

# CONTRIBUTION DES TOURBIÈRES FRANÇAISES À L'OBJECTIF NATIONAL DE NEUTRALITÉ CARBONE EN 2050

DOCTORAT 2021-2024

**Lise PINAULT** (Chrono-  
Environnement, UFC)  
[lise.pinault@univ-fcomte.fr](mailto:lise.pinault@univ-fcomte.fr)

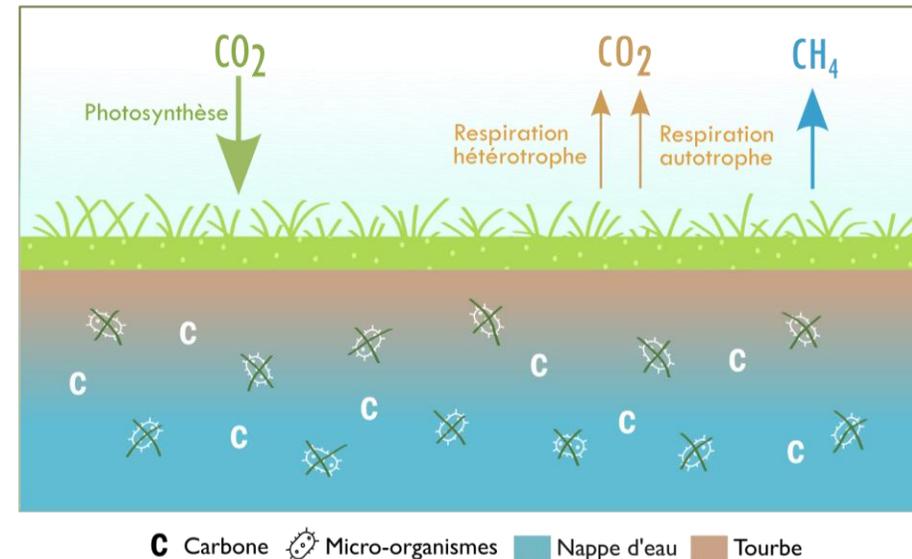
**Daniel GILBERT**, PR Ecologie  
(Chrono-Environnement, UFC)

**Elsa MARTIN**, PR Economie (CESAER,  
Agrosup Dijon)



# Contexte : restauration et carbone

- Les tourbières occupent environ **3% de la surface** des terres émergées MAIS stockent  $\approx$  **300-500 Gt de C** en raison de leur forte teneur en matière organique sous forme de tourbe.
- Avec 700 tonnes de carbone par hectare par mètre d'épaisseur<sup>2</sup>, c'est l'écosystème qui contient le plus haut taux de carbone par hectare (2 à 3 fois plus qu'une forêt).

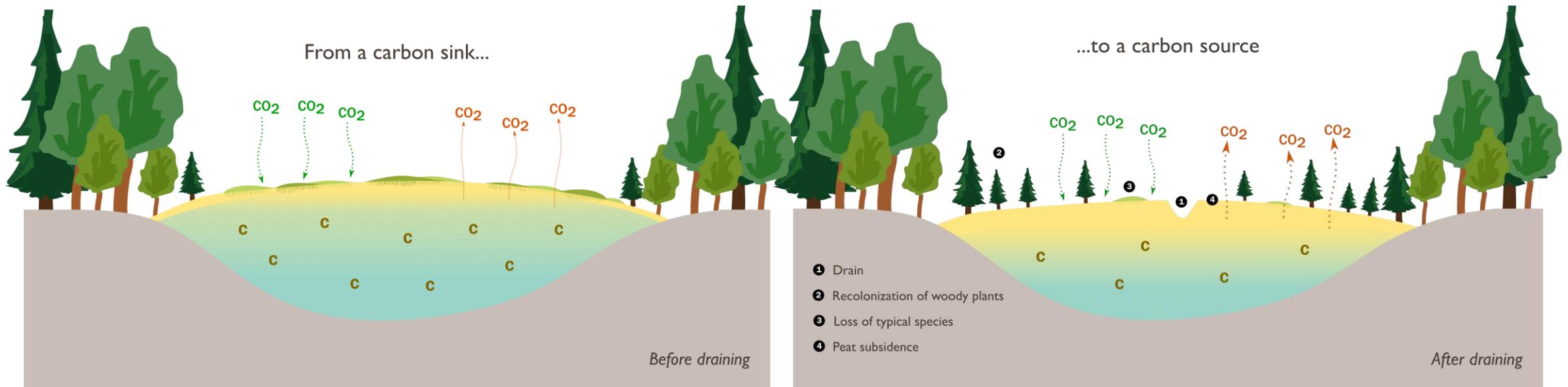


<sup>1</sup>Parish *et al.* (2007). Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change. *Global Environment Centre & Wetlands International*, 9, 206 p.

<sup>2</sup>Roßkopf *et al.* (2015). Organic soils in Germany, their distribution and carbon stocks. *Catena*, 133, 157-170.

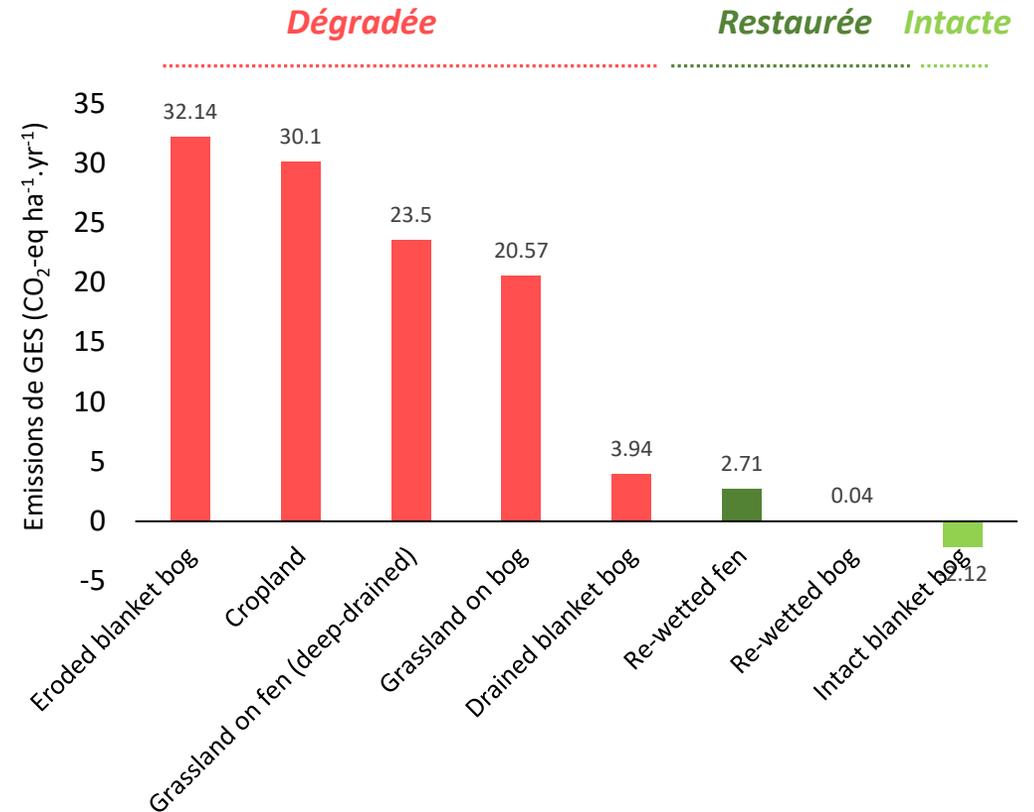
# Contexte : restauration et carbone

- 50% des tourbières de l'Union Européenne sont dans un **état dégradé** (drainage, extraction de tourbe, mise en culture...).<sup>1</sup>



<sup>1</sup>Tanneberger *et al.* (2021). Towards net zero CO2 in 2050: An emission reduction pathway for organic soils in Germany. Mires Peat, 27, 05.

