

# Journée Tourbières Alpines du REAUM

Mardi 10 décembre 2024  
Maison du lac d'Aiguebelette



## Tour d'horizon des dynamiques en cours



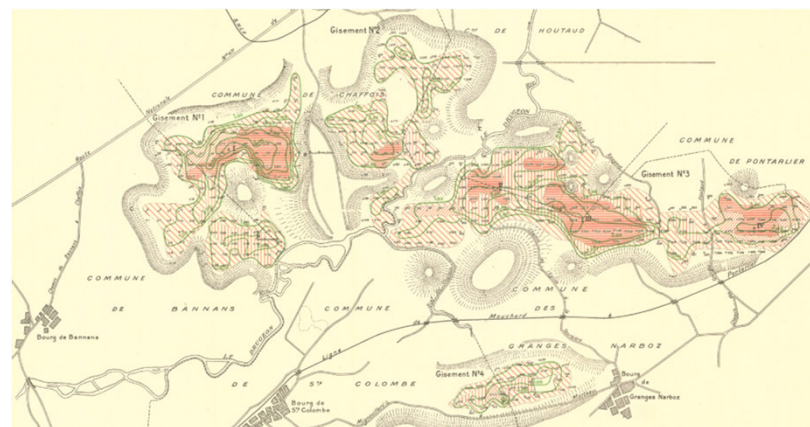
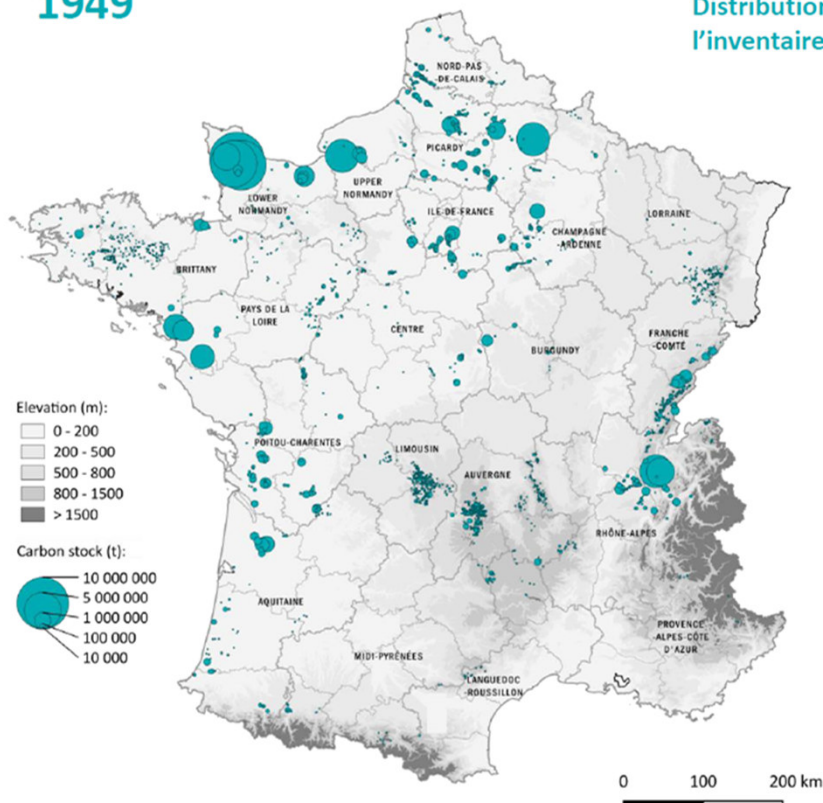
Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

# Contribution des tourbières françaises à l'objectif national de neutralité carbone de 2050

## Thèse de Lise Pinault

1949

Distribution  
l'inventaire d



- bibliographie, référence historiques
- agrégation des données des gestionnaires, enquête
- prélèvements et analyses in situ
- création d'une base de données nationale sur les tourbières françaises.
- Cartographie : distribution, stocks de carbone, état écologique et émissions de GES, données socio-économiques (foncier), coûts et faisabilité des opérations de restauration.

# L'Atlas des tourbières françaises (2025)

## ATLAS DES TOURBIÈRES DE FRANCE



- Coordonné par Daniel Gilbert, Lise Pinault, Sébastien Gogo, (Geneviève Magnon)
- Travail et édition financés par le WWF France (coordination Jean Rousselot)
- **Une publication collective des acteurs de la gestion et de la recherche sur les tourbières**
- Un plaidoyer pour protéger et restaurer les tourbières de France
- Très illustré : riche en cartes, en figures originales, en photos



Réserves  
Naturelles  
DE FRANCE



# Etat des lieux des tourbières du réseau des réserves naturelles

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024



Réseau des acteurs  
**EAU EN MONTAGNE**

# Contextualisation du projet

## Objectifs et enjeux

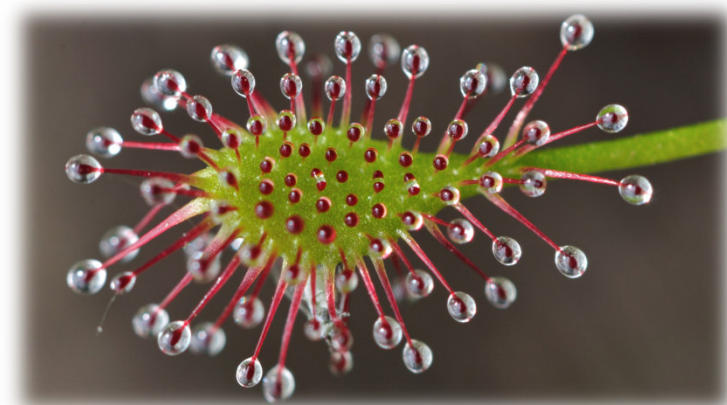
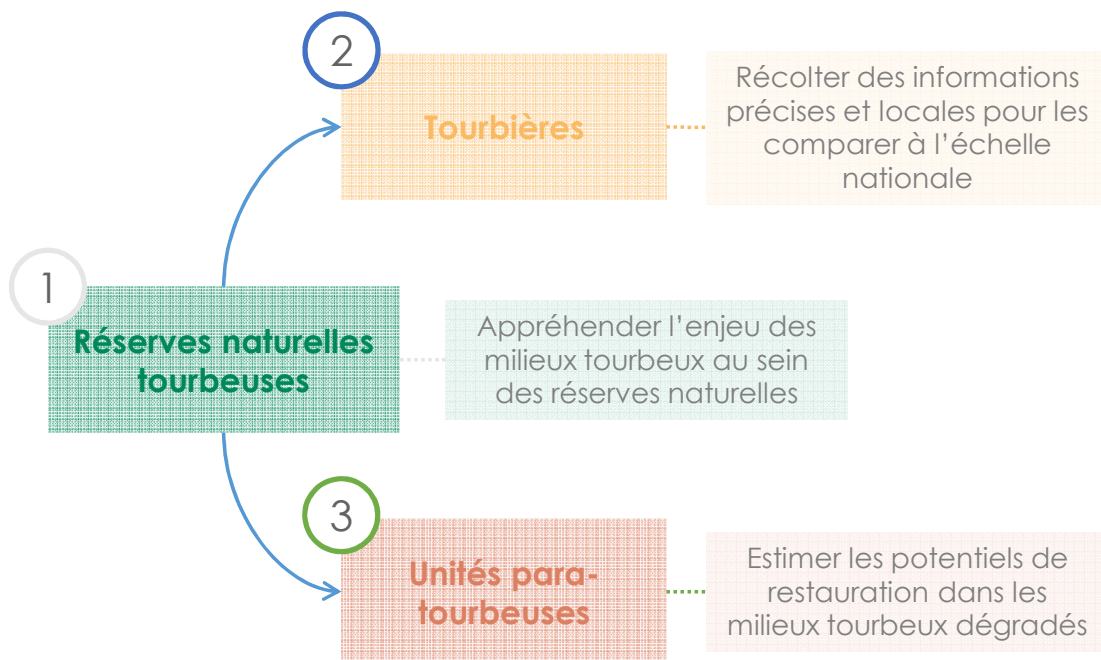
- **Évaluer** le rôle des RN dans la **protection** des tourbières en France
- **Structurer** une **base de données** robuste et pérenne
- **Servir** de **point de départ** aux travaux ultérieurs de l'atelier tourbières national de RNF
- **Apprécier** le niveau d'**étude** et de **connaissance** des tourbières par les gestionnaires
- Révéler le **potentiel de restauration** des milieux tourbeux du réseau



# La récolte des informations

## Enquête auprès des gestionnaires

1 enquête, 3 questionnaires :



### Pré-identification des réserves :

- Comparaison de cartographies (Atlas49, Corine Land Cover, SOeS)
- Plans de gestions
- Atelier tourbières
- Recherches opportunes

129 RN

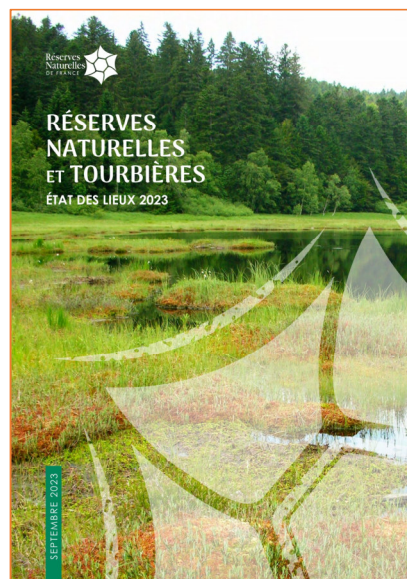
# La brochure d'état des lieux 2023

## Présentation générale

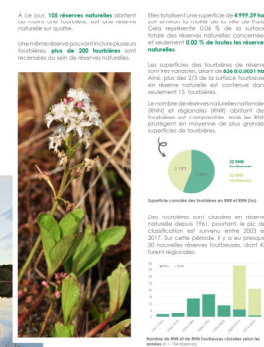


### Objectifs

- **Valorise** les données récoltées
- Montre la **représentativité** des tourbières de RN
- Permet aux gestionnaires de se **resituer** dans un réseau
- Support de **connaissance** abordable pour tout public

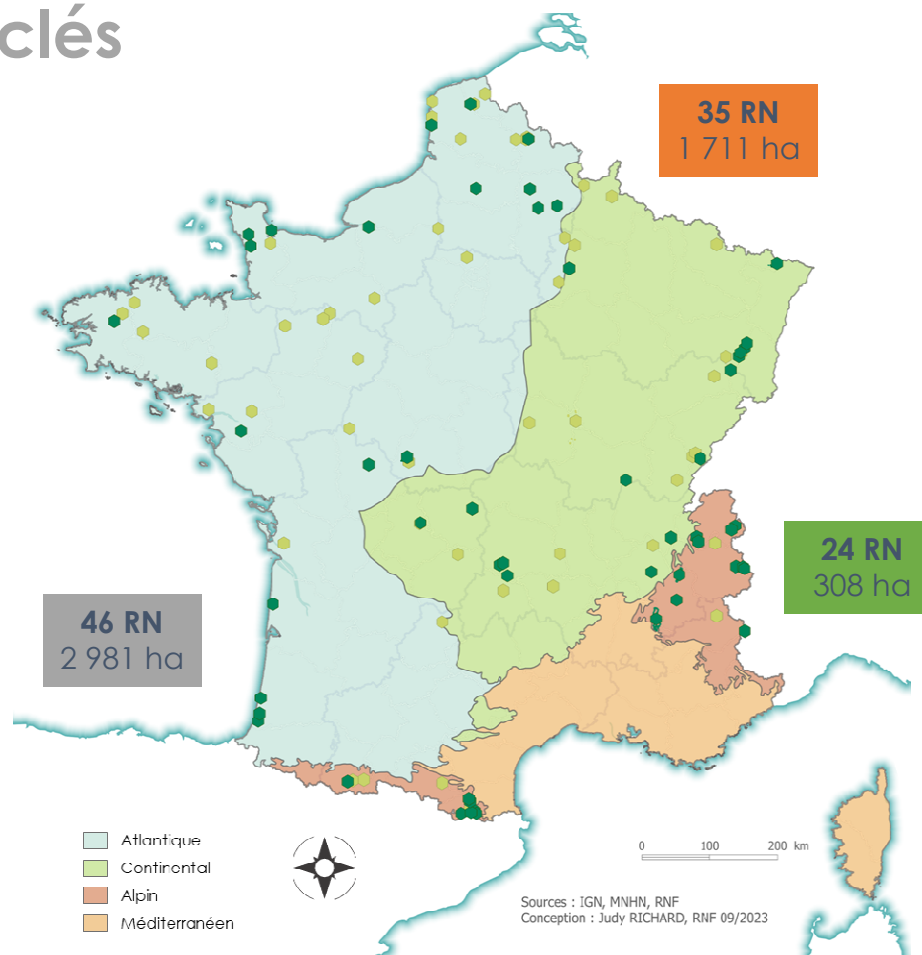
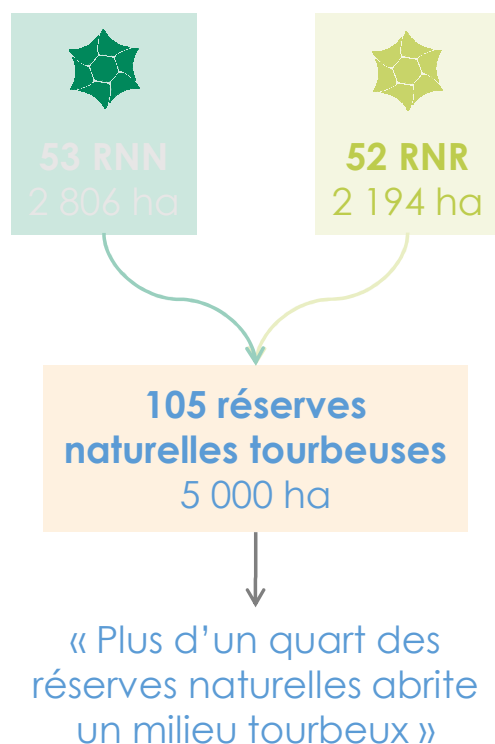


### LES TOURBIÈRES DES RÉSERVES NATURELLES



# La brochure d'état des lieux 2023

## Quelques chiffres clés



1,5 %  
de la superficie  
totale des **RN**  
métropolitaines

# La brochure d'état des lieux 2023

## Evaluation de l'état de conservation

Deux approches complémentaires :

### Etat de conservation biologique jugé à :

- 55 % favorable
- 25 % moyen
- 14 % défavorable
- 6 % indéterminé

### Tendance d'évolution :

- 44 % état de conservation stable
- 23% en amélioration
- 14% en dégradation
- 18 % indéterminé

### Etat de conservation fonctionnel jugé à :

- 46% favorable
- 23% moyen
- 21% défavorable
- 10 % indéterminé.

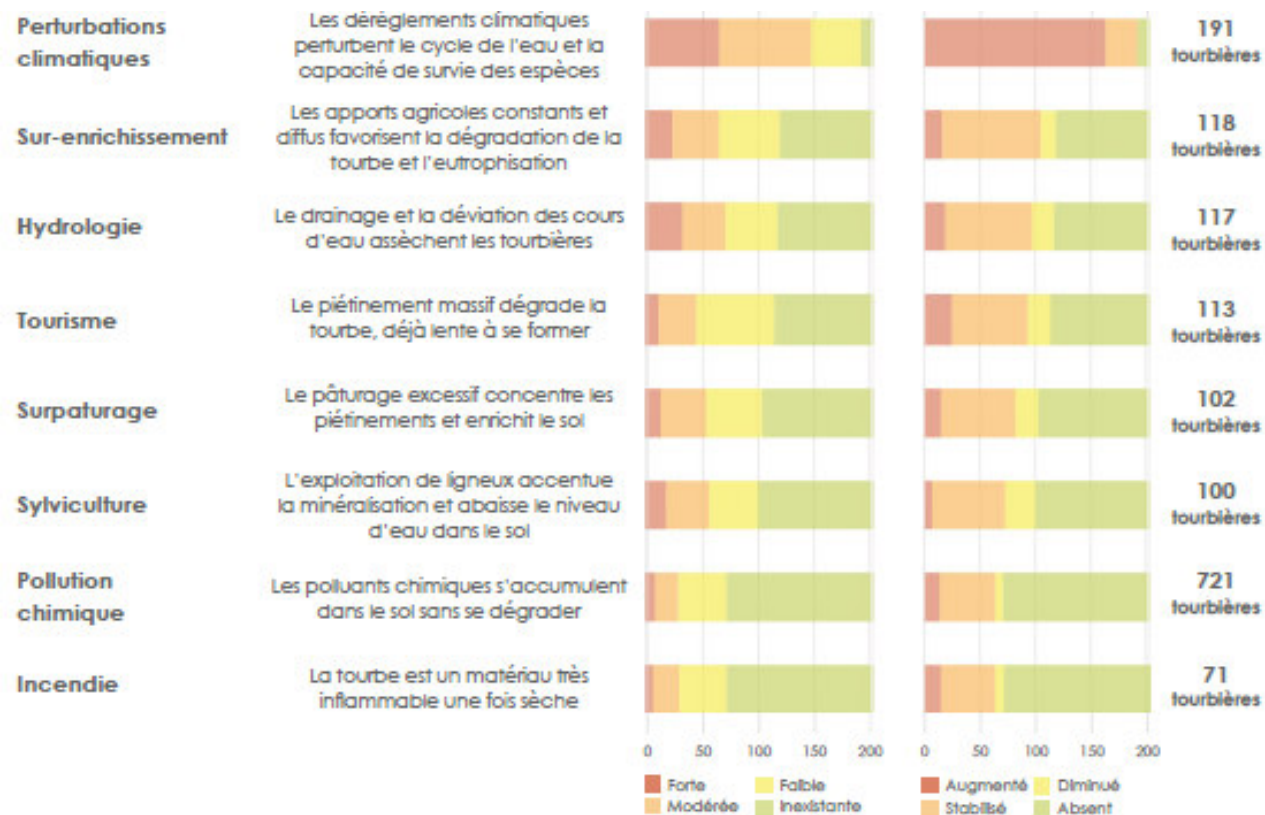
### Tendances d'évolution :

- 40 % sont
- Stabilisées
- 21 % en amélioration
- 17 % en dégradation
- 21 % indéterminé.

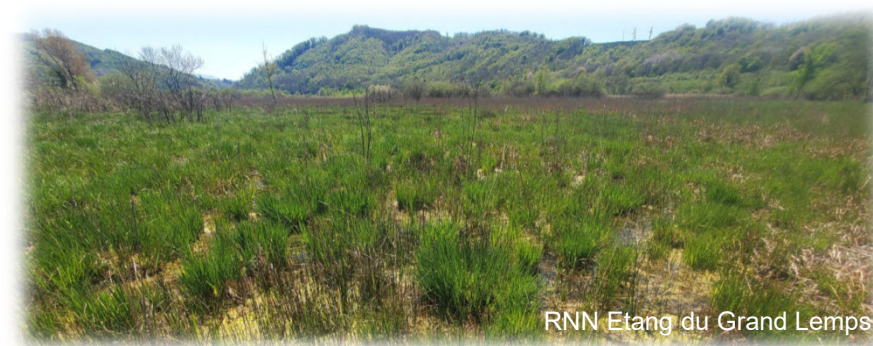


# La brochure d'état des lieux 2023

## Evaluation des pressions



Intensité des pressions actuelles sur les tourbières de RN (gauche) et tendance d'évolution (droite) (n = 200 tourbières)

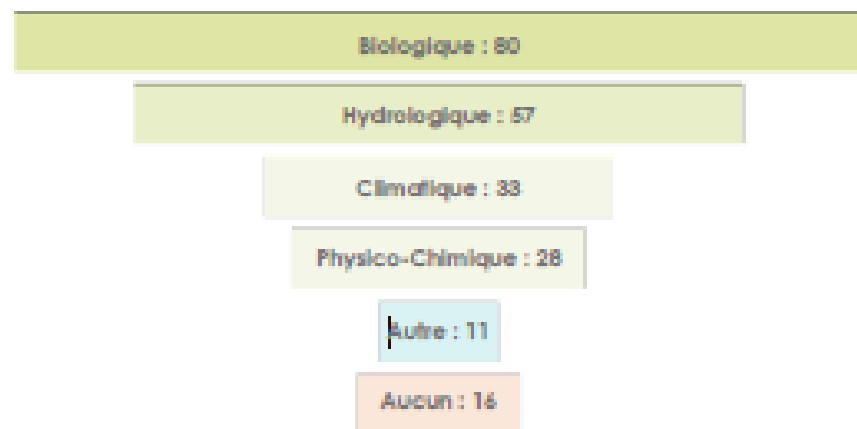


RNN Etang du Grand Lemps

- CC représente la menace la plus généralisée et elle s'accroît dans le temps
- Le sur-enrichissement et les dérèglements hydrauliques (hors effets directs du changement climatique) sont les pressions ayant le plus d'impact (considérées comme fortes sur plus de 20 % des tourbières)

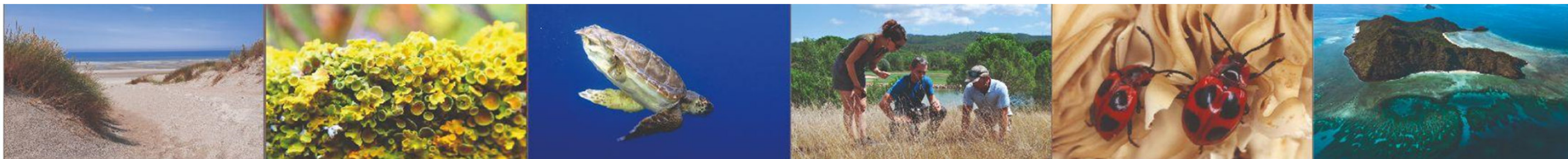
# La brochure d'état des lieux 2023

## Suivis scientifiques en place



Nature des suivis effectués sur les tourbières de réserves naturelles (n = 98 réserves)





# Le programme national de la surveillance de la biodiversité terrestre

## Le groupe de travail sur les habitats ouverts et les habitats en tourbières

[margaux.mistarz@mnhn.fr](mailto:margaux.mistarz@mnhn.fr)

Journée Tourbières Alpines du REAUM  
Mardi 10 décembre 2024



## La surveillance de la biodiversité terrestre

“ La **surveillance de la biodiversité** consiste en l’observation répétée de ses composantes sur le long terme, afin de percevoir des changements en qualité ou en quantité aux différents niveaux d’organisation (écosystèmes, habitats, espèces, gènes). N’ayant pas vocation à s’arrêter, elle repose sur **l’acquisition périodique de données standardisées** ou de mesures de variables à l’échelle d’un territoire. ”

La mise en place d’un **programme national de surveillance de la biodiversité terrestre** :

- S’inscrit dans la mise en œuvre de la mesure 36 de la SNB
- Contribue à répondre à nos obligations actuelles en matière de surveillance (Directives Nature, Règlement Restauration)
- Est cadrée par un **schéma directeur**

<https://www.bulletin-officiel.developpement-durable.gouv.fr/notice?id=Bulletinofficiel-0033324&reqId=99716cd8-0e04-42f0-9db5-2b91e4581ed2&pos=1>



