

LES TOURBES DU NORD DE LA FRANCE

- NOTE SUR LES DONNEES ANCIENNES ET MODERNES -

par

Virginie Vergne¹, Fabien Brimont² & Cathy Tremblay³

INTRODUCTION

Plaines et vallées humides, terres conquises sur les marais sont des paysages incontournables de la région Nord – Pas-de-Calais (Sommé, 1977, 1980 & 1998). Les zones humides coexistent à la fois dans les vallées alluviales des pays de la craie et dans les dépressions de la plaine de la Lys, de Scarpe-Escaut, du marais de Saint-Omer ou encore dans la récente plaine maritime, soumise aux "transgressions" marines flandriennes et dunkerquiennes, asséchée par l'Homme depuis le Moyen Âge (cf. fig. 2 & 8). Cependant, le Nord de la France est une région de faible densité de tourbières.

Longtemps exploités pour la *tourbe*, défrichés et subissant l'érosion, les sols hydromorphes de la région ont subi des perturbations majeures dans leur fonctionnement. Les zones humides longtemps considérées comme un handicap majeur pour l'agriculture ont été drainées et cultivées de la même façon que les terres plus sèches. Les tourbières ont subi les effets néfastes du développement avec un facteur aggravant supplémentaire : l'extraction de tourbe au travers des âges. Cette exploitation, non spécifique à la région, a été décrite en un constat alarmant due à l'ampleur de cette dégradation autant quantitative que qualitative (Bernard, 1994). Ainsi, en région, 3000 ha de prairies humides ont disparu ces trente dernières années au sein du complexe Scarpe-Escaut en perturbant le fonctionnement hydrologique de cette vallée alluviale.

Les habitats des zones humides, souvent très menacés, s'inscrivent dans des dynamiques végétales complexes (fig. 5) et dépendantes en grande partie de la quantité et de la qualité de l'eau (quantité d'éléments nutritifs dissous, ou trophie) présente dans le milieu, des stades pionniers jusqu'à des stades évolués. Si l'hétérogénéité spatiale des zones humides régionales peut se concevoir comme un reflet de cette dynamique, les strates de végétation (cf. exemple du marais audomarois, fig. 6) apparaissent également sous la forme d'une mosaïque paysagère complexe et il convient plutôt de parler de paysages des zones humides. Il est alors facilement concevable de comprendre la difficulté de réaliser à la fois des inventaires et caractérisations précis et exhaustifs et une protection efficace des zones tourbeuses ou para-tourbeuses, en tant qu'habitat particulier des zones humides, compte-tenu de cette hétérogénéité. De plus, ces habitats d'intérêt patrimonial abritent une faune et une flore remarquables⁴ mais particulièrement menacées et parfois peu ou mal connues.

Cette note constitue un aperçu des données potentielles disponibles sur les tourbes de la région Nord – Pas-de-Calais. On dispose d'informations cartographiques anciennes à de petites échelles, d'autres relèvent de prospections plus récentes mais dont l'accès n'est pas toujours aisé et enfin, de nos propres données recueillies dans le cadre du *programme de suivi et d'évaluation de la qualité des zones humides* (Brimont & Vergne, 2004 ; fig. 8 & 9). Une des caractéristiques communes à toutes ces données est leur hétérogénéité, spatiale mais surtout dans la description des sédiments.

¹ Université des Sciences et Technologies de Lille I, Laboratoire « Préhistoire et Quaternaire », 59650 Villeneuve d'Ascq, virginie.vergne@univ-lille1.fr, CSENPC.

² Espaces Naturels Régionaux, 17 rue Jean Roisin, 59800 Lille. f.brimont@enr-lille.com

³ Espaces Naturels Régionaux, 17 rue Jean Roisin, 59800 Lille. c.tremblay@enr-lille.com

⁴ **Espèces végétales des tourbières du Nord de la France protégées nationalement** : *Carex limosa*, *Drosera intermedia*, *Drosera rotundifolia*, *Dryopteris cristata*, *Eriophorum gracile*, *Gentianella uliginosa*, *Liparis loeselii*, *Lycopodiella inundata*, *Pyrola rotundifolia ssp. maritima*, *Ranunculus lingua*, *Spiranthes aestivalis* et *Andromeda polifolia*.

Espèces des tourbières, protégées dans le Nord – Pas-de-Calais : *Equisetum sylvaticum*, *Osmunda regalis*, *Thelypteris palustris*, *Carex distans*, *Carex elongata*, *Carex viridula ssp. brachyrrhyncha var. elatior*, *Carex trinervis*, *Cladium mariscus*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dactylorhiza praetermissa*, *Eleocharis quinqueflora*, *Epipactis palustris*, *Eriophorum polystachyon*, *Juncus bulbosus*, *Juncus subnodulosus*, *Orchis palustris*, *Potamogeton polygonifolius*, *Schoenus nigricans*, *Sparganium minimum*, *Triglochin palustre*, *Anagallis tenella*, *Cicuta virosa*, *Lathyrus palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Parnassia palustris*, *Pedicularis palustris*, *Peucedanum palustre*, *Potentilla palustris*, *Sagina nodosa*, *Scorzonera humilis*, *Scutellaria minor*, *Tephrosieris helenitis*, *Silaum silaus*, *Stellaria palustris*, *Lotus maritimus*, *Valeriana dioica*, *Veronica scutellata*, *Viola palustris*.

Espèces des tourbières, protégées en Picardie : *Equisetum sylvaticum*, *Ophioglossum vulgatum*, *Osmunda regalis*, *Carex curta*, *Carex diandra*, *Carex laevigata*, *Carex lasiocarpa*, *Carex mairii*, *Carex pulicaris*, *Carex trinervis*, *Dactylorhiza incarnata*, *Dactylorhiza praetermissa*, *Eleocharis quinqueflora*, *Eriophorum polystachyon*, *Eriophorum vaginatum*, *Eriophorum latifolium*, *Orchis palustris*, *Potamogeton polygonifolius*, *Rhynchospora alba*, *Trichophorum cespitosum*, *Sparganium minimum*, *Anagallis tenella*, *Cicuta virosa*, *Potentilla palustris*, *Galium boreale*, *Gentiana pneumonanthe*, *Hypericum elodes*, *Inula salicina*, *Lathyrus palustris*, *Menyanthes trifoliata*, *Parnassia palustris*, *Pedicularis palustris*, *Peucedanum palustre*, *Pinguicula vulgaris*, *Salix repens ssp. angustifolia*, *Tephrosieris helenitis*, *Stellaria palustris*, *Utricularia minor*, *Vaccinium oxycoccos*, *Veronica scutellata*, *Viola palustris*.

1. De la définition de la tourbe et des tourbières à leur classification

1.1. LES TOURBES : CLASSIFICATIONS ET CARACTERISTIQUES

Le terme *tourbe* relève à la fois du vocabulaire géologique, pédologique et écologique. Élément remarquable des écosystèmes des zones humides, les tourbes proviennent d'une accumulation de matière organique issue d'une végétation hygrophile dont le substrat est constamment saturé d'eau. Les sols des zones humides de la région se partagent en sols hydromorphes minéraux ou peu humifères (à gley, à pseudo-gley, à stagnogley par exemple) et organiques représentés par les tourbes et les sols hydromorphes moyennement organiques (Aaby & Berglund, 1986 ; Ruellan & Dosso, 1993 ; Gobat, 1998 ; Baize, 2000). Les séquences sont en général composites.

A partir des années 50, la classification des sols alluviaux et hydromorphes est fonction des oscillations de la nappe (perchée, temporaire, permanente, stagnante, *etc.*) et de ses qualités chimiques (acide, réductrice, *etc.*) :

- fortes oscillations (plusieurs mètres) : sols alluviaux,
- oscillations moyennes (0,8 à 2 m) : sols alluviaux à gley profond,
- faibles oscillations (surface à 1 m) : sols à gley,
- oscillations presque nulles (surface à 50 cm) : tourbes (cf. Duchaufour, 1983).

Par la suite, le Référentiel pédologique de l'INRA (AFES, 1995) classe ces sols en fonction de la présence d'horizons de référence à caractères hydromorphes (tabl. 1, 2 & 3 ; photo 6).

Manifestations d'hydromorphie (débutant à moins de 50 cm de profondeur)		
Présence uniquement d'horizons de référence à caractères hydromorphes		Horizons de référence associant l'hydromorphie et d'autres caractères importants
Horizons minéraux G, g, FE, Fem ⁵	Horizons H seuls	Horizon G et g + BT, BP, E, <i>etc.</i>
REDUCTISOL TYPIQUE REDUCTISOL STAGNIQUE REDUCTISOL DUPLIQUE REDOXISOL	Histosols (tourbes)	GER incluant la notion d'excès d'eau (PLANOSOLS) ou rattachement double : REDOXISOL-LUVISOL REDUCTISOL-PODZOSOL, <i>etc.</i>

Tabl. 1 : Sols hydromorphes d'après le Référentiel pédologique (AFES, 1995)

(GER : Grands Ensembles de Références)

Saturation temporaire à constante			
Nappe temporaire perchée	Forte oscillation de la nappe phréatique	Faible oscillation de la nappe phréatique	Quasi-absence d'oscillations
RÉDOXISOLS	REDUCTISOL TYPIQUE	REDUCTISOL STAGNIQUE	<i>Histosols</i> fibrique mésique saprique
← Sols minéraux moyennement organiques			Sols organiques →

Tabl. 2 : Typologie des sols hydromorphes en fonction de l'engorgement

Deux processus sont à l'origine de la formation des tourbes (*histosols* pour les pédologues) : l'atterrissement par des débris de la végétation hygrophile et aquatique dans un lac ou un étang et, la paludification résultant de conditions géomorphologiques et hydriques locales (fig. 1). Dès que le bilan d'eau terrestre est positif, une tourbière peut s'installer. Entre les apports (pluie, neige, rosée, ruissellement amont, condensation de l'air) et les pertes (ruissellement aval, percolation, évaporation-transpiration des plantes). L'atterrissement et la paludification peuvent donner naissance à sept types initiaux de tourbières, *limnogène* (tourbières lacustres à tremblants), *fluviogène* (de vallées alluviales), *thalassogène* (de pannes dunaires, de transgression marine), *topogène* (de marécages, tourbières à paises, polygonales), *soligène* (de pente, de source, de percolation, réticulées), *condensarogène* (de condensation), *ombrogène* (de couverture - *blanket mires* - de col).

⁵ A : horizon organo-minéral ; An : anmoor ; B : horizon illuvial ; E : horizon éluvial ; FE : horizon ferrique ; G : horizon réductique ; g : horizon rédoxique ; H : horizon histique ; Hf : horizon histique fibrique ; Hm : horizon histique mésique ; Hs : horizon histique saprique ; Mt : matériau terreux ; Mli : matériau limoneux ; O : horizon organique ; OL : horizon constitué de débris foliaires non ou peu évolués et de débris ligneux ; OF : horizon formé de résidus végétaux, surtout d'origine foliaire, plus ou moins fragmentés, en mélange avec de la matière organique fine ; OH : horizon contenant plus de 70% en volume de matière organique fine ; Rsi : roche mère ou substrat siliceux (sables).

