELIERS, DES LIEUX PRIVILÉGIÉS POUR LES ÉTUDES SCIENTIFIQUES

Une Zone atelier, c'est un espace labélisé dans lequel des laboratoires de recherche étudient les relations entre l'homme et son environnement.

OBSERVER PENDANT DE LONGUES PÉRIODES

Pour comprendre l'évolution des milieux naturels, il faut pouvoir les étudier longtemps, souvent pendant plusieurs dizaines d'années.

COMPRENDRE GLOBALEMENT

Pour comprendre les interactions entre l'Homme et la Nature, il faut mener en même temps des études dans des disciplines très différentes : géologie, biologie, sociologie, économie...



© Patrick Giraudoux

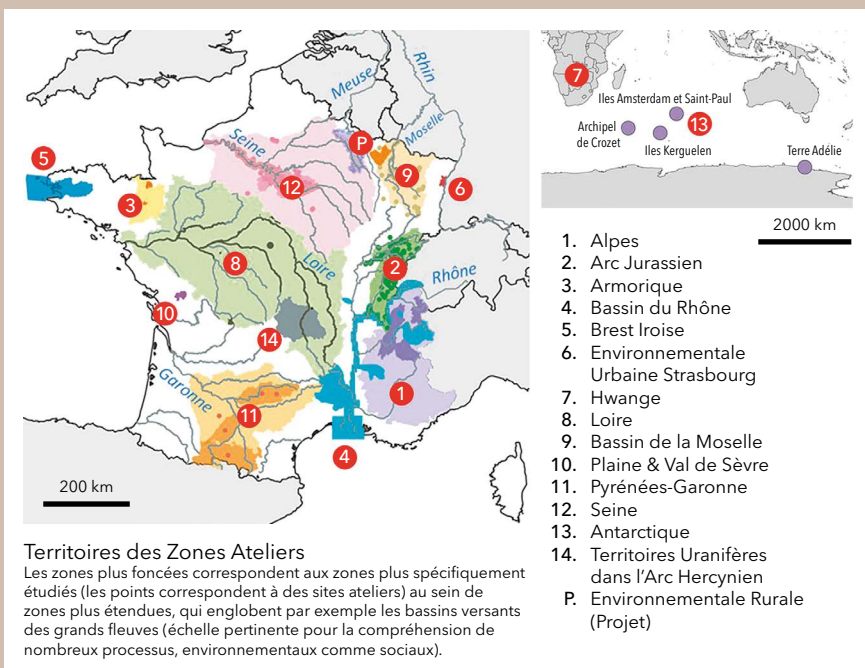
Charquemont, Doubs, 880 m alt., 29 juillet 2016 : concertation avec un collectif d'éleveurs sur le résultat de la diversification des assolements dans une zone de démarrage des pullulations de campagnol terrestre.

PARTAGER LA RECHERCHE POUR TRANSFORMER LA SOCIÉTÉ

La recherche n'appartient pas qu'aux chercheurs ! Les zones ateliers sont des lieux de partage des savoirs et des expériences entre tous les acteurs.

UN RÉSEAU NATIONAL ET INTERNATIONAL

Il existe 14 zones ateliers françaises où tous les grands écosystèmes sont représentés : des rivières aux montagnes en passant par les écosystèmes côtiers, urbains ou agricoles. Le réseau des zones ateliers fait partie d'un consortium mondial de recherche à long terme sur les milieux naturels.



GLOSSAIRE

Les mots annotés d'un astérisque (*) dans ce livret sont définis dans le glossaire.

Agropastoralisme : activité couplant, sur un territoire donné, l'élevage et l'agriculture.

Anticlinal : dans les régions géologiques plissées comme la Haute Chaîne jurassienne, il désigne les couches géologiques formant un pli convexe arrondi vers l'extérieur. Généralement, les anticlinaux correspondent aux plus hauts reliefs (monts).

Brassage thermique : dans un lac, mélange des eaux permettant leur réoxygénation et qui se produit lorsque les eaux proches de la surface et les eaux profondes sont à même température (4 °C). Dans le massif jurassien, le brassage des lacs se produit deux fois dans l'année, au printemps et en automne.

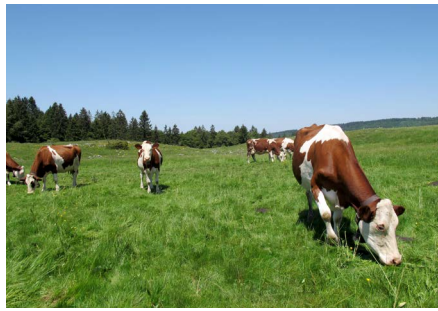
Dénitrification : processus par lequel les nitrates (azote) contenus dans l'eau sont éliminés. Il est réalisé par les bactéries dans des conditions anaérobies (sans air).