## Le schéma directeur de la surveillance de la biodiversité terrestre (SDSBT)

- Répondre aux **différents enjeux de surveillance** nationaux et communautaires
- Périmètre géographique = **Hexagone + Corse + DROM**
- Périmètre thématique = écosystèmes **terrestres** et leur biodiversité (dont milieux d'interface et groupes taxonomiques à cycle biologique mixte)
- Pilotage de la **production de séries longues** de données de suivis mises à disposition dans le cadre du **SIB** pour une large utilisation
- Les **pressions** et les réponses intégrées dans le schéma directeur
- Une **logique de cycles** de six ans calqués sur les rapports DHFF-DO, avec un 1<sup>er</sup> cycle d'initialisation de 2 ans
- Un **modèle économique à stabiliser ou à construire** selon les cas

**1<sup>ère</sup> section => Organisation générale du programme (enjeux, objectifs, gouvernance...)**

**2<sup>e</sup> section => Organisation des dispositifs dans un cadre technique cohérent**

***Identification des dispositifs de suivis (actuels, à consolider ou à créer) et besoins de R&D par grandes thématiques : Faune, Flore & Fonge, Habitats, Écosystèmes***



## Répondre à des enjeux communautaires et nationaux

### SOCLE REQUIS

*Répondre à des  
objectifs prioritaires*

### CONSOLIDATION

*Augmenter le niveau de  
qualité des réponses*

### ÉLARGISSEMENT

*Répondre à des enjeux nationaux émergents  
pour lesquels nous anticipons des besoins à  
venir ou des enjeux non contraignants*

Enjeux communautaires  
contraignants  
+ enjeux nationaux  
prioritaires non  
couverts par le  
communautaire

**Robustesse, précision  
géographique, variables  
ou  
dispositifs  
complémentaires...**



## Les enjeux pour la surveillance des habitats dans l'Hexagone et en Corse

### Enjeux communautaires



- Directive Habitats, Faune, Flore



Règlement « Restauration de la nature »

### Enjeux nationaux



- SNAP – Cible 4
- PNA Milieux humides
- Priorités des Assises forêt-bois

**SOCLE**

**REQUIS  
&  
CONSOLIDÉ**

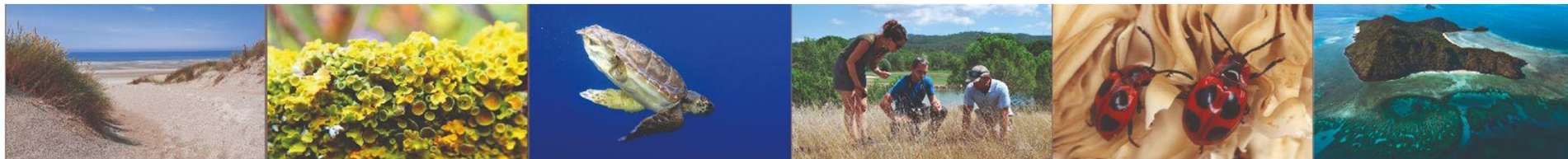
Version 1 concentrée sur les habitats dunaires littoraux et continentaux et les habitats forestiers

Développement pour les habitats humides et agropastoraux dans les versions suivantes

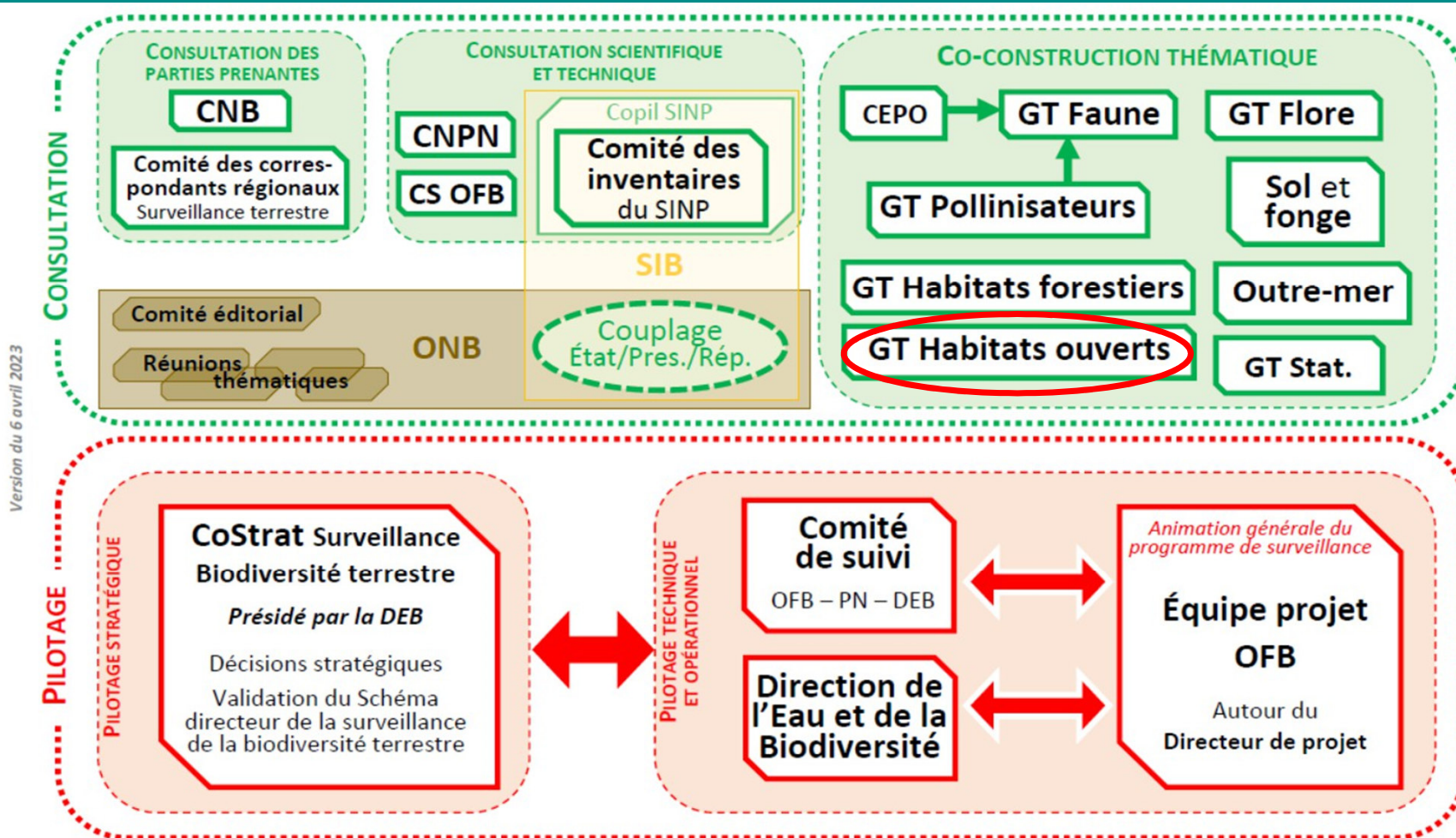
- Habitats APHN (non HIC et non humides)
- Prairies (hors HIC)

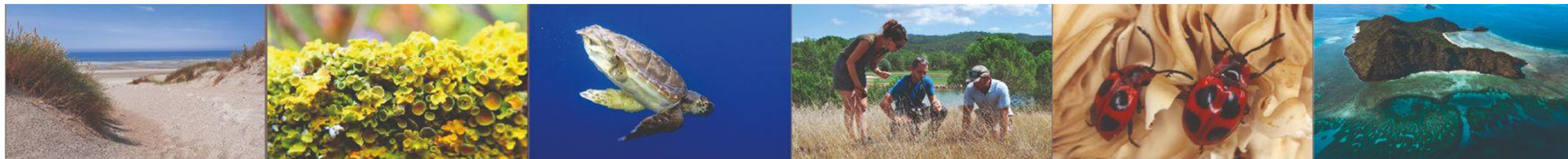
**SOCLE**

**ÉLARGI**



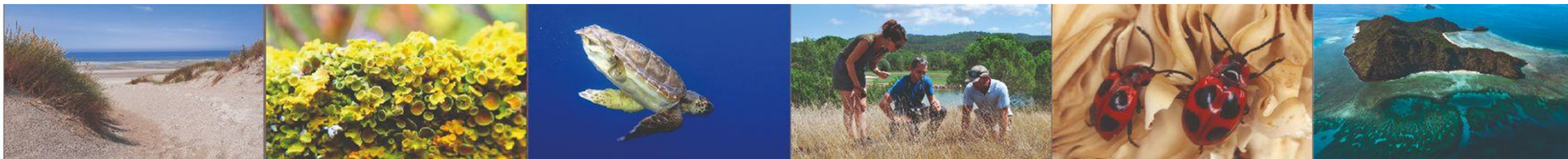
## La gouvernance du programme





## Historique du GT Habitats ouverts et travaux en cours

- Réunion de lancement du GT le 18/06/2021 → **Objectif de mise en place de protocoles standardisés de suivi des habitats ouverts à l'échelle hexagonale et corse** (travail par complexe d'habitats, priorité aux HIC)
- Une cinquantaine de membres aujourd'hui (CBN, CEN, PN, OFB, MNHN, Universités, Bureaux d'études, etc.)
- **Dunes** (lancement en 2022) : Déploiement d'un protocole de suivi des habitats dunaires littoraux et continentaux de France hexagonale et corse → **Notice méthodologique en cours de rédaction et identification des besoins financiers**
  - **2025** : première application test du protocole par les CBNBI, CBNN, CBNB (?), CBNMED, CBNC et CBNBP
  - **2027** : application du protocole sur l'ensemble du territoire (CBN 2025 + CBNSA, CBNMC, CBNA)
- **Tourbières** (lancement en 2023) : Réflexions en cours pour la construction d'un protocole de suivi des habitats en tourbières de France hexagonale et corse
- **Agropastoraux** : lancement des réflexions le 13 décembre 2024

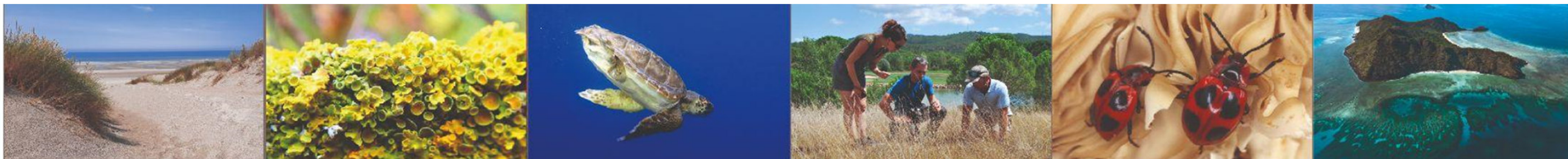


## Point d'étape des réflexions sur la surveillance des habitats en tourbières

- **Tourbières** : complexe d'habitats marqué par la présence de tourbe ou la présence d'une végétation potentiellement turfigène
- Travail de rattachement des unités EUNIS en tant qu'**unités structurantes** ou **associées** au complexe

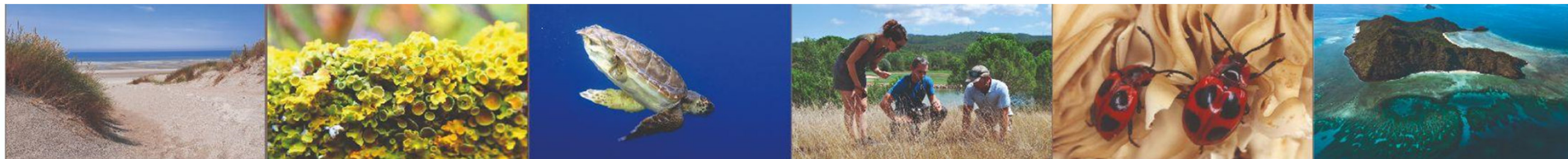
### Unités structurantes – Zones humides (Q) (exemples)

Nom de l'habitat	Code EUNIS 2022
Tourbières hautes	Q11
Tourbières de couverture	Q12
Tourbières de vallée océanique	Q21
Bas-marais oligotrophes	Q22
Tourbières relictuelles des montagnes méditerranéennes	Q23
Bas-marais mésotrophes et tourbières de source d'eau douce	Q24
Tourbières basses et de transition non calcaires	Q25



## Point d'étape des réflexions sur la surveillance des habitats en tourbières

- Travail conceptuel sur les **facteurs d'influence** et **variables** à suivre sur les habitats en tourbières → Liste de variables à suivre sur le terrain
- Ce qu'il reste à faire :
  - Construire un **protocole de suivi des habitats en tourbières** à partir des dispositifs existants (préalablement recensés)
  - Répartir les éléments dans les différents socles d'enjeux du schéma directeur version 2
  - Identifier les **acteurs** mobilisables pour réaliser le suivi à l'échelle nationale (ex. CBN, bureaux d'études, etc.)
  - Établir une première **stratégie d'échantillonnage** au niveau national
  - Identifier les **besoins financiers**
  - Veiller à la bonne **articulation** avec les projets existants en cours de développement (ex. Observatoire RNF)
  - Élaborer une **typologie fonctionnelle des tourbières au niveau national** (1<sup>ère</sup> année de déploiement)



MERCI  
de votre attention

## Label bas-carbone Tourbières



### Objectifs :

Contribuer à l'atteinte des objectifs climatiques de la France

Favoriser l'émergence de projets volontaires de réductions d'émissions de gaz à effet de serre et de séquestration du carbone dans les sols et la biomasse

### Contexte :

**Demande sociétale** de contribuer à des projets de réduction ou de séquestration de carbone

**Loi Climat et résilience** (loi n° 2021-1104 – article 227) crée l'[article L. 110-4 du code de l'environnement](#), qui prévoit en son article II que « L'État encourage le déploiement de méthodes et de projets pouvant donner lieu à l'attribution de crédits carbone au titre du label « Bas-Carbone » en faveur des aires protégées et des acteurs concourant à leur gestion. »,

**Stratégie nationale Biodiversité** vise l'augmentation des puits de carbone naturels d'ici 2050 (mesure 5), en application de la stratégie nationale Bas-carbone,

**Stratégie nationale Aires protégées** prévoit de mieux valoriser les services rendus par les aires protégées et de renforcer l'implication des acteurs privés dans le financement des aires protégées (mesure 16).

Méthodes : LA FCEN, en partenariat avec les PNR, les développent sur :

- La préservation des vieilles forêts
- La préservation et la restauration des prairies permanentes
- La **restauration hydraulique des tourbières**

Le Pôle-relais tourbières travaille au développement d'une méthode permettant la **quantification des réductions d'émissions obtenues grâce à la restauration hydraulique des tourbières dégradées**. L'objectif principal est de financer tout ou partie des travaux de génie écologique grâce à la vente de ces réductions d'émission de CO2.



# Loi européenne sur la restauration de la nature

*Règlement (UE) 2024/1991 du Parlement européen et du Conseil du 24 juin 2024  
relatif à la restauration de la nature et modifiant le règlement (UE) 2022/869*

Entrée en vigueur le 18 août 2024.

Issue du Pacte Vert européen.

Objectif : restaurer 20 % des écosystèmes terrestres et marins de l'Union européenne d'ici 2030, et l'ensemble des écosystèmes « dégradés » d'ici 2050.

Les États membres sont sommés de restaurer au moins 30 % des zones concernées (zones humides, forêts...) d'ici 2030, 60 % d'ici 2040, et 90 % d'ici 2050.

Restaurer au moins 30% des **tourbières drainées** (dont au moins un quart doit être remis en eau) d'ici 2030, 40% d'ici 2040 et 50% d'ici 2050 (dont au moins un tiers doit être remis en eau).

Les États ont **deux ans** pour élaborer leurs **plans nationaux de restauration**.



# Journée Tourbières Alpines du REAUM

Mardi 10 décembre 2024  
Maison du lac d'Aiguebelette

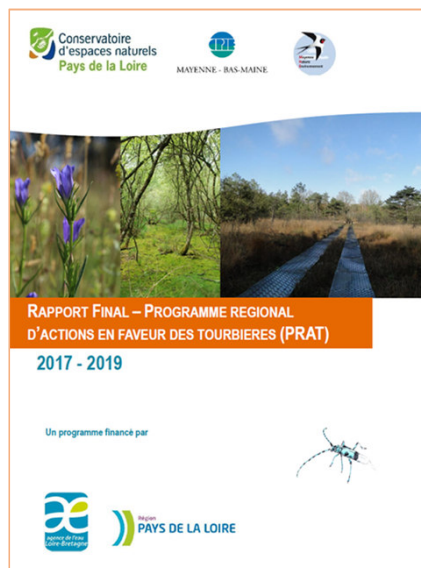
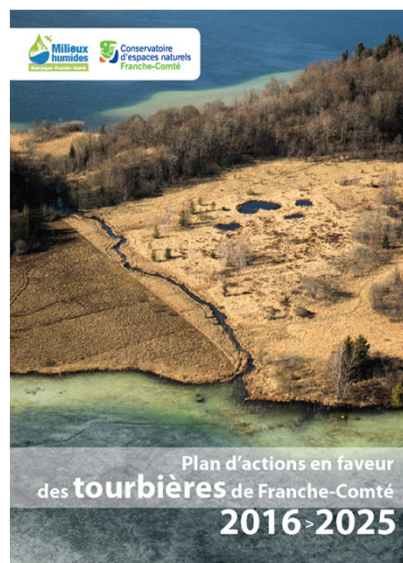


## Tour d'horizon des projets sur les tourbières



Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

# Les PRAT - plans régionaux en faveur des tourbières



2019-2022

Programme coordonné par le  
pôle-relais tourbières

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

## Les LIFE



2014-2020

>

Coordonné par le CEN BFC



2022-2029



2019-2025

## Les LIFE



Réhabiliter les habitats et espèces  
d'intérêt communautaire (14 Natura  
2000 sites) > LIFE Nature  
52 tourbières (300 ha)  
2014 – 2021      8,6 M €  
22 km de fossés neutralisés  
14 km de cours d'eau restaurés  
28 ha de zones d'extraction



Réduire les gaz à effet de serre émis  
par la dégradation des tourbières de  
Franche-Comté > LIFE Climat  
> Focus sur l'atténuation  
> stockage : éviter le déstockage  
2022 – 2029      12,5 M€

**Une solution commune : la réhabilitation fonctionnelle des tourbières**

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024



Réouverture (pour des plantation mais surtout pour les accès pour travaux de réhabilitation fonctionnelle)

### Restauration de cours d'eau



15 km restaurés

18 km à restaurer

### Réhabilitation de fosses d'extraction



33 ha réhabilités

27 ha à réhabiliter

### Neutralisation de fossés de drainage



26 km neutralisés

36 km à neutraliser

# Colloque international « Fonctionnement et réhabilitation des tourbières des montagnes européennes » en mai 2024

« Make peatlands wet again! »

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLrlwFsejFsCIEqfoafY6zwuYqcpVhl-vN>

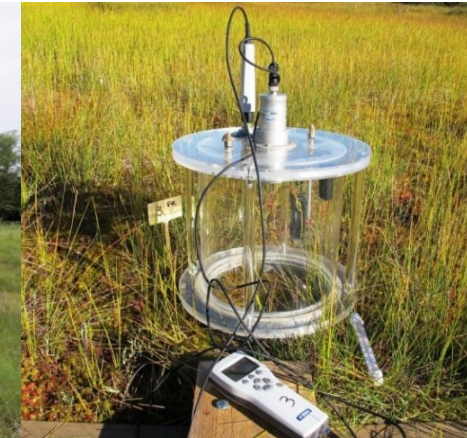


Crédit photos : EPAGE Doubs Dessoubre

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

# Le Service National d'Observation des Tourbières

**SNO Tourbières**  
Fonctionnement des tourbières tempérées et impact des changements globaux



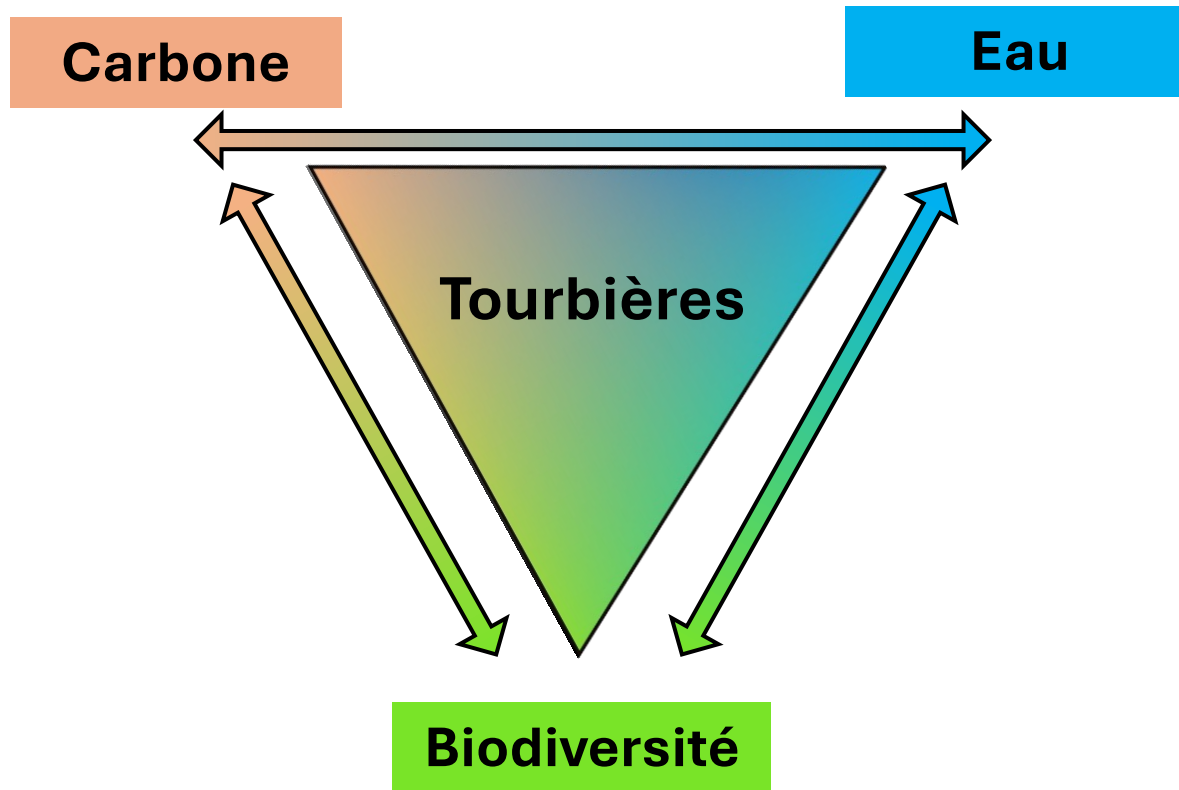
UNIVERSITÉ DE  
FRANCHE-COMTÉ



Alexandre Lhosmot, [alexandreghosmot@gmail.com](mailto:alexandreghosmot@gmail.com)

