



CONTRIBUTION À L'INVENTAIRE NATIONAL DES TOURBIÈRES ET ESTIMATION DU STOCK DE CARBONE : LE PARC NATUREL RÉGIONAL DES MARAIS DU COTENTIN ET DU BESSIN



SUARDI Quentin

Master 2 Gestion Durable de l'Environnement, UFR STGI
2021-2022

**UNIVERSITÉ DE
FRANCHE-COMTÉ**



Mémoire de stage

Tutrice Professionnelle : Emmanuelle Bouillon, Conservatrice de la RNN de la Sangsurière et de l'Adriennerie

Tuteur Universitaire : Daniel Gilbert, Professeur de Biologie et d'Ecologie à l'Université de Franche-Comté



Signification des abréviations

CEN : Conservatoire d'Espaces Naturels

PNR : Parc Naturel Régional

PRAT : Programme Régional d'Actions en faveur des Tourbières

RBD : Réserve Biologique Dirigée

RNR : Réserve Naturelle Régionale

RNN : Réserve Naturelle Nationale

UICN : Union Internationale pour la Conservation de la Nature

ZNIEFF : Zone Naturelle d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique

ZPS : Zone de Protection Spéciale

ZSC : Zone Spéciale de Conservation



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier ma tutrice, Emmanuelle Bouillon, pour son accompagnement, ses conseils et sa bienveillance. Merci à elle pour toutes les fois où j'ai pu l'accompagner et participer à des activités naturalistes sur le terrain.

Merci à Daniel Gilbert et Lise Pinault pour leurs judicieux conseils et pour m'avoir rendu visite en Normandie.

Merci à Sylvain Laurent, Thierry Galloo et Jean-François Elder, mes collègues de tous les jours pour leur bonne humeur et pour toutes les connaissances qu'ils m'ont permis d'acquérir.

Merci à Arlette Laplace-Dolonde pour les nombreux échanges que nous avons eu et pour avoir accepté de me partager un petit bout de son savoir sur les tourbières.

Je remercie le Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin et le Conservatoire du Littoral de m'avoir permis de loger au sein même de la RNN du Domaine de Beauguillot. Ces 6 mois au cœur de cet environnement naturel resteront à jamais gravés dans ma mémoire.

Un grand merci à Marie-Laure Toussaint et à l'équipe du Laboratoire Chrono-Environnement de Montbéliard pour leur accueil et pour m'avoir accordé l'accès à leurs locaux.

Merci à Robert Davidson et au Laboratoire Géophen de l'Université de Caen pour m'avoir fait confiance et pour le prêt de leur carottier russe.

Enfin je remercie profondément toutes les personnes qui m'ont accompagné, dans ce stage, et dès le moment où j'ai émis le souhait de postuler au poste d'Animateur des Réserves Naturelles de Beauguillot et de la Sangsurière. C'est grâce à vous et à votre soutien si j'ai été recruté.



Table des Matières

Introduction	1
Matériel et Méthodes	3
2.1 Site d'étude : Le Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin	3
2.1.1 Localisation et généralités	3
2.1.2 Mesures de protection et de gestion	3
2.1.3 Géologie : Nature du Sous-Sol	5
2.1.3 Hydrologie	6
2.1.4 Climat	6
2.1.5 Géologie, hydrologie et climat : Apparition des zones tourbeuses dans le Cotentin	7
2.2 Inventaire des tourbières du Parc	8
2.2.1 Historique des inventaires des tourbières en Normandie	8
2.2.2 Protocole de l'inventaire 2022	10
2.2.3 Calcul du stock de carbone	11
2.2.4 Etat de dégradation	12
2.3 Optimisation de la méthode	13
2.3.2 Photo-interprétation des zones tourbeuses potentielles	13
Résultats et Discussion	14
3.1 Inventaire des tourbières	14
3.2 Stock de Carbone	19
3.3 Etat de dégradation	22
3.3.1 Facteurs de dégradation des zones tourbeuses	22
3.3.2 Niveau de dégradation des tourbières	23
3.3.3 Etude de cas : la tourbière de Baupte	26
3.4 Optimisation de la méthode	27
3.4.1 Profondeur des prélèvements et pression d'échantillonnage	27
3.4.2 Critiques sur la méthode	28
3.4.3 Photo-interprétation des zones tourbeuses potentielles	29
Conclusion	30
Bibliographie	31
Annexes	34



Liste des Figures

Figure 2.1 : Localisation du PNR MCB.....	4
Figure 2.2 : Mesures de gestion et de protection sur le Parc.....	3
Figures 2.3 : a) Contexte géologique de la région de la Manche (d'après la carte géologique au 1 / 1 000 000 de la France). (Balé, 2010). b) Contexte géologique du Parc. c) Carte des reliefs du Parc.....	5
Figure 2.4 : Zones d'inondation des marais en hiver.....	6
Figure 2.5 : Moyenne des précipitations à Bricquebec et Sainte-Marie-du-Mont	7
Figure 2.6 : Méthodologie appliquée dans le cadre du PRAT.....	9
Figure 2.7 : Exemple de la répartition des points de prélèvement sur une zone tourbeuse.....	11
Figure 3.1 : Répartition des tourbières en 1949 et 2022.....	14
Figure 3.2 : Zones prospectées et points d'échantillonnage.....	15
Figure 3.3 : Zones tourbeuses réelles en 2022.....	17
Figure 3.4 : Représentation schématique d'une tourbière typique du périmètre de l'étude.....	18
Figure 3.5 : Carte des zones tourbeuses et leur stock de carbone en 2022.....	19
Figure 3.6 : Carte d'une zone comportant des parcelles communales et privées.....	22
Figure 3.7 : Carte des niveaux de dégradation des zones tourbeuses en 2022.....	23
Figure 3.8 : Carte des émissions théoriques de CO ₂ des zones tourbeuses sur 50 ans.....	25
Figure 3.9 : Évolution de la tourbière de Baupte entre 1950 et 2019.....	26
Figure 3.10 : Exemple de différence de pression d'échantillonnage entre la zone 1 et la zone 4.....	27
Figure 3.11 : Carte des zones tourbeuses inventoriées, à prospecter et détectées par photo-interprétation.....	29

Liste des Tableaux

Tableau 2.1 : Typologie de l'état de dégradation des tourbières et degrés d'émission en CO ₂	13
Tableau 3.1 : Surfaces estimées des zones tourbeuses en 1949 et 2022.....	16
Tableau 3.2 : Stock de Carbone des zones tourbeuses du Parc.....	20
Tableau 3.3 : Stock de Carbone total du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin et comparaison avec le stock de 1949.....	21
Tableau 3.4 : Moyennes régionales et nationales de la densité apparente, du taux de MO et du taux de carbone organique en 2022 et 1949.....	21
Tableau 3.5 : Moyenne de la densité apparente et du taux de matières organiques pour une profondeur de prélèvement de 1 ou 2 m.....	27

Liste des Annexes

Annexe 1.1 : Fiche climatologique 1981-2010 de Bricquebec.....	34
Annexe 1.2 : Fiche climatologique 1981-2010 de Sainte-Marie-du-Mont.....	35
Annexe 2 : Schéma conceptuel de l'évolution progressive ou régressive de la végétation des tourbières alcalines.....	36
Annexe 3 : Atteintes constatées sur les tourbières de Normandie.....	36
Annexe 4 : Source des données : Profondeur, Densité apparente et taux de carbone.....	37
Annexe 5 : Profondeur, densité, Taux de matières organiques et taux de carbone organique pour chaque échantillon.....	38
Annexe 6 : Points de prélèvements utilisés pour la comparaison de la densité et du taux de matières organiques en fonction de la profondeur.....	41



Introduction

Les Tourbières : puits de carbone aujourd'hui, sources demain ?

Les tourbières sont des zones humides riches en matières organiques jouant un rôle majeur dans la séquestration du carbone. En effet, ces environnements relativement rares et pour la plupart cantonnés à l'hémisphère Nord (Scandinavie, Russie, Amérique du Nord, ...), bien qu'on en retrouve un certain nombre dans l'hémisphère Sud, sont un véritable stock de carbone. Malgré une couverture de seulement 3% des terres émergées, elles stockeraient 30% du carbone terrestre soit deux fois plus que les forêts et autant que le CO₂ de l'atmosphère (**Parish et al., 2008**). Cette capacité à séquestrer le carbone leur est conférée par les conditions très spécifiques nécessaires à leur formation. En effet, la formation d'une tourbière est régie par le bilan hydrique (hydrologie et précipitations) qui doit être positif pour permettre une mise en eau quasiment permanente du sol (**Manneville, 2006**). Ces conditions d'humidité entraînent une anoxie du sol qui diminue la vitesse de décomposition de la matière organique issue de la végétation, et conduisent à la formation d'un matériau riche en carbone : la tourbe (**Joosten & Clarke, 2002**). La production de tourbe est également influencée par la topographie et le type de végétation. En raison de ces multiples conditions, de nombreux types de tourbières existent et sont définis en fonction de leur alimentation en eau originelle ; de la tourbière topogène se situant dans une dépression et formée par l'accumulation des eaux de ruissellements, à la tourbière ombrogène formée uniquement par les précipitations (**Julve, 1994**). De nombreuses définitions ont été formulées au fil du temps afin de spécifier ce qu'est une tourbière. Une des définitions la plus représentative et en accord avec d'autres définitions, est celle formulée par l'*International Peatland Society* : les tourbières sont des zones humides où les conditions d'engorgement permanent empêchent le matériel végétal de se décomposer complètement. La production de matière organique dépasse sa décomposition, ce qui se traduit par l'accumulation de tourbe, d'une épaisseur d'au moins 40 cm pour être considérée comme une tourbière jusqu'à plus d'une dizaine de mètres (**Laplace-Dolonde, 1994**).

Bien qu'il existe différents types de tourbières, les services éco-systémiques rendus par ces entités restent les mêmes. Cependant, le complexe entre topographie, hydrologie et végétation, rend les tourbières particulièrement sensibles aux activités humaines qui peuvent, dans certains cas, les affecter légèrement ou les détruire totalement. Sur les 400 millions d'hectares que représentent les tourbières (au niveau mondial), 80 millions auraient été impactés par les activités anthropiques (**Joosten & Clarke, 2002**). Les atteintes le plus souvent constatées sont :

- la modification des écoulements hydriques (drainage, curage, ...)
- l'exploitation de tourbe
- l'usage agricole intensif (cultures, pastoralisme, ...)
- les activités sylvicoles

La dégradation des tourbières est un sujet préoccupant devant le nombre de fonctions que remplissent ces dernières. En effet, en tant que zones humides, elles jouent un grand rôle au niveau hydrique, et maintiennent un certain nombre de services éco-systémiques. Elles permettent notamment d'épurer et d'améliorer la qualité des eaux qui les traversent, et de limiter la sécheresse en assurant un approvisionnement en eau tout au long de l'année (**Joosten & Clarke, 2002**). En outre, elles prodiguent un refuge pour de nombreuses espèces (Odonates, Gastéropodes, Lépidoptères, ...) sans être des "hotspots" de diversité (**Hanson et al., 2008 ; Gilbert, 2019**).

Un des services rendu par les tourbières et qui intéresse de plus en plus la communauté scientifique, est la régulation du climat. Cet intérêt de plus en plus grandissant s'explique par le contexte actuel de réchauffement climatique, où l'on cherche à se concentrer sur les zones naturelles susceptibles de stocker de grandes quantités de carbone. Afin de quantifier le stock de carbone précis, il est nécessaire de répertorier au mieux les milieux tourbeux, et d'alerter sur l'importance de leur conservation.



Au niveau international, c'est l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) ou *Wetlands International* qui ont participé à de nombreux projets de restauration de tourbières en Chine, Russie ou Argentine. En France, bien que la surface des milieux tourbeux ne soit pas la plus élevée, la volonté de les conserver n'en reste pas moindre. En effet, tandis que les tourbières n'y représentent que 0,2 % de la surface, elles séquestrent 5 % du carbone total des sols français (**Gilbert, 2019**). Néanmoins, 89 % de ces milieux sont dans un état de conservation défavorable (**Bernard et al., 2020**) et de nombreuses menaces existent encore. Ces dégradations et une mauvaise conservation ont entraîné des conséquences majeures : 64 à 75% des tourbières françaises ont perdu leur capacité à produire de la tourbe en 50 ans (**Joosten et al., 2017**).

C'est pourquoi, plusieurs organismes (Conservatoire d'Espaces Naturels, Parcs Naturels, Conservatoires Botaniques, ...) se concentrent sur l'inventaire des milieux tourbeux, notamment au travers du Programme Régional d'Actions en faveur des Tourbières (PRAT), ou du Programme collaboratif Interreg Care-Peat entre la France et d'autres pays européens.

Le gouvernement a également montré sa volonté de conserver ces milieux au sein du rapport ministériel "Terres d'eau, Terres d'avenir" (**Tuffnell & Bignon, 2019**), où il est proposé de lancer le "Programme National de Restauration de 100 000 ha de tourbières" dans le cadre de la Stratégie Nationale Bas Carbone. Dans le but de répondre à cette demande publique, il faut préalablement identifier les zones prioritaires, et donc posséder une connaissance optimale des tourbières du territoire français. Cette étape préliminaire est en cours de réalisation et est coordonnée par Lise Pinault, dans le cadre de sa thèse sur la "Contribution des tourbières françaises à l'objectif national de neutralité carbone d'ici 2050". Elle est plus ou moins avancée selon les zones géographiques et, dans la plupart des cas, le dernier inventaire complet des tourbières est celui de l'Atlas des Mines de 1949. En Franche-Comté, le Conservatoire d'Espace Naturels a grandement contribué à la localisation de ces zones humides à travers un effort de prospection soutenu durant la dernière décennie. D'autres zones géographiques connues pour leurs tourbières doivent mettre à jour les différentes données permettant d'estimer leur stock de carbone (surface, épaisseur de tourbe, ...). C'est le cas de la Normandie, et plus précisément du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin, qui a accepté de participer à l'inventaire et de recenser les zones tourbeuses de son périmètre par le moyen d'un stage de 6 mois.

Ce mémoire est donc l'aboutissement d'une demi-année de travail dont l'objectif principal était de recenser, en s'appuyant sur une large bibliographie et sur une mission de prospection sur le terrain, les nombreuses zones tourbeuses du PNR. Ainsi, le but de ce travail était la création d'une cartographie liée à une base de données permettant d'apprécier les tourbières, ainsi que quelques-unes de leurs caractéristiques. Cela a permis d'identifier les stocks de carbone les plus importants dans l'éventualité de la mise en place de mesures de conservation, voire de restauration, sur les tourbières dont le potentiel émissif était le plus élevé.



Matériels et Méthodes

2.1 Site d'étude : Le Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin.

2.1.1 Localisation et généralités

Le Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin se situe dans le département de la Manche (50) et du Calvados (14) en Normandie (**Figure 2.1**). D'une superficie de 148 000 hectares, il couvre une majorité de ce territoire et englobe 150 communes constituées de 74 000 habitants. Sa création remonte à 1991 et tient son statut de par ses paysages particuliers : 30 000 hectares de marais, polders et tourbières, qui s'intercalent au sein de 90 000 hectares de bocages. En hiver, les marais "blanchissent", ils se remplissent d'eau avec les crues des nombreuses rivières qui sillonnent ce territoire et forment de grandes étendues d'eau qui permettent d'accueillir une faune diversifiée.






Les marais sont formés par les vallées de cinq rivières : la Taute, la Douve, l'Aure, la Vire et l'Ay, qui se jettent (excepté l'Ay) dans la Manche en formant l'estuaire de la Baie des Veys, qui héberge la deuxième colonie de phoques veaux-marins de France avec un peu plus de 200 individus.

2.1.2 Mesures de protection et de gestion

Les marais de ce riche territoire ainsi que la baie des Veys ("petite soeur" de la baie du Mont-Saint-Michel située à l'embouchure de la Taute et de la Douve), sont couverts par une Zone Spéciale de Conservation (ZSC) ainsi qu'une Zone de Protection Spéciale (ZPS), issues des directives européennes Habitats-Faune-Flore (1992) et Oiseaux (2009) (**Figure 2.2**). On retrouve également des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) de type I et II et s'y applique également la protection par la Convention de Ramsar.



Légende

-  RNN Sangsurière et Adriennerie
-  ZPS Basses vallées du Cotentin et baie des Veys
-  SIC Marais du Cotentin et du Bessin - Baie des Veys
-  Site RAMSAR
-  PNR des Marais du Cotentin et du Bessin

Le Parc est porteur de plusieurs Réserves Biologiques et Naturelles :

- RNN de la tourbière de Mathon
- RNR des Marais de la Taute
- RNN du Domaine de Beauguillot
- RNN de la Sangsurière et de l'Adriennerie
- RBD de Vesly-Pissot

D'autres espaces protégés existent comme les milieux propriétés du Conservatoire du Littoral et du CEN.

Figure 2.2 : Mesures de gestion et de protection sur le Parc (PNRMCB).



Figure 2.1 : Localisation du PNR MCB (CERESA, 2010 ; PnrMCB)



2.1.3 Géologie : Nature du Sous-Sol

La Manche se situe sur la zone de transition entre le Massif Armoricain et le Bassin Parisien. Le Parc est un plateau littoral possédant en son centre une partie en dépression qui forme les marais du Cotentin. La zone est de faible altitude, 3 à 4 mètres au-dessus du niveau de la mer, mais on observe tout de même quelques zones de relief pouvant atteindre jusqu'à 130 mètres à l'ouest du Parc (**Figure 2.3.c**).

