

ETUDE PEDOLOGIQUE DES MARAIS DE SACY-LE-GRAND



Adrien BERQUER

Octobre 2024

Rapport scientifique

Rapport scientifique

D2.1 : Pédologie

Étude pédologique des marais de Sacy

Adrien BERQUER

Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves, France

LIFE Anthropofens LIF18NAT/FR/000906

Citation recommandée :

Berquer A., 2024. Étude pédologique des marais de Sacy. Life Anthropofens LIF18NAT/FR/000906, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Boves, 25p. + Annexes

Illustrations : Végétation de tourbière alcaline dans les marais de Sacy et carotte de tourbe dégradée
© A. Berquer, © A. Fournier.

Cette étude fait partie d'une étude globale d'évaluation des impacts des actions de restauration du projet sur les paramètres éco-hydrologiques des tourbières alcalines du projet (action D.2), qui sera publiée en 2026.

1. RESUME/ABSTRACT

Bien que les marais de Sacy soient un site d'importance internationale reconnu pour sa biodiversité, avec les labellisations Ramsar et Natura2000, et pour ses services écosystémiques, les pressions négatives agissant sur les tourbières y sont toutefois bien présentes. Les dysfonctionnements des tourbières liées aux usages, à la qualité et à la quantité de l'eau engendrant la dégradation de la tourbe, sont ici marquées, pouvant la faire passer de puits à source de carbone dans l'atmosphère ; mais aussi à la dégradation des habitats. Le projet LIFE Anthropofens a pour objet de restaurer les conditions pour favoriser la conservation ou l'amélioration des végétations de tourbières alcalines des Hauts-de-France et Wallonie, dont font partie les marais de Sacy. Cette étude porte sur la pédologie du marais en se focalisant sur plusieurs prélèvements et caractéristiques pédologiques, mais aussi de bibliographie récente. Bien que la tourbe soit dégradée, les opérations de restauration et la prise en compte et la maîtrise des facteurs des dysfonctionnements permettront de rétablir les conditions de préservation des marais de Sacy, aujourd'hui menacées.

Although the Sacy marshes are a site of international importance recognized for their biodiversity—bearing the Ramsar and Natura 2000 designations—and for their ecosystem services, negative pressures on the peatlands are nonetheless very present. Peatland dysfunctions related to land use, water quality, and quantity are causing peat degradation, which can shift these ecosystems from carbon sinks to carbon sources in the atmosphere, and lead to habitat degradation. The LIFE Anthropofens project aims to restore conditions that support the conservation or improvement of alkaline fen vegetation in Hauts-de-France and Wallonia, of which the Sacy marshes are a part. This study focuses on the pedology of the marsh through several soil samples and pedological characteristics, as well as recent literature. Although the peat is degraded, restoration efforts—combined with the identification and control of the causes of dysfunction—will help reestablish the conditions necessary to preserve the Sacy marshes, which are currently under threat.

2. INTRODUCTION

Dans le cadre des actions de restauration prévues dans le projet LIFE Anthropofens, une connaissance de l'écosystème des marais de Sacy est prévue. Les marais de Sacy sont situés dans une zone tourbeuse du bassin versant de l'Oise. Ils sont situés à la limite de deux contextes géologiques différents. Au Nord, le plateau crayeux picard, contenant un aquifère calcaire, donnant des sources dans le marais, et sujet à des pressions principalement agricoles (irrigation et fertilisation). Au sud, plusieurs éléments géologiques de l'ère tertiaire se succèdent. Ainsi, le fond de la vallée est constitué des sables de Bracheux du Thanétien, avec un affleurement sur une frange au sud du marais. Sur ces sables une couche du Sparnacien constituée d'argiles plastiques repose. Enfin, plus haut, ce sont les sables cuisien puis du calcaire tertiaire Lutétien qui se superposent.

Ce contexte géologique est susceptible d'influencer l'hydrologie du marais, sur lequel des opérations de restauration, notamment hydrologique, ont lieu. Le LIFE Anthropofens permet en effet de financer les travaux prévus dans le PPRE de la Frette, qui est un fossé puis un cours d'eau traversant les marais de Sacy longitudinalement, avant de traverser les Ageux et rejoindre l'Oise à Pont-Sainte-Maxence. Un état des lieux sur la connaissance de l'hydrologie du marais, de sa pédologie, de la conservation de la biodiversité et des tourbes est alors nécessaire. Les habitats cibles étant conditionnés par une eau en quantité et qualité suffisantes, et par un substrat organique à tourbeux, l'étude de la qualité et de la quantité d'eau est nécessaire, puisqu'en plus d'avoir un impact sur les végétations, elle a un impact sur la dégradation des tourbes, des habitats et espèces turfiques et turfigènes.

Pour répondre à cette problématique, anticiper les travaux de restauration, et établir des objectifs de gestion des niveaux d'eau du marais, une étude éco-hydrologique a été mise en place, combinant les études de niveaux d'eau à travers un réseau de mesures par piézomètres, la pédologie observée lors de leur installation, les profils de végétation et le contexte hydrogéologique (van Diggelen et al., in prep.). Pour compléter ces connaissances, des échantillons permettant de caractériser l'état de dégradation des tourbes ont été prélevés, et des sondages pédologiques complémentaires ont été effectués. Enfin tous ces éléments sont discutés en replaçant l'étude dans un contexte topographique pour identifier les flux d'eau, grâce aux images LIDAR disponibles. Ce rapport porte plus spécifiquement sur l'état des lieux des tourbes des marais de Sacy basés sur les prélèvements effectués en 2021 (van Diggelen & Aggenbach, 2021) et en 2023.