La *tourbe* est donc un type d'humus formé dans les sols hydromorphes saturés en eau de façon quasi-permanente. De ces conditions d'anaérobiose résulte un ralentissement considérable du cycle du carbone, la décomposition des matières organiques y est incomplète. En effet, l'absence d'oxygène et en général l'acidité limitent considérablement la flore bactérienne et cryptogamique et plus encore la faune ; la matière organique incomplètement dégradée peut s'accumuler sur plusieurs mètres. Dans la région, les accumulations continues connues sont rarement très épaisses (au maximum 5 m ; fig. 9, ex : sondages de Roussent). Les tourbes, au sens large, alternent en général avec d'autres sédiments au gré des variations des paramètres du bassin versant.

**Fig. 1 : Types hydrogénésiques des tourbières (avec quelques exemples de sites nordiques)
(d'après Manneville, Vergne & Villepoux, 1999 modifié)**

La structure de la tourbe varie d'un matériau formé de débris de plantes (Sphaignes, Cypéracées, Juncacées, Poacées) pas à faiblement décomposés, de structure fibrique (cf. tourbe blonde) à un matériau colloïdal à texture saprique, la texture mésique étant intermédiaire (tabl. 3). La tourbe contient entre 80 et 95 % d'eau, le reste est constitué de matière organique et de substances minérales. La variation des caractéristiques physiques et chimiques des différents types de tourbe est très grande (tabl. 4).

L'échelle d'humidité établie par Von Post (1925) comporte 10 degrés et distingue trois types principaux de tourbe : blonde, brune ou noire selon les restes des végétaux discernables.

L'usage de la tourbe comme combustible est surtout conditionné par la teneur en cendres et le pouvoir calorifique : les tourbes noires sont préférées (Géochronique, 1999 ; Barthélémy, 1999).

1.2. LES TOURBIÈRES : DES ECOSYSTEMES REMARQUABLES MAIS FRAGILES

Les zones humides constituent des mosaïques de milieux fragiles dont certains appartiennent aux tourbières et aux marais (cf. Manneville, Vergne, Villepoux, 1999 ; fig. 6). Certains de ces écosystèmes (fig. 1, 4 & 8) existent dans le Nord de la France, sur de modestes surfaces. L'ancienneté, la taille, l'épaisseur et la qualité des tourbes varient considérablement d'un site à l'autre comme l'homogénéité sur un même secteur (fig. 9). Dans la région, dès le Mésolithique puis un peu plus au Néolithique ancien, les marais dans leur diversité ont offert une grande palette de ressources (chasse, pêche, productions végétales diverses et tourbe). En effet, les zones humides sont constituées d'écosystèmes aussi complexes que fragiles dont l'Homme a toujours su tirer parti.

Histosols fibrifiques	
typique	Hm de plus de 25 cm ni de Hs de plus de 12 cm en dessous de 40 cm de profondeur et jusqu'à 120 cm
à horizon mésique	horizon Hm de plus de 25 cm et pas de Hs de plus de 12 cm
à horizon saprique	horizon Hs de 12 cm et peut comporter un Hm
à matériau limnique	couche de matériau limnique de plus de 5 cm sous les 60 premiers cm de Hf
à matériau terreux	si présence d'un matériau terreux sous les 60 premiers cm de Hf
sphagno-fibrique	histosol fibrique composé de fibres de Sphaignes pour au moins ¾ du volume
Histosols mésiques	
typique	Ni Hf de plus de 25 cm ni de Hs de plus de 12 cm sous 40 cm de profondeur
à horizon fibrique	horizon Hf de plus de 25 cm et pas de Hs de plus de 12 cm
à horizon saprique	horizon Hs de 12 cm et peut comporter un Hf
à matériau limnique	matériau limnique de plus de 5 cm sous les 40 premiers centimètres de Hm
à matériau terreux	présence d'un matériau terreux sous les 40 cm supérieurs de Hm
Histosols sapriques	
typique	pas de Hf ni de Hm de plus de 25 cm en dessous de 40 cm de profondeur
à horizon fibrique	horizon Hf de plus de 25 cm et pas de Hm de plus de 12 cm
à horizon mésiques	horizon Hm de plus de 25 cm et peut comporter un Hf
à matériau limnique	matériau limnique de plus de 5 cm sous les 40 premiers centimètres de Hs
à matériau terreux	matériau terreux sous les 40 cm supérieurs de Hs

Tabl. 3 : Classement des histosols (d'après Laplace-Dolonde, 1992 & 1994)

Degré d'obscurité	De 0 : par exemple sable de quartz et marne clairs de lac, en passant par 1 : une argile calcaire, 2 : une tourbe de marais, 3: par exemple la tourbe en partie humifiée à 4: sédiments les plus foncés comme une tourbe complètement désagrégée.
Degré de	Bandes horizontales visuelles ou structurales. De 0 (stratification) : le dépôt est

stratification	complètement homogène, à 4 de couches minces ou des bandes claires
Degré d'élasticité	Capacité du sédiment à regagner sa forme après avoir été serré ou plié. De 0 dans l'argile plastique, le sable, la tourbe désagrégée <i>etc.</i> , à 4 dans la tourbe fraîche.
Degré d'humidité	De 0: eau claire à 4 : matériel sec. 1 : sédiment liquide très humide (boues lacustres), 2 : sédiments saturés, état normal au-dessous de la table de l'eau, 3 : sédiments moites et insaturés.
Couleur	Cf. code Munsell. Les changements de la couleur avec l'exposition à l'air sont à noter.
Structure	Dispositif structural dominant : par exemple fibreux, homogène.
Acuité de frontière	La frontière peut être diffuse (supérieure au cm), très progressive (> à 2 mm mais inférieure au cm), progressive (inférieure à 2 mm et supérieure à 1 mm), nette (< 1 mm > à 0,5 mm) ou très nette (< 0,5 mm).

Tabl. 4 : Les caractéristiques physiques des horizons (système de Troëls-Smith modifié, 1955)

La carte hypsométrique (fig. 2) et celle des ZNIEFF « zones humides » (fig. 4) régionales mettent en évidence que la majeure partie des milieux humides est située en dessous de 20 m d'altitude dans des secteurs en creux favorables à l'accumulation de l'eau sous toutes ses formes (cf. Manneville, Vergne & Villepoux, 1999). La topographie, en particulier le sens d'écoulement des eaux, est sans conteste le facteur de répartition prédominant. En effet, le bas-pays - territoire le plus riche en zones humides - présente des précipitations plus faibles et des températures plus élevées que dans le haut-pays. L'alimentation en eaux des zones humides régionales est assurée à la fois par les eaux de ruissellement provenant des précipitations et par les aquifères⁶ (fig. 3). Les zones humides de la région Nord – Pas-de-Calais se répartissent de manière inégale selon trois secteurs topographiques :

- le *haut-pays*⁷ (Authie, Canche, Scarpe, Sambre) caractérisé par des zones humides liées aux vallées alluviales,
- le *bas-pays* (Audomarois, plaine de la Scarpe, plaine maritime, Moères) comprenant des zones humides palustres de superficies assez importantes et intégrées au sein d'un réseau hydrographique complexe, étalé et à débit lent,
- les *zones humides arrière-littorales*, sans doute les moins représentées (bas-champs et marais de Villiers-Cucq, Slack, Tardinghen ; cf. fig. 9) et apparaissant sous la forme de petits ensembles ponctuels le long du trait de côte.

Les tourbières *limnogènes*⁸ ou lacustres de la région s'inscrivent dans un paysage plus ancien de *tourbières de vallées alluviales* du Bassin parisien (cf. Antoine, 1990 & 1997) dont la plupart ont été drainées, exploitées, mises en cultures, plantées de peupliers ou ennoyées. Ces tourbières *neutrophiles* à *radeaux flottants* de colonisation récente se situent au bord des étangs issus d'exploitation ancestrale de tourbe dans les vallées alluviales de la Scarpe, de la Sensée, de la Deûle, de la Canche ou de l'Authie *etc.* (photos X ; Vergne *et al.*, 1998).

Les petites *tourbières de pannes dunaires* existent tout le long du littoral maritime sableux. Egalement récentes, les pannes sont perpétuellement déplacées par le mouvement des dunes mobiles. Au sens strict, elles n'existent que dans les zones où la nappe affleurante d'eau douce entre en contact avec l'eau saumâtre ou salée et subissent un battement de nappe assez fort, préjudiciable à la création de tourbe, ce qui en fait la plupart du temps des systèmes paratourbeux, plutôt neutrophiles de la région. Elles sont différentes des systèmes tourbeux rencontrés au pied des falaises vives ou mortes de la plaine maritime (Marquenterre, les marais de Cucq-Villiers-Merlimont), ces dernières étant plutôt : des *tourbières de marécage*, comme l'ancien marais neutrophile de l'Audomarois, aujourd'hui en grande partie drainé et cloisonné. Par contre, les petites tourbières acidophiles des anciennes dunes décalcifiées, du pré communal d'Ambleteuse par exemple, sont plutôt du type soligène et évoluent à partir de petits suintements.

La tourbe marine (*thalassogène*⁹) se situe dans la plaine maritime (Looberghe, Guemps, Sangatte, Coquelles, Guînes, Ardres, Nortkerque et les Moeres), les estuaires de la Slack, la Canche et de l'Authie, le Boulonnais (Wissant, Brimeux, Ambleteuse, Pointe-aux Oies¹⁰, Wimereux, la Liane, Condette, Pointe de Lornel à Camiers) et les pannes dunaires (Berck, Merlimont, Chouard, 1931, Sommé, 1980 & 1998). Les marais

⁶ Les nappes calcaires sont de loin les plus importantes dans la région Nord – Pas-de-Calais puisqu'elles occupent pratiquement tout le territoire (fig. 3).

⁷ La répartition des zones humides se fait principalement selon un axe nord-ouest / sud-est caractérisé par les collines d'Artois et qui sépare ainsi le haut-pays (situé au nord de l'axe et comprenant une partie du Boulonnais, les collines d'Artois, le Ternois, le Cambrésis, l'Avesnois et la Thiérache), du bas-pays.

⁸ Tourbière ou marais provenant de l'atterrissement d'un plan d'eau (Manneville, Vergne, O. Villepoux, 1999).

⁹ Tourbière dont l'origine est une nappe affleurante stagnante dans une dépression qui est bloquée par une nappe d'eau salée d'origine marine plus dense (Manneville, Vergne, Villepoux, 1999).

¹⁰ Voir fig. 7, repère 26

littoraux sont principalement ceux de Villiers-Cucq-Balançon, de Tardinghen et d'Airon (arrondissement de Montreuil).

Les *tourbières de pente* sont généralement très petites et localisées sur les pentes sableuses ou schisteuses comme dans l'Aisne, l'Avesnois ou le Boulonnais. Quelques *tourbières de sources* existent encore sur les pentes crayeuses et marneuses des versants de vallées picards où elles peuvent créer des sortes de tufs, on peut également en rencontrer très localement sur les résurgences des falaises marneuses des côtes maritimes.