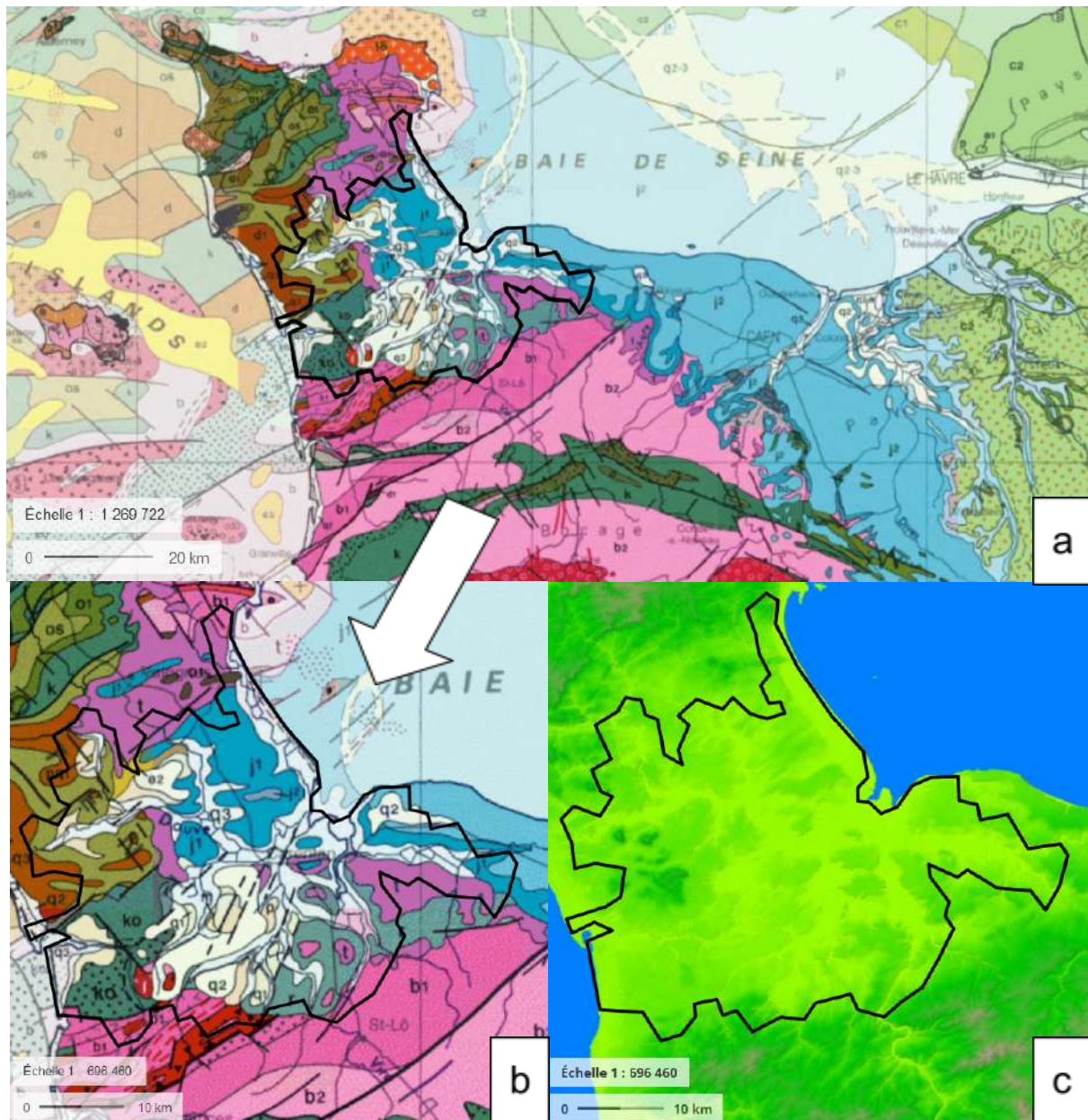


Figure 2.3 : a) Contexte géologique de la région de la Manche (d'après la carte géologique au 1 / 1 000 000 de la France) (**Balé, 2010**). b) Contexte géologique du Parc. c) Carte des reliefs du Parc.



L'histoire géologique des marais du Cotentin et du Bessin est complexe et a été très étudiée depuis les années 1970 aux travers de plusieurs études : **Baize *et al.*, 1998 ; Elhaï, 1963 ; Balé, 2010.**

Dans la partie armoricaine, on retrouve un sous-sol très ancien (Précambrien et Paléozoïque) et un peu plus jeune dans la partie du Bassin Parisien (Mésozoïque et Cénozoïque).

Les **figures 2.3 a et b** nous montrent que le socle géologique est ainsi formé par différents matériaux :

- Des alluvions récents le long des côtes Ouest, Est et au cœur des marais (q1, q2, q3)
- Des grès et quartzite dans la partie Ouest (k0, os)
- Des sables et calcaires sur la partie Est (j1)

La Normandie est donc le témoin d'une ancienne histoire géologique ; on retrouve les vestiges de trois anciennes chaînes de montagnes (Icartienne, Cadomienne et Varisque), et les roches qui affleurent à la Hague sont les plus anciennes de France.

2.1.3 Hydrologie



Figure 2.4 : Zones d'inondation des marais en hiver (PNRMCB)

La région du Parc est riche en cours d'eau et plans d'eau, et est bordée à l'Est comme à l'Ouest par la Manche.

La plupart des cours d'eau présents sur le secteur du Parc (Vire, Douve, Taute, Aure) s'écoulent jusqu'à la Baie des Veys où ils se jettent dans la Manche. Depuis le XVIII^e siècle, l'installation de portes à flots garantit un blocage de la mer lors des hautes marées tout en permettant le bon écoulement des rivières à marée basse.

De plus, les rivières principales sont équipées d'ouvrages (vannes), qui permettent de jouer sur les niveaux d'eau et de garantir une bonne retenue de celle-ci lorsque le besoin s'en fait sentir.

Dès l'automne, les précipitations, plus importantes à cette saison, gorgent les marais en eau et ceux-ci se retrouvent inondés (**Figure 2.4**). Ce phénomène permet une fertilisation des pâturages par apport de sédiments minéraux, et prodigue une zone de "gagnage" et de "remise" pour les oiseaux ; en particulier les anatidés (Sarcelle d'hiver, Canard pilet, Canard souchet, ...).

2.1.4 Climat

Le Parc Naturel des Marais du Cotentin et du Bessin est soumis à un climat océanique qui implique la présence régulière de vent et des précipitations importantes. Les hivers sont doux et les étés tempérés en raison de la proximité de la mer. Les fiches climatologiques des stations météorologiques Météo France de Bricquebec et de Sainte-Marie-du-Mont (**Annexes 1.1 et 1.2**) nous indiquent qu'en



moyenne la hauteur des précipitations varie entre 900 et 1200 mm par an (moyenne entre 1997 et 2010). Les précipitations restent élevées tout au long de l'année avec des valeurs plus élevées en automne et en hiver (**Figure 2.5**).

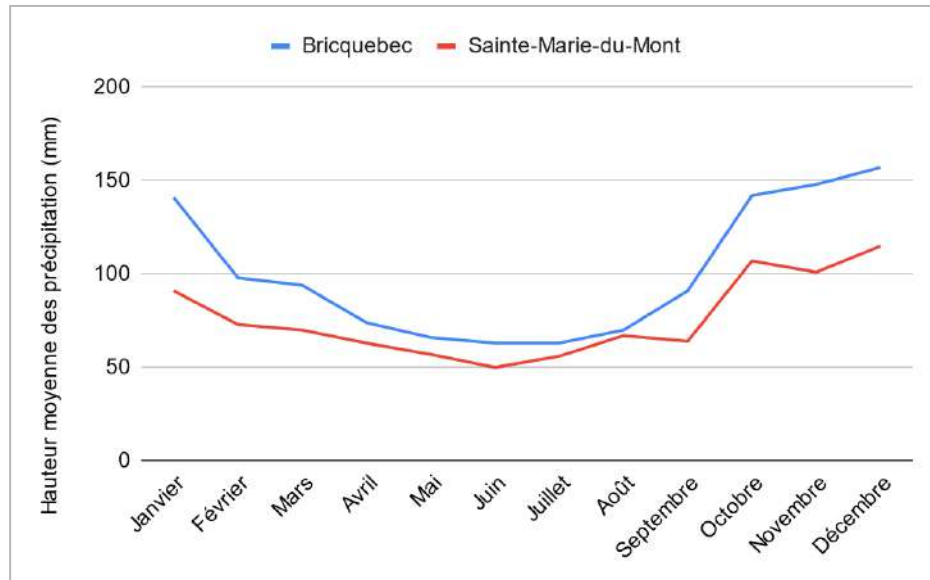


Figure 2.5 : Moyenne des précipitations à Bricquebec et Sainte-Marie-du-Mont (**Météo-France**).

Ce climat associé à ses précipitations élevées permet le maintien en eau des tourbières tout au long de l'année et a été un facteur favorable à l'apparition des tourbières dans le Cotentin.

2.1.5 Géologie, hydrologie et climat : Apparition des zones tourbeuses dans le Cotentin

La région a été fortement impactée au cours du quaternaire, lors de la dernière ère glaciaire du Weichsélien qui a creusé les différentes dépressions qui composent les marais. La fin de l'ère glaciaire et le retrait des glaces il y a environ 10 000 ans marquent le début de phénomènes de tourbification. Ce processus a été rendu possible par l'installation de la végétation au niveau de zones soumises à une mise en eau permanente. La mer pénétrait régulièrement dans le centre Cotentin dès le Jurassique. Ces incursions ont entraîné la sédimentation de sables et d'argiles qui ont, par la suite été, pour la plupart, recouverts par des dépôts alluviaux et tourbeux (**Baize et al., 1998**). Au cours de l'Holocène, la mer continuait de pénétrer dans les terres et la transgression marine a fini par entraîner la fermeture de la Baie des Veys. Cette fermeture a limité les écoulements fluviaux et a intensifié le processus de tourbification. Il y a 4000 ans, la digue naturelle de la Baie des Veys a cédé ce qui a permis à la mer de submerger à nouveau les vallées et a entraîné un recouvrement par des alluvions de la tourbe, qui s'est fossilisée. La mer a continué à pénétrer dans les terres jusqu'aux aménagements des portes à flots du XVIIIe siècle.

Les activités anthropiques de la deuxième partie de l'Holocène sont les principaux facteurs de modifications des milieux tourbeux. Dès le Néolithique, on observe du défrichement en faveur de pratiques agro-pastorales qui s'intensifieront à partir de l'Âge du Fer jusqu'à nos jours. Ces activités ont modifié et continuent à modifier le fonctionnement de nombreuses tourbières avec la présence quasi systématique de fossés et de drains, notamment dans les marais du Cotentin et du Bessin où les activités agro-pastorales demeurent nombreuses.



La dualité de la géologie du Cotentin, entre grès à l'Ouest et calcaire à l'Est, combinée avec un climat océanique pluvieux, influence les tourbières en surface. On retrouve une homogénéité particulière dans les zones tourbeuses. À l'Ouest, on retrouve des zones à caractère acide - tandis qu'à l'Est, le caractère alcalin est plus présent. À ces deux types de zones tourbeuses sont associés des cortèges floristiques spécifiques comme la présence de sphaignes dans les tourbières acidiphiles. On note cependant l'apparition de ce type de mousse dans des tourbières alcalines, qui peut s'expliquer par une déconnection de la nappe avec la partie supérieure de la tourbière. Cette explication n'est encore qu'une hypothèse mais la partie déconnectée est lessivée par les précipitations et devient favorable à l'implantation des sphaignes en raison d'un abaissement du pH (**Bouillon, 2002**), (Schéma conceptuel en **Annexe 2**).

2.2 Inventaire des tourbières du Parc

2.2.1 Historique des inventaires des tourbières en Normandie

Cet inventaire des tourbières n'est pas le premier à être réalisé en Normandie. De nombreux autres inventaires et études ont pris place dans les marais du Cotentin et du Bessin :

L'inventaire le plus ancien et le plus complet a été celui des mines publié en 1949. Cet inventaire orchestré par la direction des mines du Ministère de l'Industrie et du Commerce avait pour objectif de localiser les gisements tourbeux les plus intéressants pour différentes applications :

- combustible pour gazogène
- agglomération
- distillation
- cire
- autres sous produits industriels, engrais, cartons, textiles, emballages, etc

Ce rapport est très intéressant car il contient des informations comme le taux de cendre ou la profondeur qui peuvent être utilisés pour le calcul du stock de carbone.

Plus récemment, en 2013, est paru un rapport du Service de l'Observation et des Statistiques qui fait état des lieux des zones tourbeuses dans 10 départements dont la Basse-Normandie. Ce rapport décrit de manière générale les massifs à tourbières et fournit des informations sur :

- les répartitions surfaciques et altitudinales des tourbières
- les dégradations
- les habitats d'intérêt communautaire
- les mesures de protection et de gestion

Le dernier inventaire suffisamment complet des zones tourbeuses a été réalisé par le Conservatoire d'Espaces Naturels de Normandie en partenariat avec les Conservatoires Botaniques Nationaux de Brest et de Bailleul en 2020. Ce partenariat s'intitulant *Etude de préfiguration à la mise en place d'un programme régional d'actions en faveur des tourbières de Normandie (PRAT)* a permis d'obtenir une base de données conjointe à une carte des zones tourbeuses en Normandie (Basse-Normandie et Haute-Normandie). Afin de parvenir à localiser avec précision les zones tourbeuses, les deux organismes ont défini un protocole basé sur la présence ou l'absence de flore typique des milieux tourbeux et d'histosols (**Figure 2.6**).

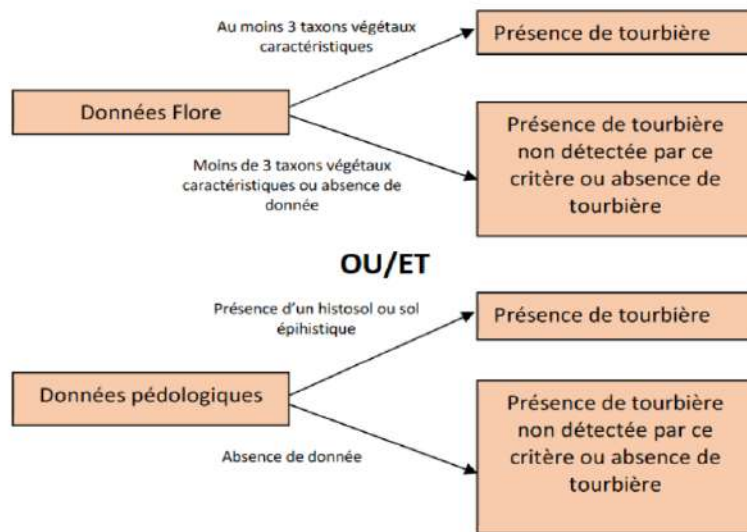


Figure 2.6 : Méthodologie appliquée dans le cadre du PRAT (Zambettakis *et al.*, 2020).

De nombreuses autres études, portant sur des milieux tourbeux de la Manche, ont été utilisées pour réaliser l'inventaire 2022.

Pour les marais en général :

- Influence des flux d'eau souterraine entre une zone humide superficielle et un aquifère profond sur le fonctionnement hydrochimique des tourbières : Exemple des marais du Cotentin, Basse-Normandie de **Auterives C. (2006)**
- Recherche sur les sols des marais de l'isthme du Cotentin dans la prévision d'un aménagement de **Delabroise D. (1984)**
- Le bilan synthétique du suivi scientifique des différentes opérations agri-environnementales dans les marais du Cotentin et du Bessin de l'**OGAF (2001)**
- Le mémoire de thèse "Intérêts des indicateurs hydro pédologiques dans la gestion raisonnée des zones humides (application aux marais du Cotentin)" de **Bouillon E. (2002)**
- Le Référentiel Régional Pédologique de Basse-Normandie de **Le Gouée P. (2016)**
- Les tourbes françaises de **Neau G. (1976)** du BRGM.

Pour la Réserve Naturelle Nationale de la Sangsurière et de l'Adriennerie :

- Le plan de gestion de la RNN (**Bouillon, 2018**)
- L'étude hydro-pédologique de la réserve naturelle de la Sangsurière et de l'Adriennerie de **Du sauu de la Croix E. (2014)**
- Le mémoire de stage "Méthode et éléments d'interprétation du suivi hydro-pédologique de la tourbière de la Sangsurière" de **Thierry-Collet J. (2007)**

Pour la tourbière de Baupte :

- Rapport de synthèse : Réhabilitation de la tourbière de Baupte de **Bernard C. & Danais M. (2001)**
- L'étude d'impact de l'extension de l'exploitation de tourbe de Baupte de **Danais M, Garnier E & Lesage B. (1990)**
- Tourbière de Baupte : Plan d'actions environnemental pour la réhabilitation du site 2016-2026 de **Stallegger P. (2016)**



Pour la Réserve Biologique dirigée de Vesly-Pissot :

- L'étude hydro-pédologique de la Réserve Biologique Dirigée de Vesly-Pissot de **Bouillon E. (2013)**,
- L'analyse Hydro-pédologique du Bas-Marais de Vesly-Pissot de l'**ONF Saint-Lô (2002)**.

Pour la tourbière de Mathon :

- Entre lande et marais, la Réserve Naturelle de Mathon de **Lemarquand B. (1994)**.

Enfin des échanges avec Arlette Laplace-Dolonde, spécialiste renommée des tourbières, et l'utilisation de ses notes de terrain, ont pris place et ont permis de mieux appréhender certains secteurs.

La Normandie n'est pas la seule région française à avoir bénéficié de quelques inventaires des tourbières. On peut notamment citer l'Isère (**Coïc & Marciau, 2001**), ou la Franche-Comté où un inventaire complet, réalisé majoritairement par le CEN Franche-Comté, a pris place au cours des dix dernières années (**Boiteux, 2014**).

2.2.2 Protocole de l'inventaire 2022

Dans le but de connaître (ou de mieux connaître) certains secteurs, des sessions de terrain ont été obligatoires afin de jauger la profondeur de certaines taches tourbeuses. Ces taches étaient en réalité une compilation entre les zones identifiées dans le PRAT, l'inventaire de 1949, l'inventaire du SoES, les données possédées par le PNRMCB et les nombreuses études sur les marais du Cotentin et du Bessin.

● Définition d'une zone tourbeuse

Un stock de données aussi important est très avantageux, néanmoins la multiplication de sources différentes entraîne une déconvenue majeure : l'utilisation de typologies et critères variés ne définissent parfois pas les tourbières de la même manière. Il a donc été nécessaire d'utiliser des caractéristiques définissant au mieux les tourbières. Les critères utilisés ont été adaptés des éléments présents dans l'étude du PRAT de Normandie.

Premier critère : en se basant sur les différentes définitions d'une tourbière il est impératif, pour qu'une zone soit définie comme tourbeuse, qu'elle soit porteuse d'histosols. Les histosols sont constitués d'horizons histiques et possèdent une épaisseur pouvant varier entre 40 cm et plus d'une dizaine de mètres.

Pour que les zones tourbeuses possèdent un poids réel dans le stock de carbone, il a été décidé de ne considérer comme zones tourbeuses que les milieux où le ou les histosols excèdent une épaisseur de 50 cm. Les milieux dont l'épaisseur de tourbe est inférieure à 50 cm sont généralement qualifiés de milieux semi-tourbeux ou para-tourbeux (**Crassous & Karas, 2007**). De plus, selon l'Institut Européen d'Écologie on ne parle véritablement de tourbières que lorsque la couche hologranique qui s'accumule sous la végétation active atteint 50 cm (**Géhu et al., 1981**). D'autres études fournissent des chiffres proches, comme une épaisseur minimale d'histosol de 40 cm (**Laplace-Dolonde, 1994**).