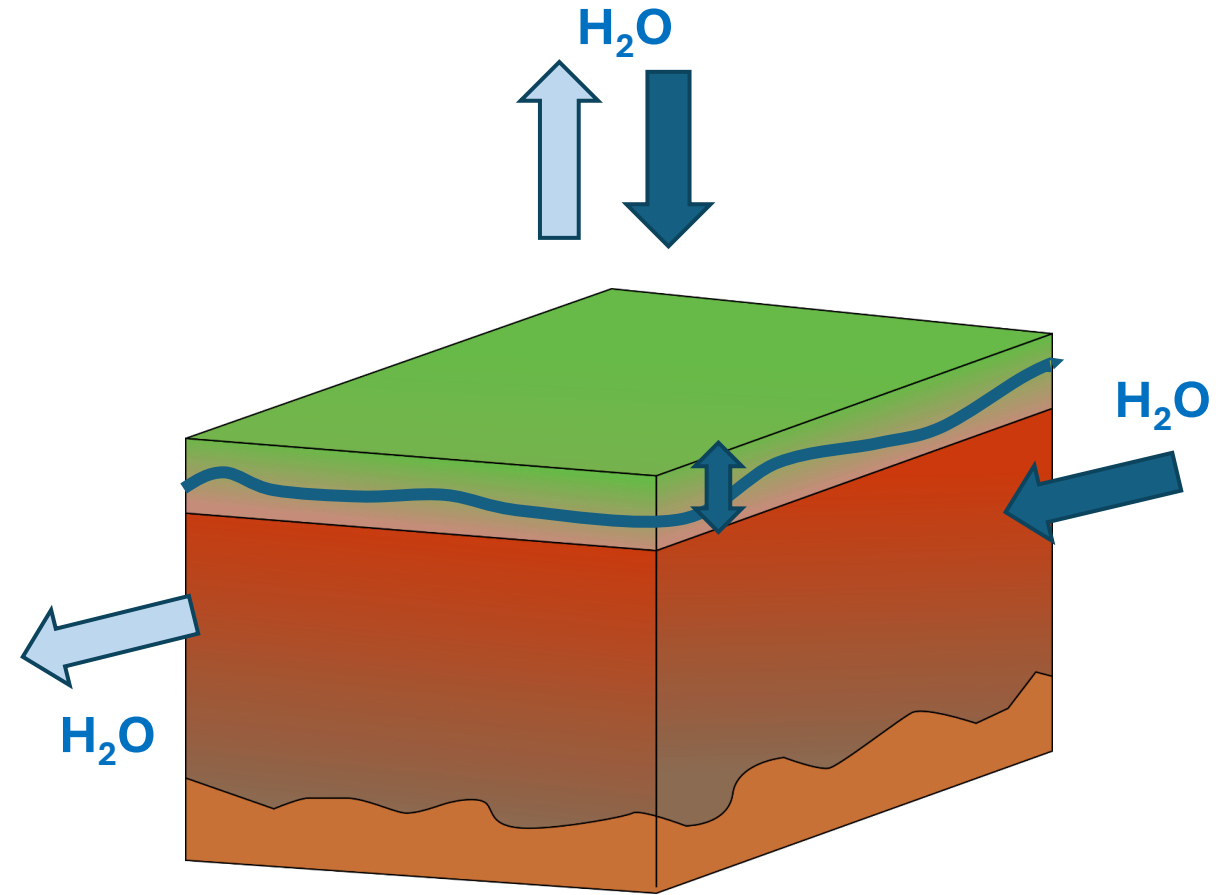
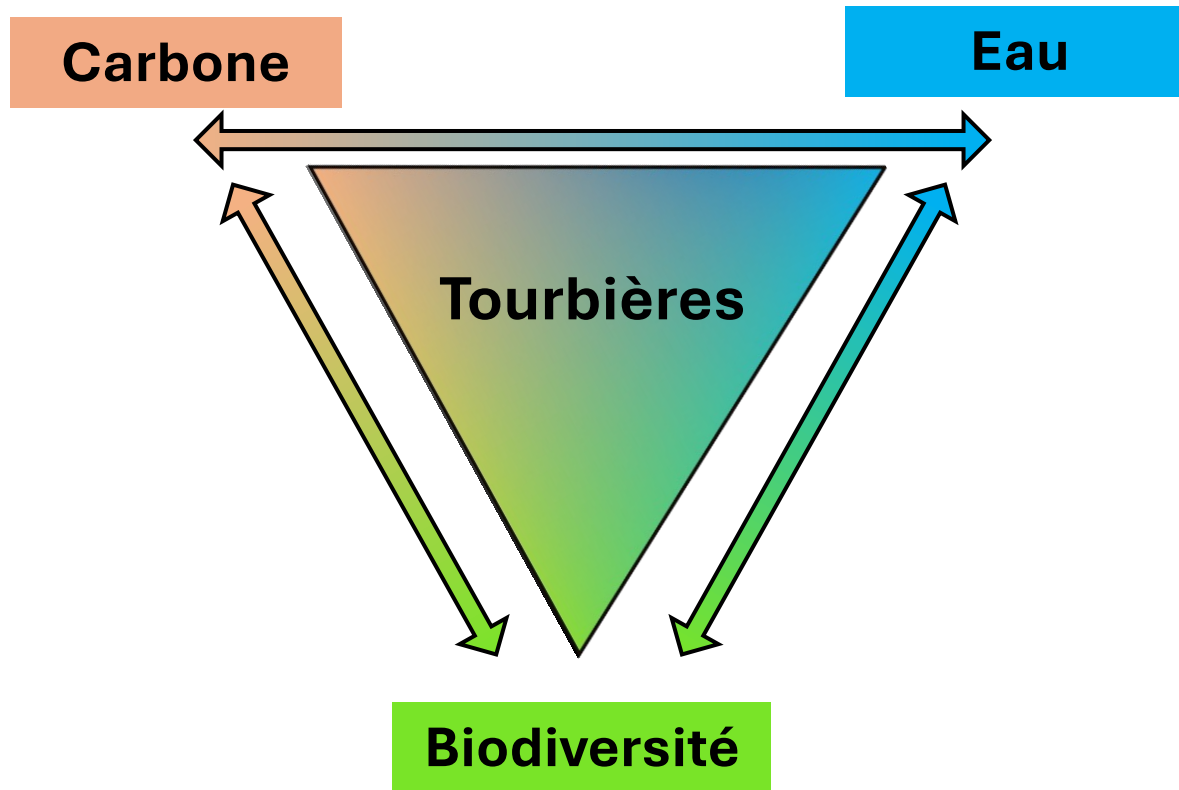
# Objectif : Comment les tourbières tempérées répondent-elles aux changements globaux ?

## Services écosystémiques



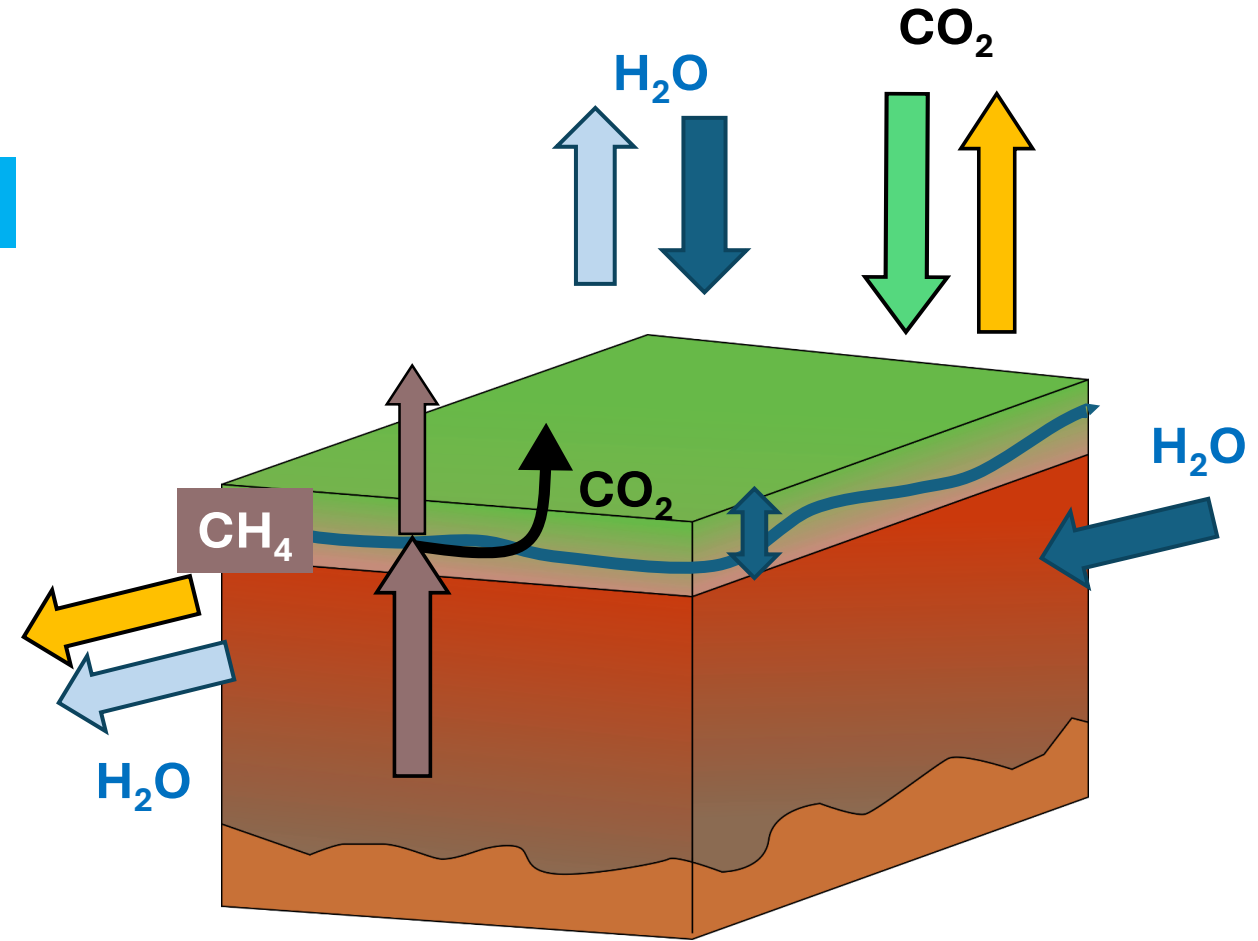
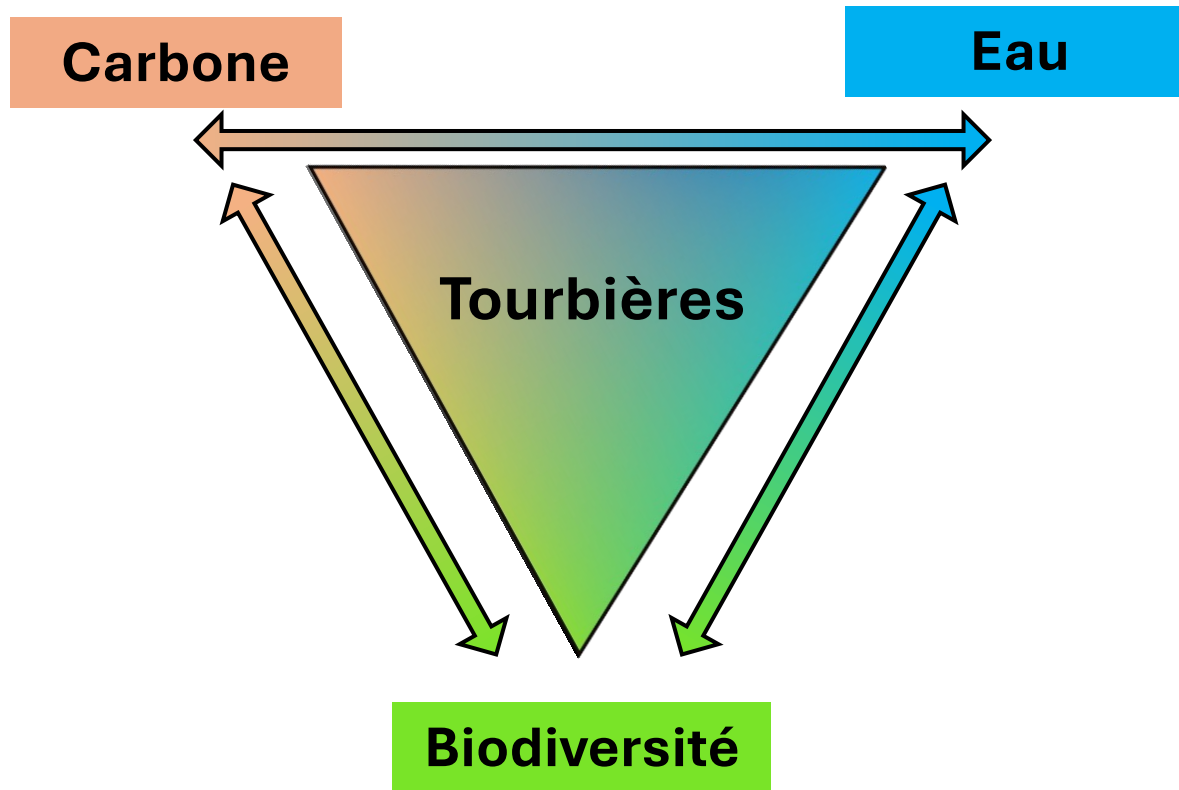
# Objectif : Comment les tourbières tempérées répondent-elles aux changements globaux ?

## Services écosystémiques



# Objectif : Comment les tourbières tempérées répondent-elles aux changements globaux ?

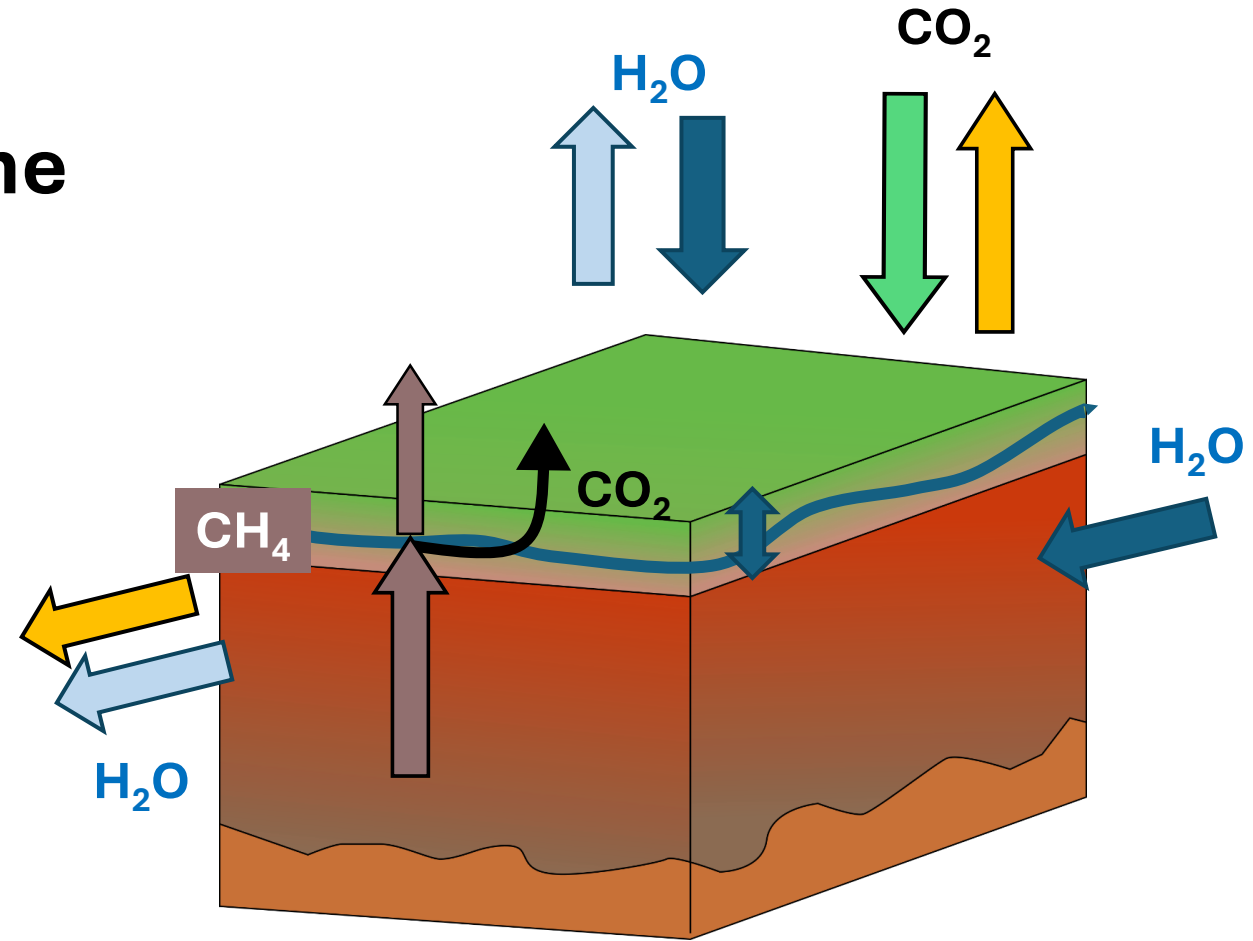
## Services écosystémiques



# Objectif : Comment les tourbières tempérées répondent-elles aux changements globaux ?

## Observations sur le long terme

- Estimer le bilan carbone et hydrologique des Tourbières
- Comprendre les processus de rétroactions entre le changement climatique et le cycle du carbone
- Développer des expérimentations



# Le SNO Tourbières : 4 sites labellisés fin 2011



## 1: Landemaraix

- acidicfen, with small areas of bog
- N: 48.4422 E: -1.1872
- 26 ha
- 145m a.s.l
- *Molinia caerulea*, *Carex* spp, *Sphagnum* spp
- pH ≈ 4.5
- Max peat depth: 2.5m



## 3: Frasné

- bog
- N: 46.8404, E: 6.1785
- 293 ha
- 852m a.s.l
- *Eriophorum* spp, *Sphagnum* spp
- pH ≈ 4.0
- Max peat depth: 5 m



## 2: La Guette

- acidicfen,
- N: 47.3217, E: 2.28047
- 23 ha
- 152m a.s.l
- *Molinia caerulea*, *Ericaceae* shrubs, *Sphagnum* spp
- pH ≈ 4.5
- Max peat depth: 1.8m

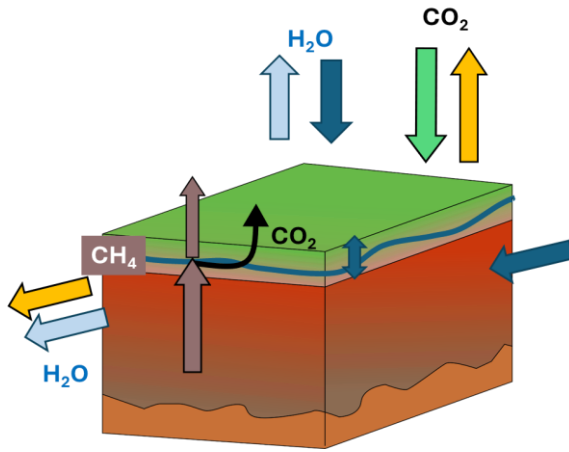


## 4: Bernadouze

- acidicfen, with bog lenses
- N: 42.8026, E: 1.4238
- 4.7 ha
- 1343m a.s.l
- *Sphagnum* spp, *Molinia caerulea*, *Carex* spp
- pH ≈ 4.5
- Max peat depth: 10m



# Instrumentation des sites



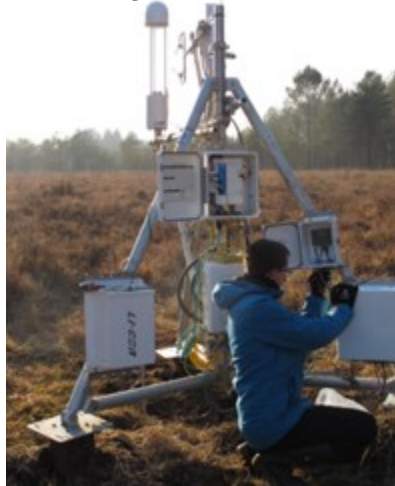
**36 variables cibles** obtenues manuellement ou automatiquement

**5 jeux de données**

## 1) Météo-sol



## 2) Flux de GES : Stations eddy covariance



## 3) Biogéochimie : Stations multiparamètres



## 4) Hydrologie : Stations hydrologiques



## 5) Biologie : suivi végétation, diversité microbienne



# Gestion des données : accès libre et gratuit

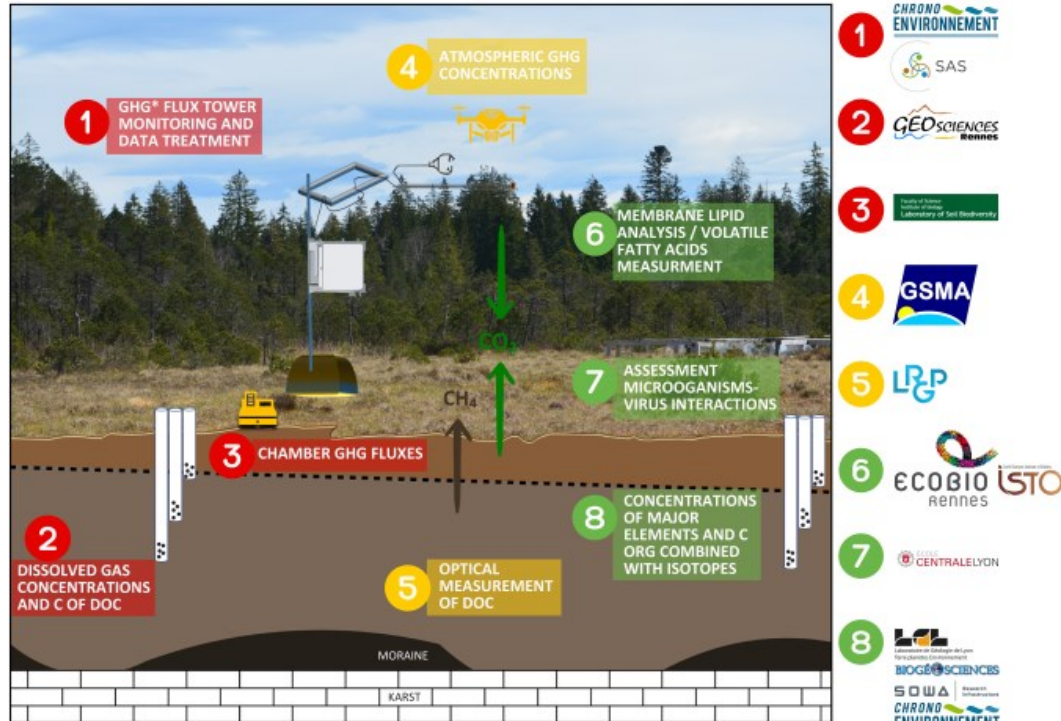
Visualisation et extraction des données :

<https://data-snot.cnrs.fr/data-access/>



# Ouverture de l'échelle nationale à internationale

L'expérimentation de Frasne (Juin 2023) :  
3 enjeux, 15 équipes et une 1ère mondiale