3. MATERIEL ET METHODES

Les résultats préliminaires de l'étude éco-hydrologique de van Diggelen et al., in prep., nous ont été communiqués par leurs auteurs. Ceux-ci sont basés sur les chroniques piézométriques de 24 piézomètres de suivi du niveau de nappe alluviale, dont 5 sont adjacents à un piézomètre mesurant la pression exercée par la nappe souterraine. La différence de niveau d'eau entre ces deux types de piézomètres permet d'identifier des indices de remontées d'eau des aquifères vers les tourbes. 24 sondages pédologiques ont été effectués dans le but de caractériser les végétations passées, au cours de la pose de piézomètres (van Diggelen & Aggenbach, 2021) et 16 sondages supplémentaires ont été réalisés dans un but de caractérisation de la dégradation. Si la plupart des sondages à visée de pose de piézomètres n'ont échantillonné que le premier mètre sous la surface (16 sondages sur 24), Les 16 sondages complémentaires effectués en 2023 incluent la totalité de la colonne de tourbe. Ainsi seuls les transects assez précis sont utilisés pour la présente étude (Figure 7). La partie Sud du marais étant soumise à l'influence des nappes des sables, pouvant être riches en certains éléments participant à la dégradation des tourbes (notamment les oxydants tels que les sulfates ou les phosphates), des échantillons de tourbe ont été prélevés dans un but d'identifier une dégradation relative à la présence de sulfates (dosage du Soufre soluble extrait en solution aqueuse 1/5, quantification ICP-AES), dosés dans les tourbes par une analyse réalisée en prestation (Laboratoire d'Analyse des Sols, INRAE Arras),

ou de phosphore total (minéralisation HF, quantification ICP-AES), mesurés dans dix prélèvements réalisés sur place dans différents états de dégradation (Figure 1). Nous attendons un effet de la concentration en soufre et en phosphore sur la dégradation des tourbes et des habitats d'intérêt communautaire.

Pour cela nous avons modélisé les différentes concentrations obtenues en fonction de deux paramètres : la profondeur et la dégradation par approximation effectuée par le test de Von Post. Les échantillons clairement minéralisés, relevant des catégories 'Tourbe assainie' ou 'Anmoor' se sont vus attribués un Von Post de 10 lors de la modélisation (modèles linéaires) avec le logiciel R, v.4.4.1 (R Core Team, 2024).

4. RESULTATS

L'étude de van Diggelen et al. (in prep.) a permis de montrer qu'il existe plusieurs zones de fonctionnement différentes au sein des marais de Sacy. La pose du réseau de piézomètres a permis d'effectuer des sondages pédologiques, la totalité des sols échantillonnés étant des histosols, à faciès dégradé (van Diggelen & Aggenbach, 2021).

Les sondages effectués au-delà de la seule colonne de tourbe montrent que la quasi-totalité des échantillons comporte à une certaine profondeur de la gyttja calcaire, un horizon blanc, pâteux, sédimentaire et très riche en coquilles, hormis un sondage à l'extrême Est du grand marais où les tourbes reposent directement sur les sables (B1 et E4, Figure 6). La gyttja s'est déposée sur du sable Sparnacien sur la partie sud des marais de Sacy, sur du sable Thanétien, les 'sables de Bracheux' sur la quasi-totalité de la surface du marais, et sur de l'argile plus ou moins discontinue le long d'une bande de la partie Nord du marais (entre Ladrancourt et Saint-Martin).

Les transects sont présentés en trois temps : le premier est situé aux Pointes sur l'Ouest des marais de Sacy (Figure 4) entre Rosoy au Sud et Sacy-le-Grand au Nord, le deuxième (Figure 5) aux 2/3 du marais, vers l'Est au niveau de Ladrancourt et le troisième (Figure 6) aux 4/5 vers l'Est du marais, au niveau de Saint-Martin-Longueau ('SML') entre les communes de Monceaux au Sud et Sacy-le-Grand au Nord.

Les transects permettent d'identifier des patrons généraux pour chaque partie étudiée. D'une manière générale, l'épaisseur alluviale tend à être plus importante au Nord des marais, avec les profondeurs les plus importantes rencontrées au point de sondage le plus au Nord-Est du site (à côté de Saint-Martin-Longueau). La quasi-intégralité des sondages comportent un horizon de gyttja calcaire.

Aux Pointes (Figure 4), tous les sondages comportent un horizon de tourbe liquide caractérisée comme 'gyttja organique' ou 'watery peat'. Cet horizon est principalement situé de quelques centimètres sous la surface à maximum 120 cm, et n'est donc jamais affleurant. La surface est en effet caractérisée par des horizons tourbeux plus ou moins dégradés (sapriques H8 à fibriques H5) à macrorestes de *Cladium mariscus* ou à macrorestes non-identifiables. Des horizons tourbeux plus profonds peuvent apparaître, constitués de macrorestes de *Phragmites australis* ou de *Cladium mariscus*, mais ne sont pas systématiques. La gyttja calcaire apparaît entre 130 cm (Sud) à 165 cm (Nord), puis des horizons argileux reposant sur des sables (atteints au n°5).

Le transect de Ladrancourt (Figure 5) présente des horizons de surface variables avec de la tourbe à *Cladium mariscus* aux trois points les plus au Sud et de l'ancienne tourbe désormais minéralisée ou tassée sur les 3/4 Nord du transect. Les trois premiers points comportent tout de même ce type d'horizon dégradé à quelques centimètres sous la surface. Sous ces horizons dégradés, des horizons histiques apparaissent, plus ou moins dégradés. Sur le côté Sud (de GM1 à R1, Figure 5), les horizons tourbeux sont principalement constitués de tourbe à *Cladium mariscus* (H6) et de tourbe à macrorestes peu identifiables (H8). Dans certains cas, le même horizon de tourbe liquide (gyttja organique) est observé mais est beaucoup moins épais que dans le secteur des Pointes. À partir de D4 et plus au Nord, les horizons tourbeux sont surtout constitués de tourbe de bas-marais (petits Carex, mousses brunes) qui semble mieux conservée à distance de la Frette (H8 à H4). Ces tourbes sont néanmoins intercalées d'anomalies avec des horizons franchement dégradés (R2, R3, R4, D2)

entre 70 et 100 cm de profondeur ; et des incursions argileuses ou de gyttja en certains points (entre 20 et 107 cm), de faible épaisseur (2 à 10 cm). L'apparition de la gyttja calcaire intervient à profondeur croissante vers le Nord, mais son épaisseur est également croissante en ce sens, puisque le substrat argileux apparaît soit de façon sous-jacente (GM2), soit au contact des tourbes (GM1). L'épaisseur d'argile est également assez faible à GM1, puisque les sables apparaissent directement sous les tourbes à 145 cm.