Deux autres critères doivent impérativement être respectés. Pour qu'un horizon soit considéré comme histique, son taux de matières organiques doit être supérieur à 50% et on considère qu'il y a apport de matériaux allochtone lorsque le taux est inférieur à 80%. La densité est également un facteur de caractérisation de la tourbe, celle-ci doit être comprise entre 0.02 et 0.25 g/cm³ (**Baize & Girard, 2008**).



- **Inventaire des tourbières**

L'inventaire est, premièrement, un travail de cartographie se basant sur l'inventaire des mines de 1949 grâce à la numérisation des données de cet ancien inventaire par Malo Pilloix réalisé lors de son stage **“Inventaires des tourbières françaises et du stock de carbone qu'elles contiennent : état des lieux des données disponibles” en 2019**. La numérisation a donc permis de réaliser une carte des zones tourbeuses de la Manche en 1949 à laquelle sont venues s'ajouter différentes données disponibles sur les tourbières de la Manche depuis cette date.

- **Protocole de terrain**

Cependant, même devant la grande quantité de données disponibles sur la localisation des zones tourbeuses, peu d'études traitent de la profondeur de tourbe ainsi que de la quantité de carbone stockée ou, à minima du taux de cendre. Il a donc été nécessaire de développer un protocole de terrain afin de sonder la profondeur des zones identifiées.

Devant la grandeur du territoire inventorié, les taches tourbeuses de taille très importantes ont été prospectées prioritairement. Dans un souci de facilité et d'autorisation, l'échantillonnage s'est porté sur les parcelles communales après avoir prévenu les mairies concernées. La prise d'échantillons a été adaptée à chaque zone tourbeuse en maximisant les échantillons dans les zones de grande superficie

afin de créer un maillage recouvrant la zone avec une distance moyenne de prise d'échantillons d'environ 200 à 300 mètres (**Figure 2.7**). Plusieurs échantillons ont été prélevés à différentes hauteurs lorsque la taille de la colonne de tourbe le permettait et le taux de recouvrement, visible par la présence d'un horizon non tourbeux, a été noté. Le volume du carottier russe étant trop important, seule une longueur de 15 cm à été prélevée dans la carotte obtenue.

Les prospections ont pris place durant les mois de mai/juin 2022 et les échantillons ont été placés à 4°C dans des flacons hermétiques dans l'attente de leur analyse.

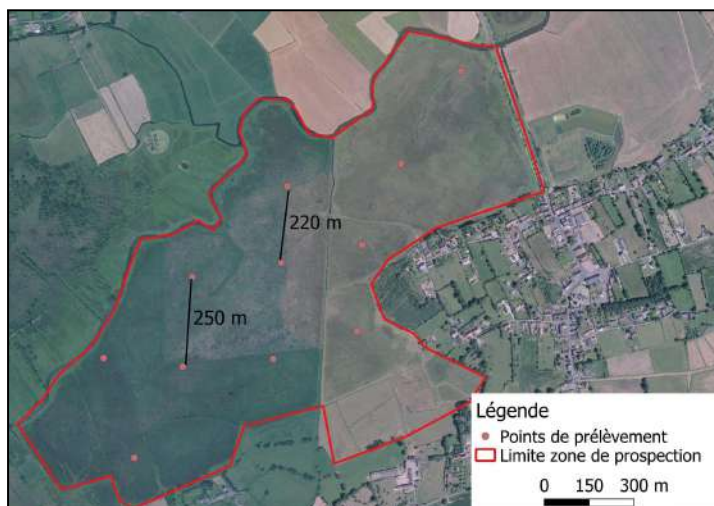


Figure 2.7 : Exemple de la répartition des points de prélèvement sur une zone tourbeuse.

2.2.3 Calcul du stock de carbone

- **Densité apparente**

Première étape analytique de l'estimation du stock de carbone, la densité apparente, exprimée en g/cm³ à été calculée selon l'équation suivante :

$$BD = \text{Masse sèche de l'échantillon} / \text{Volume de l'échantillon frais}$$

La masse sèche de l'échantillon (en grammes) a été obtenue en séchant la tourbe pendant 48 heures à 105°C, et le volume de l'échantillon frais correspond au volume de la carotte prélevée avec le carottier russe soit 160 cm³ de tourbe pour chaque échantillon.



● Taux de Matières Organiques et carbone organique

Le moyen le plus simple pour calculer le taux de matières organiques est le taux de cendre. Cette méthode fiable et rapide a fait ses preuves dans de nombreuses études et est recommandée et décrite par Denis Baize dans le guide des analyses en pédologie (**Baize, 2018**).

Le protocole utilisé ici consiste à placer 2 g de tourbe, préalablement séchée, broyée et tamisée à 200 µm, dans un creuset en porcelaine. Ces quelques grammes sont ensuite placés dans un four à calcination avec 2 paliers d'une heure à 350°C puis 450°C suivis d'une calcination à 600°C pendant 2 heures. La masse restante dans le creuset correspond à la part minérale de la tourbe et, par opposition, ce qui a été calciné correspond à la part organique. En divisant ce taux de matières organiques par le facteur de conversion de Van Bemmelen on obtient le taux de carbone organique selon l'équation suivante :

$$\%C_{\text{org}} = \%MO / 1,724$$

En multipliant cette valeur par la densité apparente on obtient la **densité de carbone de la tourbe** (C_d), qui permet de calculer le stock de carbone des tourbières.

● Stock de Carbone

Le stock de carbone est le produit entre le volume de tourbe, lui-même produit de l'épaisseur moyenne de tourbe et la surface de la zone tourbeuse, avec la densité de carbone dans la tourbe. Cette valeur est donnée en KgC/m³. Pour une meilleure estimation du stock de carbone, deux méthodes de calculs sont utilisées pour les zones échantillonnées. La première consiste à utiliser l'épaisseur moyenne de tourbe, et la seconde à utiliser la valeur maximale de profondeur relevée pour chaque zone.

Ne sont pris en compte dans les calculs que les échantillons correspondant à des matériaux tourbeux et donc répondant à la définition de la tourbe de cette étude.

Pour résumer les différentes équations utilisées pour parvenir à une valeur de stock de carbone sont :

- **Vtourbe = épaisseur moyenne (m) * surface (m²)**
- **BD = Masse sèche de l'échantillon (g) / Volume de l'échantillon frais (cm³)**
- **%C_{org} = %MO / 1,724**
- **C_d = %C_{org} * BD**
- **Cpeat = Vtourbe (m³) * C_d (KgC/m³) → Équation finale**

2.2.4 Etat de dégradation

Les zones tourbeuses non porteuses d'altérations dans le Cotentin restent rares. En effet, même des milieux en très bon état de conservation, comme le marais de la Sangsurière, présentent des modifications dans leur fonctionnement hydrique. Ces modifications bien connues sont attribuées à la main de l'Homme qui, depuis l'utilisation des marais pour l'agropastoralisme, a aménagé ces zones humides à son avantage. Dans les zones tourbeuses on note la présence de nombreux canaux de drainage permettant l'évacuation plus rapide des eaux résiduelles, ce qui permettait et permet toujours aux agriculteurs de mettre du bétail sur ces zones plus précocement.

Pour exemple, à la fin du XVI^e siècle, Henri IV ordonne le drainage des marais pour des raisons sanitaires et le maréchal de Bellefond draine 10 000 hectares autour de l'Isle Marie (**Delabroise, 1984**). L'ensemble des atteintes constatées sur les tourbières par le SoES en 2013 sont consignées en **Annexe 3**.



La base de données de l'inventaire 2022 a été agrémentée par le niveau de dégradation des milieux tourbeux. Ainsi, la typologie utilisée a été conçue par Daniel Gilbert et permet de classer en 5 classes d'état de dégradation les zones tourbeuses. À chaque classe est associée une émission de CO₂, basée sur le travail de **Bonn et al., 2014**, qui sont renseignées dans le **Tableau 2.1** ci-après.

Tableau 2.1 : Typologie de l'état de dégradation des tourbières et degrés d'émission en CO₂.

Niveau	Etat	Description	Emission CO ₂ /ha (Bonn et al. 2014)
1	Intacte	Apparemment non affectée par des activités humaines directes. Végétation caractéristique des tourbières, l'hydrologie ne semble pas perturbée.	-2,12
2	Faiblement affectée	Tourbière faiblement affectée par des activités humaines directes. Végétation caractéristique des tourbières, diversité affectée par perturbations de l'hydrologie (drainage), par extraction de tourbe ou piétinement.	3,94
3	Moyennement affectée	Tourbière moyennement affectée par activités humaines directes. Végétation en partie caractéristique des tourbières, milieu visiblement affecté par perturbations de l'hydrologie et d'autres activités humaines (extraction, pâturage).	14,34
4	Fortement affectée	Tourbière fortement affectée par activités humaines directes. Végétation comporte encore quelques espèces caractéristiques des tourbières, l'hydrologie fortement perturbée, activités humaines très importantes (drainage, agriculture, ...).	23,5
5	Détruite	Tourbière détruite par activités humaines directes. Végétation de tourbière a disparu, le milieu drainé. Présence tourbe sous-jacente permet d'attester présence ancienne d'une tourbière.	30,1

2.3 Optimisation de la méthode

2.3.1 Pression d'échantillonnage et profondeur des prélèvements

Dans le but de reproduire cet inventaire de façon plus optimisée, des analyses statistiques auraient pu être réalisées avec une zone test comportant suffisamment de points d'échantillonnage à différentes profondeurs de prélèvements. Ces analyses auraient permis de montrer si la profondeur influe sur la densité ou sur le taux de carbone, et de déterminer une profondeur de prélèvement optimale. En l'absence de données suffisantes, les données d'une seule zone constituée d'un transect de 6 points ont été utilisées pour comparer les densités et taux de matières organiques à 1 m et à 2 m de profondeur.

2.3.2 Critiques sur la méthode

Cette partie a pour objectif d'émettre des critiques sur la méthode et d'établir un bilan de ce qui est à préserver ou à abdiquer dans le cas où un inventaire de ce type prendrait place sur d'autres secteurs de la France ou de la Normandie.

2.3.2 Photo-interprétation des zones tourbeuses potentielles

Afin de donner des pistes pour de futurs inventaires, une détection des potentielles zones tourbeuses a été réalisée grâce à des photographies aériennes datant de 2019. Les potentielles zones tourbeuses ont été repérées en se basant sur leur localisation, préférentiellement proches des cours d'eau et dans les vallées alluviales, et en comparant leur végétation avec celle des zones tourbeuses avérées. En effet, il existe des ressemblances visibles à l'œil nu sur les photographies aériennes comme les nombreuses taches de joncacées et la présence d'une végétation relativement basse.



Résultats et Discussion

3.1 Inventaire des tourbières

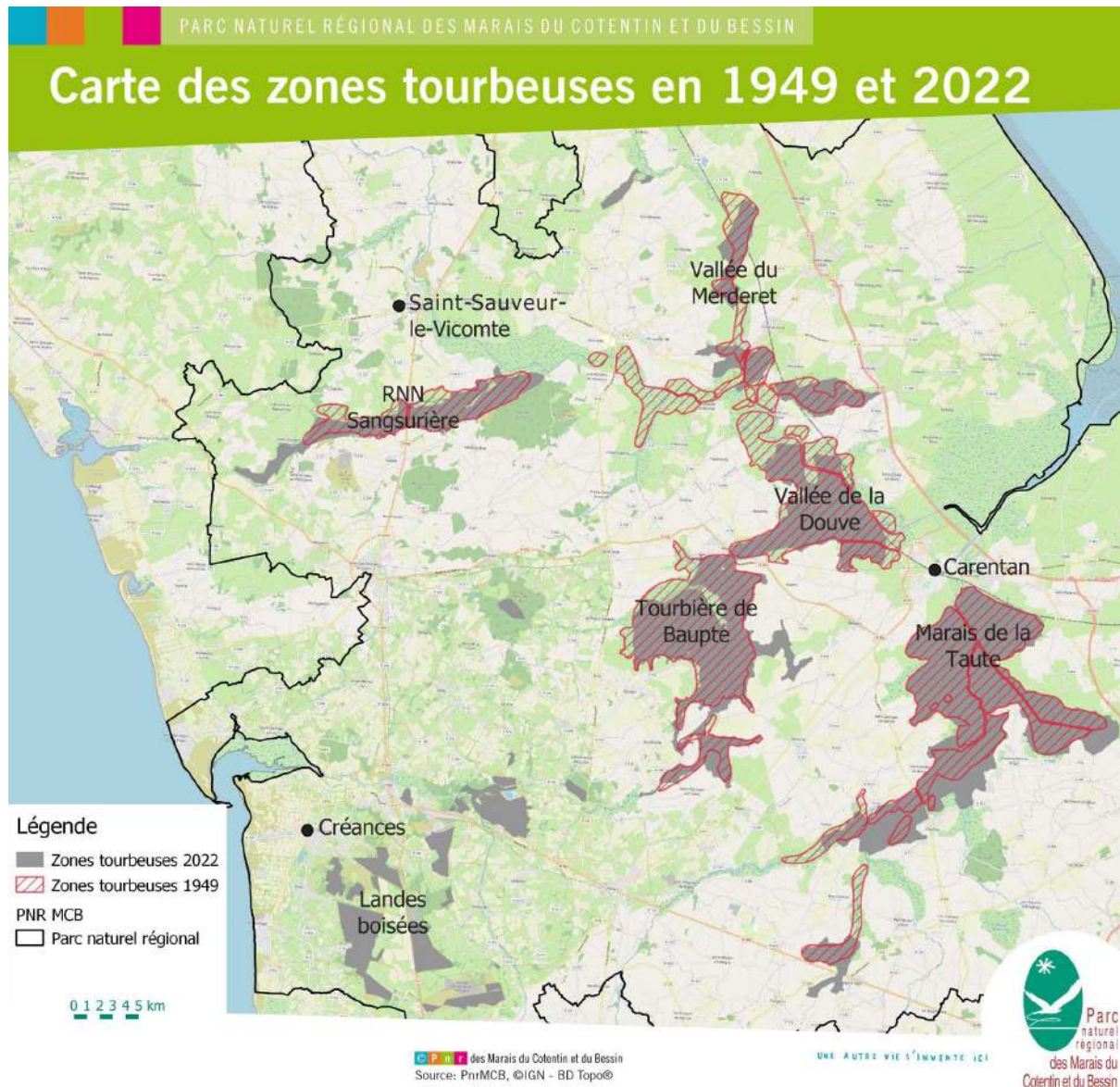


Figure 3.1 : Répartition des tourbières en 1949 et 2022 (Pilloix, 2019 ; Ministère de l'Industrie et du Commerce, Département des Mines, 1949).

La **figure 3.1** ci-dessus nous indique quelles ont été les tourbières inventoriées en 1949 lors de l'inventaire des Mines. En 1949, les tourbières se situent dans les plaines d'inondation des différentes rivières de la partie Est du Parc. En 2022, on constate que d'autres tourbières ont été inventoriées en particulier dans la partie Sud-Ouest du Parc au niveau des landes de Créances/Pirou. Ceci est dû à la raison de formation des tourbières dans la Manche qui a été favorisée par la stagnation des eaux résiduelles autour des rivières principales qui se jettent dans la Baie des Veys (**Baize et al., 1998**). Les zones tourbeuses représentent une surface non négligeable du territoire et celle-ci semble être sensiblement identique entre 1949 et 2022. En effet, la surface est de 94 824 177 m² en 1949 contre 105 428 601 m² en 2022.



On constate que malgré le fait qu'en 2022 la surface soit plus conséquente, certaines zones entre la vallée du Merderet et de la Douve semblent avoir régressé. Cette surface plus élevée est due à la découverte de zones tourbeuses dans les landes boisées de Créances/Pirou. Ces zones avaient très certainement été prospectées en 1949 mais elles ne sont pas connues pour abriter un fort stock de tourbe. L'inventaire des mines a pris place car il était "nécessaire d'accroître la production des combustibles solides provenant du territoire national". En définitive, le but de cet inventaire était de définir des zones intéressantes pour l'exploitation de tourbe de bonne qualité et de grande quantité (Ferronière, 1949).

Parmi ces nombreuses surfaces tourbeuses, un certain nombre d'entre elles ont été prospectées afin de s'assurer de leur caractère tourbeux et pour recueillir des échantillons.

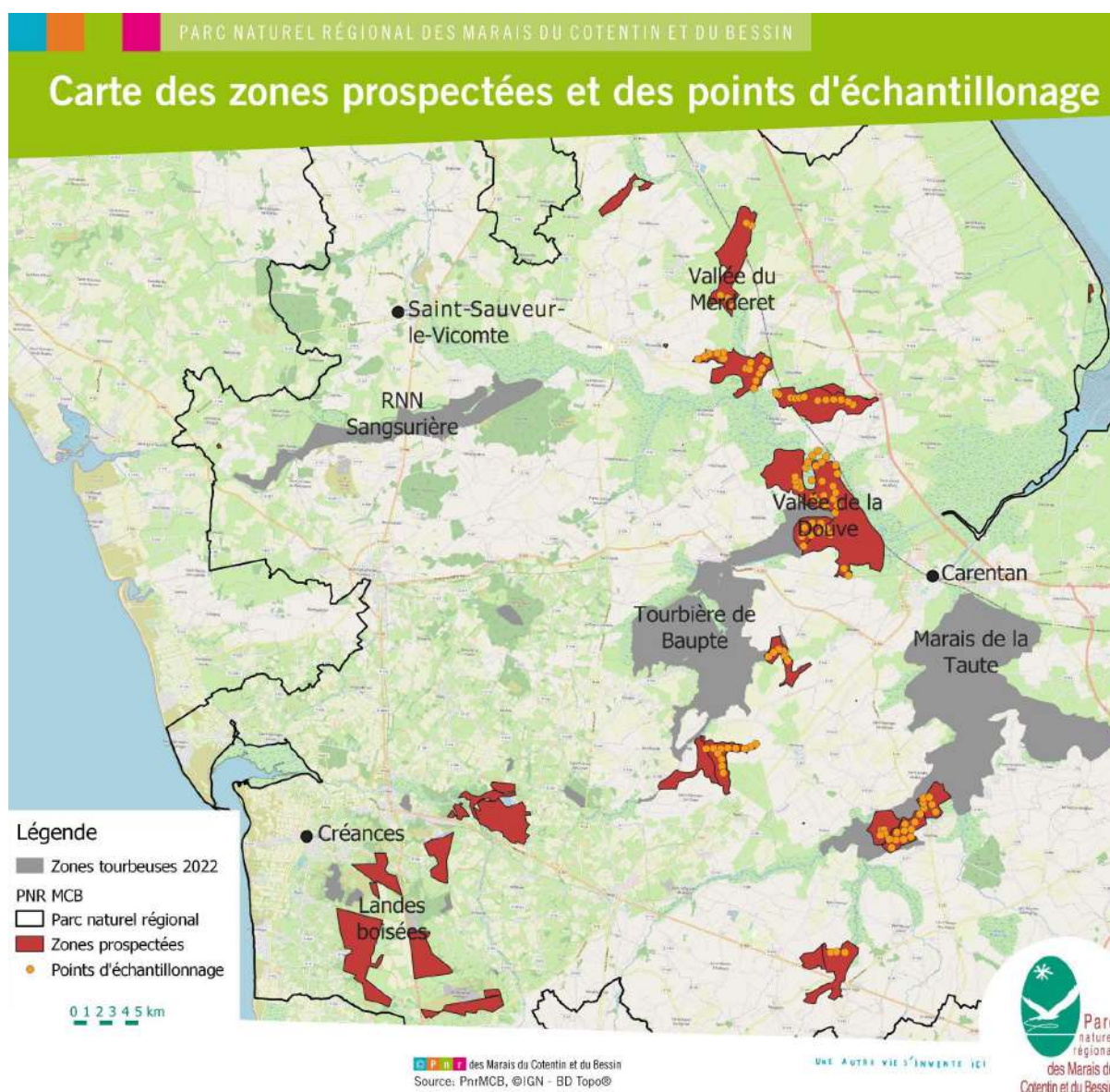


Figure 3.2 : Zones prospectées et points d'échantillonnage.