- Du point de vue du réchauffement climatique, le rôle des tourbières ne se situe pas dans la fixation actuelle du carbone mais **dans le stock de tourbe**.
- **Une tourbière dégradée émet d'importantes quantités de carbone** ( $5-30 \text{ t CO}_2\text{-eq ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ )<sup>1</sup>. La restauration des tourbières perturbées permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre.



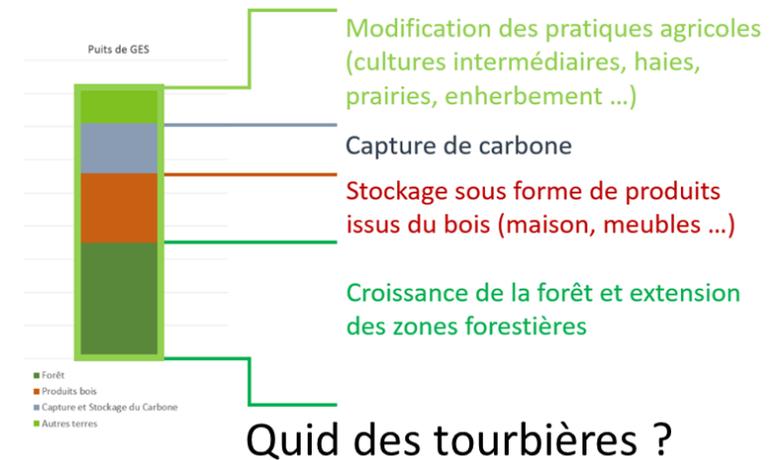
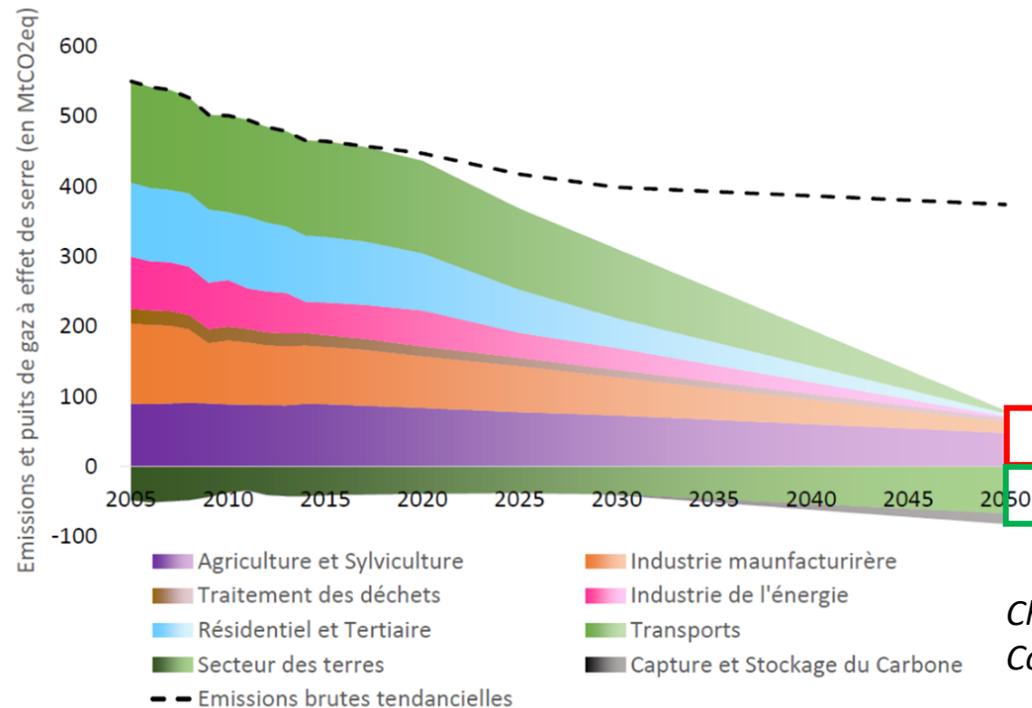
**Emissions (CO<sub>2</sub>-eq ha<sup>-1</sup>.yr<sup>-1</sup>) pour chaque type de tourbière en zone tempérée (Bonn *et al.*, 2014)**

<sup>1</sup>Bonn *et al.* (2014). Investing in nature: Developing ecosystem service markets for peatland restoration. *Ecosystem Services*, 9, 54-65.

# Contexte : la Stratégie Nationale Bas Carbone

- **La Stratégie Nationale Bas Carbone**, feuille de route de la France pour lutter contre le changement climatique, vise la **neutralité carbone d'ici 2050** :

Trajectoire des émissions et des puits de gaz à effet de serre sur le territoire national entre 2005 et 2050 dans le scénario AMS



Quid des tourbières ?

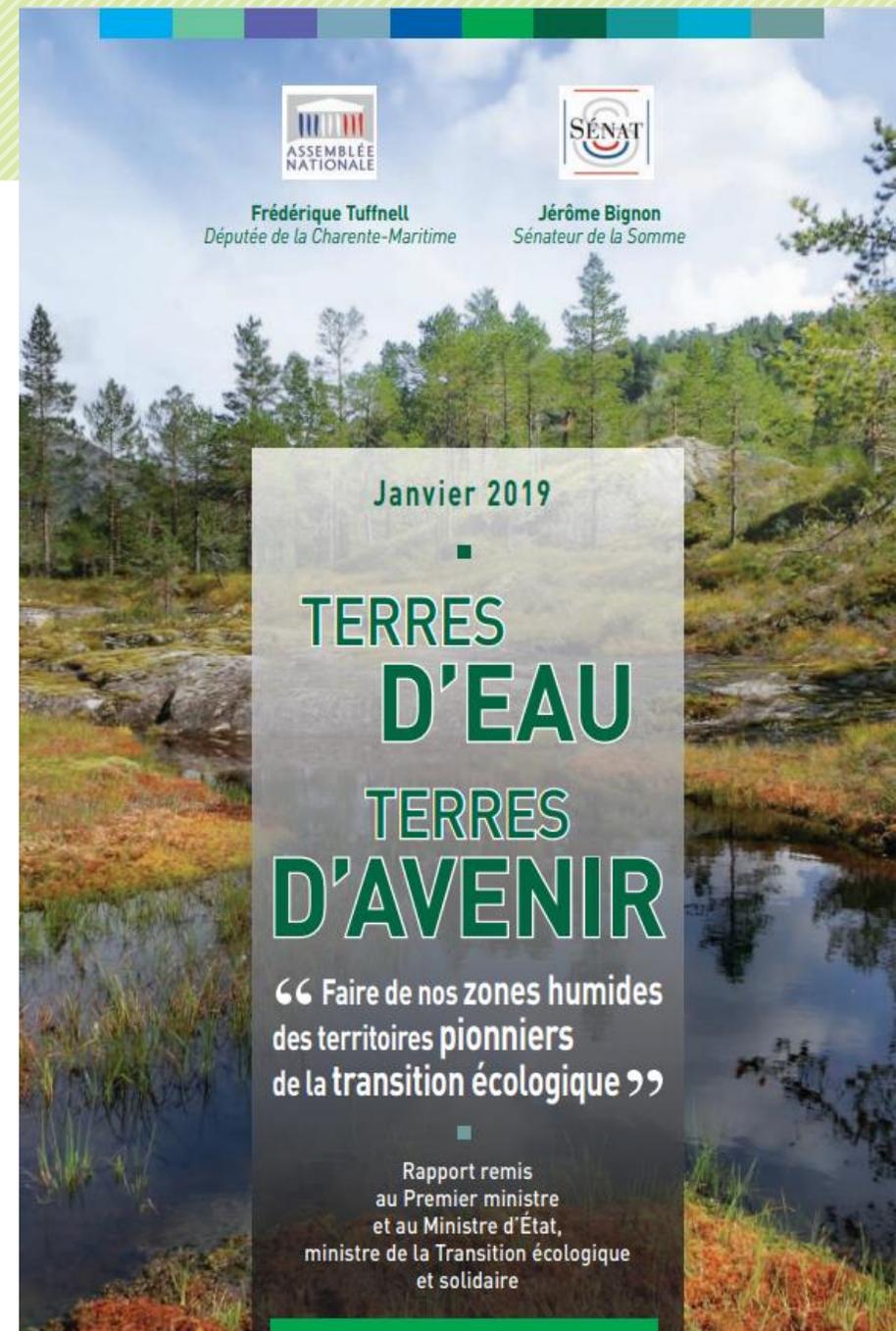
Chiffres clés du climat France, Europe et Monde (2019)  
Commissariat général au développement durable