Tableau 1: Résultats des analyses de Phosphore total et de Soufre soluble (phase aqueuse)

| Sondage | Profondeur | Phosphore (%) | Soufre (mg/kg) | VP |
|------------|------------|---------------|----------------|----|
| 4 | 25 | 0.0384 | 396.431 | 8 |
| 4 | 90 | 0.0148 | 1953.662 | 7 |
| GM2 | 45 | 0.0433 | 1313.12 | 10 |
| GM2 | 70 | 0.0619 | 2832.045 | 5 |
| GM2 | 137.5 | 0.014 | 1414.327 | 7 |
| 2 | 85 | 0.0409 | 3067.401 | 10 |
| R2 | 40 | 0.0035 | 3966.552 | 6 |
| SM1 | 40 | 0.0091 | 4348.656 | 4 |
| SM1 | 172.5 | 0.0126 | 835.953 | 5 |
| B2 | 40 | 0.0153 | 409.13 | 6 |

Si les données brutes ne permettent pas d'identifier une corrélation entre dégradation de la tourbe (Von Post élevé) et Phosphore (Figure 1A,B) ou Soufre (Figure 1C,D), ni de corrélation entre ces concentrations et la Profondeur, une valeur de 0.06 % de Phosphore tire cependant la relation (Figure 1A).

Le transect 'SML' (Figure 6), est comme le transect 'Ladrancourt', caractérisé par des horizons de surface minéralisés (Ha, An), et d'une couche histique-limoneuse calcaire claire 'bathyhistique' de surface au sondage E3. Les extrémités (B1, E4 et E1) comportent ensuite des tourbes dégradées non identifiables alors que les sondages centraux (B2 à E2) conservent de la tourbe en bon état (H4, H5) à faible profondeur (<25 cm) de *Phragmites australis* (B2, SM1) ou de bas-marais (E3, E2), où celle-ci n'apparaît qu'après 50 cm et est constituée de macrorestes variés : Aulnes (B1), *Cladium* (E4) et tourbe de bas-marais (petits *Carex* et mousses brunes, E4 et E1). De nettes incursions dans les horizons histiques de gyttja calcaire voire de sables (B2) sont observables sur tous les profils hormis E2. Enfin les tourbes reposent soit directement sur les sables (B1, E4, E1(?)) soit sur de la gyttja calcaire qui la sépare des sables. Ce transect montre une topographie sous les alluvions pentue puisque le substrat sableux apparaît vers 80 cm au sud à B1 et plonge à 450 cm à E1, soit une déclivité moyenne de 0.5%.