La prospection a permis de redéfinir la taille et le caractère tourbeux de certaines zones ainsi que de prélever de nombreux échantillons sur toute la partie Est des marais.



La **figure 3.2** montre les différentes zones prospectées en combinaison avec les points où du matériel a été prélevé. On remarque donc que l'effort de prospection s'est focalisé sur les zones les moins connues en premier lieu, c'est à dire majoritairement la partie Ouest du Parc, et s'est poursuivi sur les zones connues mais dont la profondeur était inconnue, incertaine ou trop ancienne. Ainsi, 120 points d'échantillonnage ont été répartis tous les 100 à 200 mètres sur des zones couvrant environ 300 hectares, soit le tiers des zones tourbeuses du Cotentin.

La prospection a permis de démontrer que la surface des zones tourbeuses en 2022 était légèrement inférieure à ce qu'il était annoncé en combinant différentes études. Pour exemple, les estimations données dans le cadre du Programme Régional d'Actions en faveur des Tourbières de Normandie (**Zambettakis et al., 2020**) sur les zones tourbeuses des landes de Créances/Pirou semblent très nettement supérieures à la réalité. Ceci peut s'expliquer par la méthodologie utilisée dans cette étude qui se base sur les taxons végétaux. Ainsi à partir de la présence avérée de 3 taxons végétaux caractéristiques des tourbières, la zone est considérée comme une tourbière. Or, après prospection, il s'avère qu'on retrouve la présence de nombreuses plantes caractéristiques de tourbières acides à sphaignes et éricacées comme les Rossolis (*Drosera sp.*), les Pédiculaires des marais (*Pedicularis palustris*) ou encore les Sphaignes (*Sphagnum sp.*) ce qui a pu amener à classer ces zones comme tourbières bien que le sol ne soit pas tourbeux. En réalité, les landes de Créances/Pirou sont un très grand ensemble de petites zones para-tourbeuses peu profondes et ne se situant pas en fond de vallées comme leurs homologues des marais plus à l'Est (**Zambettakis et al., 2020**). Afin de se faire une meilleure idée de la distribution de ces micro-tourbières il pourrait être judicieux de prospecter plus intensivement ces landes. Du fait de leur taille réduite et de leur distribution mal connue, les zones tourbeuses des landes n'ont pas été incluses dans l'inventaire des tourbières et dans l'estimation du stock de carbone.

La prospection n'a pas seulement permis de diminuer la taille de taches tourbeuses, elle a permis de se rendre compte que les études sous-estimaient parfois la surface de milieux. La prise d'échantillons a donc rendu possible l'augmentation de la surface de plusieurs zones (quelques hectares seulement) comme dans la partie Nord de la Vallée de la Douve.

Tableau 3.1 : Surfaces estimées des zones tourbeuses en 1949 et 2022.

Année	Surface (m ²)	Surface (hectares)	Volume de tourbe (m ³)
1949	94 824 177	9 482	429 050 000
2022 (avant prospection)	109 616 877	10 961	-
2022 (après prospection)	88 799 567	8 889	356 842 955

Grâce à tous ces ajustements, la surface des milieux tourbeux passe de 10 500 hectares à près de 8 900 hectares en 2022 pour se rapprocher de la surface des tourbières en 1949, soit 9 500 hectares (**Tableau 3.1**). Le volume en 1949 était de 430 000 000 m³ contre 357 000 000 m³ en 2022 après la prospection.

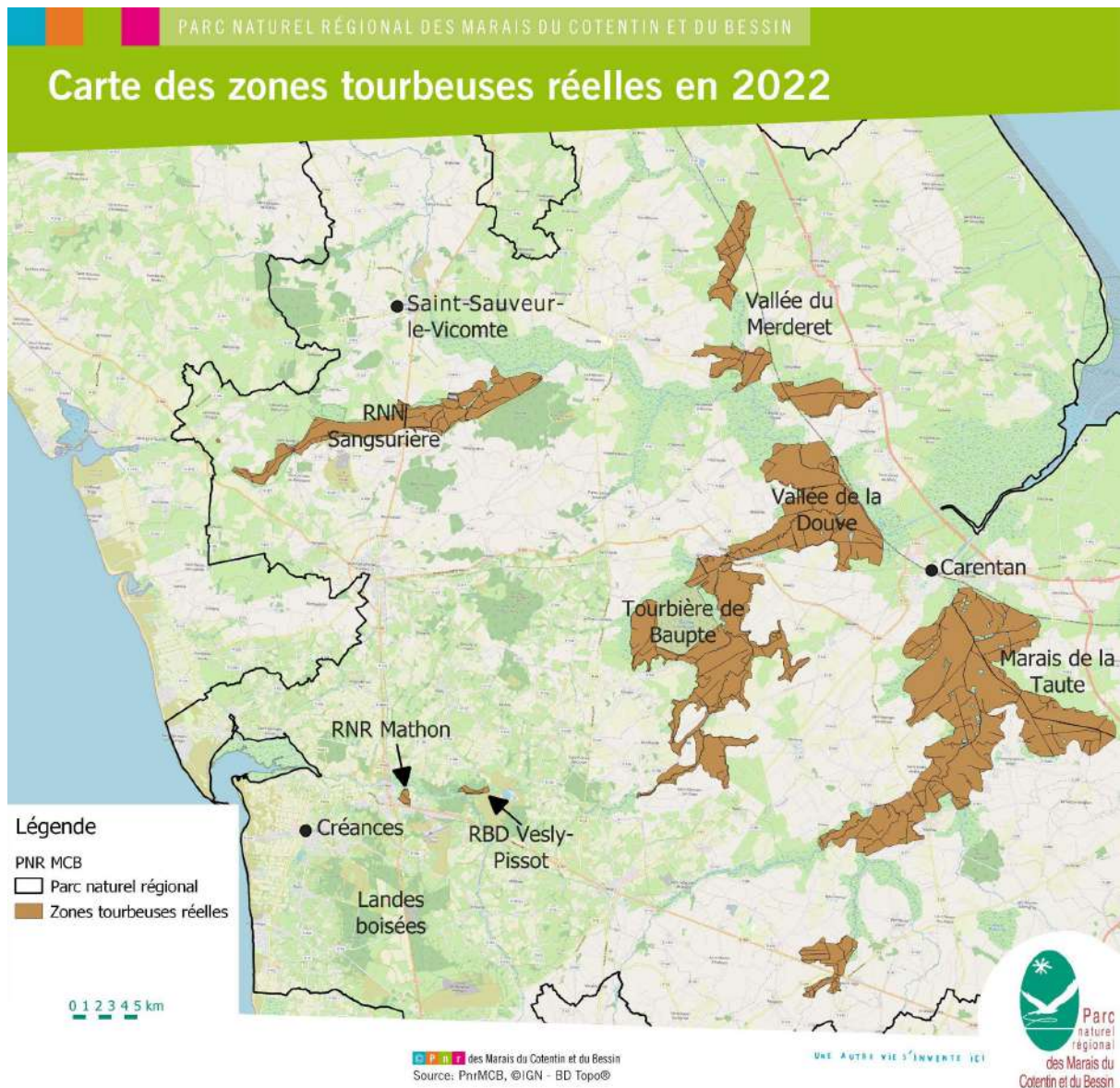


Figure 3.3 : Zones tourbeuses réelles en 2022.

La **Figure 3.3** présente les nombreuses taches tourbeuses ajustées après prospection sur le terrain et débarrassées des éléments les plus impactant pour le stock de carbone. Les taches sont donc dénuées des routes (goudronnées, en terre, ...), des cours d'eau, de la voie de chemin de fer qui traverse le Parc et des plans d'eau (mares de gabion, étangs, ...). La zone centrale exploitée de la tourbière de Baupte a également été supprimée car la plupart de la tourbe a été extraite et celle restante s'en retrouve très modifiée. Les milieux tourbeux bien connus et ayant un réel poids dans le stock de carbone se situent donc dans les vallées alluviales de l'Est du PNR des Marais du Cotentin et du Bessin. Cette zone regroupe de grands ensembles : vallée du Merderet, Marais de la Taute, Vallée de la Douve et la Tourbière de Baupte et ses abords (autrement nommés les plaines de Gorges). On retrouve quelques fragments situés à l'Ouest comme la RNN de la tourbière de Mathon, la Réserve Biologique Dirigée de Vesly-Pissot ou encore la très grande tourbière de la Réserve Naturelle Nationale de la Sangsurière. Ces résultats ne sont pas étonnant étant donné la dynamique de création de ces tourbières finement liée aux vallées alluviales du Cotentin.

Les histosols de ces zones tourbeuses sont à dominance mésique avec une majorité de macrorestes herbacés bien qu'on retrouve des fragments de ligneux (branches, troncs, ...) dans les niveaux



profonds (**Bouillon, 2002 ; Gourbesville, 1987**). Pour corroborer, à dire d'expert selon Arlette Laplace-Dolonde, les histosols des marais du Cotentin sont majoritairement mésiques et parfois sapriques.

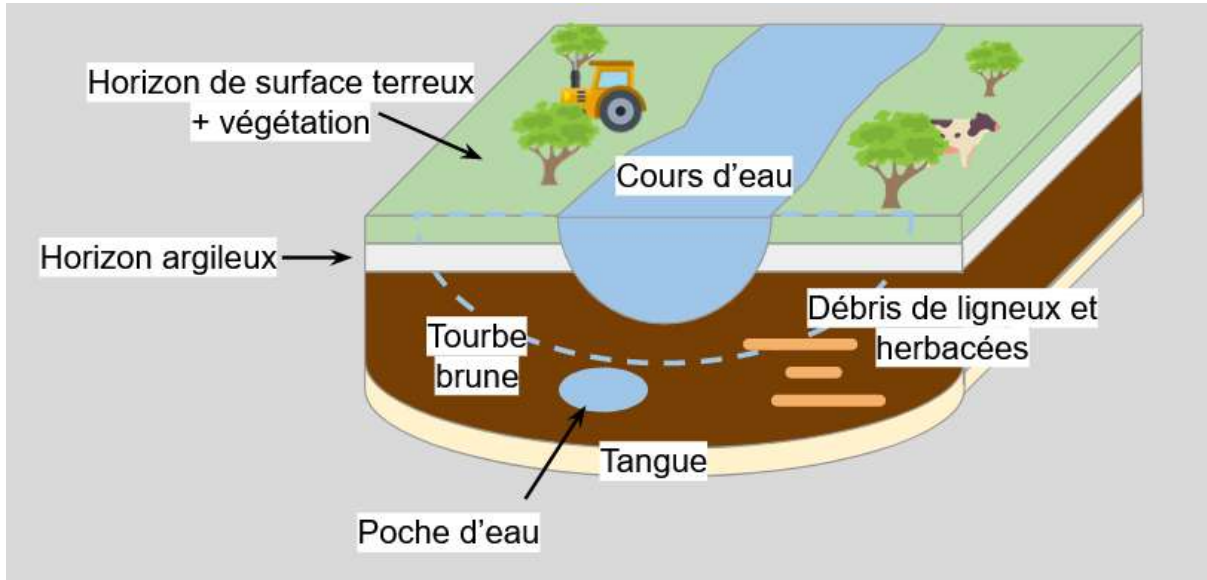


Figure 3.4 : Représentation schématique d'une tourbière typique du périmètre de l'étude.

La bibliographie complétée par la prospection ont permis de mieux se représenter la structure des tourbières du Cotentin. Cette structure est présentée dans la **Figure 3.4** et montre que les tourbières ne sont pas uniquement constituées de tourbe. En effet, la ou les couches tourbeuses sont enchâssées entre plusieurs couches de différents matériaux. La tourbe repose dans la plupart des cas sur une couche inférieure constituée de tanguie, sédiment d'origine marine formé de limons et de sable vaseux, témoin des incursions marines dans le centre du Cotentin (**Baize et al., 1998**). Cette couche de tanguie est parfois remplacée par d'autres sédiments, c'est le cas de la Sangsurière, où le plancher est constitué d'argiles boréales (**Laplace-Dolonde et al., 2001**). Sur la tourbe, on retrouve une couche argileuse très dense d'une épaisseur variant entre 20 et 30 cm. Cette couche ne se retrouve pas partout et est surtout présente sur les zones tourbeuses proches des gros cours d'eau comme la Douve, la Taute ou le Merderet. La théorie la plus plausible sur la provenance de cette couche tient son origine de l'anthropisation des rivières de France et de la Manche qui a entraîné de mauvaises conditions hydrauliques. Adjuvées avec l'érosion des sols à la suite d'activités humaines (déboisements massifs, exploitations de carrières, ...), les montées des niveaux d'eau dans le lit majeur des rivières ont entraîné la sédimentation et le dépôt de matière minérale argileuse (**Delabroise, 1984 ; Laplace-Dolonde, 1994**). Les marais sont, de surcroît, un piège sédimentaire naturel (**Delabroise, 1984**), il n'est donc pas surprenant de retrouver cette couche argileuse en bonne quantité dans les zones proches des rivières. D'autres études font état de cette couche argileuse et qualifient les marais comme comportant de nombreux sols mixtes avec présence de tourbe sous un horizon minéral allant de 0.25 à 0.8 m (**Gourbesville, 1987**).

On retrouve en surface un horizon terreux en mélange avec la tourbe sous la végétation qui fait la transition avec le premier horizon tourbeux. Enfin, au sein de la tourbe elle-même, il n'est pas rare de trouver des morceaux de végétaux ligneux (saules, peupliers, ...) ou de plantes herbacées comme les roseaux. Par endroit, on trouve également des poches d'eau emprisonnées dans la tourbe.

La tourbe étant un matériau mou et très conservateur, il est possible de retrouver des artefacts témoignant du passé du Cotentin. Ainsi, entre 1942 et 1946 certaines zones n'ont pas été prospectées car minées (**Ministère de l'Industrie et du Commerce, Département des Mines, 1949**), mines aujourd'hui encore retrouvées dans les marais. La tourbière de la Sangsurière serait même l'hôte d'un avion ayant terminé son vol dans la tourbe en 1943 (**Bouillon, 2018**).



3.2 Stock de Carbone

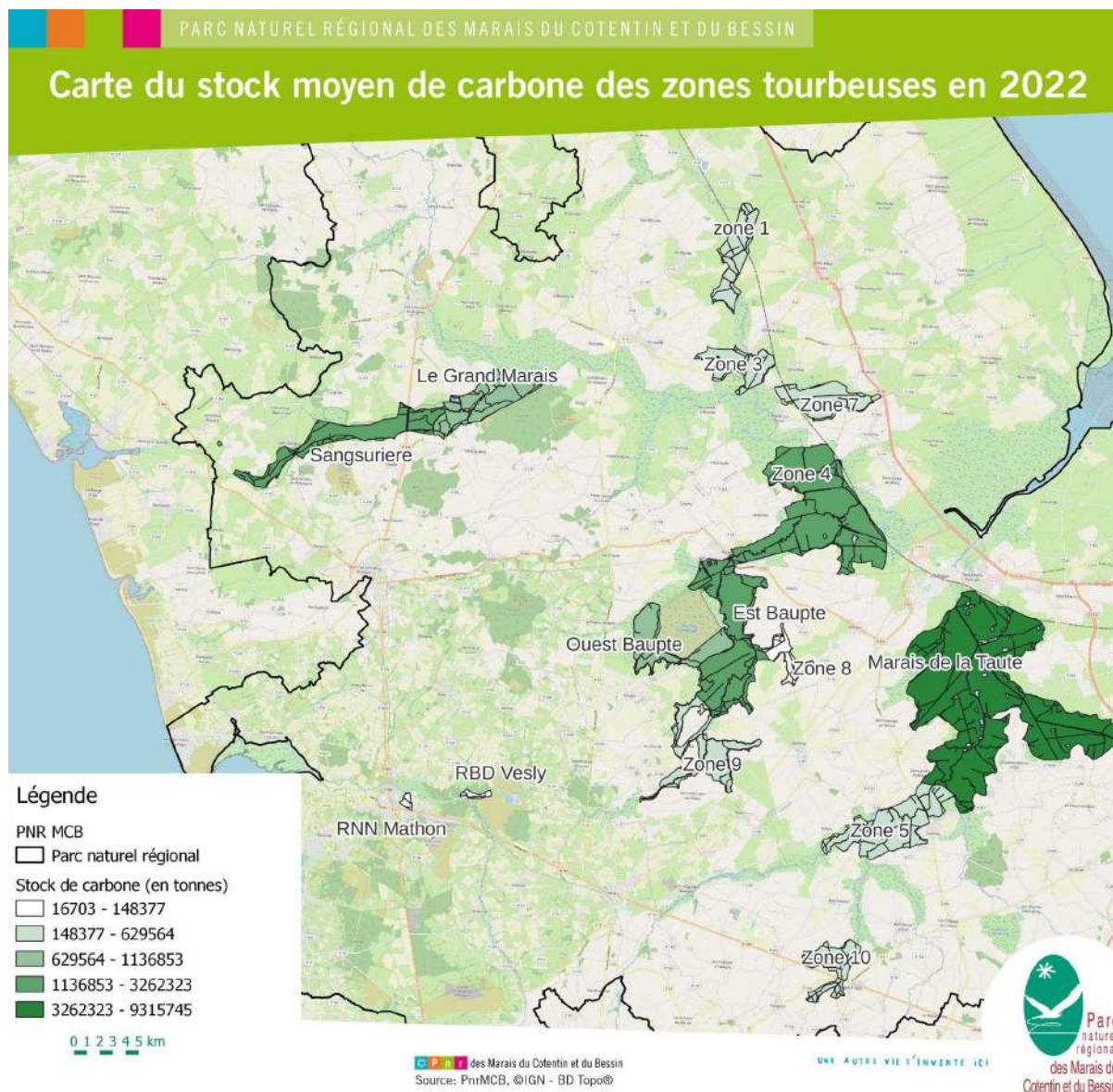


Figure 3.5 : Carte des zones tourbeuses et leur stock de carbone en 2022.