# Contexte : une forte demande publique

- Il existe **une forte demande publique** pour insérer les tourbières à cette stratégie.
- **Tuffnell & Bignon (2019)<sup>1</sup>** : le rapport ministériel propose de **restaurer 100 000 ha de tourbières françaises** pour rétablir la fonctionnalité des services écosystémiques et limiter le réchauffement climatique.

*« Proposition 7. Mettre immédiatement à l'étude un programme national de restauration de 100 000 ha de tourbières, à réaliser au cours de la décennie 2020- 2030, comme **nouvelle contribution aux engagements de la France en matière de lutte contre le changement climatique.** »*

<sup>1</sup>Tuffnell & Bignon (2019) « Terres d'eau, terres d'avenir », Ministère de la transition écologique et solidaire, 120 p.



# Contexte : une forte demande publique

- La **mauvaise connaissance des tourbières françaises**, de leurs stocks de C et état de dégradation limite les perspectives de restauration.
- Il est nécessaire d'établir un **état des lieux national et précis des tourbières et stocks de tourbe existants** pour aider à la décision publique :



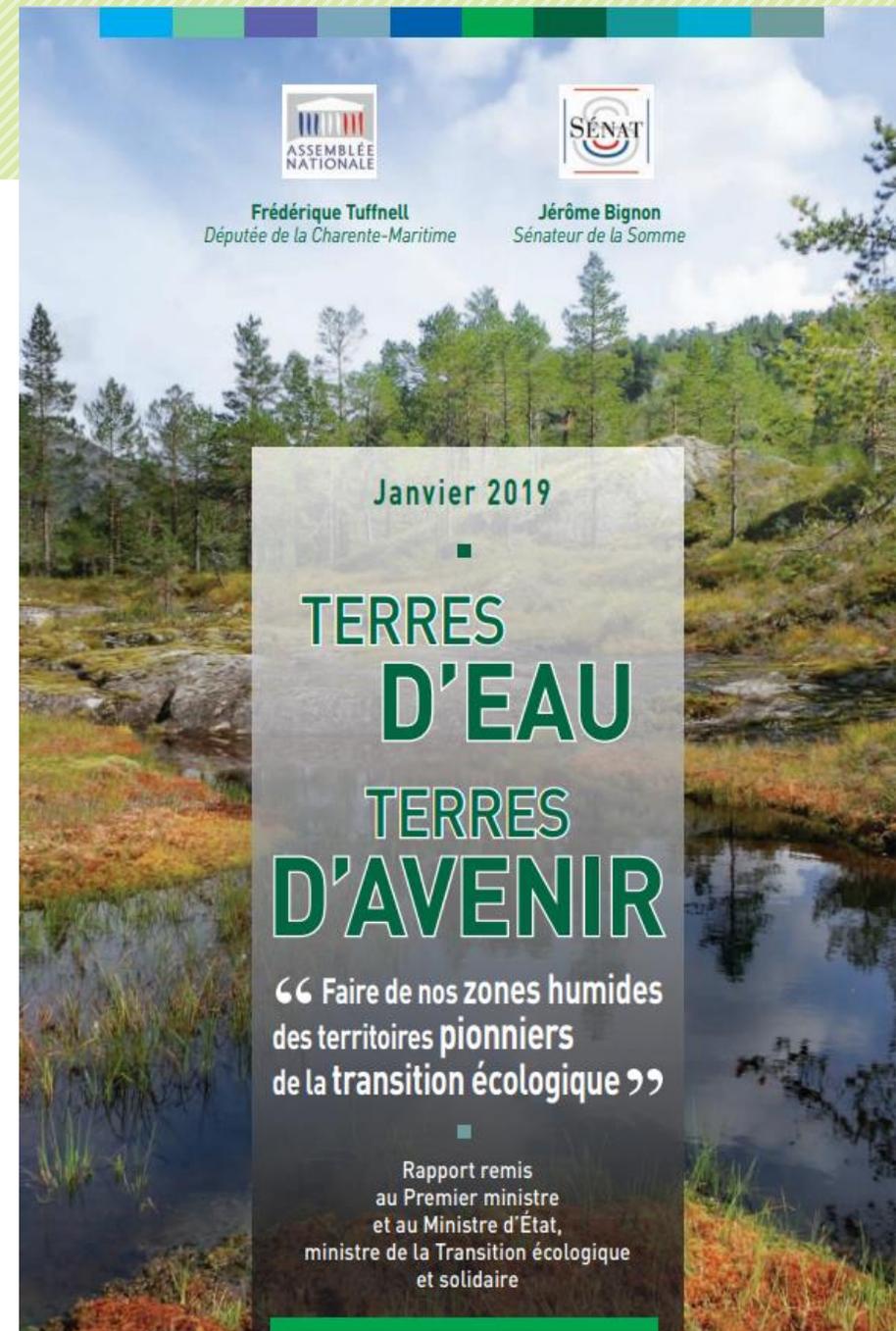
Localisation

Profondeur de tourbe

Etat écologique

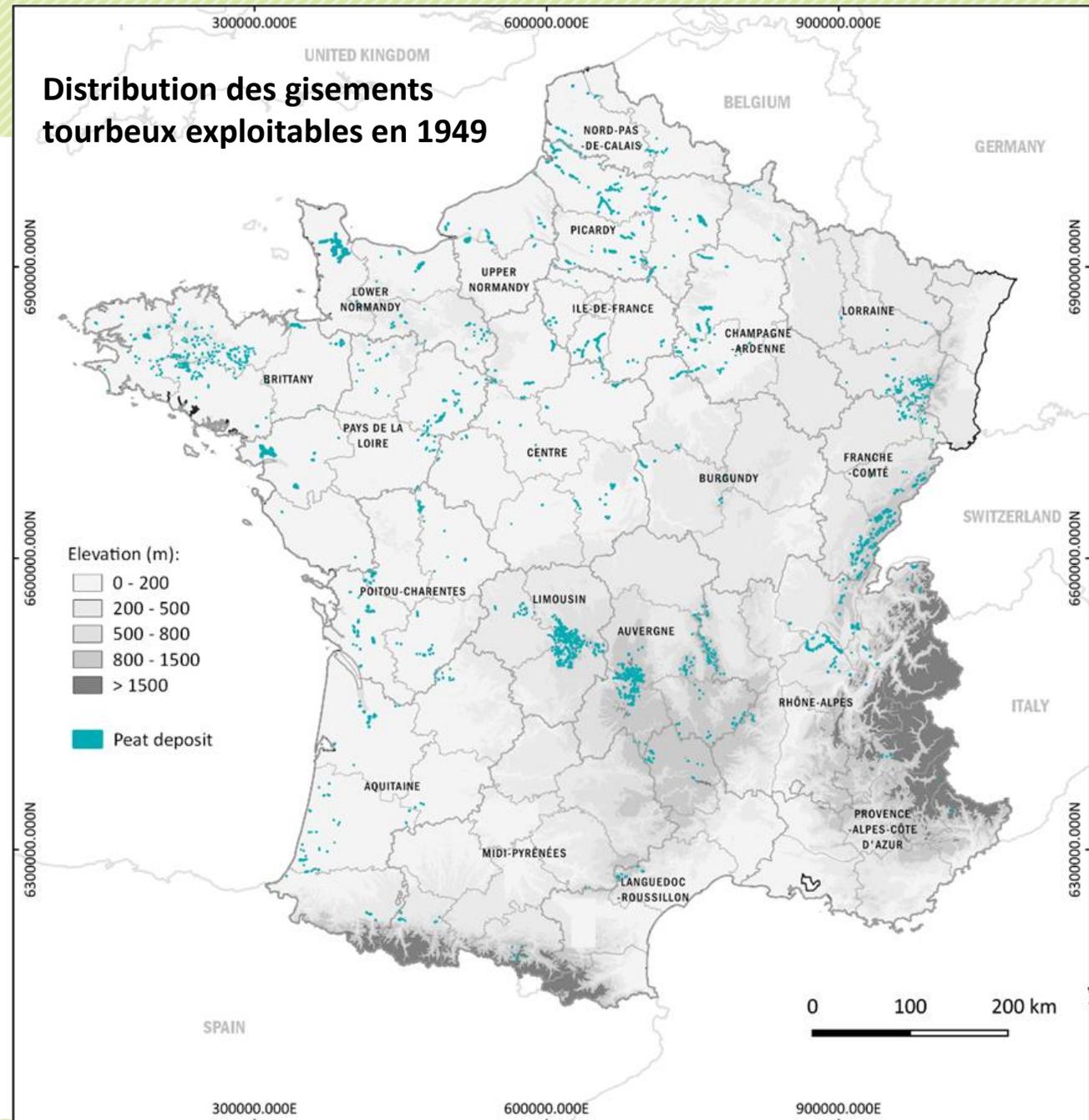
Statut foncier

Priorisation



# Contexte : l'inventaire de 1949

- La prospection a été réalisée par le **Ministère de l'Industrie et du Commerce entre 1941 et 1945** pour exploiter la tourbe en tant que combustible.
- C'est avant tout un **inventaire des gisements tourbeux exploitables**.
- L'inventaire fournit des informations à large échelle sur les paramètres physico-chimiques de la tourbe et les épaisseurs.
- En 2019, il a été géoréférencé par le Pôle-relais tourbières. [https://dataosu.obs-besancon.fr/FR-18008901306731-2021-03-01\\_Digitized-inventory-of-the-French-peatlands-of.html](https://dataosu.obs-besancon.fr/FR-18008901306731-2021-03-01_Digitized-inventory-of-the-French-peatlands-of.html)

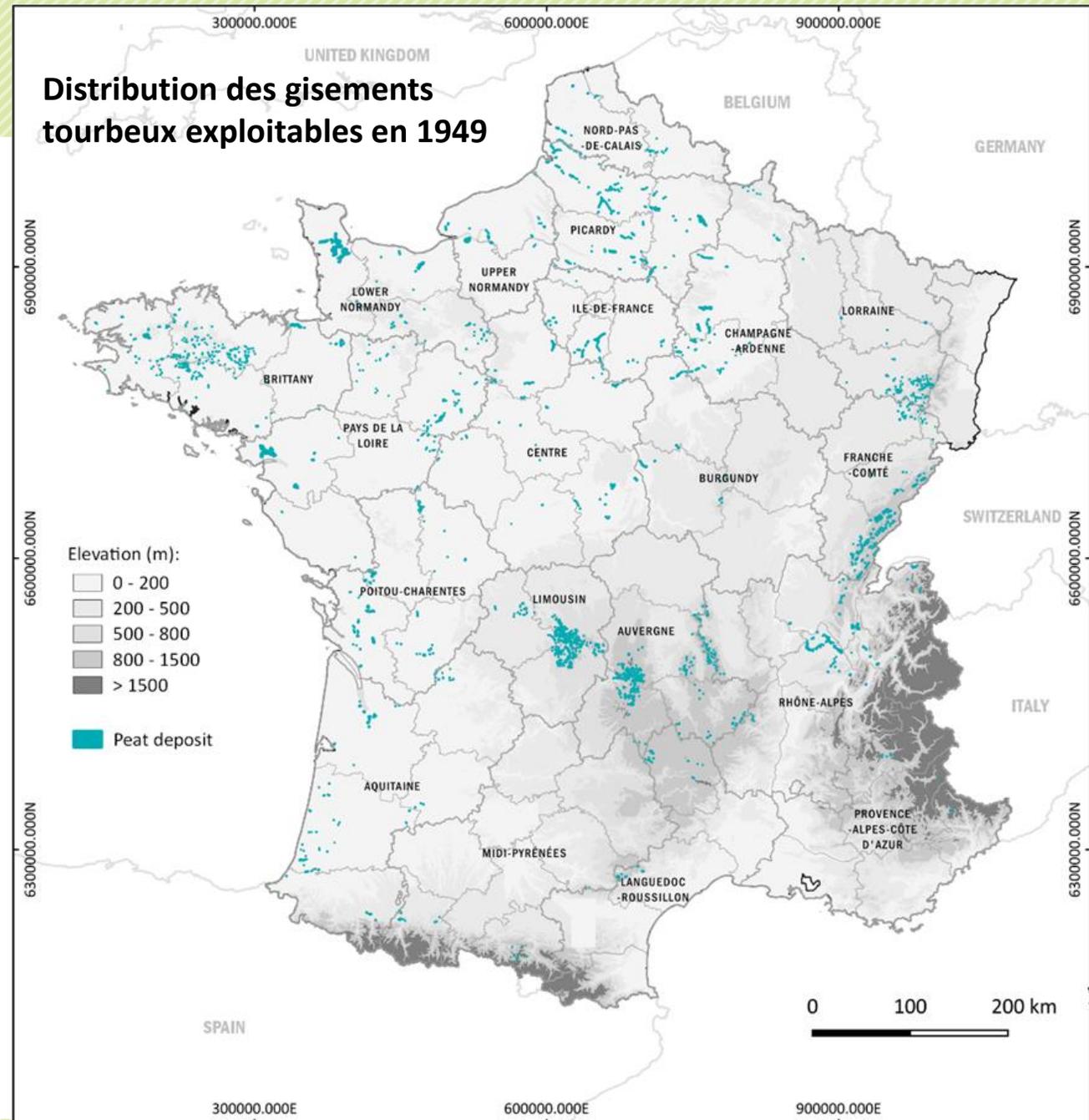


# Contexte : l'inventaire de 1949

En 1949 :

63,290 ha de tourbières inventoriés  
Estimation maximale : ~100,000 ha  
(0.2% du territoire national)

