



HAL
open science

Géoarchéologie de la vallée de l'Avre entre tourbières, environnements et l'homme

Adrien Soudry

► **To cite this version:**

Adrien Soudry. Géoarchéologie de la vallée de l'Avre entre tourbières, environnements et l'homme. Sciences de l'Homme et Société. 2016. dumas-01578702

HAL Id: dumas-01578702

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01578702>

Submitted on 29 Aug 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



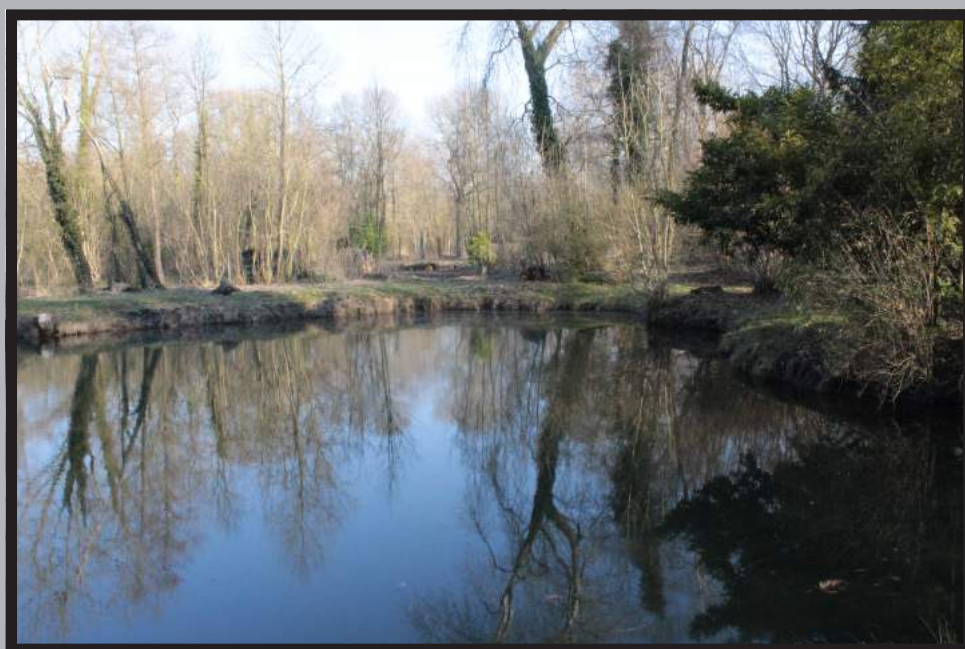
Sciences
Humaines
et Sociales



MASTER Histoire et Territoire
Mention Histoire et Archéologie
des mondes anciens

Géoarchéologie de la vallée de l'Avre

entre tourbières, environnements et l'Homme



SOUDRY Adrien

Tuteur : LE BECHENNEC Yves

Responsables :
HAACK Marie-Laurence
MILLEREUX-LE BECHENNEC Josabeth



Master 2
2015 -2016

**SOUDRY
Adrien**

M2 Histoire et Archéologie

**Géoarchéologie de la vallée de l'Avre
entre tourbières, environnements et l'Homme**

Tuteur : Yves LE BECHENNEC

Responsables :

MILLEREUX-LE BECHENNEC Josabeth

HAACK Marie-Laurence

Année 2015 - 2016

A ma vieille Corsa, Goldorak, qui m'aura emmené jusqu'au dernier jour de terrain

Sommaire

Remerciements.....	9
Introduction.....	13
I – Contextualisations.....	17
A – Géographique.....	17
B – Géologique.....	21
1 – <i>Histoire géologique et climatique</i>	21
2 – <i>Géologie Régionale</i>	32
3 – <i>Classifications de la tourbe et des tourbières</i>	45
C – Rappel de biologie végétale.....	51
1 – <i>Classifications</i>	52
2 – <i>Organisation physiologique</i>	53
3 – <i>Organisation intracellulaire</i>	57
II – Méthodes.....	63
A – Dépouillements.....	63
1 – <i>Archives</i>	63
2 – <i>Cartes, plans et photographies aériennes</i>	64
3 – <i>Débîts et crues</i>	65

B – Système d’Information Géographique (SIG).....	65
1 – Géoréférences et redressements d’image.....	66
2 – Les transformations géographiques.....	67
3 – Vectorisation.....	69
4 – Modèle Numérique de Terrain (MNT) et bloc 3D.....	69
C – Sondages et prospection.....	70
1 – Le Matériel.....	70
2 – Déroulement de l’étude de terrain.....	72
III – Résultats.....	77
A – Débits et crues de référence de l’Avre.....	77
B – Traitements SIG.....	79
C – Logs granulométriques et sédiments de fonds de vallée.....	80
IV – Discussions.....	93
A – Critiques des documents.....	93
1 – Système d’Information Géographique.....	93
2 – Documents d’archive.....	99
B – Environnements et exploitations.....	99
1 – La tourbe et les marais.....	100
2 – L’Avre.....	118
3 – Usages de la vallée.....	132
Conclusion.....	147
Références bibliographiques.....	151
Références d’archives.....	161
Annexes.....	165

Remerciements

J'aimerais ici remercier un maximum de monde seulement cela risque d'épaissir un peu trop ce mémoire. Je vais donc essayer d'être bref.

Je commencerais par remercier Yves Le Béchenec pour m'avoir accompagné jusqu'au bout, de toutes nos discussions scientifiques et archéologiques.

Je remercie évidemment mes responsables de mémoire et de Master, Josabeth Millereux-Le Béchenec et Marie-Laurence Haack sans qui ce mémoire n'existerait pas.

Je tiens à remercier Jérôme Burident pour m'avoir aidé à recadrer ma recherche. Merci également à Arnaud Espel, pour l'ouverture et l'accueil aux archives départementales de la Somme et tout son aide dans ma recherche aux archives. J'en profite pour adresser mes pensées à toute l'équipe des archives pour leurs conseils, et leurs bonnes humeurs.

Je remercie d'autant M. Leconte, maire de Fouencamps pour sa disponibilité.

J'exprime également ma gratitude envers Nicolas Merlu pour son prêt de tarière, ainsi que pour ses conseils d'utilisation et sa bonne humeur. Dans un même cadre je lance aussi un grand merci à Boris Brasseur pour tous ses conseils, ses discussions autour de la tourbe et bien entendu pour le prêt du carottier, qu'il faut le dire, m'a énormément servi pour le terrain.

Je remercie évidemment le reste du Service d'Archéologie préventive d'Amiens Métropole pour m'avoir supporté, et le mot est faible, durant six mois. En particulier, Pauline Leconte pour ses soutiens géologiques, Vivien Grisotto pour ces moments de rigolades et critiques politiques, Maël Pacaud pour toutes ces discussions sur le cinéma de Paul Verhoeven, Francesca Rapone pour m'avoir régulièrement enguirlandé en italien pour que j'aie travaillé, et bien sûr Amandine Brusselle, pour ces pauses de l'après-midi qui m'ont souvent sorti de mes élans d'insultes envers ArcGis.

Maintenant j'aimerais remercier les potos qui m'ont soutenu, fais sortir, ou même aidé dans mes raisonnements scientifiques. Thomas, pour ces longues discussions téléphoniques sur le SIG et l'archéologie en général ainsi que pour tous les délires qui ont pu en découler. Nabi, pour m'avoir largement accueilli dans le groupe du master mais aussi pour ces longues parties de BroForce que nous sommes sensés terminer un jour ou l'autre. Chloé et Guillaume avec les deux premiers loustics pour cette superbe bande-annonce et sketch en anglais. Puis en dehors de l'UPJV... Tristan, Rémi, Elodie et Benji, pour continuer à nous retrouver autour d'un, deux ou trois verres au blues ou autres parts. De nouveau Tristan pour ces discussions sur l'archéologie et ses conseils précieux sur la direction et le recadrage du mémoire. Et bien entendu je n'oublierai pas Mica, le poto ++, qui a su me soutenir sans trop en revenir sur les études. Avec qui j'ai pu passer des moments incroyables à se maudire continuellement. Et bien sur nos discussions de cinéma dont on n'arrive jamais à être d'accord sur le génie d'un auteur.

Enfin je remercie toute ma famille pour leurs soutiens indéfectibles. Des discussions d'Histoire, de fantasy-SF avec mon parrain et ma tante, aux incontournables taquineries aux cousins-cousines, je les remercie tous. Je remercie aussi mon chien, James, qui par ses fêtes et ses éternels câlins m'a toujours redonné le sourire. Bien entendu mes pensées vont surtout à ma famille toute proche, du petit frère avec qui j'ai pu sortir de l'écriture du mémoire pour parler geek, aux grands-parents qui m'ont toujours soutenu et donner des coups de pieds au... Derrière ? En particulier, papo troll, dont sa combativité depuis quelques mois m'a relancé avec ferveur dans l'écriture intensive de ses dernières semaines. Je remercie bien évidemment mes parents, qui m'ont soutenu et relu plusieurs fois en essayant de trouver les multiples fautes d'orthographe et de syntaxes.

Voilà, je crois avoir fait le tour de tout le monde et j'espère n'oublier personne, ce qui serait dommage disons-le. En tout cas je vous remercie aussi vous, lecteur, de prendre le temps de lire ce mémoire. Et puisque je suis en Histoire antique...

Bonum Legere

Introduction

Le présent document est un mémoire à un double objectif. D'une part valider une année M2 du Master Histoire et Archéologie Spécialité Antiquité et d'autre part répondre à la demande de l'équipe d'archéologue qui m'a accueilli ; définir le contexte géomorphologique des abords du site de Thézy-Glimont (80).

En effet, ce site a été abordé par le biais d'une opération l'archéologie préventive, c'est-à-dire, contrainte par les limites d'un projet d'urbanisme. Aujourd'hui, étudier un site majeur de plus de 25 h dans l'objectif d'un dépôt de dossier de fouille programmée, nécessite une étude à plus grande échelle, c'est-à-dire dans une démarche inscrite dans une perspective de géoarchéologique.

Inscrit depuis 2008 au réseau Natura 2000¹, qui rassemble les sites naturels de grandes importances à l'échelle de l'Union Européenne, les abords immédiats du site sont les marais et la vallée de l'Avre. Ils offrent un cadre exceptionnel pour l'étude des tourbières et des fonds de vallée et sont sans doute une des raisons de la localisation, de ce qui par certains de ses aspects (structures édilitaires dépôts de faune hors norme), d'un sanctuaire. Cependant l'état naturel du vallon est contrasté. Au-delà du paysage digne de l'inscription dans les inventaires nationaux et européens le paysage actuel est celui créé par les vestiges des exploitations de la tourbe. A moins de 15 kilomètres au Sud-Est d'Amiens, les villages actuels de Boves, Fouencamps, Thézy-Glimont et Hailles sont les actuels représentants d'une occupation humaine plurimillénaire. Or cette occupation n'a pu se faire que grâce aux milieux variés qu'ont créés la rivière et ses affluents. Ces milieux aussi différents que les berges, les bordures de plaine alluviale, où se développe le site archéologique, mais également les diverses incisions que la vallée a ouvert dans la craie que sont les voies d'accès au site et ou l'encaissement progressive du cours d'eau, ont créé pour les hommes un fort contraste entre des plateaux loessiques et une vallée de milieux humides. Toutefois serpentant dans les tourbières, le cours d'eau lui-même présente aujourd'hui un tracé ou se lis de multiples angles droits. De ce fait la vallée est-elle encore de nos jours « naturelle » ?

1 Fiche marais de l'Avre Natura 2000 : <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/FR2200359>

La richesse du sous-sol fait-elle une raison suffisante pour cet établissement qui associe un sanctuaire et un village d'artisan ? Dans quelle mesure la diversité floristique, mais également la diversité des richesses du sous-sol et la force de l'eau ont-elles conditionné la localisation du site ? Ceci est évident pour l'époque subactuelle et le village de Boves mais est-ce vrai dans le temps ? L'archéologie montre la mutation des relations entre les Hommes extrayant le silex dans la craie et les versants de la vallée durant le Paléolithique, mais également elle témoigne d'une activité moderne et contemporaine : le tourbage. D'autres activités ont-elles pris part entre ces deux périodes ? Ceci nécessite une enquête dont nous espérons que ce mémoire peut constituer une des bases de travail.

L'Avre, quant à elle, joint la Somme au département de l'Oise. D'une manière générale, l'étude s'effectuera dans le Nord de la France, anciennement dans la région Picardie, plus précisément dans le département de la Somme. En marge de l'océan Atlantique et de la Manche. La Picardie a toujours été une ouverture entre l'océan et l'Europe centrale, ainsi la Somme par elle-même et l'Avre auront été déterminantes dans le transport navigable du nord de la France. L'Avre se détournant de la Somme vers le Sud-Est a dû permettre le commerce avec des villes comme Roye tout en étant un accès vers le Soissonais et la Bourgogne.

La connaissance de la dynamique d'une rivière et de sa plaine alluviale peut-être primordiale pour la compréhension du site archéologique protohistorique de Thézy-Glimont fouillé par Yves Le Béchenec et le Service d'Archéologie préventive d'Amiens Métropole (SAAM), installé sur les bords de la vallée. Le site a été le déclencheur pour toutes les recherches géomorphologiques et paléoenvironnementales de ce mémoire. Devant mettre en évidence les évolutions de la vallée, ce texte ne peut qu'être une réflexion diachronique assumée.

A travers les anciens travaux et les observations de terrain, plusieurs questions se sont posées. Tout d'abord : la vallée actuelle est-elle l'héritière d'une dynamique naturelle ou anthropique ? L'exploitation des ressources a-t-elle influencé la vie écologique, fluviatile ou géologique ? Plusieurs établissements ont été répertoriés près de la rivière (Ben Redjeb T., 2013), en quoi la dynamique fluviatile a-t-elle eu une influence sur les peuplades du passé ? La présence d'un cours d'eau joignant le Sud de la Picardie a-t-elle été utilisée ? Et dans quelle mesure cela a influencé l'Avre ?

Pour répondre à cela, nous avons dû étudier plusieurs facteurs naturels et anthropiques de la vallée. De ce fait nous étudierons le remplissage du fond de vallée, la dynamique de l'Avre, ainsi que son évolution à partir de données cartographiques. Puis nous nous attarderons sur les différentes exploitations de la vallée et de ses marais au cours du temps.

I - Contextualisations

A – Géographique

De par sa situation géographique, en ouverture entre l'Europe centrale et l'Atlantique, et en frontière entre les différentes cultures européennes (Belgique, Angleterre, Allemagne et Prusse), la Picardie a été pendant longtemps un territoire contesté par les différents partis. La résultante a été un ensemble de guerres qui ont tour à tour ravagé la région.

Du point de vue géomorphologique, la Picardie a longtemps été défini par un ensemble de plaines sans topographie (Demangeon A., 1905). De nos jours nous caractérisons le territoire par un ensemble de plateaux entaillés par des vallées (Kuntz G et Dupuis C., 1972), la présence de loess tertiaire et quaternaire impose aussi un relief particulier de « dunes érodées » bien conservé dans le Ponthieu ou autour de Flixecourt à une dizaine de kilomètres au nord d'Amiens.

Dans un contexte global, nous pouvons nous enquérir de la situation climatique picarde et de ses spécificités par rapport au reste de la France. Le Nord-Ouest du pays se caractérise par un climat océanique (Godard A. et Tabeaud M., 2009), de plus contrairement à l'Est de la Picardie, l'ensemble de la Somme n'est que très peu influencé par les autres types de climat. Les conséquences sont des températures minimales et maximales proches, dû à l'inertie de température de l'océan (fig. 1). En termes de pluviométrie, la Somme reste dans la moyenne nationale, la différence notable est surtout dans la régularité d'averses. Alors que dans la moyenne nationale est aussi calculée les régions du sud caractérisées par de violentes pluies et orages durant l'été, le climat de la Somme est quant à lui différencié par un couvert nuageux et des pluies régulières (données météoFrance1, référencement site de l'incapable2).

Notre étude s'est attardée en particulier sur la vallée de l'Avre (fig. 2). Il nous semble donc indispensable d'établir les caractéristiques générales de la rivière pour le reste du mémoire. La rivière prend sa source à Amy (60) à moins de dix kilomètres au sud de Roye dans le bois de Crapeaumesnil. Au total le cours de l'Avre fait 66.2 km pour un bassin de 1150 km² (site de la DREAL³). Ses principaux affluents sont depuis sa source le Rû Saint-Firmin en rive droite à Roye, la rivière des Trois-Doms en rive gauche à Pierrepont-sur-Avre, la Braches en rive gauche à Braches, la Luce en rive droite entre Berteaucourt-les-Thennes et Thézy-Glimont et enfin la Noye en rive gauche au nord de Boves. Elle termine sa course en se déversant dans la Somme à Camon. Son débit moyen depuis 1969 est de 2,211 m³/s (banque hydrologique de France⁴)⁵, ce qui est un courant assez faible, alors qu'elle est le principal affluent de la Somme, cependant l'agence de l'eau Artois-Picardie⁶ propose un débit de 5.05 m³/s. Cela s'explique essentiellement car les données ont été relevées à Longueau, proche de la confluence avec la Somme, largement en aval de Moreuil et dont l'apport de la Luce et de la Noye ne sont pas négligeables.

Dans notre cas, nous nous contraindrons à quelques agglomérations au sud-est d'Amiens, c'est-à-dire Boves, Fouencamps et Hailles situés en rive gauche de l'Avre ainsi que Thézy-Glimont en rive droite. D'une manière générale nous étudierons les marais des bords de la rivière Avre de la commune d'Hailles au sud à la confluence avec la Noye au nord (fig. 3).

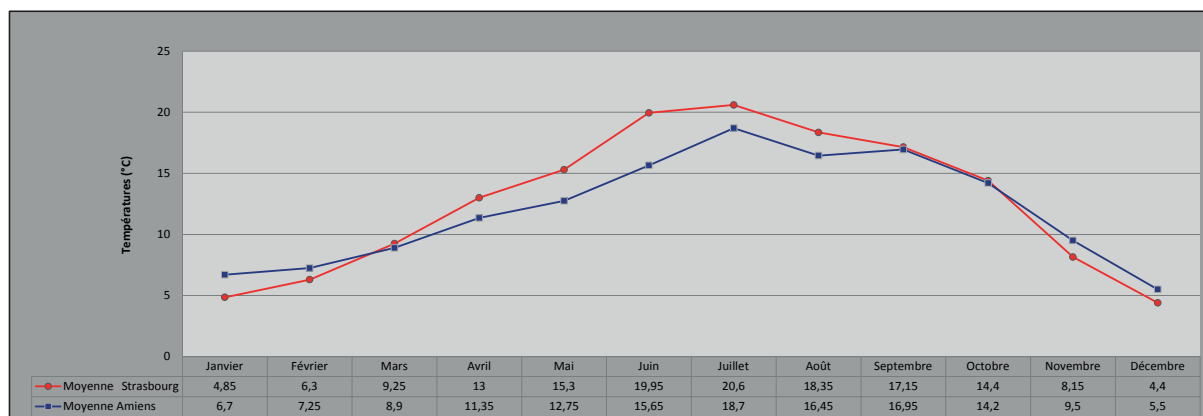


fig. 1 : Comparaison des moyennes des températures mensuelles durant l'année 2014 entre Amiens et Strasbourg (source : Site de MétéoFrance)

- 1 Site de MétéoFrance : www.meteofrance.com (consulté le 11/04/2016)
- 2 Historique météorologique d'Amiens en 2014 : www.incapable.fr/meteo-france-amiens-historique-2014 (consulté le 11/04/2016)
- 3 Site de la DREAL Hauts-de-France : www.nord-pas-de-calais-picardie.developpement-durable.gouv.fr/ (consulté le 17/03/2016)
- 4 Site de la banque HYDRO (banque hydrologique de France) : www.hydro.eaufrance.fr (consulté le 17/02/2016)
- 5 Calculé sur les débits moyens/mois de la station de Moreuil
- 6 Site de l'agence de l'eau Artois-Picardie : www.eau-artois-picardie.fr (consulté le 17/02/2016)

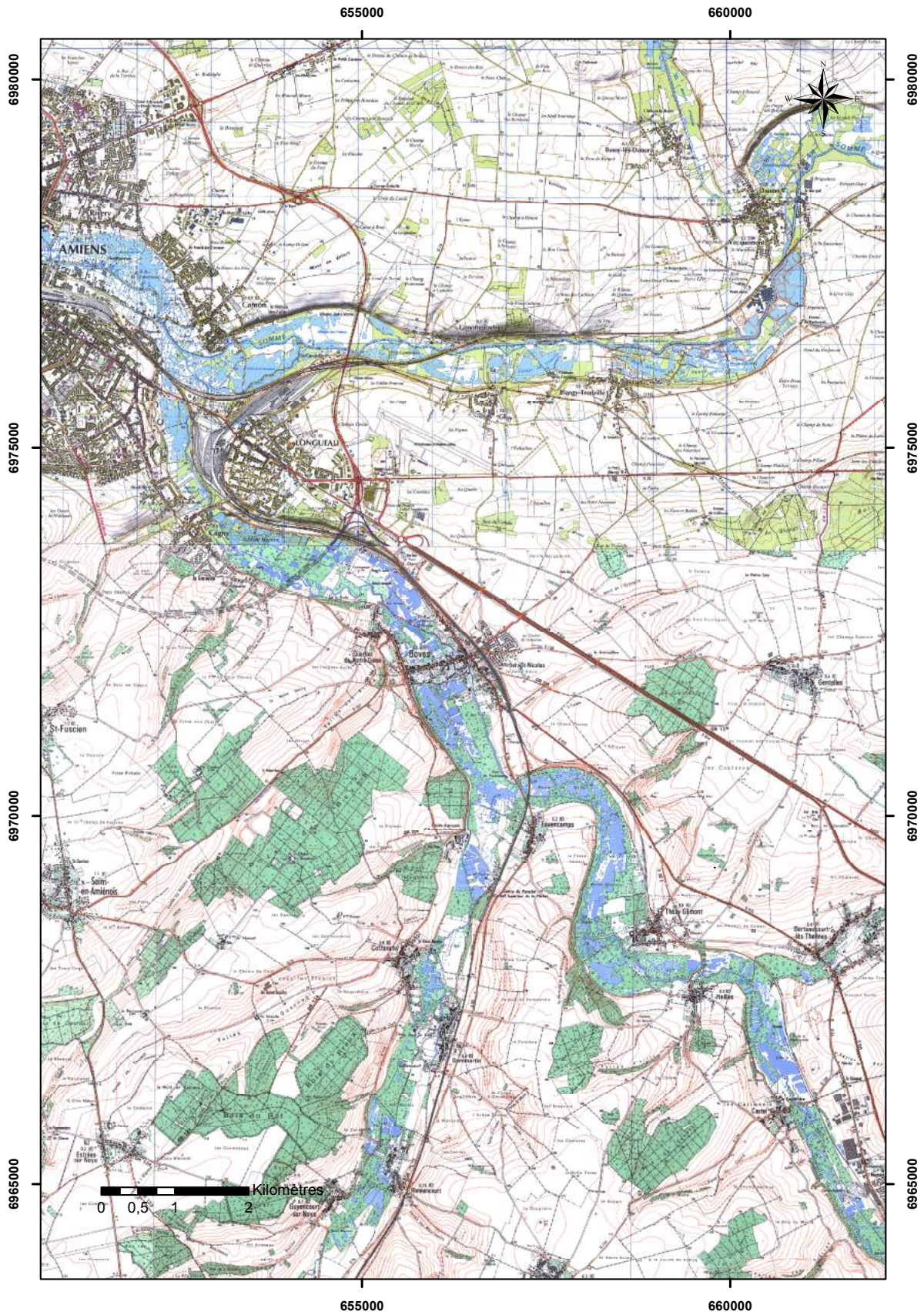


fig. 2 : Plan général de la fin de la vallée de l'Avre (fond de carte : Carte IGN 1/25000e ; CAO : A. Soudry)

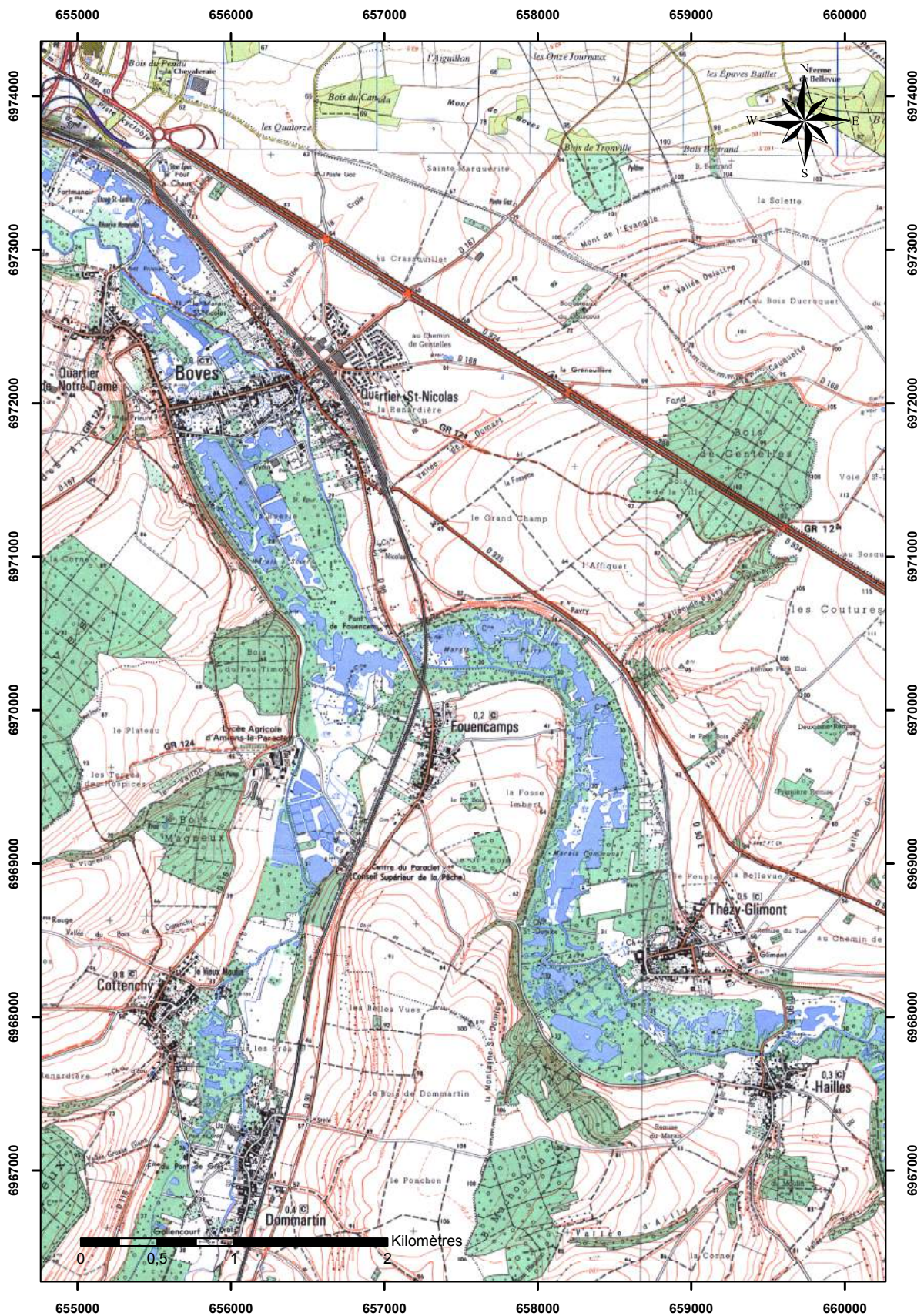


fig. 3 : Plan de la vallée de l'Avre sur la zone d'étude (fond de carte : Carte IGN 1/25000e ; CAO : A. Soudry)

B – Géologique

Nous pensons ici faire un rapide état des connaissances géologiques dans la région. De ce fait nous nous intéresserons aux formations et à la géologie structurale du bassin de Paris mais aussi les conditions de dépôts en résumant l'histoire géologique et climatique. Et pour finir nous serons à même de nous exprimer sur la formation de la tourbe et en quoi l'étude de cette dernière peut être utile quant à la détermination d'une évolution de l'environnement.

1 – Histoire géologique et climatique

Nous parlerons bien entendu ici de la géologie se trouvant essentiellement sous notre zone d'étude et depuis le début du comblement du bassin parisien durant le Mésozoïque et nous ne nous attarderons pas sur des temps plus anciens que le début du secondaire.

Tous les temps géologiques ne peuvent être abordés, soit par manque de données (de terrain ou bibliographique), soit, comme c'est le cas pour une partie du quaternaire, car l'enregistrement géologique ne correspond qu'à des changements climatiques. Nous avons préféré nous attarder sur des temps où l'influence sur notre sujet d'étude pourrait être importante.

Trias inférieur (251 – 245 Ma)

Après la structuration profonde mise en place durant le Paléozoïque, un début de sédimentation fluviale (et donc continentale) se met en place dans des petits bassins à partir de failles majeures d'axe NE-SO (Briais J., 2015)

Trias supérieur – Lias (228 – 175.6 Ma)

Dépôts enregistrant la première véritable inondation du bassin de Paris, ils sont caractérisés par des sels (Guillocheau *et al.*, 1999). L'inondation est de plus en plus importante durant le Lias où nous pouvons observer un changement progressif dans les conditions de dépôt, passant d'un système sédimentaire détritique à un système carbonaté (Briais J., 2015).

Dogger (175,6 – 161,2 Ma)

Le jurassique se caractérise par une période assez chaude dont la transgression récente, sur une région aplanie, a permis à une mer d'occuper le continent (Leroux E. et Pruvost P., 1935). C'est ainsi qu'une sédimentation d'argile-carbonaté se met en place dans le même temps et durera jusqu'à la fin du Kimméridgien (156,6 – 150,8 Ma)

Fin Aptien – Début Albien (115 – 110 Ma)

Après une émergence à la fin du Kimméridgien et la formation de calcaire et de grès à faciès de battement une mer épicontinentale peu profonde occupe de nouveau la région où se forment des sables verts supplantés par de l'argile sombre correspondant au faciès Gault (Kuntz G et Dupuis C., 1972).

Crétacé supérieur (99,6 – 65,5 Ma)

Une partie de la mer nordique s'implante dans le bassin parisien. Le rafraîchissement du climat permet ainsi la sédimentation crayeuse à base de coccolithophoridés jusqu'à la fin du crétacé (Lasseur E., 2007).

Une régression et une émergence généralisée se mettent en place durant le Sénonien. Ces dernières sont causées par des mouvements épirogéniques qui bouleversent la stabilisation des fonds sous-marins et l'invariabilité quant à l'épaisseur des dépôts crayeux. Ce n'est qu'à la toute fin du crétacé que le climat s'améliore et pose les bases du début du Cénozoïque (Broquet *et al.*, 1977).

Paléocène (65,5 – 55,8 Ma)

Le tertiaire coïncide avec la fin du comblement du bassin parisien. L'évolution géodynamique du Cénozoïque est à mettre en relation avec la convergence des plaques africaine et eurasiennne (Briaux J., 2015).

Avec l'amélioration climatique, une transgression provenant du Nord de l'Europe inonde une partie du bassin parisien et semble s'être arrêté aux alentours de Paris compte tenu que nous ne retrouvons plus d'informations dans les dépôts. En termes d'archives sédimentaires la majeure partie des sédiments proviennent du Thanétien avec le dépôt tout d'abord de sables verts puis de sables blancs qui tend à démontrer une faible profondeur d'eau et un remous assez évident. La datation de ces formations a été compliquée à réaliser du fait d'une faible conservation de fossiles ; cependant une analogie a été identifiée à partir de sables fossilifères des régions voisines. S'en suit une courte émergence durant le Thanétien supérieur confirmée par la grésification locale des sables blancs appelés aujourd'hui grès mamelonnés (Kuntz G. et Dupuis C., 1972). Nous avons pu observer ces grès dans plusieurs bâtis datant du Moyen-Âge dans la région. L'exploitation de ces grès durant la période médiévale nous paraît donc

incontestable. Dans ce même temps, se sédimentent des calcaires rubanés à stipes de Palmiers dans des lagons ou des lacs, environnementalement parlant, dans un contexte d'étendues d'eau de faible profondeur protégé de l'action des vagues et de la houle (Reineck H.-E. et Singh I.-B., 1980).

Eocène (55,8 – 33,9 Ma)

Les dépôts marins initiés durant le Paléocène se poursuivent jusqu'à la fin du Lutécien. Cependant les faciès de grès à Nummulites, pouvant être retrouvés au quartier Saint-Acheul d'Amiens (Delambre L., 1904), nous fait penser à une formation plus mouvementée ou du moins à un certain battement des eaux durant l'Eocène.

La géologie régionale est ensuite mal connue en l'absence de dépôts bien datés (Kuntz G. et Dupuis C., 1972).

Pliocène (5,332 – 2,588 Ma)

Après un soulèvement généralisé de tout le bassin parisien à la fin du Cénozoïque, apparait un fleuve, ancêtre de la Somme, dont son bassin versant était beaucoup plus étendu que le fleuve que nous connaissons. Pour donner un ordre de grandeur, il a été retrouvé au niveau du quartier Saint-Acheul à Amiens, des galets des Ardennes au sein des alluvions anciennes (Commont V., 1912). Toutefois les premières incisions de la vallée de la Somme du Pléistocène ne sont pas directement liées à ce soulèvement.

Fin Biber et Donau (2,588 – 1,8 Ma)

La fin du Biber marque l'arrêt du soulèvement du bassin de Paris. C'est aussi durant ces périodes que vont se mettre en place les premières incisions de la vallée de la Somme.