Fig. 2 : Carte hypsométrique du Nord - Pas-de-Calais (Ernecq & Dautremépuis, 1998)

Fig. 3 : La localisation des nappes de la région Nord-Pas de Calais (Agence de l'Eau Artois-Picardie)

**Fig. 4 : Carte des ZNIEFF du Nord - Pas-de-Calais (Brimont, 2003 inédit)
(Source : DIREN Nord - Pas-de-Calais)**

1.3. LES TOURBIÈRES : UNE RICHESSE PATRIMONIALE PHYTOSOCIOLOGIQUE

Les végétaux à l'origine de la tourbe (cf. fig. 5) reflètent la variété des types de tourbières (fig. 1) et les dynamiques spatiales et temporelles de chaque complexe tourbeux. La végétation turfigène est dominée par les Bryophytes (Sphaignes, Hypnacées), les Poacées (Phragmites et Molinies), les Cypéracées (Carex) et les Ericacées, plus quelques arbres des stades terminaux (saules, aulnes, bouleaux, etc.).

En raison d'actions anthropiques prolongées, les données phytosociologiques régionales ne signalent pas toujours la présence de tourbe recouverte par d'autres sédiments. Cependant, la phytosociologie représente une source d'informations importante (Bournérias, 1963 ; Bonnot, 1978 ; Mériaux *et al.*, 1978 ; Gehu, 1985 ; Wattez, 1996 ; Julve, 1998)¹¹.

Les stades géotrophiques sont constitués de tourbières basses à végétation herbacée vivace (pelouses tourbeuses et paratourbeuses des *Caricetea nigrae*, parfois épisodiquement fauchées) ou de roselières et cariçaies tourbeuses des *Phragmiti australis - Caricetea elatae*. L'ensemble se boise naturellement en saules, aulnes et bouleaux : *Betulo albae ssp. albae - Alnetum glutinosae*, *Frangulo alni - Salicetum auritae*, *Alno glutinosae juv. - Salicetum cinereae* et *Salicetum cinereo - arenariae* dans les dunes (photo 5). Les stades géotrophiques des tourbières limnogènes sont issus d'une marge subaquatique flottante constituée de radeaux tremblants (en milieux acides, avec des espèces très rares). Les formations primaires de tremblants tourbeux peuvent parfois se développer secondairement, sous une forme généralement appauvrie ou un peu différente, dans les zones de cicatrisations des excavations des stades géotrophiques ou dans les laggs du stade ombrotrophique ; des végétations aquatiques en mosaïque s'installent alors (Julve, 1998).

Les cariçaies ou roselières typiquement turfigènes (*Cladietum marisci*, *Caricetum appropinquatae*, *Thelypterido palustris - Phragmitetum australis*, *Peucedano palustris - Calamagrostietum canescentis*) s'installent en milieux mésotrophes à eutrophes et dans les zones ombragées des aulnaies marécageuses : *Thelypterido palustris - Caricetum elongatae*. Les tourbières basses comprennent des pelouses pionnières, parfois fauchées épisodiquement ou pâturées extensivement : en zones acidophiles paratourbeuses, les groupements sont essentiellement hygrophiles (de l'héliophilie à la situation de pré forestier dans nos régions) voire de marge humide vers des pelouses acidophiles (Julve, 1998). Les pelouses acidophiles franchement tourbeuses sont rarissimes et n'apparaissent que dans des petites tourbières plus ou moins forestières comme à la Mare à Goriaux à Flines-les-Mortagnes ou en forêt de Desvres (Vergne & Basso, 1998 ; ex : fig. 9, sondages Mare à Goriaux).

Les pelouses tourbeuses et paratourbeuses neutrophiles présentent également plusieurs associations cantonnées surtout dans les vallées picardes ou sur le littoral dunaire des deux régions pouvant constituer des complexes avec des végétations muscinales. Les moliniaies neutrophiles paratourbeuses sont plutôt continentales (Raimbeaucourt, Sacy-le-Grand et dans le Boulonnais).

¹¹ Les cartes de végétation de Lille (Gehu *et al.*, 1970) et de la végétation potentielle au 1/250 000^e (1979) placent les tourbières à la rubrique «forêts des zones marécageuses et tourbeuses = aulnaie et saulaie» (*Alnion glutinosae, Salicion cinereae*) : dans la vallée de l'Aa (secteur Arques et marais de Guines), dans la vallée de la Somme, de la Canche et ses affluents nord, et de l'Authie, le long de la falaise morte du Marquenterre et le long de la cuesta du Boulonnais. Les tourbières sont aussi mentionnées à Béthune-Beuvry (marais important), entre Bruay-en-Artois et Liévin, au Nord d'Armentières (Erquinghem et Warmeton), dans la vallée de la Sensée surtout jusqu'à Denain, dans le secteur de Valenciennes (la Sentinelle), en forêt de St-Amand (secteur Hergnies-Bernissart) et quelques points dans la vallée de l'Oise (Landrecies et secteur de Trélon-Fourmies).

Le stade ombrotrophique est très rarement atteint dans nos régions, et toujours sur des surfaces très faibles. On rencontre quelques démarrages de sphaignes à tendance ombrotrophique (*Sphagnum magellanicum*, *Sphagnum capillifolium*) sur quelques pentes sableuses ou dans certaines vallées disséminés à l'intérieur des complexes fluviogènes (seule la tourbière de Cessières-Montbavin dans l'Aisne est relativement bien développée ; Bournérias, 1963). Les stades minéralisés comportent des espèces des landes humides (*Calluna vulgaris* - *Ericetum tetralicis*). Lors d'excavations ou de perturbations, les stades minéralisés et ombrotrophiques peuvent développer des végétations de cicatrisation avec le *Drosero intermediae* - *Rhynchosporium albae* sur tourbe blonde (histosol fibrique) ou le *Lycopodiello inundatae* - *Rhynchosporium albae* sur tourbe noire humifiée (histosol saprique), accompagnés du *Sphagnion cuspidati*. Ces groupements pionniers peuvent apparaître parfois en bord d'étangs dystrophes, sur des substrats minéraux faiblement tourbeux (Mare à Goriaux).

Les végétations régionales de tourbières possèdent une haute valeur patrimoniale, tant à cause de leur raréfaction liée aux nombreuses menaces pesant sur les sites les hébergeant qu'au fait de leur protection officielle dans le cadre de la Directive 92/43 CEE. En effet, les espèces végétales protégées des tourbières représentent un pourcentage élevé des listes de référence (sans compter les Bryophytes et les Hépatiques) surtout si on rapporte ce taux aux faibles surfaces régionales de ces écosystèmes (cf. note 4). Ainsi, sont mentionnées à l'annexe 1 : les tourbières acides à sphaignes (codes CORINE 51.1 tourbières hautes actives, 51.2 tourbières hautes dégradées, 54.5 tourbières de transition et tremblantes, 54.6 dépressions sur substrats tourbeux), les bas-marais calcaires (codes CORINE 53.3 marais calcaires à *Cladium mariscus* et *Carex davalliana*, 54.12 sources pétrifiantes avec formation de tuf, 54.2 tourbières basses alcalines), les prairies à molinie sur calcaire et argile (37.31), les tourbières boisées (44.A1 à 44.A4), (Devilliers *et al.*, 1991 ; Julve, 1998).

Photo 1 : Tourbe littorale d'âge Atlantique – Boulonnais (Vergne, 2003)

Fig. 5 : Exemples de dynamiques de végétation des tourbières de la région Nord – Pas-de-Calais
(in Manneville, Vergne & Villepoux, 1999).

Fig. 6 : Le marais audomarois présente une mosaïque complexe de milieux humides
(Brimont, inédit 2003)

Photo 2 : Roselière de la tourbière de Vred (Vergne, 2003)

Photo 3 : Moyenne vallée de la Somme (Vergne, 2003)

Photo 4 : Marais de Roussent (Vergne, 2003)

Photo 5 : La bétulaie à Sphaignes de la Mare à Goriaux, Bassy (Vergne, 2003)

Photo 6 : Histosols du marais de Roussent (sonde russe et code Munsell, ENR (Boussin, 2003)

2. Les tourbes : ressources naturelles, archives et écosystèmes fragiles

Les premiers textes scientifiques évoquant la tourbe de la région datent du XIX^e siècle (par exemple, Dieudonné, 1804). Selon Bonnard (1809), la tourbe était très répandue, abondante dans le département du Pas-de-Calais malgré les énormes extractions pratiquées depuis plusieurs siècles. Plus de 100 communes tiraient encore des marais la presque totalité du combustible qu'elles employaient. Bonnard (1809) ajoute qu'au nord d'Étaples, sur les parties de la plage couvertes d'eau par les hautes marées et même souvent par les marées ordinaires, sous le sable, à une profondeur qui varie de 20 cm à plusieurs mètres, se trouve une couche de tourbe mêlée de bois fossile et de débris de plantes. Ces tourbes littorales seront analysées par la suite par les palynologues.

L'usage de la tourbe est connu depuis l'Antiquité. Au XVII^e siècle, Colbert institue la « réformation générale des Eaux et Forêts » qui contribue à généraliser l'extraction de la tourbe. En 1870, dans la Somme, les exploitants carbonisaient même la tourbe dans de grands cônes renversés (Géochronique, 1999).

Les constats de disparition des milieux tourbeux ne datent pas d'aujourd'hui. Au début du XIX^e siècle, la tourbe des vallées de la Lys, de la Lawe et de Louane est presque déjà entièrement épuisée (Bonnard, 1809 ; Chouard, 1931). L'inventaire de la Dubois (1949) décrit les vallées de la Scarpe et de la Lys, comme ne coulant à peu près que dans des terrains argileux à végétation de tourbière, mais sans tourbe, sauf quelques très petits bassins aux abords de Douai (Desoignies, 1966). Les vallées de la Deûle, de la Marque et du Souchez sont également tourbeuses (Chouard, 1931). De la tourbe peu décomposée dont l'exploitation est ancienne se retrouve de Montigny à Vendin jusqu'à Haubourdin (Bonnard, 1809). Quelques zones se situent autour de Béthune jusqu'à Vermelles dont l'épaisseur varierait de 1 à 4 m (Chouard, 1931), *etc.*

Les prospections sur les tourbes ont été répertoriées par Dubois au sortir de la seconde Guerre Mondiale pour dresser un bilan du combustible disponible (fig. 7). Il n'y a pas de synthèse récente. Les informations concernant les tourbes de la région sont à rechercher dans la liste des sondages enregistrés au BRGM¹² ou pour les tourbes affleurantes au travers de documents phytosociologiques souvent réalisés dans un but de gestion ou de protection des tourbières. Les travaux des quaternaristes fournissent les informations les mieux documentées au sens stratigraphique mais assez peu au sens de l'extension des tourbes (pour les sondages palynologiques : fig. 8 ; fig. 9 ; par exemple : Dubois, 1964 ; Ducrocq *et al.*, 1991 ; Emontspohl, 1993 & 1994 ; Munaut, 1975 & 1980 ; Munaut & Defgnée, 1997 ; Munaut *et al.*, 1995 ; Ruchard *et al.*, 1991 ; Ters *et al.*, 1980). Le vocabulaire décrivant les tourbes varie d'un auteur à l'autre et recouvre sans les définir du point de vue pédologique, une palette de sols hydromorphes¹³.

2.1. LES TOURBES: ARCHIVES PALEOECOLOGIQUES ET GEOMORPHOLOGIQUES DU SYSTEME COTIER PICARD ET BOULONNAIS

L'espace littoral a conservé quelques ensembles tourbeux encore en activité ou fossiles, des plaines interdunaires à l'ensemble de la plaine maritime, poldérisée et partiellement tourbeuse ou encore sur l'estran.