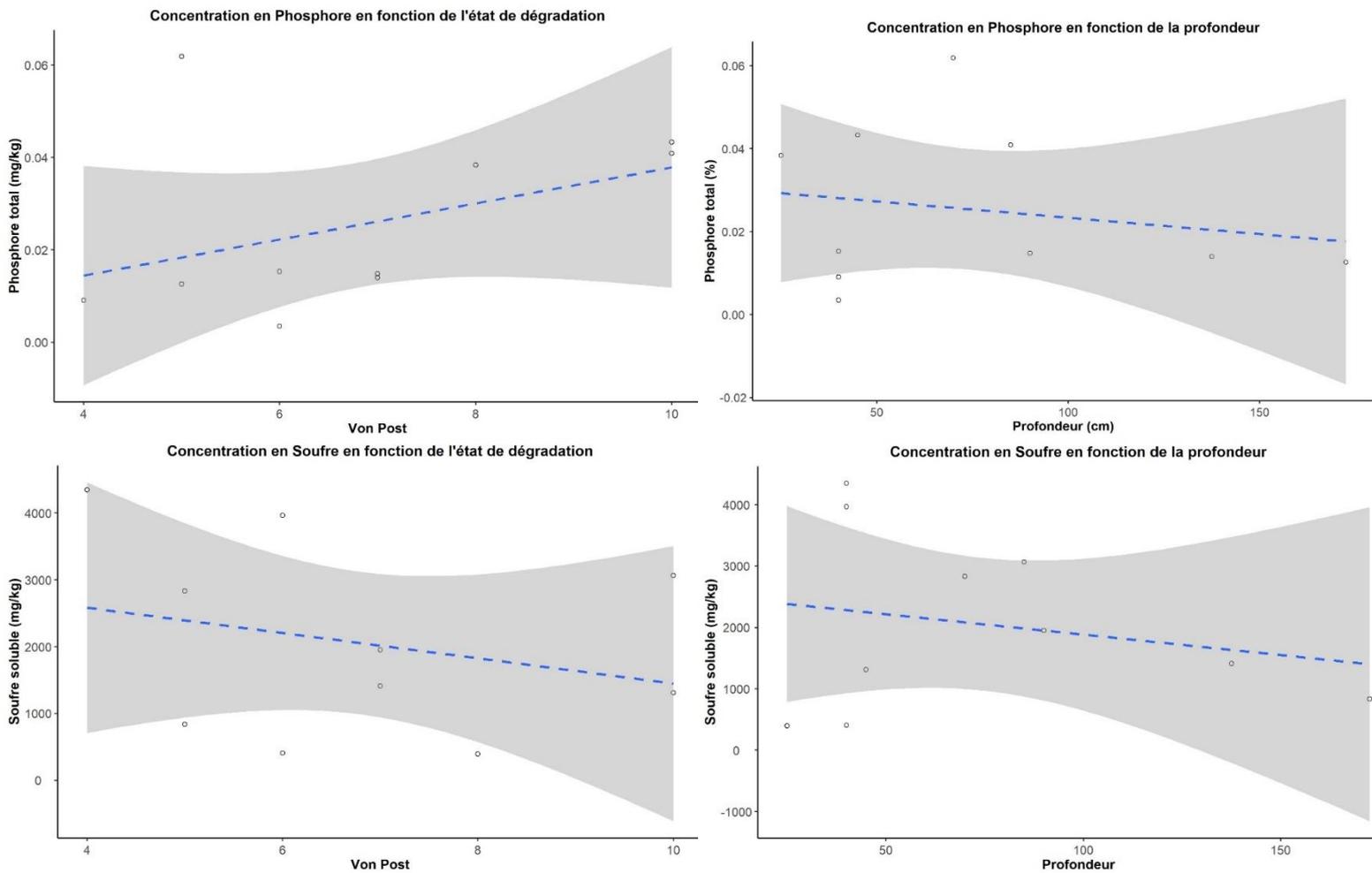


Figure 1 : Représentations des modèles linéaires univariés expliquant de haut en bas, la concentration en phosphore en fonction du Von Post, de la profondeur, et la concentration en soufre en fonction du Von Post et de la profondeur. Aucune des relations n'est significative.

La même analyse sans cette observation (Figure 2) conduit à une relation significative, où dégradation et taux de Phosphore sont corrélés positivement (Figure 2, Tableau 2)

5. DISCUSSION CONCLUSION

Les éléments géologiques influencent directement les caractéristiques hydrogéologiques du marais avec un apport d'eau principal en provenance de la nappe des sables de Bracheux. Ces eaux sont alcalines puisque cette couche géologique est composée en partie d'éléments calcaires avec un pH avoisinant les 7.5, une forte conductivité, et pauvre en oxygène (SIGES, 2024). La nappe des sables de Bracheux est celle en contact avec le fond des marais de Sacy sur la majeure partie. Cette couche stratigraphique étant affleurante vers Sacy-le-Grand, Labryère et Rosoy, nous pouvons penser qu'elle est alimentée à la fois par les infiltrations et par la nappe alluviale du marais avec laquelle elle est connectée. Elle est également sujette à des infiltrations à partir de l'aquifère de la craie.

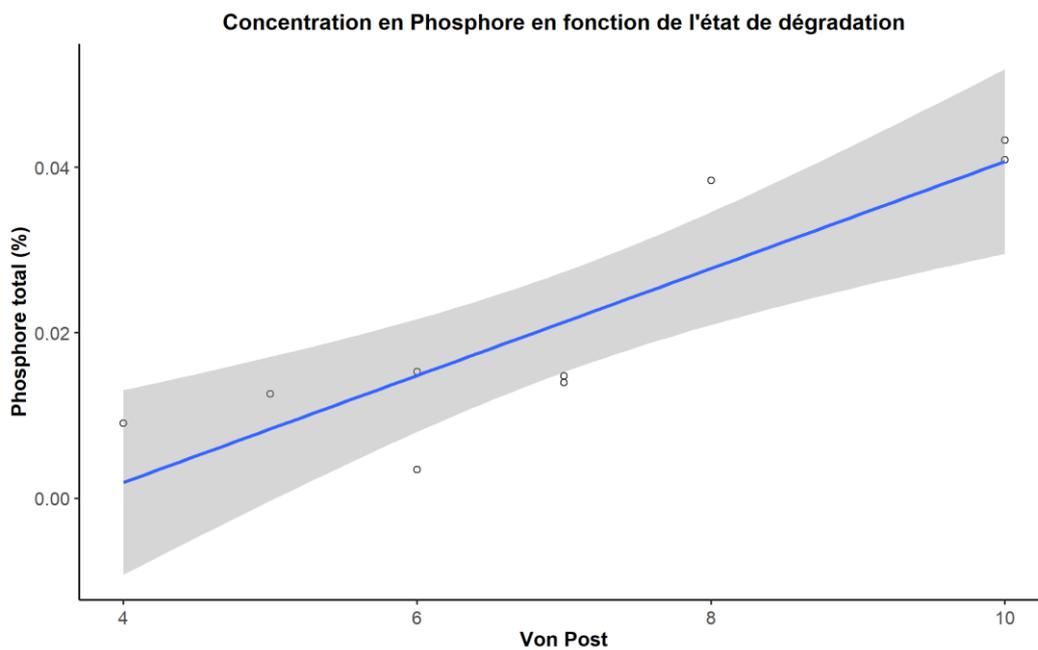


Figure 2: Représentation du modèle linéaire univarié de la concentration en phosphore en fonction du Von Post. La relation est significative lorsqu'un des points tirant la relation est écarté.

Tableau 2: Résultats de la modélisation de la concentration en Phosphore sans outlier.

| Variable | Coefficient | Ecart-type | t-value | p-value |
|----------|-------------|------------|---------|----------|
| Ordonnée | -0.0239 | 0.0096 | -2.496 | 0.041 * |
| Von Post | 0.0064 | 0.0013 | 4.900 | 0.002 ** |

La couche argileuse du Sparnacien est affleurante sur la partie Sud du marais, avec laquelle elle entre en contact sur la frange Sud entre Hardencourt et les Montilles, puis entre la butte d'Aigumont et les Grands Monts vers Saint-Martin. Cette couche, beaucoup plus imperméable, ne permet pas des échanges d'eau significatifs entre la nappe des sables de Bracheux et les couches supérieures à l'argile. Ces dernières sont les sables de Cuise (Cuisien), eux même dominés par les calcaires Lutétiens à nummulites (SIGES, 2024). La nappe des sables Cuisien est épaisse et souvent en saturation, pouvant être captive au niveau des affleurements (ici entre Rosoy et Cinqueux, et autour de la butte d'Aigumont). Si elle n'est pas directement en contact avec le marais, la couche d'argile sur laquelle elle repose peut amener les eaux de la nappe dans celui-ci (notamment par du ruissellement ou des suintements, *pers. obs.*). Les eaux de la nappe des sables de Cuise sont beaucoup moins alcalines que celle des sables de Bracheux, puisque le toit de la nappe des sables de Cuise et le mur de nappe des calcaires lutétiens est constitué d'argiles de Laon (argiles sparnaciennes), seulement partiellement perméables. Les sables Cuisiens contenant des pyrites de Fer, (SIGES, 2024) et les couches de l'Yprésien et du Lutétien contenant des gypses, l'eau qui transite par ces couches est alors enrichie en Fer et Sulfates.