La prise d'échantillons et leur analyse a fourni assez de données pour ajuster la densité et la profondeur de tourbe sur les zones échantillonnées (**Figure 3.2**). À partir de ces données, le stock de carbone a pu être établi pour chaque zone tourbeuse retenue après la prospection. Ce stock a été calculé en utilisant les valeurs de profondeur moyenne, de densité et de taux de carbone moyen sur chaque zone tourbeuse. Ainsi sur les zones n'ayant pas été échantillonnées, c'est la bibliographie qui fait office de renseignement sur les profondeurs, les densités apparentes et le taux de carbone. L'origine de ces données est renseignée en **Annexe 4**.

La **Figure 3.5** présente ce stock de carbone pour chacune des zones tourbeuses ayant été identifiées en 2022. Pour des raisons de facilité de lecture de la carte, les valeurs précises de la réserve en carbone ainsi que les noms réels de chaque zone sont consignés dans le **Tableau 3.2**.

Ce stock va d'environ 16 000 tonnes de carbone pour les plus petites zones à près de 9 000 000 de tonnes de carbone pour les zones les plus grandes. Les zones les plus puissantes en termes de stockage de carbone sont la Sangsurière et le Grand Marais situé à proximité, les marais de la Vallée de la Douve et les zones adjacentes à la tourbière de Baupte. La zone dominante est la zone des marais de la



Taute avec le stock le plus important du territoire du Parc, il représente la moitié du stock de ce dernier. Cependant, les données utilisées pour cette zone datent de 1949 et il est difficile de trouver des valeurs récentes pouvant être utilisées dans le calcul du stock. Le stock de cette zone reste donc très approximatif mais permet de donner un ordre de grandeur.

Tableau 3.2 : Stock de Carbone des zones tourbeuses du Parc.

Nom dans l'inventaire	Nom réel	Stock de Carbone (en Tonnes)
RBD Vesly	Réserve Biologique Dirigée Vesly-Pissot	16 703
RNN Mathon	RNN Mathon	18 045
Zone 8	Marais du Tot	148 377
Zone 7	Marais des Mottes + Marais de Blosville	253 060
Zone 10	Marais Saint Clair	259 213
zone 1	Marais d'Amfreville	291 198
Zone 3	Petit Marais	313 120
Zone 9	Le Marais + Les Aubrées	529 029
Zone 5	Rouges Pièces + Grand Marais + Marais du Fresnay + Marais de Haut	629 564
Ouest Baupte	Marais de la Pigaulterie + Marais de la Comterie + Marais de St Anne	1 105 233
Le Grand Marais	Le Grand Marais	1 136 852
Sangsurière	Sangsurière et Adriennerie	1 980 366
Zone 4	Vallée de la Douve	2 216 667
Est Baupte	Marais du Mesnil + Le Gravier	3 262 323
Marais de la Taute	Marais de la Taute	9 315 745

Le **Tableau 3.2** nous renseigne sur les valeurs exactes du stock de carbone des tourbières du Parc. Les zones les moins tourbeuses sont les milieux de petite surface comme la Réserve Biologique Dirigée de Vesly-Pissot ou alors la Réserve Naturelle Régionale de Mathon. On retrouve ensuite des zones dont les surfaces et la profondeur augmentent, ce qui influe grandement sur la réserve en carbone. Le potentiel émissif des grandes zones est le plus élevé et, dans l'éventualité de la mise en place d'une gestion des zones tourbeuses, l'effort de conservation nécessite de prioriser ces zones à fort volume de tourbe.

Enfin, les calculs du stock de carbone ont été réalisés en faisant varier la profondeur sur les zones prospectées. Trois classes de profondeur ont été utilisées : la profondeur minimale atteinte, la profondeur moyenne et la profondeur maximale atteinte. L'utilisation de 3 classes de profondeur différente a permis d'obtenir un intervalle de valeurs pour le stock de carbone et de comparer les chiffres à l'inventaire de 1949 et aux chiffres du territoire français.



Tableau 3.3 : Stock de Carbone total du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin et comparaison avec le stock de 1949.

Année	Stock de Carbone (en Tonnes)	% par rapport au niveau national de 1949
1949	19 907 911	12,4
2022 (Stock mini)	19 683 714	12,3
2022 (Stock moyen)	21 475 503	13,4
2022 (Stock maxi)	23 780 464	14,9
1949 (France)	160 000 000	-
1949 (Basse-Normandie)	43 593 610	27,3

Le **Tableau 3.3** nous renseigne sur ces différentes valeurs et permet d'apprécier l'évolution de l'estimation du stock de carbone entre 1949 et aujourd'hui. En 1949, l'inventaire des tourbières avait permis d'établir un stock national à hauteur d'environ 160 000 000 tonnes (**Ministère de l'Industrie et du Commerce, 1949 ; Pilloix, 2019**). Le Parc comportait 19 907 911 de tonnes, soit 12.4% du stock national ce qui portait le territoire en première position au niveau du volume de tourbe et du stock de carbone. En 2022, ce stock a évolué et dépend des valeurs des volumes, et donc de profondeur, utilisées pour les calculer. En utilisant les profondeurs minimales on obtient une réserve en carbone quasiment similaire à celle de 1949 avec 19 683 714 tonnes de carbone soit 12.3% du stock national de 1949. En utilisant les valeurs moyennes la réserve passe à 21 475 503 tonnes et atteint 23 780 464 tonnes avec les valeurs maximales. Les calculs ont donc rendu possible l'estimation d'un intervalle avec en valeur minimale 19 683 714 tonnes et en valeurs maximale 23 780 464 tonnes. Les résultats obtenus restent donc cohérents et en accord avec les autres études comme l'inventaire des Mines de 1949 et le rapport de Malo Pilloix de 2019 qui affirmait que les marais du Cotentin et du Bessin faisaient partie des plus grands volumes de tourbe et de carbone sur le territoire national. Cependant, la moitié du stock est représenté par les marais de la Taute dont les valeurs les plus complètes datent de 1949, il est donc normal de retrouver une réserve en carbone dans la tourbe relativement similaire à 1949 en 2022.

Le stock moyen actuel au sein du PNR ne représente que la moitié du stock estimé en Basse-Normandie en 1949. Il serait donc intéressant de mobiliser le maximum d'acteurs pour la suite afin de réaliser un inventaire sur le reste de l'ex Basse-Normandie et d'acquérir des chiffres précis sur ce qui était et est très certainement encore la plus grosse réserve française de tourbe (**Pilloix, 2019**). Les analyses sur la tourbe (taux de cendre et densité) ont permis de comparer les moyennes de taux de matière organique et la densité avec celles de 1949. Les résultats des analyses sont renseignés en **Annexe 5**.

Tableau 3.4 : Moyennes régionales et nationales de la densité apparente, du taux de MO et du taux de carbone organique en 2022 et 1949.

Année	Densité apparente (kg/m ³)	Taux de carbone organique	Taux de matières organiques
2022 (PNR MCB)	125,25	46,25	79,5
1949 (PNR MCB)	143,14	45,66	78,65



Le **Tableau 3.4** compile les moyennes régionales de la densité apparente, du taux de matières organiques et du taux de carbone organique en 1949 et 2022 ainsi que ces mêmes moyennes au niveau national en 1949. Les moyennes sont relativement similaires, que ce soit au niveau des taux de carbone organique (46,25% en 2022 contre 45,66% en 1949), des taux de matières organiques (79,5% en 2022 et 78,65% en 1949). Seule la densité est légèrement plus élevée en 1949 (143,12 kg/m³) qu'en 2022 (125,25 kg/m³). Ces chiffres sont à nouveau cohérents car la documentation montre que le taux de carbone des tourbières basses se situe aux alentours de 40% (**Roßkopf et al., 2015**) et 45% pour les tourbières du Cotentin (**Bouillon, 2002**). Pour rappel, on considère qu'il y a apport de matériaux allochtone lorsque le taux de MO est inférieur à 80% (Baize et Girard, 2008). C'est donc très légèrement le cas ici, mais la présence de matière minérale n'est pas étonnante car les tourbières basses fluviogènes sont connues pour être riches en particules minérales (**Crassous & Karas, 2007**). Devant la relative stabilité des moyennes, les tourbières semblent ne pas avoir subi d'altérations trop importantes depuis 1949.

3.3 Etat de dégradation

3.3.1 Facteurs de dégradation des zones tourbeuses

Les taches tourbeuses du territoire du Parc peuvent être impactées de façon négative de plusieurs façons qui concernent pour la plupart des modifications des réseaux hydriques. Ces impacts négatifs se répercutent directement sur le stock de tourbe et de carbone en diminuant la qualité et la quantité de tourbe.

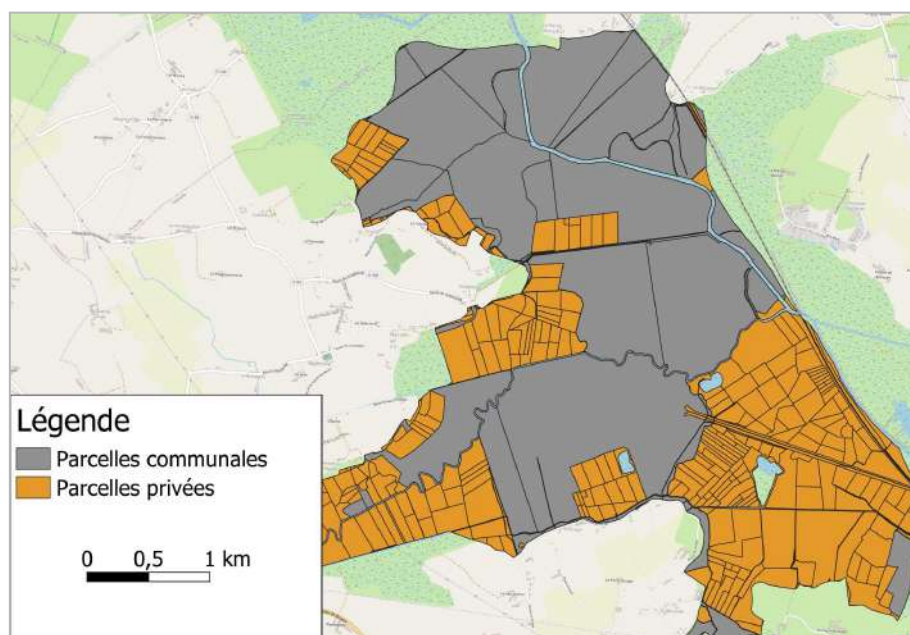


Figure 3.6 : Carte d'une zone comportant des parcelles communales et privées.

La prospection sur le terrain a permis de confirmer les conclusions du **rapport du Service de l'Observation et des Statistiques (SoES) de 2013** qui affirmait que la principale cause de dégradation des tourbières de Normandie était la modification qualitative et quantitative des écoulements hydriques.

Effectivement, on retrouve dans les parcelles un nombre élevé de canaux et de fossés creusés dans le but de drainer plus rapidement les marais gorgés d'eau en fin d'hiver afin que les agriculteurs et éleveurs puissent y circuler plus facilement et y mettre leurs troupeaux à pâturer plus rapidement (**Crassous & Karas, 2007**).

Ce constat est illustré au travers de la **Figure 3.6** qui montre la diversité des parcelles sur une zone tourbeuse, le marais du rivage et ses abords. La carte permet de constater la différence majeure entre



des parcelles communales et privées. Cette différence passe par la structure des parcelles qui, lorsqu'elles sont privées, sont de très petite taille (moins de 10 hectares) et délimitées par un abondant réseau de fossés creusés par la main de l'Homme pour faciliter la parcellisation. Au contraire, les parcelles des zones de marais communaux peuvent dépasser une centaine d'hectares. Les marais communaux sont donc d'un seul bloc et comportent très peu de fossés et canaux, ces zones sont moins impactantes pour les tourbières car l'eau y est moins drainée et peut donc y demeurer pendant une période plus longue. En outre, les parcelles communales sont plus facilement prospectables car plus accessibles et nécessitant moins de canaux à franchir que les parcelles privées.

D'autres facteurs de dégradations existent, dans une moindre mesure, comme un pastoralisme intensif entraînant un fort piétinement et un retournement de l'horizon de surface qui se retrouve "à nu" et se minéralise en relâchant du carbone.

3.3.2 Niveau de dégradation des tourbières

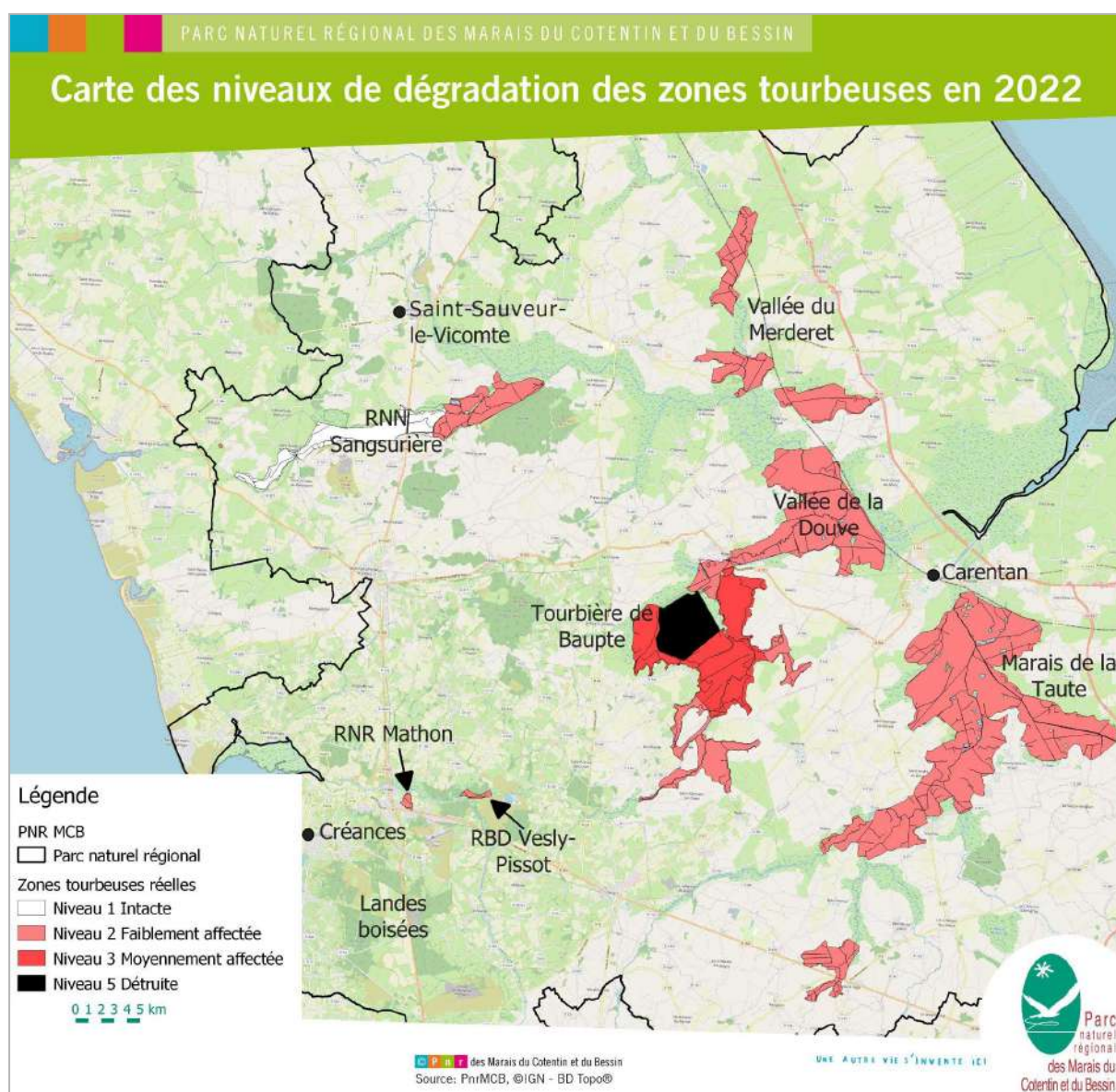


Figure 3.7 : Carte des niveaux de dégradation des zones tourbeuses en 2022.



En suivant la typologie mise au point par Daniel Gilbert, présentée dans le **Tableau 2.2** de la partie Matériels et Méthodes, à chaque zone tourbeuse a été attribué un niveau de dégradation. Ce niveau de dégradation est présenté dans la **Figure 3.7**.

La plupart des zones tourbeuses du Parc sont classées en niveau 2 de dégradation, soit faiblement dégradées, car on y retrouve des plantes caractéristiques des tourbières et zones humides. Cependant, on y constate des perturbations hydriques, en particulier du drainage, avec la présence de nombreux canaux et fossés.