De Dunkerque à Calais, le cours de l'Aa, dégagé du relief, s'épanouit en un delta triangulaire, aujourd'hui colmaté, à travers la plaine littorale, parfois au-dessous du niveau de la mer, et protégée de l'invasion marine par un cordon de dunes sableuses et d'écluses développe une nappe tourbeuse d'orientation est-ouest de 0,25 m à 3 m d'épaisseur et constituée de plusieurs lits superposés à des sables bleus ou interstratifiés avec eux, y est difficile à localiser en raison de l'exploitation dont elle fut l'objet (Dubois, 1949). En aval, la quantité de tourbe diminue (Bonnard, 1809). Elle est repérable dans la région de Dunkerque, au sud des Synthe et de Loon (Gravelines), au sud du banc de Marck et de celui des Pierrettes. Des traces ont été signalées à Holie-Kouke, près d'Uxem au Virval, au sud des bancs de Lamarck et des Pierrettes, dans le marais des Fontinettes et de la Chaussée au sud de Calais, *etc.* Il existe en outre de la tourbe marine à Zuydcoote (Nord-Est de Dunkerque) et au large de Sangatte, à l'Ouest de Calais (Dubois, 1949). La longue séquence de Watten fournit les détails de la stratigraphie depuis l'Eémien¹⁴ (Sommé *et al.*, 1992). Les dépôts flamands composés de sédiments de wadden incorporant des niveaux de tourbe constituent la *formation des Flandres* subdivisée en Assise de Calais comportant la tourbe supérieure dite de surface et en Assise de Dunkerque (cf. Dubois, 1924 ; Leplat *et al.*,

¹² Les notices des cartes géologiques fournissent des éléments de réponse, par exemple : celle de Lille-Halluin (Sangnier *et al.*, 1968) indique sommairement dans la rubrique *alluvions* que les vallées principales de la carte sont constituées « d'argiles grises ou jaunâtres, de sables et de sables argileux parfois glauconieux dans lesquels s'intercalent des *passées de tourbe* et des lits de graviers ». La notice de la carte de Douai (Desoignies, 1966) dit que les alluvions modernes de la Scarpe sont des sables fins et des limons vaseux et *tourbeux* et précise que les *lits tourbeux* de la Sensée, autrefois exploités sont bien individualisés. Selon la notice de la carte de Cambrai (Celet, 1968), les alluvions de la Sensée et de l'Escaut sont constituées de sables plus ou moins argileux, de graviers et de *tourbe* ; des *lentilles tourbeuses* sont parfois incluses dans les alluvions modernes. La carte de Béthune (Delattre, 1960) signale des anciennes extractions de tourbe dans la région.

¹³ La connaissance des zones humides est indispensable à leur protection. Diverses initiatives locales se sont faites le relais de la démarche d'inventaire et d'observatoire national : le programme expérimental régional débuté en 1999 (ENR : Brimont, 2004 ; Brimont & Vergne, 2004) vise à constituer un indicateur à partir des oiseaux, sur la base d'un réseau de zones humides dans un but de diagnostic environnemental, d'aide à la décision et d'évaluation des politiques publiques. Dans le cadre de cette étude, une première phase d'inventaires des tourbières définit la localisation et la typologie des tourbes régionales et révèle une diversité élevée aussi bien en terme d'épaisseurs que de types de tourbes et de milieux dans lesquels elles se sont formées. Leur localisation sous la forme de reliquats d'ensembles plus vastes et leur rareté au niveau régional ont en outre été confirmées (Brimont & Vergne, 2004 ; fig. 8 & 9).

¹⁴ Le site de Watten représente une référence de première importance. Les sites de Fampoux (Emontspohl, 1994), de Watten (Sommé *et al.*, 1992, 1994), d'Herzele (Sommé *et al.*, 1978 ; Vanhoorne, Denys, 1987) de Saint-Sauflyeu et d'Erquinghem (Antoine *et al.*, 1994) ont livré des analyses palynologiques dans des sédiments en partie tourbeux. Ils datent de l'Eémien ou du début de la dernière phase glaciaire, le Weichsélien avec notamment les interstades Brørup et Odderade. Par exemple, les dépôts tourbeux d'Erquinghem (Antoine *et al.*, 1994) ont permis de mettre en évidence l'optimum de l'Eémien. Les sédiments de Watten (Sommé *et al.*, 1992, 1994) ont enregistré les variations bioclimatiques des interstades Brørup et Odderade au début du dernier épisode glaciaire.

1989). Elles sont d'âge holocène moyen et supérieur (Munaut & Gilot, 1981 ; Sommé *et al.*, 1992). La tourbe recouvre entièrement la partie inférieure marine de l'assise et déborde dans la vallée de l'Aa, en amont de Watten. La tourbe est épaisse de 0,25 à 3 m et constituée de débris végétaux herbacés aquatiques (prêles et typhas), des espèces arboréennes communes de la région et des restes de faune ; la partie supérieure contient des artefacts gallo-romains (Waterlot, 1968 ; Leplat *et al.*, 1989 ; photo 1).

Un vaste banc de tourbe marine, d'orientation nord-est sud-ouest, se situe de Coquelles à Ardres au nord de Guînes (Sommé, 1980). Ces tourbes se mêlent à des formations associées constituées par un limon marneux blanchâtre, excessivement calcaire, renfermant des coquilles de gastéropodes d'eau douce qui sont des dépôts spécifiques des zones tourbeuses du Pas-de-Calais et de certains secteurs de la région de Saint-Omer. Formé en milieu lacustre, sous l'influence d'un environnement calcaire, un limon marneux peut recouvrir la tourbe ou s'interstratifier avec elle sur une épaisseur variant de 1 cm à 1 m (Servant, 1973).

Les restes d'une forêt fossile submergée sont donc visibles à marée basse à la Pointe-aux-Oies (Wimereux, Pas-de-Calais ; Dutertre, 1932) tandis que les oscillations du niveau de la mer sont enregistrées dans ces sédiments. En effet, de nombreuses souches d'arbres (aulnes surtout, chênes et bouleaux) recouvertes d'algues et de coquilles sont enracinées dans la tourbe (photo 1). La tourbe s'est formée non pas sur des sédiments marins mais sur un limon alluvial, dans la vallée de la Slack, entre 4 700 et 3 600 BP avant que les sables éoliens n'emplissent la vallée vers 3 000 BP. Les données polliniques indiquent que vers 5 000 BP, une forêt riche en tilleuls dominait le paysage. Puis, le marais s'est constitué vers 4 700 BP à la suite d'une remontée de la nappe phréatique. Une tourbière à aulnes puis à Cypéracées, fougères (*Dryopteris thelypteris*) et joncs s'est installée dans une chênaie diversifiée (Munaut, 1980 ; Munaut & Gilot, 1981). Cette tourbe subboréale masquait des artefacts du Néolithique moyen. Enfin, l'actuelle position de cette tourbe sous le niveau des hautes mers indique qu'il y a 5 000 ans, le niveau de la mer était au moins 4 m plus bas qu'aujourd'hui et que la vallée s'étendait vers le domaine marin. La formation dunaire prouve que le rivage était proche il y a 3 000 ans, elle a ensuite colmaté le secteur.

Par ailleurs, les résultats concernant la basse Somme et les dépôts de l'estuaire nous renseignent précisément sur l'évolution de la sédimentation littorale et la remontée du niveau marin au cours de l'Holocène (par exemple : Ters *et al.*, 1980) et ne concernent pas directement les environnements fluviaux de la moyenne vallée de la Somme sur lesquels sont axées les recherches récentes.

Les forages du BRGM dans le système côtier picard (BRGM, 2000) montre quatre ensembles lithologiques présentant des niveaux tourbeux intercalés (*tourbes brunes* ou *noires*, *sables tourbeux*) dont l'analyse pollinique (V. Vergne, inédit) n'a fourni que peu d'informations tant les passages tourbeux sont sableux. On note par exemple 90 cm de *tourbe et argile sableuse* au sondage M1-1, 20 cm de *tourbe tassée* au sondage M1-2, 1 m de *tourbe et sable tourbeux* au M2b, *etc.* Là encore, les niveaux tourbeux sont peu épais, de quelques centimètres à quelques dizaines de centimètres, interstratifiés et sous des épaisseurs très variables. Les indications ne qualifient pas toujours suffisamment la tourbe au sens pédologique (par exemple au sondage B1, les expressions : *tourbe noire à débris de bois*, *argile à odeur fétide* et *tourbe à odeur sulfureuse*). Ces niveaux résultent du développement des pannes et de la plaine interdunaires plus ou moins bien conservées par la reprise du transport éolien, de la tourbe basale de la région évoquée précédemment.

2.2. LES GRANDS MARAIS : MARAICHAGE ET EXTRACTION DE LA TOURBE

Les gisements sont encore présents dans les grands marais du Nord malgré une exploitation intensive. Cependant, l'étendue des tourbes fossiles contraste nettement avec le nombre de tourbières en activité qui ne correspondent plus qu'à quelques zones localisées de zones humides plus vastes : marais de Guînes, marais audomarois, marais de Roussent essentiellement (photo 4).

Plus ponctuelles, il existe des zones tourbeuses dans les Moères (Sommé, 1977 & 1980) et quelques zones *paratourbeuses*¹⁵ autour de Bourbourg (Dubois, 1924 & 1929)¹⁶. Les régions marécageuses appartenant aux Moères, analogues à celles de la côte belge, sont ici dénommées *wateringues*, résultant d'assainissements entrepris dès le XII^e siècle par la canalisation des rivières, le creusement de rigoles de dessèchement ou *watergangs*, et l'établissement d'écluses protégeant les polders ainsi constitués, de l'inondation par la mer. Ces polders (*renclôtures* en Picardie) constituent d'excellents terrains agricoles : prairies, cultures maraîchères ; quelques parcelles sont encore en marais incultes, sillonnées de multiples canaux, fossés et rigoles, et ne peuvent être parcourus qu'en barque. Sous une couche de 0,50 à 1,50 m d'*humus*¹⁷ et de *vase*¹⁸, il semble qu'une nappe

¹⁵ Qualifie un horizon organique à évolution modifiée par l'hydromorphie temporaire (nappe fluctuante) et ayant une épaisseur de moins de 40 cm et une teneur en matière organique comprise entre 12,5 et 25 % (Jamagne *et al.*, 1981). Si cet horizon est l'horizon de surface, il est appelé anmoor. (Manneville, Vergne, Villepoux, 1999).

¹⁶ Dans la région de Bourbourg, G. Dubois (1929) a reconnu de la tourbe entre la Croix-Blanche et Saint-Nicolas, ainsi que dans les Hautes-Broucks et les Basses-Broucks entre le Moulin des Broucks et le Canal de Bourbourg. Elle a en général 20 cm d'épaisseur et est recouverte de 0,95 à 1,90 m de sable gris blanc argileux du Flandrien supérieur.