La topographie du substrat (couches géologiques) sous les marais de Sacy montre qu'il s'agit d'une dépression dont le point topographique du fond de vallée est probablement situé vers Saint-Martin Longueau. La présence de gyttja calcaire tapissant le fond de ce bassin témoigne de la présence d'un lac soumis à apport de colluvions calcaires, probablement apportées par l'érosion intense du tardiglaciaire et au début de l'Holocène. Ce lac a ensuite été colonisé par de la végétation et la composition des tourbes fournit des indices de végétations différentes en fonction de la localisation dans les marais. Ainsi, une grande partie de la végétation, principalement sur la moitié Sud du marais, était constituée de *Cladium mariscus*, alors qu'une large frange nord était plutôt constituée de végétations de bas-marais alcalins (*Carex* et mousses brunes). En certains endroits, de grandes épaisseurs de tourbe à *Phragmites* montrent des dynamiques

différentes, probablement dues à de plus fortes fluctuations de la nappe alluviale. Au fil du temps, la superficie de végétation à bas-marais alcalin s'est réduite jusqu'à n'atteindre aujourd'hui qu'une infime surface des marais.

Les tourbes : témoins des conditions hydrologiques passées

À l'Est des marais de Sacy, des prélèvements complémentaires ont été effectués le long d'un couloir de circulation privilégié par les animaux connaissant la tourbière depuis de nombreuses années. À une faible profondeur, et recouverte uniquement d'un horizon A, principalement minéral avec une certaine proportion de matière organique, nous avons retrouvé des concrétions calcaires. Ces concrétions, de l'ordre de 1 à 10 mm, et encroûtant parfois des restes végétaux, témoignent probablement de conditions de précipitation des ions carbonates contenus dans l'eau émergent de la nappe souterraine, sous l'effet d'un rétablissement de la pression et d'une hausse de la température dans des conditions d'eau libre. Cette observation laisse donc à penser que cette partie des marais était auparavant parcourue par un cours d'eau méandrant à travers la tourbière dans une direction Est-Nord-Est et rejoignant un affluent de la Frette aujourd'hui canalisé et perché, la Fontaine froide. Par analogie aux bourrelets tufeux observés dans d'autres vallées, comme celle de la Somme, il est possible que le drainage et la subsidence aient pu affaisser la surface de la tourbière rendant cette accumulation de concrétions légèrement saillante dans les parcs pâturés, et permettant une voie de circulation plus sèche et plus dure pour le bétail. Des datations au ^{14}C estimant la période d'accumulation de ces concrétions pourront, dans le futur, permettre de retracer l'histoire hydromorphologique de marais de Sacy, entre celle de l'atterrissement du lac, mettant fin à l'accumulation de gyttja calcaire et celle de l'atterrissement de cet ancien cours d'eau.



Figure 3: Photographies des concrétions séchées et nettoyées prélevées dans la parcelle Renardière des marais de Sacy.

L'ensemble des sondages témoignent de la forte dégradation de la tourbe à au moins certaines profondeurs dans l'intégralité du marais, même si les plus fortes épaisseurs de tourbes dégradées sont observées dans le secteur des Pointes. Il existe en effet une station de pompage qui provoque un rabattement de nappe et probablement une dégradation accrue des tourbes de ce secteur. Il existe néanmoins une production végétale de surface dominée par du *Cladium* et pouvant contribuer à de la turfigénèse transitoire, où de la tourbe semble s'accumuler mais se dégrader assez rapidement.

Dans l'Est des marais de Sacy, la surface est très dégradée et tassée et il est probable que des activités anthropiques soient à l'origine de ces dégradations. Ainsi, des horizons de surfaces sont retrouvés mais les sols de la partie Sud (marais Bourson), situés dans les cladiaies, présentent une tourbe de surface, probablement récente. Une cladiaie dense occupe actuellement ces zones et il est probable que la forte production de biomasse par le *Cladium*, la non-dégradation de cette végétation (absence de fauche ou de pâturage) et l'inefficacité du drainage jusqu'à ces emplacements conduise à de la turfigénèse active. En revanche, sur les mêmes parcelles, non pâturées, mais à proximité du drain 'La Frette' aucun signe de tourbe de surface en bon état n'est visible et il est probable que le drainage, plus efficace dans cette zone, empêche la turfigénèse locale et favorise même la dégradation de la tourbe. Au Nord de la Frette, la zone est soumise à du pâturage et à la proximité des fossés drainants et aucun signe d'accumulation de tourbe en surface n'est visible à cet endroit. A l'inverse, les horizons semblent très remués et minéralisés, probablement du au piétinement par des animaux lourds (bovins) sur ces parcelles. Par ailleurs, vu l'état des horizons superficiels du sol, il est probable que la porosité et le flux hydrique dans les tourbes soit altérés, et l'engorgement par de l'eau calcaire moins important relativement à celle issue des précipitations et à caractère chimique différent (moins alcaline). Les horizons sous-jacents semblent conserver de la tourbe en bon état mais issue

de végétations différentes : soit à Phragmites, soit à bas-marais. Il est donc probable que les zones de bas-marais soient des zones où une alimentation continue par des émergences de la nappe calcaire était assurée, alors que des tourbes à roseaux auraient pu se développer dans des zones soit plus fluctuantes, soit alimentées par une eau moins alcaline ou plus eutrophe. La présence de tourbes dégradées en profondeur montre que des fluctuations auraient pu être subies par le passé, notamment lors de la formation de ces végétations. Cependant, des analyses complémentaires sont nécessaires afin d'expliquer ce changement, notamment à travers la datation de ces événements (Garcia, 2024). Il pourrait être envisageable qu'une modification des flux hydriques dans les marais ait pu avoir lieu par le passé, étant donnée l'évolution topographique avec la croissance des tourbes, puis les facteurs anthropiques plus anciens et non connus.