## KEY FIGURES

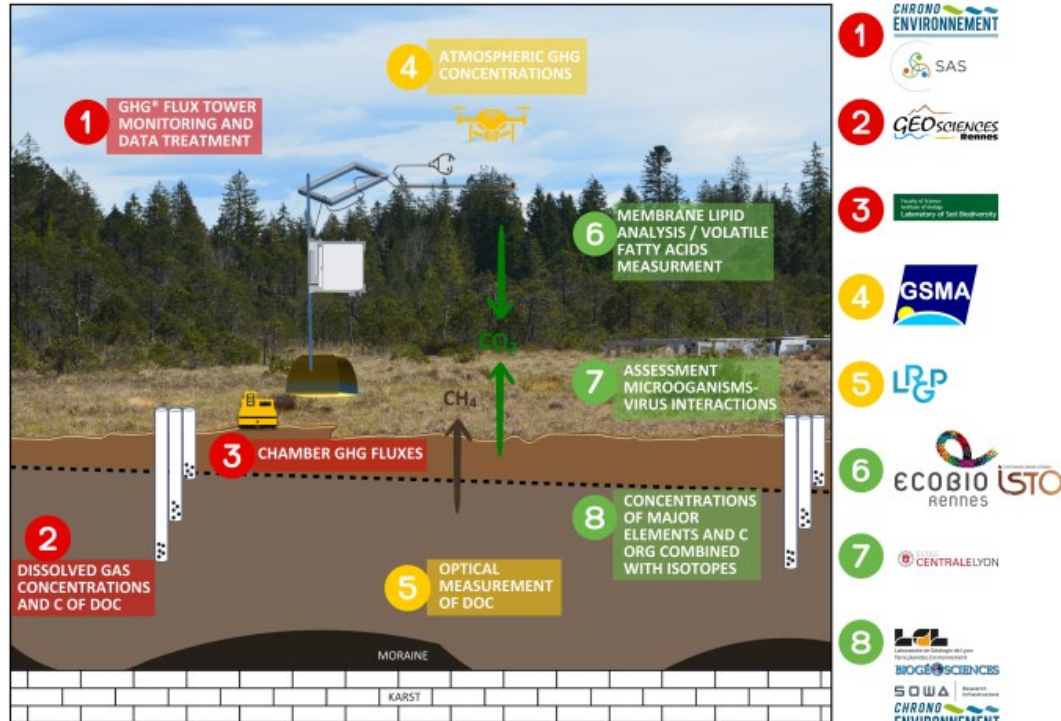
- 1 week in June 2023
- 15 laboratories
- 17 researchers in the field  
total 43 researcher.
- 12 K€ budget for analyses  
+ logistics
- 33 indicators/parameters

## SUPPORT FUNDING



# Ouverture de l'échelle nationale à internationale

L'expérimentation de Frasne (Juin 2023) :  
3 enjeux , 15 équipes et une 1ère mondiale



## KEY FIGURES

- 1 week in June 2023
- 15 laboratories
- 17 researchers in the field  
total 43 researcher.
- 12 K€ budget for analyses  
+ logistics
- 33 indicators/parameters

## SUPPORT FUNDING



**Interreg**   
North-West Europe  
**Care-Peat**  
European Regional Development Fund

- Un consortium de 9 partenaires, dans 5 pays du nord-ouest de l'Europe
- Développer et évaluer l'effet de différentes techniques de restauration sur les émissions de GES
- A l'échelle du SNO Tourbières, La Guette est un des 7 sites pilote

# Le Service National d'Observation des Tourbières

**Contact principal :** Sébastien Gogo,  
[sebastien.gogo@univ-rennes.fr](mailto:sebastien.gogo@univ-rennes.fr)

**Responsable par site :**

Bernadouze : Laure Gandois,  
[laure.gandois@toulouse-inp.fr](mailto:laure.gandois@toulouse-inp.fr)

Landemarais : Sébastien Gogo

La Guette : Jean-Sébastien Moquet,  
[jean-sebastien.moquet@univ-orleans.fr](mailto:jean-sebastien.moquet@univ-orleans.fr)

Frasne : Guillaume Bertrand,  
[guillaume.bertrand2@univ-fcomte.fr](mailto:guillaume.bertrand2@univ-fcomte.fr)



**Visualisation et extraction  
des données :** <https://data-snot.cnrs.fr/data-access/>

**Site web :**  
<https://www.sno-tourbieres.cnrs.fr/>

© Hubert RAGUET / CNRS Images

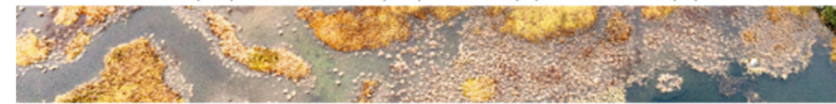
Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024



# Observatoires pyrénéens des tourbières sentinelles

(Actions du Life Pyrenees4clima)

- Coordonner les efforts de recherche et d'observation des tourbières d'altitude, sous la forme d'un **réseau de suivi à l'échelle du massif pyrénéen**, afin de comprendre ces processus.



Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 déc

## Objectifs : réseau de surveillance

- Créer un réseau collaboratif d'acteurs « sentinelles »,
- Contribuer à la recherche en fournissant des données fiables et centralisées,
- Apporter aux gestionnaires de tourbières des outils et des méthodes,
- Valoriser et diffuser les connaissances acquises auprès des acteurs locaux.



## Actions

### Mutualisation des compétences

- Organisation de temps de travail en commun
- Désignation des sites
- Choix des Proxys, indicateurs et métriques
- Standardisation des protocoles et du matériel

### Conception de guides techniques

- Guide d'installation des instruments et protocoles de suivis abiotiques
- Guide des protocoles de suivis biotiques

### Mise en place des suivis

- Installation des instruments de mesure
- Configuration standardisée
- Mise en œuvre des protocoles de suivi biotiques

### Stockage et valorisation des données

- Création d'une base de données commune
- Création ou intégration d'une plateforme de visualisation

Déploiement de l'observatoire



## Un réseau de surveillance représentatif des tourbières pyrénéennes



- 4 sites pilotes
- 7 sites sentinelles



## Deux niveaux de surveillance



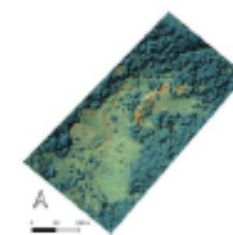
### Sites pilotes : métriques expertes

- Dynamique de végétation,
- Evolution des populations faunistiques
- Activité microbienne
- Flux de carbone
- Carbone organique dissout
- Bilan hydrique et physico-chimique



### Sites sentinelles et sites pilotes : proxys

- Niveau de la nappe d'eau
- Température du sol
- Végétation
- Hauteur de tourbe



- Alimenter la validité des proxys
- Lien biotique/abiotique



- Outils de suivi accessibles à des gestionnaires
- Réseau de surveillance, évaluation de l'état de conservation



## Projets sur les tourbières alpines

- **RESTHALP** - l'évaluation des services écosystémiques pour promouvoir les opérations de restauration des zones humides
  - Analyser les effets de la restauration écologique sur les services écosystémiques
  - Analyser l'évolution des



Programme financé par

Partenaires du programme



dans le cadre du changement climatique

- **Restauration hydrique et agri-environnementale dans le marais de Chautagne**
  - Caractérisation du sol tourbeux
  - Evaluation des services rendus
  - Suivi des effets de la restauration

Projet financé



## Projets contribuant à la connaissance des tourbières alpines



Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024



## ➤ Projet CIMaE

Connaître, suivre et préserver collectivement  
la biodiversité des mares et étangs alpins

Marie Lamouille-Hébert





**INRAE**

Projet CIMaE

2024 / REAUM / Marie Lamouille-Hébert

Depuis 1950



Dessin Chantal Beaumont - Archives Larousse



>2°C dans les Alpes



55 m

INRAE

Projet CIMaE

2024 / REAUM / Marie Lamouille-Hébert

Gobiet et al., 2014; Salerno et al., 2014

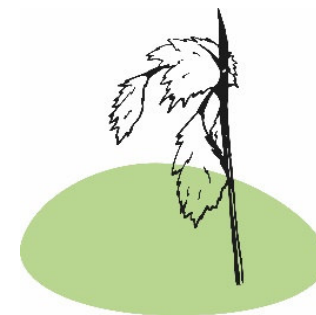
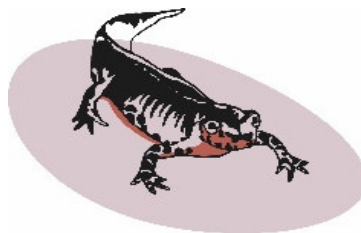
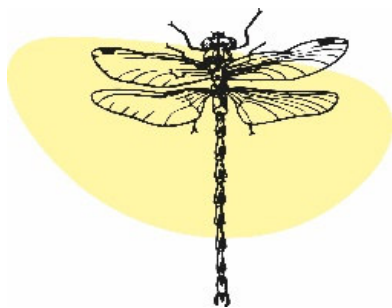
p. 3

## ➤ Des milieux peu connus

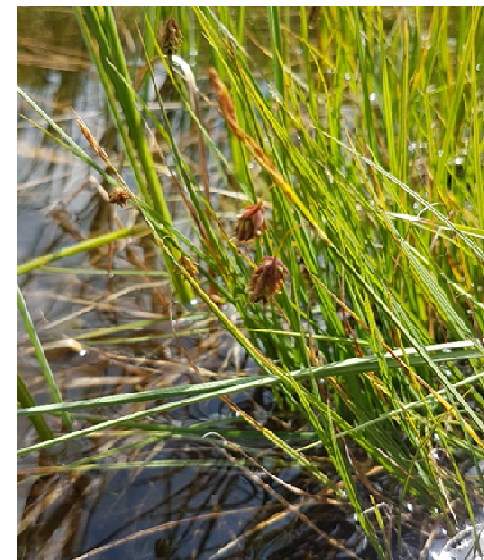


**Quels sont les effets du changement climatique sur la biodiversité des mares et étangs alpins ?**

## ➤ Groupes biologiques



Des espèces protégées



INRAE

Projet CIMaE

2024 / REAUM / Marie Lamouille-Hébert

## ➤ Les libellules spécialistes des mares et étangs alpins



### Cortège des libellules d'altitude

- menacées: LR 2016
- au PNA: 2020-2030



# Identifier les principaux facteurs qui contraignent les espèces des mares et étangs alpins dans le cadre du changement climatique (et les axes de recherche à conduire)

Received: 8 November 2023 | Accepted: 6 January 2024  
DOI: 10.1002/ece3.10883

## REVIEW ARTICLE

Ecology and Evolution **WILEY**

## Climate change and the biodiversity of alpine ponds: Challenges and perspectives

Marie Lamouille-Hébert<sup>1,2,3</sup> | Florent Arthaud<sup>3,4</sup> | Thibault Datry<sup>1</sup>

<sup>1</sup>INRAE, UR RiverLy, Centre Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes, Villeurbanne Cedex, France

<sup>2</sup>FNE Haute-Savoie, Pringy, France

<sup>3</sup>Pole R&D ECLA, OFB, Direction de la Recherche et de l'Appui Scientifique, Birieux, France

<sup>4</sup>Univ. Savoie Mont Blanc, INRAE, CARRTEL, Thonon-les-Bains, France

### Correspondence

Marie Lamouille-Hébert, INRAE, UR RiverLy, Centre Lyon-Grenoble Auvergne-Rhône-Alpes, 5 rue de la Doua CS70077, 69626 Villeurbanne Cedex, France.  
Email: [marie.hebert@fne-aura.org](mailto:marie.hebert@fne-aura.org)

### Funding information

Haute-Savoie Department, Grant/Award Number: CP-2020-0616; Région Auvergne-Rhône-Alpes; Sympetrum Group; Regional Directorate for Environment, Development and Housing

### Abstract

Inland waters are among the most threatened biodiversity hotspots. Ponds located in alpine areas are experiencing more rapid and dramatic water temperature increases than any other biome. Despite their prevalence, alpine ponds and their biodiversity responses to climate change have been poorly explored, reflecting their small size and difficult access. To understand the effects of climate change on alpine pond biodiversity, we performed a comprehensive literature review for papers published since 1955. Through analysis of their geographic distribution, environmental features, and biodiversity values, we identified which environmental factors related to climate change would have direct or indirect effects on alpine pond biodiversity. We then synthesized this information to produce a conceptual model of the effects of climate change on alpine pond biodiversity. Increased water temperature, reduced hydroperiod, and loss of connectivity between alpine ponds were the main drivers of biodiversity geographic distribution, leading to predictable changes in spatial patterns of biodiversity. We identified three major research gaps that, if addressed, can guide conservation and restoration strategies for alpine pond biodiversity in a warmer future.

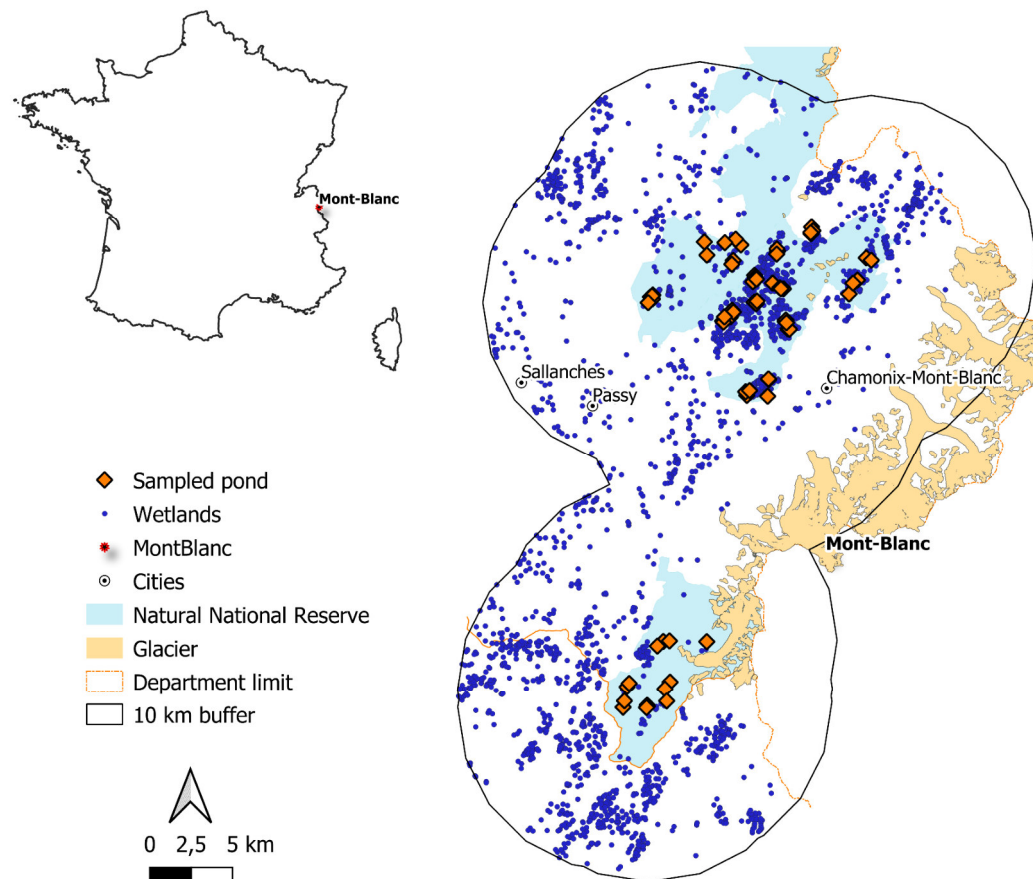


**INRAE**

Projet CIMaE

2024 / REAUM / Marie Lamouille-Hébert

Mieux comprendre les effets et les contributions relatives de ces facteurs sur la distribution des espèces



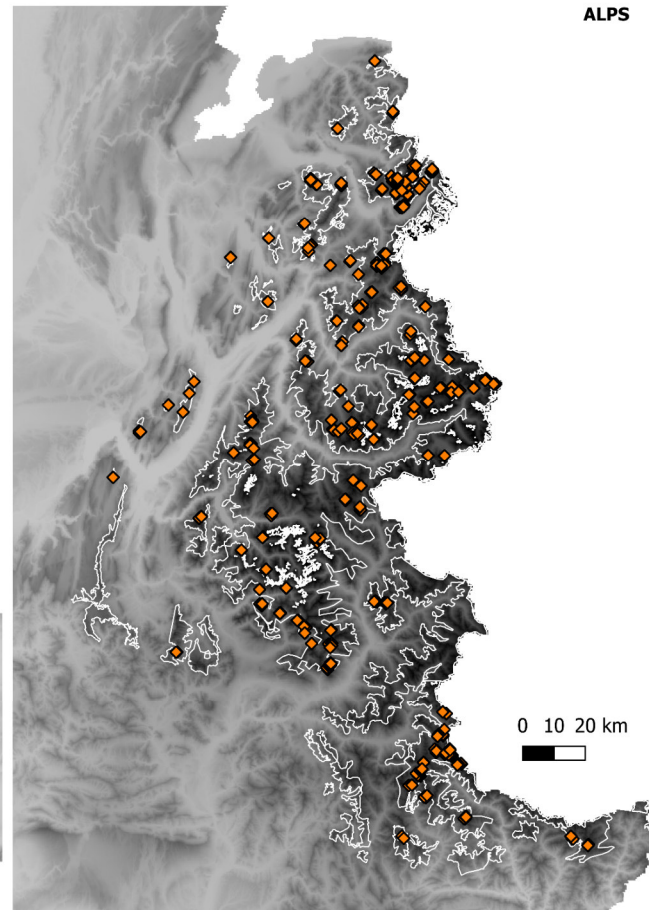
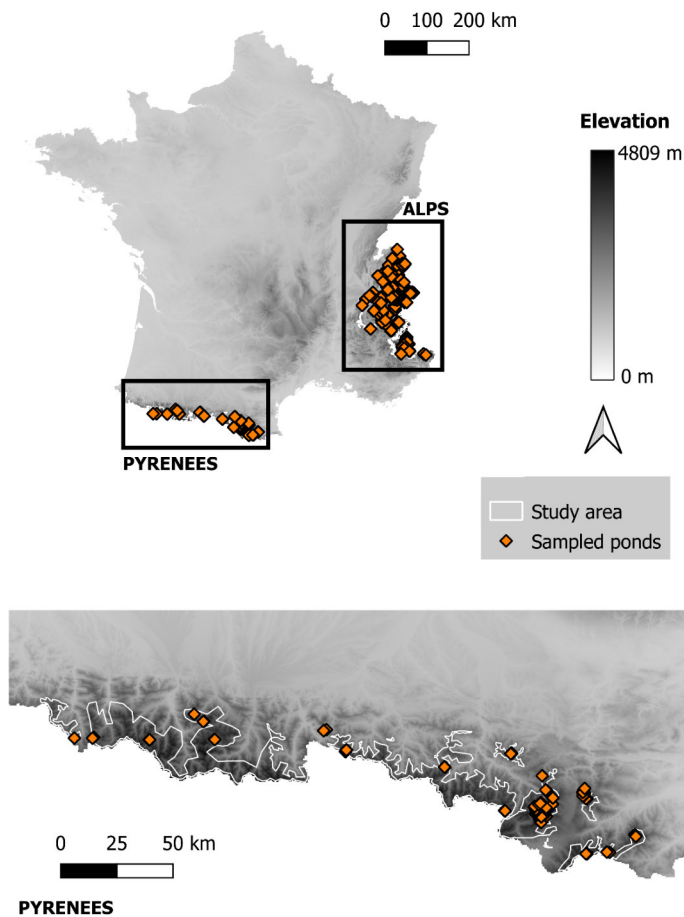
INRAE

Projet CIMaE

2024 / REAUM / Marie Lamouille-Hébert



## Mettre en relation les typologies des mares et étangs avec les assemblages d'espèces présents dans ces mares



# Un protocole standardisé pour suivre les populations étudiées et décrire les mares et étangs alpins



**CIMaE : Écologie et géographie des zones humides d'altitude et de changement climatique**

**Condition climatiques**  
\*La force du vent supérieure à l'indice 5 de Beaufort correspond à une bonne brise ; les petits arbres balancent ; les sommets des arbres s'agitent (29-38km/h)

Nébulosité	Pluie	Force du vent*	Heure
> 75%	< 1	> 75%	> 5 Beaufort
no	oui	no	10-16h

**Description du site** (\*nsp : ne sait pas)

Surface en eau du site : ☐ m<sup>2</sup> < 0.5ha / 5000m<sup>2</sup> - Mesure  
Profondeur pièce d'eau : ☐ m < 0.5m / 1.2m - Mesure  
Alimentation principale du site : source ☐ cours d'eau ☐  
nsp\* ☐ Si cours d'eau : largeur moyenne : ☐ m et profondeur : ☐ m  
Exutoire visible : oui ☐ non ☐ Si oui : largeur moyenne : ☐ m  
Mesure : avec un mètre ou appareil ☐ à l'œil ☐  
Substrat au fond du site : rocher/roche ☐ gravier (>2cm) ☐ sable ☐  
Pourcentage de chaque substrat : ☐ / ☐  
Présence de poissons : oui ☐ non ☐ nsp\* ☐  
Transparence de l'eau : je vois le fond ☐ je vois le fond mais pas la végétation ☐  
% de végétation : sur la pièce d'eau ☐ je vois le fond mais pas la végétation ☐  
Présence d'une ceinture de végétation (recouvrement du fond de la pièce d'eau) : oui ☐ non ☐  
La ceinture fait le tour de la pièce d'eau (entre la berge et dans l'eau) : oui ☐ non ☐  
Pourcentage de la ceinture : ☐ / ☐  
Présence d'algues filamenteuses/signes d'eutrophisation : oui ☐ non ☐  
Si constat de piétinement : pourcentage de berge dégradée : ☐ / ☐  
Proximité d'un sentier : animal sauvage ☐ animal domestique ☐  
Le sentier passe : moins de 10m ☐ sur les berges ☐ dans l'eau ☐  
Présence de déchets : oui ☐ non ☐  
Remarque éventuelle :

INRAE

Projet CIMaE

2024 / REAUM / Marie Lamouille-Hébert

<https://www.fne-aura.org/actualites/haute-savoie/cimae-un-projet-de-recherche-inedit-pour-protger-les-zones-humides-d-altitude>



QUI SOMMES-NOUS ? NOS MISSIONS AGISSEZ AVEC NOUS ASSOCIATIONS MEMBRES



RÉGION AIN ALLIER ARDÈCHE CANTAL ISÈRE LOIRE HAUTE-LOIRE PUY-DE-DÔME RHÔNE SAVOIE HAUTE-SAVOIE

## CIMaE : un projet de recherche inédit pour protéger les zones humides d'altitude

CIMaE est un projet de recherche scientifique qui vise à étudier l'impact des changements climatiques sur les zones humides d'altitude, afin de mieux les protéger.