Une seule zone est classée en niveau 5 car totalement détruite. Cette zone est la tourbière de Baupte où la tourbe a été, et est encore, extraite. Cette extraction a perturbé les zones tourbeuses adjacentes à la tourbière entraînant un affaissement du sol. En effet, durant de nombreuses années la tourbe a été exploitée conjointement à un pompage des eaux ce qui a fortement affecté les zones à proximité. Pour cette raison, celles-ci ont été classées en niveau 3 de dégradation car l'hydrologie y a été davantage modifiée que dans des zones de niveau 2. Les drainages intensifs sont un problème car ils entraînent une dessiccation et une minéralisation de la tourbe et donc un relâchement de CO₂ en plus de l'affaissement du sol. Pour exemple, une tourbière dans le Hohnafen (Ouest de l'Angleterre) d'une épaisseur de 5 mètres a été réduite à 1,5 mètres en 103 ans de drainage continu (**Delabroise, 1984**). Le drainage n'est pas seulement un problème pour les sols tourbeux, celui-ci influence de façon néfaste la végétation en place qui affectionne les milieux humides. Si l'horizon de surface n'est plus alimenté en eau par la nappe souterraine et que ce dernier s'assèche, la conséquence peut être un mauvais développement voire la mort des plantes et un remplacement par d'autres végétaux de zones non humides (**Delabroise, 1984**).

Enfin, une seule zone est considérée comme intacte et classée en niveau 1 : la tourbière de la Sangsurière. Ceci n'est pas étonnant car la zone est classée en Réserve Naturelle Nationale et possède donc un plan de gestion qui permet de limiter les impacts anthropiques négatifs. Cependant, bien que très bien conservé, les sphaignes tendent à coloniser le milieu qui semble s'acidifier en surface. À l'heure actuelle, il est encore impossible de conclure quant à la cause de ce phénomène qui peut être soit d'origine anthropique (pression de pompage trop importante en amont qui induit une déconnection de la nappe avec l'horizon supérieur) soit naturel avec un passage de la tourbière au stade ombrotrophe qui ne permet plus à la tourbière d'être alimentée en surface par les eaux souterraines qui sont remplacées par les eaux de pluie non minéralisées (**Manneville et al., 2006**).

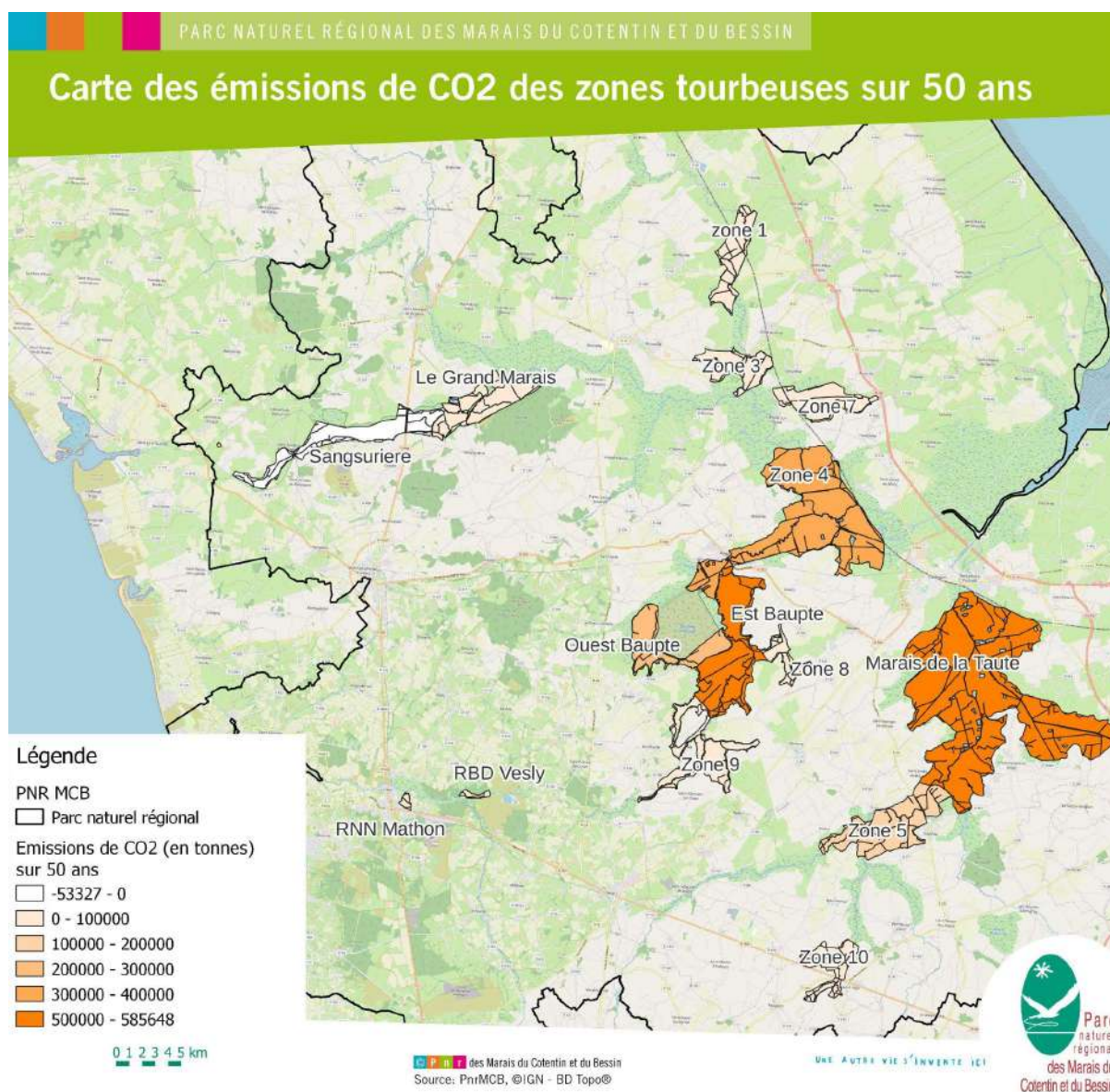


Figure 3.8 : Carte des émissions théoriques de CO₂ des zones tourbeuses sur 50 ans.

La mise en relation entre le niveau de dégradation et le stock de carbone permet de prédire la quantité de CO₂ que les zones tourbeuses sont susceptibles de relâcher pendant une période donnée. Cela est rendu possible grâce à la typologie de dégradation qui relie à chaque niveau de dégradation une valeur théorique d'émission. La **Figure 3.8** montre les zones qui sont le plus susceptibles de relâcher du CO₂ dans l'atmosphère en prenant une période de 50 ans. Les valeurs présentées sont purement théoriques et ne permettent de donner qu'un ordre d'idée sur les émissions de CO₂. De cette manière, on constate que les zones les plus émissives sont celles situées à l'Est de la tourbière de Baupte ainsi que les Marais de la Taute. Ceci est dû au fait que l'Ouest de Baupte est moyennement dégradée et que les Marais de la Taute sont une zone faiblement dégradée mais de grande surface ce qui impacte fortement les émissions de CO₂ sur 50 ans. Le reste des milieux tourbeux est également émissif mais dans une moindre mesure. La zone de la Sangsurière serait même capable de stocker du CO₂ grâce à sa faible dégradation qui implique une formation de tourbe toujours active qui permet une séquestration du carbone. Cette carte permet de cibler les zones à prioriser dans le cadre de la mise en place d'une gestion conservatrice des milieux tourbeux. Ces zones sont les marais de la vallée de la Douve (zone 4 sur la carte), les zones adjacentes à la tourbières de Baupte et les Marais de la Taute.



Afin de réhabiliter les fonctions des tourbières il est possible d’agir sur plusieurs paramètres, mais le plus important est le facteur hydrologique. Par exemple, il est possible de mettre en place des moyens permettant de réguler les niveaux d’eau de manière locale. Cette régulation peut passer par la mise en place de barrages seuils ou vannes dans les nombreux fossés, ce qui permettrait de retenir l’eau le plus longtemps possible ou au contraire, de laisser l’eau s’écouler hors des marais en fonction des usages et de la période. Cette technique, qui était autrefois utilisée dans les marais du Cotentin mais qui, faute d’entretien, a largement régressée, fait ses preuves dans d’autres marais similaires comme dans le marais de Saint-Gond (51). Elle a comme avantage principal de limiter l’assèchement de la tourbe et donc sa minéralisation (**Crassous & Karas, 2007**).

La mise en place d’une surveillance de l’état général des zones tourbeuses est également possible avec l’installation de piézomètres, actuellement peu nombreux, afin de surveiller les niveaux des nappes souterraines tout au long de l’année.

Concernant le phénomène de fermeture des milieux ouverts, les marais du Cotentin et du Bessin sont peu touchés par la dynamique végétale de part l’héritage agro-pastoral du territoire. En effet, les nombreuses fauches et pâturages permettent de garder les milieux ouverts et le fait que les rivières inondent les plaines en hiver crée des perturbations qui limitent l’implantation des ligneux (**Crassous & Karas, 2007**). On retrouve néanmoins quelques zones touchées par la fermeture du milieu comme les abords de la tourbière de Baupte, fortement colonisés par les ligneux.

3.3.3 Etude de cas : la tourbière de Baupte

La tourbière de Baupte est un des meilleurs exemples à l’échelle nationale pour illustrer les conséquences de l’extraction massive de la tourbe. Cette tourbière de plusieurs centaines d’hectares a été, et est toujours, exploitée pour la qualité de sa tourbe riche en matières organiques et de bonne densité. Le complexe dont elle fait partie, les prairies marécageuses de Gorges, est mentionné dans l’inventaire de 1949 comme étant “le gisement le meilleur et le plus important de France” (**Ministère de l’Industrie et du Commerce, Département des Mines, 1949**).



Figure 3.9 : Évolution de la tourbière de Baupte entre 1950 (à gauche) et 2019 (à droite).

La **Figure 3.9** montre l’évolution de la tourbière de Baupte avant son exploitation jusqu’à aujourd’hui. En utilisant les données de 1949 sur cette zone, on constate que la zone a été soustraite d’approximativement 24 000 000 de m³ de tourbe soit 1 000 000 de tonnes de carbone en partant du principe que la zone d’exploitation était de 300 hectares sur 8 mètres d’épaisseur. L’exploitation a débuté le 29 juillet 1946. Cette tourbe est utilisée en tant que combustible pour alimenter des installations de production d’additifs alimentaires et comme support de culture dans les terreaux.

Malgré d’importants travaux de restauration effectués et à venir, la zone ne retrouvera pas son intégrité avant plusieurs années. Les dégradations affectent les zones adjacentes avec un affaissement du terrain et des périodes prolongées d’immersion, la tourbe ne jouant plus son rôle d’éponge naturelle (**Danais et al., 1990 ; Bernard & Danais, 2001 ; Stallegger, 2016**). La zone sera exploitée



jusqu'en 2026 mais une gestion des niveaux d'eau sera tout de même maintenue (Stallegger, 2016). Malgré le maintien en eau, à l'échelle humaine, la zone ne retrouvera pas son état antérieur à son exploitation, la tourbe ne se formant qu'au rythme de 0.5 à 1 mm par an (Baize & Girard, 2008).

3.4 Optimisation de la méthode

3.4.1 Profondeur des prélèvements et pression d'échantillonnage

Dans le but de reproduire cet inventaire de façon plus optimisée, des comparaisons entre les résultats des analyses d'échantillons d'une "zone test" ont été réalisées afin d'estimer s'il est nécessaire de prélever de la tourbe plus ou moins profondément lorsque des analyses sont nécessaires (taux de cendre, densité, ...).

Ces comparaisons n'ont aucun poids statistique et ne permettent que de donner un ordre d'idée sur la différence entre un prélèvement à 1 m ou 2 m de profondeur (Tableau 3.5).

Tableau 3.5 : Moyenne de la densité apparente et du taux de matières organiques pour une profondeur de prélèvement de 1 ou 2 m.

Profondeur	1 m	2 m
Densité apparente	0,097	0,096
Taux de MO	0,84	0,86

Le **Tableau 3.5** indique que la moyenne des densité et des taux de matières organiques sont quasiment similaires avec une densité de 0,097 g/cm³ à 1 m et de 0,096 g/cm³ à 2 m. Pour le taux de matières organiques, il est de 0,84 à 1 m contre 0,86 à 2 m. Les moyennes sont les moyennes des échantillons 7.2, 7.3, 7.4, 7.7, 7.9 et 7.10 situés sur le marais de Blosville (**Annexe 6**).

Pour cette zone la densité et le taux de matières organiques ne semblent donc pas différents que ce soit à 1 mètre de profondeur ou à 2 mètres de profondeur. Cependant, même si aucune différence ne semble visible ici, cette conclusion ne s'applique pas sur toutes les zones tourbeuses car il peut exister des différences de structure au sein de la tourbe qui peuvent s'appliquer de façon locale (dépôts de matières minérales, poche d'eau, ...). Aucune recommandation en matière de profondeur optimale de prélèvement n'est donc possible, dans la mesure où chaque zone est différente, si ce n'est d'éviter de prélever trop en surface (présence possible d'un horizon minéral) ou trop proche du plancher.



Figure 3.10 : Exemple de différence de pression d'échantillonnage entre la zone 1 (à gauche) et la zone 4 (à droite).



La pression d'échantillonnage n'a pas été la même partout. En effet, celle-ci a été modulée en fonction de plusieurs paramètres et est illustrée au travers de la **Figure 3.10**. Cette figure montre la différence de pression d'échantillonnage entre deux zones : la "zone 1" (Marais d'Amfreville) et la "zone 4" (Marais de la vallée de la Douve). Dans la zone 1 la pression d'échantillonnage est faible et inégalement répartie alors que dans la zone 4 cette pression est élevée et relativement homogène. Les paramètres qui peuvent influencer l'échantillonnage sont le nombre et la répartition des parcelles privées. Les prélèvements ont été facilités sur les parcelles communales ou un simple message informatif aux mairies est suffisant. En revanche, peu de zones privées ont été soumises au prélèvement de tourbe en raison du fait de leur très grand nombre, plus de 4000 parcelles privées, et du fait qu'il convient de demander une autorisation aux propriétaires ou exploitants pour réaliser des prélèvements sur leur terrain.

Dans un futur inventaire, il serait donc préférable de réaliser des prélèvements à la fois sur des parcelles communales et de sélectionner quelques parcelles privées afin de réaliser un échantillonnage homogène sur toutes les zones à prospector. Quant à la distance entre les points de prélèvement, la distance de 200 à 300 mètres semble convenable et d'autres prospections conviennent d'utiliser un d'utiliser un tel espacement ou moindre lorsque la tourbière est de petite taille (**Agus et al., 2011 ; Ferronnière, 1949**). La distance est adaptable en fonction de la zone sachant qu'il peut être possible que sur certaines zones l'épaisseur de tourbe varie de 10 à 50 cm en moins de 50 mètres (**Agus et al., 2011**).

3.4.2 Critiques sur la méthode

Les principales critiques portent majoritairement sur le fait qu'un certain nombre d'éléments ont conduit à la sous estimation du stock de carbone. Par exemple, il existe des goulots d'étranglement au sein des zones tourbeuses. Ces goulots sont très étroits mais plus profonds, si l'on ne passe pas avec la tarière par ces goulots on sous-estime le stock de tourbe.

Il peut exister des poches remplies d'eau qui faussent la densité en diminuant celle-ci (**Laplace-Dolonde, 1994**).

Il existe également des niveaux interstitiels de dépôts alluviaux impénétrables avec le large diamètre du carottier russe, dans l'éventualité d'un inventaire complémentaire il serait plus judicieux d'utiliser une sonde aiguille pour jauger les profondeurs de tourbe. Il est fait état de ce type de matériel dans l'inventaire des Mines de 1949 (**Ferronnière, 1949**). De plus, le carottier russe utilisé dans cette étude a été emprunté, la période de prospection a donc été limitée par la durée de cet emprunt.

Enfin, la dernière recommandation concerne le personnel utilisé dans ce type d'inventaire. La prospection sur le terrain de cette étude ayant été réalisée par une seule personne, il est possible de formuler plusieurs prescriptions pour les autres zones géographiques de l'inventaire national. Si possible être au moins 2 personnes pour la partie sur le terrain afin de :

- se répartir le matériel (le poids du carottier russe, les rallonges et tout le petit matériel peut facilement atteindre plus de 10 kg)
- faciliter la marche dans les parcelles non fauchées où la végétation dépasse le mètre
- faciliter le passage des fossés où le seul moyen de traverser est d'anciens poteaux électriques en béton posés en travers des cours d'eau
- gagner du temps, ce qui permet indirectement de prospector plus de zones

A noter que le poids d'une seule personne n'est pas suffisant pour enfoncer le carottier russe jusqu'au fond des poches tourbeuses et qu'il arrive fréquemment de se heurter à des débris (branches, troncs ou dépôts alluviaux) qui miment un éventuel plancher et faussent de ce fait l'épaisseur et donc le stock de tourbe. En revanche, avec le poids de 2 personnes il est assez aisé de passer outre ces obstacles. Si l'on prend une zone comparative, comme le marais du rivage situé sur la commune d'Apperville et d'Auvers, on observe une différence significative entre la profondeur moyenne en 1949 et la profondeur moyenne relevée lors de la prospection. En effet, on obtient une profondeur moyenne de 5 mètres en 1949 contre une profondeur moyenne de 3,5 mètres en 2022.



Toutes ces raisons combinées ont donc entraîné une sous estimation du stock de tourbe et donc du stock de carbone. Les chiffres présentés dans cette étude sont donc à considérer avec précaution et ne restent qu'une estimation.