Concernant la gestion, il est indéniable que l'enjeu de conservation des tourbes de Sacy est majeur, celles-ci étant le support de végétations patrimoniales, un stock de carbone non négligeable mais qui tend à se dégrader, et un régulateur des flux hydriques. Sa dégradation semble venir de causes multifactorielles, en tête desquelles le manque d'eau, qui est aussi la plus difficilement mobilisable. En effet, dans le contexte de changement climatique actuel et de pressions de plus en plus intenses sur la ressource en eau (irrigation, pompes d'eau potable), conserver l'eau déjà présente dans les marais de Sacy semble être une priorité. En effet, les observations des décennies précédentes et l'état de la tourbe de surface montre que le niveau d'eau est déficient sur quasiment la totalité de la surface des marais. L'objectif de maintien voire de remonter les niveaux d'eau, prévus par les travaux du Life Anthropofens, par le Syndicat Mixte Oise-Arond (SMOA, *in prep.*) prend ici tout son sens. Ces travaux permettront de réduire la fluctuation de l'eau dans les fossés de drainage, et ainsi réduire l'effet drainant de ceux-ci. Cette action peut facilement être mise en œuvre par la pose d'un seuil à l'exutoire. Des blocages réguliers des drains plus en amont (secteur des Pointes, ou de Ladrancourt), permettraient par ailleurs de retenir l'eau dans ces secteurs en permettant de ralentir la décharge des marais. La contribution des puits artésiens est un sujet à étudier. En effet, ceux-ci sont principalement placés dans les étangs afin d'assurer la présence d'eau en continu tout au long de l'année. Cependant, ces dispositifs ont un effet de court-circuit des sources naturelles, notamment celles alimentant les tourbes. En effet, en déviant l'eau vers les pièces d'eau, cette eau alimente directement le réseau de drainage et est évacuée précocement vers l'exutoire (van Diggelen et al., *in prep.*). Une déconnexion des pièces d'eau et des retenues d'eau en aval de celles-ci permettrait de réduire la sortie d'eau et de maintenir une ligne en recourant moins, ou en ne recourant pas aux puits artésiens. La faisabilité de cette stratégie, déjà tentée par le passé est à étudier, notamment en modélisant l'effet de la fermeture des puits sur les niveaux des différentes nappes alimentant le marais fortement (sables de Bracheux) ou moins (nappe de la craie Séno-Turonien).

La gestion dans ces nouvelles conditions d'engorgement restauré sera nécessairement à adapter. Si le pâturage pratiqué actuellement conduit à des impacts déjà identifiés par cette étude, ses impacts risquent de se renforcer avec une ligne d'eau plus haute et des horizons superficiels beaucoup plus engorgés qu'actuellement. En effet, le pâturage est actuellement permis par un abaissement suffisant des niveaux d'eau dans les marais, rendant possible la gestion par pâturage.

Par ailleurs, la gestion des nutriments issus de la minéralisation des tourbes (due aux dégradations induites par le manque d'eau et par l'action du pâturage) est une nouvelle problématique se posant dans ces conditions. Les signes de dégradation des végétations oligotrophes, déjà présents, risquent en effet de s'accroître si une exportation suffisante de ces nutriments n'est pas pratiquée (Berquer, 2024a).

Une solution pourrait être de recourir de façon plus systématique à la fauche tout en minimisant le pâturage. Idéalement, une fauche peu intense (triennale à quinquennale), voire une fauche alternant avec du pâturage et des saisons sans gestion devraient être des solutions à privilégier. Si le pâturage est choisi faute de mieux, il semble nécessaire de ne pas baser la gestion exclusivement sur ce mode d'action. L'export de nutriments par pâturage étant faible à nulle, tout en continuant à poursuivre certaines dégradations à l'origine des dysfonctionnements (Proulx & Mazumder, 1998 ; Middleton et al., 2006). De la libre évolution pourrait être

envisagée après un abattement assez intensif de la concentration en nutriments et pourrait permettre d'envisager de la restauration vers des Cladiaies pour lesquelles l'intervention pour le maintien de l'habitat est limitée, à l'instar de la partie Sud des marais de Sacy. Les fauches nécessitent cependant un outillage spécialisé puisque des engins non adaptés risquent de favoriser les dégradations également. Il est donc nécessaire de privilégier les engins avec une faible portance, tels ceux équipés de chenilles ou de pneus larges et en basse pression. Enfin, si l'option pâturage est choisie, il faudra veiller à ne pas avoir recours à des animaux trop lourds comme des bovins, à alterner avec des saisons « exportatrices de nutriments » par fauche exportatrice de la végétation, systématiser le suivi des impacts du pâturage (Berquer et Castelli, 2022), et de disposer de solutions de repli hors zone humide lorsque les conditions météorologiques sont défavorables (Berquer, 2024b).

6. BIBLIOGRAPHIE

Berquer A., 2024a. Le pâturage en tourbière alcaline : état de l'art. in. Faire pâturer les tourbières alcalines : entre gestion conservatoire et impacts, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Chapitre 1.1: 10-11

Berquer A., 2024b. Effets et conséquences des variations de niveau d'eau et autres caractéristiques physiques. in. Faire pâturer les tourbières alcalines : entre gestion conservatoire et impacts, Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France, Chapitre 2.3: 20-21

Berquer A., Castelli, M., 2022. Évaluation initiale des impacts du pâturage en tourbière. Rapport scientifique, projet LIFE 18NAT/FR/000906., Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France. 41 pp. + Annexes. Doi : [10.13140/RG.2.2.34070.42565](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34070.42565)

Garcia C., 2024. Les tourbières de la Vallée de la Somme: trajectoires entre contrôle climatique et influence anthropique depuis le tardiglaciaire, Thèse de Doctorat, Université de Picardie Jules Verne, 250p.