Günz (1,8 Ma – 880000 BP)

Ce temps géologique est représenté essentiellement au niveau de la très haute terrasse de la Somme définie par Franck Bourdier (Bourdier F., 1969). Le Günz I se définit par des graviers mal stratifiés à la base de la formation qui se transforment en silts sableux hydromorphe à lits de granules de craie. Nous pouvons aussi y retrouver de la faune caractéristique des zones tempérées (Kuntz G. et Dupuis C., 1972) comme le cyclostome élégant (*Pomatias elegans*). Le refroidissement progressif du Günz II a permis de mettre en place des loëss à mollusques caractéristiques des zones froides, comme les *Pupilla muscorum* et les *Pupilla alpicola* que nous retrouvons encore aujourd'hui dans les hauts-plateaux Suisses (de Charpentier J., 1837) ainsi que des dents de lemmings à collier (*Dicrostonyx sp.*) aujourd'hui présent dans les pays nordiques (Bourdier F. *et al.*,

1969).

Saalien (300000-130000 BP)

Un système de sédimentation semi-aérien a été mis en place durant le Saalien. Les dépôts, très généreux en restes fauniques, sont observables dans la carrière de Cagny-la-Garenne sous la forme de limons loessoïdes jaunes francs (Kuntz G. *et al.*, 1982). Dans le même temps la dynamique fluviale de la Somme se présente dans un système en tresse assez rectiligne à fort débit. La résultante est une couche de graviers hydromorphes visibles dans les environs de Caours (Antoine P. *et al.*, 2006)

Eemien (130000 – 100000 BP)

Caractérisé par une courte inter-glaciation, la bibliographie ne présente qu'un sol de décalcification supérieur dans les fonds de vallée (Bourdier F. *et al.*, 1974) correspondant au « limon fendillé » (Ladrière J., 1980 ; Bourdier F. *et al.*, 1974) dans le reste de la région. La possibilité d'une coulée de craie solifluée est à envisager.

Weichsélien (100000 – 22000 BP)

Temps de la dernière phase de glaciation du quaternaire jusqu'aux environs de 10000 BP, elle contiendra la plupart des périodes suivantes. De ce fait, ici, nous allons juste nous intéresser aux restes des périodes les plus anciennes du Würm.

Ainsi, il a été attesté dans l'ancienne briqueterie de Sourdon la présence d'un limon à réseau polygonal correspondant à des pseudomorphoses de coins de glace (Kuntz G., *et al.*, 1982) à mettre en relation avec l'installation du pergélisol.

De même la sédimentation d'un système fluviale en tresse mise en place précédemment continue son cours. On peut d'ailleurs y voir une certaine force de courant par le fait, que les barres délimitant les chenaux sont formées de graviers, caractéristiques des fleuves d'Europe du Nord de cette époque (Mol J., 1997). De nos jours, la plupart de fleuves de France présentant un système en tresse forment des barres constituées essentiellement de sable. Nous pouvons y voir ici un courant assez fort pour déplacer et déposer des graviers.

Pléniglaciaire supérieur (22000-15000 BP)

La dernière phase de la glaciation du Weichsélien est caractérisée par une forte extension des dépôts loessiques (Sommé J., 1975), recouvrant les graviers fluviaux plus anciens dans la plaine alluviale, sous la forme d'une couverture continue sur les versants et les plateaux via l'action du vent Est et Sud-Est. La limite, très nette entre ces loess et les graviers, démontre la fin de la sédimentation fluviale des chenaux en tresse avant le

dépôt des loess. Ces formations sont caractéristiques des périodes froides et très sèches dont la sédimentation se développe sous les effets éoliens (Antoine P., 1993). Nous pouvons y corréler ici les loess de couverture de la zone sableuse de Belgique et des Pays-Bas (Paepe R. et Sommé J., 1970).

Les chenaux du système en tresse se sont vu migrer latéralement au niveau de la basse terrasse à cause d'une pollution d'éléments autochtones, ce qui amène un flux sédimentaire assez hétérogène. Ainsi nous pouvons voir apparaître des granules de craie, de sable et de petits éclats de silex géoliffractés d'époques plus anciennes dans la sédimentation fluviale (Antoine P., 1989), confirmant une dynamique dominée par les crues (Antoine P. *et al.*, 2000).

Une légère amélioration climatique se perçoit à la toute fin du Pléniglaciaire voire au tout début du Tardiglaciaire à partir des données malacologiques et palynologiques (Antoine P., 1997). En effet il est possible de retrouver certaines espèces de gastéropode (*Vallonia costata* et *Vallonia puloella*) supportant assez peu le froid et qui n'auraient pu survivre aux périodes froides du Pléniglaciaire (Limondin N., 1995). Les études palynologiques appuient également cette thèse avec une reconstitution environnementale assez humide et peu colonisée par les arbres (principalement *Betula* et *Salix*), dominée par les herbacées (*Aremisia*) et les fougères (*Dryopteris*) (Lambay L., 1993).

Transition Pléniglaciaire-Tardiglaciaire et début Tardiglaciaire : Dryas I-Bølling (15000-11800 BP)

Un léger réchauffement se démarque durant le Dryas I, les petits glaciers disparaissent. Cependant, nous restons encore à une température de 4 à 6°C de moins qu'aujourd'hui. D'ailleurs la végétation steppique de climat froid reste prédominante avec, sur le maigre sol des plateaux, la continuité d'herbacées héliophile comme les Armoises, les Graminées et les Hélianthes. Cependant la légère amélioration climatique nous est indiquée par l'apparition d'un couvert végétal plus fourni de bouleaux, pins et saules. Mais ceux-ci restent globalement minoritaires et se présentent sous forme de rares bouquets d'arbres (Richard H., 1988).

Le début du Bølling se caractérise par une incision majeure dans les moyennes et basses terrasses de la Somme dû à l'amélioration rapide du climat. (Antoine P., 1993 ; Lefebvre D. *et al.*, 1994) et à une augmentation forte de liquide à l'inverse de l'apport de part solide (Morisawa M., 1995). S'en suit la transformation de la morphologie des chenaux, passant ainsi d'un système en tresse à un système de chenal unique méandrique sinueux (Antoine P. *et al.* 2000). Cependant, ce changement s'effectue par des phases transitoires de plusieurs chenaux stables, rectilignes, aux environs de 13000 BP (Vanderberg J. *et al.*, 1994). Dans la plaine alluviale de la Selle à Conty, trois chenaux distincts, présentant peu d'asymétrie, ont été retrouvés. La taille de ces chenaux varie de 50 à 100 mètres de large pour une profondeur de deux à trois mètres. Les premiers comblements ont été datés du Bølling (12370 +/- 70 BP) (Antoine P., 1997).

En parallèle les sols se développent progressivement, ce qui sous-entend une

stabilisation des versants en s'enrichissant d'humus et de la dynamique fluviale. Ce raffermissement des versants est sûrement une des causes de l'incision du Tardiglaciaire. Rappelons que celle-ci est due à un accroissement fort du débit et une diminution des apports consistants (Morisawa M., 1995). De ce fait dans la Somme la stabilisation des versants a permis de diminuer les apports provenant des versants, à contrario des apports fluviaux provenant essentiellement des crues et débâcles printanières (Antoine P., 1993).

Le sol, ainsi créé, influence l'installation progressive d'un écosystème dont nous pouvons en retrouver les traces à travers la croissance du nombre de pollen dans des accumulations tourbeuses composées foncièrement de plantes arbustives (*Betula*, *Salix* et *Juniperus*) depuis la base jusqu'au sommet du comblement, typique du Bølling, et de poacés héliophiles (*Artemisia*) (Richard H., 1988). Sur la fin du comblement tourbeux peut être observé un accroissement du débit des rivières et une réduction de la charge sédimentaire, certainement initié par une sédimentation éolienne moins importante, un environnement de plus en plus humide, un climat moins contrasté et possiblement la fonte du pergélisol. Ce n'est qu'après les incisions dans la vallée et une régularisation du paysage que va se développer la végétation, qui elle-même permet une meilleure stabilisation des vallées. Cette écologie est caractéristique d'étendues steppiques (Antoine P., *et al.*, 2000).

A la fin du Bølling, l'arrêt brutal de la sédimentation tourbeuse est remplacé par des dépôts de limons calcaires fluviaux dû à une remobilisation des versants au Dryas II, ce qui paraît logique au vu de l'évolution des chenaux. Nous pouvons aussi noter une plus forte présence des poacés au détriment des espèces arbustives (Antoine P. *et al.*, 2000) et d'une diminution de la température avant le début de l'Allerød.

Allerød (11800-10800 BP)

Dans la moyenne vallée de la Somme, que nous allons étudier postérieurement, l'Allerød est la période la plus fréquemment enregistrée. Elle se caractérise par un sol faiblement humifère (1 à 2% de matière organique), aussi appelé sol cumulique, développé en bas de versant, dans les parties externes des plaines alluviales, et en bordure des dômes graveleux à partir des apports ruisselés des versants à granules de craie (Antoine P. *et al.*, 2000) (fig. 4).

L'accumulation de ce sol a permis d'observer une évolution de contexte tout au long de l'Allerød (Munaut A.-V., 1974). De ce fait, la première phase est définie par une forêt claire à bouleaux, la deuxième par une forêt de pin (Richard H., 1988). Ces observations ont été opérées dans la vallée de l'Acon et de la Selle à Conty. Ce changement écologique indique une transition d'un environnement purement forestier à un climat plus océanique, appuyé par l'apparition de certains animaux comme le cerf, le sanglier, le chevreuil et l'auroch (Commont V., 1913) ainsi qu'*Helicopsis striata*, petit mollusque considéré comme espèce repère de cette période (Munaut A.-V., 1974).

Au niveau de la dynamique fluviale, le chenal unique à méandre imposé durant

le Bølling est toujours en vigueur. Pourtant nous pouvons observer une dominance de sédimentation par des dépôts de débordement, caractérisés par des limons-calcaires de décantation sur les bords de la plaine alluviale. Ces débordements traduisent d'une forte sédimentation alluviale et d'une forte mobilisation des versants qui n'ont toujours pas été observés pour le Bølling. Nous pouvons considérer, ici, un déplacement latéral des chenaux dû à l'apport beaucoup plus important de sédiment provenant des versants que durant le Tardiglaciaire (Morisawa M., 1995). Cela indique un climat plus rigoureux et sûrement un déclin de la végétation pour stabiliser les versants. Toutefois, ce système a été entrecoupé par deux phases majeures observées à Conty qui correspondent à des stabilisations de la plaine alluviale. En effet, la présence d'horizons organiques bioturbés, appuyée par une augmentation de carbone organique, a été attestée dans la vallée (Antoine P., 1993).

Dryas récent (10800-10300 BP)

Caractérisé par un climat froid, une érosion latérale du chenal se met en place dès le début de la période. Elle est accompagnée par un comblement de limons calcaires (sur un mètre en moyenne) dans l'ensemble des fonds de vallée. Ces limons, essentiellement alimentés par la gélifraction des versants crayeux (CaCO_3 : 50 à 70%), se sont sûrement concentrés dans les fonds de vallée au moment des fontes de la couverture neigeuse au printemps (Vendenbergh J. *et al.*, 1987). Cependant, ces derniers ont subi de sérieuses bioturbations principalement par les herbacées qui ont colonisé les limons au fur et à mesure de leur sédimentation. Au niveau des faciès sédimentaires, nous restons dans des limons à *Trichia*, qui de par l'érosion des versants et de la dynamique fluviale se sont vu ajouter des sables calcaires lités avec des intercalations de couches à granules de craie, petits silex et lits de mollusques ainsi que des bois flottés (Antoine P., 1997).

La péjoration climatique a permis une nouvelle phase de développement de la végétation. De ce fait les études palynologiques nous apportent des connaissances supplémentaires sur la vallée de la Somme. Pareillement, l'écologie locale concordait à de la steppe froide, fortement humide, voire localement marécageuse, dominée par les herbacées mais dont les arbres (principalement bouleaux et pins) se maintiennent entre 20 et 50% de la population végétale (Lambay L., 1993 ; Antoine P., 1997).

Durant le Dryas récent, nous restons dans une dynamique fluviale dominée par les crues, cependant moins fortes que pour l'Allerød, mais dont la géométrie correspond à des chenaux uniques, très stables, à méandres dont certains endroits font plus d'une centaine de mètres de large. Cette hypothèse est appuyée par le fait que les chenaux du Dryas récent ont été largement incisés durant le début de l'Holocène et nous en retrouvons que peu de trace. De ce fait, nous pouvons y voir une stabilité quant au tracé des chenaux entre le Dryas et l'Holocène.

Transition Dryas récent-Préboréal et le Préboréal (10300-8800 BP)

La rapide amélioration du climat au début du Préboréal se démarque par une deuxième phase d'incision importante dans le système du chenal précédent, et atteint sa profondeur maximale, ôtant une partie des limons calcaires du Dryas III. Les nouveaux chenaux ont donc façonné une nouvelle topographie des fonds de vallée, où se sont établis les dernières occupations du Paléolithique supérieur final datées de 10000 à 9800 BP. Les apports archéozoologiques nous indiquent un milieu relativement ouvert avec la présence du cheval, de l'auroch ou du cerf au début du Préboréal (Fagnart J.-P., 1993).

Les premiers dépôts sédimentaires correspondent à une sédimentation hydromorphe à forte charge de matière organique. L'importante augmentation de cette concentration organique, provenant essentiellement de restes végétaux (10 à 15%) dans le sédiment limoneux des versants, est sûrement liée à l'amélioration du climat et donc à l'augmentation du couvert végétal. De plus, la dynamique de rivière correspond à un système de débordements et de décantations périodiques (Antoine P. *et al.*, 2000) qui aboutit à un rehaussement et une régularisation graduelle des fonds de vallée (fig. 4).

Par la suite, le ralentissement du débit et l'amincissement des chenaux s'expriment par l'apparition des premières tourbes. Il est à noter que, dans la moyenne terrasse, ces tourbes se sont accumulées depuis le début du Préboréal avec la présence de pollen spécifique à l'environnement de tourbière (Reckinger F. et Munaut A.-V., 1995).

L'évolution de l'écologie végétale est de plus en plus forestier, passant de milieux largement dominés par les herbacées, les pins et les bouleaux (10300 à 9500 BP) jusqu'à des milieux où le noisetier prédomine à partir de 9500 BP (Reckinger F. et Munaut A.-V., 1995). De sorte, que bien que l'organisation végétale ait largement évolué ; le climat et l'environnement quant à eux restent dans leurs globalités assez froid et humide ce qui limite l'extension des essences thermophiles.

Le Boréal (8800 – 6900 BP)

C'est durant cette période que se développent véritablement les tourbes dans l'ensemble des vallées. Cette extension entraîne donc un comblement des fonds de vallée avec la disparition progressive de la chenalisation précédente. Par le colmatage et le comblement tourbeux, les chenaux ont migré latéralement vers les bordures des tourbières, en marge des versants. Nous pouvons ainsi retrouver un dépôt de limon organique qui, à cause du comblement tourbeux, migre de plus en plus vers le bord de la vallée (fig. 5). Cependant, il a été observé dans la vallée de la Selle un seul chenal (légèrement moins développé qu'au Préboréal), défini par des limons organiques lités à débris de végétaux et de mollusques aquatiques. Ce qui est sûrement lié à une pente plus forte du profil longitudinal.

La mise en place rapide du Noisetier déjà abordé durant le Préboréal élimine largement les forêts de Pins et de Bouleaux. Cependant, par le réchauffement continue de la période, la deuxième moitié du Boréal se caractérise par l'extension de végétaux plus adaptés à un climat tempéré. De ce fait, les forêts sont donc dominées par les Chênes, les Ormes, les Tilleuls et les Frènes.

L'Atlantique (6900-4700 BP)

Cette période est difficilement observable dans la vallée de la Somme. Seuls deux transepts ont permis d'en définir les caractéristiques (La Chaussée-Tirancourt et Etouvie).

La limite entre le Boréal et l'Atlantique se trouvant dans la tourbe, il est difficile stratigraphiquement de savoir quand commence l'Atlantique. Toutefois, cette information nous prouve qu'il n'y a pas de changements majeurs rapides durant la transition. C'est d'ailleurs que vers 6040 +/- 50 BP que nous pouvons observer la fin de la sédimentation tourbeuse dans la vallée de la Somme suivie d'une érosion et incision d'un large chenal caractérisé par des limons fluviaux organiques finement lités à nombreux débris de végétaux. Ce changement de dynamique date d'entre 6000 et 5500 BP.

Pour cette époque, les études palynologiques démontrent tout d'abord une période prospère de l'Aulne et la disparition des derniers Pins. Dans certaines régions il est facile d'observer les installations fleurissantes des « chênaies-mixte » formées de Chênes, Ormes, Tilleuls, Frênes et Erables. Dans un second temps le Sapin fait son apparition ; dans certaines régions l'espèce sera largement représentée. La fin de l'Atlantique est caractérisée par les arrivées du Hêtre et de l'Épicéa (Richard H., 1988). Cependant, il est souvent observé une extension massive tout au long de la période des espèces céréalières aux dépens des espèces forestières comme l'Orme aux environs de 5300 BP (Reckinger F. et Munaut A.-V., 1995). Nous pouvons donc poser l'hypothèse que ce changement de dynamique soit lié à la déforestation de l'Homme au Néolithique. Néanmoins, ces cultures céréalières ne prennent vraiment de l'importance qu'au cours du Subatlantique.

Subboréal (4700 – 2700 BP)

Le climat plus océanique conduit à une régression des « chênaies-mixte » pour laisser la place au Hêtre dans nos régions et au sapin sur les reliefs. Il est à noter dans les régions plus continentales que c'est souvent l'Épicéa qui remplace les « chênaies-mixte ». Le déboisement observé durant l'Atlantique se poursuit largement durant le Subboréal (Richard. H., 1988).

Subatlantique (2700 BP – Présent)

Un sondage à Pont-de-Metz au début du siècle a permis de mettre en évidence un classement chronologique des alluvions récentes que nous aurons l'occasion d'étudier au cours de ce mémoire. Les alluvions anciennes, comme nous l'avons déjà établis, sont composées principalement d'éléments grossiers, tel des gros graviers et du sable glaiseux. Par la suite se sont installées une vase glaiseuse calcaire blanche et de la tourbe durant l'Age du Bronze. Les alluvions modernes gauloises correspondent à des tufs coquillers, caractéristiques d'un milieu aquatique peu profond, souvent formés aux émergences de

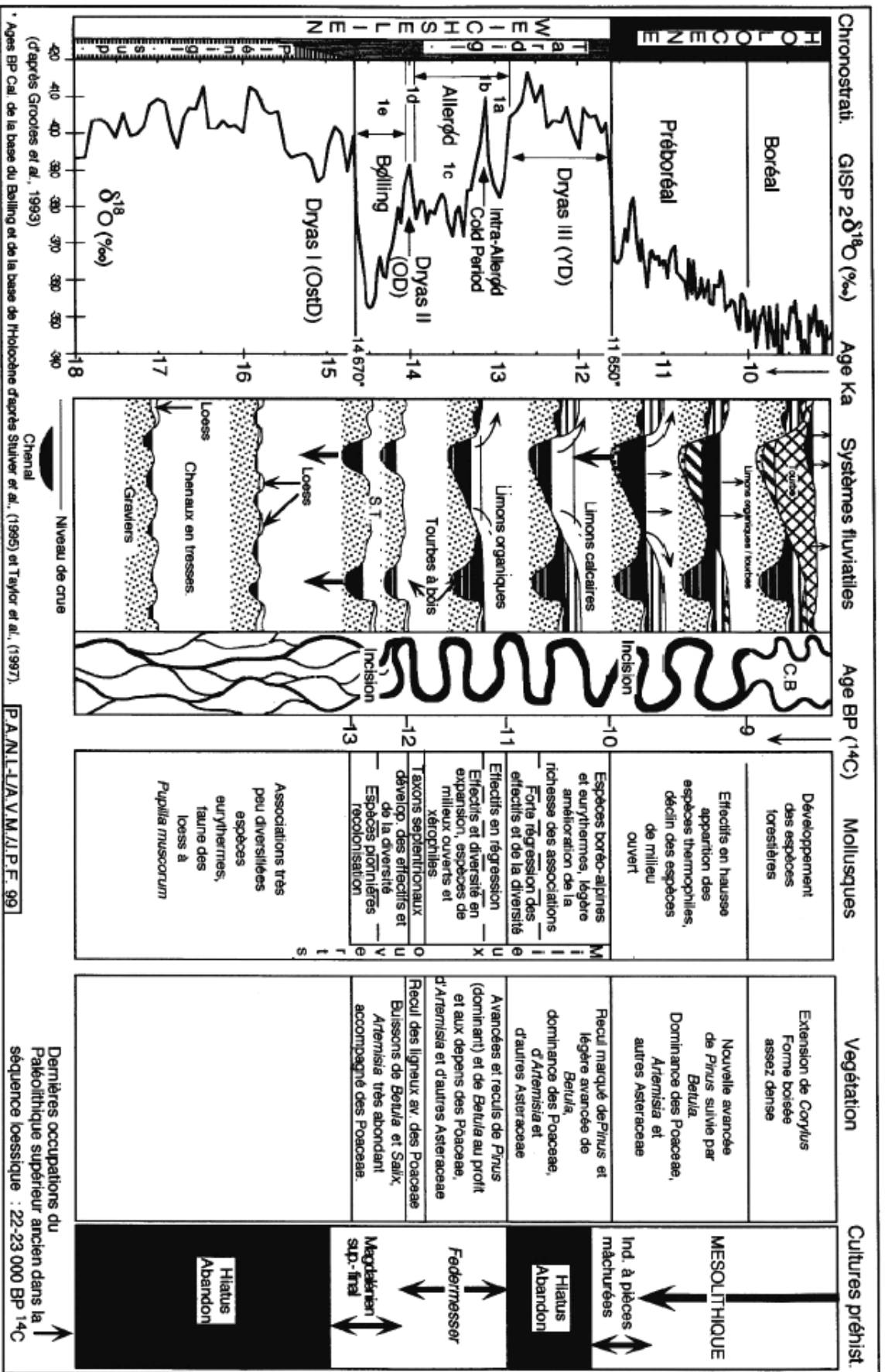


fig. 4: Modification des environnements et évolution du peuplement préhistorique dans les fonds de vallée du bassin de la Somme au Tardiglaciaire (source : Antoine P. et al., 2000)

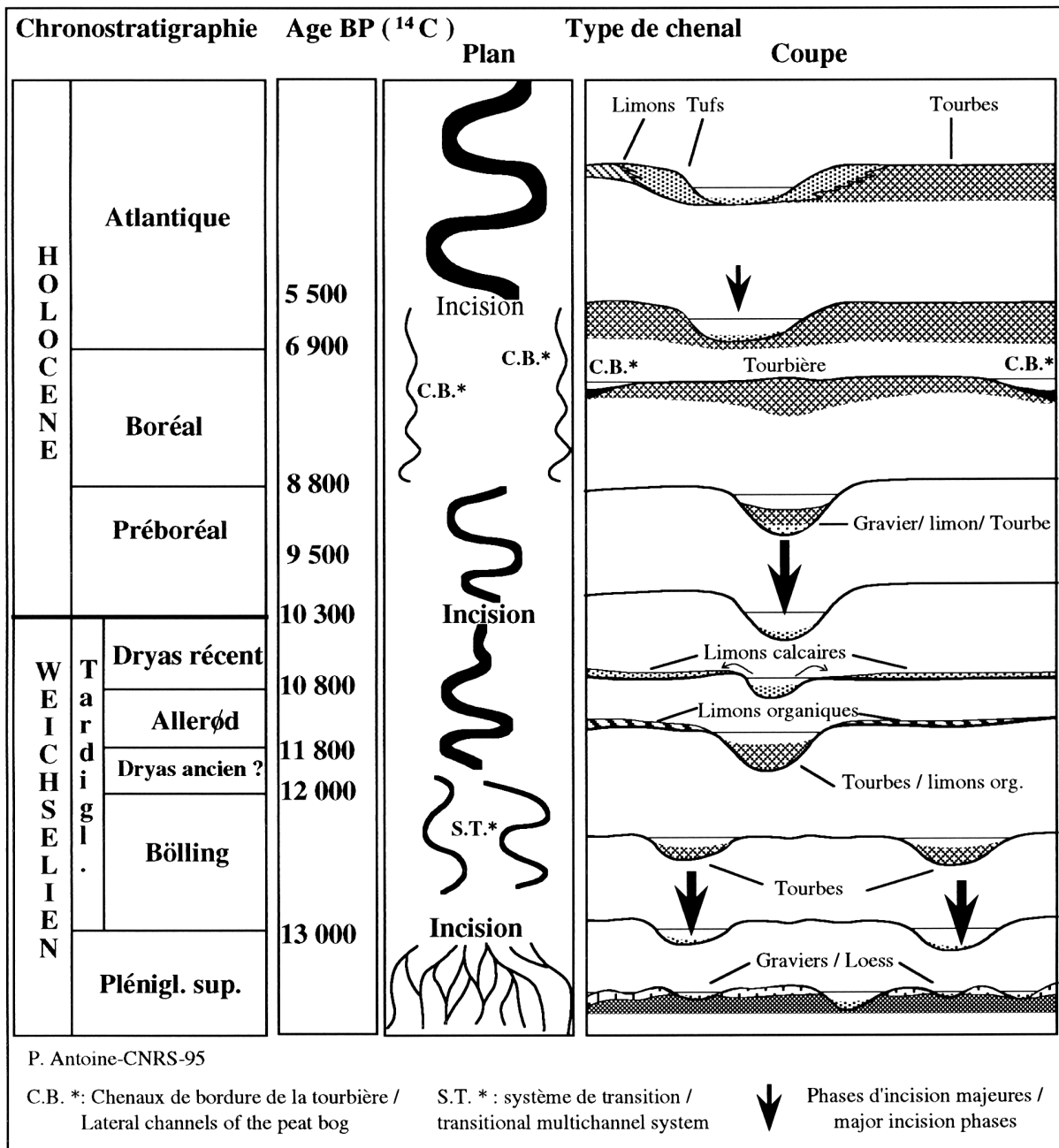


fig. 5 : Evolution de la morphologie fluviale des cours d'eau du bassin de la Somme entre la fin du Pléniglaciaire weichsélien et le milieu de l'Atlantique (source : Antoine P., 1997)

source ou de petites cascades permettant la précipitation des carbonates activées par les turbulences et la perte de CO₂ (Foucaut A. et Raoult J.-F., 2010). A la fin de la période romaine, le climat, devenu plus rigoureux, une sédimentation plus fine se met en place avec de la vase calcaire grise et des sables calcaires tourbeux coquillers. Il est à noter l'introduction probable du Noyer et du Châtaigner par les romains et l'apparition du Charme provenant de l'Est (Richard H., 1988). Par la suite il est possible que l'optimum climatique médiéval et le petit âge glaciaire aient eu une influence quant à la sédimentation de l'époque ; c'est d'ailleurs un des propos que ce mémoire a été proposé.

2 – Géologie Régionale

Dans cette sous-partie nous aborderons les principales structures géologiques, que ce soit en termes de dépôts ou structurale, lesquelles nous pourrions retrouver dans la région et plus globalement dans le bassin de Paris. Nous nous attarderons plus particulièrement sur la craie pour en appréhender les principales qualités.

Les différentes résolutions

La résolution d'étude aura une influence notable quant à la validité des résultats. Nous pensons rester dans une résolution assez large pour la géologie bien au-delà de notre zone d'étude pour plusieurs raisons. La première étant que la mise en place des couches géologiques majeures est à une échelle beaucoup plus large qu'un simple site archéologique en question. Et deuxièmement, une grande partie des déformations et des failles autour de notre zone sont liées à des événements qui ont eu lieu à plusieurs centaines de kilomètres, il nous paraît donc logique d'aborder cette géologie structurale et la mise en place des dépôts lithiques à l'échelle régionale voir du bassin de Paris.

Cependant, nous affinerons cette résolution pour les dépôts quaternaires dont le principe de continuité est beaucoup moins appréciable à grande échelle. Nous serons donc amenés à discuter de cette mise en place des tourbes quasi-uniquement qu'au niveau de la vallée de la Somme et de l'Avre. Il faut cependant garder à l'esprit que des événements (souvent climatiques) à grande échelle régissent cette mise en place des vallées et que par ailleurs nous pouvons retrouver dans pratiquement tout le Nord de l'Europe.

Géologie structurale

Le bassin de Paris, considéré comme étant un bassin intercratonique de subsidence thermique depuis l'ère secondaire. En effet ce talweg est encerclé par les grands massifs hercyniens qu'est le massif armoricain au sud-ouest, le massif central au

sud, les Vosges à l'est et le massif des Ardennes au nord-ouest. Ce bassin est aussi limité par les seuils du Poitou au sud et de la Bourgogne au sud-est (fig. 6).

D'après John Tuzo Wilson (Wilson J.-T., 1963 ; Wilson J.-T., 1965 ; Wilson J.-T., 1966), la Terre a subi plusieurs cycles de super continents tel la Pangée. Ce travail a permis de mettre en évidence la création et la disparition d'océan. La structure profonde du bassin parisien est héritée de toute cette tectonique des plaques. En effet, les chaînes varisques que nous venons d'aborder ont été érigées à partir de la collision du Gondwana au sud et d'Avalonia au nord (fig. 7).

Cependant ces processus sont encore assez mal compris de nos jours. Pourtant plusieurs anomalies ont été recensées au niveau du manteau supérieur. Découvertes à partir de sismographie par vitesse de propagation des ondes P, elles sont dirigées NO-SE et correspondent à la zone de suture hercynienne nord. La plus importante étant la paléo-suture sous la faille de Bray (Briais J., 2015). D'autres, toujours de direction NO-SE, ont été découvertes dans la lithosphère à partir des relevés magnétiques, c'est le cas par exemple le long de la faille de la Seine (Lacombe O. et Obert D., 2000). Il existe ainsi deux types de subsidence au niveau du bassin de Paris. Tout d'abord thermique, dite à long terme (Guillocheau F., *et al.*, 1999), avec en premier lieu en domaine subsident jusqu'à la séparation KT puis en surrection liée à l'orogénèse alpine (Pomerol C., 1989). Il existe aussi une subsidence thermique dite à moyen terme faisant appel aux contraintes de bordures de plaques (Guillocheau F., *et al.*, 2000), accélérant ou décélérant la subsidence à long terme (Briais J., 2015).

Plus localement le Nord de la France dénombre un certain nombre de déformations des structures du secondaire (le tertiaire étant assez peu présent au Nord de la faille de Bray). Dans l'ensemble, le bassin de Paris est un large synclinal (fig. 8) des formations du Mésozoïque et du Cénozoïque (Briais J., 2015). Cependant à une plus fine résolution nous observons plusieurs plissements souvent en lien avec des failles mineures NO-SE au niveau des cours d'eau comme la Bresle, la Somme, l'Authie ou le Canche (Barhoum S., 2015). Ces plissements synclinaux (synclinal de la Somme et synclinal du Canche) et anticlinaux (anticlinal du Ponthieu et de l'Artois) peuvent avoir plusieurs explications. La première étant une tectonique faible aux directions multiples comme nous le supposons pour le synclinal faillé de la Somme mais qui peut aussi s'expliquer par la paléotopographie sous-marine lors du dépôt secondaire. Nous pouvons aussi établir que la tectonique hercynienne a influencé la sédimentation durant le Crétacé et le Paléocène, car nous pouvons observer une « phase cassante » affectant les terrains de ces âges. D'ailleurs certaines failles ont dû rejouer au Quaternaire (Broquet P., *et al.*, 1977). Il faut toutefois indiquer que ce bassin est toutefois particulièrement stable, le moho restant toujours à environ 35 kilomètres de profondeur (fig. 9).