Mercredi 13 janvier 2021 Biodiversité Climat Montagne



## ➤ Parmi les objectifs CIMaE (2025-2028)

- groupe mares et étangs d'altitude national/international (programme d'action)
- suivi dont suivi long terme des mares/étangs et espèces d'altitude (protocole a minima)
- bio-indication ?
- réalisation d'une plateforme en ligne pour la saisie des données
- mieux comprendre l'hydrologie et les réponses des espèces à l'assèchement (élargir le projet à d'autres territoires)
- mieux localiser les mares (télédétection)
- histoire des espèces de montagne *Aeshna juncea* (connectivité entre les mares/étangs)



INRAE

Projet CIMaE

2024 / REAUM / Marie Lamouille-Hébert



Merci aux participants, à tous pour votre attention et pour les communautés des mares d'altitude !

Des questions ?



Soutenance de thèse 19 mars 2025  
→ possibilité de la suivre en visioconférence

[marie.hebert@fne-aura.org](mailto:marie.hebert@fne-aura.org)  
[marie.lamouille-hebert@inrae.fr](mailto:marie.lamouille-hebert@inrae.fr)



# WATERWISE

Co-construction de solutions de gestion en  
faveur de la résilience de la ressource en  
eau dans les têtes de bassin des Alpes

Carole BIRCK Asters-CEN74- RNF

# CONTEXTE & OBJECTIFS

- Des écosystèmes humides et aquatiques montagnards à fort enjeu, potentiellement vulnérables aux **changements climatiques**
- Une méconnaissance du fonctionnement des compartiments **hydrogéologique** et **cryosphérique**, pourtant déterminants
- Une absence de **cadre législatif adapté** pour la protection locale et transnationale des services écosystémiques liés aux têtes de bassin
- Des **contextes environnementaux et socio-économiques** très diversifiés dans les têtes de bassin alpines



## Finalité

**Renforcer la résilience** de la gestion des ressources en eau dans les têtes de bassin versant alpines

## Objectifs opérationnels

**Outils les territoires**, notamment les collectivités locales et les gestionnaires d'aires protégées, pour mieux appréhender la vulnérabilité de leurs ressources en eau

Initier la conception de **stratégies d'adaptation**

**Durée** 3 ans de septembre 2024 à août 2027

# LE CONSORTIUM



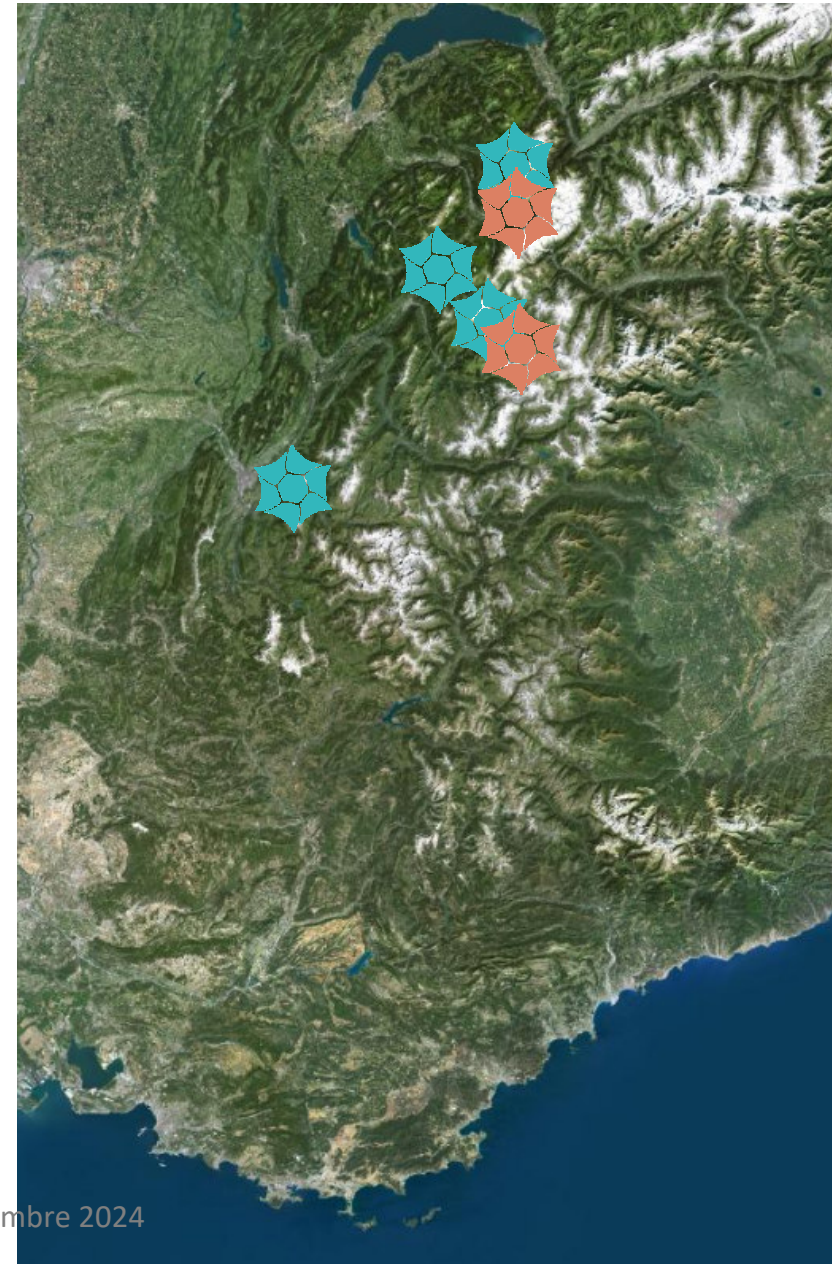
Partenaires de tous les États alpins

Nom du partenaire	Pays	Type de structure
Université de Neuchâtel	Suisse	Structure publique de recherche
Fondation Edmund Mach	Italie	Structure publique de recherche
Réserves naturelles de France	France	Organisation non-gouvernementale
Tetraktys	France	Organisation non-gouvernementale
Université de Passau	Allemagne	Structure publique de recherche
Université des sciences appliquées de Karlsruhe	Allemagne	Structure publique de recherche
Alpinarium de Galtür	Autriche	Privée (PME)
Inventaire géologique de Slovénie	Slovenie	Structure publique de recherche
GETC Géoparc Karavanke	Autriche	Groupe européen de coopération territoriale
Legambiente (Piémont & Val d'Aoste)	Italie	Organisation non-gouvernementale
Agence régionale de protection de l'environnement de Lombardie	Italie	Établissement public
Centre de recherche sur l'environnement alpin	Suisse	Structure privée de recherche

# LES SITES PILOTES FRANÇAIS

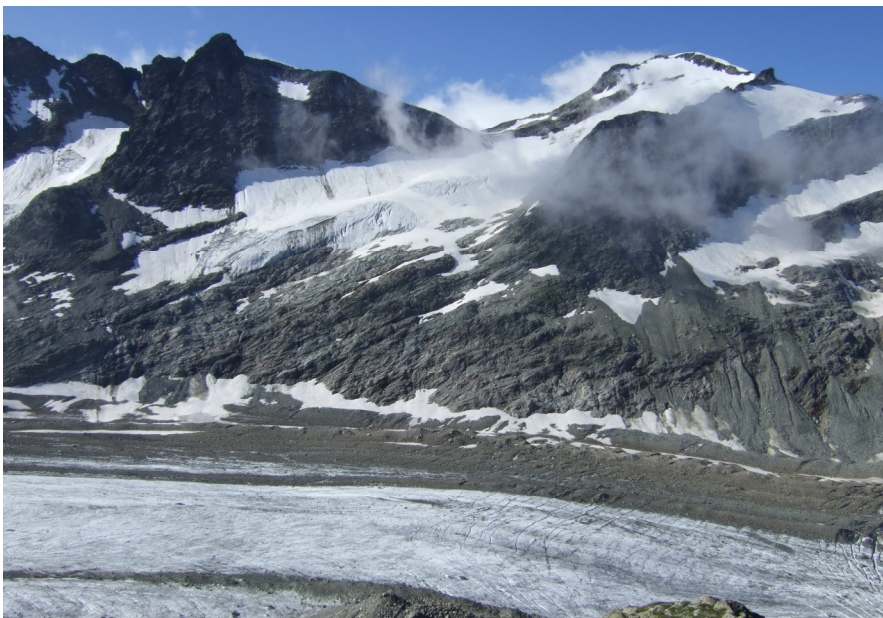
Réserve naturelle	Type de réserve naturelle	Département	Organisme gestionnaire
Passy	Nationale	74	Asters (CEN Haute-Savoie)
Contamines-Montjoie	Nationale	74	Asters (CEN Haute-Savoie)
Tourbière des Saisies	Régionale	73	SIVOM des Saisies, ONF
Hauts de Villaroger	Nationale	73	ONF
Grande Sassièrè	Nationale	73	PN Vanoise
Lac du Luitel	Nationale	38	ONF

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024



# WP1

## Boîte à outils coconstruite pour l'évaluation de la vulnérabilité



- Compiler et harmoniser les **données environnementales et socio-économiques existantes** dans les bases locales, nationales et européennes, avec le concours de l'ensemble des parties prenantes du projet (partenaires du consortium, groupes cibles, autres acteurs locaux...)
- Développer des **solutions techniques** pour la collecte des données manquantes sur le terrain
- Développer une **boîte à outils open source** pour l'analyse des données, la modélisation hydrologique et l'évaluation de la vulnérabilité
- Rendre accessible cette boîte à outils à travers une **plateforme web** dédiée et ergonomique

# WP2

## Test de la boîte à outils et stratégies locales résilientes

- Cartographier et interroger les **acteurs et parties prenantes** de la ressource en eau
- Lors d'un premier atelier, élaborer un **récit commun** autour des enjeux et d'un scénario tendanciel (business as usual)
- Lors d'un deuxième atelier, présenter aux acteurs locaux les résultats de l'évaluation de vulnérabilité, animer leur validation collective, et imaginer et tester des **orientations stratégiques** permettant d'améliorer la résilience de la ressource en eau
- Lors d'un troisième atelier, affiner les **stratégies d'adaptation** en recourant à la boîte à outils
- Organiser et animer le partage, par les acteurs eux-mêmes, des **enseignements** issus des démarches de co-conception.

# WP3

## De la connaissance à l'action

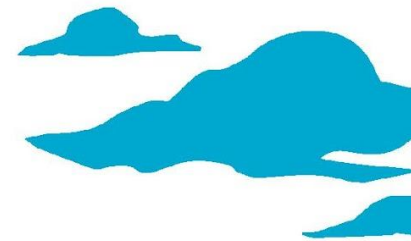
- Former les **groupes cibles** à l'utilisation de la boîte à outils grâce à des manuels, des tutoriels vidéo et du storytelling créatif
- Rédiger des lignes directrices à destination des **décideurs**, sur la base des tests dans les sites pilotes
- Organiser un séminaire de travail transnational sur la **gouvernance de l'eau**, visant notamment à clarifier la manière dont les recommandations issues de WATERWISE, et plus généralement les enjeux liés aux têtes de bassin, peuvent intégrer les politiques publiques aux différentes échelles

Interreg



Cofinancé par  
l'Union Européenne  
Cofinanziato  
dall'Unione Europea

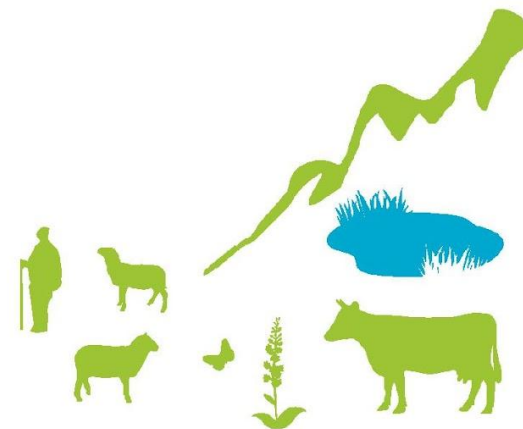
France – Italia ALCOTRA



# ACLIMO

Un projet européen Interreg ALCOTRA

Journée sur les tourbières alpines  
10 décembre 2024



**8 Partenaires** : 3 français, 5 italiens  
Chef de file : PNM

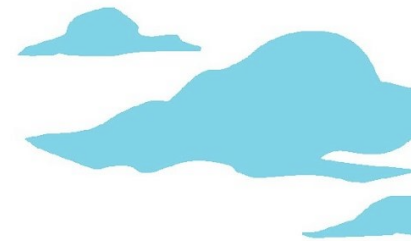
**Budget** : 3 M € au total  
80 % FEDER, 20 % autofinancement

### Objectifs :

- **Améliorer la connaissance de la ressource en eau** pour mieux gérer et préserver les milieux aquatiques
- **Accompagner les activités pastorales** dans l'adaptation au changement climatique tout en préservant le patrimoine naturel
- **Sensibiliser les acteurs locaux et le grand public** sur l'adaptation au changement climatique

**Durée** : 3 ans → **fin 2026**. À ce stade, beaucoup d'actions encore en cours de définition/planification  
**À SUIVRE...**





## Connaissance de la ressource en eau et restauration des milieux aquatiques

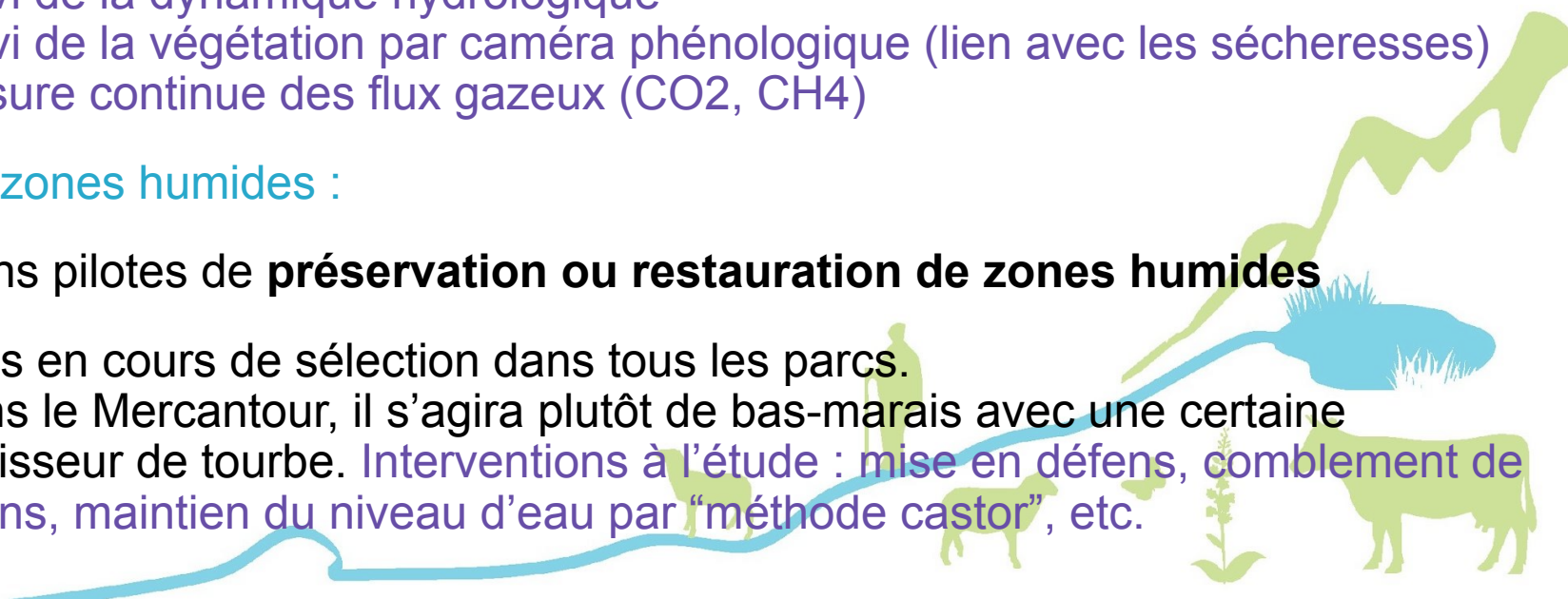
### Connaissance de la ressource en eau :

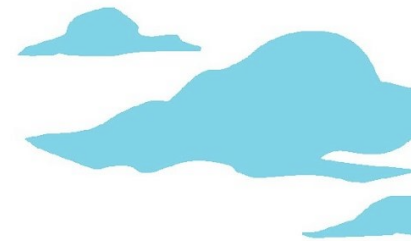
- Élaboration d'une méthode partagée et répliquable de **modélisation et cartographie du stock d'eau disponible par bassin versant** en début de saison à l'aide d'images satellites (pilotage PNV).
- Des zooms fonctionnels répartis entre partenaires, en vue d'une restitution collégiale. Par exemple, étude du système neige-eau-tourbière au Parc national du Grand Paradis.
  - Suivi de la dynamique hydrologique
  - Suivi de la végétation par caméra phénologique (lien avec les sécheresses)
  - Mesure continue des flux gazeux (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)

### Gestion des zones humides :

- Actions pilotes de **préservation ou restauration de zones humides**

Sites en cours de sélection dans tous les parcs.  
Dans le Mercantour, il s'agira plutôt de bas-marais avec une certaine épaisseur de tourbe. Interventions à l'étude : mise en défens, comblement de drains, maintien du niveau d'eau par "méthode castor", etc.





## Connaissance et adaptation des activités pastorales face au changement climatique

### Amélioration de la connaissance des alpages :

→ Par exemple, évaluation de l'**état de conservation des alpages** (PNM) ou **inventaire des zones humides** sur les alpages (PNE).

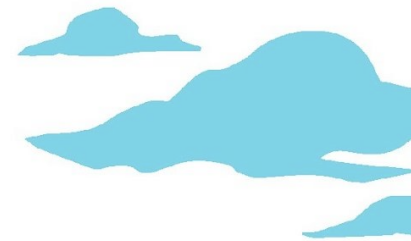
### Adaptation au changement climatique :

→ Réalisation d'un **catalogue bilingue des pratiques d'adaptation au manque d'eau en alpage**. Finalisation pour fin 2024.

→ Mise en œuvre d'actions pilotes diversifiées pour **tester certaines de ces solutions d'accès à l'eau en alpage** avec des approches adaptées aux territoires.

→ Accompagnement des professionnels du monde agro-pastoral au travers de **réunions d'échange dans les territoires**.





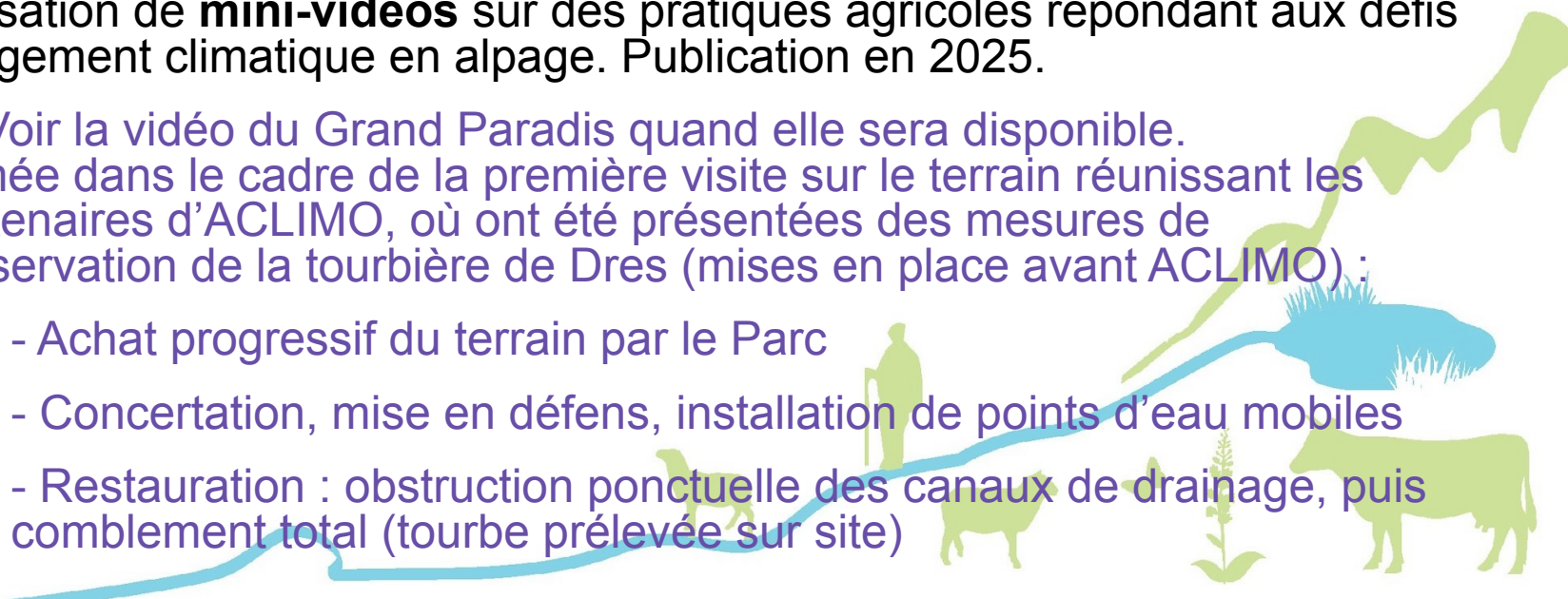
## Communication

### Communication grand public :

- Réalisation d'un **film documentaire bilingue** grand public proposant une réflexion sur les modifications du paysage transfrontalier du fait du manque d'eau et présentant certains leviers d'action.
- Réalisation d'un **kit pédagogique bilingue** pour sensibiliser le jeune public aux effets du changement climatique et du manque d'eau sur la faune, la flore et les activités humaines et pour leur donner des pistes pour agir à leur échelle.