3.4.3 Photo-interprétation des zones tourbeuses potentielles

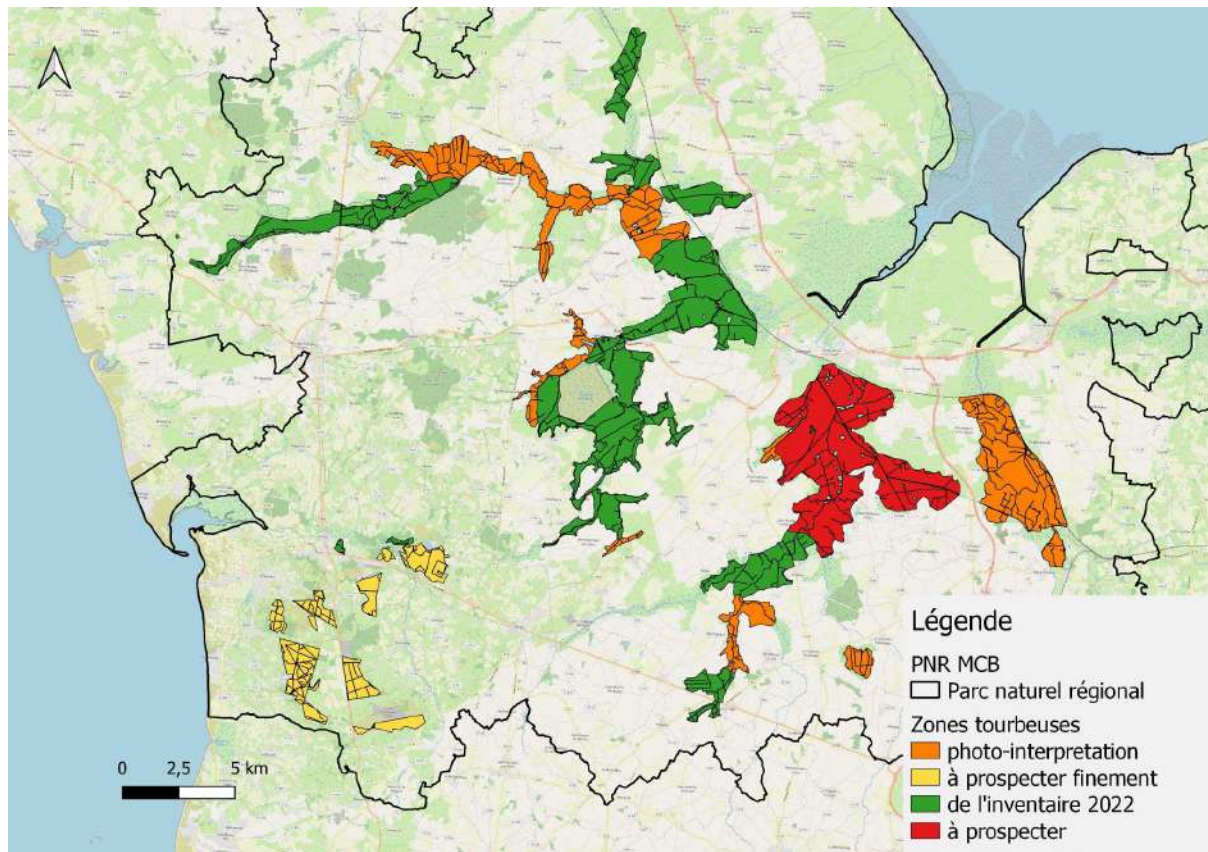


Figure 3.11 : Carte des zones tourbeuses inventoriées, à prospector et détectées par photo-interprétation.

Grâce à la photo-interprétation, plusieurs zones possiblement tourbeuses ont été répertoriées et sont représentées sur la **Figure 3.11**. Ces zones se situent exclusivement dans les plaines d'inondations des rivières du Parc et, si elles sont porteuses de tourbe, pourraient faire passer la surface des zones tourbeuses de 8 889 hectares à approximativement 13 000 hectares. Toutes ces zones ont été détectées grâce à des photographies aériennes et il est très probable qu'une grande majorité ne soient pas tourbeuses.

Il serait intéressant de prospector plus finement les landes tourbeuses du Sud-Ouest du Parc dans le but de mieux se représenter leur surface et leur volume et estimer leur poids dans l'actuel stock de carbone.

Dernièrement, la grande aire des Marais de la Taute pourrait être sondée de façon à réactualiser les surface et les valeurs du taux de matières organique ou de la densité apparente.

Si il s'avère que les terrains détectés par photo-interprétation sont tourbeux, les marais tourbeux du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin ne seraient en réalité qu'un seul et même complexe tourbeux. Complexe dont les entités se suivent et se rejoignent en suivant les différentes vallées alluviales quasiment jusqu'à la baie des Veys, pour former la plus grande réserve de tourbe et de carbone de France.



Conclusion

La réactualisation de l'inventaire des tourbières du Parc Naturel Régional du Cotentin et du Bessin en Normandie était une première étape de l'inventaire national des tourbières françaises. Cette mise à jour répondait à un besoin d'estimer le volume de tourbe et la réserve de carbone afin de mieux situer le Cotentin par rapport au volume de tourbe à l'échelle nationale. En effet, le Cotentin était déjà connu depuis 1949 pour abriter des tourbières de grande taille et de gros volume mais dont la répartition était peu connue, d'où la nécessité d'une réactualisation. Ce travail a nécessité la combinaison d'une étude bibliographique couvrant la période 1949-2021 et d'une prospection sur le terrain. Cette prospection a permis de récolter plus d'une centaine de prélèvements de tourbe sur une grande surface des marais tourbeux afin de les analyser (taux de cendre et densité apparente). Au total, ce sont près de 9 000 hectares de zones tourbeuses qui ont été identifiés sur tout le périmètre du Parc Naturel pour un volume de tourbe de 360 000 000 m³. Cette tourbe brune est le constituant principal des marais du Cotentin qui possèdent une structure originale avec un horizon supérieur parfois minéral et un plancher généralement constitué de tange.

Une estimation du stock de carbone a pu être réalisée et a révélé que la réserve moyenne en carbone du périmètre du Parc était en réalité de 21 475 503 tonnes de carbone (avec un intervalle allant de 19 683 714 tonnes à 23 780 464 tonnes). Cette estimation place les marais du Cotentin et du Bessin en position principale au niveau de la réserve en carbone par rapport au stock national de 1949, celui-ci représentant 13.5 % de ce dernier. Les marais du Cotentin sont probablement la première réserve de carbone en 2022 également, bien que la valeur actuelle du stock national ne soit pas encore actualisée. Cependant, étant le plus gros réservoir français de tourbe et de carbone, les marais possèdent un fort pouvoir émissif sur le long terme car ceux-ci ne sont pas toujours dans un état optimal de conservation. La plupart des zones tourbeuses sont légèrement dégradées en raison d'un drainage intensif et même la zone la mieux conservée est soumise à des modifications de son réseau hydrique. Le parc est même porteur d'une tourbière ayant été soustraite d'approximativement un million de tonnes de carbone en 75 ans : la tourbière de Baupte.

L'inventaire a permis de donner quelques recommandations dans l'éventualité de la réutilisation d'un même protocole, aussi bien en Normandie que partout ailleurs. Il serait donc préférable que la prospection soit réalisée par deux personnes afin de faciliter les déplacements et le transport du matériel, et de pouvoir inventorier plus de zones. Prospector plus de parcelles privées serait également intéressant afin de répartir de façon optimale les prélèvements sur toute la surface des zones tourbeuses, et non uniquement sur les parcelles communales. Une détection des marais supposés tourbeux par photo-interprétation a montré que les surfaces tourbeuses semblent être bien plus importantes qu'actuellement. Toutes les informations sur les zones tourbeuses ont été renseignées dans une base de données cartographique.

Ce travail pourra servir d'inspiration pour la suite de l'inventaire national et aura permis d'adapter certains aspects du protocole et de l'optimiser. L'étude a permis de montrer l'importance des marais du Cotentin et du Bessin en termes de stock de tourbe et de réservoir de carbone. En réalité, les milieux tourbeux ne formeraient qu'un seul complexe se répartissant en suivant les vallées alluviales pour constituer le plus gros volume français de tourbe.

Ce stage a été une grande source de connaissances et m'a permis de nouer des liens et de rencontrer de nombreuses personnes travaillant dans l'environnement. J'ai pu sortir du cadre de mon stage et participer à de nombreux suivis sur la faune et la flore, participer à des autopsies d'animaux marins ou encore aider à l'entretien de la RNN de Beauguillot. J'ai découvert ici une région calme similaire à la Franche-Comté où les gens sont bienveillants et où il fait bon vivre. À la suite de mon stage j'ai été recruté dans la même structure en tant qu'animateur de deux réserves naturelles nationales, dont une tourbière, pour au moins deux ans.



Bibliographie

- Agus F, Hairiah K, Mulyani A. (2011). *Measuring carbon stock in peat soils: practical guidelines*. Bogor, Indonesia: World Agroforestry Centre (ICRAF) Southeast Asia Regional Program, Indonesian Centre for Agricultural Land Resources Research and Development. 60p.
- Auterives C. (2006). *Influence des flux d'eau souterraine entre une zone humide superficielle et un aquifère profond sur le fonctionnement hydrochimique des tourbières : Exemple des marais du Cotentin, Basse-Normandie*. Mémoire de thèse.
- Baize D. (2018). *Guide des analyses en pédologie*. Quae 3e édition. 328p.
- Baize D & Girard M-C. (2008). *Référentiel Pédologique Français*. Association Française pour l'Etude du Sol AFES. ISBN 978-2-7592-0185-3. 405p.
- Baize S, Lagarde J-L, Laville E, Dugué O. (1998). *Géomorphologie d'un plateau littoral (Cotentin - Normandie) : enregistrements des signaux tectoniques et climatiques*. Bulletin de la Société Géologique de France. 169. 851.
- Bernard C & Danais M. (2001). *Réhabilitation de la tourbière de Baupte*. Rapport de synthèse "Recréer la Nature".
- Bernard G, Le Boursicot N, Muller F. (2020). *Tourbières et Biodiversité*. Infographie. FCEN - Pôle-Relais Tourbières.
- Boiteux H. (2014). *Méthodologie d'estimation du stock de carbone emmagasiné dans les tourbières de Franche-Comté*. Mémoire de stage.
- Bonn A, Reed MS, Evans CD, Joosten H, Bain C, Farmer J, Emmer I, Couwenberg J, Moxey A, Artz R, Tanneberger F, Von Unger M, Smyth MA, Birnie D. (2014) *Investing in nature: Developing ecosystem service markets for peatland restoration*. Ecosystem Services, Volume 9, Pages 54-65, ISSN 2212-0416.
- Bournerias M. (1968). *Guide des groupements végétaux de la région parisienne*. SEDES. 290p.
- Bouillon E. (2002). *Intérêts des indicateurs hydro-pédologiques dans la gestion raisonnée des zones humides (application aux marais du Cotentin)*. Mémoire de thèse 269p.
- Bouillon E. (2013). *Étude hydro-pédologique de la Réserve Biologique Dirigée de Vesly-Pissot*.
- Bouillon E. (2018). *Plan de gestion de la Réserve Naturelle Nationale de la Sangsurière et de l'Adriennerie 2018-2027*.
- CERESA. (2010). *Document de référence sur les paysages du Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin*.
- Coïc B, Marciau R. (2001). *L'inventaire des tourbières en région Rhône-Alpes*.
- Crassous C, Karas F. (2007). *Guide de gestion des tourbières et marais alcalins des vallées alluviales de France septentrionale*. Fédération des Conservatoires d'Espaces Naturels, Pôle-relais tourbières, 203p.



Danais M, Garnier E, Lesage B. (1990). *Extension de l'exploitation de tourbe de Baupte. Étude d'impact.*

Delabroise D. (1984). *Recherche sur les sols des marais de l'isthme du Cotentin dans la prévision d'un aménagement.* Mémoire de diplôme d'études approfondies : Géographie ; Caen.

Du Suau de la Croix E. (2014). *Étude hydropédologique de la réserve naturelle de la Sangsurière et de l'Adriennerie.* Univ Caen, 151p.

Elhaï H. (1963). *La Normandie occidentale entre la Seine et le golfe normand-breton, étude morphologique.* p400-406.

Ferrounière Y. (1949). *Les tourbières françaises. Première partie : Mémoires.* Ministère de l'Industrie et du Commerce, Département des Mines. 225p.

Géhu J-M, Mériaux J-L, Tombal P. (1981). *Inventaire des tourbières de France : Région Basse-Normandie.* Institut Européen d'Ecologie.

Gilbert D. (2019). *Contribution potentielle des tourbières françaises à la réduction des émissions de gaz à effet de serre.* 11e séminaire national RAMSAR.

Gourbesville P. (1987). *Étude hydrologique et hydraulique des marais de l'Isthme du Cotentin - premières données et méthodologie d'une recherche.*

Hanson A, Swanson L, Ewing D, Grabas G, Meyer S, Ross L, Watmough M & Kirkby J. (2008). *Wetland Ecological Functions Assessment: An Overview of Approaches.*

Julve P. (1994). *Les tourbières de France : répartition, caractères biogéographiques, fonctionnement écologique et dynamique, valeur patrimoniale.* Bulletin de l'Association de géographes français, 71e année, 1994-3, p 287-293.

Joosten H & Clarke D. (2002). *Wise use of mires and peatlands.* International Mire Conservation Group and International Peat Society.

Joosten H, Tanneberger F, Moen A. (2017). *Mires and Peatlands of Europe. Status, distribution and conservation.* Stuttgart, Schweizerbart Science. 780p

Laplace-Dolonde A. (1994). *L'histosol, descripteur privilégié du marais tourbeux.* Bulletin de l'Association de géographes français, 1994, Vol. 71 (3), p 294-306

Laplace-Dolonde A. (2001). *Tourbières de France. Fonctionnement hydrologique et diversité typologique. Approches écologiques et socio-économiques. Application pour une stratégie de conservation et de gestion.* Programme National de Recherche sur les Zones Humides (PNRZH), projet N° 16, rapport final.

Lemarquand B. (1994). *Entre lande et marais, la Réserve Naturelle de Mathon.* Mémoire de maîtrise.

Le Gouée P. (2016) *Référentiel Régional Pédologique de Basse-Normandie.* MediHAL, l'archive ouverte de photographies et d'images scientifiques, ID : 10670/1.f1416p

Manneville O, Vergne V, Villepoux O. (2006). *Le monde des tourbières et des marais – France, Suisse, Belgique, Luxembourg.* Les références du Naturaliste, ISBN 2-603-01390-4, 320 pages.



Ministère de l'Industrie et du Commerce, Département des Mines. (1949). *Les tourbières françaises. Deuxième partie : Résultats des prospections*. 634p.

Neau G. (1976). *Les tourbes françaises*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières BRGM.

OGAF. (2001). *Bilan synthétique du suivi scientifique des différentes opérations agri-environnementales dans les marais du Cotentin et du Bessin*. Document de synthèse 1992-1999.

ONF Saint-Lô. (2002). *Analyse Hydropédologique du Bas-Marais de Vesly-Pissot*.

Parish F. et al (eds). (2008). *Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report*. Global Environment Center and Wetlands International.

Pilloix M. (2019). *Inventaires des tourbières françaises et du stock de carbone qu'elles contiennent : état des lieux des données disponibles*. Mémoire de stage.

Service de l'Observation et des Statistiques (SoES). (2013). *Fiches descriptives de massifs à tourbières de France métropolitaine*.

Stallegger P. (2016). *Tourbière de Baupte : Plan d'actions environnemental pour la réhabilitation du site 2016-2026*.

Thierry-Collet J. (2007). *Méthode et éléments d'interprétation du suivi hydropédologique de la tourbière de la Sangsurière*. Mémoire de stage.

Tuffnell F, et Bignon J. (2019). *Terres d'eau, Terres d'avenir "Faire de nos zones humides des territoires pionniers de la transition écologique"*. Rapport ministériel.

Zambettakis C, Goret M, Valy N, Dardillac A, Cardon A, Vochelet E, Bouteiller C, Duhaut CB, Bretemieux L. (2020). *Etude de préfiguration à la mise en place d'un programme régional d'actions en faveur des tourbières de Normandie*. CEN Normandie et CBN Brest/Bailleul.



Annexes

Annexe 1.1 : Fiche climatologique 1981-2010 de Bricquebec (50).

BRICQUEBEC (50)

Indicatif : 50082001, alt : 38m, lat : 49°27'42"N, lon : 01°39'00"W

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C)													
													Records établis sur la période du 01-02-1969 au 02-05-2022
	15.5	20.5	24.2	25.5	29	33.6	33.7	35	30.5	25	19.5	15.2	35
Date	09-1998	27-2019	30-2021	11-2020	27-2005	29-2019	25-2019	02-1990	02-1984	13-2001	06-2003	02-1985	1990
Température maximale (moyenne en °C)													
													Statistiques établies sur la période 1981-2005
	8.4	8.5	11	13	16.6	19.4	21.4	21.8	19.3	15.5	11.7	9.3	14.7
Température moyenne (moyenne en °C)													
													Statistiques établies sur la période 1981-2005
	5.8	5.6	7.6	9.1	12.4	15	17	17.2	15	12	8.6	6.6	11
Température minimale (moyenne en °C)													
													Statistiques établies sur la période 1981-2005
	3.2	2.7	4.3	5.2	8.2	10.7	12.7	12.6	10.7	8.4	5.5	3.9	7.4
La température la plus basse (°C)													
													Records établis sur la période du 01-02-1969 au 02-05-2022
	-13.5	-12.5	-4.2	-3.4	-1.9	3	5.7	5	2.2	-2.5	-6	-11	-13.5
Date	17-1985	08-1991	20-1985	19-2021	01-2021	04-2001	16-1977	19-1991	21-1986	30-1997	22-1968	27-1970	1985
Nombre moyen de jours avec													
													Statistiques établies sur la période 1981-2005
Tx >= 30°C	-	-	-	-	-	0.2	0.5	0.6	0.0	-	-	-	1.4
Tx >= 25°C	-	-	-	0.1	1.0	2.7	5.4	5.1	1.5	0.1	-	-	15.9
Tx <= 0°C	0.8	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.1	1.1
Tn <= 0°C	7.0	7.8	4.0	1.1	-	-	-	-	-	0.3	2.8	6.3	29.3
Tn <= -5°C	0.8	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	0.0	0.4	1.8
Tn <= -10°C	0.1	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)													
													Records établis sur la période du 01-02-1969 au 02-05-2022
	51.8	46.7	45	50	38.4	92	67.2	67	49.2	77.7	49.4	64.5	92
Date	11-2001	12-1976	11-2013	30-2017	16-1994	11-1993	12-1982	02-2016	01-1988	08-1997	20-1977	17-1960	1993
Hauteur de précipitations (moyenne en mm)													
	141.4	98.4	94.2	73.7	66.1	63.4	63	69.7	91.1	142	147.6	157.3	1207.9
Nombre moyen de jours avec													
Rr >= 1 mm	16.4	12.7	12.6	10.8	9.5	8.1	8.9	8.9	10.7	14.9	16.6	16.2	146.2
Rr >= 5 mm	9.1	6.7	6.8	4.9	4.8	3.8	3.7	4.2	5.8	9.1	9.4	10.4	78.7
Rr >= 10 mm	5.2	3.4	3.3	2.5	2.1	2.3	2.1	2.2	3.3	5.0	5.6	5.2	42.1
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

Page 1/2

N.B.: La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues en l'état ou sous forme de produits dérivés est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Edité le : 06/05/2022 dans l'état de la base

METEO-FRANCE – Direction de la Production
42 avenue Gaspard Coriolis 31057 Toulouse Cedex
<https://donneespubliques.meteofrance.fr>



Annexe 1.2 : Fiche climatologique 1981-2010 de Sainte-Marie-du-Mont (50).