La craie

La craie est une roche sédimentaire de remplissage d'un bassin. Il a été estimé une profondeur marine d'environ 3000 à 4000 mètres (Briais J., 2015). Elle est formée quasi-totalement de *cocolithophoridés* (phytoplancton unicellulaire pélagique produisant



fig. 6: Carte géologique du bassin parisien (fond de carte : Carte géologique 1/1000000 de la France (BRGM) : CAO : A. Soudry)

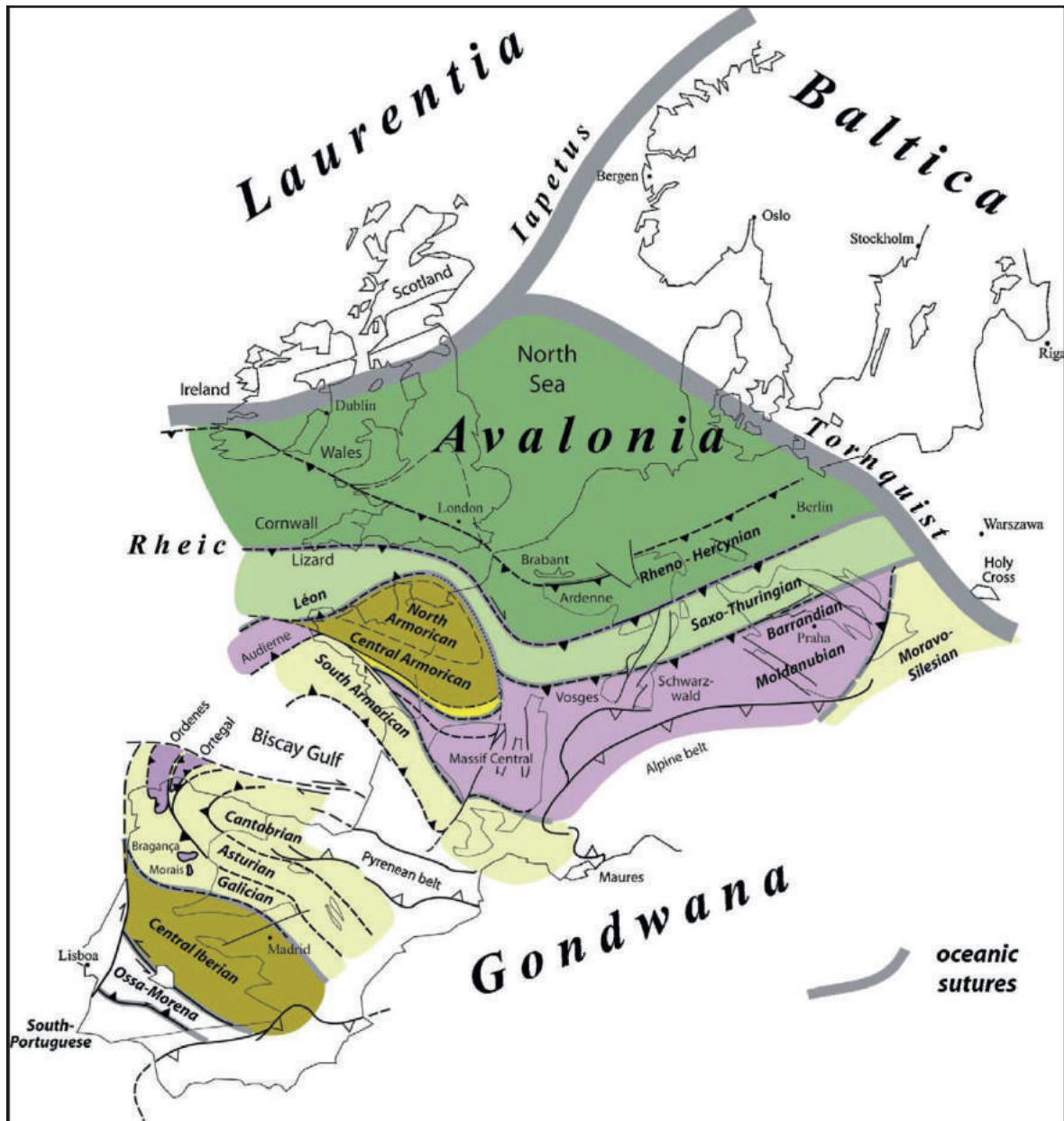


fig. 7 : Carte des différentes zones au sein de la chaîne varisque et des principales plaques tectoniques (source : Briaux J., 2015)

ou des « plaques » de CaCO_3 formant la cocosphère (Foucault A. et Raoult J.-F., 2010)) par accumulation des plaques discoïdales sur le fond marin après la mort de l'individu. La craie composée à 90% de calcite et de possible dolomies (jusqu'à 10%). Elle peut aussi contenir des nodules siliceux, comme les silex et des lits de sable, ou même ferreux avec des nodules de marcassite. Pour les fossiles, nous pouvons retrouver une large gamme de microfaune comme les foraminifères, mais aussi selon la localité des inocérames, des échinodermes ou encore des éponges... En règle générale, la pierre est blanche ou de teintes assez proches, la granulométrie est fine (entre 1 et 10 μm), tendre, friable et souvent poreuse. Il n'y a pas ou très peu de ciment de calcite d'où la friabilité de la roche (Barhoum S., 2015 ; Foucault A. et Raoult J.-F., 2010).

Caractéristiques physiques : minéralogie

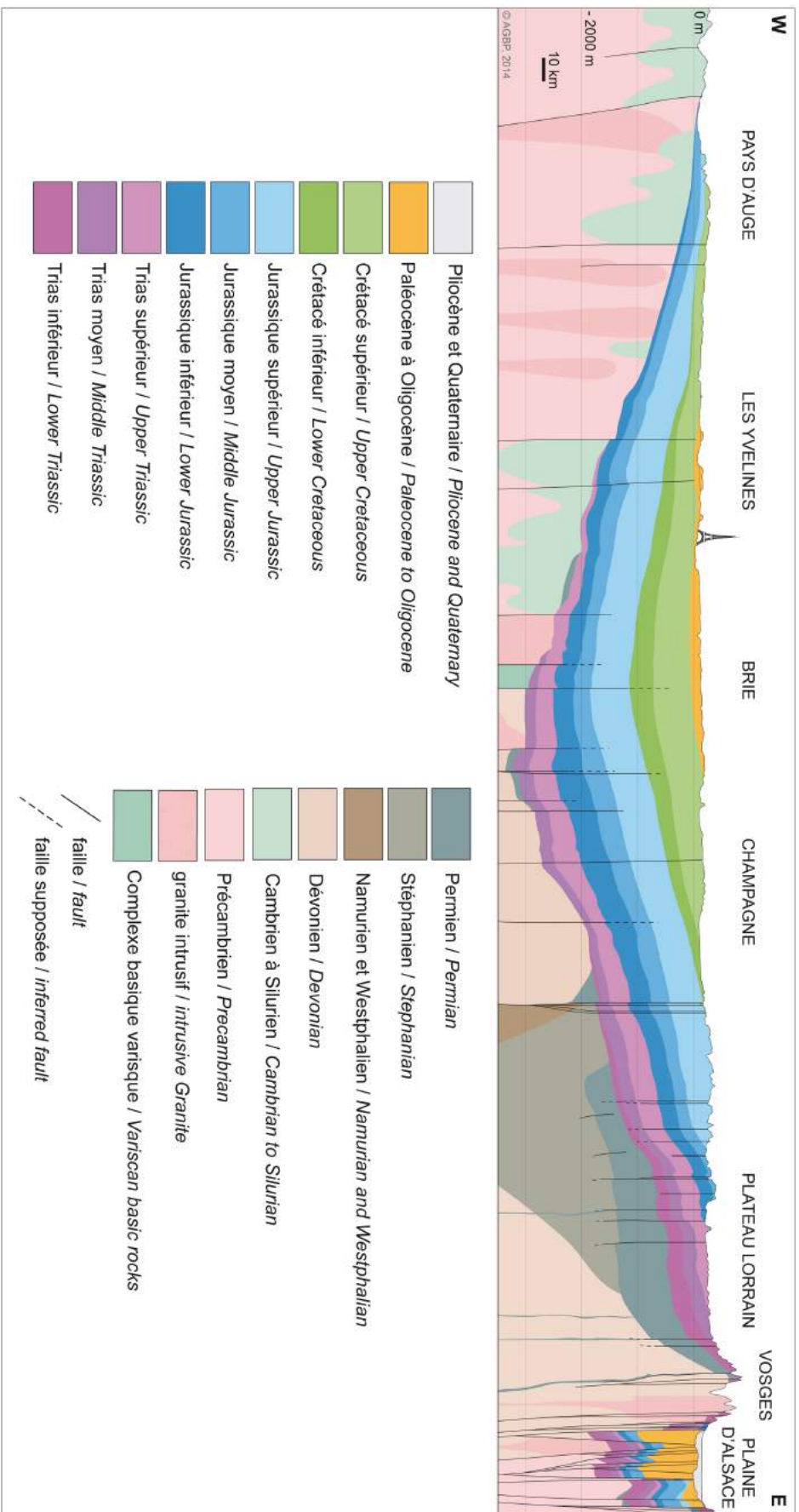


fig. 8: Coupe géologique Est-Ouest du bassin de Paris (Source : BRGM)

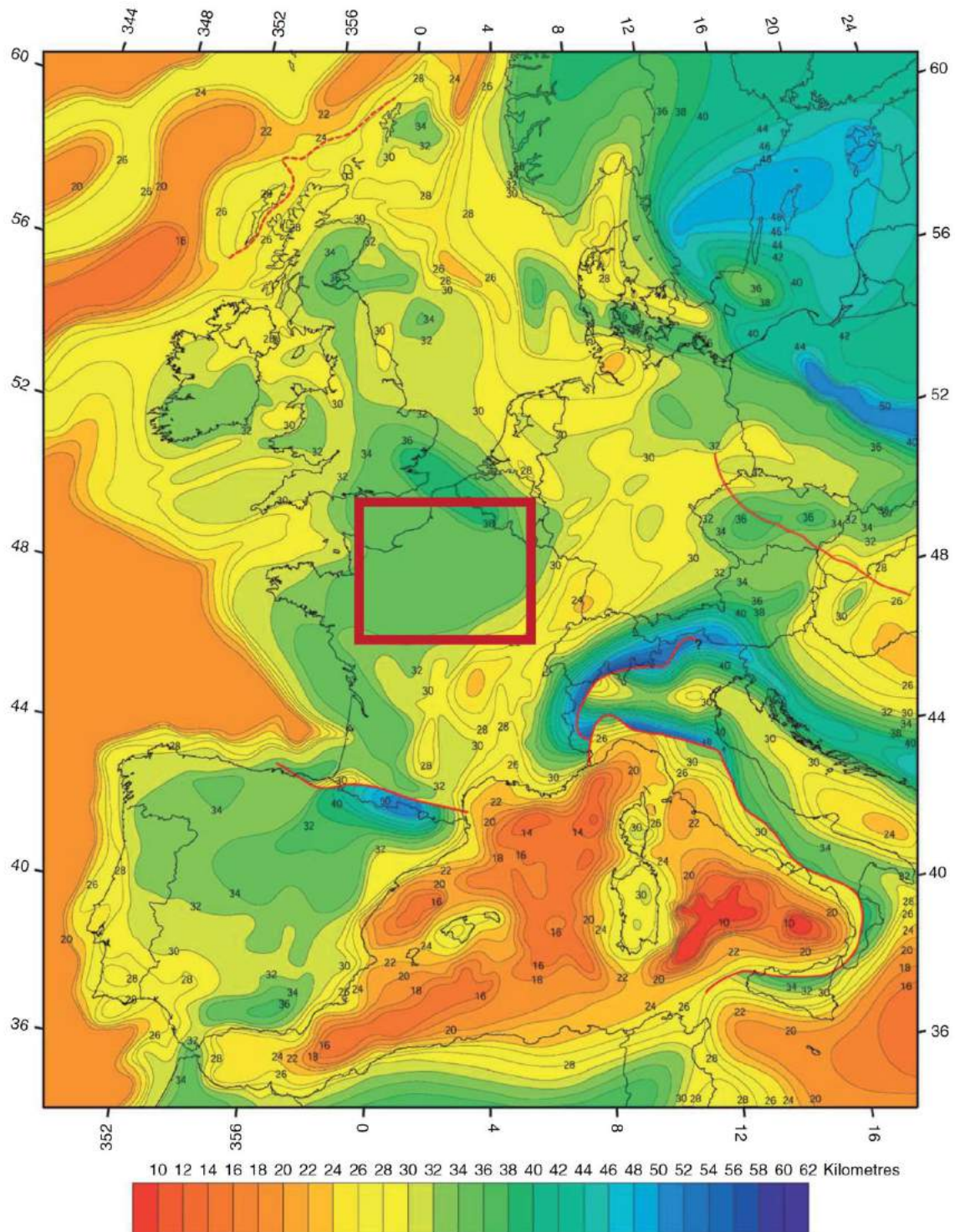


fig. 9 : Carte de la profondeur du Moho (source : Briais J., 2015)

La craie est une forme pure de calcaire, elle est donc constituée de calcite très homogène. En cristallographie, la calcite fait partie du système cristallin triclinique, l'un des sept systèmes de l'espace tridimensionnel, et ayant généralement une structure rhomboédrique du réseau de Bravais (fig. 10).

Cette structure rhomboédrique correspond à des ensembles parallélépipédiques où

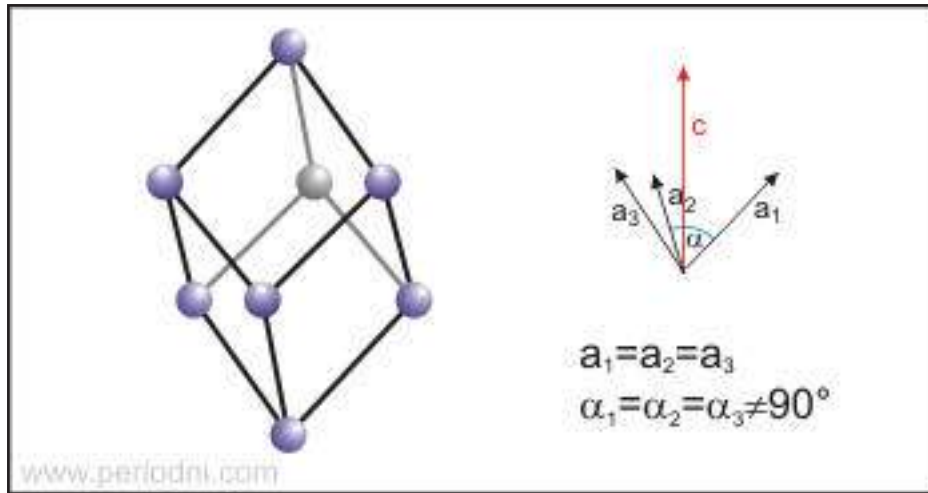


fig. 10 : Schéma d'une structure rhomboédrique (source : <http://www.zpag.net/Chimie/struct.htm>)

aucun des angles n'est égal à 90° (Muller J., 2014).

Caractéristiques physiques : dureté des minéraux

Comme nous venons de le voir, la craie est une formation bien homogène en calcite. Quelques éléments sont toutefois aussi présents comme la silice des silex et d'autres minéraux assez peu représentés n'auront pas vraiment d'influence dans la constitution générale des formations. Ou en tout cas la dureté de ces minéraux particuliers n'agira qu'assez peu les caractéristiques majeures de la craie. Par contre cela aura certainement une influence sur la fracturation du calcaire. En effet la silice ayant une densité et une dureté supérieur à la calcite cela crée des zones plus hétérogènes et donc des zones de cassures préférentielles. Nous aborderons ces fractures dans la sous-partie suivante. D'après l'échelle de Mohs (fig. 11), la calcite a une dureté de 3, se plaçant en termes de dureté entre le gypse et la fluorine (2 et 4 sur l'échelle de Mohs). Ainsi la calcite est considérée comme étant un minéral assez tendre, se rayant avec une pièce de cuivre. Par comparaison le quartz et en général la silice a une dureté de 7, largement supérieur à

Dureté	Minéral	Test de dureté	Composition chimique
1	Talc	Friable sous l'ongle	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Gypse	Rayable à l'ongle	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcite	Rayable avec une pièce de cuivre	$CaCO_3$
4	Fluorine	Facilement rayable avec un couteau	CaF_2
5	Apatite	Rayable avec un couteau	$Ca_5(PO_4)_3(OH-, Cl-, F-)$
6	Orthose	Rayable par le sable	$KAlSi_3O_8$
7	Quartz	Raye le verre	SiO_2
8	Topaze	Rayable par le tungstène	$Al_2SiO_4(OH-, F-)_2$
9	Corindon	Rayable au carbure de silicium	Al_2O_3
10	Diamant	Rayable par un autre diamant	C

fig. 11 : Echelle de Mohs

la calcite. Nous préférons ici n'aborder que l'échelle de Mohs, classifiant assez bien les minéraux simples, mais il existe plusieurs autres caractérisations de la dureté. Prenons pour exemple l'échelle de Brinell, l'échelle de Rockwell ou encore l'échelle de Knoop (Pomerol C., *et al.*, 2014).

Caractéristiques physiques : fracturation

La craie présente plusieurs niveaux de fracture plus ou moins importants et provoqués par diverses raisons. Nous verrons par la suite tout un système de transfert de nappe et aussi la géochimie de cette roche mais nous allons devoir aborder quelques principes dans cette sous-partie. Les fractures dans la craie peuvent être dues par ces caractéristiques physiques. Par exemple la présence de nodules que ce soit des silex, de la marcassite ou même de fossile entraîne indubitablement des zones de fragilisation. En effet la présence d'une densité plus forte ou plus faible à l'intérieur d'un matériau correspond souvent à la zone de rupture lors d'une cassure. De même, les mouvements de terrain (tectoniques ou anthropiques) sont aussi des variables à prendre en compte pour la fracturation de la craie. Bien que le bassin ait été assez peu remanié par la tectonique par rapport aux grandes zones de reliefs, des grandes failles peuvent être observé dans le paysage, c'est le cas par exemple à la grande faille du pays de Bray où le rejet de la faille est estimé entre 500 et 900m (Van Vliet-Lanoë B., *et al.*, 2000). Mais plus simplement, l'eau par elle-même peut largement éroder assez profondément les strates, formant ainsi un véritable réseau sous-terrain vertical et horizontal (Bahroum S., 2015).

Caractéristiques physiques : porosités

Après cette description générale, des aspects plus précis sur la craie peuvent nous intéresser ici. En premier lieu la porosité qui va influencer toute l'hydrogéologie de la région au vu des transferts d'eau et des recharges de nappes que nous aborderons par la suite. Trois types de porosité s'additionnent dans la craie. La porosité matricielle, la porosité de fracture et la porosité karstique (MacDonald A.-M., *et al.*, 1998). Entre les grains se trouvent assez de vide pour absorber et laisser passer les liquides, cela s'appelle la porosité matricielle. Elle est estimée entre 20 et 40 % pour la craie, seulement la porosité efficace n'est que de 1 à 4 %. D'ailleurs bien que la porosité matricielle permet de bien capter facilement l'eau, elle ne transmet toutefois mal les liquides, la perméabilité de la matrice étant faible (10^{-8} m.s⁻¹) (Megnien C., 1979 ; Barhoum S., 2015). Dans une autre mesure la craie présente beaucoup de fracture (par compression, gélifraction...). Toutefois en termes de volume, la porosité de fracture n'est que d'environ 1 % du volume total. Cependant cette porosité assure une bonne perméabilité (10^{-6} à 10^{-3} m.s⁻¹) et permet un bon transfert dans l'aquifère (Megnien C., 1979). Et enfin les calcaires présentent des zones de dissolution et d'érosion hydrochimique appelées karsts. Ces zones sont ainsi des vides, assez limité en volume dans la craie, mais constituent un réseau de conduits centimétriques à décimétrique. La perméabilité étant assez forte contrairement à la captation n'utilisant pas la force de capillarité (Rodet J., 1997 ; Barhoum S., 2015).

Caractéristiques physiques : transferts et recharges de la nappe

Après avoir expliqué les différents types de porosité, il nous semble logique

d'aborder les transferts d'eau au sein de la craie. Nous allons différencier deux zones dans la craie. La zone non saturée, contact entre l'air, l'eau et la roche se trouve le plus souvent en surface ou au niveau des affleurements et la zone saturée où il ne reste que le contact entre la roche et l'eau par saturation de la craie.

Les transferts d'eau et de solutés au sein de la zone non saturée sont globalement liés aux différentes porosités que nous venons d'aborder. Ainsi trois types de recharge de la nappe peuvent être abordés. A travers la matrice, l'eau restant capté, la recharge de la nappe s'en trouve ralentie, elle est donc considérée comme étant une recharge lente, pourtant elle paraît être la recharge dominante en termes de volume. Aux niveaux des fractures cependant, l'eau s'infiltré plus rapidement, la recharge est donc intermédiaire. La raison étant que la même que pour la perméabilité vu précédemment, c'est-à-dire la capillarité est d'autant moins forte que la distance entre deux parois est grande. De ce fait étant donné que les fractures ont des diamètres indubitablement différents qu'entre les cocolithes composant la matrice de la craie. Ces flux représentent environ 30 % du total des transferts dans la craie. Ce principe est encore plus visible dans les réseaux karstiques où les conduits sont plus importants, la recharge est donc rapide. (Van den Daele G. F. A., *et al.*, 2007). Cependant attention, ces processus varient fortement selon plusieurs autres paramètres physico-chimiques des strates géologiques comme l'épaisseur de la couche ou même les formations superficielles ou encore les conditions atmosphériques (fig. 12). Il est donc quasiment impossible de calculer les valeurs exactes pour chaque type de recharge (Barhoum S., 2015).

Dans les strates de craie peuvent se trouver des marnes et des argiles, couches imperméables, ainsi l'eau s'accumule dans la craie au fur et à mesure de la recharge. Cette partie surchargée en eau et solutés s'appelle la zone saturée. Dans cette dernière, l'écoulement vertical est des plus compliqué par la saturation de la craie. De ce fait les flux sont généralement horizontaux principalement sous l'action de la gravité et des gradients hydriques. C'est par ces procédés que nous voyons l'apparition des sources. Cependant lorsque les apports hydriques de la zone non saturée sont supérieurs aux désemplessages naturelles, le niveau de la nappe augmente (Irenson A. M., *et al.*, 2006). Ainsi par exemple selon les saisons le niveau de la nappe va largement varier entre des

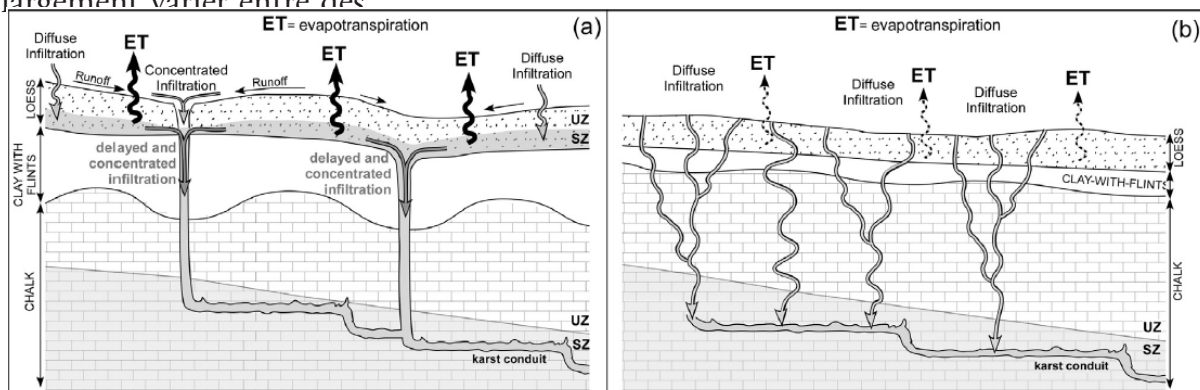


fig. 12 : Modèle de l'infiltration de l'eau avec (a) des argiles à silex épais et (b) des argiles à silex peu épais (source : Barhoum S., 2015)

précipitations et donc une recharge de la nappe plus importante durant l'Automne/Hivers alors qu'elle sera plus faible durant le Printemps/Été, ce qui est accentué par une plus forte évaporation de l'eau dans la zone non saturée. Dans une autre mesure cela va jouer dans la concentration des ions/cations que nous verrons dans la sous-partie suivante (Barhoum S., 2015).

Caractéristiques chimiques : composition

Comme nous l'avons déjà abordé à maintes reprises, la craie est essentiellement composée de calcite, elle n'est toutefois pas composée intégralement de cette matière. Nous parlerons ici que de la zone non saturée de la craie car il nous est difficile d'aborder la question lorsque celle-ci contient divers éléments allochtones provenant de l'infiltration dans les nappes.

Généralement le CaCO_3 participe à 90% de la masse. Les 10% restant varient largement. Nous avons déjà vu une proportion de silex qui, pour cette partie ne nous paraît pas négligeable et ou même des nodules de marcassite. De ce fait nous trouvons de la silice (SiO_2) provenant de la calcédoine des silex et du disulfure de fer (FeS_2) provenant de la marcassite. Ces deux éléments, par leurs propriétés se retrouvent ponctuellement dans les formations crayeuses. Cependant l'altération de la craie entraîne l'apparition d'autres éléments chimiques. Pour exemple, les ions autochtones d'altération comme l'ion calcium (Ca^{2+}) ou et bicarbonate (HCO_3^-). Mais selon les variations nous pouvons estimer une proportion non négligeable d'ion magnésium (Mg^{2+}) issu de la dissolution de la dolomite (Stuart M.-E. et Smedley P.-L., 2009).

Dans les éléments allochtones, nous allons aujourd'hui retrouver énormément de produit de l'agriculture, contaminant. Le plus important reste évidemment les nitrates (NO_3^-) et les sulfates (SO_4^{2-}). Plus problématique nous allons retrouver de l'atrazine ($\text{C}_8\text{H}_{14}\text{ClN}_5$), pesticide des années 1950 qui a été interdit en 2003. Cependant il est facile de retrouver sa formule de dégradation, la déséthylatrasine, qui reste très nocif dans les nappes (Bahroum S., 2015 ; Boy-Roura M., *et al.*, 2013).

Cartographie géologique

Nous allons discuter des différentes roches et formations que nous pourrions retrouver sur place. La craie vient d'être traitée dans une sous-partie à part entière, en effet étant donné que c'est la roche que nous trouverons exclusivement dans la région (fig. 13).

Sur les plateaux, les dépôts superficiels sont le plus souvent des limons et des argiles sableuses dues aux loess sous-jacent (fig. 14). Nous parlons bien ici de limons en terme géologique et non pas des silts granulométriques. Les limons sont généralement peu altérés et la charge régulière de nodule de calcaire est à noter. Des faciès légèrement différents peuvent être observés. Le plus souvent ils sont beigeâtre, homogène et présentant quelques carbonates. En rive gauche de la Selle, les limons sont lités et des cailloutis des alluvions plus anciens apparaissent à la base de la couche. Près du Bosquel, les limons

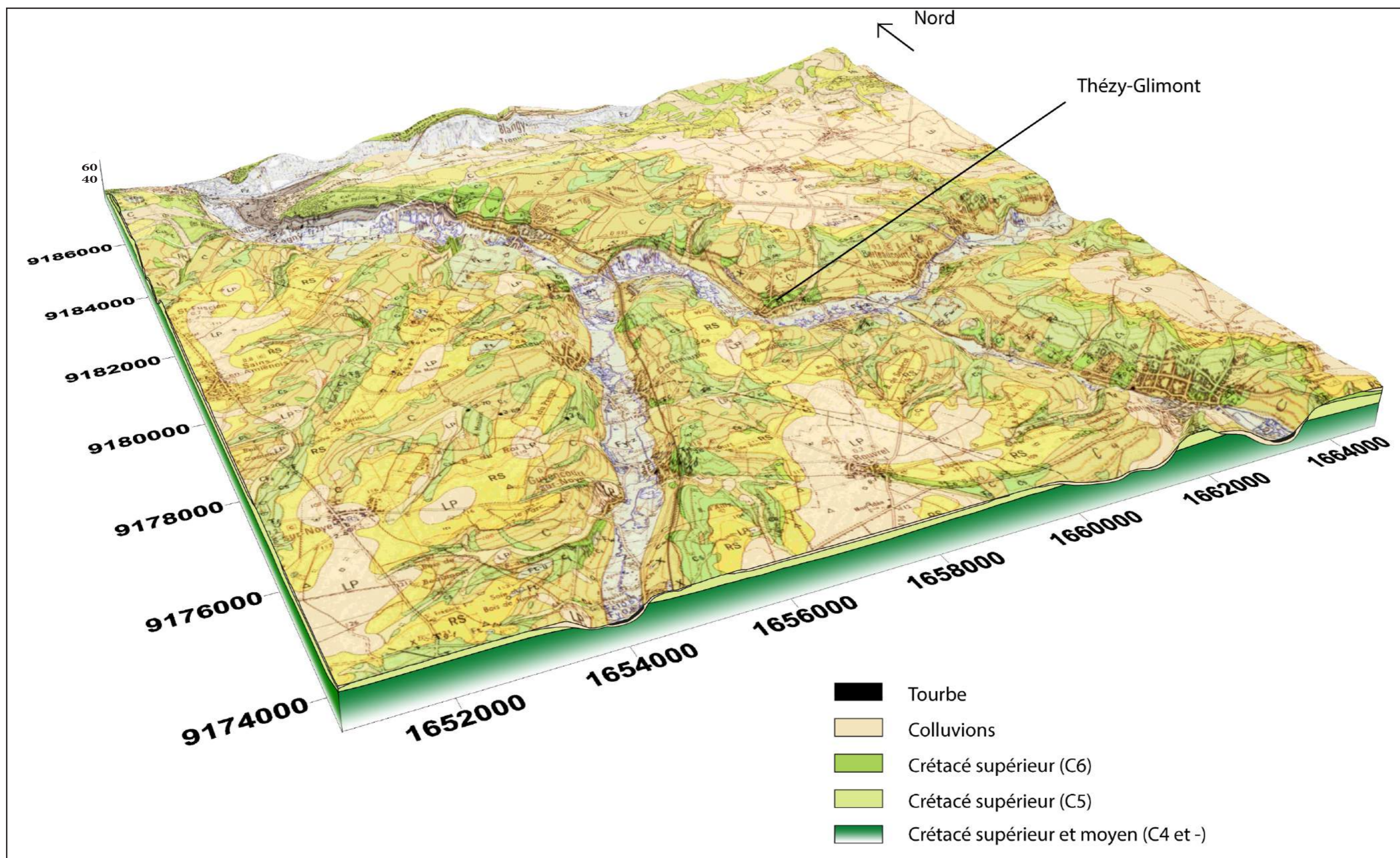


fig. 13 : Modèle 3D et coupes géologiques de la zone d'étude (fonds de carte : Carte géologique au 1/50000 de Moreuil (BRGM) - Modèle Numérique de Terrain (SAAM) ; CAO et DAO : A. Soudry)

se présentent par une couleur blanche et englobant de très nombreux sables grossiers et graviers de craie (Kuntz G., *et al.*, 1982). Autour de la vallée de l'Avre, les limons contiennent des sables et présentent un « faciès de loess récent » (Bourdier F., *et al.*, 1974). Localement les limons peuvent être argileux (souvent par altération), de couleurs variant du rouge, au jaune en passant par le brun, et pouvant comporter des fragments de silex. Les sols crayeux ayant été très exploités par l'agriculture céréalière, différentes substances (fertilisants azotés, pesticides...) peuvent ainsi se retrouver dans les agrégats (Barhoum S., 2015). Dans une même envergure spatiale nous pouvons aussi retrouver des argiles à silex sur les plateaux, principalement entre les sables du Thanétien et les limons que nous venons d'étudier. Elles se forment par altération du substrat et sont responsables de l'enrichissement des eaux en ions Mg^{2+} et K^+ à partir des échanges cationiques Ca^{2+} et Na^+ (Stuart M.-E. et Smedley P.-L., 2009). Les argiles sont souvent sableuses toujours dû au loess sous-jacent. Mais la matrice par elle-même est principalement de la smectite (Kuntz G., *et al.*, 1982). Pour la couleur, elle varie d'un brun-chocolat, la plus commune, au brun-rouge à brun-jaune. Les silex proviennent de la dissolution de la calcite laissant ces derniers à la surface, en milieu continental, se mélangeant avec le sol en train ou déjà créer. Ils sont d'un bleu-gris assez sombre et ont souvent perdu leur patine blanche dans les argiles. Le texture est très fine et lisse, la cassure conchoïdale (Hilton W.R., *et al.*,

Dans les formations plus anciennes affleurant en haut de plateaux se trouvent les sables fins du Thanétien dont les faciès sont assez compliqués à aborder (fig. 14). Deux types de gisement ont été conservés, les anciennes buttes sableuses encore en place et les effondrements dans les karsts. Pour les buttes anciennes, les affleurements au nord-ouest de Cottenchy nous indiquent une épaisseur de la couche à environ 5 à 8 mètres de hauteur. La couleur varie du beige-vert aux gris-jaune. Ils se composent de 10 à 20 % de minéraux métamorphiques dominés par la tourmaline et le zircon et d'autres minéraux en plus faibles quantités comme des épidotes, des biotites, des amphiboles, des monazites et des sillimanites. Il y a assez peu de matrice argileuse (essentiellement de l'illite et dans quelques cas de la smectite). D'anciennes fouilles dans les gisements karstiques ont permis d'étudier les différences avec les sables encore en place dans le paysage. La plus notable étant la composition des minéraux métamorphiques qui sont plutôt dominés par les staurotides. On peut retrouver ces effondrements par exemple au sud-est d'Oresmaux (Kuntz G., *et al.*, 1982).