¹⁷ Fraction de la matière organique du sol transformée par voie biologique et chimique. Ces produits sont de couleur foncée et plus ou moins stables. L'*humus sensu stricto*, ou humus lié, est une fraction dense de l'*humus sensu lato* à C/N voisin de 10,

de tourbe, de 1 à 6 m d'épaisseur, s'étend de façon discontinue et couvre plusieurs milliers d'hectares (Dubois, 1949). Mais celle-ci a été largement exploitée (cf. carte géomorphologique des formations superficielles quaternaires de J. Sommé, 1980). Il ne reste plus qu'une ceinture de tourbe affleurante en pourtour de cette zone.

Par la suite, la mise en valeur est plus radicale pour la biodiversité. La gestion des eaux assurée par des syndicats d'assèchement, des syndicats mixtes d'aménagements hydrauliques ou wateringues en Flandre maritime, remanie profondément le marais audomarois par exemple dès le XII^e siècle. De grands collecteurs permettent de rejoindre la mer et d'assurer les échanges avec différents ports comme Bruges ; l'essor rapide de Saint-Omer nécessite alors une mise en valeur agricole et maraîchère du marais. Par étapes successives, jusqu'au centre de la cuvette, la création d'un réseau très dense de watergangs (ou chemins d'eau), le rehaussement des terres et leur assainissement sont mis en place (ENR, 1985).

Avant le XVII^e siècle, le site de Condé-sur-l'Escaut est un immense marécage progressivement converti en prairies et terres labourables. Malgré une modification hydrologique majeure, les terrains sont encore régulièrement inondés (Cohez *et al.*, 2000).

Au XVIII^e siècle, l'extraction de la tourbe modifie les paysages du marais de Guînes, le canal Calais - Saint-Omer permet d'exporter les excédents. Cause directe de la disparition des tourbières, de perturbations hydrologiques, de minéralisation de la surface, l'extraction de la tourbe crée des trous d'eau aux pentes fortes, difficiles à coloniser par la végétation et modifie le morcellement des parcelles. Avec l'apparition de nouveaux combustibles depuis 1850, l'extraction disparaît mais laisse dans les marais de Guînes, de l'Audomarois ou de Roussent, des fosses et des étangs qui sont à nouveau envahis par une végétation hygrophile.

Au milieu du XIX^e, la tendance aux plantations intensives de peupliers s'affirme et se localise surtout dans les grands marais eutrophes (Audomarois, Roussent) et les vallées alluviales (Authie, Canche, Scarpe, Escaut).

2.3.LES TOURBES DES VALLEES ALLUVIALES : ARCHIVES PALEOECOLOGIQUES ET EXTRACTIONS

La tourbe alluviale se trouvait dans presque toutes les vallées de la région mais sa longue exploitation a considérablement réduit son extension. La vallée de l'Escaut est tourbeuse (Chouard, 1931) seulement en amont de Marcoing puis après sa jonction avec la Sensée. Elle comporte alors 900 ha de marais tourbeux dont l'épaisseur est variable : 1 à 3 m de tourbe sous 1 à 2 m de *déblais* (Bonnard, 1809).

L'affluent gauche de l'Escaut, la Sensée grossie de l'Agache, draine un bassin imperméable à pentes à peu près nulles, où de vastes tourbières se sont formées mais ont été presque entièrement exploitées aux siècles précédents. Jusqu'à Bouchain, de vastes surfaces *d'allure tourbeuse* ne contiennent d'ailleurs qu'une *vase glaiseuse* avec traces de tourbe (Dubois, 1949).

La vallée de la Scarpe comporte des *zones tourbeuses* (Chouard, 1931) très discontinues qui affluent à Marchiennes (Sommé, 1980). Ces dépôts tourbeux sur la rive s'étendaient au début du XIX^e siècle de *5 lieues de long sur 200 à 1500 m de large*. Bonnard (1809) lui prête une bonne qualité dans la partie supérieure de la vallée de Saint-Laurent à Roux, c'est-à-dire une tourbe compacte noire avec quelques coquilles fluviatiles et peu de débris visibles de végétation. Son épaisseur peut atteindre 6 m. Un déblai supérieur de *terre végétale* et d'argile de 20 cm à 2 m la recouvre et elle repose sur des *marnes* ou de l'argile calcaire (photo 2).

La carte géologique de Laon (BRGM, 1968) indique des tourbes bien développées dans les vallées de la Souche et de la Buze, de moindre extension dans les vallées de l'Ardon et du ru de Barenton, ou au pied de la cuesta et dans de petites dépressions fermées. Leur épaisseur peut dépasser 5 m dans la vallée de la Souche où elles ont été activement exploitées ; du matériel lithique en provient. Malgré les nombreuses études du marais de Cessières-Montbavin, les analyses polliniques sont restées inédites (M. Denèfle).

Les vallées sensiblement parallèles de la Canche et de l'Authie sont dans, leurs cours moyen et inférieur, presque entièrement tourbeuses mais sous une terre argileuse (1,5 m à 3 m) qui n'a pas souvent permis de retrouver la nappe de tourbe, en particulier en amont d'Hesdin sur la Canche et de Raye sur l'Authie (Géhu, 1980). Aussi les gisements dans ces cours moyens sont-ils rares et localisés. Les traces de tourbages anciens, disséminés un peu partout et parfois comblés, laissent supposer que le lit de tourbe doit être plus ou moins continu mais pratiquement inexploitable en raison de la faible puissance de la couche (1,5 m), de sa mauvaise qualité, de l'importance et de la valeur agricole des terres de recouvrement (Dubois, 1949). A Maresquel, Beaurainville et l'Épinoy, elle est grise et chargée de parties terreuses, comme celle du secteur d'Arleux.

Il en est tout autrement dans la basse vallée de l'Authie (Saint-Pol, Montreuil) dont les deux rives occupées de prairies marécageuses renferment par endroits, une tourbe fibrique et légère. L'épaisseur maximum

résistant plus ou moins à la biodégradation, lié aux argiles et non séparable de celles-ci par des moyens physiques (Lozet et Mathieu, 2002).

¹⁸ Dépôt très fin, parfois malodorant, formé au fond de l'eau des étangs, des lacs, des lagunes, de la mer, du niveau des hautes mers, et des rivières. La vase est souvent riche en matière organique et les constituants ont toujours moins de 200 µm. (Lozet, Mathieu, 2002).

serait de 0,8 m (Dubois, 1949) à 2 m (Bonnard, 1809) ; le banc de tourbe a pu y être suivi de façon à peu près continue. Là encore de très nombreux tourbages ont enlevé une grande partie des gisements qui ne se présentent plus que comme des îlots, d'accès souvent difficile, de tourbe généralement peu dégradée et peu profonde, dont l'exploitation industrielle ne paraissait pas à conseiller (cf. Dubois, 1949).

Les alluvions fluviales de l'Aa ne sont bien individualisées qu'au sud de Watten. Elles diffèrent des alluvions marines par une faune fluvio-lacustre riche en limnées et planorbes (Servant, 1973). Un gisement de tourbe s'étend irrégulièrement, en plusieurs poches discontinues, croissante avec le temps car les vases produites par le curage des fossés et des canaux se sont étendues sur les terres avoisinantes (Dubois, 1949). De la tourbe recouverte de formation alluviale s'étend d'Arques à Watten en passant au nord de Saint-Omer et dont une partie affleure à l'est (Sommé, 1980).

Les quaternaristes ont fourni une idée plus précise de la mise en place des tourbes et de leur géométrie grâce aux études du bassin de la Somme (Nilson, 1960 ; Antoine, 1997 ; Ducrocq, 1997 ; Fagnart, 1997 ; Leroyer, 1997 ; Limondin-Lozouet, 1997, *etc.* ; photo 3).

La vallée de la Somme est bien connue pour ses tourbières développées durant l'Holocène et plus particulièrement entre le Préboréal et le milieu de l'Atlantique. Les dernières recherches menées sur le bassin de la Somme montrent que des tourbes étaient déjà présentes au début du Tardiglaciaire dès la première phase de réchauffement du Bølling (il y a environ 12 400 ans). Elles colmataient les fonds de chenaux abandonnés. Le spectre pollinique est alors essentiellement dominé par *Betula* et *Salix*. De chenaux en tresses, mouvants, typiques des ambiances climatiques froides (Pléni-glaciaire), on passe à une incision importante du drainage où le système fluvial de transition comporte de multiples chenaux stables. Les sédiments limoneux se chargent de plus en plus en matière organique, ce qui signifie une diminution de l'érosion et une augmentation de la couverture végétale. Cette première phase de sédimentation tourbeuse est brutalement interrompue par un court épisode de sédimentation fluviale calcaire qui semble correspondre au Dryas moyen, court épisode de retour de la steppe froide à armoises souvent difficilement perceptible sous nos latitudes. Au cours de l'Ållerød, plus clémente, des tourbes se développent à nouveau en bordure d'un système à large chenal unique avec plus ou moins de méandres. Ces tourbes sont plus limoneuses que celles qui vont se développer par la suite à l'Holocène. Cette évolution du drainage est commune au Tardiglaciaire dans la plupart des vallées de l'Europe de l'Ouest (Seine, Oise, Meuse, Vistule, *etc.*).

Après une nouvelle phase d'incision majeure, au début de l'Holocène vers 10 000 BP, l'ensemble de la vallée est progressivement colmaté par une tourbière bordée par de petits chenaux latéraux où se déposent des matériaux argileux-organiques. Enfin, une dernière phase d'incision apparaît au sein de l'Atlantique entre 6 000 et 5 500 BP environ et marque la fin de l'extension massive des tourbes dans la vallée. Les tourbes, les tufs et les limons des fonds de vallée du bassin de la Somme livrent de nombreux vestiges essentiellement des derniers chasseurs-cueilleurs. Des dizaines de gisements sont inscrits dans ce contexte, les vestiges (silex taillés et restes de faunes) sont en général inclus dans un mince limon holocène scellé par les tourbes. Les études palynologiques et les datations radiocarbone indiquent que la plus grande partie des tourbes s'est formée pendant la première moitié de l'Holocène, c'est-à-dire pendant le Mésolithique (Ducrocq *et al.*, 1991 ; Antoine, 1997 ; Ducrocq, 1997).

2.4. DE NOUVELLES ZONES TOURBEUSES EN FORMATION

Selon l'International Peat Society (1996), la France possède quelques 1000 km² de tourbières. Les tourbières « actives » françaises sont évaluées à 60 000 ha. La régression depuis l'inventaire de Dubois, entre 1941 et 1945, est estimée entre 40 et 60 000 ha. La surface de tourbières en régions Nord – Pas-de-Calais et Picardie représente 9 200 ha. Drainages, aménagements agricoles, sylviculture et urbanisme sont principalement responsables de cette régression. La part extractive serait de 3 000 ha selon Géochronique (1999) et entre 16 000 ha et 24 000 ha selon Barthélémy (1999). La majorité des autorisations d'extraction encore en cours expirent en 2010. Les besoins actuels sont couverts grâce aux importations provenant des pays du Nord de l'Europe, essentiellement l'Allemagne (1 720 000 m³ en 1997). Cependant, les activités humaines peuvent être créatrices de tourbières.