Middleton, B.A., Holsten, B., van Diggelen, R., 2006. Biodiversity management of fens and fen meadows by grazing, cutting and burning. *Applied Vegetation Science* 9, 307–316. Doi : [10.1111/j.1654-109X.2006.tb00680.x](https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2006.tb00680.x)

Proulx M. & Mazumder A. ,1998. Reversal of Grazing Impact on Plant Species Richness in Nutrient-Poor vs. Nutrient-Rich Ecosystems. *Ecology*. 79. 2581-2592. Doi : [10.1890/0012-9658\(1998\)079\[2581:ROGIOP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1890/0012-9658(1998)079[2581:ROGIOP]2.0.CO;2).

R Core Team, 2024. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>.

SIGES, 2024. Aquifères de l'Eocène moyen et inférieur. <https://sigessn.brgm.fr/spip.php?article344#3>, Consultation 2024-10-18.

van Diggelen, R. & Aggenbach, C.J.S. 2021. Installation of a piezometer network in the Marais de Sacy-le-Grand. On behalf of Conservatoire d'espaces naturels des Hauts-de-France. Report EcAsCo/Paludosa Research, EcAsCo 022-06

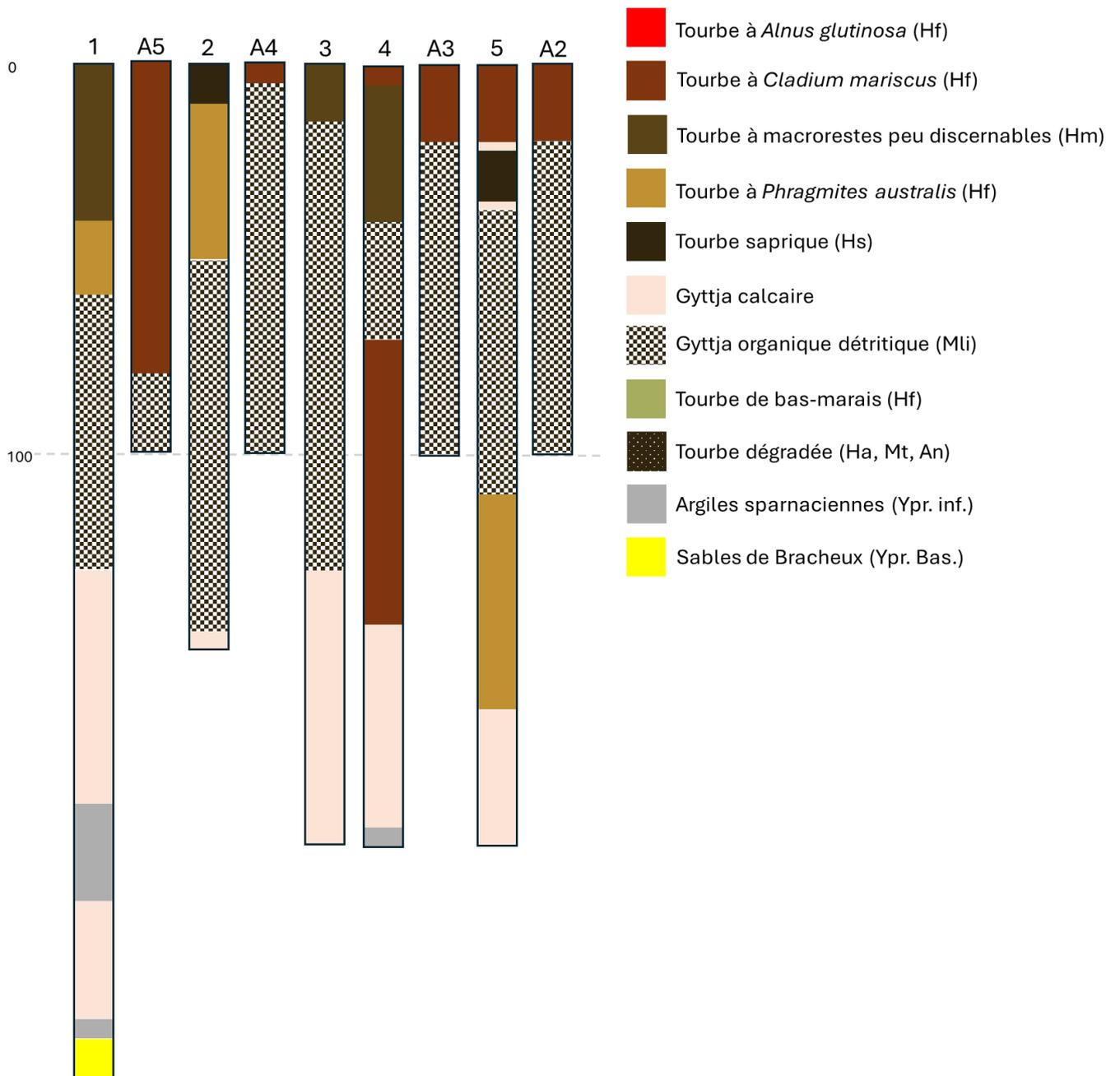


Figure 4: Profils pédologiques du transect des Pointes. Les profondeurs 0 et 100 cm sont indiquées. Les sondages sont représentés à l'échelle 63 millièmes. La légende présentée est commune aux Figure 4, Figure 5 et Figure 6.