STE MARIE DU MO (50)

Indicatif : 50509002, alt : 5m, lat : 49°24'12"N, lon : 01°10'06"W

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
La température la plus élevée (°C) Records établis sur la période du 01-03-1997 au 02-05-2022													
	16.2	18.3	23.3	24.3	31.1	33.4	37.2	35.6	30	29.2	21.4	16.5	37.2
Date	01-2022	24-2021	30-2017	09-2017	27-2005	21-2017	19-2016	01-2013	11-1999	01-2011	01-2015	30-2021	2018
Température maximale (moyenne en °C) Statistiques établies sur la période 1997-2010													
	8.9	9.6	11.4	13.7	16.4	19.4	21.2	21.7	19.8	16.5	12.4	9.2	15
Température moyenne (moyenne en °C) Statistiques établies sur la période 1997-2010													
	6.2	6.5	8	9.8	12.8	15.4	17.1	17.3	15.6	12.8	9.2	6.3	11.4
Température minimale (moyenne en °C) Statistiques établies sur la période 1997-2010													
	3.6	3.5	4.7	6	9.2	11.3	12.9	13	11.4	9.2	6.1	3.5	7.9
La température la plus basse (°C) Records établis sur la période du 01-03-1997 au 02-05-2022													
	-8.3	-7.8	-4.3	-2.9	-0.7	3.1	4.9	4.6	2.7	-3.5	-6.1	-6.1	-8.3
Date	10-2009	11-2012	02-2004	06-2006	02-2021	26-2013	31-2015	30-2011	25-2018	30-1997	22-1998	16-2009	2009
Nombre moyen de jours avec Statistiques établies sur la période 1997-2010													
Tx ≥ 30 °C	.	.	.	.	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	.	.	.	0.6
Tx ≥ 25 °C	.	.	.	.	0.4	1.3	2.0	2.3	1.0	0.2	.	.	7.2
Tx ≥ 0 °C	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1
Tn ≤ 0 °C	5.9	5.3	2.8	1.2	.	.	.	.	.	0.1	2.1	6.3	23.6
Tn ≤ -5 °C	0.5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.1	0.8
Tn ≤ -10 °C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm) Records établis sur la période du 01-04-1997 au 02-05-2022													
	33	30.6	40	25.1	26.4	30.6	37.5	61.6	47.1	63.1	34	56.2	63.1
Date	26-2002	08-2001	11-2013	27-2014	07-1999	26-2021	05-2014	29-2003	14-2006	03-2012	13-2010	25-1999	2012
Hauteur de précipitations (moyenne en mm) Statistiques établies sur la période 1997-2010													
	90.8	73.4	69.6	63	56.9	50	56.4	66.9	64	106.7	101.3	114.5	913.5
Nombre moyen de jours avec Statistiques établies sur la période 1997-2010													
Rr ≥ 1 mm	14.5	12.1	12.7	11.1	9.8	8.6	9.1	9.1	8.2	14.1	15.9	15.2	140.3
Rr ≥ 5 mm	6.3	5.1	5.6	4.3	3.5	3.6	3.9	4.2	3.8	7.5	7.6	7.9	63.2
Rr ≥ 10 mm	2.5	2.3	1.5	1.6	1.9	1.1	1.6	1.7	1.7	3.0	2.9	3.4	25.2
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													

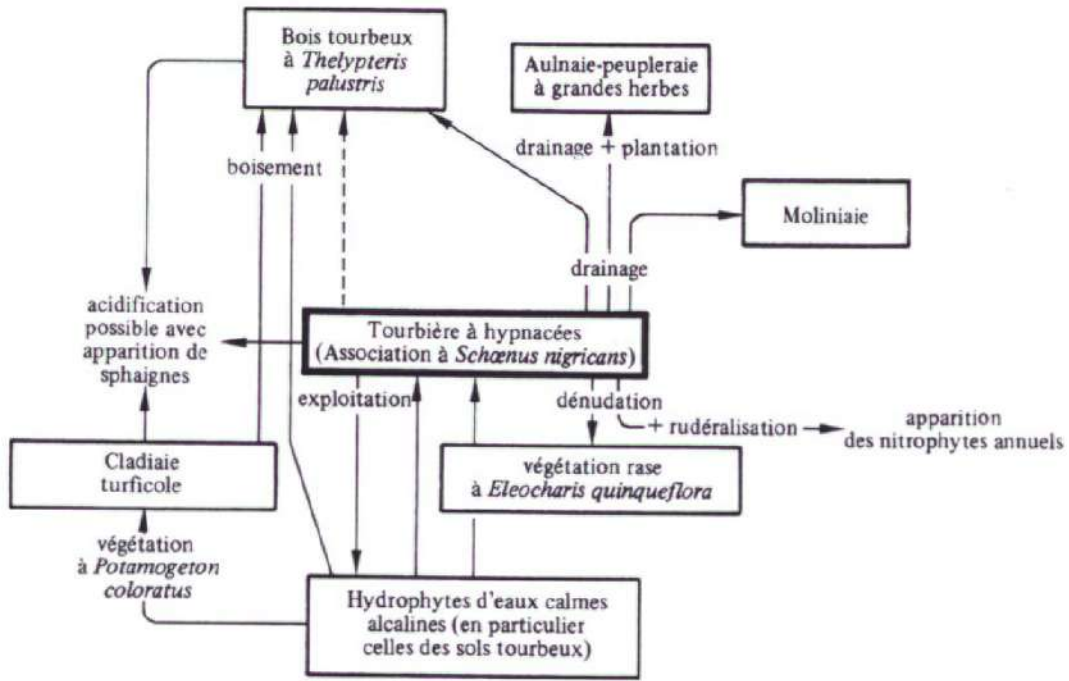
N.B.: La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues en l'état ou sous forme de produits dérivés est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Edité le : 06/05/2022 dans l'état de la base

METEO-FRANCE - Direction de la Production
42 avenue Gaspard Coriolis 31057 Toulouse Cedex
<https://donneespubliques.meteofrance.fr>



Annexe 2 : Schéma conceptuel de l'évolution progressive ou régressive de la végétation des tourbières alcalines (**Bournerias, 1968**).



Annexe 3 : Atteintes constatées sur les tourbières de Normandie (**SoES, 2013**).

ATTEINTES CONSTATEES

Types d'atteintes	Présence
1 - Modification qualitative et quantitative des écoulements hydriques (dont drainage)	X
2 - Exploitation ancienne ou récente de tourbe	X
3 - Utilisation agricole ou pastorale dommageable (dont fertilisation)	X
4 - Plantations forestières et activités sylvicoles et leurs effets secondaires	X
5 - Création ou entretien de plan(s) d'eau de loisirs et de retenues d'eau	
6 - Urbanisation et rejets des habitations, construction et entretien de routes et infrastructures	X
7 - Incendies, écobuage (sans les incendies anciens, hors époque contemporaine)	X
8 - Boisement ou enrichissement spontanés	X
9 - Piétinement marqué, accès dommageable de véhicules ou engins	X
10 - Décharges, dépôts de matériaux	X
11 - Introduction d'espèces invasives	X
12- Atteintes directes à la faune ou à la flore des tourbières	



Annexe 4 : Source des données : Profondeur, Densité apparente et Taux de carbone.

Nom dans l'inventaire	Nom réel	Source Profondeur	Source Densité	Source Taux de Carbone
Zone 1	Marais d'Amfreville	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Zone 3	Petit Marais	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Zone 4	Vallée de la Douve	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Zone 5	Rouges Pièces + Grand Marais + Marais du Fresnay + Marais de Haut	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Zone 7	Marais des Mottes + Marais de Blosville	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Zone 8	Marais du Tot	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Zone 9	Le Marais + Les Aubrées	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Zone 10	Marais Saint Clair	Inventaire 2022	Inventaire 2022	Inventaire 2022
Est Baupte	Marais du Mesnil + Le Gravier	Danais & al., 1990	Inventaire 1949	Inventaire 1949
Ouest Baupte	Marais de la Pigaulterie + Marais de la Comterie + Marais de St Anne	Danais & al., 1990	Inventaire 1949	Inventaire 1949
RBD Vesly	RBD Vesly	ONF Saint-Lô, 2002	Moyenne	Moyenne Régionale
RNN Mathon	RNN Mathon	Lemarquand, 1994	Moyenne	Moyenne Régionale
Le Grand Marais	Le Grand Marais	Inventaire 1949	Inventaire 1949	Inventaire 1949
Sangsurriere et Adriennerie	Sangsurriere et Adriennerie	Bouillon, 2018	Inventaire 1949	Inventaire 1949
Marais de la Taute	Marais de la Taute	Inventaire 1949	Inventaire 1949	Inventaire 1949



Annexe 5 : Profondeur, densité, Taux de matières organiques et Taux de carbone organique
pour chaque échantillon

Echantillon	Profondeur (m)	densité g/cm3	Taux de MO	%Carbone organique
1.1	0,5	0,132	82,58	47,90
1.1	1	0,153	72,84	42,25
1.2	3	0,165	68,98	40,01
1.3	2	0,159	64,95	37,67
1.4	1,5	0,118	78,96	45,80
1.5	1,5	0,131	74,41	43,16
3.1	2	0,164	74,69	43,32
3.2	3	0,171	71,71	41,60
3.3	2	0,137	71,80	41,65
3.4	2	0,139	78,94	45,79
3.5	2	0,148	77,46	44,93
3.6	1,5	0,153	75,16	43,60
3.7	2	0,116	80,11	46,47
3.8	1,5	0,121	76,81	44,55
3.11	1,7	0,171	53,30	30,92
3.12	1,7	0,138	72,30	41,94
3.13	2	0,17	59,80	34,69
3.14	1,7	0,142	79,46	46,09
3.15	1,5	0,211	54,12	31,39
3.16	2	0,235	34,77	20,17
3.17	0,5	0,235	72,24	41,90
3.17	1,5	0,185	49,93	28,96
4.1	1,5	0,161	77,58	45,00
4.2	1,5	0,122	64,45	37,38
4.3	1	0,145	79,98	46,39
4.4	2	0,108	82,11	47,63
4.5	2	0,099	75,25	43,65
4.6	2	0,092	79,43	46,07
4.7	2	0,106	81,42	47,23
4.8	2	0,099	80,10	46,46
4.9	2	0,085	83,35	48,35
4.10	3	0,105	72,46	42,03
4.11	2	0,102	79,66	46,21
4.12	2,2	0,112	80,87	46,91
4.13	1,9	0,1	80,81	46,87
4.14	1,9	0,091	80,76	46,84



Echantillon	Profondeur (m)	densité g/cm3	Taux de MO	%Carbone organique
4.15	2	0,13	73,34	42,54
4.16	2	0,118	79,55	46,14
4.17	1,9	0,103	81,82	47,46
4.18	1,9	0,111	73,34	42,54
4.19	1,5	0,112	74,89	43,44
4.20	1,1	0,109	73,97	42,90
4.21	2,2	0,1	78,49	45,53
4.22	1,8	0,113	74,74	43,35
4.23	1,5	0,138	82,21	47,68
4.24	2,2	0,159	66,62	38,64
4.25	3	0,127	68,75	39,88
4.26	3	1,07	-	-
4.27	3	0,104	82,39	47,79
4.28	3,5	0,125	81,37	47,20
4.29	3	0,12	85,55	49,62
4.30	3,2	0,104	86,26	50,03
4.31	3	0,119	86,85	50,38
4.32	3	0,112	83,32	48,33
4.33	3	0,094	85,03	49,32
4.34	3	0,112	78,74	45,68
4.35	2	0,121	84,08	48,77
4.36	2	0,114	87,00	50,46
4.37	3	0,129	81,36	47,19
5.1	1	0,118	80,61	46,76
5.1	3	0,151	71,39	41,41
5.2	2,5	0,113	76,61	44,44
5.3	2	0,108	80,77	46,85
5.4	2,5	0,117	56,10	32,54
5.5	2,2	0,141	57,63	33,43
5.6	1,5	0,119	59,65	34,60
5.7	2,9	0,14	65,12	37,77
5.8	2,2	0,09	82,59	47,91
5.9	1,8	0,108	81,46	47,25
5.10	1,7	0,111	78,71	45,66
5.11	1	0,21	35,77	20,75
5.12	1,7	0,135	79,15	45,91
5.13	1,7	0,097	83,41	48,38
5.14	1,7	0,117	71,56	41,51
5.15	2	0,108	82,91	48,09



Echantillon	Profondeur (m)	densité g/cm3	Taux de MO	%Carbone organique
5.16	1,7	0,11	84,45	48,98
5.17	1,7	0,103	84,19	48,84
5.18	2	0,09	78,31	45,42
5.19	1,8	0,127	78,87	45,75
5.20	2	0,102	82,68	47,96
5.21	1,1	0,115	85,66	49,69
7.1	2	0,094	85,99	49,88
7.2	1	0,09	83,91	48,67
7.2	2	0,087	86,99	50,46
7.3	1	0,08	85,39	49,53
7.3	2	0,081	88,12	51,12
7.4	1	0,101	85,78	49,76
7.4	2	0,088	87,23	50,60
7.5	1,5	0,112	82,28	47,73
7.6	1,5	0,115	86,22	50,01
7.7	1	0,093	80,19	46,51
7.7	2	0,097	86,97	50,45
7.8	1,5	0,111	84,06	48,76
7.9	1	0,11	84,66	49,11
7.9	2	0,123	84,16	48,82
7.10	1	0,109	85,06	49,34
7.10	2	0,102	83,01	48,15
7.11	1	0,128	79,65	46,20
7.12	2	0,123	81,84	47,47
8.1	2,5	0,097	86,61	50,24
8.2	2,2	0,112	88,66	51,43
8.3	2,1	0,097	90,51	52,50
8.4	1,9	0,119	90,30	52,38
8.5	2,1	0,09	89,92	52,15
8.6	2	0,123	89,05	51,65
9.1	2	0,115	86,00	49,88
9.2	2,5	0,12	74,25	43,07
9.3	3,2	0,103	83,44	48,40
9.4	2,4	0,116	90,40	52,44
9.5	2,4	0,111	92,01	53,37
9.6	3	0,083	88,62	51,41
9.7	2,5	0,106	92,15	53,45
9.8	3,5	0,101	88,35	51,25
9.9	3	0,091	88,60	51,39



Echantillon	Profondeur	densité g/cm3	Taux de MO	%Carbone organique
9.10	2	0,112	89,96	52,18
9.11	2,1	0,086	91,26	52,93
9.12	2	0,106	80,55	46,72
10.1	2	0,12	74,79	43,38
10.2	2	0,125	79,11	45,89
10.3	1,5	0,265	43,75	25,38

Annexe 6 : Points de prélèvements utilisés pour la comparaison de la densité et du taux de matières organiques en fonction de la profondeur.





Abstract

Peatlands are wetlands that play a crucial role in carbon sequestration. Indeed, although they represent only 3% of the land surface, they allow to store 30% of the terrestrial carbon, that is to say as much as the atmosphere.

Given their importance in the face of global warming and their potential to emit carbon, it is imperative to know the distribution and location of peatlands most likely to release carbon into the atmosphere.

This is why the Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin has decided to update the inventory of peat bogs within its perimeter, already known thanks to the 1949 inventory of mines as the most important territory in terms of peat volume. This ambitious objective is illustrated in this report through a bibliographical analysis and a field survey aimed at collecting peat samples and analyzing them.

This has confirmed the findings of the 1949 report: the Cotentin and Bessin marshes are in first place in terms of peat volume and carbon stock on a national scale. In fact, the peat marshes of the Park represent nearly 13,5% of the carbon sequestered by French peatlands. However, some of these marshes undergo strong pressures and disturbances of their hydrological functioning. These disturbances are often of anthropic origin, as Man has succeeded in taming this originally wild environment, which was subject to the incursion of sea water, by building numerous structures and facilities. This study has led to a better knowledge of peaty areas in terms of peat volume, carbon sequestration, organic matter rate, degradation and emissive potential.

Most of the information on these peaty marshes located "between two seas" was recorded in a cartographic database and was carried out in consultation with the University of Franche Comté and multiple experts in order to be able to contribute to the thesis work of Lise Pinault "contribution of the French peat bogs to the national objective of carbon neutrality of 2050".

Keywords : **Inventory** **Peatland** **Peat** **Carbon** **Environment**

Climate **Parc Naturel Régional** **Cotentin** **Normandy**



Résumé

Les tourbières sont des zones humides qui revêtent un rôle capital dans la séquestration du carbone. En effet, bien qu'elles ne représentent que 3% de la surface des terres émergées, elles permettent de stocker pas moins de 30% du carbone terrestre soit autant que l'atmosphère.

Devant leur importante face au réchauffement climatique et à leur potentiel émissif en carbone, il est impératif de connaître la répartition et la position des tourbières les plus susceptibles de relâcher du carbone dans l'atmosphère.

C'est pourquoi le Parc Naturel Régional des Marais du Cotentin et du Bessin a décidé de remettre à jour l'inventaire des tourbières de son périmètre, déjà connu en grâce à l'inventaire des Mines de 1949 comme étant le territoire le plus important en termes de volume de tourbe. Objectif ambitieux qui s'illustre dans ce rapport au travers d'une analyse bibliographique et une prospection sur le terrain ayant eu pour but de récolter des échantillons de tourbe et de les analyser.

Cela a permis de confirmer les constatations qui ressortent du rapport de 1949 : les marais du Cotentin et du Bessin sont en première position au niveau du volume de tourbe et du stock de carbone à l'échelle nationale. En effet, les marais tourbeux du Parc représentent près du huitième du carbone séquestré par les tourbières françaises. Cependant, certains de ces marais subissent des pressions fortes et des perturbations de leur fonctionnement hydrologique. Perturbations souvent d'origines anthropiques car l'Homme est parvenu à apprivoiser ce milieu à l'origine très sauvage et soumis aux incursions d'eau marine en construisant de nombreux ouvrages et aménagements. Cette étude a donné lieu à une meilleure connaissance des zones tourbeuses en matière de volume de tourbe, séquestration du carbone, taux de matières organiques, dégradation et potentiel émissif.

L'essentiel des informations sur ces marais tourbeux situés "entre deux mers" a été consigné dans une base de données cartographique et a été réalisé en concertation avec l'université de Franche Comté et de multiples experts afin de pouvoir contribuer au travail de thèse de Lise Pinault "contribution des tourbières françaises à l'objectif national de neutralité carbone de 2050".

Mots clés : **Inventaire** **Tourbière** **Tourbe** **Carbone** **Environnement**

Climat

Parc Naturel Régional

Cotentin

Normandie