L'exploitation de la tourbe est rattachée au régime des carrières, à la différence du lignite comme le charbon (usage énergétique) relève du régime des Mines. L'extraction de la tourbe à usage de combustible a cessé en France en 1994. En 1998, 27 sites d'extraction étaient autorisés comme fabrication de supports de culture (Géochronique, 1999). Une trop faible épaisseur (moins d'un mètre) rend impropre l'exploitation car il est impératif de laisser une épaisseur suffisante pour faciliter la régénération du système. Les réaménagements après extraction, la réhabilitation fonctionnelle du milieu humide sont à privilégier pour permettre la pérennité de la turfigenèse. Il est souvent arrivé dans la région que des extractions et le drainage nécessaires entraînent des modifications hydriques importantes, voire néfastes pour le bassin versant et les écosystèmes aquatiques. D'ailleurs, l'extraction implique un phasage précis et s'étale sur une période de 7 à 20 ans sur un même champ (cf. Barthélémy, 1999). Dans la vallée de la Sensée, l'exploitation de la tourbe était sévèrement réglementée au XVIII^e siècle, « les parts de marais en vue d'assèchement » annonçaient l'interdiction du tourbage pour stopper l'extension des marais. Les tentatives d'assèchement furent cependant interrompues par la Révolution, les

guerres successives et les inondations. Quoiqu'il en soit, l'empreinte de cette exploitation reste inscrite dans les paysages (Département du Nord, 2003).

La polderisation des marais maritimes, les modifications du drainage (par exemple : en forêt de Desvres ; Basso, 1998 ; Basso & Vergne, 2000¹⁹), la déforestation, l'abandon d'étangs ou de mares en voie d'atterrissement ont été autant de facteurs de création de tourbières. L'exploitation de la tourbe elle-même peut permettre la régénération même si les groupements sont souvent assez différents des groupements originaux (fig. 1 & 5). Les fosses et les étangs ainsi créés sont à nouveau envahis par des espèces turfigènes voire même des Sphaignes. La moyenne vallée de la Somme, les marais de la Souche (Aisne) et les étangs du Romelaère ont vu ainsi l'apparition de tourbières flottantes acides (Manneville, Vergne, Villepoux, 1999). Cela fait d'ailleurs parti de l'arsenal de régénération des tourbières utilisé par les gestionnaires des zones humides. Décapage et étrépage permettent de «rajeunir» les milieux tourbeux en les faisant évoluer de manière régressive vers des stades turfigènes antérieurs (Dupieux, 1998) mais ces techniques ont été très peu expérimentées en tourbières neutro-alcalines et évidemment avec la plus grande précaution (voir Succow & Joosten, 2001).

A la Mare à Goriaux, un effondrement d'origine minière, commencé il y a environ 90 ans, a déterminé la mort des chênes pédonculés par élévation du plan d'eau. Le groupement passe latéralement à un bas-marais acide comme celui de la Sablière du Lièvre (forêt de Saint-Amand) où son origine est également anthropique puisqu'il s'est installé dans une ancienne carrière creusée dans les sables landéniens (Mériaux *et al.*, 1978 ; Dubois & Godin, 1994). Les premiers affaissements commencent entre 1850 à 1897 et créent une dépression humide dont l'extension se poursuit et semble se stabiliser actuellement même si un accroissement des forêts marécageuses subsiste (Dubois & Godin, 1994 ; fig. 7 ; photo 5).

Toutes ces activités peuvent être reconnues dès le Moyen Âge, d'autres plus anciennes mais, quoiqu'il en soit, les surfaces et les épaisseurs de tourbes ne sont pas très importantes dans le Nord de la France.

Fig. 7 : Gisements de tourbe dans le Nord – Pas-de-Calais (extrait de la Carte générale des tourbières et des principaux gisements de tourbe en France, 1931)

En noir : gisement de tourbe affleurant ; en gris foncé : gisement de tourbe enfoui ; en gris clair : marécages non tourbeux et prairies inondables (Repères : 1 & 2 : Moères, 5 : Sangatte, 7 : Guînes, 10 : Saint-Omer, 11 : vallée de l'Aa, 15 : Béthune, 16 : vallée de la Deûle, 18 : vallée de la Marque, 19 : vallée de la Scarpe, 20 : vallée de la Sensée, 26 : Pointe-aux-Oies, 31 : vallée de la Canche)

3. Le régime juridique des tourbières : à la confluence des codes

S'il existe plusieurs définitions scientifiques pour caractériser tourbières et zones humides, les qualifications juridiques et leurs régimes de protection sont aussi variés. On pourra considérer successivement la tourbe comme une ressource minière susceptible d'exploitation soumise au code minier ou à celui des carrières²⁰, les tourbières comme milieu riche et fragile (voir note 12) protégé au titre des zones humides. Le caractère patrimonial des tourbières s'étend au domaine archéologique et paléoécologique.

De ce fait, il est malaisé de dresser un inventaire exhaustif des régimes juridiques applicables à ces zones. Certaines des législations citées n'ont pas pour objet principal la protection de ces zones mais permettent d'apporter un éclairage juridique particulier à cette problématique.

L'exploitation de la tourbe est régie par la loi relative aux carrières du 4 janvier 1993 et les décrets n°94-484 et 485 du code minier. Celle-ci s'intègre dans la nomenclature des installations classées et en conséquence, les travaux de recherche et d'exploitation de matériaux carriers sont soumis à des contrôles administratifs au titre de cette législation. L'autorisation d'exploiter est délivrée par le préfet après étude d'impact et enquête publique. D'autre part, l'implantation des carrières est régie par un schéma départemental des carrières qui prend en

¹⁹ Les forêts du Boulonnais recèlent des associations végétales relevant d'un système acidophile auxquelles appartiennent les bétulaies-aulnaies à Sphaignes (*Sphagno palustris-Betuletum pubescentis*) et Osmonde royale (*Osmunda regalis*), qui se développent au fond de vallons tourbeux et sur des pentes en correspondance avec des substrats constamment alimentés en eau. Les analyses polliniques ont montré, à plusieurs échelles spatiales et temporelles, les variations du drainage local et le contexte bioclimatique général tandis que les archives forestières de la fin du XVII^e siècle ont apporté d'autres éléments d'appréciation de ces phénomènes. Les séquences régionales tourbeuses apparaissent généralement au Subatlantique (voire à l'Atlantique) : les variations de l'aulnaie à Osmonde sont perceptibles au gré des implantations humaines et des modifications locales du drainage qui peuvent y être liées. On peut envisager que des situations comparables aient permis l'installation des peuplements d'Osmondes sur plusieurs sites de Scarpe-Escaut (forêts de Flînes, de Saint Amand les Eaux) éventuellement à des dates ultérieures.

²⁰ La loi 93-3 du 4 janvier 1993 transfère les carrières du code minier au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (loi 76-663 du 19 juillet 1976). L'ouverture d'une carrière dépend d'une autorisation préfectorale après consultation de la Commission Départementale des carrières. L'ensemble des références juridiques de cet article se rapportant aux différents codes peut être consulté à cette adresse : <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/ListeCodes>. Les informations relatives aux différentes lois sont consultables à cette adresse : <http://www.legifrance.gouv.fr/WAspad/RechercheSimpleLegi.jsp>

compte l'intérêt économique, les ressources et besoins en matériaux du département, la protection des paysages, des sites et des milieux naturels sensibles et en favorisant une utilisation économe des matières premières. Toute autorisation d'exploitation de carrières doit être compatible avec ce schéma.

De manière plus exceptionnelle, une tourbière pourra être protégée en tant que site archéologique et plus précisément paléobotanique et sera donc soumise au code du patrimoine et aux lois sur les fouilles archéologiques. Il faut évidemment qu'elle soit reconnue et signalée comme telle pour que ces législations s'appliquent. Outre ces législations particulières, la tourbière est avant tout une zone humide et c'est certainement à ce titre qu'elle bénéficie d'une protection plus large mais jusque là relativement efficace, ce du fait de l'absence de définition légale de ces zones.

La loi sur le développement des territoires ruraux actuellement en discussion devant les Assemblées semble vouloir y remédier : elle consacre un chapitre entier aux zones humides qui devra être précisé par la suite par un décret en Conseil d'Etat. Les zones humides étaient protégées auparavant au titre de la loi sur l'Eau par le système de déclaration ou d'autorisation des installations, ouvrages, travaux et autres activités, retranscrit aux articles L.211-1 et suivants du code de l'environnement. L'imprécision quant à la définition des zones humides ne facilitait pas l'instruction des dossiers et augmentait litiges et destruction de ces espaces fragiles. Dans la nouvelle définition, et sous réserve des discussions parlementaires, ce sont des éléments scientifiques précis qui qualifient ces zones : crues, niveaux phréatiques, caractère hydromorphe des sols, végétation dont le caractère humide sera défini par décret *etc.* Des « zones humides d'intérêt environnemental particulier » délimitées par décret et gérées par les acteurs locaux sous l'égide des CLE²¹ seront également créées.

Outre ces précisions, la préservation et la gestion des zones humides sont qualifiées d'intérêt général et l'ensemble des acteurs publics devront veiller à la cohérence de leurs politiques publiques à cette fin. L'objectif général du programme Life « tourbières de France » est la mise en place d'une politique durable de préservation des habitats (maîtrise foncière, gestion conservatoire, stratégie nationale de conservation). Le préfet pourra également prédélimiter des zones pour l'application des régimes de déclaration et d'autorisation au titre de la loi sur l'Eau²². La prise en compte de ces zones dans les documents d'urbanisme et de planification devrait s'en trouver renforcée.

Enfin, face aux méandres de la législation, il est utile de se référer à la jurisprudence et plus particulièrement aux arguments invoqués par le juge pour la préservation des tourbières et zones humides, en voici deux exemples récents :

- l'absence de mesures compensatoires, l'ampleur de la superficie de la zone remblayée, les modifications apportées à l'écosystème environnant, l'absence des moyens d'analyse et de mesures de l'impact des travaux sur l'environnement ont provoqué l'annulation d'une autorisation de travaux hydrauliques en zones humides car incompatible avec le SDAGE Loire-Bretagne²³.
- zone naturelle de tourbière classée zone humide d'intérêt national ou local au SDAGE, ZNIEFF de type I et de type II qui présente un intérêt particulier et auquel l'exploitation causerait un dommage irréversible ; l'étude d'impact révélant la présence de plusieurs taxons remarquables dont l'incontournable *Drosera rotundifolia* et de plusieurs oiseaux dont certains sont en voie de disparition ; site proposé au titre de la directive européenne 92-43 CEE « Habitat Faune Flore » du 21 mai 1992 ont été autant d'arguments pour annuler l'arrêté d'exploitation du Préfet d'Ardèche concernant une SARL qui exploitait le site depuis 20 ans²⁴. Bien d'autres exemples pourraient être cités²⁵.

Fig. 8 : Carte géomorphologique du Nord : les sites d'analyse

²¹ Commission locale de l'eau

²² Loi n° 92-3 du 3 janvier 1992, modifiée le 2 février 1995

²³ Tribunal administratif de Rennes – avril 2003, Association Environnement 56, n°01-3877

²⁴ Tribunal administratif de Lyon, 28 janvier 2003, FRAPNA/Cormier c. Préfet d'Ardèche.