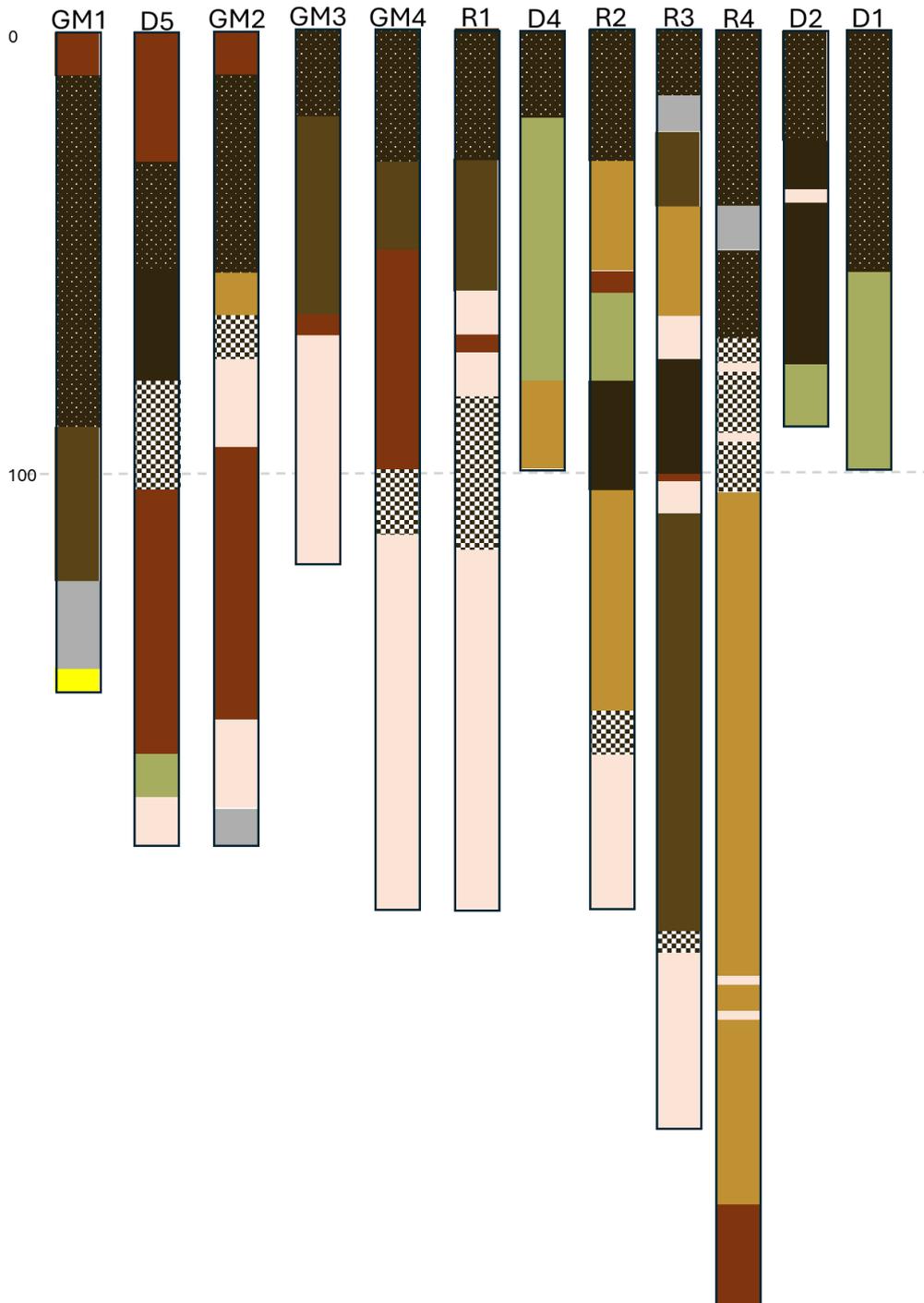


Figure 5: Profils pédologiques du transect de Ladrancourt. La légende est commune à la Figure 4. Les profondeurs 0 et 100 cm sont indiquées. Les sondages sont représentés à l'échelle 63 millièmes.

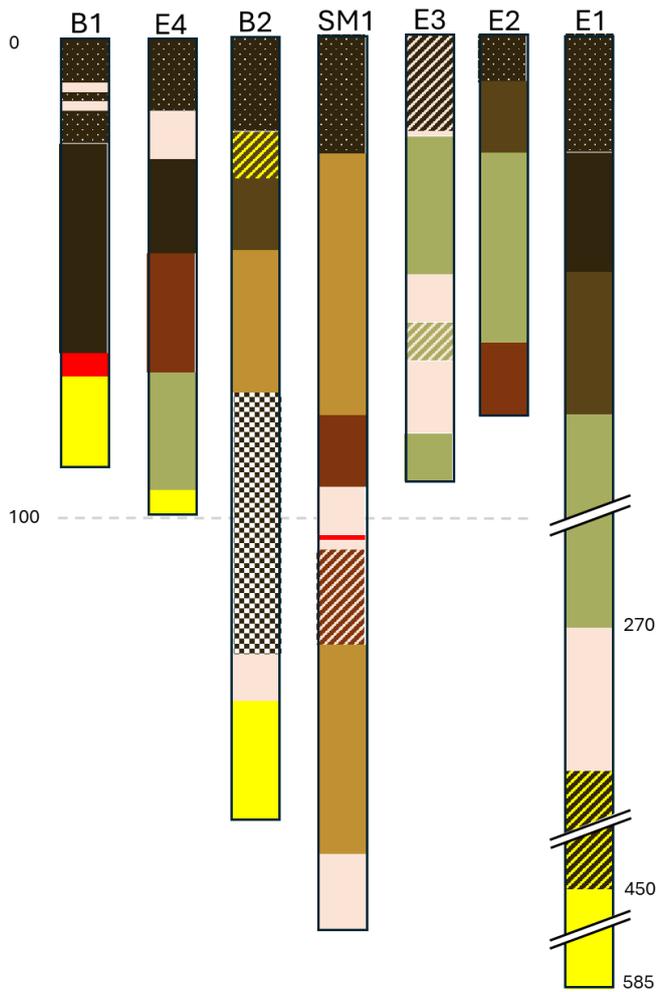


Figure 6 : Profils pédologiques du transect de Saint-Martin-Longueau. La légende est commune. Les hachures représentent des horizons d'alternance de chaque horizon colorisés selon la légende de la Figure 4. Les profondeurs 0 et 100 cm sont indiquées pour tous les sondages, et des profondeurs supplémentaires (en cm) sur le profil le plus profond, dont trois horizons épais ont été tronqués. Les sondages sont représentés à l'échelle 63 millièmes.



Figure 7: Carte de l'emplacement des sondages pédologiques et nomenclature utilisée dans l'étude. Les points non-étiquetés ne sont pas discutés dans les présents résultats, mais ont servi à la compréhension générale des marais de Sacy.

Le LIFE Anthroprofens est mis en œuvre par :



Avec la participation financière de :



Avec le soutien de :



DREAL
Hauts-de-France