C'est donc sur les versants que nous retrouverons le plus de faciès géologique. Tout d'abord la craie qui affleure sous différente forme un peu partout dans le paysage picard comme sur la rive gauche de l'Avre au Nord de Fouencamps sur la commune de Boves (fig. 14). Elle se présente sous différents faciès (entre C4 et C6 sur la carte géologique de Moreuil⁷). Bordant généralement les vallées de l'Avre et de la Somme au niveau d'Amiens, la craie du Coniacien se caractérise par une pâte blanche à gris-blanc et contient assez fortement des silex noirs. Elle est généralement indurée à part les derniers mètres dans sa partie supérieure et ne contient que très peu de fossiles ou de microfaune sauf pour l'apparition de quelques foraminifères en base de la formation. Dans notre zone d'étude, le Coniacien affleure tout le long de la route en rive droite de l'Avre entre Amiens et

1 Carte Géologique de Moreuil au 1/50000, BRGM, Orléans

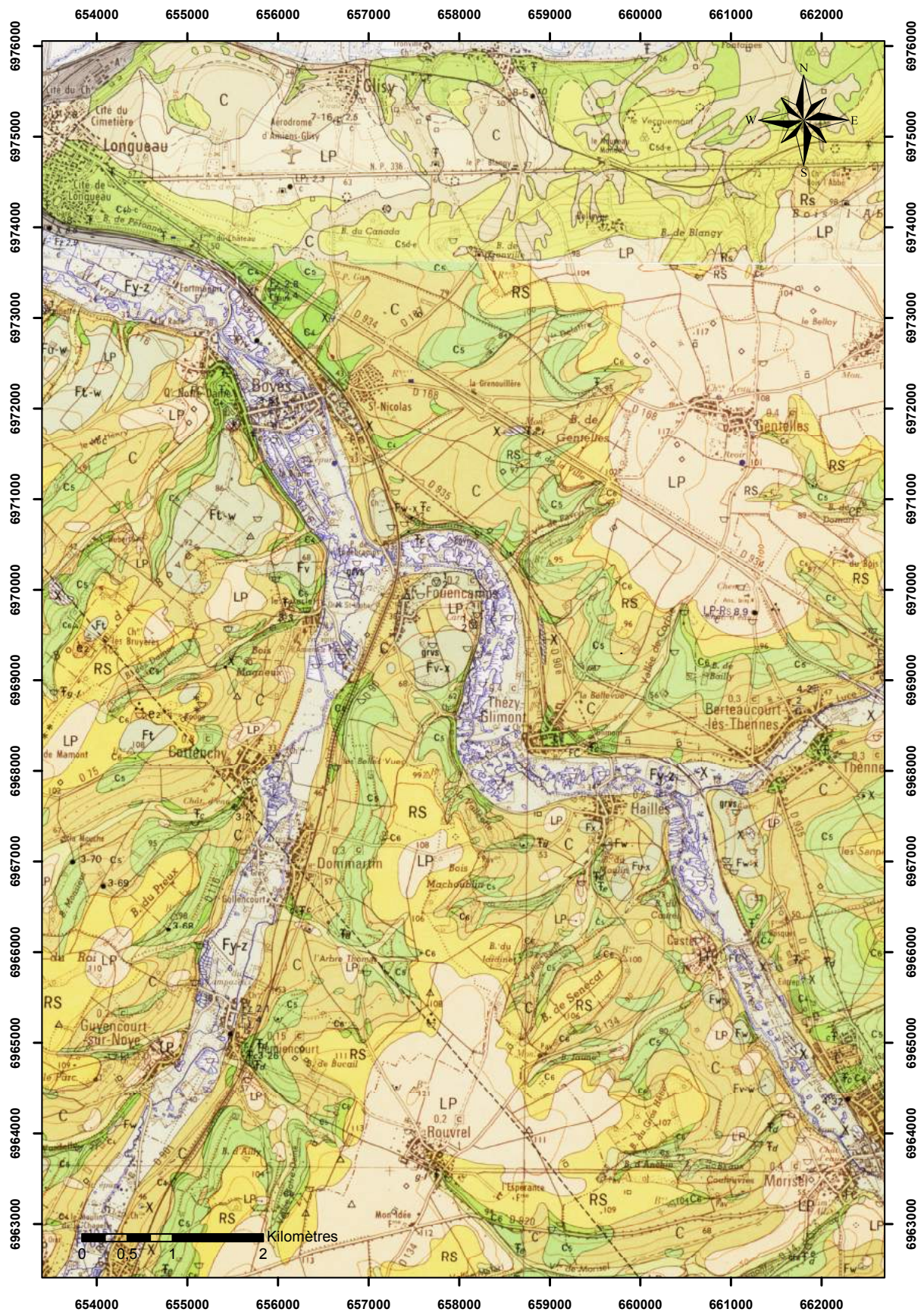


fig. 14 : Carte géologique de la zone d'étude (fond de carte : carte géologique au 1/50000 de Mo-reuil (BRGM) ; CAO : A. Soudry)

Boves, une faible bande au nord de Fouencamps ou encore du côté du lycée agricole du Paraclat. Au-dessus nous retrouvons la craie du Santonien, blanche et principalement tendre et d'une épaisseur de 40 à 45 mètres. Les silex disparaissent à la limite Coniacien-Santonien mais réapparaissent qu'au début du deuxième tiers de la formation. Ils sont toutefois plus petits (quelques centimètres à une dizaine de centimètres) mais restent dans des tons sombres. Dans le troisième tiers les silex se font plus nombreux et plus grossiers (plus fréquemment autour de 10 cm que précédemment et certains sont même plus importants en taille). La craie renferme quelques litages de sables siliceux noirs, épais de quelques centimètres observables au bois du Fays au sud-est de Sourdon. De même quelques marnages peuvent se rencontrer à la base de la stratification. Et enfin la craie du Campanien inférieur se trouve sur les 20 mètres supérieur au Santonien. Elle est blanche et présente quelques lits de petits galets de silex noirs (environ 5 centimètres). Des blocs de silex épars (20 centimètres) apparaissent au sommet de l'érection. Contrairement aux deux strates précédentes, la craie du Campanien contient plus de microfossiles dont la majorité se compose de foraminifères. Dans notre zone d'étude elle affleure succinctement en rive gauche de l'Avre le long de la route entre Fouencamps et Hailles (Kuntz G., *et al.*, 1982).

De même la majeure partie des couvertures des terrains de versant sont des colluvionnements assez hétérogènes, passant rapidement de blocs crayeux à des silts ou des sables (fig. 14). Nous pouvons d'ailleurs retrouver régulièrement le long de la vallée de l'Avre des exploitations de gravières comme à l'Est de la butte de Fouencamps ainsi qu'en rive gauche de la Luce à la confluence avec l'Avre. Les sables du Thanétien sont aussi très présents. Ils sont beige à verdâtre et contiennent un peu d'argile à silex incluse dans les sables. Nous pouvons retrouver les sables autour d'Oresmaux (surtout au sud-est), ou plus près de notre zone d'étude, au Nord-Ouest de Cottenchy.

Depuis le début de ce chapitre, nous établissons la géologie d'un bassin, nous allons donc aborder les grandes étapes résumées de ce remplissage depuis le début du Mésozoïque.

3 – Classifications de la tourbe et des tourbières

La tourbe est une formation récente comparée aux grandes formations géologiques que nous venons de voir. Elle se développe, pareillement aux ensembles de houilles et de charbon, à partir d'éléments végétales carbonés. Nous traiterons l'élaboration de la tourbe dans la suite de cette partie.

Généralités

Une tourbière est une accumulation importante et rapide de végétaux dans une dépression topographique en milieu anaérobique. Ce qui indique, géomorphologiquement

parlant, un apport d'eau régulier provenant des versants. Cependant il est à noter que pour les besoins de la tourbière un approvisionnement continu et uniforme est appréciable. Dans les vallées de la Somme il s'exerce par les nombreux cours d'eau qui ponctuent le Nord de la France (Aubry L. *et al.*, 2013). En règle générale les tourbières se retrouvent dans les pays froids à tempérés-froid, cette caractéristique peut être contournée par des hautes altitudes.

La tourbe se forme à partir d'essences végétales non fossilisées comme l'est le charbon par exemple. Ce fait est dû à des formations récentes, c'est-à-dire que les tourbières en France sont rarement antérieures au Quaternaire (Aubry L. *et al.*, 2013). Elles peuvent d'ailleurs être vraiment récente, la tourbière d'Oldenbourg était encore en 1320 un bras de mer qui s'est comblé peu à peu (Guieu P., 1918). Ainsi ces tourbes se retrouvent en surface ou sous quelques limons, et autour de milieux humides. En effet la bonne conservation des végétaux est du à cette présence d'eau indispensable au bon fonctionnement d'une tourbière (Aubry L. *et al.*, 2013).

Classification selon les plantes

Il nous paraît évident de commencer cette taxinomie à partir des types de plantes, c'est tout de même les premiers constituants de la tourbe. De ce fait nous distinguerons deux grands types de tourbes, celles formées à partir de mousses et celles constituées d'herbes.

Tourbes de mousse

En premiers lieu les tourbes de mousse, majeure partie des tourbes d'Europe du Nord, se différencient par leurs compositions internes. En effet même si la présence de sphaignes dans les tourbes est largement représentée, l'analyse des vestiges végétaux ont tendance à démontrer des différenciations entre des tourbières.

Les tourbes à sphaignes sont, comme nous l'avons présenté précédemment, les plus nombreuses tourbes connues à ce jour. De plus les sphaignes (*sphagnum*), très présentes dans les marais de zone tempéré-froid sont aussi largement représentées dans les autres types de tourbes. La sphaigne fait partie de la famille des bryophytes, elle se dessine sous la forme d'un système filamenteux, germé à partir de spores qui en fait une mousse très prolifique (une capsule libère 2 800 000 spores). Dans le sol le système filamenteux relie plusieurs tiges feuillées à croissance continue. Toutes les quatre feuilles bourge une nouvelle ramification de la tige. Cette mousse est molle et spongieuse. Sa particularité est de puiser beaucoup d'eau, que ce soit par le substrat ou par l'environnement alentour. Pour cela les membranes des grandes cellules corticales des tiges sont perforées et forment un système agissant sur l'eau du marais par capillarité (Larbalétrier A., 1900). Une expérience simple pour mettre en évidence ce fort pouvoir hygrométrique et d'installer une tige de sphaigne dans un verre rempli d'eau. La mousse, flexible, se courbera en dehors du verre. Par capillarité, nous pouvons ainsi observer l'eau envahir la tige et retomber sur le bord extérieur du verre. Les sphaignes, poussant sur des terrains peu nutritifs sont pauvres en matière minérale ce qui laisse des cendres en brûlant (Nyström E., 1913).

Les propriétés poreuses et légères de la tourbe à sphaigne en fait un mauvais combustible. De plus cette dernière sèche trop lentement et assez mal pour pouvoir être véritablement utilisée en combustible. Par contre elle peut être très utile dans d'autres domaines comme la conservation alimentaire, la fabrication de papier, d'alcool ou encore pour la médecine (Guieu P., 1918).

Existe aussi les tourbes d'hypnes (*hypnum*), caractéristiques des terrains riches en CaCO_3 . Morphologiquement parlant les hypnes se présentent sous forme d'un « tapis » vert. Ce sont des espèces que l'on retrouve habituellement dans les contextes humides et en forêt. Pour les milieux marécageux, la bryophyte préfère les eaux stagnantes. En effet leur paroi très épaisse est beaucoup moins poreuse que pour les sphaignes. De ce fait elle puise plus difficilement l'eau de son environnement ; il lui faut donc un environnement plutôt calme (Larbalétrier A., 1900). Cette caractéristique fait que la tourbe reste assez sèche même avant séchage. Toutefois sa légèreté et son assèchement en fait un mauvais combustible. En effet, étant très volatile, la combustion ne se fait pas correctement et laisse donc de 8 à 30% du poids original en cendre. Par contre la forte teneur en azote et en chaux établit cette tourbe en candidate idéal pour de l'épanchement en agriculture.

La dernière variété de tourbe mousseuse est de type forestier. Elle est bien sur constituée essentiellement d'un ensemble de mousse dont une part non négligeable d'hypne. Seulement, ils sont mélangés avec des bruyères, des débris d'arbustes ou d'arbre et possiblement des ptéridophytes. Cette hétérogénéité entraîne une certaine incohésion dans la tourbe, entre les débris fins provenant des mousses et des fougères se trouvent la présence de troncs d'arbre ou de racines très peu décomposés. Cependant ces caractéristiques en font un bon combustible et est très riche en azote ce qui lui donne un intérêt particulier pour l'agriculture (Nyström E., 1913).

Tourbe d'herbes

Tout comme pour les tourbes de mousse, nous pouvons être confrontés à plusieurs types de tourbe souvent lié à un environnement particulier comme pour les tourbes de mer. Ces dernières, formées à partir d'ancien bras de mer ou d'une enclave marécageuse soumis aux influences tidales. Elles se composent essentiellement de débris de roseaux (phragmites), des *Poales* (scirpes et prèles) souvent associé à des trèfles d'eau (méniantes), à des nénuphars (nymphées) et à des restes fauniques (poissons et oiseaux). La tourbe de mer présente une forte teneur en azote qui pourrait induire une utilisation dans l'agriculture, seulement le retrait des autres éléments minéraux comme le chlore ou le sodium serait certainement trop coûteux. La tourbe étant lourde et compacte, elle permet d'obtenir que 8 à 10 % de cendres, cependant les vapeurs diffusées peuvent être assez nocif ce qui en fait un mauvais combustible particulier mais qui a été utilisé dans l'industrie (Guieu P., 1918).

Nous parlons ensuite des tourbes de laïche ou carex ; ce sont des plantes historiquement de la famille des *Cyperaceae*, cependant depuis 2009 avec la classification APG III (Angiosperms Phylogeny Group), la famille des *Cyperaceae* disparaît et plaçait dans l'ordre des *Poales* (Chase M. W. et Reveal J. L., 2009). Les carex se présentent sous forme de rhizome et rameaux aériens proliférant rapidement ; ces derniers portent des feuilles simples, étroites et allongées.

Ils se retrouvent principalement dans les terrains marécageux sous forme de touffes assez importante ou de spacieux gazons. La tourbe par elle-même est composée de débris de différentes mousses en plus des autres végétaux comme la laîche. Elle est assez hétérogène latéralement, la tourbe peut apparaître sous forme d'une masse noire et compact comme légèrement brune, poreux et sans cohésion. Ces caractéristiques expliquent le fait que nous pouvons obtenir de 3 à 25 % de cendre après combustion. La formation est cependant riche en azote (Guieu P., 1918).

Les tourbes à plantes *eriophora* (plantes à poils) sont caractéristiques des zones chaudes et tropicales. Nous retrouvons ainsi des plantes variant du *Bassia eriophora* (proche du coton) au *Harrisia eriophora* (famille des *Cactaceae*). Comme nous pouvons le deviner, la tourbe se compose de débris d'ériophores, moins sensibles que les mousses aux variations de température. Elle offre un des meilleurs combustibles connus en ne laissant que de 0,75 à 4 % de cendre grâce à sa forme compact et sa couleur noire (caractéristique d'une forte teneur en carbone). Un autre avantage est sa facilité et sa rapidité de séchage même dans des climats tropicales qui sont particulièrement humide.

Classification selon la situation de la tourbière

Sensiblement cette classification est très liée avec les types de plantes puisque celles-ci sont souvent définies par un climat et un environnement particuliers. Mais tout compte fait même sous un même climat les tourbières peuvent être bien différentes que ce soit géomorphologiquement ou dans leurs compositions.

Nous pouvons ainsi nommer les tourbières de marais ou immergées. Celles-ci prennent notamment naissance à l'embouchure des fleuves ou des rivières. Donnons comme exemple le parc du Marquenterre en Basse-Somme (80) dont on peut retrouver plusieurs ères de formations tourbeuses (Ters M. *et al.*, 1980). Mais nous pouvons aussi retrouver ce genre de tourbières en bordure de rivière, dans les lacs et les étangs ou encore au bord de mer. Ce sont essentiellement les tourbières que nous allons retrouver sur les rives de l'Avre et que nous étudierons dans la suite de ce mémoire. La tourbe se forme dans des nappes d'eau peu profonde à peu de courant. Il est souvent fait cas de la présence de végétaux ligneux (joncs, prêles, carex, scirpes...).

Nous pouvons aussi retrouver, en moindre importance, autour des vallées de la Somme et de l'Avre, ce qu'on appelle des tourbières de plaines. Comme son nom l'indique ces tourbières se situent dans des zones à très faible relief. Elles se forment principalement après un bouleversement naturel, comme une destruction de forêt, ou un détachement de falaise (Aubry *et al.*, 2013). Cependant dans les zones proches de fleuve ou de rivière, il est régulier de trouver des tourbières à l'intérieur de bras-mort (Claudepierre J.-N. *et al.*, 2013). Après cela, l'apport d'eau reste primordiale, car celle-ci, retenu par les troncs d'arbres ou à l'intérieur du bras-mort peut donner naissance à un marais dont l'alimentation peut se faire soit par des sources voisines, soit par des pluies périodiques. Ces tourbières ne se rencontrent que dans les pays nordiques ou tout du moins au climat assez froid, dans les zones plus chaudes, le sol et les plantes seraient trop vite séchés au soleil ou les insectes, plus nombreux dans ces conditions climatiques,

dévoreraient les végétaux (Guieu P., 1918). Il existe cependant quelques exceptions de tourbières dans ces zones tempérées comme nous pouvons l'observer au niveau du fossé Bressan à Fenay en Côte-d'Or (Aubry *et al.*, 2013).

Pour finir nous parlerons des tourbières de montagne aussi nommées supraaquatiques. Essentiellement constituée de sphaigne, mousse dont le pouvoir hygrométrique permet l'établissement dans des milieux très humide et sont résistantes à la faible densité en oxygène dû à l'altitude de ces tourbières. La deuxième qualité de la mousse, c'est-à-dire sa facilité de reproduction, permet une accumulation rapide des bryophytes. La faible teneur en oxygène et le système anaérobie à l'intérieur de la tourbière permettent une très bonne conservation des restes macroscopiques organiques de la tourbe. Pour simplifier, ces tourbières ressemblent à de vastes éponges maintenant d'énormes quantités d'eau ; en coupe la tourbière prend la forme d'une lentille (Guieu P., 1918).

Classification selon la typologie de la tourbière

Cette dernière classification est la plus généralement utilisée par les géologues et les environnementalistes. Elle utilise en fin de compte les deux classifications précédentes tout en comparant la forme générale de la tourbière.

Bog

Les *bog* sont des tourbières ombotrophes, caractérisées par un apport d'eau et de minéraux uniquement à partir des précipitations et les poussières amenées par le vent (fig. 15). La tourbière forme généralement une butte élevée ou de même niveau que les sols environnants. La nappe phréatique est donc plus ou moins profonde par rapport à l'élévation du *bog* (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997). La tourbe y est très acide du fait du peu d'évacuation d'eau, et elle contient assez peu de nutriments. De ce fait la diversité végétale y est assez pauvre (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988). Le *bog* est ainsi souvent recouvert de sphaigne et d'éricacées et reste



fig. 15 : Différenciation typologique des apports d'eau et de nutriment entre un *bog* et un *fen* (N = Source d'éléments nutritifs ; P = Précipitations ; A = Poussières atmosphériques ; I = Infiltrations) (source : Conseil nord-américain de conservation des terres humides, 1992 ; DAO : A. Soudry)

assez peu arborisé en dehors des résineux résistant à l'acidité (Mahoney M. L. *et al.*, 2007).

Les *bog* sont organisés en deux couches bien distinctes, souvent délimitées par la nappe phréatique, variant d'une profondeur d'une trentaine de centimètre à plusieurs mètres⁸. La couche de surface se compose tout d'abord de la partie vivante de la tourbière (mousses, racines, rhizomes...) mais aussi du début de la décomposition de la matière organique. L'infiltration de l'eau dans cette première couche est assez rapide du fait de la faible compacité de cette dernière. Tous les restes organiques qui ont résistés à la décomposition se retrouvent dans la couche sous-jacente, noyés dans l'eau (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997).

Fen

Contrairement aux *bog*, les *fen* sont des tourbières minérotrophes, caractérisées par un apport d'eau souterraine et/ou de surface (fig. 15). La tourbe est ainsi bien moins acide grâce à l'écoulement de l'eau. Elle se présente principalement comme le remplissage d'une dépression, que ce soit un bassin, une vallée, une combe ou à partir d'un effondrement (Mahoney M. L. *et al.*, 2007). La tourbe est quant à elle bien plus décomposée que dans les *bog* (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997).

La nappe phréatique est quant à elle fluctuante, la vie des tourbières est donc très liée à la météo et au climat (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988) mais aussi à la géologie et la géomorphologie du terrain ; la nappe pouvant être plus ou moins profonde selon la localisation (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997).

La nappe phréatique et la géographie auront une influence notable sur le développement de la végétation, et donc de la composition de la tourbière. En effet, une nappe d'eau très proche de la surface aura pour conséquence une pousse quasi-exclusive de laïches, de graminées, de mousses et de quelques plantes aquatiques (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988). Plus la nappe phréatique sera profonde, plus il sera possible d'observer d'espèces arborescentes (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997). Nous avons ainsi une grande variété de *fen* dont les sous-classements se basent sur la végétation et l'environnement.

Marécage

Tout comme les *fen*, les marécages sont des milieux humides minérotrophes, principalement dominés par des écoulements d'eau souterraine. Ils sont caractérisés par un ensemble de taillis et d'arbres conséquents en surface de la tourbière. L'eau en surface est stagnante ou s'écoule lentement à travers les étangs et chenaux. La tourbe est donc le plus souvent ligneuse correspondant aux végétaux sus-jacent (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988).

⁸ Il est mentionné au Canada des nappes à une profondeur d'une dizaine de mètres sous le point culminant de la tourbière

La nappe phréatique se trouve ainsi au niveau ou proche de la surface. Le *substratum*, sous le niveau de l'eau, permet tout de même le développement d'arbres et d'arbustes. En général, les marécages sont moins humides que les *fen*, et seront ainsi plus proche d'un *bog* boisé. Cependant cette humidité étant variante selon les régions, les marécages plus humides peuvent s'apparenter à certains *fen* boisés (Mahoney M. L. *et al.*, 2007).

Le sous-sol minéral varie sensiblement, de l'argile aux sables, en passant par des sols organiques tourbeux anciens. Deux systèmes de développement de la tourbe peuvent apparaître ici. Soit par accumulation au fond d'un bassin qui correspondrait à un ancien système de marais ou de *fen* ; soit par paludification, c'est-à-dire par l'accumulation de matière organique en forêt, dans ce cas le marécage s'est développé sur un sol minéral sec (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997).

Ces variations influencent beaucoup l'acidité de la tourbe, pouvant être sous 4 de pH pour les marécages oligotrophes, principalement en zone non calcaire. Contrairement aux marécages eutrophe fort en éléments basiques, et souvent localisés dans des zones calcaires (Groupe de travail national sur les terres humides, 1997).

D'autres systèmes de terres humides comme les marais correspondant à des étendues dont le niveau de l'eau change régulièrement ou bien les plans d'eau correspondant à des lacs, des étangs ou autres étendues dont l'eau reste constant au-dessus de la surface. Cependant ces terres humides nous intéressent moins du fait de leurs sédimentations par dépôt ou décantation non organique. De ce fait ces terres ne produisent pas ou peu de tourbe (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988).

C – Rappel de biologie végétale

Nous pensons ici commencer par rappeler certaines caractéristiques des végétaux qui nous semblent indispensables pour la compréhension intrinsèque de ce mémoire. En effet, la tourbe, essentiellement composée de restes végétaux, nous servira de point central pour la quasi-totalité du mémoire. Cependant nous n'aborderons pas ici les différentes espèces végétales, simplement les différences notables entre les grands groupes, mais surtout l'organisation générale et en quoi elle influencera durant la formation de la tourbe.

1 – Classifications

Les plantes ont déjà largement été étudiées et classées selon leurs spécificités. Seulement il existe plusieurs classifications. Officiellement, la plus utilisée de nos jours pour les angiospermes (Plantes à fleurs) est l'APG III, c'est-à-dire la troisième classification de l'*Angiosperm Phylogeny Group* (Chase M. W. et Reveal J. L., 2009). Nous avons préféré utiliser une classification beaucoup plus large, correspondant aux Familles phylogéniques. Ainsi nous nous sommes basés sur des caractéristiques restreintes réunies dans le tableau suivant (Dupont F. et Guignard J.-L., 2015) (fig. 16).

Bien que trouvant régulièrement des algues dans les marais de l'Avre tel les élodées, ou même une grande partie de plantes à thalle, nous nous intéresseront essentiellement aux cormophytes rassemblant les plantes à « tige » plus propice à laisser des restes dans la tourbière.

Comme nous le verrons assez rapidement dans la suite de ce mémoire, la quasi-totalité des plantes constituant la tourbe provient des mousses, généralement des sphaignes ou des hypnes (Larbalétrier A., 1900). Dans l'ensemble ce sont des végétaux sans racines mais pouvant se prémunir de rhizomes lors de la reproduction asexuée. Elles se composent généralement d'un *cormus* (tige complexe caractéristique des cormophytes), d'un amas de filaments permettant la reproduction asexuée et de gamétophytes pour la reproduction sexuée où la présence d'eau est indispensable. Ils font partis des « organismes pionniers », c'est-à-dire des organismes s'introduisant en premier dans les milieux sans vie permettant ainsi l'implantation de nouveaux êtres vivants (Dupont F. et Guignard J.-L., 2015).

Nous retrouverons aussi les ptéridophytes, plus communément appelés fougères. Ces dernières, contrairement aux mousses, présentent des fines racines permettant non seulement de s'accrocher au sol mais surtout d'extraire les nutriments nécessaires

Procaryotes (Cellules sans noyau)	Bactéries			
	Cyanobactéries ou Cyanophycées (Algues bleues)			
Eucaryotes (Cellules avec noyau)	Tallophytes (Plantes à thalle)	Algues		
		Champignon		
		Lichens (Symbiose d'algues et de champignons)		
	Cormophytes (Plantes à <i>cormus</i>)	Bryophytes (Mousses)		
		Rhizophytes (Plantes à racines)	Ptéridophytes (Fougères)	
			Spermaphytes (Plantes à graines)	Gymnospermes (Carpelle ouvert, ovules nus)
				Angiospermes (Plantes à fleurs, carpelle fermé, ovules enfermés)

fig. 16 : Classification des grands règnes des végétaux (source : Laberche J.-C., 2010 ; DAO : A. Soudry)

à sa survie. Le pétiole et le rachis font ici office de *cormus*, sont aussi plus développés, permettant une floraison plus importante de la masse végétale. Depuis le Carbonifère, les ptéridophytes deviennent les plantes les plus représentés sur Terre jusqu'au développement conséquent des conifères durant le Jurassique et des angiospermes au Crétacé (Manton I., 1950). Durant ces périodes le *cormus* étant lignifié, cela a permis aux fougères d'atteindre plusieurs dizaines de mètres de hauteur. Au-delà de cet ensemble les feuilles, c'est-à-dire la quasi-totalité des fougères actuelles, sont subdivisés en pennes, eux-mêmes divisés en pinnules. Tout comme les mousses, les ptéridophytes adoptent deux styles de reproductions différentes, la reproduction asexuée perpétuée par les rhizomes et la reproduction sexuée via les gamétophytes (Dupont F. et Guignard J.-L., 2015).

Nous nous attarderons par contre un peu plus longtemps sur les spermaphytes qui sont les plantes terrestres les plus représentés en biomasse sur Terre. En effet, depuis le milieu du Mésozoïque, les spermaphytes n'ont eu de cesse de développer jusqu'à la diversité que nous avons de nos jours. Ils sont aussi très importants pour notre rapport car nous retrouverons une masse non négligeable de ces espèces dans les tourbières. Deux familles représentent toutefois les spermaphytes, les gymnospermes et les angiospermes. Les deux ont une reproduction sexuée beaucoup plus présente que les anciens types de plante. La différenciation entre les deux a surtout été précédée par la forme de leurs fruits. Pour les gymnospermes, l'ovule et les graines sont « à nues », c'est-à-dire qu'ils ne sont pas protégés par le mésocarpe (partie charnue d'un fruit). La reproduction par elle-même s'effectue par voie aérienne. Les représentants les plus connus des gymnospermes sont les conifères. Pour ce qui est des angiospermes, la reproduction sexuée s'opère à partir des fleurs constituant la partie mâle (étamines) et la partie femelle (pistil) de la plante. Contrairement aux restes des plantes, la dissémination des gamètes mâles (ici le pollen) peut s'effectuer par le vent, les animaux ou même l'eau selon les espèces. Nous devons cela à une évolution adaptative complexe entre les individus. Après la fécondation de(s) l'ovule(s), la fleur se transforme en fruit plus ou moins charnu et dont la dissémination est tout autant hétéroclite (Laberche J.-C., 2010).

2 – Organisation physiologique

Nous allons exprimer ici quelques bases quant à la constitution interne d'une tige végétale (fig. 17).

Les méristèmes

Les plantes à *cormus*, quel qu'elles soient, ont deux moyens de croître ; en hauteur et en largeur. Ces deux procédés sont à l'origine des formations internes de la plante. Les cellules liées à l'élévation de la plante sont dites primaires. Celles qui sont liées à l'élargissement sont appelés secondaires. Elles se forment à partir des méristèmes primaires au niveau des bourgeons et méristèmes secondaires au niveau du cambium que

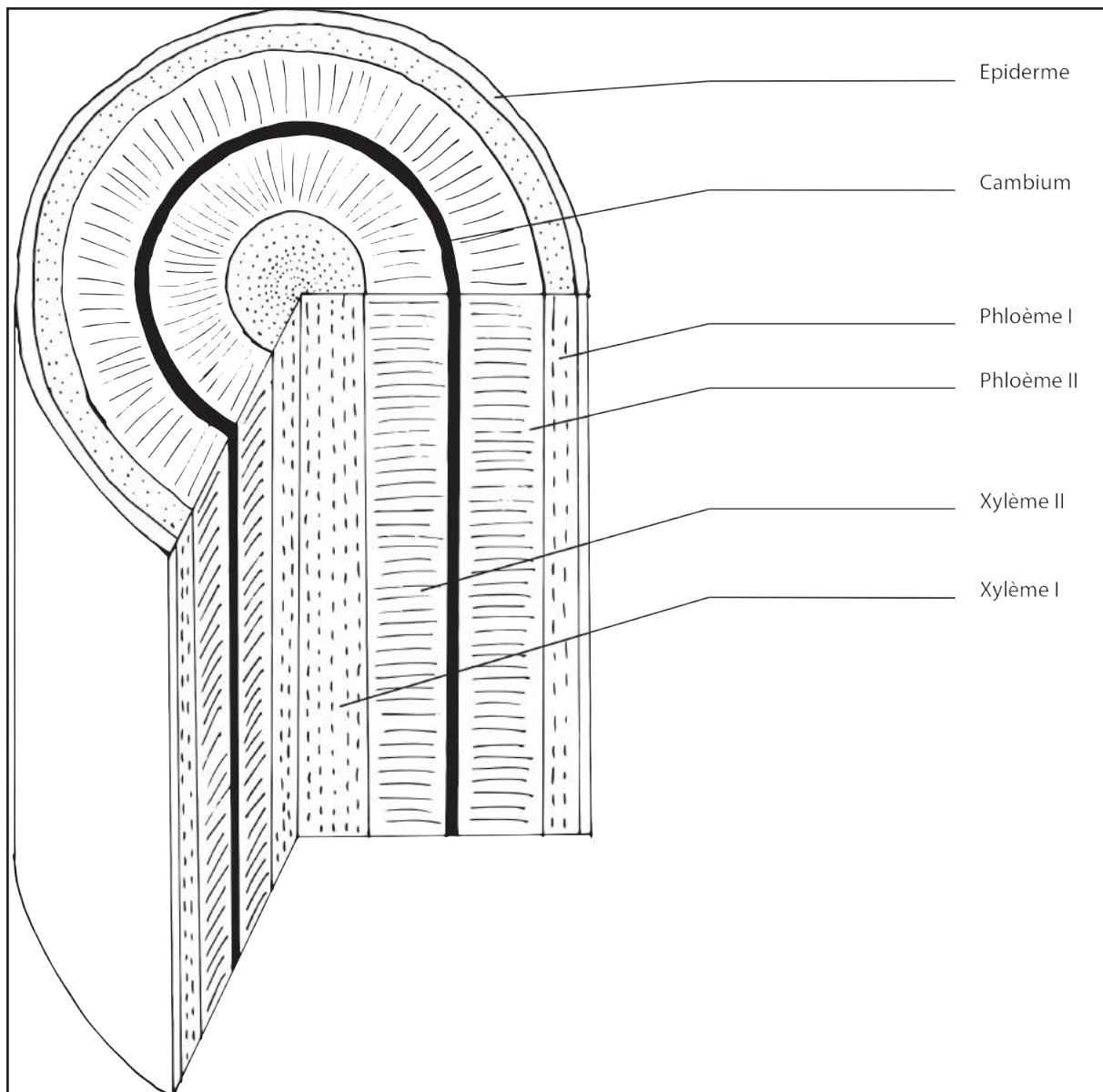


fig. 17 : Schéma de l'organisation interne d'une tige (DAO : A. Soudry)

nous verrons plus en détail par la suite. Il existe cependant une autre zone génératrice : l'assise subéro-phéllodermique qui joue un rôle dans l'élaboration de nouveaux tissus protecteurs comme le liège et le phelloderme ; nous ne nous attarderons pas sur ce méristème par la suite (Meyer S., *et al.*, 2008).

Les tissus épidermiques

La partie la plus externe de la tige est composée d'un épiderme dont les cellules peuvent se prémunir d'une paroi épaissie lignifiée permettant une meilleure protection de la plante. Ce n'est cependant pas l'ensemble de l'écorce pour les arbres. Cette dernière est complétée par le périderme (Laberche J.-C., 2010).

Les tissus primaires

Les tissus primaires, provenant de la première multiplication et de la turgescence cellulaire lors de l'élongation verticale de la plante, se composent des xylèmes I et phloèmes I. Ce sont les premiers vaisseaux permettant à la sève de circuler à travers l'individu avant l'apparition des tissus secondaires. Le xylème transporte la sève brute ne contenant que l'eau et les sels minéraux des racines jusqu'aux feuilles. Le phloème quant à lui permet le transfert de la sève élaborée, contenant cette fois-ci l'eau et la matière organique (glucides, lipides et protides) pour la nutrition de la plante des feuilles à l'ensemble des organes de la plante (Laberche J.-C., 2010).

En soit le xylème constitue le centre de la tige, aussi appelé duramen (fig. 18 a et b). Il est considéré comme étant la meilleure portion du bois pour les arbres car ne transportant plus de sève, le bois est de meilleure qualité. Dans certaines plantes au fur et à mesure de l'abandon des vaisseaux les cellules se dégradent et disparaissent laissant former un tube en coupe transversale par le reste de la plante (Laberche J.-C., 2010).

Pour le phloème, il forme ce que nous pouvons appeler le périderme, essentiellement composé par le suber (aussi désigné sous le nom de liège). Ce sont des cellules mortes dont les parois ont été imprégnées de subérine (molécule lipidique imperméable aux substances liquides). Ainsi le phloème I tient un rôle de protection pour l'ensemble de la plante, empêchant certains échanges entre l'environnement humide et les tissus profonds. Il existe cependant des lentilles permettant les échanges gazeux entre l'atmosphère et l'intérieur de la plante (Meyer S., et al., 2008).