²⁵ Voir *l'Echo des Tourbières, Tourbières-Infos* (<http://www.pole-tourbieres.org/Documentation.htm>), pôle-relais tourbières (<http://www.pole-tourbieres.org/Documentation.htm>),

CONCLUSION

Face à la disparition progressive de ces milieux humides spécifiques, des mesures de protection sont initiées sous l'impulsion d'organisations écologiques (GET, IMCG ; Manneville, Vergne & Villepoux, 1999). Devant l'urgence à mettre en place un dispositif de connaissance et de suivi de ces zones pour mieux les comprendre et ainsi mieux les protéger et les gérer, un programme à l'échelle nationale, le PNRZH (Programme National de Recherche sur les Zones Humides) a été mis en place suite au rapport Bernard (1994), pour s'achever en 2001. La Directive européenne « Habitats » (22 juillet 1992, Journal des communautés européennes) a prévu pour 2004 la mise en place du réseau Natura 2000 : les tourbières représentent 30 % des sites retenus (Barthélémy, 1999). Depuis, ce travail d'inventaire et de diffusion des connaissances a été confié à plusieurs pôles-relais nationaux : les tourbières sont ainsi concernées par le pôle-relais Tourbières²⁶.

L'intérêt pour les tourbières est désormais d'ordre patrimonial et scientifique et dépasse le simple attrait de paysages végétaux pittoresques. Leur rôle reste déterminant pour le maintien de la biodiversité et la gestion de l'eau (Département du Nord, 2003). Elles constituent enfin des archives irremplaçables de l'histoire de nos paysages depuis la dernière glaciation, voire parfois au-delà. Le matériel végétal, animal et parfois archéologique y est préservé au sein d'une chronologie paléoécologique (cf. analyses polliniques).

Il apparaît que s'il subsiste un aspect patrimonial et social lié à un usage ancien d'exploitation des zones humides, le développement de l'extraction de la tourbe en tant que ressource renouvelable qui ne pourrait être que ponctuelle et de courte durée au vue du potentiel disponible, induirait une pression sur certaines tourbières pouvant les mener à disparaître, compte-tenu du temps de renouvellement important de ces milieux, sans parler du coût y compris en mesures compensatoires. Il importe donc aux collectivités et organismes en charge de la protection de l'environnement de veiller à ne pas introduire un brouillage d'image entre des volontés affichées de réduire l'usage de la tourbe (campagnes de promotion de terreaux sans tourbe, préservation de sites...) et une activité consommatrice de tourbe (cf. pôle-relais Tourbières).

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement José Boussin pour sa participation aux sondages et à l'analyse des échantillons, ainsi que Bruno Dermaux (ONF région Nord – Pas-de-Calais), Pierre Antoine (CNRS Meudon), Jean-Luc Collart (DRAC Picardie), Michel Marchyllie (PNR Scarpe-Escaut), la DIREN Nord – Pas-de-Calais, l'Agence de l'Eau Artois-Picardie et le Centre Régional de Phytosociologie de Bailleul.

BIBLIOGRAPHIE

- Aaby B., Berglund B.E., 1986** - Characterization of peat and lake deposits. In : *Handbook of Holocene Paleocology and Paleohydrology*. J.Wiley & Sons Ltd.-Interscience Publ., 231-246.
- AFES, 1995** - *Référentiel pédologique*. INRA, Paris, 222 p.
- Antoine P., 1990** - *Chronostratigraphie et environnement du Paléolithique du bassin de la Somme*. Centre d'Etudes et de Recherches Préhistoriques, Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres-Artois, 233 p.
- Antoine P., 1997** - Modifications des systèmes fluviaux à la transition Pléiglaciaire - Tardiglaciaire et à l'Holocène : l'exemple du bassin de la Somme (Nord de la France). *Géographie Physique et Quaternaire*, 51, 1 : 93-106.
- Baize D., 2000** - *Guides des analyses en pédologie*. INRA, Paris, 257 p.
- Barthélémy F., 1999** - *Mémento roches et minéraux industriels : la tourbe et les tourbières*. Rapport BRGM R 40890, 159 p.
- Basso F., 1998** - Les sites tourbeux de la Forêt Domaniale de Desvres (Boulonnais, Pas-de-Calais) – *Cahiers de Géographie physique* 11, Lille.
- Basso F., Vergne V., 2000** - Analyses phytosociologique et paléobotanique des forêts sur tourbe du Boulonnais (Pas-de-Calais, France) : approche biohistorique du drainage. Colloque international *L'eau, de la cellule au paysage*, ENS Saint-Cloud, mai 2000.
- Bernard P., 1994** - *Les zones humides, rapport d'évaluation*. Comité Interministériel de l'Evaluation des Politiques Publiques, Premier Ministre, Commissariat Général du Plan, Ed. la Documentation Française, 392 p.
- Bonnard A.-H., 1809** - Notice sur les tourbières du département du Pas de Calais. *Journal des mines* 152, 121-155.
- Bonnot E.-J., 1978** - Intérêt biologique et écologique des sols tourbeux. In : *Sols tourbeux*, Colloques phytosociologiques VII, CRP-CB Bailleul, non paginé.

²⁶ Au niveau international, il est également intéressant de citer l'action de l'IMCG (International Mire Conservation Group) en terme de gestion et protection des tourbières.

- Bournérias M., 1963** - Le marais de Cessières-Montbavin (Aisne). Essai de détermination objective de groupements végétaux. *Cah. Nat., Bull. Nat. Par.*, n.s., 19 (4) : 81-113.
- Bournérias M., Géhu J.-M., Wattez J.-R., 1975** - Carte de la végétation de la France au 1/200000, feuille n°9 Amiens. CNRS.
- BRGM, 2000** – Evolution géologique du système côtier picard entre Berck et Merlimont (62) au Quaternaire – Scénarios rétroprospectifs de l'évolution dunaire. Rapport ONF-BRGM-RP-50039-FR, 89 p. + annexes.
- BRGM, 2001** - Le paysage, de Berck à Merlimont (Pas-de-Calais) du Pléistocène à nos jours. *Histoire géologique du littoral au Quaternaire*, ONF, Fontainebleau, 11 p.
- Brimont F., 2004** (sous presse) – Suivi et évaluation de la qualité des zones humides Mise en œuvre d'une méthode expérimentale de bio-indication à partir de l'avifaune nicheuse en région Nord – Pas-de-Calais, *Falco*, 10 p.
- Brimont F., Vergne V., 2004** (sous presse) – Les étangs du Nord – Pas-de-Calais, vers une mise en valeur du patrimoine naturel : le programme de suivi et d'évaluation de la qualité des zones humides. *Actes de la première journée d'étude du Groupe d'Histoire des Zones Humides (GHZH)*, 20 p.
- Celet P., 1968** - Notice explicative de la feuille de Cambrai (XXV-7) au 1/50 000. BRGM, 8 p.
- Chouard P., 1931** – Documents cartographiques sur les tourbières actuelles et préhistoriques de France. *Comptes-rendus du congrès International de Géographie*, Paris 1931, Ed. Armand Colin, tome II, section 3, 1 – 27 + cartes.
- Cohez V., Delattre C., Tourrette M., Lemoine G., 2000** - Plan de Gestion du Marais de la Canarderie à Condé-sur-l'Escaut. Direction de l'Environnement, Direction Générale du Développement et de l'Aménagement, USTL, Conseil Général., 180 p.
- Collectif, 1981** - Inventaire des tourbières de France. Inst. Européen d'Ecologie, Metz, 41 p.
- Delattre Ch. et coll., 1960** - Notice explicative de la feuille de Béthune (XXIV-5) au 1/50000. BRGM
- Delattre Ch. et coll., 1968** – Notice explicative de la feuille d'Arras (XXIV-6) au 1/50000. BRGM. 7 p.
- Département du Nord, ENS, 2003** – Le marais d'Arleux, une zone humide remarquable de la vallée de la Sensée. Conseil Général du Nord. Plaquette d'information. 6 p.
- Desoignies J., 1966** – Notice explicative de la feuille de Douai (XXV-6) au 1/50 000. BRGM, 20 p.
- Devilliers P., Devillers-Terschuren J., Ledant P., 1991** - CORINE-Biotopes manual. *Habitats of the European Community. Data specification Part 2*. Commission of the European Communities, Luxembourg, 300 p.
- Dieudonné, 1804** - Statistiques du département du Nord. Archives départementales, Lille, (An 12) réf. 28, 35 p.
- Dubois C., 1964** - Observations palynologiques sur des tourbes provenant de Valenciennes (Nord). *Annales Soc. géol. Nord*, 84 : 51-53.
- Dubois G. et al., 1949** - *Les Tourbières françaises*. Ministère de l'Industrie et du Commerce, Imprimerie Nationale, Paris, 1 : 225 p., 2 : 634 p.
- Dubois G., 1924** - Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France. *Mém. Soc. géol. Nord*, 8, p 356.
- Dubois G., 1927** - Observations d'un échantillon d'alluvion tourbeuse de Lille. Extrait des Annales de la Société Géologique Nord, Séance du 16 juin 1926, Lille, 267-271.
- Dubois G., 1929** - Terrains quaternaires et modernes de la plaine maritime flamande. *Extrait du Bulletin de la Carte Géologique de France 176*, XXXIII : 114-115.
- Dubois G., 1931** - Terrains quaternaires et modernes de la plaine maritime flamande. *Extrait du Bulletin de la Carte Géologique de France 179*, XXXIV : 91-93.
- Dubois J.-J., Godin J., 1994** - Les marais d'affaissement minier dans le Nord de la France : l'exemple de la mare à Goriaux. In *Les marais continentaux de la France des plaines et des moyennes montagnes. Aspects écologiques et sociologiques, gestion et protection*, *Bulletin de l'Association des Géographes Français* 3, 276-286.
- Duchauffour Ph., 1983** - *Précis de Pédologie*. Masson et Cie, Paris, 481 p.
- Ducrocq Th., 1997** - Contribution à la connaissance du Mésolithique du bassin de la Somme. In : Fagnart J.-P. et A. Thévenin, éd. : *Le Tardiglaciaire en Europe du NW, 119^e Congr. Nat. Soc. Hist et Scient.*, Amiens, 1994, 107-121.
- Ducrocq Th., Bridault A., Munaut A.-V., 1991** - Un gisement mésolithique exceptionnel dans le Nord de la France : Le Petit-Marais de la Chaussée-Tirancourt. (Somme). *Bulletin de la Société préhistorique française*, 88 : 272-276.
- Dupieux N., 1998** - *La gestion conservatoire des tourbières de France, Premiers éléments scientifiques et techniques*. Programme Life-Nature "Tourbières de France", Espaces Naturels de France, 243 p.
- Dupuis J. et coll., 1966** - Carte pédologique de la France au 1/1 000000. INRA
- Dutretre A.-P., 1932** - Les stations préhistoriques des dunes de la Pointe-aux-Oies à Wimereux (Pas-de-Calais). *Bull. Soc. préhist. fr.*, 2, 2 : 324-336.
- Emontspohl A.-F., 1993** - *Palynologie du dernier cycle glaciaire-interglaciaire dans le Nord de la France (début Weichselien et Holocène)*. Thèse de doctorat. Univ. Catol de Louvain, 203 p.
- Emontspohl A.-F., 1994** - Enregistrement pollinique du début du Weichselien et de l'Holocène à Fampoux, Vallée de la Scarpe (Nord, France). *Quaternaire*, 5, 1 : 35-40.