### Valorisation des “bonnes pratiques” agricoles :

- Réalisation de **mini-vidéos** sur des pratiques agricoles répondant aux défis du changement climatique en alpage. Publication en 2025.
- Voir la vidéo du Grand Paradis quand elle sera disponible.  
Filmée dans le cadre de la première visite sur le terrain réunissant les partenaires d'ACLIMO, où ont été présentées des mesures de préservation de la tourbière de Dres (mises en place avant ACLIMO) :
- Achat progressif du terrain par le Parc
- Concertation, mise en défens, installation de points d'eau mobiles
- Restauration : obstruction ponctuelle des canaux de drainage, puis comblement total (tourbe prélevée sur site)

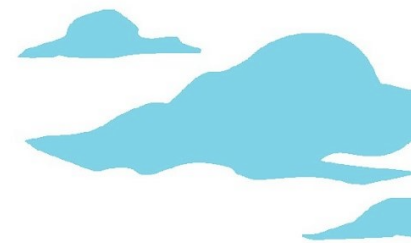


Interreg



Cofinancé par  
l'Union Européenne  
Cofinanziato  
dall'Unione Europea

France – Italia ALCOTRA



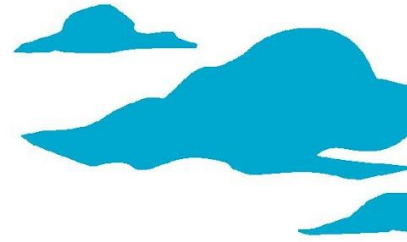
**Tourbière du Dres – Parco Nazionale Gran Paradiso** © M. Malvezin / PNM

Interreg



Cofinancé par  
l'Union Européenne  
Cofinanziato  
dall'Unione Europea

France – Italia ALCOTRA



Merci ! Pour plus d'informations, contacter Marin Malvezin, coordinateur du projet  
[marin.malvezin@mercantour-parcnational.fr](mailto:marin.malvezin@mercantour-parcnational.fr)



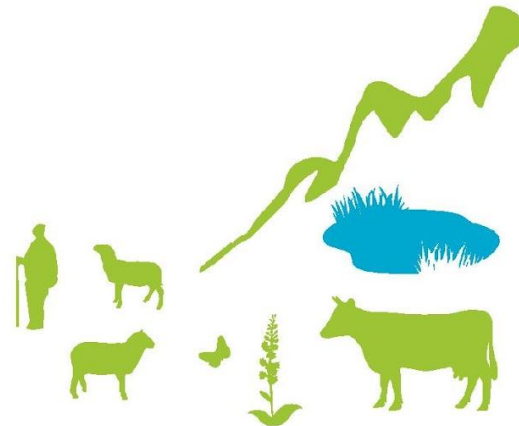
Aree Protette  
Alpi Marittime



Aree Protette  
Alpi Cozie



Parco fluviale  
Gesso e Stura



## Les outils et ressources



Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

# MhéO, la boîte à outils de suivi de l'état des zones humides



- Indicateur pédologique (I01)



## Centre de ressources sur les tourbières : portail documentaire Doc' en CEN

- **Portail documentaire** de la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels rassemblant plus de 17 000 références, dont **10 000 sur les milieux tourbeux**
- **Photothèque** de plus de 700 photos, avec mentions d'autorisation de réutilisation
- **Conditions d'accès :**
  - Majeure partie disponible pour tous les utilisateurs
  - Possibilité de demander un compte si appartenance au Réseau CEN



 [www.reseau-cen-doc.org](http://www.reseau-cen-doc.org)

 [doc@reseau-cen.org](mailto:doc@reseau-cen.org)

## Formations

FCEN en cours d'agrément Qualiopi

Nouvelle mission OFB sur le volet formations ZH (Arrêté de délimitation des ZH, restauration des ZH...)

Volonté de monter un catalogue de formations : Habitats tourbeux, LBC, Eco-hydrologie des Tourbières, Tourbières et forestiers, feux de tourbières...

Une formation certifiée (CAS -Certificate of Advanced Studies ) est lancée en 2024 par l'HEPIA et offre un programme complet sur la vie et le fonctionnement des tourbières



# Merci pour votre participation !

# Journée Tourbières Alpines du REAUM

Mardi 10 décembre 2024  
Maison du lac d'Aiguebelette



# Le réseau des acteurs de l'eau en montagne c'est plus de 1500 membres

- **Monde scientifique** : Université, Ecoles d'ingénieurs, Laboratoires de recherche, Hydrogéologues, CBNA, CNRS, INRAE...
- **Plus de 40 bureaux d'études**
- **Acteurs socio-professionnels** : Domaines skiables, AMM, CAF, Agriculture Entreprise, Industriels, Banques, Fondations, Offices de tourisme...
- **Collectivités territoriales françaises, suisses et italiennes**
- **Structures gémapiennes**
- **Organismes d'Etat** : OFB, AFB, ARBE, ADEME, ARS, CEREMA, CdL, DDT, DREAL, PNR, PN, Ministère, MétéoFrance, ONF, AERMC...
- **Acteurs associatifs** : CENS, RNF, CIPEL, CIPRA, Cluster Eau, Fédé de pêche, Fédé de chasse, FNE, LPO, MountainWilderness, WWF...





## Un pilotage :



## Des financeurs publics et privés:



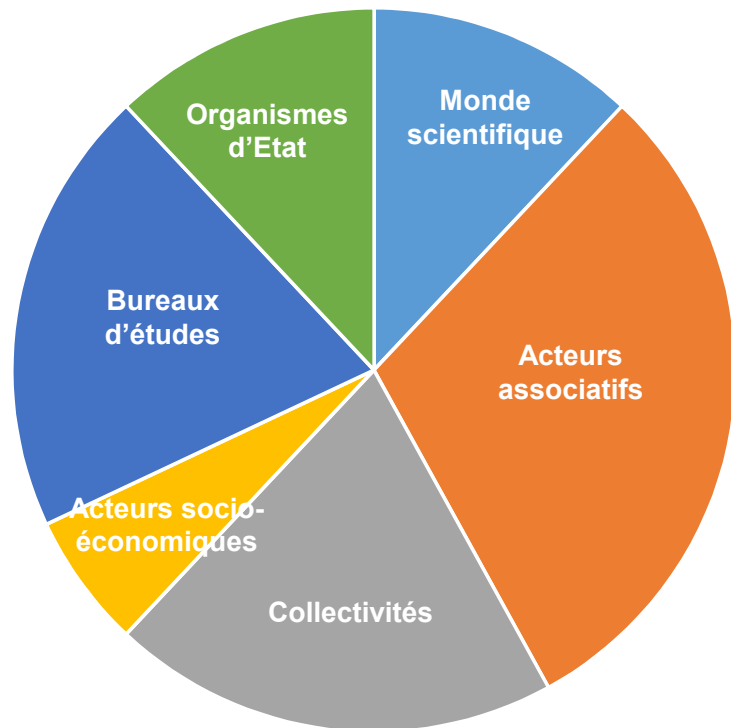
## Dans l'objectif de :

- Favoriser les échanges,
- Faciliter l'accès à la connaissance,
- Partager les expériences,
- Faire émerger de nouveaux projets.



# Journée technique d'échanges Tourbières Alpines

## Cartographie des acteurs



## Objectifs

### Partager la connaissance

Tour d'horizon des dynamiques et des projets sur les tourbières

### Faire émerger de nouveaux projets

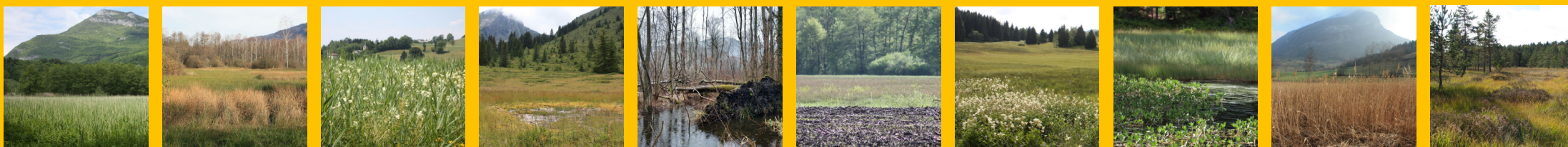
Travailler à la construction d'un projet en commun sur la connaissance, la préservation et la restauration de nos tourbières alpines

## Les tourbières alpines : état des connaissances



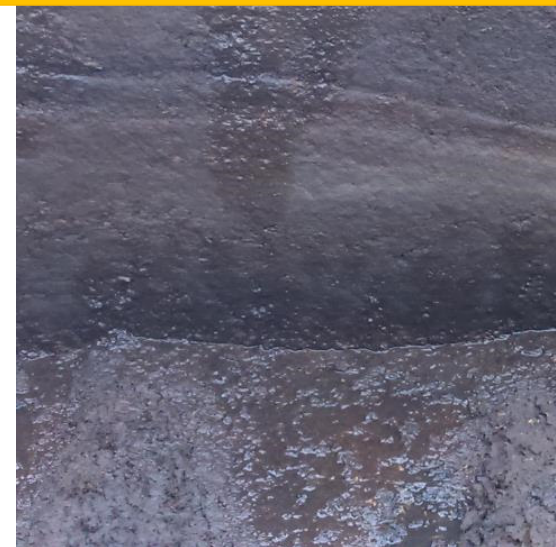
Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

Jérôme PORTERET, responsable scientifique au CEN Savoie



# Les tourbières alpines

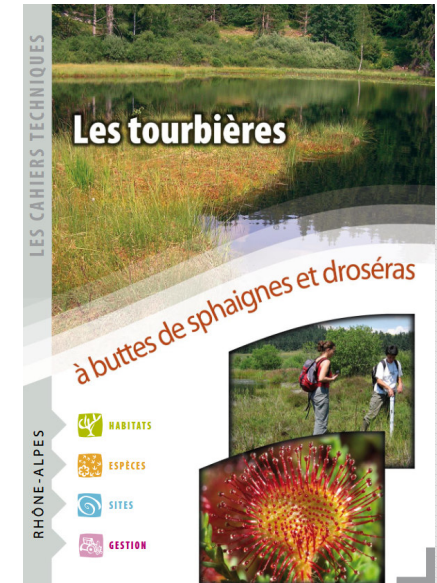
Etat des connaissances



Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024



# Les démarches alpines



## Rencontre du Groupe d'Etude des Tourbières

- 22<sup>e</sup> rencontres annuelles - 9 juillet au jeudi 12 juillet 2007- Alpes du Sud (Queyras, Briançonnais, Gapençais,...)
- 39<sup>e</sup> rencontres annuelles - septembre 2023 – Savoie, Haute-Savoie

### Guides techniques

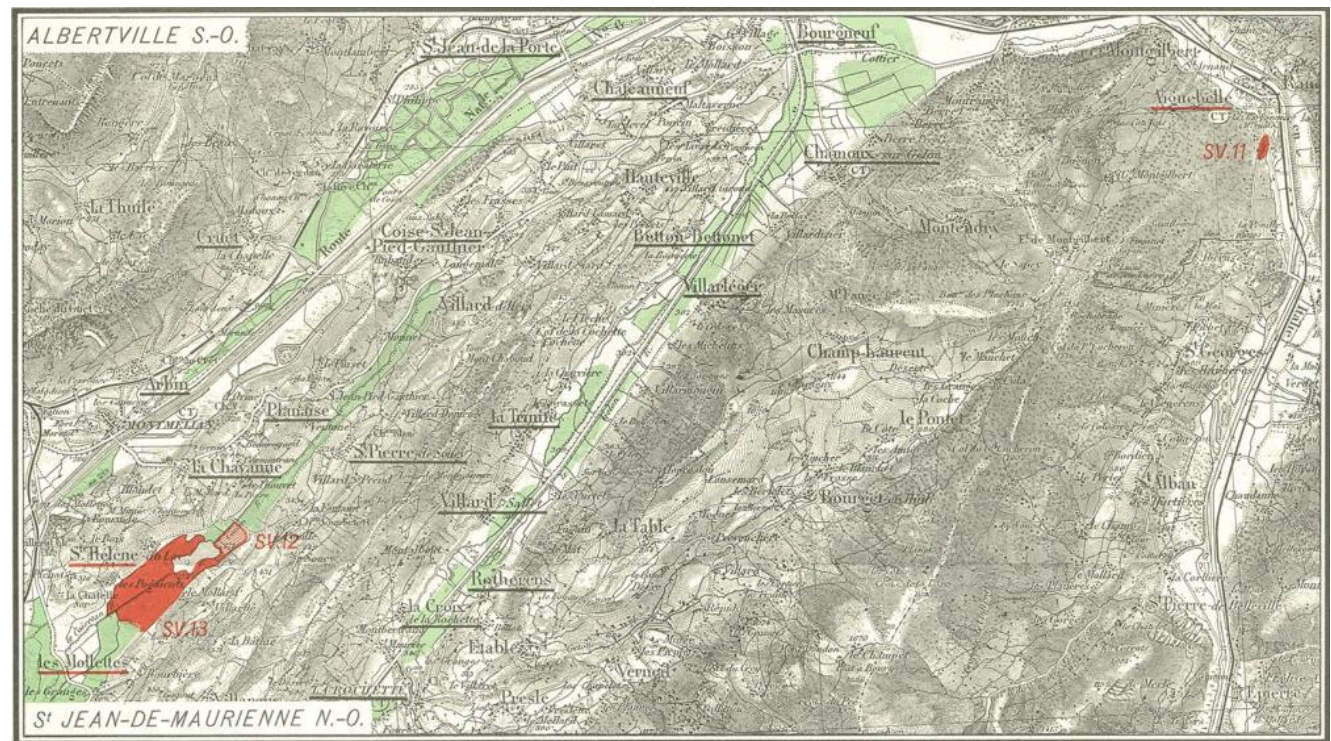
- Tourbières en Rhône-Alpes, un patrimoine commun à gérer – 2001. COIC B, FRAPPA F., LAZA L.. CEN Rhône-Alpes
- Tourbières des montagnes françaises. Nouveaux éléments de connaissance, de réflexion & de gestion – 2010. CHOLET J., MAGNON PETIT-MAIRE, G. | Pôle-relais tourbières, édité par Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

# Les sources de connaissance

## Inventaire et cartographie

- Données historiques
  - Ministère de l'industrie et du commerce. (1949). Les tourbières françaises—Atlas des Mines

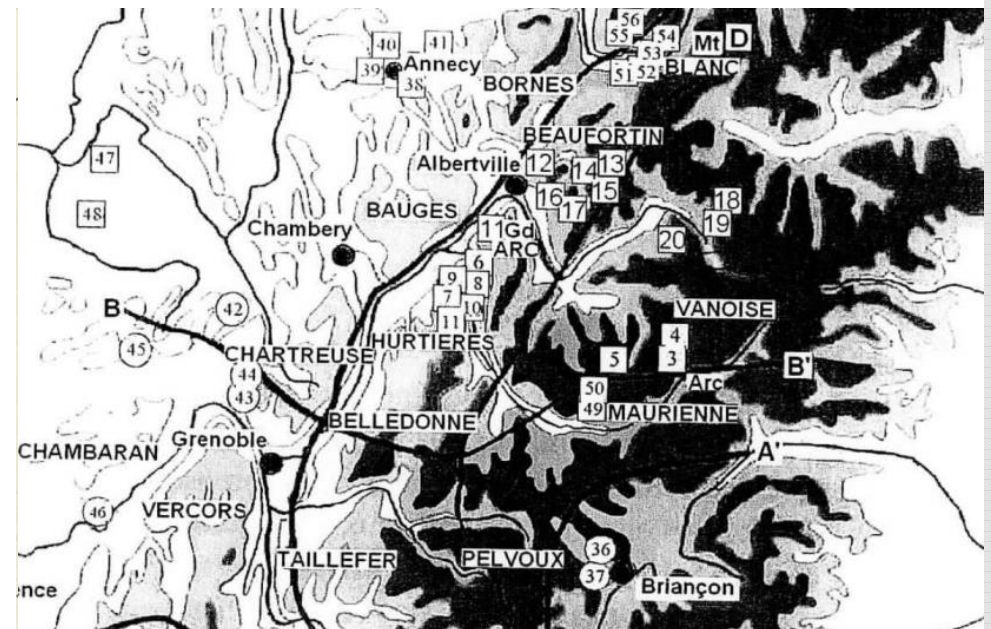


Bassin de l'Isère (l'Arc, le Gelon, le Coisin)

# Les sources de connaissance

Inventaire et cartographie

- Données historiques
  - Ministère de l'industrie et du commerce. (1949). Les tourbières françaises—Atlas des Mines
- Etudes scientifiques – Palynologie, paléo-environnement
  - Becker Jeanne (1952).
  - David, 1993, 2008
  - De Beaulieu, 2004
  - Miras, 2006
  - Muller, 2006
  - Julien A., 2023



# Les sources de connaissance

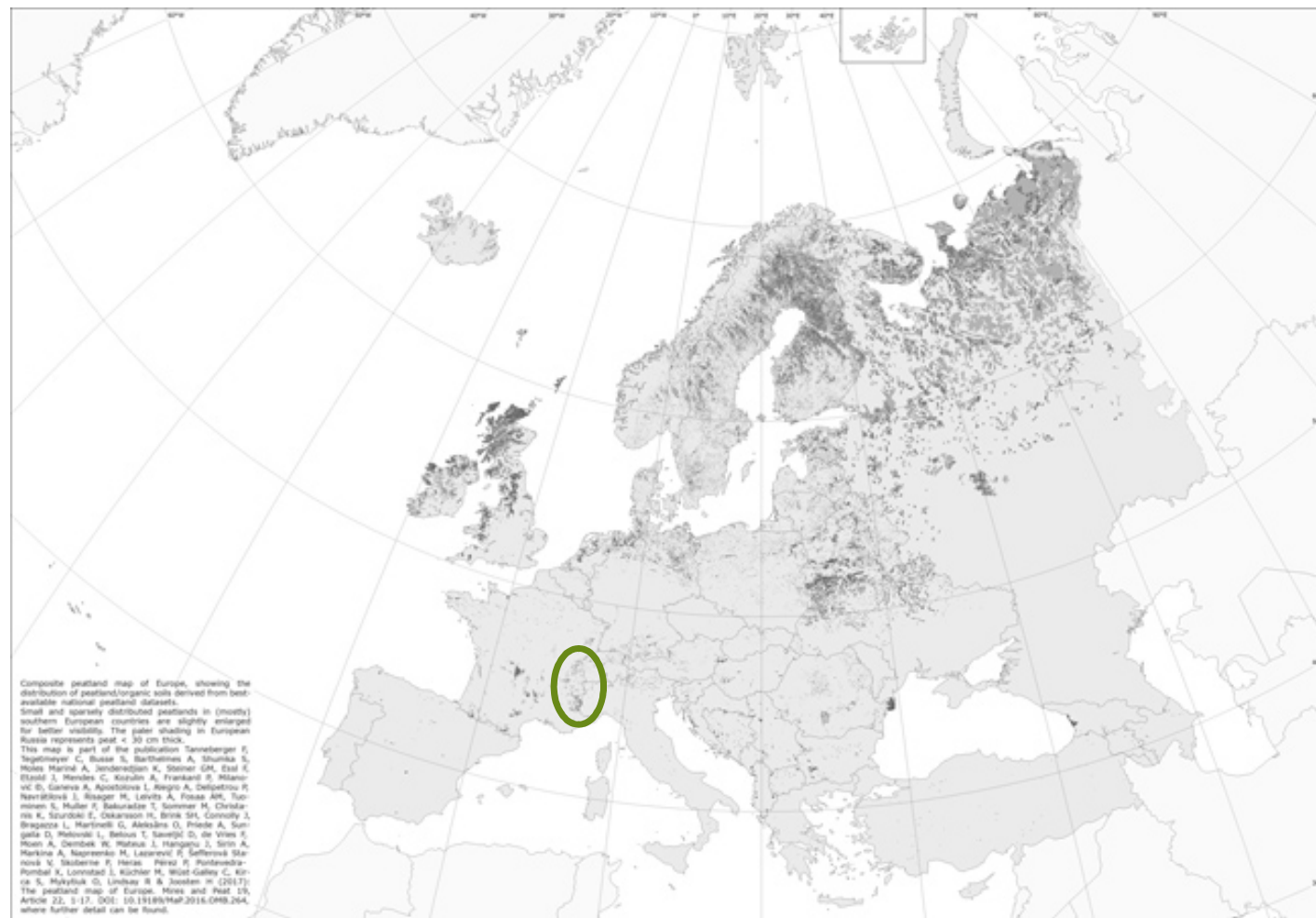
Inventaire et cartographie

- Données historiques
  - Ministère de l'industrie et du commerce. (1949). Les tourbières françaises—Atlas des Mines
- Etudes scientifiques – Palynologie, paléo-environnement
  - Becker Jeanne (1952).
  - David, 1993, 2008
  - De Beaulieu, 2004
  - Miras, 2006
  - Muller, 2006
  - Julien A., 2023
- Données actuelles d'inventaire:
  - cartographie des tourbières et sols organiques de l'Europe - Wetlands International (2016), Peat for speed in land sector mitigation and adaption.IMCG Bulletin November 2016
  - cartographie nationale – 2005, SOeS - à partir des données des Conservatoires d'espaces naturels rassemblées par le Pôle-relais tourbières (Fédération des Conservatoires d'espaces naturels)

# Cartographie et répartition des tourbières en europe (IMCG)

Pour la France

Surface de tourbières :  
2875 km<sup>2</sup> (0,52 % du territoire)



Voir également

The distribution of peatland in Europe, 2005 - L. Montanarella, R.J.A. Jones and R. Hiederer