Le cambium

Aussi appelé zone génératrice libéro-ligneuse, le cambium est la base de l'accroissement du diamètre de la tige. Les formations secondaires proviennent d'une multiplication cellulaire centripète pour le xylème II et centrifuge pour le phloème II (fig. 19). À son apparition le cambium se situe entre le xylème I et phloème I, il différenciera ensuite les deux systèmes conducteurs en tissus secondaires (Heller R., *et al.*, 2000).

Les tissus secondaires

Nous parlons de tissus secondaires pour les formations produites après la turgescence liée aux méristèmes primaires. Ils sont la deuxième étape de fonctionnement des vaisseaux conducteurs de la sève dans l'organisme végétal. Ils sont par définition la partie vivante de la plante. Attention les bryophytes et les angiospermes montcotylédones ne possèdent pas de tissus secondaires.

Après la conception des xylème II et phloème II, ce sont les dernières générations de ces derniers qui transporteront la sève. C'est cette accumulation régulière qui est à l'origine des cercles étudiés en dendrochronologie. Le xylème II fait aussi partie du

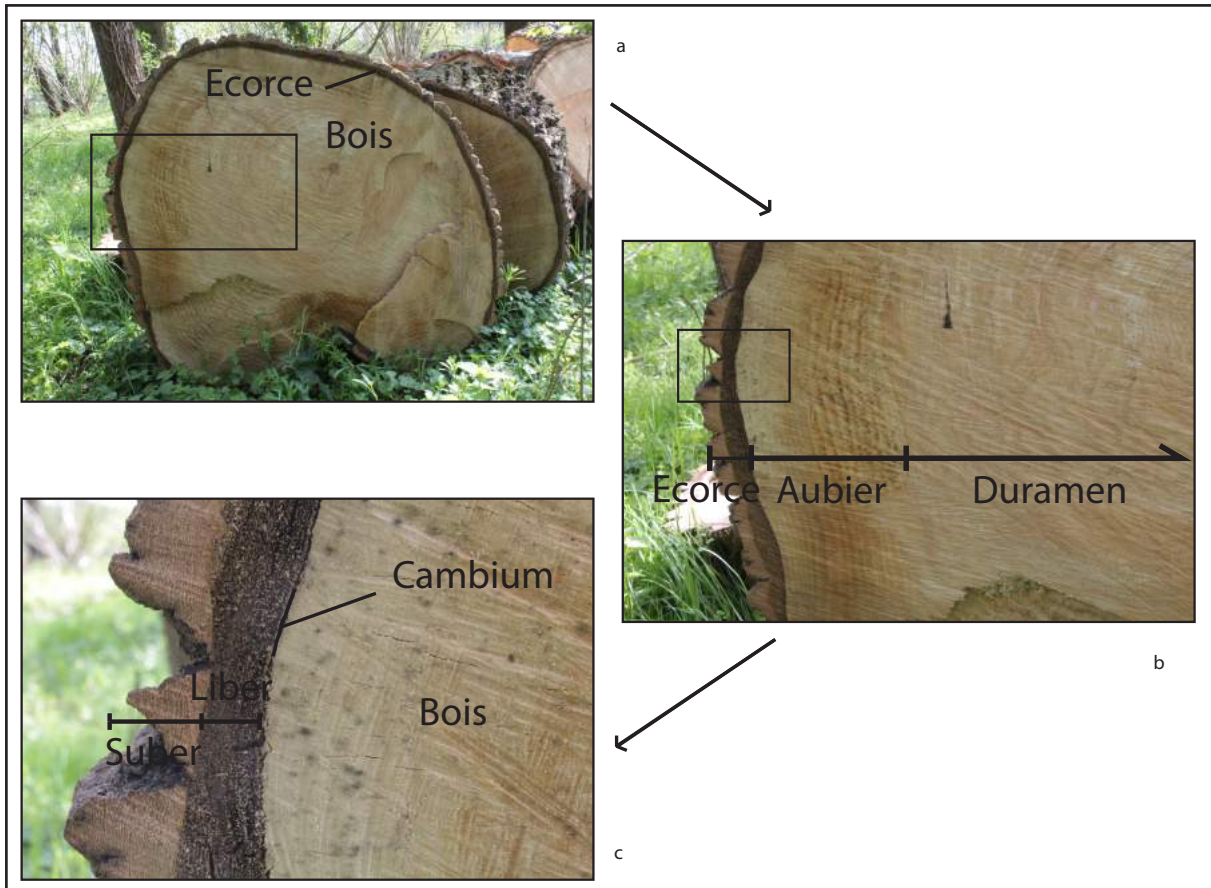


fig. 17 : Photographies d'une coupe transversale d'un tronc de tremble et définitions des différentes parties le composant (photographies et DAO : A. Soudry)

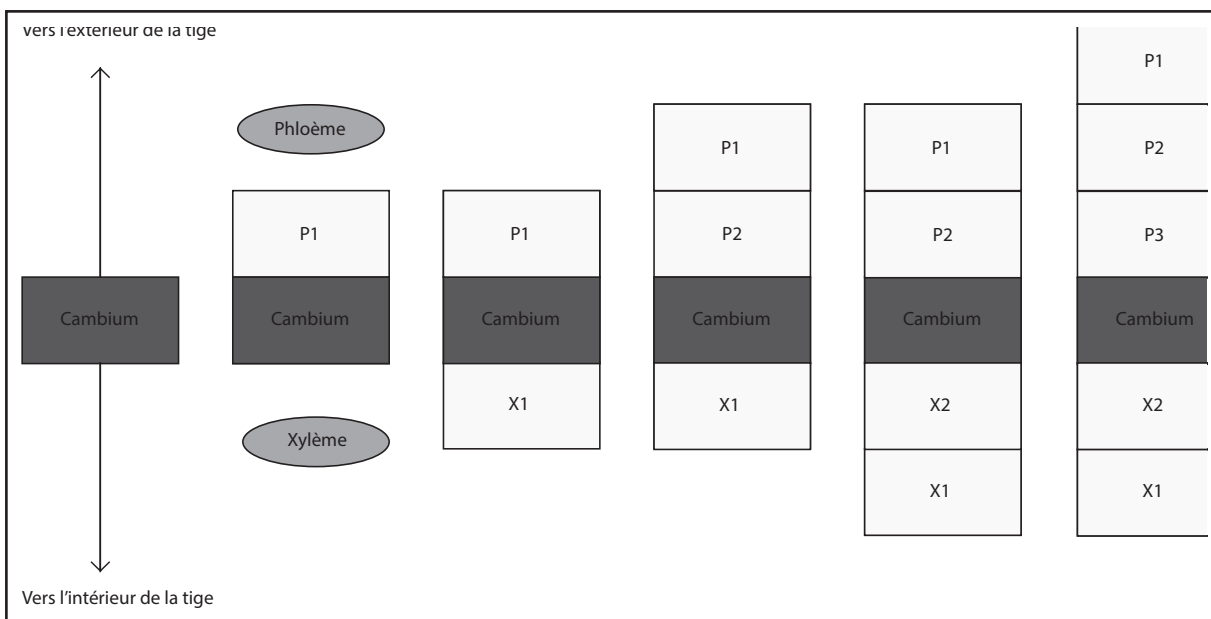


fig. 18 : Schéma résumant le fonctionnement du cambium (source : Laberche J.-C., 2010 ; DAO : A. Soudry)

bois dans les végétaux ligneux. Plus précisément il est appelé « aubier ». C'est un bois plus tendre, dis « vert » car il comporte encore la sève à l'intérieur. Pour ce qui est du phloème II, aussi dénommé liber (fig. 17 c), il s'agit de la partie la plus interne de l'écorce, transportant la sève élaborée (Laberche J.-C., 2010).

3 – Organisation intracellulaire

Nous pensons que rappeler brièvement les bases de la physiologie cellulaire végétale permettra une meilleure compréhension quant à ce mémoire (fig. 20). De ce fait retenons que les cellules végétales sont radicalement différentes des cellules animales. Et tout comme pour le règne animal, les cellules sont d'autant plus différenciées qu'il y a

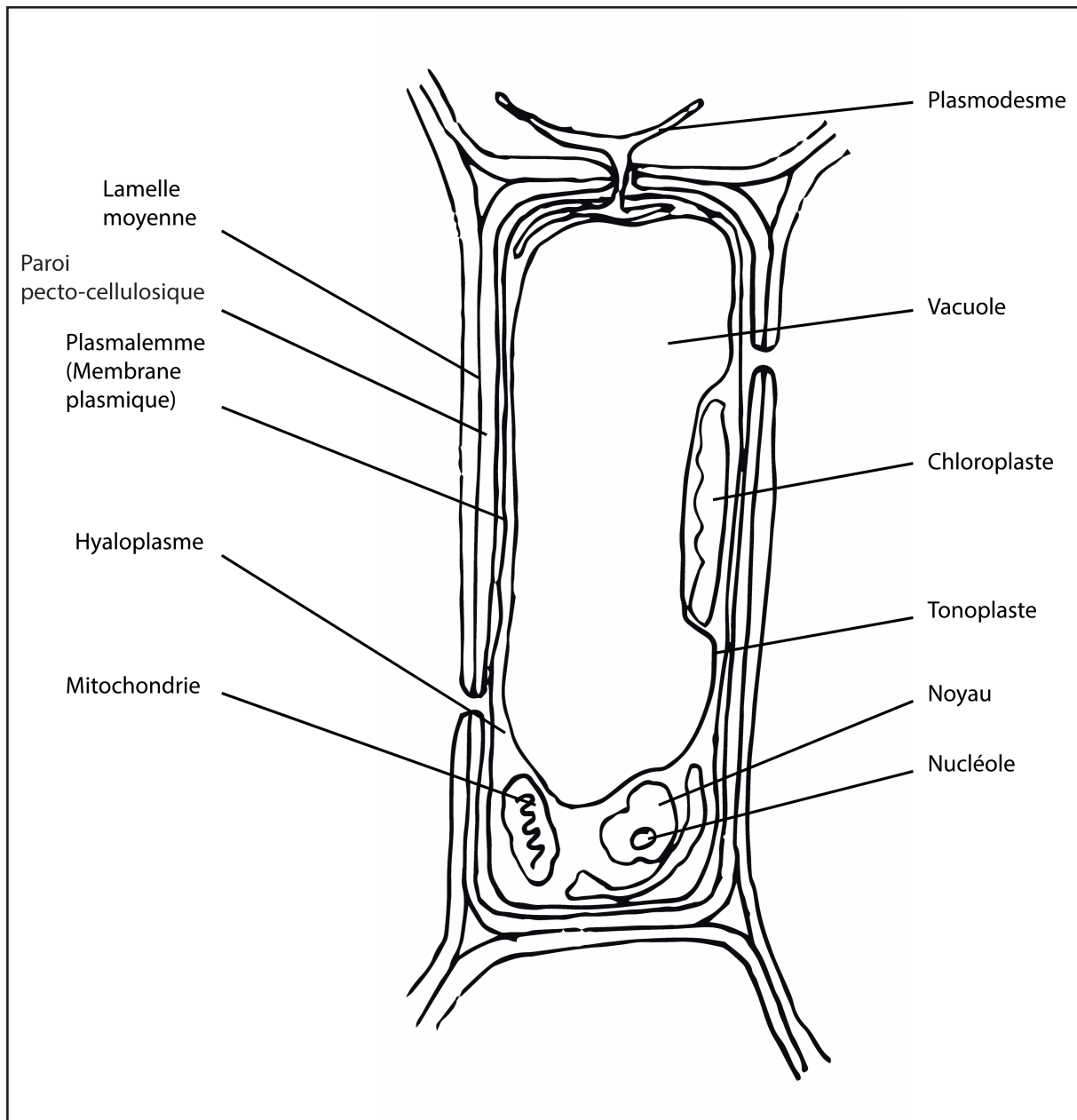


fig. 20 : Schéma annoté d'une cellule végétale (source : Laberche J.-C., 2010 ; DAO : A. Soudry)

de fonctions au sein de l'organisme. Une cellule constituant la feuille n'aura pas la même forme ni les mêmes propriétés qu'une cellule exodermique de racine. Cependant les organites en commun sont nombreux et nous pouvons ainsi corréler les éléments pour établir le vocabulaire utilisé pour la suite de ce mémoire.

Le noyau

Le noyau est le centre de n'importe quelle cellule eucaryote. De ce fait toute la régence de la cellule est dirigée par cet organite. Son diamètre varie largement entre les espèces. Il est constitué de plusieurs composants. Tout d'abord une enveloppe nucléaire, formée d'une double-membrane parsemée de pores nucléaires semi-perméables laissant passer les molécules d'ARNm, les nucléotides ou encore certains ions. Le nucléoplasme est le « liquide » où baignent les composants à l'intérieur du noyau. Et pour finir le ou les nucléoles qui contiennent les chromosomes (Laberche J.-C., 2010).

Les mitochondries

Les mitochondries sont des organites qui jouent un rôle majeur dans la création d'énergie, proprement dit, ils sont à l'origine de la respiration cellulaire (apport d'O₂ et rejet de CO₂) tout comme les cellules animales. La membrane est riche en lipide alors que l'intérieur de la mitochondrie est plutôt composé d'enzymes mélangées à de l'ADN des ribosomes (Henze K. et Martin W., 2003).

Les plastes

Organites ovoïdes à double-membrane, les chloroplastes contiennent la chlorophylle indispensable à la photosynthèse. C'est à l'intérieur de ces derniers que vont se synthétiser les sucres (principalement du fructose) à partir de la photosynthèse. D'autres sortes de plastes existent cependant comme les chromoplastes qui ont une fonction assez proche des chloroplastes, ce sont les pigments qui sont différents (carotènes ou xanthophylle à la place de la chlorophylle) qui peuvent donner des couleurs jaunes à presque rouge. Certaines algues en ont en abondance pour capter la lumière en profondeur. Ce sont aussi les pigments qui donnent la couleur automnale lors de la dégradation de la chlorophylle. De même il existe aussi les amyloplastes qui servent de réserve à amidon. On les retrouve très présentes dans la pomme de terre (Laberche J.-C., 2010).

Les plasmodesmes et le réticulum endoplasmique

Les plasmodesmes sont les structures assurant la communication intercellulaire. Ce qui est assez important quant à le transfert d'ARNm pour le bon fonctionnement des cellules. Schématiquement, les plasmodesmes sont des canaux de quelques dizaines de nanomètres traversant les membranes cytoplasmiques, les parois pectocellulosiques et la lamelle moyenne. A l'intérieur des cellules c'est les réticulum endoplasmiques (REG

et REL) qui prennent le relais quant à l'organisation des informations et le transport des protéines synthétisés (Laberche J.-C., 2010 ; Lipowsky R. et Sackmann E., 1995).

L'appareil de Golgi

Les vésicules de Golgi sont de petits organites souvent autour du noyau mais qui peuvent parsemer le cytosol. Elles servent généralement de réserve de protéines produites par les ribosomes, mais permettent aussi d'unir ces dernières à des glucides (formant les glycoprotéines) que nous retrouverons en forte quantité dans les parois pectocellulosiques (Laberche J.-C., 2010).

Les vacuoles

Une vacuole est le plus souvent l'organite qui prend le plus de place à l'intérieur de la cellule, repoussant les autres composants contre la membrane plasmique. Participant ainsi à la turgescence cellulaire. La pression osmotique ainsi créée favorise les mouvements d'eau, par osmolarité. Sa propre membrane nommée tonoplaste est l'équivalent du plasmalemme. L'élimination des produits, plus ou moins toxiques ou provoquant un déséquilibre, vers l'extérieur est souvent impossible, de ce fait s'accumulent de nombreuses substances très hétéroclites pour nettoyer le cytoplasme (liquide ou baigne les organites à l'intérieur de la cellule). Par exemple le sucre pour les betteraves sucrières ou de l'acide malique chez les *Crassulaceae*. La présence d'hydrolase, décomposant les plus grosses molécules, l'accumulation de substances et la pression osmotique fait de la vacuole un organite très important dans la régulation du métabolisme (Klionsky D. J., *et al.*, 1990).

Le plasmalemme

Souvent dénommé membrane plasmique, le plasmalemme entoure le cytoplasme. Il est composé de lipides et de protéines sous forme d'une bicouche de phosphoglycérolipides et de cholestérols. La membrane n'isole néanmoins pas la cellule au reste de l'organisme et permet le passage via des perméases de petites molécules et d'ions (K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , et Cl^-) indispensables au bien-être de la cellule (Lipowsky R. et Sackmann E., 1995).

La paroi pectocellulosique

C'est une des principales différences avec les cellules du règne animal, et elle est importante dans l'élaboration de la tourbe. La fonction primaire de la paroi est de pourvoir à la rigidité de la cellule et donc de la plante en général. Elle reste toutefois semi poreuse à certains éléments comme l'eau ou d'autres entités moléculaires. Elle se compose pour la plus grande partie de glucides sous forme de polysaccharides principalement de cellulose formant un réseau fibreux garantissant le tenu de la paroi. Nous pouvons aussi parler des pectines comme le galactose ou le ramnose, plus acide, mais qui permettent de « chainer » la cellulose.

Et enfin les hémicelluloses présentes dans une moindre mesure et constituées de polymères très hétéroclites comme le pentose ou l'hexose. Les glucides sont complétés par des protéines, indispensables au passage des divers éléments que nous avons déjà spécifié. Ils sont produits dans l'appareil de Golgi. Il s'agit en fait de glycoprotéines qui forment en grande partie la lamelle moyenne entre deux cellules. De la lignine peut apparaître, ce qui permet un assemblage plus rigide. Cette paroi peut être plus ou moins importante selon la fonction de la cellule. Par exemple dans les cellules de soutien, comme le sclérenchyme, la lignine est fortement présente ce qui entraîne une imperméabilité, la mort et l'évidage de la cellule et la constitution de très larges parois secondaires. C'est à cause de ces propriétés que les cellules végétales peuvent se dégrader moins vite que les cellules des tissus mous du règne animal (Lipowsky R. et Sackmann E., 1995).

II – Méthodes

A – Dépouillements

1 - Archives

Considérant qu'une grande part de la tourbe avait disparu durant les grandes exploitations du fond de la vallée de ces les derniers siècles. Nous avons tenté un premier inventaire des documents informant l'histoire du tourbage. Nous précisons aussi que toutes les appels d'archives ainsi que toutes les références à la fin du mémoire proviennent uniquement des archives départementales de la Somme, de ce fait nous ne le repreciserons pas dans les appels et références.

Nous avons avec Arnaud Espel, responsable du service d'aide aux administrations des archives départementales de la Somme, élaboré une liste de références mentionnant la vallée de l'Avre, les communes de Boves, Fouencamps, Thézy-Glimont et Hailles, le tourbage, la tourbe et en dernier point l'Avre , les références des pièces étant renvoyées dans la partie «références d'archive». Il en est sorti des références résolument ancrées dans le XIXe siècle.

Nous avons dépouillé ces documents de plusieurs façons. Classiquement en prenant des notes utiles pour notre sujet et sur lesquelles nous nous sommes appuyés dans notre discussion. Nous avons aussi découvert des documents iconographiques, que ce soit des photos, des cartes, des plans ou autres. Dans ce cas de figure, nous les avons numérisé à partir d'un appareil photo¹. De ce fait, et contrairement à une numérisation

1 Pour des raisons d'étalonnage et de critiques des documents, il s'agit d'un Canon EOS 600D

classique à plat, la déformation optique de l'objectif a posé quelques problèmes. En effet, une partie non négligeable de ces documents étant grands nous avons dû utiliser un logiciel de traitement photographique. Nous nous sommes d'abord essayé à utiliser un ensemble de clichés prises dans un angle restreint (entre 35 et 48mm) par document pour effectuer un photomontage via la fonction photomerge d'adobe photoshop CS6. Cependant, bien que cette méthode peut proposer des documents de très bonne qualité, elle reste fastidieuse, lente, et le montage ne fonctionnait pas toujours au vu des nombreuses photographies lourdes par document. De ce fait nous avons préféré la plupart du temps utiliser un angle plus grand (18mm) permettant de prendre l'ensemble en un seul cliché, mais qui provoque une déformation du document original. En effet, les lignes droites paraissent ainsi courbe, nous avons donc redressé et recadré les photographies toujours à partir d'adobe photoshop CS6.

Certains documents nous proposaient des ensembles de données chiffrées. Dans ce cas de figure nous avons essayé de synthétiser les données provenant de plusieurs documents dans des tableurs pour pouvoir ainsi effectuer des statistiques que nous verrons dans la quatrième partie de ce mémoire.

2 – Cartes, plans et photographies aériennes

La quasi-totalité de nos cartes, plans et photographies aériennes, à quelques exceptions près, proviennent du site de l'IGN² et du site géoportail³. Pour les cartes IGN⁴, elles sont disponibles en téléchargement direct en bonne qualité et géoréférencées. Les photographies aériennes, les cartes des Cassini et les cartes d'Etat-major sont quant à elles disponibles sur géoportail, par document et ne sont pas géoréférencées.

Les cartes géologiques sont simplement les versions numériques des cartes du BRGM⁵ que nous avons déjà en notre possession avant ce mémoire grâce à mon précédent mémoire dans ce service. Elles étaient ainsi déjà géoréférencées. Sinon elles sont disponibles en commande sur le site d'infoterre⁶ et du BRGM⁷ ou directement en vente sur place à Orléans.

Les plans par masses de culture ainsi que les cadastres napoléoniens proviennent des ressources numériques des archives départementales de la Somme⁸ et sont disponibles gratuitement en visionnage et téléchargement. Ces plans ne sont toutefois pas géoréférencés et sont assez compressés lors du téléchargement, rendant le fichier

2 Site de l'IGN : www.ign.fr (consulté le 23/04/2016)

3 Site de Géoportail : www.geoportail.fr (consulté le 27/08/2016)

4 IGN : Institut National Géographique

5 BRGM : Bureau de Recherches géologiques et minières

6 Site Infoterre : <http://infoterre.brgm.fr/#>

7 Site du BRGM : www.brgm.fr

8 Site de recherche des archives départementales de la Somme : <http://recherche.archives.somme.fr/>

moins lourd mais aussi moins lisible.

Nous avons aussi retrouvé des plans pour la construction du chemin de fer datant de 1861 et 1864. Nous avons pour ces derniers utilisés la méthode du photomerge à partir de documents papiers d'archive.

Et enfin notre MNT⁹ provient du service d'archéologie préventive d'Amiens métropole dans lequel nous avons effectué notre stage. Il avait été fabriqué à partir des courbes de niveau des cartes IGN 1/25000^e sur QGIS. Il était ainsi déjà géoréférencé mais nous avons dû le recalculer dans notre SIG du fait des différences d'algorithme entre les programmes de SIG.

3 – Débits et crues

Pour comprendre la dynamique de l'Avre nous avons dû chercher la différence des débits au cours du temps mais aussi des principales crues des derniers siècles.

Tout d'abord nous avons rassemblé les grandes crues historiques à partir de l'ouvrage de Maurice Champion sur les inondations françaises connues depuis le VI^e siècle (Champion M., 1864) ainsi qu'à partir de nos dépouillements aux archives départementales de la Somme.

Pour les débits et les crues plus récentes nous avons utilisé les données DREAL¹⁰ de la station de Moreuil à la banque de données numériques HYDRO¹¹. Pour cela nous avons constitué un tableau (annexe 1) rassemblant les crues depuis 1969 selon des augmentations de débits discernables. Pour l'évolution de débit, nous avons rassemblé tous les débits moyens par mois depuis 1969. Nous avons ensuite fusionné les données sous la forme d'un graphique contenant les débits sous la forme de courbe et les crues sous forme d'histogramme

B – Système d'Information Géographique (SIG)

9 MNT : Modèle Numérique de Terrain

10 DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

11 Site de la banque HYDRO (banque hydrologique de France) : www.hydro.eaufrance.fr (consulté le 17/02/2016)

Pour ce mémoire nous avons utilisé quasi-essentiellement le logiciel ArcGIS 10.0 pour la réalisation de notre SIG. De ce fait les termes employés seront largement tirés de ce logiciel.

1 – Géoréférences et redressements d'image

Pour l'élaboration de notre SIG nous avons dû importer plusieurs cartes et photographies aériennes qui n'étaient pas géoréférencées, c'est-à-dire dont aucunes coordonnées géographiques n'étaient liées aux documents.

Pour cela nous avons normé les projections géographiques en RGF_Lambert 93, projection officielle en France. De ce fait, même si les plans ou cartes ont été dessinés selon une autre projection, ils ont tout de même été géoréférencés et transformés selon la projection spatiale Lambert 93. Cela permet aussi une harmonisation sur l'ensemble des données de notre SIG.

De ce fait il nous était impossibles de les traiter et les comparer sans les géoréférencer. Pour cela nous avons utilisé deux moyens. Le premier pour la plupart des cartes et plans, le deuxième pour les photographies aériennes. Pour la plupart des cas nous avons utilisé l'outil « géoréférencement » dans ArgMap. Simplement la méthode a été différente entre les plans et cartes dont nous pouvions trouver leurs coordonnées sur géoportail et les photographies que nous avons du géoréférencé sans leurs coordonnées géographiques.

Comme nous venons de l'expliquer les cartes et plans, en dehors des cartes des Cassini, de certains plans par masse de culture, et des cadastres napoléonien, nous avons pu trouver leurs coordonnées sur la visionneuse de géoportail. Dans ce cas nous n'avions que les coordonnées de points précis, nous avons donc utilisé l'outil « géoréférencement », effectué un clic gauche sur le point en question puis sélectionner « entrée X et Y » dans le panneau déroulant après un clic droit. Dans le cas où nous connaissions les coordonnées géographiques des bords du RASTER¹², nous n'avions qu'à indiquer ces coordonnées dans l'onglet « étendue géographique » de ses propriétés.

Dans le cas où nous ne connaissions pas les coordonnées ou que les images allaient subir de grosses déformations nous avons effectué un géoréférencement et un redressement d'image. Ce fut le cas pour toutes les photographies aériennes par exemple. Pour cela nous utilisons de nouveau l'outil « géoréférencement » mais cette fois si nous nous appuyons sur des points remarquables, comme des ponts, des églises, des arbres remarquables une année sur l'autre, des monuments particuliers. Tous ces localisations vont nous permettre de recalibrer les images à partir de cartes déjà géoréférencées. Cela permet d'une part de géoréférencer la photographie et d'autre part de redresser l'image qui a pu être prise dans un angle oblique. A partir de ces points l'image va subir diverses déformations que

12 RASTER : Image pixelisée.

sont les transformations géographiques.

2 – Les transformations géographiques

Pour le redressement d'image et de carte il est utilisé des algorithmes mathématiques qui permettent la déformation. Mais ces algorithmes étant largement différents entre eux il nous paraît utile de les présenter pour conforter notre choix quant à ces transformations. Nous allons donc confondre des principales transformations.

Transformations polynomiales affines (1^{er}, 2^e et 3^e ordre)

Les transformations affines sont séparées en trois ordres correspondant à des déformations plus ou moins importantes de l'image. La transformation de premier ordre est utile simplement pour le déplacement, la mise à l'échelle et la rotation. Ainsi l'image en question reste identique. Mais si le plan ou la photo n'est pas construit à partir d'un référentiel orthogonal, il sera difficile d'utiliser le premier ordre. Donc plus nous allons monter de niveau dans les ordres, plus les transformations seront complexes, incurvant ou courbant les lignes qui devaient être droites à la base. Ces deuxièmes et troisièmes ordres demandent beaucoup plus de points d'ancrage pour une meilleure précision. Cependant, les déformations étant limitées (les algorithmes étant basés sur des polygones), il est de fait que trop de points entraîne des erreurs (appelées RMS que nous verrons dans la suite de ce mémoire). Il est à noter la mise en place d'au moins trois points non linéaires pour les transformations de deuxième et troisième ordre.

Transformation d'ajustement

Elle combine plusieurs algorithmes qui se basent sur la transformation polynomiale avec un réseau TIN¹³ qui permet « d'ajuster » les points localement par rapport à leur vraie valeur et ainsi diminuer la valeur des erreurs RMS. En soit il y aura un point pour chaque sommet de triangle. Cependant cette transformation transpose le décalage de l'image par un « pli » (fig. 21), c'est-à-dire qu'il y aura des discontinuités nettes entre les points d'une même image et que pour y pallier au maximum il faut au moins trois points d'ancrage, le plus souvent beaucoup plus.

Transformation spline

Cette transformation correspond à des étirements entre les points à partir de la

13 TIN : Triangulated Irregular Network



fig. 21 : Exemple de plissements par l'ajustement (CAO : A. Soudry)

fonction spline. En fin de compte cela correspond à une meilleure précision des points mais aussi à une déformation entre ces derniers. De ce fait elle demande beaucoup de point d'ancrage avec au moins dix points de contrôle. Pour simplifier la fonction spline correspond à une fonction polynomiale par morceau à plusieurs intervalles elles-mêmes subdivisées dans \mathbb{R} . Nous ne rentrerons pas dans une démonstration mathématique, elle a été largement expliquée dans divers ouvrages (Bartels R., *et al.*, 1985 ; Demengel G. et Pouget J.-P., 1998), mais en restant simple la fonction spline est définie par l'ensemble polynômes au sein de ces intervalles contrairement à une simple fonction polynomiale qui ne contient pas ces intervalles, minimisant ainsi le phénomène de Runge (Dieudonné J., 1968). En fin de compte cela reste un très bon compromis entre la déformation et l'erreur RMS, tant que le nombre de point est important.

Utilisation dans notre SIG

Pour la création de notre SIG, nous avons des transformations spline. En effet, le but du redressement a été de géoréférencer la vallée de l'Avre. Ainsi les points d'accroche peuvent être assez proches les uns les autres permettant une bien meilleure précision qui est rappelé par un maximum d'erreur RMS à 5.10^{-5} . De plus une transformation polynomiale n'apporterait pas vraiment une précision supérieure à l'échelle de notre étude mais en plus au niveau des points d'ancrage nous auront un étirement caractéristique des transformations polynomiales affines. Pour ce qui est de la transformation d'ajustement, les « replis » pour éviter les erreurs RMS, peuvent être assez fortes à l'échelle de la rivière lors de la vectorisation.

3 – Vectorisation

Le gros travail dans notre SIG a été de vectoriser le chenal de l'Avre pour chaque groupe de cartes ou de photographies aériennes. Pour ce faire nous avons utilisé l'option « éditeur » d'ArcMap et créer une entité par ensemble de cartes/ photographies selon l'ancienneté des documents. Cela nous permettra de comparer les tracés.

Nous avons utilisé une vectorisation par polygone, les polygones ne s'adaptant pas aux variations de largeur de l'Avre alors que l'édition par polygone permet de suivre les berges avec précision. En d'autres termes bien que l'édition par polygone soit plus longue, car il a fallu tracer les deux berges de l'Avre, elle permet, en plus de suivre le chenal, d'en connaître l'évolution de sa largeur.

En terme d'échelle nous avons réalisé les vecteurs aux 1/2000^e qui nous a permis de suivre avec précision les berges quand bien même ces dernières pouvaient être caché par des bosquets sur les photographies aériennes. Cependant lorsque le cours d'eau n'était vraiment plus visible nous avons préféré laisser des lacunes. Il nous est toutefois arrivé fréquemment de diminuer l'échelle pour nous permettre de bien suivre l'Avre. Cependant, cela a été rarement possible sur les photographies anciennes à cause de leurs pixellisations lors de leurs numérisations. De ce fait, nous ne pouvions suivre le cours d'eau en zoomant sur le lit.

4 – Modèle Numérique de Terrain (MNT) et bloc 3D

Le MNT¹⁴, que nous avons en notre possession a été réalisé à partir de courbe de niveau d'une résolution de 5 mètres d'altitude. Ce qui largement suffisant pour une étude à l'échelle d'une vallée ou d'une grande zone géographique. Cependant les reliefs en Picardie n'étant pas des plus marqués, la topographie des plateaux et des fonds de vallée reste imprécise.

Nous avons ainsi voulu fabriquer un modèle 3D de la vallée de l'Avre et alentours (fig. 13), comprenant des coupes géologiques. Pour ce faire nous avons dû vectoriser les données MNT, car ce dernier était sous format Raster. Nous avons donc utilisé plusieurs programmes dans les « outils 3D Analyst » d'Arc Toolbox dans ArcMap. Finalement, après des conversions et des découpages du MNT original, nous nous retrouvons avec un ensemble de lignes de niveau vectorisées, dont nous enregistrons les données sous forme de tableau.

Nous utilisons ensuite le logiciel Surfer 8.0 pour créer ce modèle 3D. Nous

14 MNT : Modèle Numérique de Terrain

importons le tableau précédent via l'onglet « data » dans le déroulant « grid ». Il suffit ensuite simplement de définir les colonnes X, Y, et Z pour créer un fichier lisible par surfer. Pour afficher le modèle 3D, nous avons utilisé l'option « surface » dans le déroulant « Map » et sélectionner le nouveau fichier créé. Le modèle 3D brut est ainsi créé, et avec le réglage de quelques propriétés nous avons diminué l'exagération topographique et supprimer toute sémiologie sur le dessus du modèle. Nous avons ensuite importé via l'onglet « base map » dans « map » une partie de la carte géologique 1/50000 de Moreuil, correspondant exactement à l'étendu du bloc 3D et dont nous avons rentré les coordonnées exactes de l'étendu dans les propriétés. Pour finir nous avons « drapé » la carte géologique sur le modèle 3D. Pour ce faire nous avons d'abord sélectionné les deux éléments dans le logiciel puis utiliser « overlay Maps » dans le déroulant « Map », le calage se fait ensuite automatiquement. Les coupes géologiques ont été dessinées manuellement sur le modèle 3D à partir d'Adobe Illustrator, simplement à partir de la carte géologique.