- ENR, 1985** - Promenade dans le marais audomarois. Parc Naturel Régional du Nord-Pas-de-Calais Audomarois, 144 p.
- Ernecq J.-M., Dautremepuis J.-F., 1998** - Géographie physique, région Nord-Pas-de-Calais. *Points de repère n°1*, Conseil Régional, 3-24.
- Fagnart J.-P., 1997** - Paléohistoire du bassin de la Somme à la fin des temps glaciaires. In : Fagnart J.-P., A. Thévenin, éd. : *Le Tardiglaciaire en Europe du NO, 119^e Congr. Nat. Soc. Hist et Scient.*, Amiens, 1994, 55-77.
- Fourrier H., Masson F., Cousin P., 1982** - Reconnaissance des dépôts sédimentaires, des matériaux originels des sols de la région de Marchiennes (Plaine de la Scarpe). *Annales de la Société Géologique du Nord*, Villeneuve d'Ascq, 41-47.
- Frileux P.-N., Géhu J.-M., Lavergne D., 1970** - Carte de la végétation de la France au 1/200000, feuille n°8 Abbeville. CNRS.
- Froment P., 1947** - Les marais tourbeux de la vallée de la Sensée. Le gisement du grand marais à tourbe d'Arleux (Nord), *Annuaire de la société botanique du Nord de la France*.
- Gehu J., 1985** - Etude de la capacité absorbante des tourbes du marais audomarois et essai sur les macrophytes comme biotest de la qualité des eaux. Stations internationale de Phytosociologie, Agence de l'eau Artois-Picardie, 2 vol., t.1 : 83 p., t.2 : 60 p.
- Géhu J.-M., 1973** - Unités taxonomiques et végétation potentielle naturelle du Nord de la France. *Doc. phytosociologiques*, Bailleul, 4 : 1-23.
- Géhu J.-M., 1979** - Carte phytosociologique de la végétation naturelle potentielle du Nord de la France. 1/250000, OREAM Nord-Pas-de-Calais.
- Gehu J.-M., Dupias M.-G., Rey M.-P., 1970** - Carte de la végétation de la France, feuille de Lille, n°4 au 1/200000. CNRS.
- Géochronique, 1999** - La tourbe. SGF & BRGM, *Géochronique* n° 71, dossier : 7-24
- Gobat J.-M., 1998** - *Le sol vivant, bases de pédologie, biologie des sols*. Gérer l'Environnement, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, Besançon-Thise, 519 p.
- Goodwillie R., 1980** - *Les tourbières d'Europe*. Conseil de l'Europe, Coll. Sauvegarde de la nature n°19, Strasbourg, 82 p.
- Julve Ph., 1998** - Structure botanique et dynamique des tourbières du Nord de la France. In : *Les tourbières et les milieux humides du Nord de la France. Actes du colloque annuel du Groupe d'Etude des Tourbières du 8 au 12 juillet 1997 dans les régions Nord Pas-de-Calais et Picardie*, Cahiers de Géographie Physique 11, 40-47.
- Laplace-Dolonde A., 1992** - Histosols. In : *Référentiel pédologique, principaux sols d'Europe*, AFES & Ed. INRA, Paris, 119-127
- Laplace-Dolonde A., 1994** - L'histosol, descripteur privilégié du marais tourbeux. In : *Les marais continentaux de la France des plaines et des moyennes montagnes. Aspects écologiques et sociologiques, gestion et protection*. Bulletin de l'Association des Géographes Français 6, Paris, 294-306.
- Leplat J., Sommé J., Colbeaux J.-P., 1985** - Notice explicative de la feuille d'Hazebrouck (XXIV-4) au 1/50 000. BRGM. 26 p.
- Leplat J., Sommé J., Paepe R., Baeteman C., 1989** - Notice explicative de la feuille de Dunkerque-Hondschoote (XXIII-2) au 1/50 000. BRGM. 22p.
- Leroyer Ch., 1997** - *Homme, climat, végétation au Tardi- et Postglaciaire dans le Bassin parisien : apports de l'étude palynologique des fonds de vallées*. Thèse de doctorat, Univ. Paris I, 2 vol., 800 p.
- Limondin-Lozouet N., 1997** - Les successions malacologiques du Tardiglaciaire et du Début de l'Holocène dans la vallée de la Somme. In : Fagnart J.-P., A. Thévenin, éd. : *Le Tardiglaciaire en Europe du NW, 119^e Congr. Nat. Soc. Hist et Scient.*, Amiens, 1994, 39-46.
- Mariette H., 1971** - L'archéologie des dépôts flamands du Boulonnais. *Quaternaria*, 14 : 137-150.
- Mériaux J., Schumacker R., Tombal P., Zuttere P. de, 1978** - Contribution à l'étude des boulaies à sphaignes dans le Nord de la France, l'Île-de-France et les Ardennes. In *Colloques phytosociologiques VII : Sols tourbeux* ; CRP-CB Bailleul, 479 - 483.
- Mériaux J.-L., 1978** - Irradiation de l'association à *Carex curta* G. et *Agrostis canina* L. dans le Nord de la France. In *Colloques phytosociologiques VII : Sols tourbeux* ; CRP-CB Bailleul, 429-431.
- Munaut A.-V., 1975** - Recherches palynologiques sur les prés salés de la Canche (Pas-de-calais). *Colloques phytosociologiques IV : Les vases salés*. Lille.
- Munaut A.-V., 1980** - The submerged forest of «La Pointe-aux-Oies» (Wimereux, Pas-de-Calais). *Bull. AFEQ*, 1-2 : 40.
- Munaut A.-V., Defgnée A., 1997** - Biostratigraphie et environnement végétal des industries du Tardiglaciaire et du début de l'Holocène dans le bassin de la Somme. In : Fagnart J.-P. et A. Thévenin, éd. : *Le Tardiglaciaire en Europe du NW, 119^e Congr. Nat. Soc. Hist et Scient.*, Amiens, 1994, 27-37.
- Munaut A.-V., Gilot E., 1981** - Recherches palynologiques et datations ¹⁴C dans les régions côtières du Nord de la France. II. L'Holocène de la Pointe-aux-Oies (Wimereux, Pas-de-Calais). *Ann. Soc. géol. Nord*, Lille : 23-29.

- Munaut A.-V., Sommé J., Demolon P., 1995** - Tardiglaciaire (Ållerød) et Holocène ancien dans la Vallée de la Scarpe à Douai (Nord de la France). *Quaternaire*, 6, 3-4 : 167-172.
- Nilson T., 1960** - Recherches pollenanalytiques dans la vallée de la Somme. *Pollen et spores*, 11 : 235-262.
- Pomerol Ch. et coll., 1968** - Notice explicative de la feuille de Laon au 1/50000. BRGM.
- Ruchard N., Lenaerts S., Munaut A.-V., 1991** - Etude palynologique de sédiments holocènes dans la plaine alluviale du Haut Escaut (Nord, France). *Cahier de Préhistoire du Nord*, 10, 2^e sem. : 118-130.
- Ruellan A., Dosso M., 1993** - Regards sur le sol. UREF, Université Francophone, Foucher, Paris, 192 p.
- Sangnier P. et coll., 1968** - Notice explicative de la feuille de Lille-Halluin au 1/50000. BRGM.
- Sangnier P., Rutot A., 1969** - Notice explicative de la feuille de Steenvoorde (XXIV-3). BRGM. 11 p.
- Servant J., 1973** - Les sols des waterings du Nord et du Pas-de-Calais. Institut National de la Recherche Agronomique, Service d'Etude des Sols, Gap, 95 p.
- Sommé J., 1977** - Les plaines du Nord de la France et leur bordure. Etude Géomorphologique. Thèse d'Etat, Université de Paris I, Paris, 2 tomes, t.1 : 810 p., t.2 : 184 figurés.
- Sommé J., 1980** - Carte géomorphologique des formations superficielles quaternaires du Nord de la France. Centre National de la Recherche Scientifique, Lille.
- Sommé J., 1998** - L'évolution de la plaine maritime de la mer du Nord (France) et la formation du Pas-de-Calais. In : *Archéologie du littoral Manche - Mer du Nord*, Bulletin des Amis du Vieux Calais, 160-161-162, 3 : 430-441.
- Sommé J., Munaut A.-V., Emontspohl A.-F., Limondin N., Lefevre D., Cunat N., Mouthon J., Gilot E., 1992** - Weischelien ancien et Holocène marin à Watten (Plaine maritime, Nord, France). *Quaternaire*, 3, 2 : 87-89.
- Succow M., Joosten H., 2001** - *Landschaftsökologische Moorkunde*. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 622 p.
- Ters M., Delibrias G., Denèfle M., Rouvillois A., Fleury A., 1980** - Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre (Basse-Somme) à l'Holocène et durant le Weichsélien ancien : la série de dépôts marins et continentaux aux environs de Rue. *Bull. de l'AFEQ.*, 17 : 11-23.
- Troëls-Smith J., 1955** - Characterization of unconsolidated sediments. *Dann. Geol. Unders.* IVR 3, 101 : 1-73.
- Vergne V., Basso F., 1998** - Présentation de quelques sites tourbeux dans la forêt domaniale de Desvres (Boulonnais, Pas-de-Calais). In : *Les tourbières et les milieux humides du Nord de la France. Actes du colloque annuel du Groupe d'Etude des Tourbières du 8 au 12 juillet 1997 dans les régions Nord Pas-de-Calais et Picardie*, Cahiers de Géographie Physique 11 : 48-50.
- Vergne V., Deboudt Ph. (dir.), 1999** - Les tourbières et les milieux humides du Nord de la France. *Actes du colloque annuel du Groupe d'Etude des Tourbières du 8 au 12 juillet 1997 dans les régions Nord - Pas-de-Calais et Picardie*, Cahiers de Géographie Physique 11, 146 p.
- Vergne V., Deboudt Ph., 1999** - Les milieux humides des plaines maritimes du Nord de la France : formation, cadre géomorphologique et dynamique. In : *Les tourbières et les milieux humides du Nord de la France. Actes du colloque annuel du Groupe d'Etude des Tourbières du 8 au 12 juillet 1997 dans les régions Nord Pas-de-Calais et Picardie*, Cahiers de Géographie Physique 11 : 28-39.
- Vergne V., Julve Ph. (dir.), 1998** - Tourbières et milieux humides. *Actes du colloque annuel du Groupe d'Etude des Tourbières, juillet 1997 et 1998 dans les régions Nord Pas-de-Calais, Picardie et Limousin*, Cahiers de Géographie Physique 13, 127 p.
- Vergne V., Manneville O., Villepoux O., 1999** - *Le monde des tourbières et des marais, France, Suisse, Belgique et Luxembourg*. La Bibliothèque du Naturaliste, Delachaux et Niestlé, 320 p.
- Vergne V., Munaut A.-V., Ducrocq Th., Bostyn F., Miras Y., à paraître 2004** - Apport de la palynologie holocène à la connaissance des premières traces d'anthropisation en France septentrionale et en Belgique. *Ann. de Besançon*, 21 p.
- Waterlot G., 1968** - Notice explicative de la feuille de Cassel (XXIII-3) au 1/50 000, BRGM, 12 p.
- Wattez J.R., 1996** - Description phytosociologique des groupements végétaux palustres observés dans la vallée marécageuse de l'Authie. *Bull. Soc. Bot. Nord*, 49 : 1-27.