**~102 Mt C**  
**or 373 Mt eqCO<sub>2</sub>**



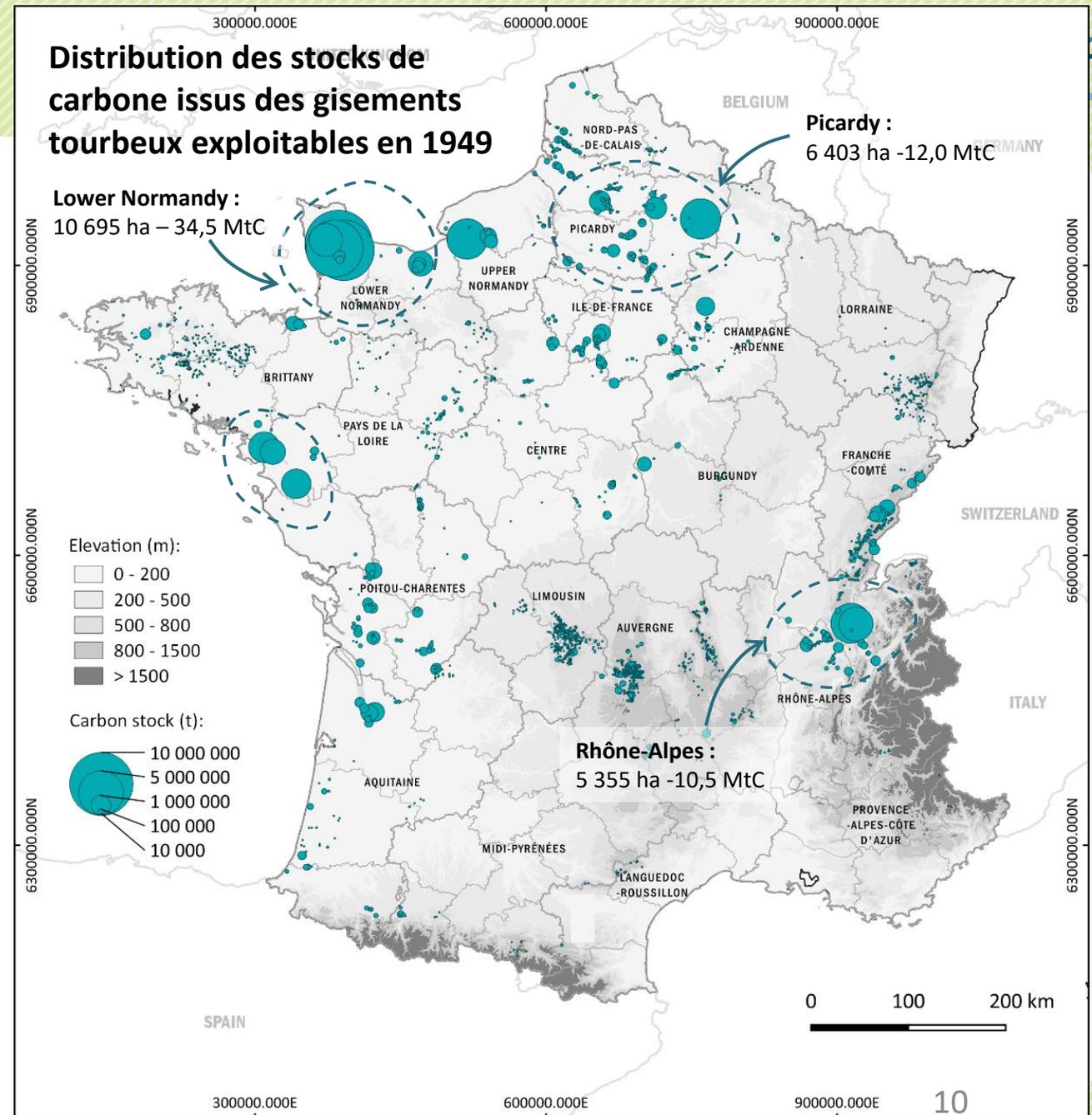
# Contexte : l'inventaire de 1949

En 1949 :

63,290 ha de tourbières inventoriés  
Estimation maximale : ~100,000 ha  
(0.2% du territoire national)

~102 Mt C  
or 373 Mt eqCO<sub>2</sub>

657 ± 86 tC.ha<sup>-1</sup>.m<sup>-1</sup> in France



## Inconvénients :

Seulement 46% de la surface tourbeuse nationale a été inventoriée en 1949 selon les auteurs

- Le **Nord et l'Alsace n'ont pas été prospectés** (contexte historique)
- Les **tourbières cultivées** depuis longtemps n'ont pas été prises en compte
- Les **tourbières déjà exploitées** n'ont pas toutes été intégrées
- Les **petites tourbières de montagne** n'ont pas été inventoriées car difficilement exploitables

Données **anciennes** → quelles évolutions des surfaces et stocks de C en 70 ans ?

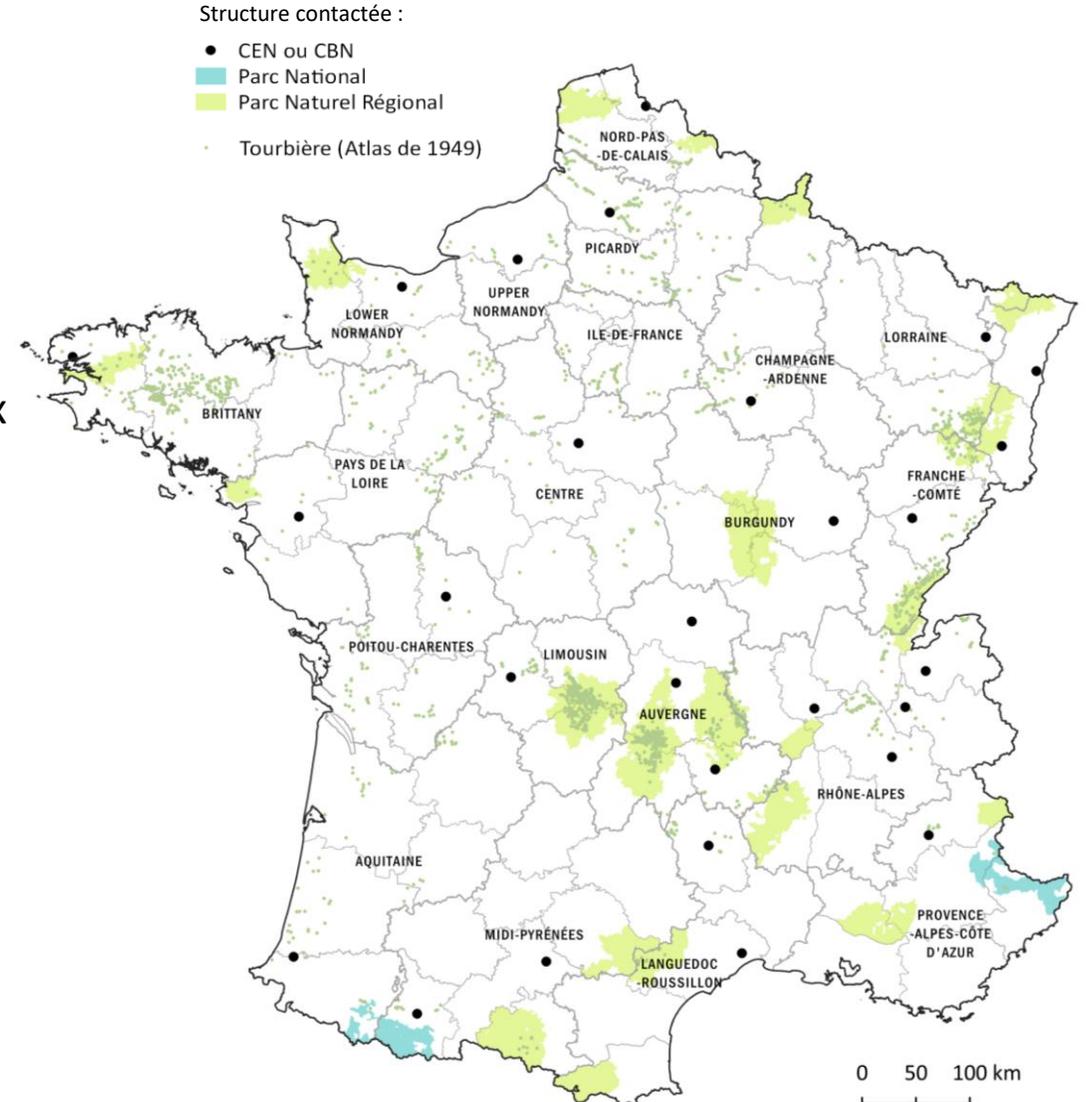
→ Besoin très fort d'**actualisation** !