C – Sondages et prospection

Nous avons déjà abordé le besoin de réaliser quelques sondages. Ces derniers ont été effectués de plusieurs manières, avec du matériel distinct et une météo différente. Toutes ces caractéristiques sont importantes pour pouvoir comprendre et critiquer les documents ainsi créer.

1 – Le Matériel

Nous avons utilisé deux types d'extracteurs lors de nos sondages. A La Bellevue, entre Thézy-Glimont et Hailles, il a été utilisé une tarière, prêtée par la société Ginger. Pour le reste nous avons eu accès à un carottier russe, prêté par Boris Brasseur de l'UFR des Sciences de l'Université de Picardie Jules Verne. Nous allons donc expliciter leurs propriétés pour pouvoir critiquer les résultats.

Une tarière est un sondeur ellipsoïdal et sans gouge. Généralement la tête varie entre 10 et 40cm, la nôtre avait une longueur de 25 cm. La tarière s'utilise en appuyant et en tournant la poignée au bout de la ralonge. De ce fait la tête va pouvoir percer le sol. D'un autre côté le sol est broyé, les sédiments extraits ne sont donc pas en place, les limites entre les couches sont peu précises et il n'est pas possible d'étudier leurs spécificités. De plus les sédiments subissent généralement une compression à l'intérieur de la tarière, de ce fait il y a une différence notable entre la profondeur vrai et la longueur du prélèvement plus petit. Ainsi, il nous faut souvent

calculer le coefficient de compression pour connaître la véritable profondeur du sondage. Cependant, la tarière permet de percer et d'extraire des couches compactes et grossières. De ce fait, c'est l'outil à main idéal pour sonder des graviers, sables ou toutes autres couches compactes.

Le terrain s'étant surtout effectué en zone humide, nous avons privilégié l'utilisation d'un carottier russe (fig. 22). Il s'agit d'une gouge, dans notre cas d'un mètre, dont une lame pivotante, plus large que la gouge, est fixée devant l'ouverture de cette dernière. Cela permet lorsque le sondeur perce le sol de ne pas inclure d'éléments non désirables. Une fois enfoncé jusqu'à la profondeur d'extraction il suffit de tourner d'un demi-tour pour emprisonner les sédiments. En effet, seul la gouge va pivoter autour de la lame. Une fois remontée il suffit de tourner cette dernière pour libérer l'extraction. Cela présente de gros avantages. Premièrement, à chaque extraction il est retiré un mètre de sédiment, ce qui est par rapport à la tarière un gain de temps non négligeable. Deuxièmement, les sédiments extraits ne sont ni comprimés ni déformés, de ce fait la lecture et l'analyse est



fig. 22 : Photographie d'un carottier démonté (gouge, lame et rallonges) (photographie : A. Soudry)

plus précise, les limites entre les couches étant toujours visibles. Cependant le principal désavantage de cet outil est sa difficulté à percer le sol. C'est d'ailleurs pour cela que l'utilisation d'un carottier est préconisé pour des études sur de la tourbe et milieux humides car le sol y est moins compacte. De ce fait il est impossible de l'utiliser dans des milieux sableux, graveleux ou sur d'autres couches compactes. Par exemple, nous n'avons pas été plus profond qu'une couche d'argile dont il ne nous a pas été possible de traverser.

Pour les analyses supplémentaires nous avons utilisé une simple loupe binoculaire pour identifier les restes végétaux dans la tourbe ou l'aspect des grains de sable par exemple. En effet certains débris dans la tourbe étaient vraiment fins et la caractérisation de la tourbe n'aurait pas été complète à l'œil nu. Pour ce qui est des sables, cela nous a paru évident d'identifier l'érosion des grains afin de déterminer le régime de dépôt de ces derniers. En dernier point, pour les analyses de présence de calcaire dans les dépôts nous n'avons pas eu accès à de l'acide carbonique, de ce fait nous avons simplement utilisé du vinaigre blanc contenant cet acide.

2 – Déroulement de l'étude de terrain

Prospections préalables

Avant même le début de nos sondages nous avons réalisé des études cartographiques, des recherches aux archives et des prospections préalables d'étude du paysage. Nous avons déjà abordé la recherche aux archives et le SIG, nous ne verrons ici que les méthodes pour la prospection pédestre.

Deux prospections différentes ont été réalisées. En premier lieu, nous ne nous sommes intéressés qu'au paysage, à la géologie et à l'Avre. Pour cela nous avons fait le tour de la vallée entre Boves et Hailles, ainsi qu'une grande partie du fond de vallée pour en connaître l'écologie. L'étude du paysage s'est effectuée simplement par le visuel, mais aussi grâce à une boussole à clinomètre, nous permettant de connaître l'inclinaison des versants et des pentes géologiques. Ces données sont primordiales pour la géomorphologie et le remplissage du fond de vallée. Pour l'Avre, nous n'avons que suivi le chemin du halage pour étudier le cours d'eau. Enfin en faisant le tour de la vallée et des versants nous avons régulièrement extrait des blocs de craie grâce à un marteau de géologue pour regarder l'évolution des faciès et en quoi ils influencent le territoire.

En deuxième lieu nous nous sommes munis d'une tarière pour prospecter dans le fond de vallée. Le but ici était de retrouver et de vérifier les endroits où nous pouvions trouver de la tourbe. Pour ce faire nous avons évité certaines zones, comme les plantations de bouleau dont nous expliquerons la raison dans notre discussion. Sinon une fois que nous trouvions un endroit susceptible de contenir de la tourbe nous percions le sol sur

50 cm pour vérification avant de reboucher correctement. Sur ce fait nous avons pu y voir une irrégularité quant à la conservation de la tourbe sur l'ensemble de la vallée.

Déroulement du terrain

Après avoir trouvé l'emplacement où un transect du fond de vallée était possible, nous avons joints les maires des communes et les propriétaires des parcelles, lorsque le terrain n'était pas communal. En l'occurrence, du fait de non réponse de la part des propriétaires nous sommes donc restés sur les terrains communaux.

Le terrain s'est déroulé sur plusieurs jours. D'abord une journée à la tarière à Hailles et une semaine entre Fouencamps et Thézy-Glimont. A Hailles, les conditions météorologiques étaient assez médiocres. D'un soleil radieux, nous avons fini le sondage sous une pluie battante. Cela a bien sûr une influence quant à notre perception des sédiments mais aussi sur les sédiments eux-mêmes qui, selon leurs natures, ont pu se disperser en dehors de la tarière.

Pour l'autre semaine de prospection, la météo est restée particulièrement bonne. Nous étions cependant en contexte boisé, le maniement du carottier a donc été plus compliqué. Ainsi nous devons démonter et remonter le carottier tout au long de chaque prélèvement. Seuls les sondages SD1 et PI5 ont été réalisés dans des petites clairières en bord de lac. De ce fait l'appréciation des sédiments a été toute autre, même si nous avons privilégié la texture aux couleurs des couches. Toutefois nous n'avons toutefois pas eu de problème particulier pouvant influencer les sondages.

Les dessins de logs ont aussi directement été effectués sur le terrain. Pour cela nous nous sommes d'abord basé sur la texture des sédiments, c'est-à-dire de la granulométrie des grains. En deuxième lieu, nous avons exploité la nature des couches, d'ailleurs étant donné que nous ne pouvions classer la tourbe dans les classes granulométriques, nous avons décidé que ce serait sa nature qui la définirait dans nos logs. Nous avons ensuite regardé les différentes inclusions dans les différentes strates. Enfin nous avons décrit chaque couches retrouvées, et lorsque cela était remarquable, les limites entre ces couches.

Analyses supplémentaires

Comme nous l'avons déjà abordé dans la partie « Matériel », nous avons effectué des déterminations biologiques et sédimentaires grâce à une loupe binoculaire. Pour les analyses biologiques nous nous sommes basés sur des clés de déterminations de biologie végétale pour identifier les restes organiques contenus dans la tourbe. Et ainsi pouvoir établir des limites stratigraphiques et des caractéristiques sur la tourbe.

La loupe binoculaire nous a été aussi utile pour la détermination lithologique et

la caractérisation des grains de sable trouvés sous le château de Thézy-Glimont. En effet, le taux d'émoussage, la taille et la forme des grains sont des facteurs primordiaux quant à leur transport et leur provenance.

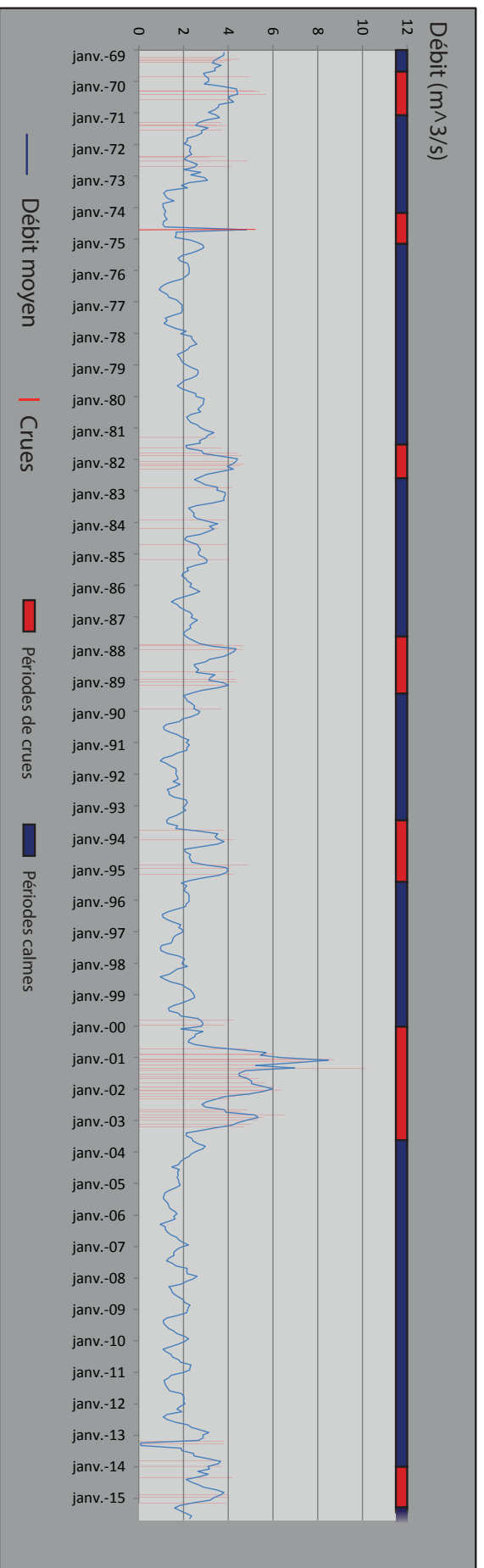
III – Résultats

A – Débits et crues de référence de l'Avre

Du graphique effectué à partir des données référencées sur l'Avre, nous pouvons ainsi décrire l'évolution du débit et des crues de la rivière.

Entre 1969 et 1974, le débit moyen de la rivière n'a fait que diminuer (fig. 23 a). Durant les années 80 le débit moyen a été de plus fort pour diminuer de nouveau et se stabiliser au début des années 90. Elle restera stable jusqu'à un récente léger renforcement de courant ces dernières années. Nous noterons toutefois une très haute augmentation entre 2000 et 2003, mais qui serait dû aux nombreuses crues qu'a subi la vallée et le département durant ces années. Bien entendu, tout comme la quasi-totalité des rivières en contexte tempéré, le débit évolue au sein même d'une année. Ainsi, le courant sera à son plus fort au printemps, diminuer tout au long de l'été et réaccélérer en automne. Nous pouvons ainsi observer ce cycle tous les ans depuis 1969.

Nous remarquons que les crues semblent être rassemblées par période (fig. 23 a et b). Ainsi nous pouvons en observer entre 1969 et 1972, même si elles suivent la courbe du débit. Nous en retrouvons au début et à la fin des années 80. Les suivantes ont été recensées entre 1994 et 1995. S'en suivent les crues du début des années 2000, sûrement en lien avec les tempêtes de ces années. Il faudra ensuite attendre 2013 pour attester de nouvelles crues qui semblent régulière depuis. Pour les crues historique (fig. 23 b), la plupart des références font état de crues en hiver, et restent assez régulières depuis le XVIIe siècle.



a

Année	Mois	localisation	sources
1615	Février	Amiens	Champion M., 1864
1635	Février	Amiens	Champion M., 1864
1658	null	Amiens	Champion M., 1864
1781	Null	Amiens	Arch. Dept. Somme
1784	Février	Amiens	Champion M., 1864
1820	null	Amiens	Champion M., 1864
1823	null	Amiens	Champion M., 1864
1840	Janvier	Amiens	Champion M., 1864
1841	null	null	Champion M., 1864
1850	null	Entre Saint-Simon et Daours	Champion M., 1864
1910	null	Pierrepont-Sur-Avre	Arch. Dept. Somme

b

fig. 23 : Débits et crues de l'Avre (a : Graphique représentant le débit et les crues de la rivière à Moreuil depuis 1969 (source : Site de la banque HY-DRO), graphique et DAO : A. Soudry ; b : Tableau des crues historiques depuis 1615 (sources diverses))

B – Traitements SIG

A partir des cartes anciennes et photographies aériennes géoréférencées nous avons pu délimiter les berges de l'Avre sur une quinzaine de kilomètres environ (fig. 24). Pour la carte de Cassini nous décrivons l'Avre comme étant une rivière large et dont de petits méandres sont inclus dans des méandres plus importants, suivant la vallée. D'autre part l'Avre se sépare en plusieurs chenaux à Boves.

En 1806, le tracé est beaucoup moins large que sur les cartes des Cassini. Nous notons la présence de plusieurs angles droits entre Hailles et Fouencamps dont l'Avre présente une grande sinuosité. Après le pont joignant Fouencamps à Boves, le cours d'eau devient rectiligne, s'élargit à la confluence avec la Noye et reprend une certaine sinuosité.

En 1812, l'Avre est globalement la même qu'en 1806, nous noterons toutefois des sinuosités moins nettes et un élargissement de la rivière juste après le pont entre Fouencamps et Boves, un amincissement en arrivant dans la commune puis de nouveau un élargissement plus nette. De même les méandres après Boves semblent plus marqués et semblent s'élargir vers sa rive concave.

Tout comme en 1812, l'Avre de 1830 semble suivre le même tracé. Nous notons encore une fois des circonvolutions moins nettes entre Hailles et Fouencamps. Après Fouencamps, le chenal semble plus mince que les années précédentes et ne s'élargit que très peu après Boves.

En 1947, la largeur de l'Avre a réduit de moitié et semble inégale sur l'ensemble du tracé. Les sinuosités sont cependant bien plus marquées. Entre Thézy-Glimont et le méandre de Fouencamps, l'Avre aurait migré entre 10 et 30 mètres vers l'Est, mais reprends l'ancien chenal avant le pont de Fouencamps. L'Avre reste toutefois bien moins large même après le pont et ne s'élargit que légèrement après la confluence avec la Noye.

En 1952, l'Avre est très légèrement plus large que 5 ans plus tôt. Par contre les tracés se superposent particulièrement bien. Nous noterons toutefois des méandres légèrement moins larges après Boves.

9 ans plus tard, l'Avre est resté quasiment identique. Nous remarquons simplement plus distinctement l'apparition de quelques chenaux secondaires.

En 1972, l'Avre est resté dans son lit. Cependant de nombreux chenaux secondaires sont visibles sur les photographies aériennes. Il est possible que l'Avre ait été en cru au moment de la mission aéroportée. Les crues de référence pourront nous apporter cette

réponse.

En 1983, l'Avre suit toujours le même chenal principal. Nous notons toujours autant des chenaux secondaires nettement visibles

En 2002, les chenaux secondaires deviennent moins visibles sur les photographies aériennes. Cependant le chenal principal n'a toujours pas migré.

En 2011, nous retrouvons nettement ces chenaux secondaires sur les photographies satellitaires alors que le chenal principal reste identique, bien que légèrement moins large.

Enfin, en 2015, l'Avre garde son cours préférenciel, les sinuosités sont moins nettes dans le paysage. Nous pouvons régulièrement retrouver des cours d'eau secondaires tout au long de la rivière. Les élargissements au pont de Fouencamps et à celui de Boves sont plus nets que les années précédentes. Cependant l'Avre semble être encore moins large.

C – Logs granulométriques et sédiments de fonds de vallée

Nous avons dessiné plusieurs logs granulométriques à partir des sondages effectués dans la vallée de l'Avre et répertoriés à la fin de ce chapitre (fig. 31, fig. 32, fig. 33, fig. 34, fig. 35, fig. 36, fig. 37). Nous allons ainsi décrire les différentes couches retrouvées dans ces sondages. Les logs s'étant basé sur la granulométrie, nous nous sommes ainsi basé sur les travaux sédimentologiques et géologiques (fig. 25) (Scolari G. et Lille R., 1973 ; Folk R. L. et Ward W. C., 1957)

Horizon A de surface

Très variable selon la localité, il s'agit le plus souvent de silts plus ou moins argileux dont la couleur varie entre le brun et le brun foncé. Il contient un fort taux de matière organique. Les agrégats quant à eux peuvent être grumeleux ou polyhédriques

Tourbe brune

Accumulation récente de végétaux généralement bien conservés. Elle se compose donc de matière organique brune fine. Elle est généralement peu compacte, très poreuse, très désorganisée, ne contient pas de concrétion et dispose d'une charge nulle en pierrosité. Le test à HCl n'indique pas la présence de calcaire. Ses limites sont souvent peu visibles. La tourbe est mousseuse, de ce fait, les macrorestes végétaux sont principalement des bryophytes, en particuliers des sphaignes. La taille du reste des végétaux peut varier

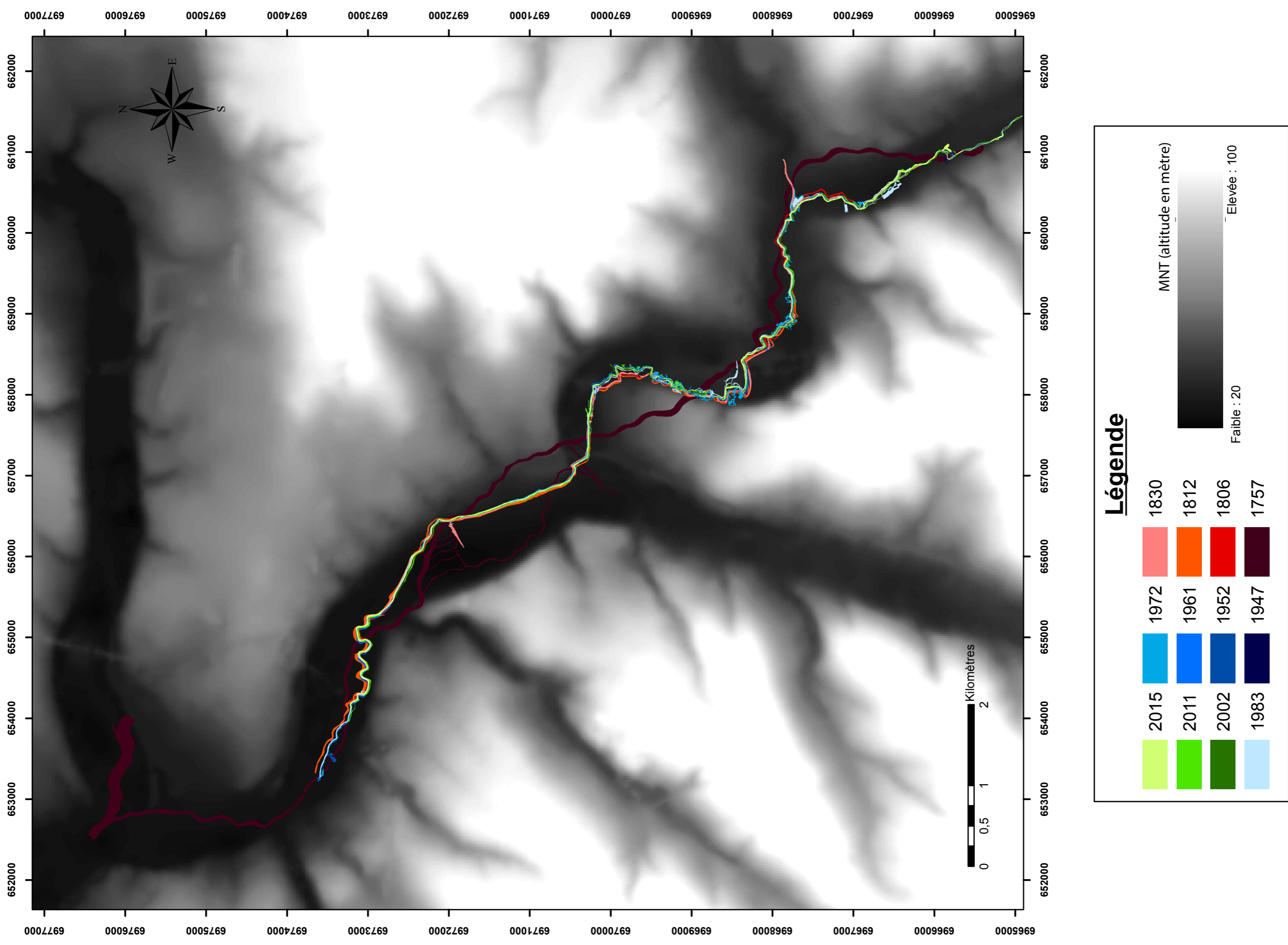


fig. 24 : Evolution générale du chenal de la Loire depuis 1757 (fond de carte : Modèle Numérique de Terrain (SAAM) ; mission de photographies aériennes (Site Géoportail) ; CAO et DAO : A. Soudry)

Textures		Taille minimale (en mm)	Taille maximale (en mm)
Argiles		/	0,002
Silts		0,002	0,064
Sables	fins	0,064	0,5
	moyens	0,5	1
	grossiers	1	2
Cailloux	graviers	2	64
	galets	64	256
	blocs	256	/

fig. 25 : Classement granulométrique (sources : Scolari G. et Lille R., 1973 ; Folk R. L. et Ward W. C., 1957)

entre 1-2 cm et 20 cm pour les plus grands. Nous noterons ainsi l'apparition récurrente de carex et tiges indifférenciées (fig. 26). Le faciès de la tourbe peut légèrement varier selon la profondeur et le contexte environnemental. Ainsi, sa couleur peut s'éclaircir, ce qui coïncide généralement avec une piètre décomposition des végétaux, se dévoilant quasiment intacts. Par contre une couleur foncée définira le plus souvent d'une forte décomposition et d'un faible taux de restes macroscopiques. Il est notable l'inclusion plus ou moins forte de silts et d'argiles dans la tourbe.

Tourbe grise

Se retrouvant généralement sous la tourbe brune, la tourbe grise présente un faciès quasi-exclusivement mousseux. Elle est compacte et désorganisée mais homogène. La pierrosité reste nulle ainsi que le test à l'acide chlorhydrique contrairement à la porosité qui reste forte. Les mousses composent la totalité de la matière organique à quelques exceptions de restes lignifiés ou feuillus, de taille de moins de 5 cm. A Saint-Domice, elle est plus foncée, mais contient moins de matière organique à cause d'un mélange notable avec des silts, elle ne contient par ailleurs aucun reste macroscopique.

Tourbe noire

Il s'agit de la tourbe la plus dégradée, la plupart des restes végétaux sont décomposés (fig. 27). Elle devient donc plus compacte et très homogène. La porosité est ainsi plus faible que dans les tourbes précédentes. Par contre la pierrosité et le test HCl sont toujours nuls. Sa couleur noire correspond à un très fort taux de matière organique dont il est rarement possible d'observer des restes macroscopiques. La dégradation de ces restes varie selon la localisation du sondage de ce fait l'échelle de taille diffère entre quelques centimètres à 20-30 centimètres. Il s'agit principalement de laiches et de joncs.

Argile grise à blanche

Argile très homogène, compacte et plastique dont la couleur varie d'un gris anthracite en

surface à blanc cassé en profondeur (fig. 28). La porosité est inexistante, contrairement à une faible charge de graviers très bien classé et anguleux en fond de couche. Que ce soit dans la partie grise ou blanche, l'ajout d'HCl provoque une effervescence, ce qui indique un taux de carbonates dans l'argile. La partie anthracite contient encore quelques restes organiques noirs.

Graviers argileux blanc

Les graviers, principalement composés de calcaire et de dolomies, sont très mal classés (pouvant aller jusqu'à la taille d'un galet), mais sont pour la plupart émoussés. Il est possible de trouver des petits éclats de silex anguleux. La présence d'une matrice argileuse blanche à grisâtre rend la porosité faible. L'ensemble de cette structure présente un aspect de molasse/solifluction calcaire qui réagit à l'apport d'acide chlorhydrique. De ce fait le faciès peut varier et devenir plus ou moins fin. A Saint-Domice il s'agit principalement de sables argileux.

Argile bleu à graviers

L'argile est d'une couleur bleu-gris réductrice. La pierrosité est abondante du fait de la présence de sables et de graviers. Le classement de ces derniers est bon et homogène. La présence de ces nombreuses inclusions rend l'argile légèrement poreuse et ne tient pas vraiment lorsqu'elle est noyée. L'effervescence au test HCl est très faible dans l'argile mais s'impose sur les graviers. Ces éléments sont composés de craie, silex, quelques terres cuites et de feldspaths. En dehors de la craie légèrement émoussée, le reste des graviers présente un aspect anguleux à subanguleux (fig. 29).

Sables argileux jaune

Sables fins jaunes à matrice argileuse (moins de 10% de la masse totale). Celle-ci est mélangée avec de la tourbe mousseuse. La porosité est faible par la présence de l'argile. Les grains de sable sont émoussés et composés de quartz, de silex et de résidus de craie. Il est notable une charge moyenne (30%) en pierrosité. Elle est constituée principalement de graviers et de sables grossiers. Ces derniers sont assez mal classés et sont composés de morceaux de craie, de silex, et quelques éléments quartziques. Il est notable la présence de nombreux fragments coquilliers, principalement de petits gastéropodes de moins d'un ou deux centimètres.

Sables jaunes

Sables indifférenciés jaunes contenant quelques silts bruns (fig. 30). Le classement est médiocre, il est possible d'observer de petits graviers. La porosité compte pour environ 10 à 15% du volume total. L'effervescence au test HCl indique la présence de calcaire. La lithologie est composée de grains de calcaire, mais aussi de quartz, de silex, de feldspath, et de dolomies. Ils ont un aspect grumeleux et plutôt bien émoussés.

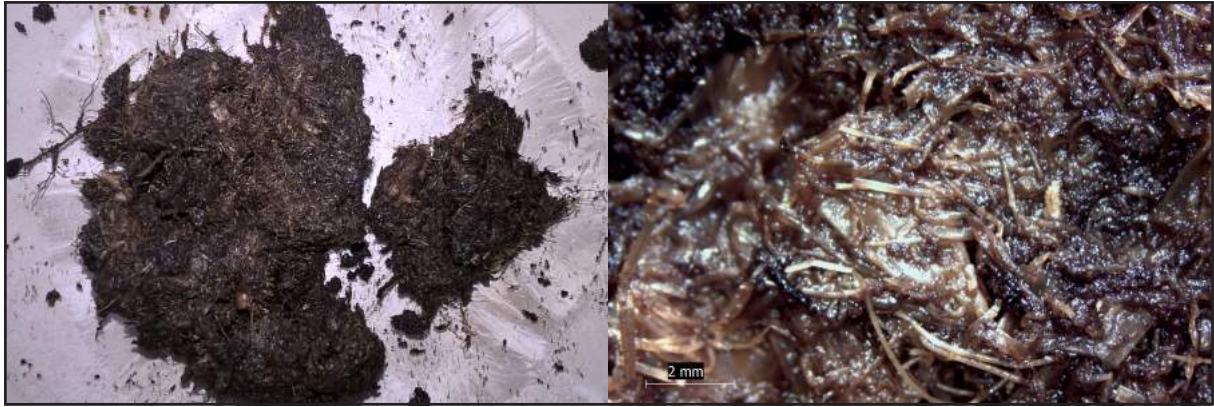


fig. 26 : Photographies macroscopique (à gauche) et à la loupe binoculaire (à droite) de la tourbe brune (A. Soudry)



fig. 27 : Photographies macroscopique (à gauche) et à la loupe binoculaire (à droite) de la tourbe noire (A. Soudry)



fig ; 28 : Photographie macroscopique d'argile grise à blanche séchée (A. Soudry)

fig. 29 : Photographie de l'argile bleu à graviers au bout de la tarière (A. Soudry)

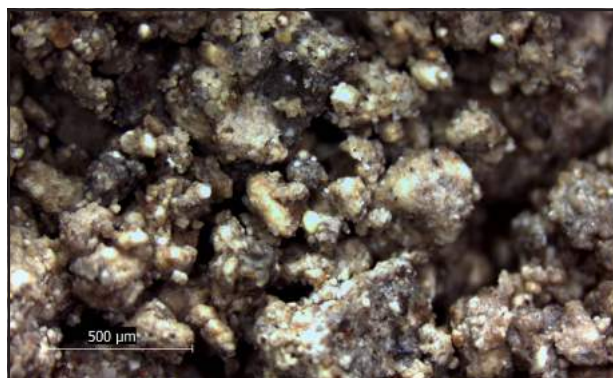


fig. 30 : Photographie à la loupe binoculaire des sables jaunes (A. Soudry)

Beau temps et en bord d'étang

Log de la carotte de l'étang de Saint-Domice

SD1

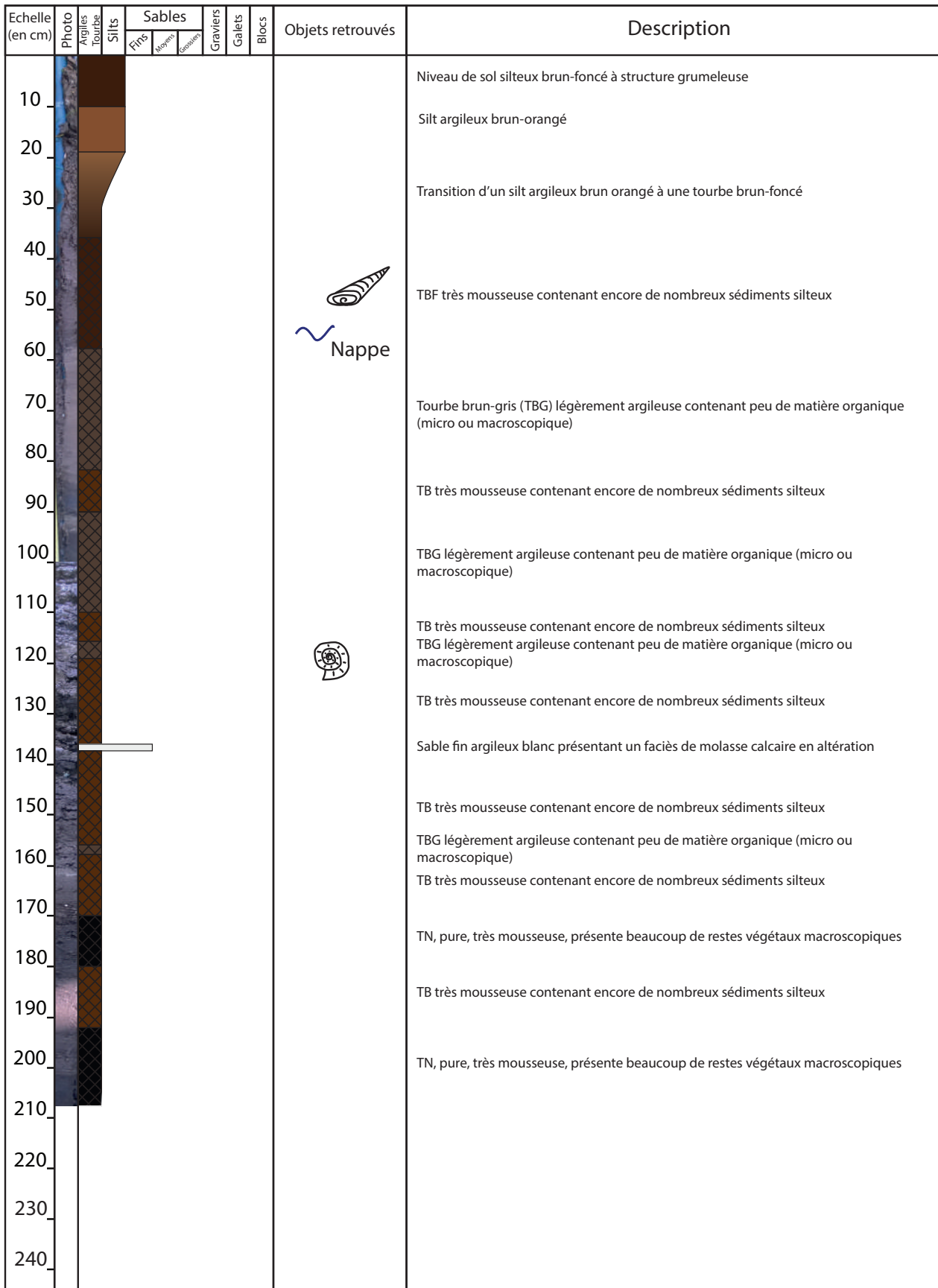


fig. 31 : Log granulométrique SD1 à l'étang Saint-Domice (A. Soudry)