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

Source: Reichart 2020

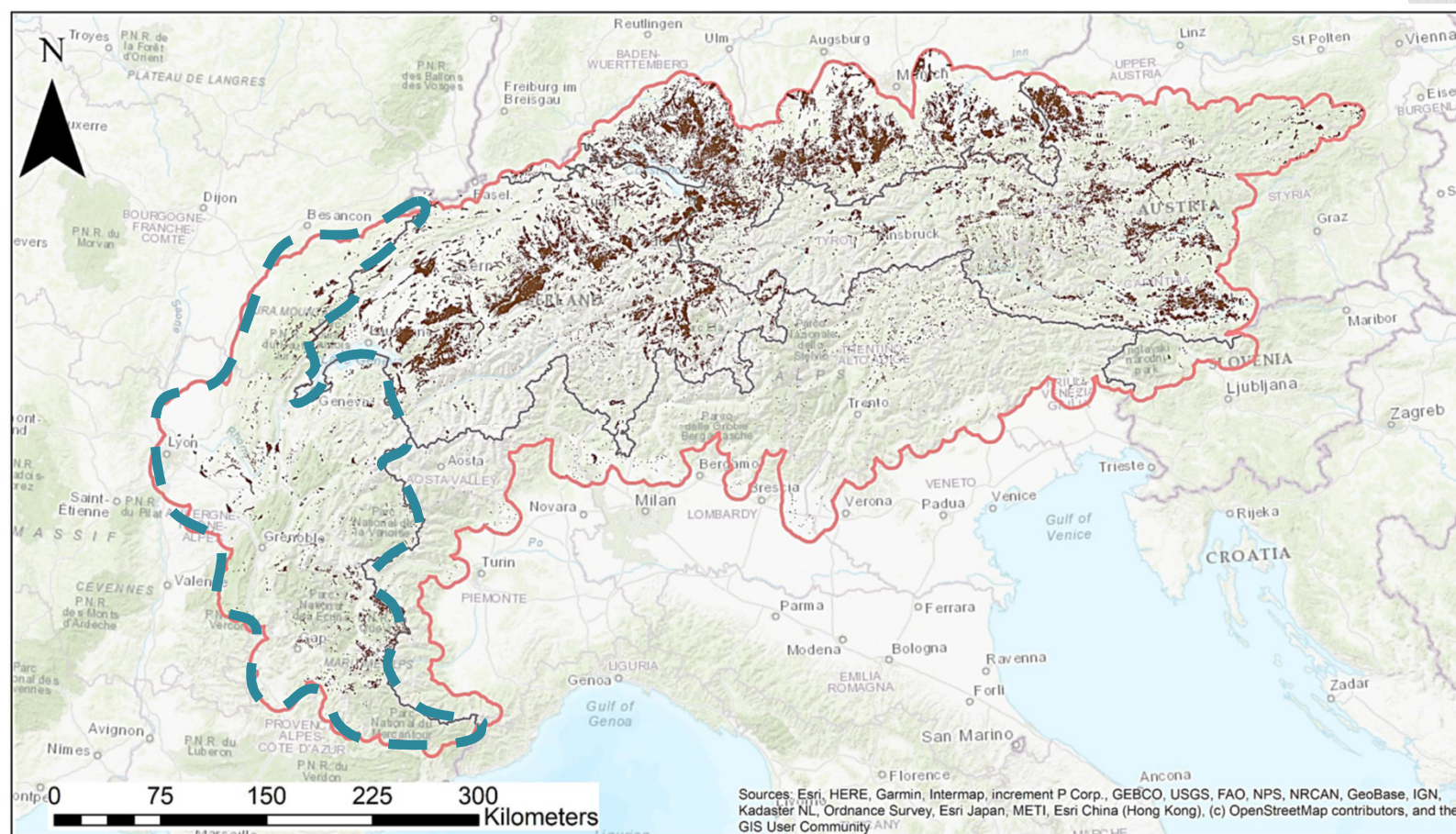
# A l'échelle des Alpes

Périmètre : 40 125 km<sup>2</sup>

Surface de tourbières :  
309 km<sup>2</sup>

0.8% de la superficie  
du périmètre du  
pays

5.1% des surfaces  
de tourbière des  
alpes

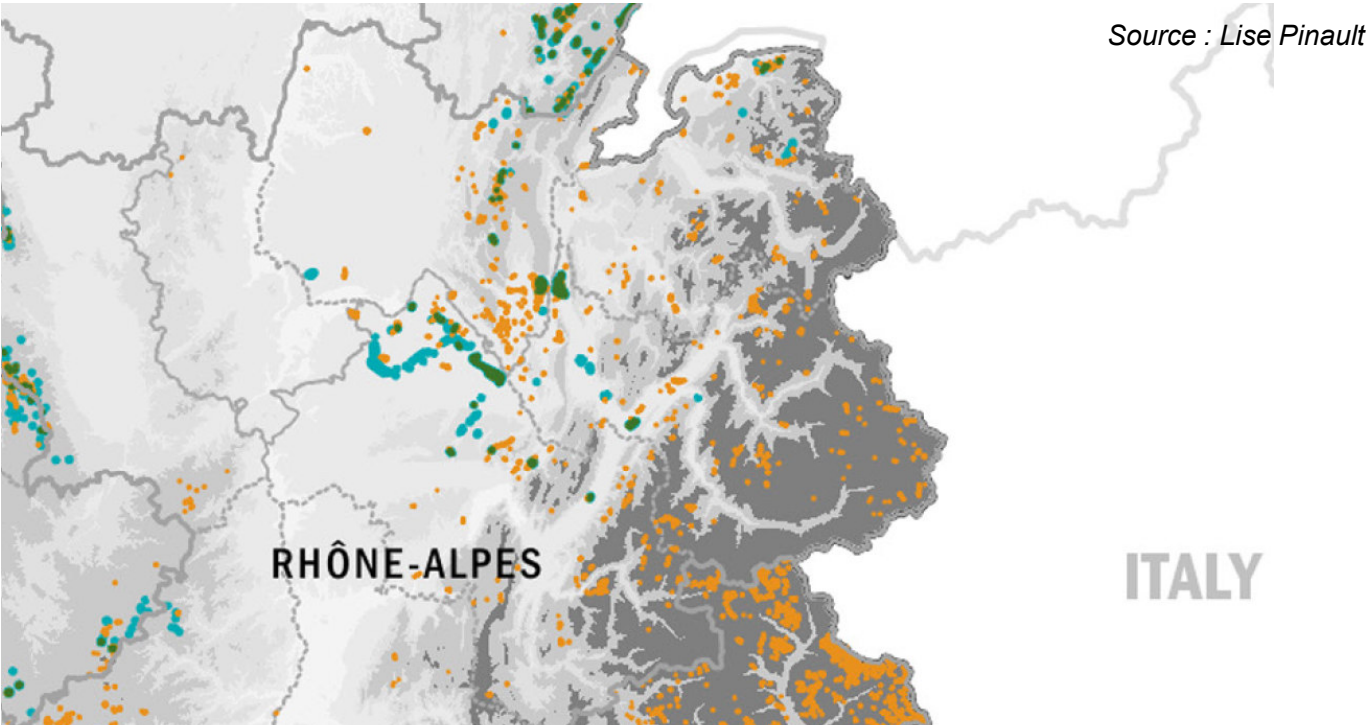


# Cartographies nationales des tourbières

dépôts tourbeux issue de l'inventaire de 1949

SOeS (2012), agrégation de données régionales (inclus l'inventaire des tourbières Rhône-Alpes de 1999)

Inventaire numérisé des tourbières françaises de 1949 (2021).  
Ministère de l'industrie et du commerce (1949), Gilbert D.,Muller F., Bernard G., Pilloix M



Ecoregion	N	Surface (ha)	Surface par site (ha)	Stock c (t C)	Stock c (Mt C)	Potentiel émissif (M t CO <sub>2</sub> )	Pourcentage du stock total (%)	Epaisseur (m)	C <sub>org</sub> (%)	Da (kg m <sup>-3</sup> )	C <sub>d</sub> (t C ha <sup>-1</sup> , m <sup>-1</sup> )
Alpes	297	4116	13,9	6739194	6,7	24,7	4,5	2	41,3	197	809
Plaine et piémont alpin	135	4779	35,4	11045914	11	40,5	7,4	3	39	206	787

8500 ha en Savoie, Isère, Ain et Haute-Savoie

Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

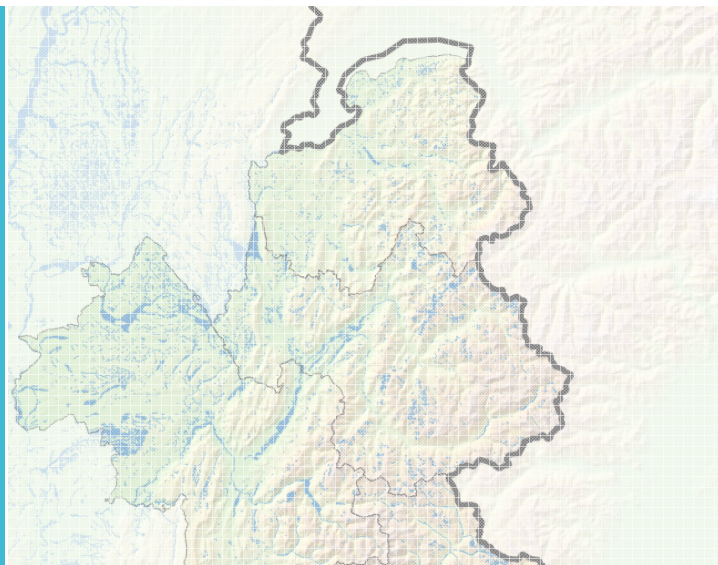
# La vision alpine des tourbières

Données SOeS

Inventaire ZH

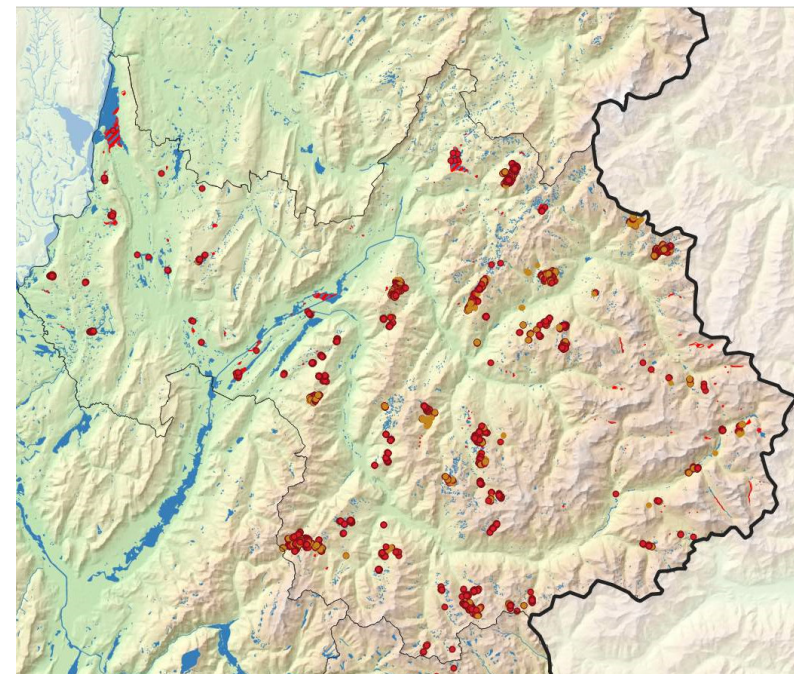
Inventaire des tourbières  
(1999 – SOeS)

Prospections



En Savoie :

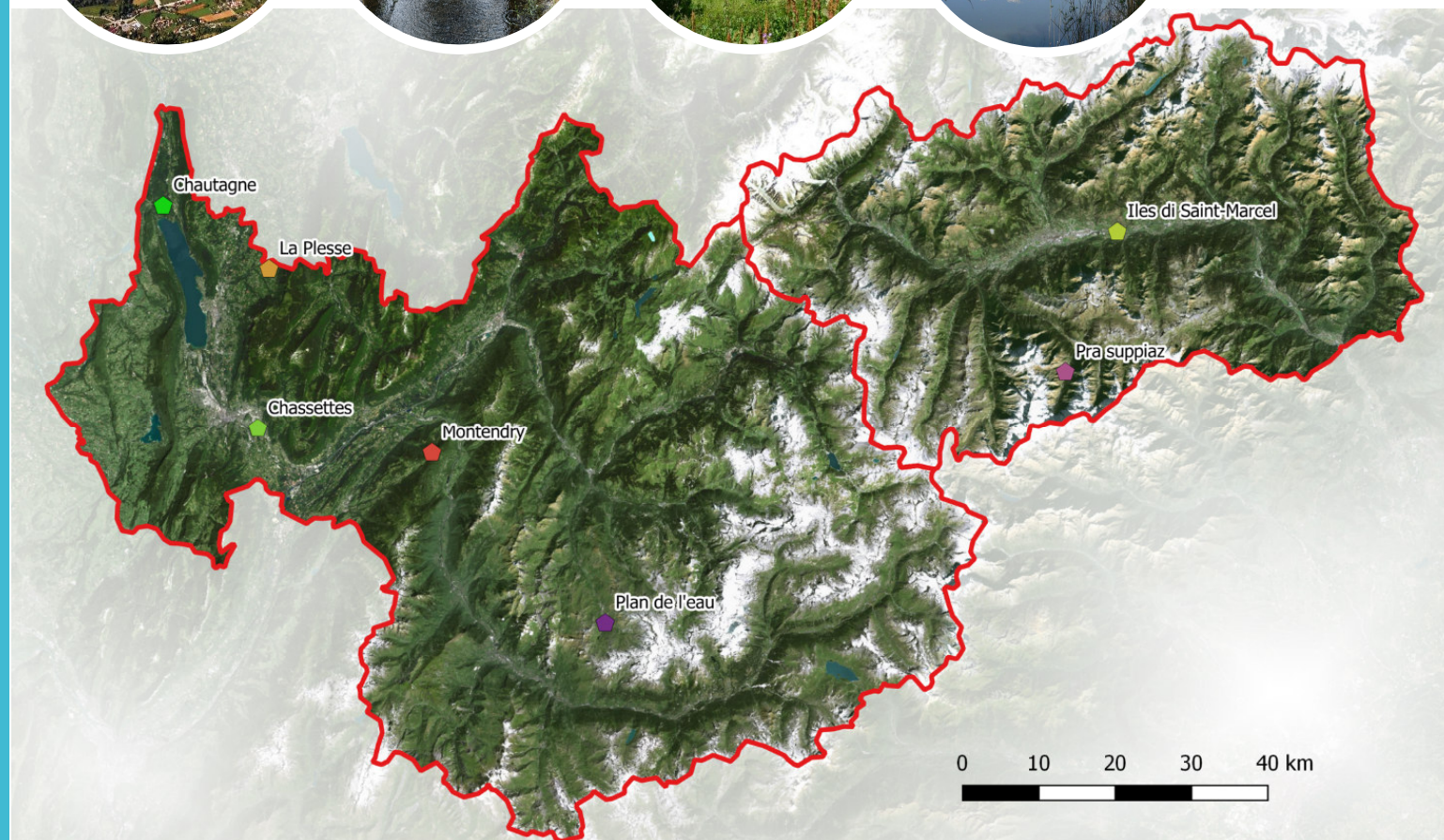
- 6848 sondages
  - 80% sont supérieur ou égal à 20 cm, seuil qui pourrait déterminer la présence d'histosol leptique lithique ;
  - Près de la moitié des points sondages présentent des épaisseurs de sol meuble à dominante organique supérieur au critère de définition des histosol fibrique, mesique et saprique (40 cm) ;
- En montagne, cela représente 85% des 2135 polygones de ZH prospectées ; l'épaisseur moyenne est d'une quarantaine de cm





# Etude de cas

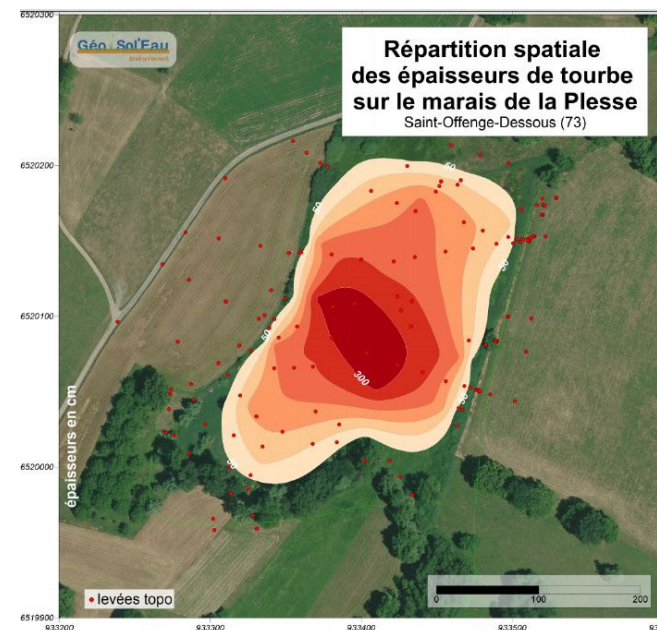
Evaluation des SE  
des tourbières  
alpines



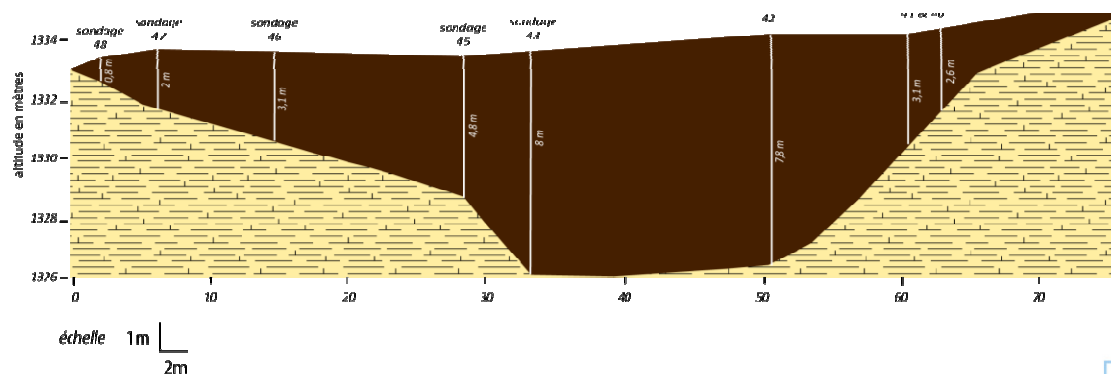
# Construction d'une base de données

Profondeur et volume  
de tourbe

- Levé topographique et sondage systématiques à la barre
- Carottage, descriptions stratigraphiques



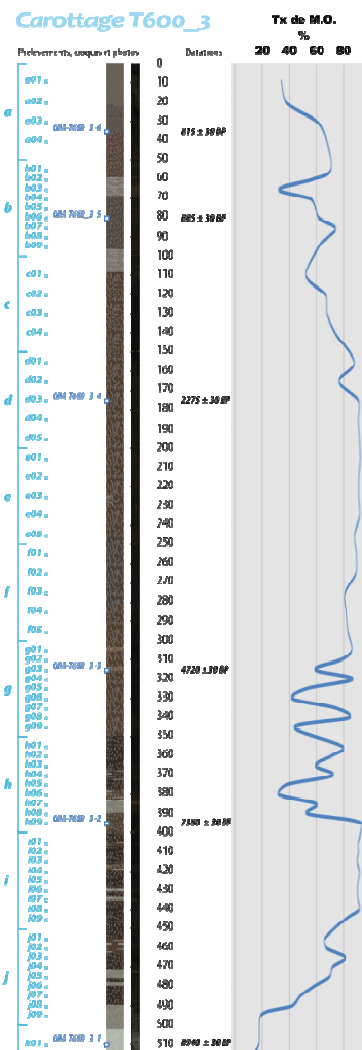
## Tourbière de Montendry



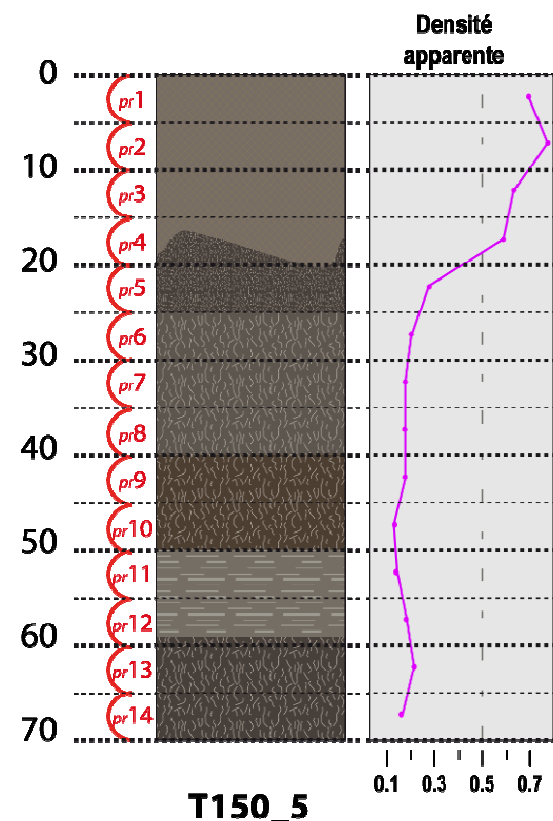
# Construction d'une base de données

Propriété des tourbes

- Prélèvements et analyse d'échantillons
  - Taux de MO
  - Dynamique d'accumulation (datations)
  - Densité apparente, porosité
  - pH
  - Tx de fibres
- Agrégation des données avec celles issues de la littérature



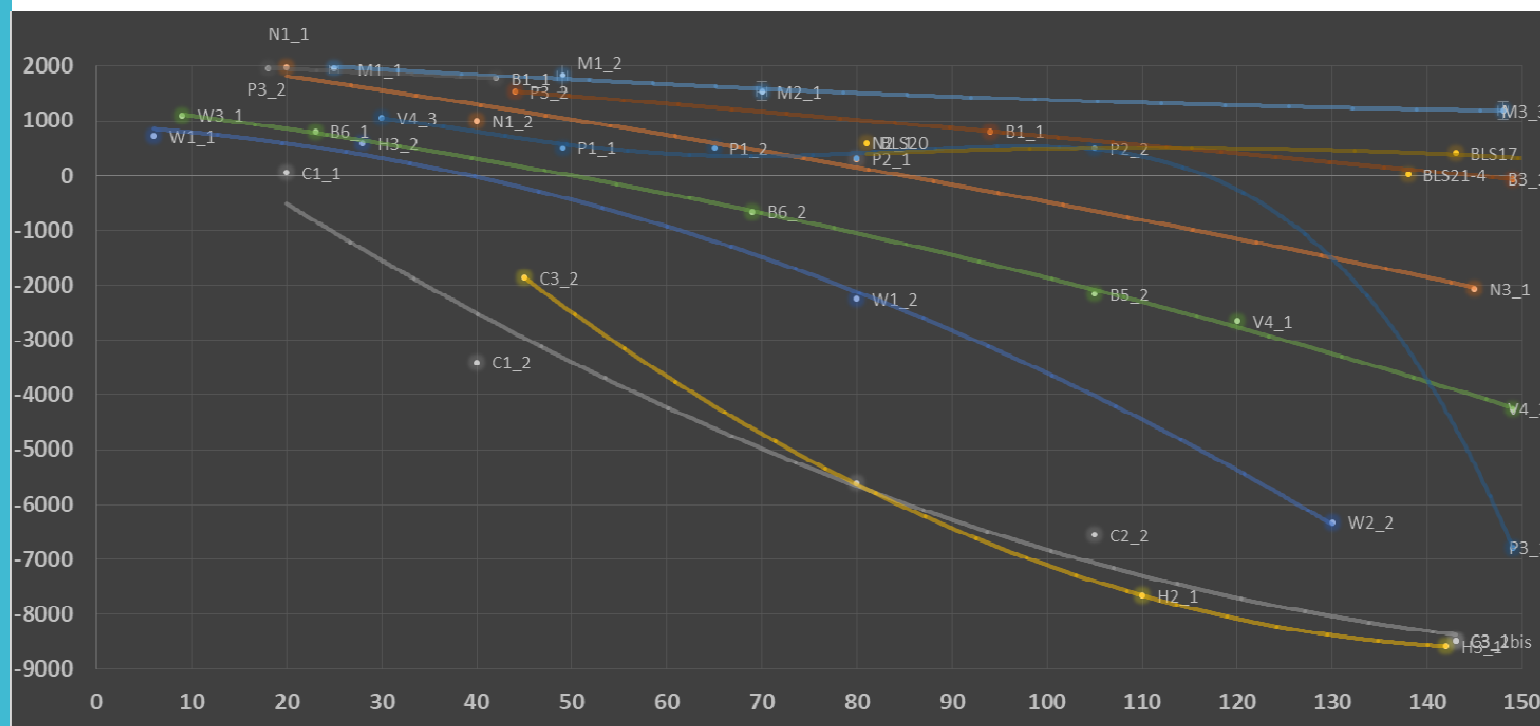
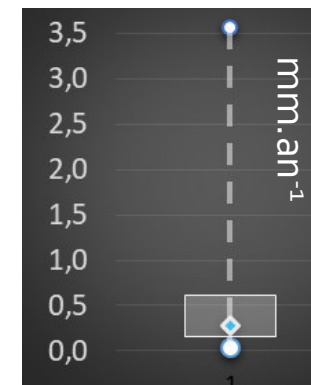
## Marais de Chautagne



# Dynamique d'accumulation des tourbières alpines

Analyse de 50 datations

- Forte variabilité des dynamiques d'accumulation
- De 4,5 mm à 35 cm par siècle (médiane à 2,8)



# Diversité de l'état des tourbes alpines

## Quel référentiel d'état ?

- Des taux de matière organique qui varient fortement:
  - Au sein des profils
  - Entre les sites
- Traduit la combinaison de :
  - La dynamique d'accumulation initiale
  - L'apport de matériaux exogènes
  - La dégradation de la tourbe liée à l'assèchement

Sites	Nombre de ECH	Min de Taux de MO	Moyenne de Taux de MO	Max de Taux de MO2	Min de Teneur en d'eau2	Moyenne de Teneur en d'eau	Max de Teneur en d'eau	Min de Da poids sec / vol (en g/cm3)	Moyenne de Da poids sec / vol (en g/cm3)3	Max de Da poids sec / vol (en g/cm3)2
⊕ BOND	6	10,3	39,7	71,1	21,0	50,4	70,9	0,13	0,32	0,54
⊕ CCHA	23	11,1	54,3	82,7	45,1	69,5	82,4	0,16	0,32	0,66
⊕ MBPE	11	9,8	62,3	96,6	43,9	75,2	92,7	0,07	0,27	0,71
⊕ MTMG	16	81,3	90,7	96,2	69,0	90,0	94,3	0,04	0,10	0,33
⊕ OFFE	14	10,8	45,5	84,7	34,6	60,9	77,5	0,24	0,47	1,09
⊕ SULA	4	4,2	11,1	23,8	13,1	21,1	28,6	0,38	0,93	1,44
⊕ TENU	2	8,2	18,5	28,7	23,8	29,7	35,5	0,51	0,94	1,37
⊕ VACO	20	2,3	60,7	97,7	17,5	68,1	85,0	0,14	0,41	1,45
Valeur moyenne	96	2,3	57,9	97,7	13,1	68,0	94,3	0,0	0,4	1,4

Inventorier  
les tourbières

# La tourbe : définition, formation et caractérisation

Etat de la connaissance et  
référentiels

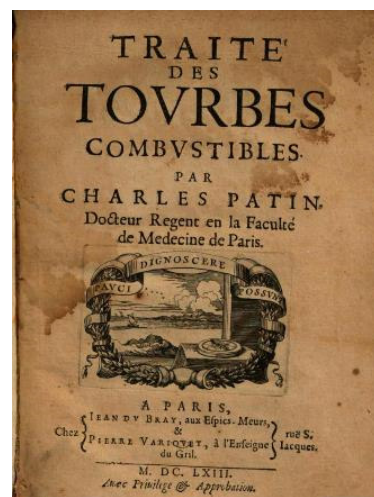


Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

# Les connaissances sur la tourbe

De nombreux travaux scientifiques :

- d'études anciennes, souvent oubliées,
- à la synthèse la plus récente...