## 1. Construire un inventaire des tourbières et stocks de carbone français

- **Etat des lieux : collecte et agrégation des différents inventaires régionaux existants**
  - Constitution de groupes de travail régionaux et nationaux (CEN, PNR, PNN, CBN...).
- **Phase de terrain**
  - Compléter l'inventaire (épaisseurs de tourbe, taux de carbone, densité apparente de la tourbe...)
  - Ajuster les valeurs de 1949 à la situation actuelle des tourbières.
- **Evaluation des stocks de carbone nationaux et régionaux**

$$C_{\text{peat}} = V * C_d$$

Avec V le volume (m<sup>3</sup>)  
Et C<sub>d</sub> la densité de carbone dans la tourbe (kg C.m<sup>-3</sup>)



## 2. Localiser les tourbières les plus dégradées et émettrices en GES

- Les tourbières les plus dégradées sont aussi les **plus émettrices en GES**.
- Aucune méthode harmonisée ne permet de déterminer **l'état de dégradation d'une tourbière** et donc ses **émissions probables de GES**.

Niveau	Etat	Description
1	Intacte	Apparemment <b>non affectée par des activités humaines directes</b> . La végétation est <b>caractéristique des tourbières</b> , <b>l'hydrologie ne semble pas perturbée</b> .
2	Faiblement affectée	Tourbière faiblement affectée par des activités humaines directes. La végétation est <b>caractéristique des tourbières</b> , <b>mais la diversité est affectée par des perturbations de l'hydrologie (drainage)</b> , par une <b>extraction de tourbe</b> ou un <b>piétinement</b> .
3	Moyennement affectée	Tourbière moyennement affectée par des activités humaines directes. La végétation est <b>en partie caractéristique des tourbières</b> , <b>le milieu est visiblement affecté par des perturbations de l'hydrologie</b> et par d'autres activités humaines (extraction, pâturage).
4	Fortement affectée	Tourbière fortement affectée par des activités humaines directes. La végétation comporte encore <b>quelques espèces caractéristiques des tourbières</b> , <b>l'hydrologie est fortement perturbée</b> , les activités humaines sont très importantes (drainage, agriculture, ...).
5	Détruite	Tourbière détruite par les activités humaines directes. La <b>végétation de tourbière a disparu</b> , <b>le milieu est drainé</b> . Seule la <b>présence de tourbe sous-jacente</b> permet d'attester de la présence ancienne d'une tourbière.

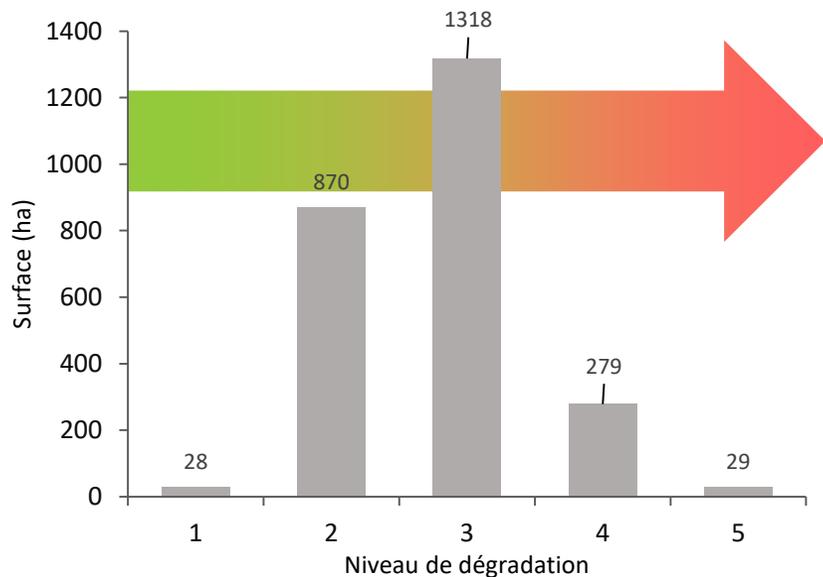
## 2. Localiser les tourbières les plus dégradées et émettrices en GES

- Les tourbières les plus dégradées sont aussi les **plus émettrices en GES**.
- Aucune méthode harmonisée ne permet de déterminer **l'état de dégradation d'une tourbière** et donc ses **émissions probables de GES**.

Niveau	Etat	Description	Emissions CO <sub>2</sub> par ha (t eqCO <sub>2</sub> .ha <sup>-1</sup> .yr <sup>-1</sup> ) (Bonn <i>et al.</i> 2014)
1	Intacte	Apparemment <b>non affectée par des activités humaines directes</b> . La végétation est <b>caractéristique des tourbières</b> , <b>l'hydrologie ne semble pas perturbée</b> .	-0,4
2	Faiblement affectée	Tourbière faiblement affectée par des activités humaines directes. La végétation est <b>caractéristique des tourbières</b> , <b>mais la diversité est affectée par des perturbations de l'hydrologie (drainage)</b> , par une <b>extraction de tourbe</b> ou un <b>piétinement</b> .	4,64
3	Moyennement affectée	Tourbière moyennement affectée par des activités humaines directes. La végétation est <b>en partie caractéristique des tourbières</b> , <b>le milieu est visiblement affecté par des perturbations de l'hydrologie</b> et par d'autres activités humaines (extraction, pâturage).	16,23
4	Fortement affectée	Tourbière fortement affectée par des activités humaines directes. La végétation comporte encore <b>quelques espèces caractéristiques des tourbières</b> , <b>l'hydrologie est fortement perturbée</b> , les activités humaines sont très importantes (drainage, agriculture, ...).	26,89
5	Détruite	Tourbière détruite par les activités humaines directes. La <b>végétation de tourbière a disparu</b> , <b>le milieu est drainé</b> . Seule la <b>présence de tourbe sous-jacente</b> permet d'attester de la présence ancienne d'une tourbière.	34,02

## 2. Localiser les tourbières les plus dégradées et émettrices en GES

- La méthode a été **testée à dire d'expert** pour 75% de la surface tourbeuse de Franche-Comté (2524 ha, n=232).
- Au moins 1626 ha (ou 48% de la surface tourbeuse totale) y sont vulnérables et émettent d'importantes quantités de GES.