Éricacée : arbustes ou arbrisseaux affectionnant les sols acides et possédant des fleurs en cloches. Dans les tourbières, elles correspondent aux myrtilles, aux aïrelles ou encore aux andromèdes.



Éricacée.

© Patrick Ciraudoux



Vaches de race Montbéliarde.

Eutrophisation : présence, sous l'effet d'activités humaines (fertilisations agricoles, activités industrielles...), d'azote et de phosphore en excès dans les milieux aquatiques, entraînant une prolifération d'algues, qui va alors modifier la concentration en oxygène et impacter les espèces présentes (ex : hausse des mortalités piscicoles).

Frayère : lieu de reproduction des poissons et amphibiens, où la femelle dépose les œufs, souvent dans les fonds sableux et/ou vaseux des lacs.

Matière organique : part de la matière formée des êtres vivants végétaux, animaux, ou micro-organismes, formant ensemble la biomasse, ou la matière résultant de leur décomposition.

© Daniel Gilbert



Litière de sol.

Minéralisation : processus de décomposition de substances organiques ou minérales, découpées en composés plus petits et de forme plus simple, en général par une action microbienne. Dans les sols, ce processus permet la libération des éléments nutritifs de la forme organique vers une forme minérale assimilable par les racines.

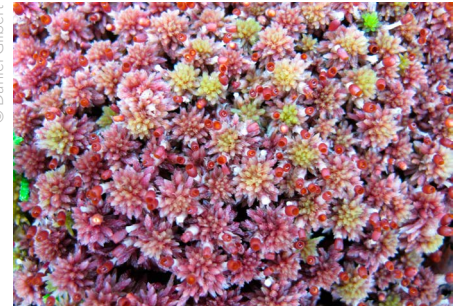
Moraine : Débris de roche érodés et entraînés par un glacier, formant un grand amas qui se maintient parfois après la fonte du glacier.

Nappe phréatique : nappe d'eau souterraine présente à faible profondeur.

Résilience : Capacité d'un écosystème ou d'une espèce à retrouver un état d'équilibre viable après une perturbation.

Sphaignes : mousses caractéristiques des tourbières dites à sphaignes. Ces végétaux croissent verticalement et forment par accumulation la tourbe. Espèces dites ingénieuses, les sphaignes affectionnent les milieux acides et sont capables de créer et maintenir les conditions physico-chimiques propices à leur développement.

© Daniel Gilbert



Sphaignes.

Synclinal : dans les régions géologiques plissées comme la Haute Chaîne jurassienne, il désigne les couches géologiques formant un pli concave creusé vers l'intérieur. Généralement, les synclinaux correspondent aux zones dépressionnaires dans les vallées.

© Vincent Bichet



Le synclinal du val de Mouthe, entre les anticlinaux forestiers de Maison-du-Bois (au premier plan) et du Risoux - Mont d'Or.

DANS LA MÊME COLLECTION



Livret
Karst et rivières



bit.ly/3emaCJA



Livret
Prairies



bit.ly/3wW4kGL



Livret
Forêts



bit.ly/3Rr6ztE

VALORISER ET SENSIBILISER À TRAVERS UN OUTIL DE MÉDIATION

CONCEPTION ET RÉDACTION

Lise PINAULT, Université de Franche-Comté / Saline Royale d'Arc-et-Senans

RESPONSABLES SCIENTIFIQUES DU LIVRET

Daniel GILBERT et Guillaume BERTRAND,
Université de Franche-Comté

COMITÉ SCIENTIFIQUE

Vincent BICHET - Simon CALLA - Paul DELSALLE -
Emmanuel GARNIER - Émilie GAUTHIER - François GILLET -
Patrick GIRAUDOUX - Laurent MILLET - Hervé RICHARD -
Marc STEINMANN (Université de Franche-Comté)

REMERCIEMENTS

Gregory BERNARD (Pôle Relais Tourbières), Luc BETTINELLI (CEN Franche Comté), Anne-Laure BORDERELLE (AFB), Thomas CHEVALLIER (LPO Franche-Comté), Pierre FEUVRIER (FD des Chasseurs du Doubs), Geneviève MAGNON (EPAGE Haut Doubs Haute Loue), Yvan MATTHEY (ProNatura), Bruno TISSOT (RNN du lac de Remoray), Bruno VERMOT-DESROCHES (Météo France), Anne-Sophie VINCENT - Pierre DURLET (PNR du Haut Jura)...

Ce livret a été conçu en partenariat avec le Parc Naturel Régional du Haut-Jura.



Livret
Tourbières et lacs



bit.ly/3KJAnzm

Mise en page : Bat Compo
Impression : L'imprimeur Simon - Ornans - Novembre 2022



Le projet « Arc Jurassien - Homme & Nature » est soutenu par le programme européen de coopération transfrontalière Interreg France-Suisse 2014-2020.