Temps pluvieux en bord d'étang, en prairie

log 1 de la carrière de la Bellevue

LB1

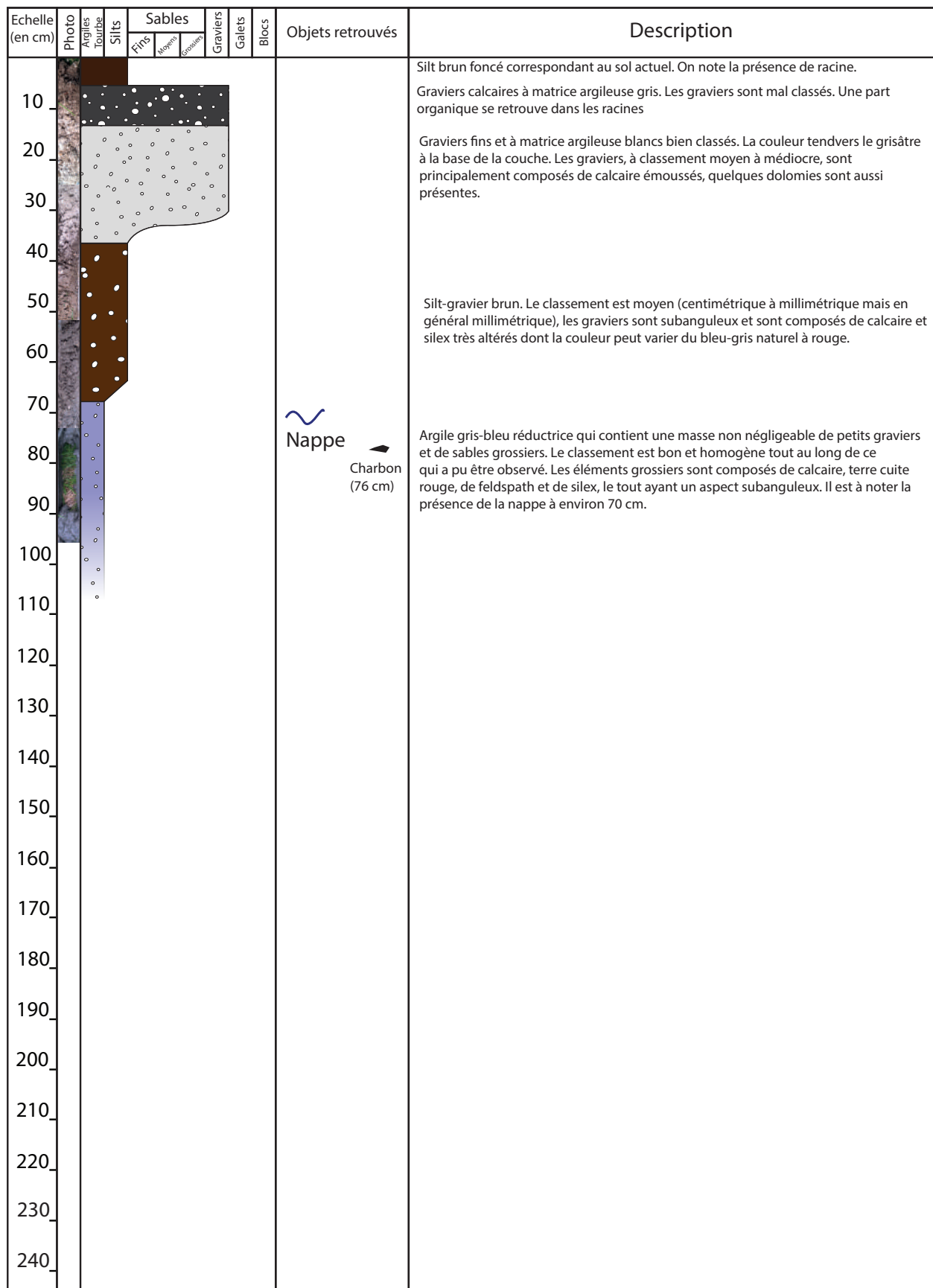


fig. 32 : Log granulométrique LB1 à La Bellevue (A. soudry)

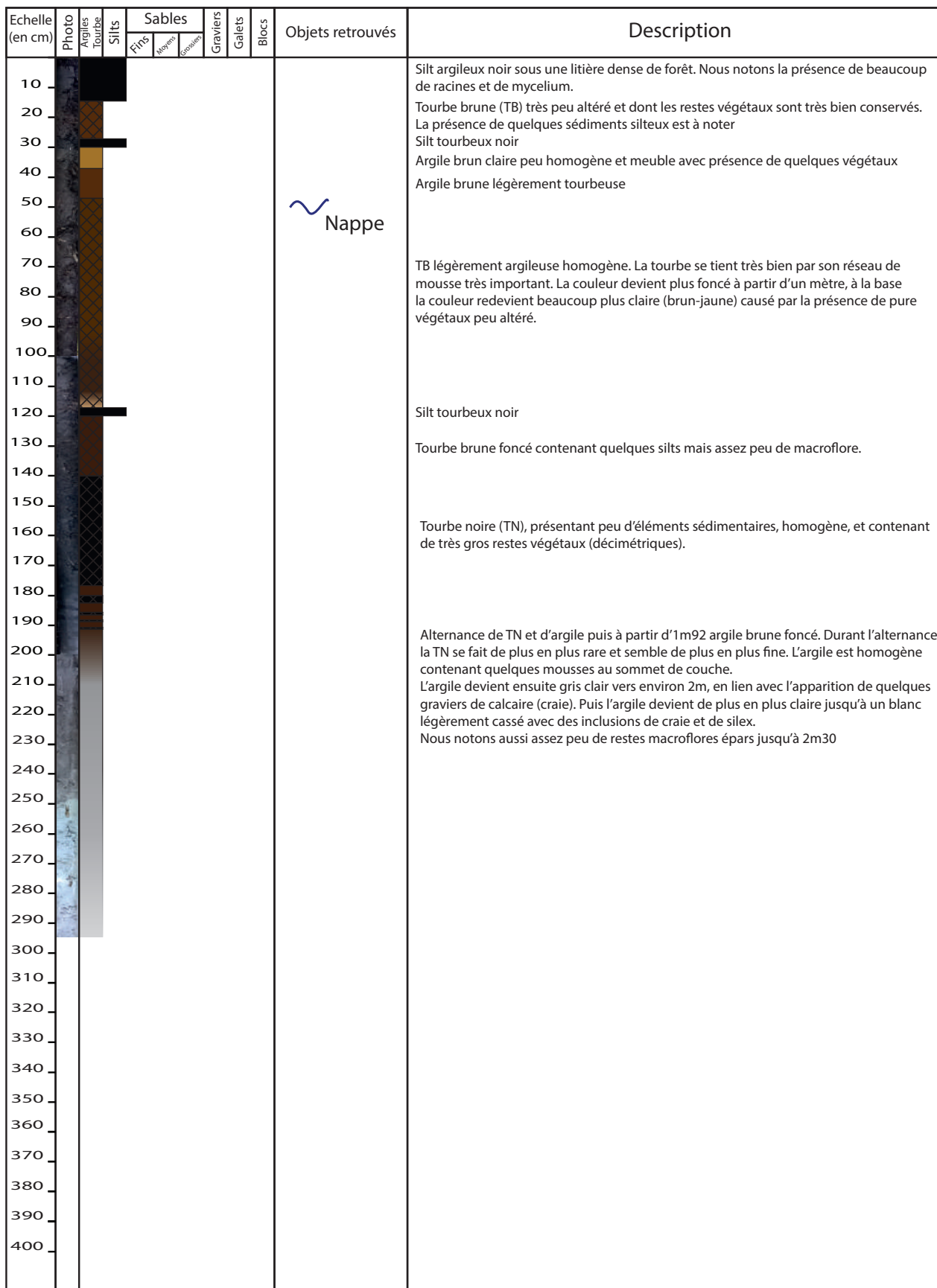


fig. 33 : Log granulométrique PI1 à la prairie d'Igny (A. Soudry)

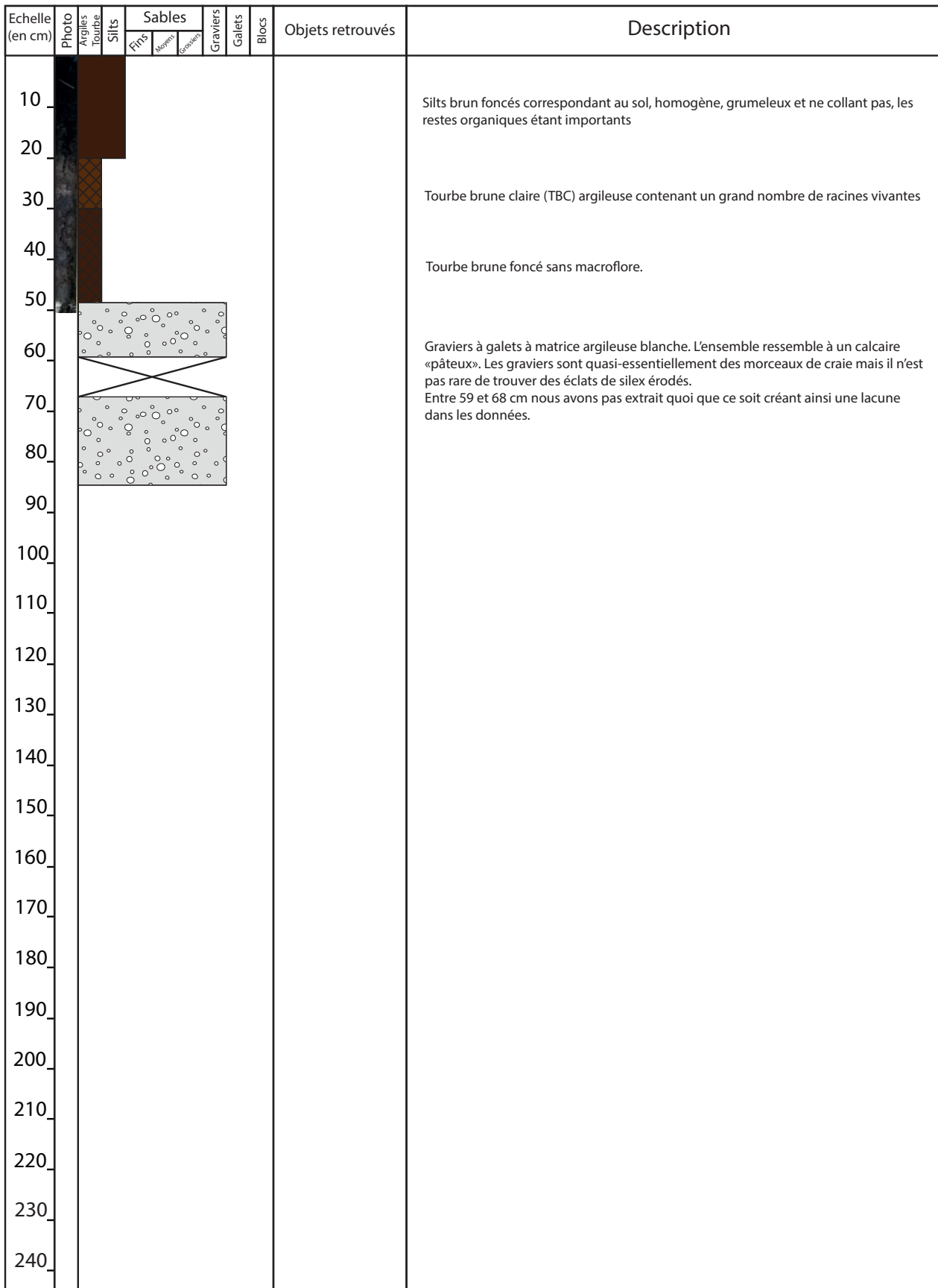


fig. 34 : Log granulométrique PI2 à la prairie d'Igny (A. Soudry)

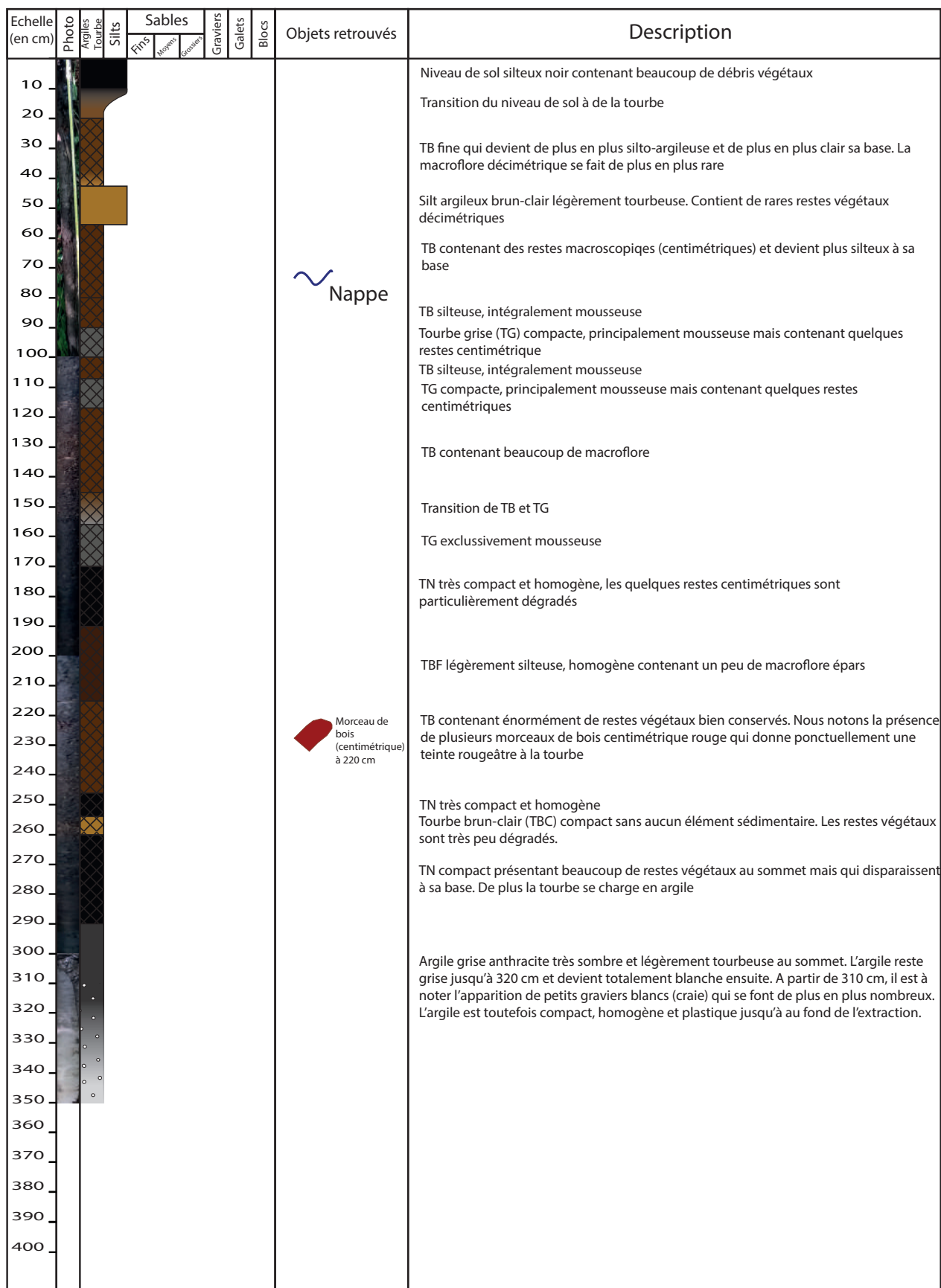


fig. 35 : Log granulométrique PI3 à la prairie d'Igny (A. Soudry)

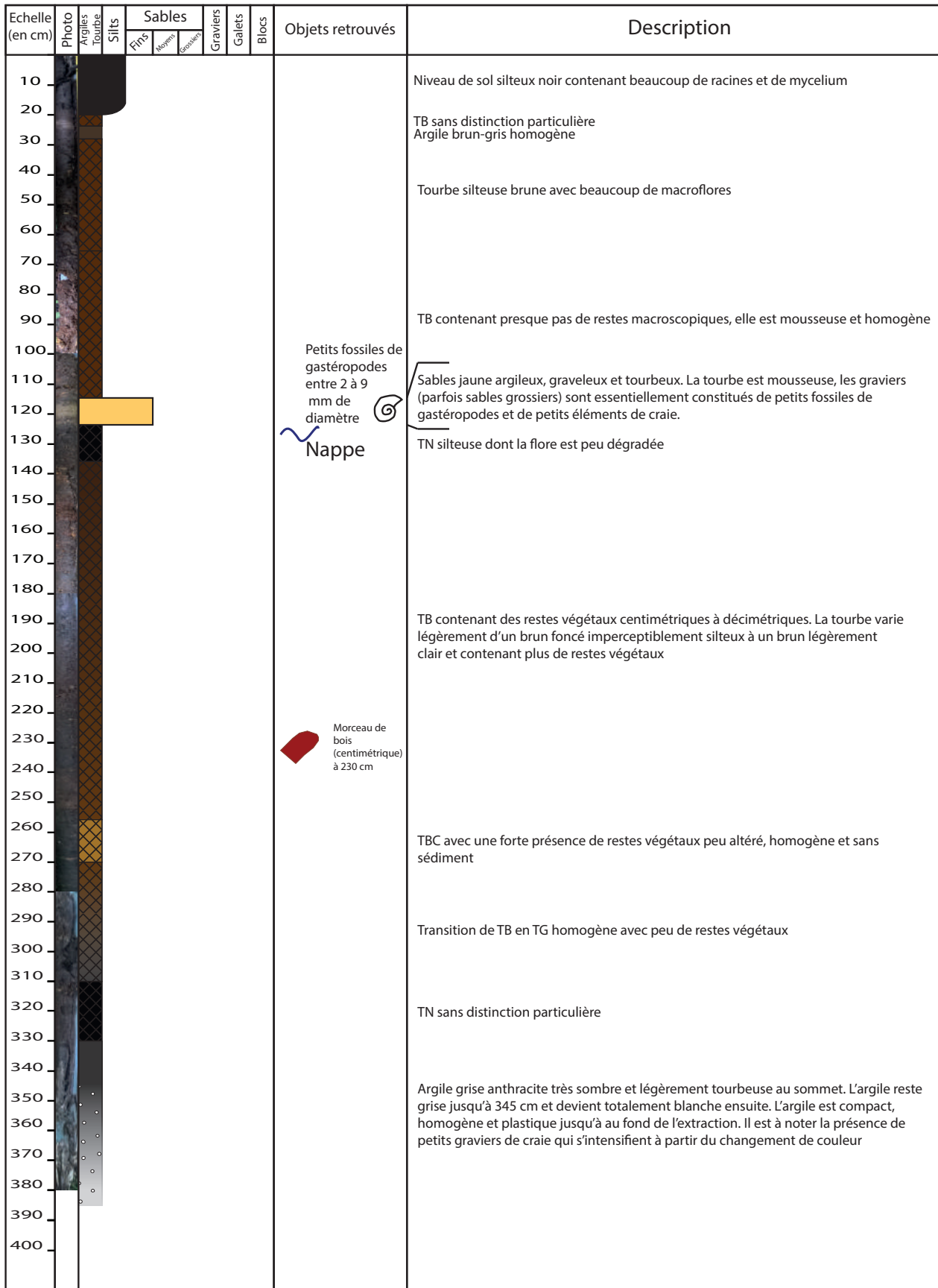


fig. 36 : Log granulométrique PI4 à la prairie d'Igny (A. Soudry)

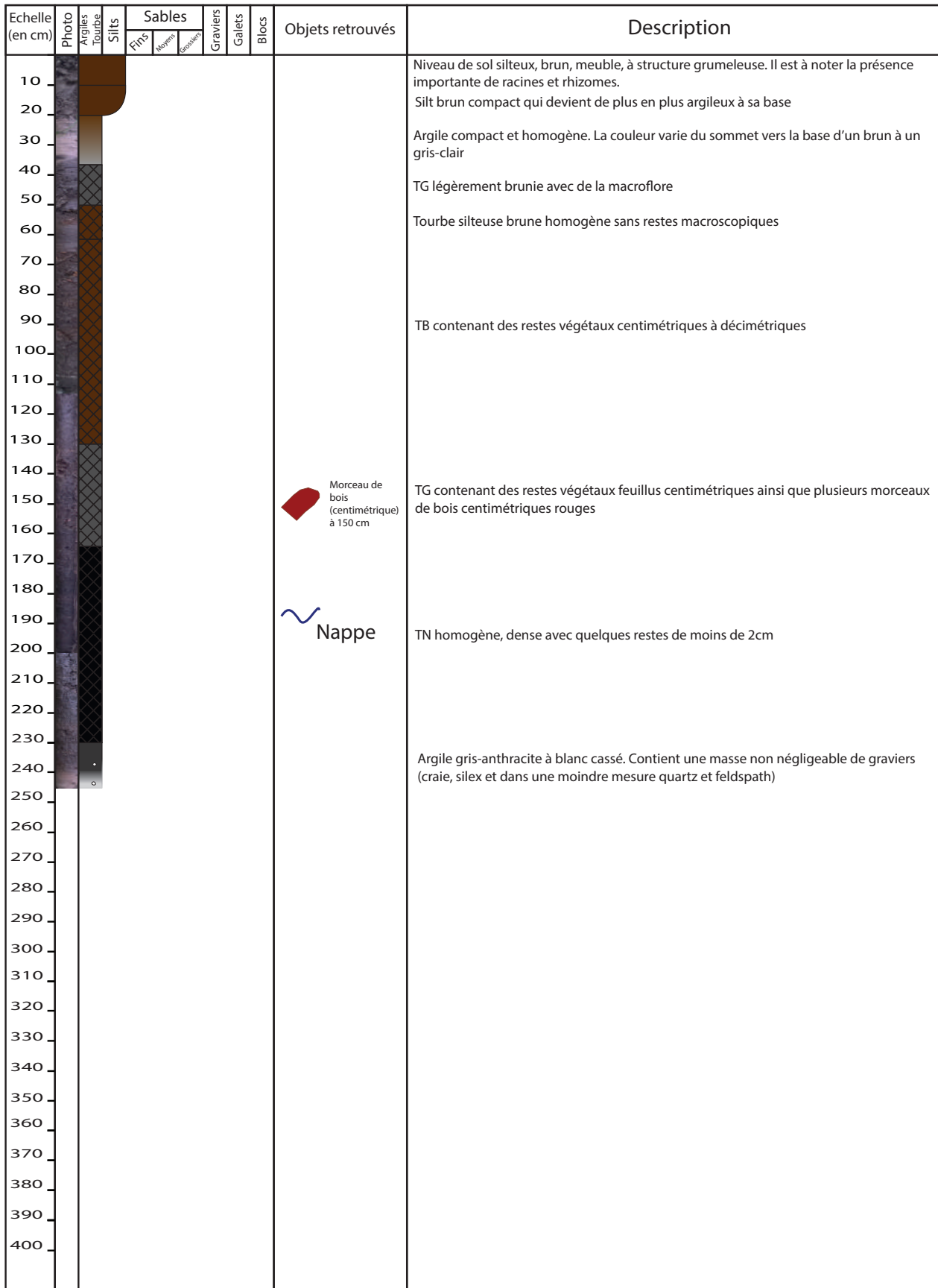


fig. 37 : Log granulométrique PI5 à la prairie d'Igny (A. Soudry)

IV – Discussions

A – Critiques des documents

1 – Système d'Information Géographique

Cartes anciennes

Comme nous l'avons déjà établi précédemment plusieurs cartes anciennes ont été abordées pour la vectorisation des chenaux de l'Avre. Cependant Ces cartes n'ont pas toujours été réalisées avec les mêmes projections géographiques et les mêmes qualités de précision. De ce fait des imperfections sont notables sur le SIG.

Erreurs RMS

Les *Root Mean Square Errors* (RMS errors), ou les erreurs quadratiques moyennes, définissent les risques entre la mesure et la vraie valeur. Pour faire simple à la mise en place d'un point d'ancrage et selon la transformation choisie, la déformation mathématique peut ne pas être assez puissante, dans ce cas ce point est décalé dans l'espace, formant un point vrai et un point biaisé (fig. 38).

Cartes de Cassini

Au XVIIIe siècle, la famille Cassini commence l'élaboration d'un ensemble de

Lier	Source X	Source Y	X Carte	Y Carte	Résiduel
1	1781,758118	-804,174711	660860,969291	6971883,092688	65,97344
2	1057,398058	-797,557909	655564,699306	6971952,493036	176,54883
3	777,695669	-337,351046	653442,933491	6974769,978325	528,64303
4	713,269498	-166,931890	652993,723009	6976711,900403	131,37235
5	1233,501283	-283,647820	656769,387644	6975739,078457	70,81962
6	1116,279871	-187,644933	655963,035250	6976488,628003	101,83062
7	1461,310178	-259,508384	658526,621367	6975855,633161	64,56012
8	388,409802	-915,597439	650609,460810	6971150,474393	10,58076
9	682,708522	-537,782307	652677,893662	6973954,154931	153,54577
10	488,616052	-234,537298	651438,219048	6976274,952281	129,07006
11	271,810983	-62,128433	649825,911136	6977558,911620	67,53547
12	1626,578644	-1394,348585	659593,989803	6967522,646713	40,97631

Ajustement auto Transformation: Transformation de 3^{ème} ordre
 Erreur RMS: 153,32343

fig. 38 : Exemple d'une table de lien avec l'indication de l'erreur RMS (A. Soudry)

cartes d'une ligne pour cent toises ($1/86400^{\circ}$) pour le royaume de France. Elles sont stimulées par une meilleure compréhension du territoire et de ses frontières (Cassini de Thury M., 1745). En effet, des 1668, Colbert demande à l'académie des sciences des cartes plus précises, que ce soit pour le littoral ou la distance entre les agglomérations, n'ayant pas encore de système de mesure uniformisé il n'était pas rare que les distances soient rapportées en jours de chevauchée qu'en véritables distances¹. Elle sera donc réalisé entre 1756 et 1789 à l'échelle $1/86400^{\circ}$.

Pour le dessin des cartes, les Cassini se sont appuyés sur la triangulation géodésique, à partir des travaux de Jean Picard, encore très faiblement employé à l'époque du fait de son ingéniosité récente. De fait cette triangulation s'est portée sur les points remarquables de l'époque comme les clochers d'églises ou le réseau routier, le reste du dessin n'étant généralement qu'un remplissage (Pelletier M., 2013). C'est ce qui posera le principal problème quant à l'utilisation de ces cartes sur un SIG. En effet, le peu de points remarquables mariés à des imprécisions dans les dessins ne permettent pas une utilisation scientifique des données mais reste appréciable pour donner un ordre d'idée. De même l'imprécision de la triangulation de l'époque, bien que révolutionnaire, et le faible nombre de points de repère déforme largement les cartes lors de leurs géoréférencement (fig. 39). De plus cette inexactitude dans les dessins entre les points de triangulation pose problème quant à une étude de l'environnement et du paysage, les cours de rivières n'étant pas relevés.

Dans une transformation géographique en spline nous pouvons observer une erreur RMS

¹ Registre de l'académie de mathématique (Reproduction du mercredi 11 avril 1668) de l'académie royale des sciences conservé à la bibliothèque nationale de France et disponible numériquement à l'adresse suivante : [http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k55678s/f1.image.r=Acad%20des%20sciences%20\(France\)%20Proc%20s-verbaux%201667.langFR](http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k55678s/f1.image.r=Acad%20des%20sciences%20(France)%20Proc%20s-verbaux%201667.langFR)

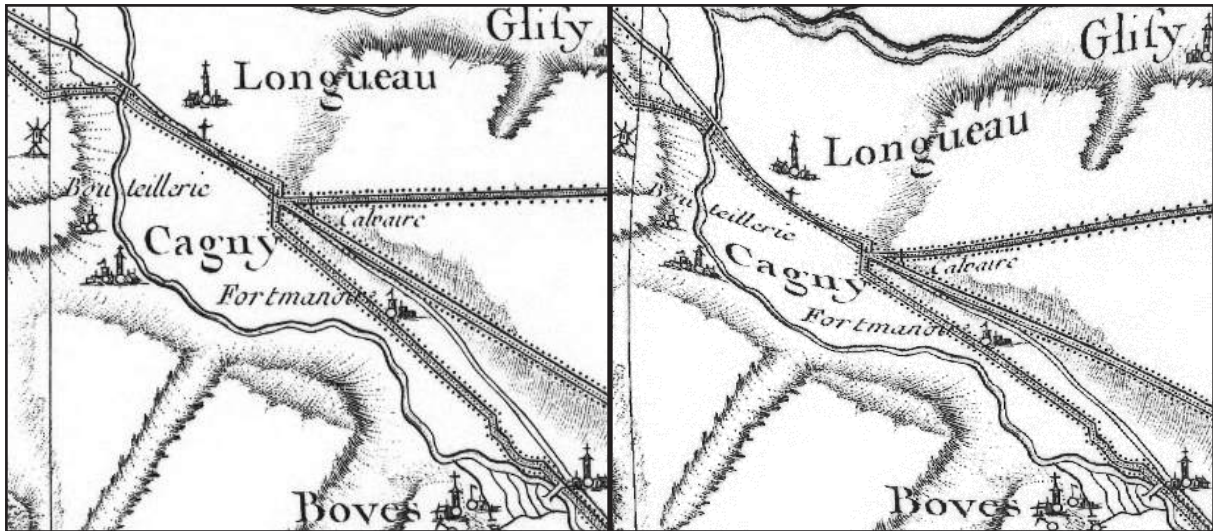


fig. 39 : Comparaison entre la carte des Cassini non géoréférencée (à gauche) et géoréférencée (à droite) (Fond de carte : Carte des Cassini ; CAO : A. Soudry)

de 10^{-5} . Cela reste assez faible puisque c'est une des spécificités de cette transformation. De plus les différences d'erreurs RMS entre les cartes seront trop faibles pour être comparable. Nous allons donc comparer les erreurs à partir de la transformation affine de 3^e ordre, pour nous donner une idée du taux de déformation. Ainsi pour la carte de Cassini nous sommes à 153,32343 ce qui est particulièrement élevé.

Plans par masse de culture

Il a été nécessaire pour la nouvelle république et sous l'influence de Napoléon Bonaparte, de rassembler au sein d'un document les principales qualités économiques. Ainsi dès 1791, les bases d'un cadastre est établi et c'est qu'à partir de 1802 qu'il est décidé la confection d'un ensemble de plans par commune référençant les types de cultures principalement pour la fiscalité. Ce n'est qu'entre 1803 et 1809 que seront dessinées ces cartes. Toutefois toutes les communes françaises ne sont pas représentées, en effet la répartition spatiale des impôts ne fonctionnait que par déclaration des propriétaires et il n'était pas véritablement possible d'effectuer des contrôles corrects. Pour cause il est mis en valeurs les différents types de terre labourable, vignes, prés, pâtures ou même les bois. Ces plans muteront à partir de 1807 dans les cadastres napoléoniens.

Plusieurs problèmes peuvent en ressortir. Bien que ces plans soient bien plus précis que les cartes de Cassini, il reste des complications du à son objectif de base. En effet le but étant une meilleure répartition de la fiscalité au sein du territoire de l'Empire. Plusieurs problèmes peuvent donc être abordés. Le premier provient de l'idée même de ces plans. Ce sont les types de culture qui définissaient les limites des polygones, de ce fait les parcelles n'étaient pas individualisées mais rassemblées². Au-delà les propriétaires ont pu effectuer des déclarations frauduleuses en groupant leurs parcelles dans des zones à fiscalité moins importante. Etant donné la valeur de la tourbe au début du XIX^e siècle, les impôts sur ces parcelles étaient importants. Le cadastre « napoléonien » institué en 1807

2 Site des archives départementales de l'Aude : <http://audealaculture.fr/archives/cadastres-masses-cultures>

met fin aux plans par masse de culture sans que ceux-ci soient entièrement terminés³. Ainsi toutes les communes de France n'ont pas été réalisées et il reste des vides sur l'ensemble du territoire. Cependant il n'y aura pas d'implication de ce problème pour notre mémoire du fait que toutes nos communes ont toutes été dessinées. En effet la Picardie a particulièrement bien été traitée du fait de la richesse de son sol et ses communes.

Tout aussi important, les directives et les conditions sur lesquelles les plans ont été élaborés. Ainsi nous savons par des témoignages et des écrits d'époque que la France n'avait que très peu de géomètres au début du XIXe siècle. Ainsi ils ont été disséminés dans toutes les préfectures de France sans que celles-ci n'aient vraiment eu le choix de la personne. Les géomètres en chef ainsi nommés n'ont pas tous pris leur travail au sérieux et confièrent les relevés de terrain à des agents non qualifiés qui n'ont pas eu de formation pour les exécuter. Certains géomètres se sont même juste basés sur les anciens plans pour construire les leurs. De ce fait les plans renferment quelques imprécisions majeures (Truchy de Basouche M., 1818). Cependant, les erreurs RMS restent faibles, en effet elles varient entre 7,56044 pour la feuille de Fouencamps et 21,31890 pour Thézy-Glimont. Il est donc largement possible que dans la région les plans aient été réalisés avec soin, les terrains étant riches pour l'époque.

Cadastré dit « napoléonien »

Les plans à masse de culture n'étant pas les plus appropriés pour la gestion fiscale du territoire et de la nouvelle approche de Napoléon sur la propriété privée. C'est ainsi que les cadastres ont été établis par les limites de propriété et non plus par masse de culture. Pendant un moment ces deux cadastres ont fonctionné ensemble au début du XIXe siècle. Cependant contrairement aux plans par masse de culture les cadastres napoléoniens ont été levés sur l'ensemble de la France. Ils ont été réalisés durant la première moitié du XIXe siècle et sont conservés dans les archives départementales qui les ont le plus souvent numérisés et mis en ligne sur leurs sites internet⁴. L'IGN s'est aussi chargé de géoréférencer et de les mettre en ligne sur géoportail⁵. Les cadastres sont composés, par commune, d'un tableau d'assemblage et des différents plans des zones cadastrales. Le tableau d'assemblage, comme son nom l'indique permet d'assembler les feuilles de détails, souvent au 1/2000^e où sont figurées et numérotées les parcelles. Nous avons utilisé les tableaux d'assemblage dans notre SIG pour limiter au possible les inexactitudes géographiques lors du géoréférencement. En effet notre but étant d'analyser l'évolution du cours de l'Avre, plus de fois ce cours sera coupé, plus il y a de chance que les coupures ne se lient pas d'un feuillet à l'autre. De plus nous trouvons plus de points d'ancrage sur les tableaux d'assemblage que sur les feuillets ce qui nous permet d'avoir une meilleure précision spatiale.