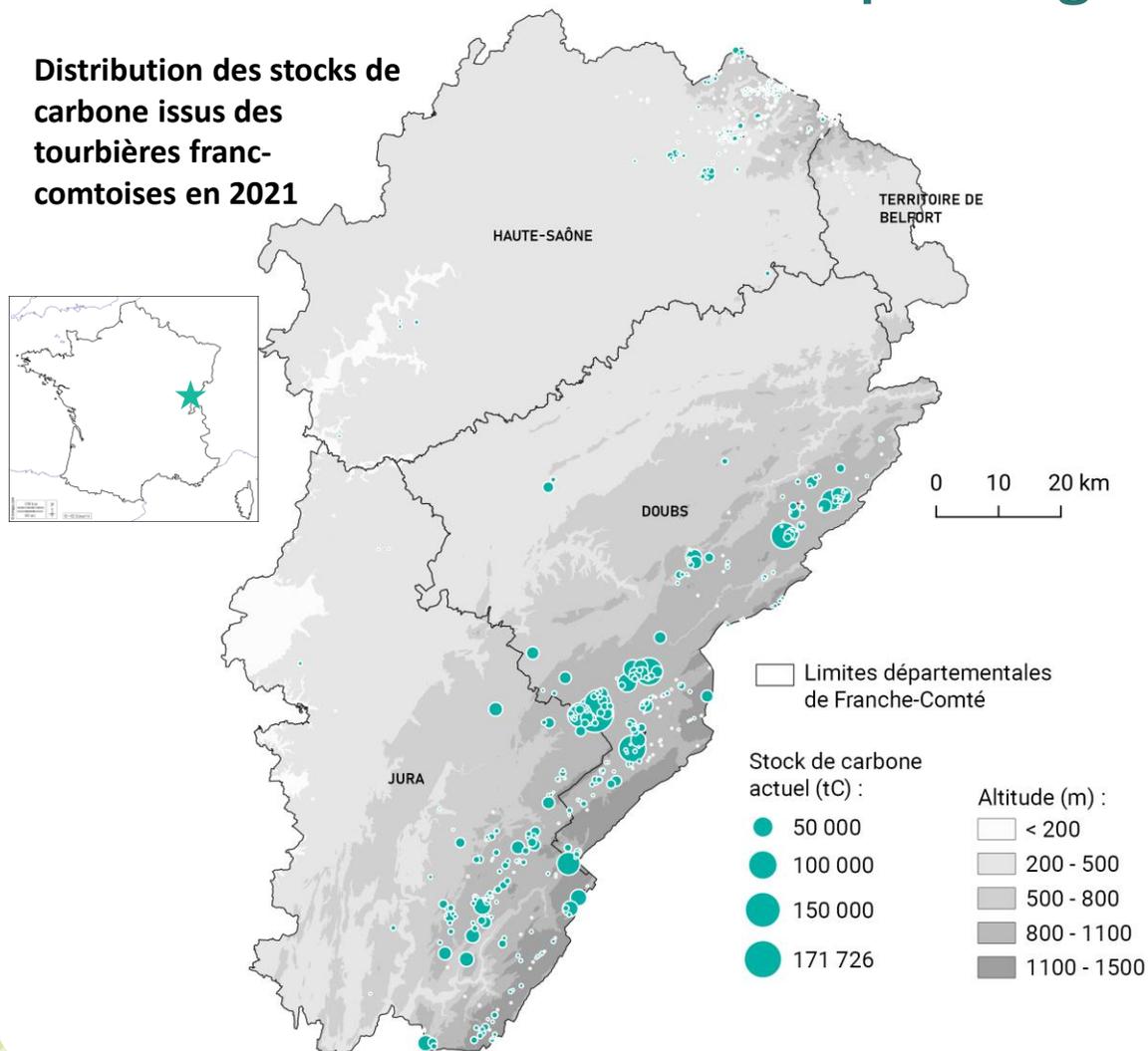


- Les facteurs d'émissions de GES doivent être ajustés et la typologie nécessite d'être testée à partir d'indicateurs écologiques fiables :
  - **Niveau de la nappe** (bien corrélé aux émissions de GES, Evans *et al.* 2021) ?
  - **Type de végétation** : indicateur d'Ellenberg (Couwenberg *et al.* 2011) ?

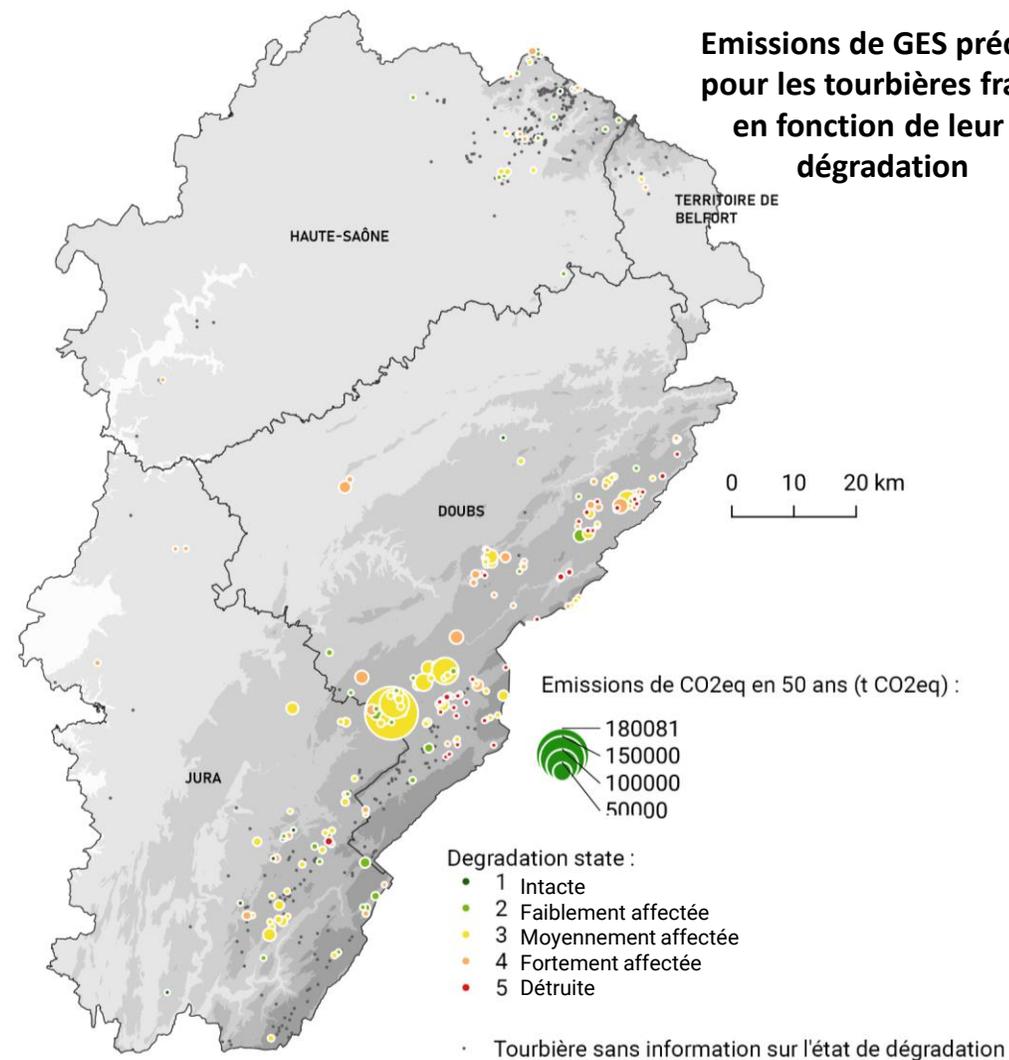
**Surface tourbeuse (ha) pour chaque niveau de dégradation (à dire d'experts, pour 75% de la surface tourbeuse totale, 2524 ha, n=232). Source : D. Gilbert, G. Magnon, S. Moncorgé, P. Durllet**

## 2. Localiser les tourbières les plus dégradées et émettrices en GES

Distribution des stocks de carbone issus des tourbières franc-comtoises en 2021



Emissions de GES prédites sur 50 ans pour les tourbières franc-comtoises en fonction de leur état de dégradation