1663, Patin

QUELQUES RECHERCHES  
SUR LES  
MARAIS TOURBEUX

EN GÉNÉRAL.

PAR  
LÉO LESQUERUEUX.

Paris, chez M. H. M. et C. 1844.

NEUCHÂTEL.  
IMPRIMERIE DE M. J. V. 1844.



1844,  
Lesquereux

1858,  
Challeton  
de Brughat

TRAITE COMPLET  
DE  
LA TOURBE

PRINCIPES, CLASSIFICATION ET CLASSIFICATION DES TOURBES  
D'APRÈS LEURS PROPRIÉTÉS PHYSIQUES ET CHIMIQUES  
ET LEURS USAGES, EN GÉNÉRAL, EN PARTICULIER, EN MÉTIERS  
ET EN MÉTIERS DE LA TOURBE.

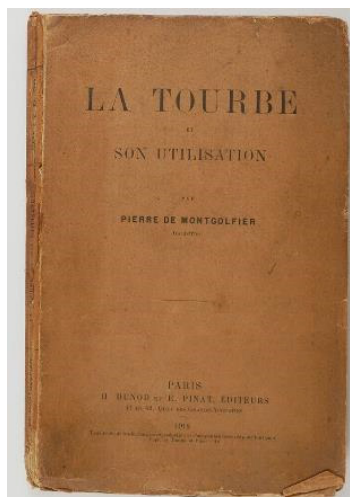
PAR  
ERNEST BOSCH.

Paris, chez M. H. M. et C. 1870.

PARIS  
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE DE J. BARRIS, ENTREPR  
DE M. H. M. et C. 1870.

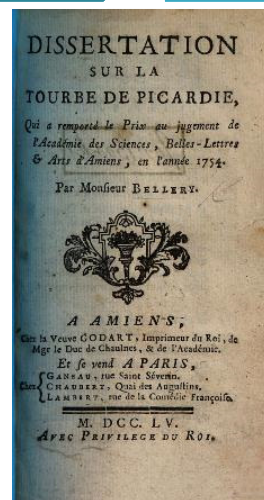
1870, Bosc

1901,  
Larbaletrier



1918, De  
Montgolfier

2019,  
Cubizolle



DE  
LA TOURBE

ÉTUDES SUR LES COMBUSTIBLES

SPÉCIALEMENT L'ÉTUDE

DE LA TOURBE

PAR

F. CHALLETON DE BRUGHAT

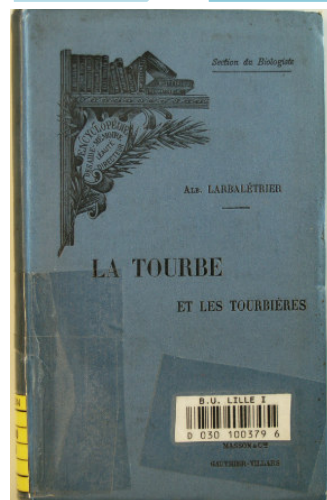
(1858)

PARIS

LANGLOIS, LECLERCQ, ÉDITEURS

1858

1918, a. 52.



Journée Tourbières Alpines du REAUM – Mardi 10 décembre 2024

 Réseau des acteurs  
EAU EN MONTAGNE

# Définition proposé dans la littérature scientifique

*H. Cubizolle 2019*

- « Une tourbière est un type de zone humide qui se caractérise par des bilans hydriques assurant une saturation en eau suffisante du sol pour permettre le maintien de conditions anaérobies favorables à l'accumulation de tourbe et au développement d'un histosol : sol composé de matières organiques et d'eau ; épais de plus de 10 cm et qui renferme au moins 30% de matière organique en place »

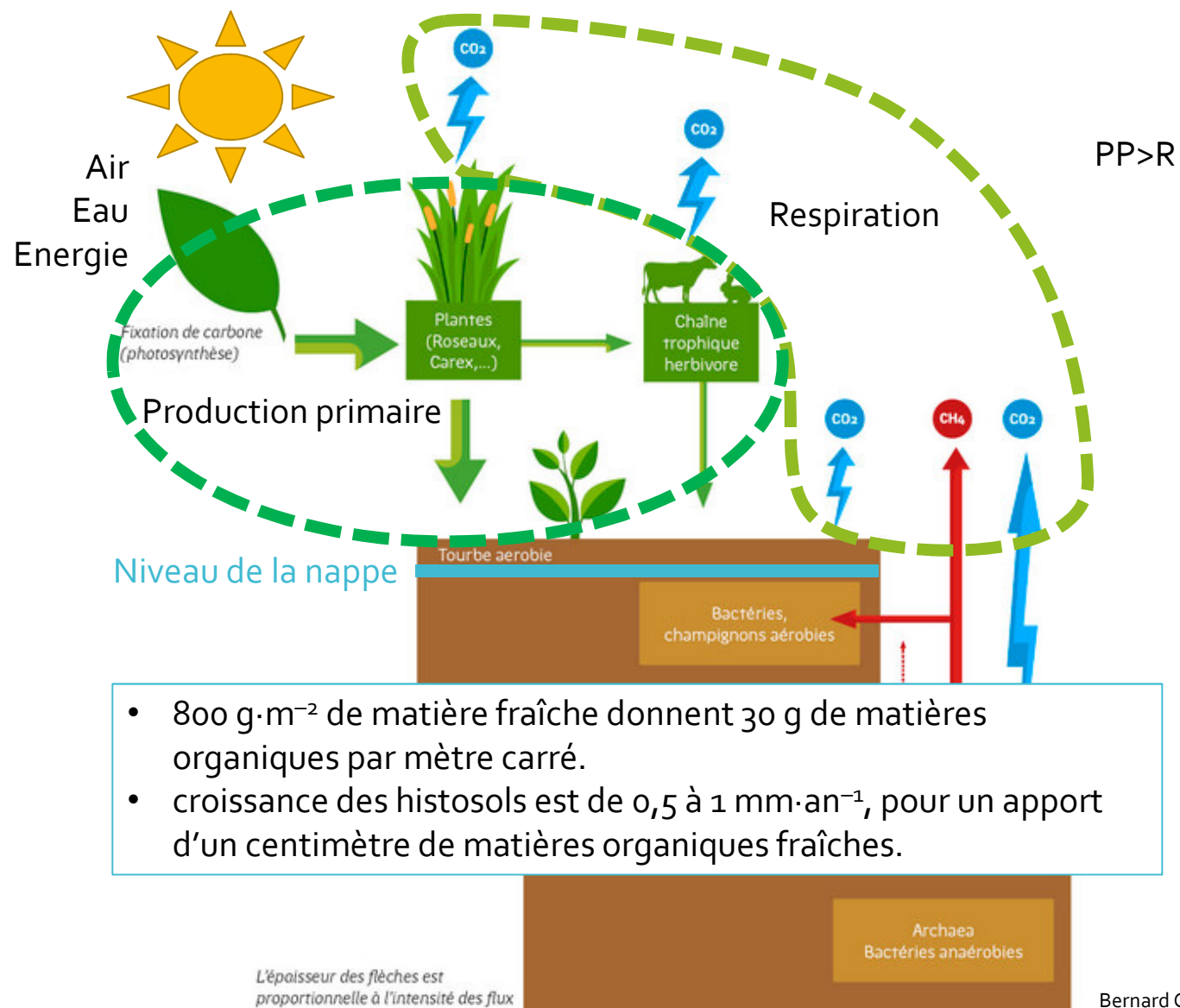
# Formation de la tourbe

## Les facteurs clés

- Productivité primaire
- Saturation en eau > anoxie

## D'autres facteurs qui influent sur l'accumulation

- Acidité
- Température



- 800 g·m<sup>-2</sup> de matière fraîche donnent 30 g de matières organiques par mètre carré.
- croissance des histosols est de 0,5 à 1 mm·an<sup>-1</sup>, pour un apport d'un centimètre de matières organiques fraîches.

Bernard Clément

# Diversité des tourbes

Des faciès variés qui ont généré autant de typologies

- Taille des fibres
- Composition botanique
- ...



- les histosols contiennent 88 à 97 % d'eau, 2 à 10 % de matière sèche et 1 à 7 % de gaz.
- la constitution de la M.O. est directement liée aux végétaux qui la produisent et à leur décomposition



# Référentiel des horizons histiques

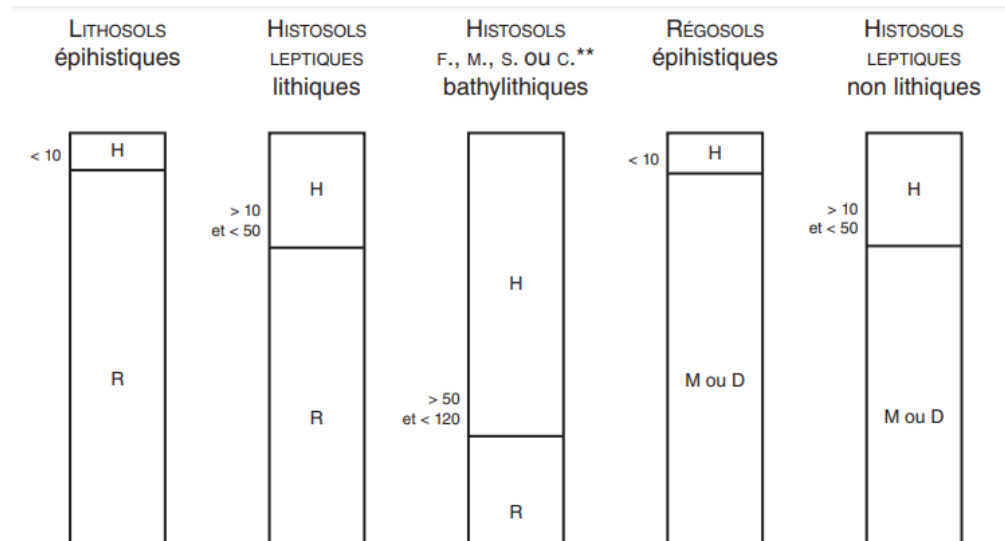
Horizons holorganiques constitués de MO, formés en milieu saturé en eau

Typologie des horizons histiques H		Indice de von Post	Taux de cendres (en %)	Taux de fibres frottées (en %)	Indice pyrophosphate
Horizons sapriques (Hs)	sans aucun élément visible	10	25-50		
	avec quelques fibres reconnaissables	9	25-50	< 10	Très variable > 10
	avec restes de bois	8 ou 9	40-50		
Horizons mésiques (Hm)	avec restes de racines	5 à 8	10-50		
	avec restes d'herbacées et de mousses	5 à 8	15-50		
	indifférencié	5 à 8	12-50	De 10 à 40	Très variable Compris entre 10 et 25
	à rhizomes ou restes de bois	5 à 8	12-50		
Horizons fibriques (Hf)	à rhizomes, et de radeaux	4 à 5	5-25		
	à restes de bois	3 à 5	10-50		
	à linaigrettes	2 à 4	10-50	> 40	Peu variable Compris entre 7 et 10
	à sphaignes et éricacées	1 à 5	< 10		
	à sphaignes	1 à 4	< 10		

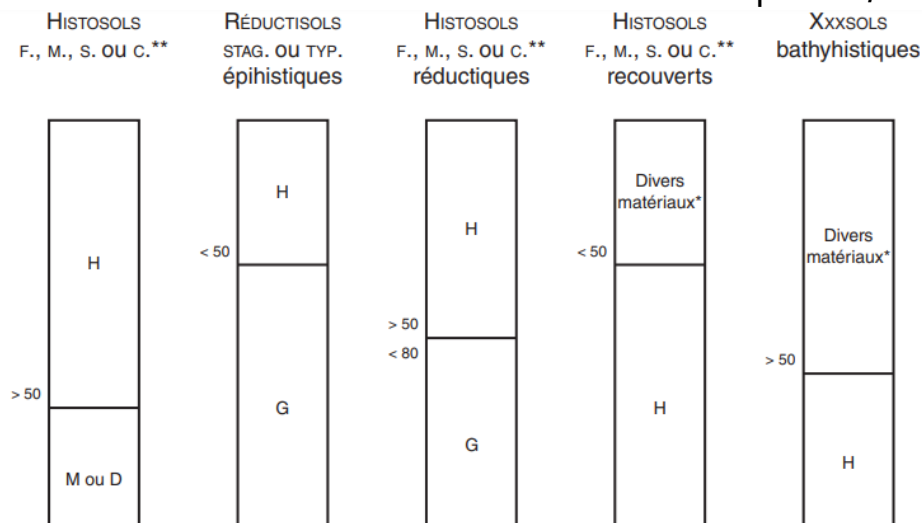
# Référentiel des histosols (H)

Typologie, épaisseurs des horizons (en cm)

- F. = FIBRIQUES;
- M. = MÉSIQUES;
- S. = SAPRIQUES;
- C. = COMPOSITES;
- R = ROCHE DURES,
- M = ROCHES MEUBLES ET TENDRES;
- D = ROCHE REMANIÉE



définis par la présence quasi exclusive des horizons Hf, Hm, Hs, Ha ou LH, accompagnés ou non de minces niveaux de matériaux limniques et/ou terriques.



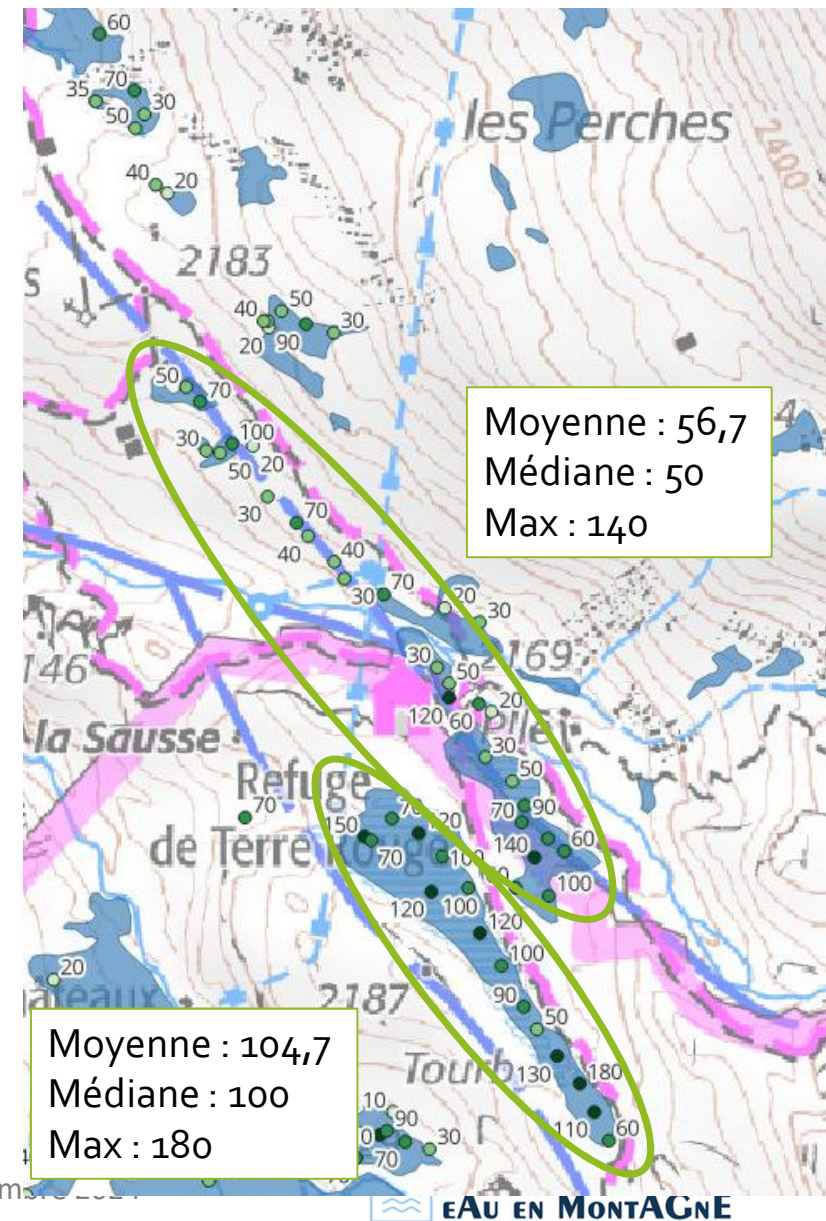
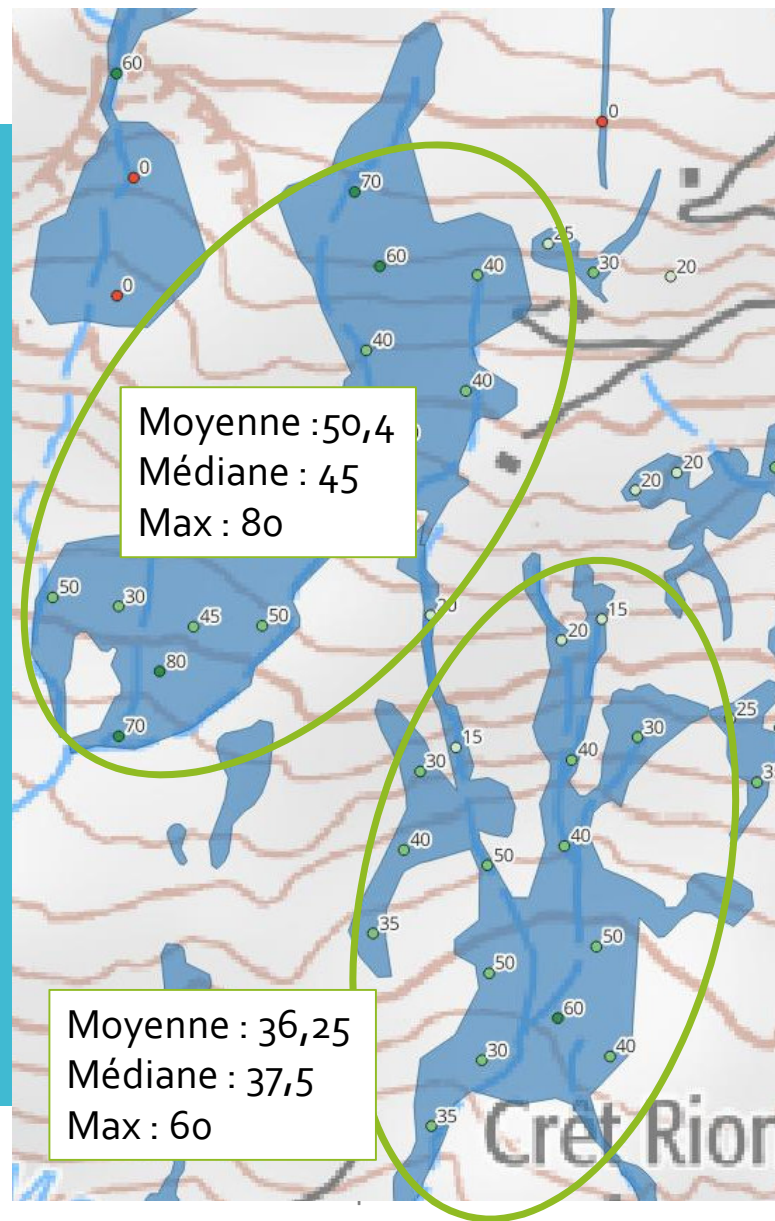
# Méthodologie d'inventaire

- DETERMINATION DU POTENTIEL DE PRESENCE DE TOURBE
- SONDAGES D'ÉPAISSEUR DE L'HISTOSOL
- PRELEVEMENT ET DESCRIPTION DES HORIZONS TOURBEUX
- CARACTERISATION DE LA VEGETATION



# Choix méthodologique à faire

L'attribution du  
caractère tourbeux



# Merci de votre attention

# Références

Etudes scientifiques et  
projets récents

- CUBIZOLLE H., POULENARD J., SACCA C., PORTERET J., MILLE REAULT S., GRÉGOIRE F., LAPLACE-DOLONDE A. (2006). Programme d'Etude des Tourbières Rhône-Alpines (PE TRA) : Fonctions hydriques et économiques des tourbières rhône-alpines. PROGRAMMES THEMATIQUES PRIORITAIRES 2003-2005. Thématique 9 : Développement durable
- PINAULT L., PILLOIX M., BERNARD G., JOLY D., GOGO S., MARTIN E., & GILBERT D. (2023). The 1949 Atlas of French peat deposits, a starting point for a National Inventory of peatlands. Soil Use and Management, 00, 1–17.
- BERNARD G. (2016). Panorama des services écosystémiques des tourbières en France. Quels enjeux pour la préservation et la restauration de ces milieux naturels ? Pôle-relais Tourbières – Fédération des Conservatoires d'espaces naturels, 47p.
- PORTERET J., JAUNATRE R., MAINETTI A., POZZI F., TEMPÉ A., BOTTIV., CHABLOZ D., DICK R., HUC S., NAVILLOD F., VALLÉE S., BASSIGNANA M. (2020). Guide pour la promotion et l'utilisation des services écosystémiques dans les zones humides. IAR, Aoste, 79 p.