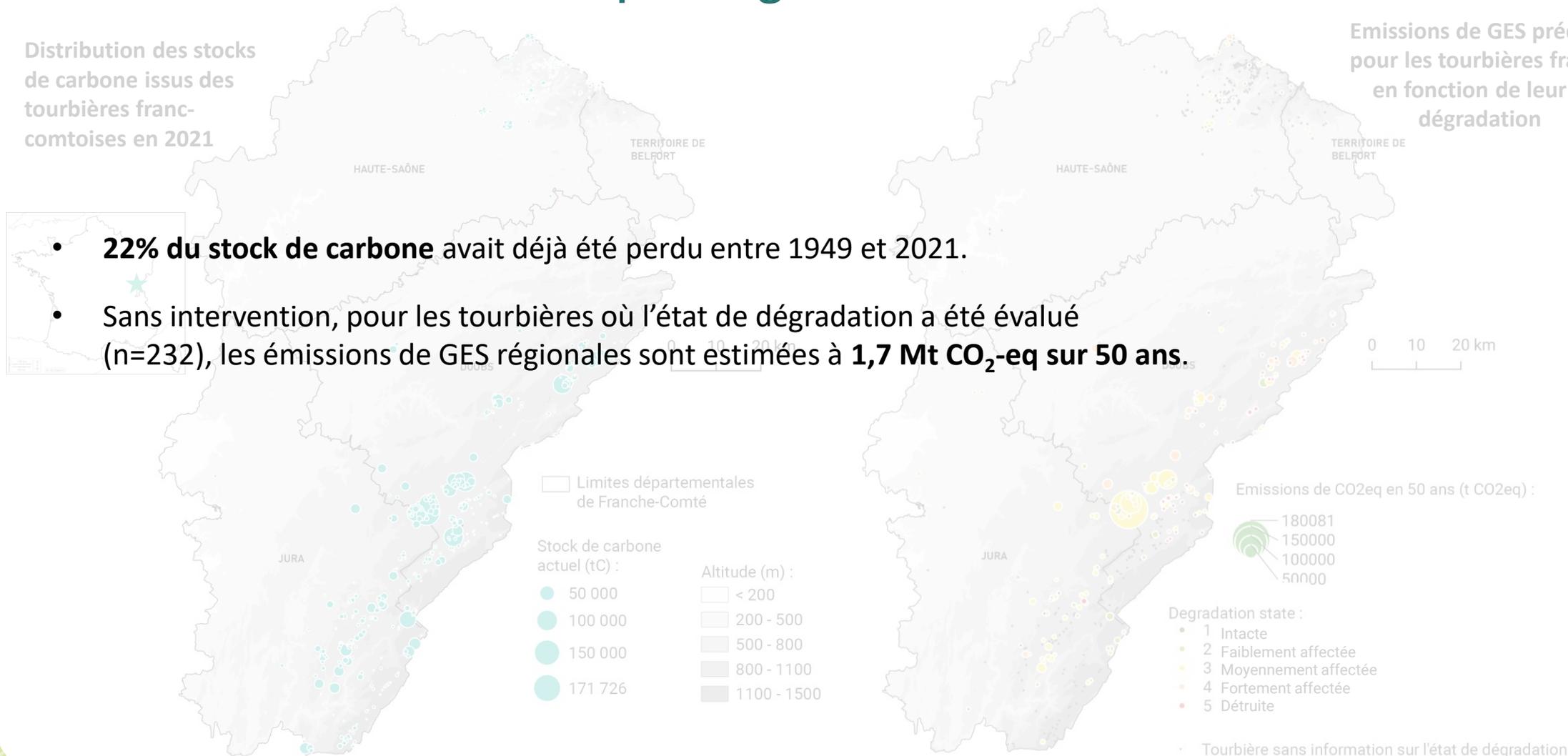


## 2. Localiser les tourbières les plus dégradées et émettrices en GES

Distribution des stocks de carbone issus des tourbières franc-comtoises en 2021

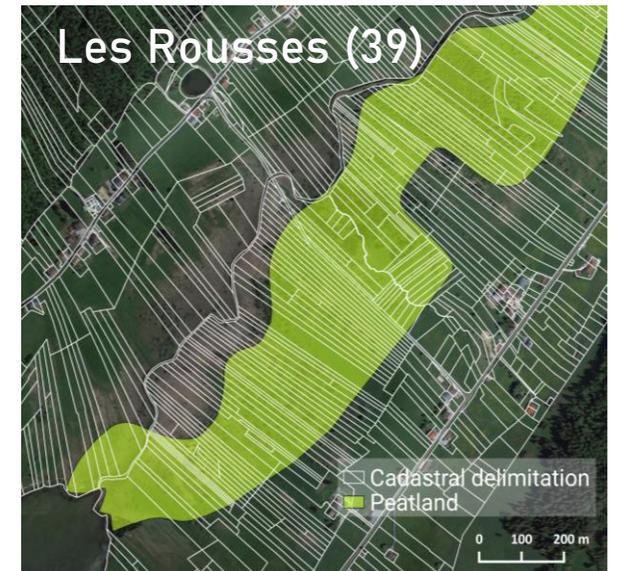
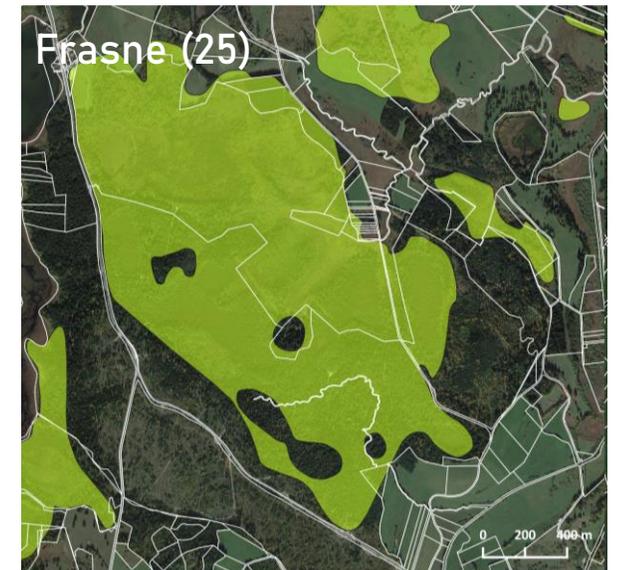
- **22% du stock de carbone** avait déjà été perdu entre 1949 et 2021.
- Sans intervention, pour les tourbières où l'état de dégradation a été évalué (n=232), les émissions de GES régionales sont estimées à **1,7 Mt CO<sub>2</sub>-eq sur 50 ans**.

Emissions de GES prédites sur 50 ans pour les tourbières franc-comtoises en fonction de leur état de dégradation



## 3. Où peut-on intervenir ?

- Intégration des **facteurs économiques et administratifs** qui peuvent limiter les possibilités d'intervention en faisant varier les **coûts de restauration**.
  - Statut foncier (privé/public)
  - Morcellement cadastral
  - Nombre de propriétaires
  - Usage des sols
  - Prix de la terre → méthode des prix hédonistes
- Etude des **coûts de restauration et d'opportunité** en tourbière
  - Stage de 6 mois de mai à septembre 2022
  - Recherche de données : [bhuvaneshwar.dheenathayalan@ut-capitole.fr](mailto:bhuvaneshwar.dheenathayalan@ut-capitole.fr)



- **Continuer le travail de production, collecte et agrégation** des données d'inventaires, en collaboration avec les acteurs de terrain.
- Valider et affiner les données d'épaisseurs de tourbe, taux de carbone et densités apparentes de 1949 par des **mesures actuelles sur le terrain**.
- Développer la typologie d'état de dégradation et la tester sur le terrain. Préciser les facteurs d'émissions de GES à partir de valeurs françaises.

- **Apporter une meilleure connaissance des tourbières françaises** et obtenir une image nationale de leurs stocks de carbone et de leurs émissions en GES.
  - **Proposer un outil d'aide à la décision aux gestionnaires et décisionnaires**, construit en accord avec les acteurs de terrain, permettant de **prioriser des sites pour la restauration**.
  - **Développer une méthodologie** mobilisable pour la création d'outils tels que le label bas carbone.
- Insertion dans le **Réseau Partenarial des Données sur les Zones Humides** après 2024.

# Contacts

**PINAULT Lise**, laboratoire Chrono-Environnement, Université de Franche Comté.  
Mail : [lise.pinault@univ-fcomte.fr](mailto:lise.pinault@univ-fcomte.fr)

**GILBERT Daniel**, laboratoire Chrono-Environnement, Université de Franche Comté.  
Mail : [daniel.gilbert@univ-fcomte.fr](mailto:daniel.gilbert@univ-fcomte.fr)

**MARTIN Elsa**, laboratoire CESAER, Agrosup Dijon. Mail : [elsa.martin@inrae.fr](mailto:elsa.martin@inrae.fr)