Bien que les cadastres soient de bien meilleures qualités que les cartes des Cassini, elles ne sont pas précises dans les limites des cours d'eau, n'étant pas soumis à l'impôt

3 Site internet des archives départementales de la Somme : <http://recherche.archives.somme.fr/ark:/58483/a011258623200RIuUFw>

4 Recherche des plans cadastraux napoléoniens des archives départementales de la Somme : http://recherche.archives.somme.fr/?id=recherche_guidee_cadastre

5 Site IGN : www.geoportail.com

foncier Cela reste toutefois une bonne image en creux de ce que devait être la rivière de l'époque. Cependant du fait de son but cadastral, et contrairement aux plans à masse de culture, les feuillets ne donnent aucun indice sur l'environnement.

Les erreurs RMS sont pour les feuilles de Thézy-Glimont, Hailles et Fouencamps restent sous les 10 d'erreurs (6,00606 pour Thézy-Glimont, 5,70202 pour Hailles et 6,76688 pour Fouencamps). Cela s'explique principalement par le peu de point car il n'y a pas assez d'ancrage sur ces feuilles et donc le peu d'étirements qui en sont liés. Cependant avec Boves qui comporte une erreur de 13,40096, ces erreurs sont vraiment faibles, même en comptant le manque de point d'ancrage des trois première feuilles. Nous pouvons penser ici à des terrains et des demandes assez fortes pour rapporter de l'argent à l'état, rappelons le caractère fiscal des documents. Ainsi les relevés des parcelles et même des tableaux d'assemblage ont été réalisés avec beaucoup de soin, ce qui expliquerait une fois de plus le RMS assez faible.

Cartes de l'Etat-major

Initié par Napoléon puis établi par Louis XVIII, ces cartes, d'échelle 1/80000^e ont été levées entre 1820 et 1866 par des officiers d'Etat-major d'où leur nom. Les deux cartes utilisées pour l'élaboration de notre SIG datent de 1830. Ces plans ont été réalisés pour soutenir aux armées françaises une meilleure compréhension du territoire et de l'environnement. En effet, c'était encore les cartes des Cassini qui étaient utilisées à l'époque des levées. Durant les guerres napoléoniennes, il a semblé indispensable de mettre à jour les cartes du territoire pour faciliter les mouvements de troupe avec l'indication des franchissements de cours d'eau par exemple, ou le dessin de ligne de niveau. Par conséquent ces cartes sont de très bonnes factures et permettent une étude pertinente sur l'environnement (Claudepierre J.-N., *et al.*, 2013 ; Huguenin M., 1948).

Ces cartes nous donnent une très bonne appréciation de l'environnement de l'époque et des utilisations de l'écologie (champs, bois, carrières...). Cependant la projection géographique n'étant pas la même que celle que nous utilisons aujourd'hui, des déformations mineures sont présentes sur le SIG (erreur RMS de 15,63103 pour la feuille d'Amiens et de 17,30351 pour la feuille de Montdidier). Cependant les documents étant des très bonnes factures et d'une très bonne précision, nous pouvons négliger ces quelques déformations. Il nous faut toutefois prévenir que les points d'ancrage non pas été réparti sur toutes les feuilles, la raison que les erreurs restent assez faibles sont que le calcul ne s'effectue qu'entre les points et non pas sur les déformations elles-mêmes. C'est aussi une des raisons du choix de la transformation spline qui privilégie le géoréférencement local plus que global, ce qui permet de redresser qu'une partie de la feuille.

Photographies aériennes

Nous avons assez peu d'information autour des missions de photographies aériennes. Ce qui ne nous permettra pas de nous prévenir des défauts liés aux missions par elles-mêmes. De ce fait nous ne pourrions discuter que des éléments visibles sur les

photographies (fig. 40).

Dans tous les cas ici le problème a été le géoréférencement et le redressement des photographies. Pour la plus grande partie de ces dernières, elles ont été prises à partir d'avions, souvent avec une prise de vue plus ou moins horizontale. Cela a pour effet de créer une profondeur de champs et donc qui même avec un petit objectif crée des déformations et un effet de flou dans les zones les plus éloignées de l'appareil. Une prise de vue satellitaire permet un redressement plus simple quant à l'effet de lignes courbes provoquées par l'objectif. Ici les lignes courbes sont difficiles à appréhender à cause de la profondeur de champs et d'une conception de la prise non symétrique⁶. Contextuellement le redressement s'effectue à partir de points d'ancrage qui permettent par la même occasion le géoréférencement. Ce qui déforme largement l'image selon les déformations liés aux transformations et non d'abord par un redressement optique.

De plus ces photographies, à la base argentique, présentent le plus souvent une forte perte de résolution après numérisation. Cela est dû au scannage des photographies imprimées et non de la pellicule originelle, le grain de pellicule ayant été traité à l'impression. Et que dans tous les cas, pour obtenir une résolution égale à l'argentique, la numérisation aurait dû se faire en 4K voir en 6K nouvellement arrivé sur le marché,



fig. 40 : Photographie aérienne de la mission de 1947 (source : IGN)

6 Nous voulons dire ici que tout angle provenant du sol sera différent à l'image, contrairement à une prise de vue satellitaire dont il existe une symétrie d'angle sous toutes les directions de l'image.

et bien que les scanners de l'IGN peuvent être de très bonne qualité, il est de fait peu probable qu'elles soient dans un de ces deux formats. S'ajoute une possible compression du fichier numérique pour le téléchargement sur internet⁷.

2 – Documents d'archive

Plusieurs critiques sur les documents d'archive peuvent être édifiées. La première étant bien entendu la conservation même de ces documents. De la disparition ou de la destruction avant le dépôt aux documents de trop mauvaise qualité pour être exploités ; de multiples raisons peuvent expliquer le manque de certaines données. Par exemple pour le peu de données de rapport quant aux extractions ordinaires avant 1880.

Plusieurs plans ont été référencés durant la collecte de données aux archives départementales de la Somme. Bien que de bonnes qualités et dessinés avec beaucoup de soin à la technique de l'aquarelle, ces plans ont l'énorme problème de ne pas avoir ni de point de référence de type coordonnées géographiques ni de zone remarquable particulière qui auraient pu nous permettre d'inclure ces plans dans notre SIG. Il est d'autant plus dommage que certains de ces plans comportent la profondeur d'extraction et/ou l'épaisseur de tourbe. Nous aurions pu nous appuyer sur ces documents pour commencer à comprendre la mise en place de la tourbière et du fond de la vallée. Nous en avons déjà parlé, mais il est nécessaire de revenir sur le traitement des images. En effet, les plans étant photographiés, une déformation se fait sentir, et bien qu'ils soient ensuite redressés, il n'en reste pas moins que cette déformation existe.

B – Environnements et exploitations

Nous finirons cette discussion pour mettre en lien nos propos avec l'humain et l'archéologie. En effet l'environnement passé a été la ressource première de l'Homme

⁷ Nous conseillons vivement un wikilivre sur la photographie très complet (consulté le 08/07/2016) : https://fr.wikibooks.org/wiki/Photographie/Enseignement/%C3%89tablissements_sp%C3%A9cialis%C3%A9s

1 – La tourbe et les marais

Formation de la tourbe

L'accumulation de végétaux dans un environnement humide ne permet pas toujours la création de tourbe. Certaines spécificités quant à cet amoncellement existent. Pour l'expliquer nous commencerons par la transformation chronologique du végétale en tourbe.

Lors de l'entassement dans le talweg les cellules subissent plusieurs transformations importantes (Bjorling P.-R. et Gissing F.-T., 1907). Tout d'abord la membrane plasmique (fig. 20) s'épaissit par le froid et l'humidité. Les pores présents sur toute la surface de la membrane se ferment ne rendant plus possible la respiration cellulaire et l'assimilation de nutriments ce qui induit à la mort de la cellule. Ce n'est qu'après cette étape que débute la décomposition avec la disparition du protoplasme, c'est-à-dire l'ensemble des organites nageant dans le cytoplasme, partie la plus souple de la cellule. S'en suit la destruction de la membrane et de la paroi, plus difficile à décomposer par leurs composantes. Pour finir ce sont les fibres spiralées, molécules intervenant dans la composition de la paroi (Laberche J.-C., 2010), qui disparaissent (Bjorling P.-R. et Gissing F.-T., 1907).

Ces bouleversements physiologiques sont accompagnés de phénomènes chimiques bien particuliers. Sous l'action de l'oxygène provenant des cellules mortes les substances azotées subissent une fermentation d'où résulte la production d'ammoniaque, d'acides sulfurés et d'acides phosphorés. La disparition de l'azote induite de la fermentation agit sur les substances demandeur de cet élément. En effet les sucres (simples comme le glucose ou composés comme l'amidon) sont transformés en acides et alcools. Cette forte concentration d'acides entretient diverses pressions sur la paroi pectocellulosique, qui avec le gaz de décomposition, détruisent cette même paroi et créent par la même occasion de l'acide ulmique et carbonique. Ces derniers sont les acides les plus importants lors de l'établissement de la tourbe car ils empêchent la pourriture complète des végétaux et avec d'autres agents enrichissent la tourbe de matière carboné (Guieu P., 1918). Cependant, nous devons apposer une condition supplémentaire, l'apport de l'eau régulière primordiale dans ce phénomène, c'est-à-dire qu'un courant trop rapide emmènerait le produit de la fermentation alors qu'une eau stagnante induirait à une décomposition complète (Nyström E., 1913). L'action des acides permet de séparer les atomes d'hydrogène des carbones, produisant de l'acide grâce à l'hydrogène, mais surtout accroissant la concentration de carbone dans le marais. Bien entendu une partie des acides créés est évacuée par le courant. Avec le temps, la tourbe se constitue d'un mélange d'ulmine, d'humine et de fibres spiralées. Ces dernières, plus résistantes, finissent par être détruites avec le froid et l'humidité. C'est ainsi que les éléments formant la tourbe s'accumulent au fond de la tourbière, qui par la pression stratigraphique se mettent en place, absorbant toutes sortes de substances bitumineuses et résineuses, constituant ainsi cette amas à texture spongieuse (Guieu P., 1918).

En termes de temporalité, les références font états d'une rapidité d'accumulation

très variable (nous parlons ici que de la tourbe noire), variant de 50-60 cm/an à 1m30/30-40 ans. De ce fait nous ne pourrions proposer d'hypothèse pour la vallée de l'Avre sans datation absolue systématique des différentes strates de tourbe.

Le sol sur lequel repose une tourbière influence largement la composition de la tourbe (Larbalétrier A., 1900) ; ainsi une tourbière implantée sur un terrain granitique est riche en produits basique et pauvre en chaux et acide phosphorique au contraire des tourbières se trouvant sur des terrains calcaires sont riches en acide phosphorique mais pauvre en bases (ce sont pour exemple les tourbières des vallées du Nord de la France). De ce fait plusieurs types de tourbes existent à travers les environnements et les climats. Cela peut s'expliquer par les différences géologiques mais aussi florales, l'approvisionnement en eau, ou encore la situation géographique et topographique de la tourbière.

Moyens d'exploitations de la tourbe

Exploité depuis très longtemps, la tourbe a été pendant longtemps une grande production économique de la Somme aussi bien par les communes que par les particuliers. Ces exploitations ont ainsi sculpté le paysage actuel des marais et étangs de la vallée de l'Avre.

Outillage

Deux types d'outillage ont été utilisés en France pour l'extraction de tourbe, les outils à main et les extracteurs mécaniques. Dans la vallée de l'Avre ont été utilisées que les extractions à la main (99S378576). De ce fait nous ne verrons que furtivement les extracteurs mécaniques en fin de sous-partie.

L'outil connu le plus archaïque serait le petit louchet (fig. 41). Il s'agit d'une bêche comportant un aileron à largeur égale au fer et faisant un angle un peu plus obtus qu'un angle droit. Dans les ouvrages anciens, il est dit une utilisation depuis « des temps immémoriaux » (Guieu P., 1918) ; il est d'ailleurs attesté qu'en 1313 la reine d'Angleterre, ainsi que la comtesse du Ponthieu donne le droit à Abbeville de tourber autour de la commune mais d'autres documents affirment d'autres extractions sur tout le territoire picard (L'Anglais B., 1247).

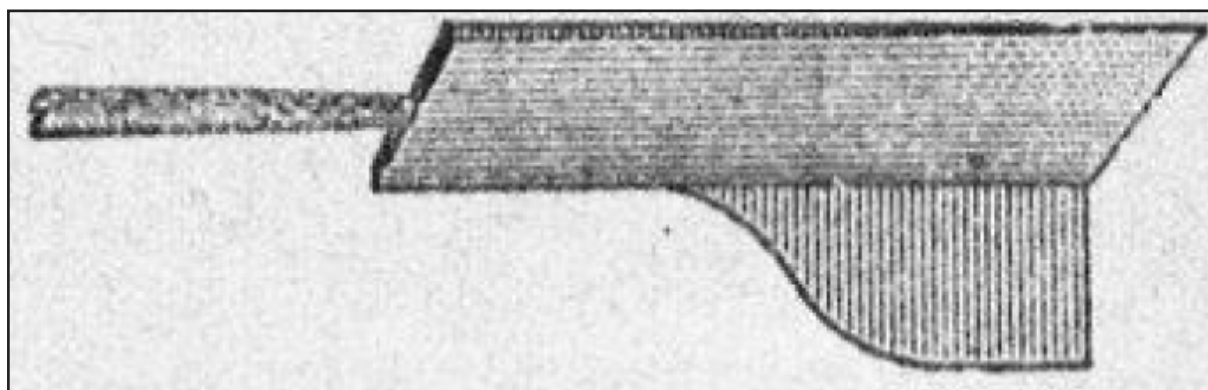


fig. 41 : Dessin d'un petit louchet (source : Guieu P., 1918)

Le grand louchet a été inventé en 1786 (fig. 42) par Eloi Morel (fig. 43) à Thézy-Glimont⁸. Il s'agit d'une bêche à long manche (environ 7m) mais qui comporte au niveau du fer deux ailerons à tôle perforée pour évacuer l'eau et une paroi transversale à tôle pleine qui permet d'enclaver la tourbe. Parfois le manche est doté d'une excroissance en fer perforé dans laquelle coulisser la bêche (Guieu P., 1918).

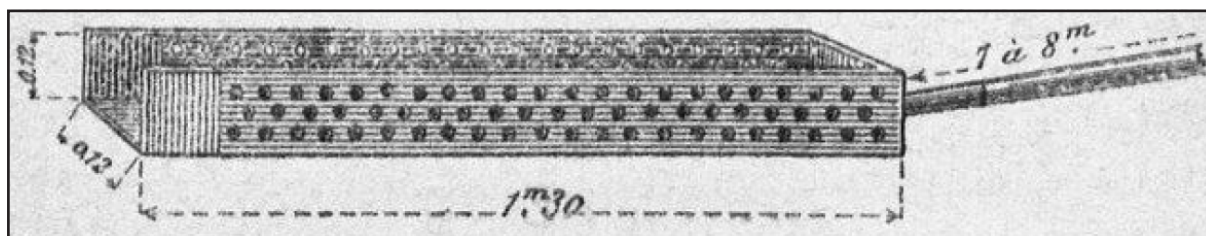


fig. 42 : Dessin d'un grand louchet (source : Guieu P., 1918)



fig. 43 : Dessin du XVIIIe siècle d'Eloi Morel, inventeur du grand louchet (artiste inconnu ; 1J2715)

8 A voir : <http://www.ville-thezyglimont.fr/article.do?id=1005>

Enfin, le dernier outil qui a réellement été utilisé est la drague à main (fig. 44). Il s'agit d'une sorte d'épuisette dont le cerclage d'acier est affecté d'un bord tranchant. Le filet est, soit composé de corde rendu inaltérable par immersion dans un soluté de tannin, soit métallique. Cette dernière solution est souvent privilégiée pour son aspect pratique (Guieu P., 1918).

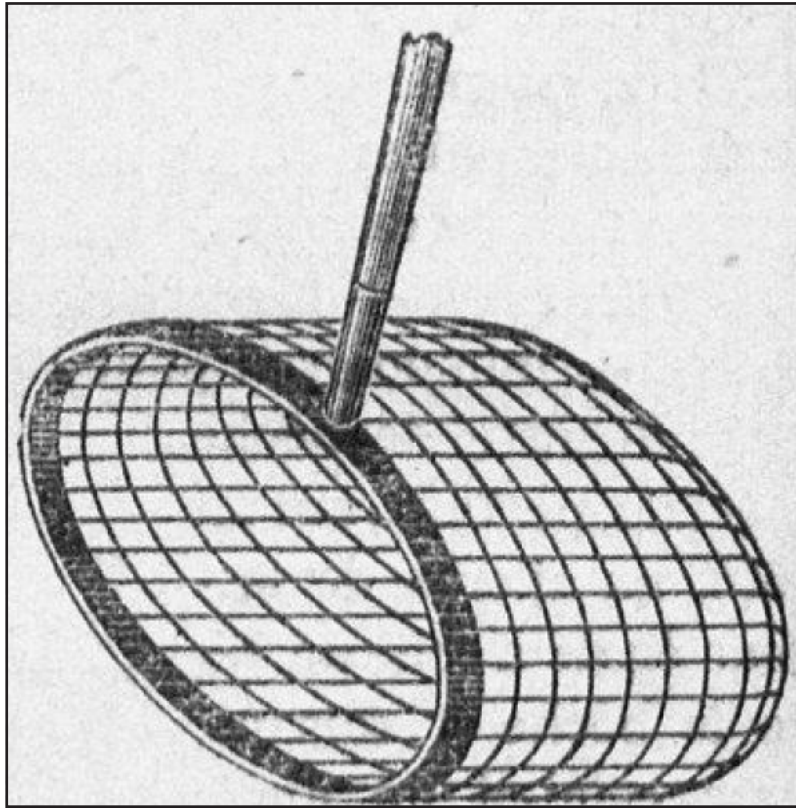


fig. 44 : Dessin d'une drague à main (source : Guieu P., 1918)

En ce qui concerne les extracteurs mécaniques, ce sont souvent des variantes des outils à main (fig. 45). Le plus utilisé étant la drague mécanique (fig. 46) pour deux raisons simple, sa facilité d'utilisation et son rendement (Guieu P., 1918). Nous trouvons encore facilement des catalogues (fig. 47) et des plans techniques (fig. 48) concernant ces extracteurs aux archives (99S378576). Mais comme nous l'avons déjà évoqué, il n'y a pas eu d'extractions à l'excavateur mécanique dans la vallée de l'Avre dont le grand louchet était encore très présent dans ces contrées (Larbalétrier A., 1900).

Méthodes d'extraction à la main

Plusieurs méthodes pour la préparation du terrain sont attestées. La plus avantageuse est de créer un réseau de canaux ou tranchées se coupant en angle droit, l'eau s'écoulant par la pente naturelle. Un inconvénient étant la mise en place du réseau au moins un an avant le début de l'exploitation (Guieu P. 1918). Autrement les tourbiers ont aussi utilisé la fabrication de drains à partir d'une extraction de tourbe au louchet avec des ailerons vers l'extérieur rendant le fer plus large. Après une étape de tarissement où la tourbe est empilée pour éviter qu'elle se fracture en séchant. La tourbe va servir de drain et de canalisation au fond de tranchées d'environ 1m50 de profondeur qui est recouvert de tourbe brune de surface. Dans le département

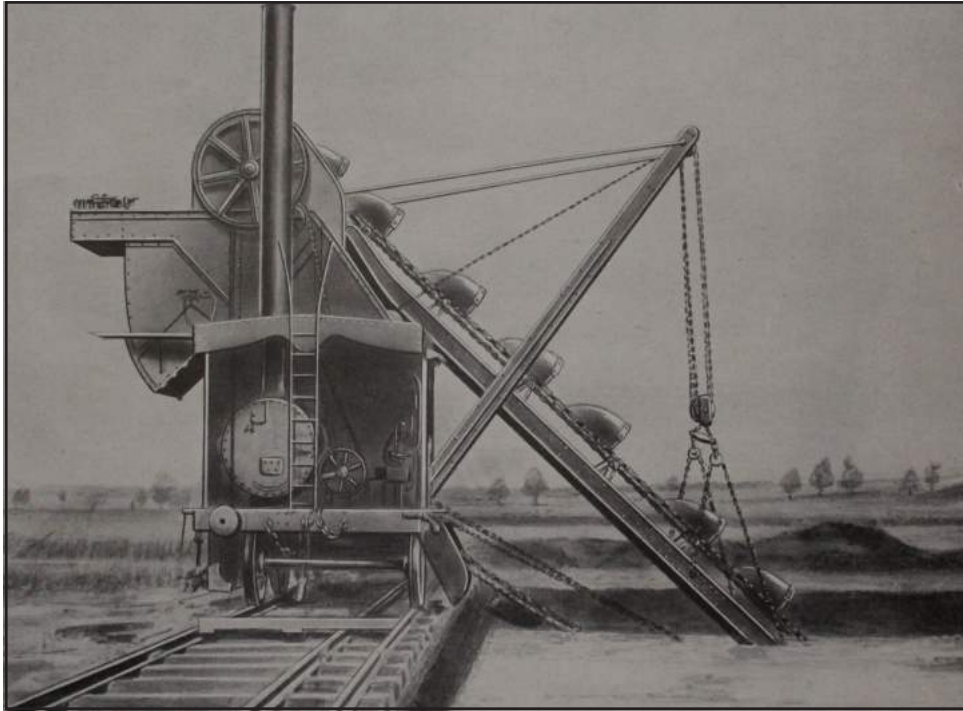


fig. 45 : Dessin d'un excavateur mécanique (source : 99S378576)

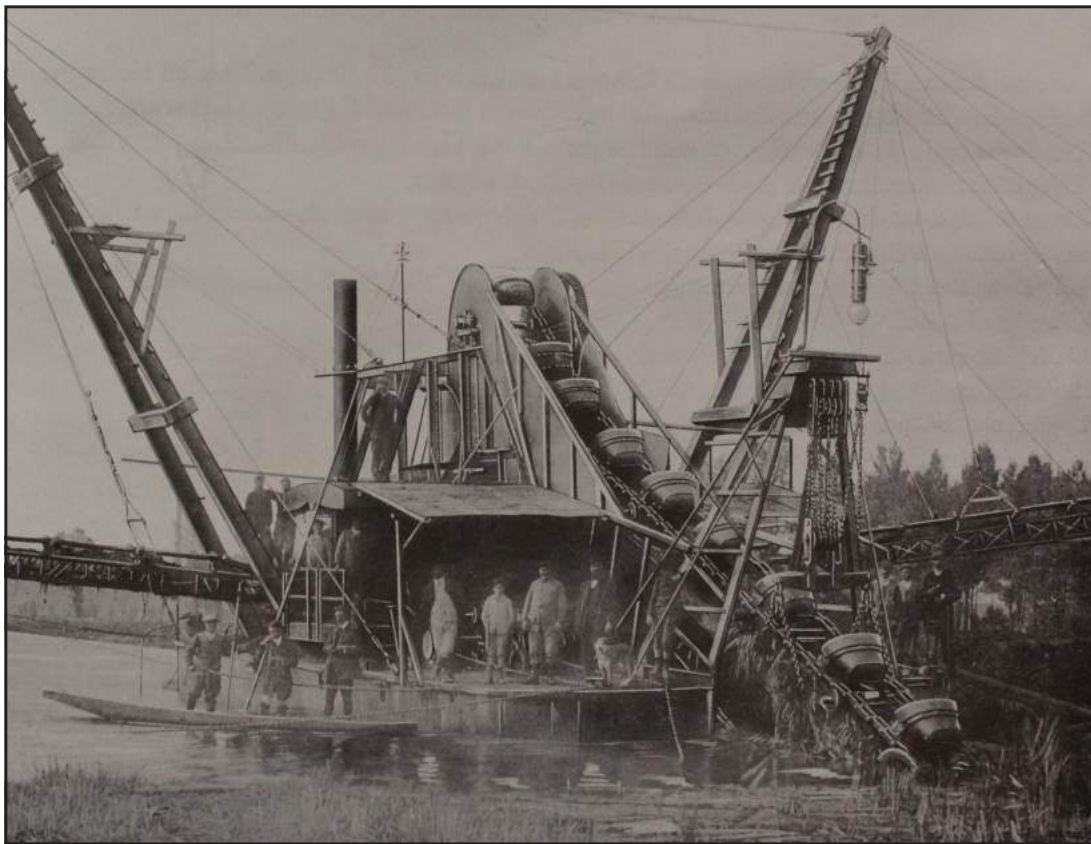


fig. 46 : Photographie d'un dragueur mécanique (source : 99S378576)



fig. 47 : Photographie d'un catalogue d'excavateur mécanique (source : 99S378576)

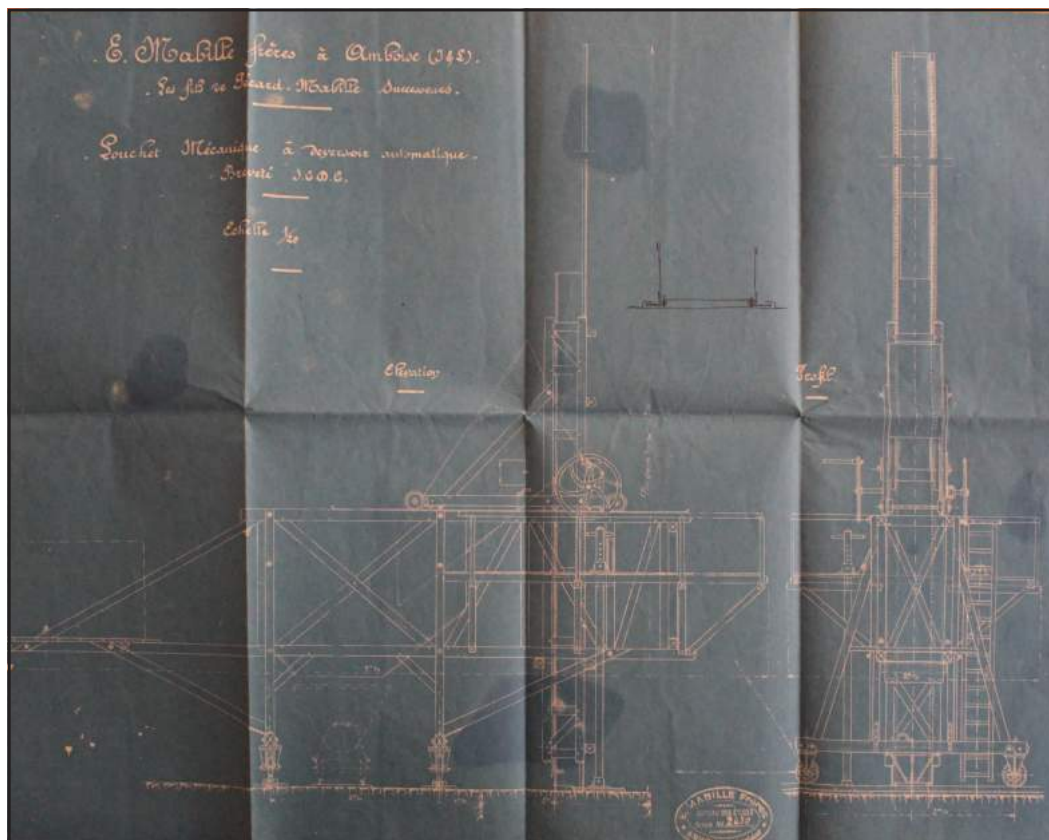


fig. 48 : Plan de fabrication d'un extracteur mécanique (source : 99S378576)

de la Somme a été le plus souvent utilisé la méthode dite « hollandaise » qui consiste à créer des canaux d'1m50 de profondeur perpendiculaires et parallèle à un canal principal, bornant par la même occasion les sous-exploitations (99S378159 ; Guieu P., 1918). Le dessèchement se réalise ainsi à partir de canaux, profitant de la pente de la vallée. Ainsi l'assèchement s'est toujours exécuté de l'amont vers l'aval (99S378575). Il y a toutefois plusieurs logiques autour de la gestion de l'assainissement en lien avec le cours d'eau (KZ3193/2). Nous interprétons une partie du cours de l'Avre, au sud de Thézy-Glimont, comme une réutilisation des vestiges de ce type de préparation, l'Avre faisant office de canal principal (fig. 49).

Pour l'extraction elle se déroule principalement entre avril et septembre pour permettre le séchage avant l'hiver. Lors de faible profondeur, il sera réalisé un piquage au petit louchet après que les tourbières aient été asséchées. Pour cela, il est réalisé les tranchées parallèles par le niveau de plus bas pour permettre l'assèchement naturel de continuer durant toute la durée de l'exploitation. La tourbe de surface n'ayant pas une très forte valeur calorifique elle a surtout été utilisée en agriculture pour l'azote (Larbalétrier A., 1900). Après le creusement des tranchées, l'extraction s'effectue par banquettes, le piquetage au petit louchet s'effectuant la plupart du temps horizontalement plus que verticalement. Pour la suite, le piqueur expulsait « les pointes » sur les bords des tranchées permettant aux femmes et enfants d'assurer les manipulations ultérieures. Lorsque la tranchée était trop profonde, les tourbiers mettaient en place un relai d'extraction. De même, l'eau a pu être un problème lorsqu'elle apparaissait dans les tranchées. Deux méthodes étaient alors employées. La première étant de rejeter le liquide par des écopettes, la deuxième s'effectuant plus simplement à partir de pompes aspirantes (Guieu P., 1918).

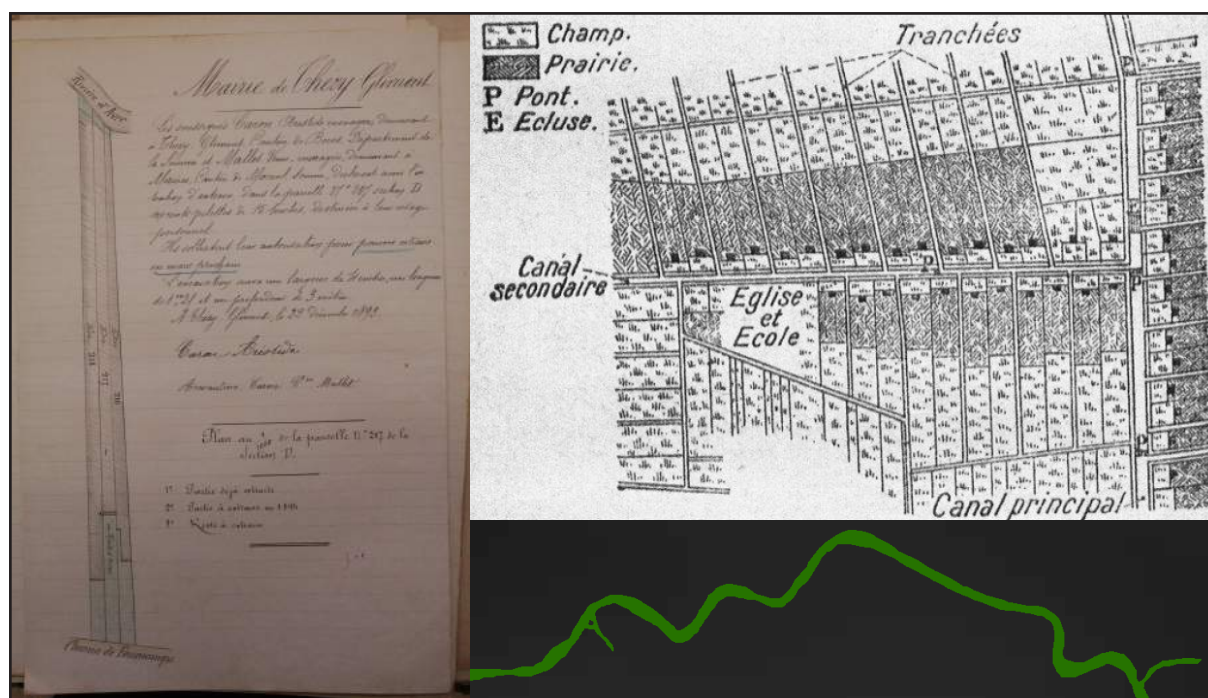


fig. 49 : Plan pour une demande d'extraction de tourbe (source : 99S378159) ainsi qu'une comparaison par dessin d'une exploitation par la méthode hollandaise (source : Guieu P., 1918) et du cours du chenal actuel de l'Avre (Fond de carte : Modèle Numérique de Terrain (SAAM) ; source : carte IGN ; CAO : A. Soudry)

Lors de fortes profondeurs de tourbe, les tourbiers ont principalement utilisé le grand louchet (fig. 50). Cette fois, contrairement au petit louchet, l'extraction s'effectue verticalement, les piqueurs ramenant la tourbe sur la rive par un mouvement de bascule. Le principal désavantage est l'extraction simultanée de tourbes de différentes valeurs et les complications de manipulation sur la berge lorsqu'il y a intercalation d'horizon sédimentaire (argiles, silts, sables) (Larbalétrier A., 1900). Cela est compensé par la vitesse d'extraction. Un bon piqueur pouvait extraire 10 à 12 m³ de tourbe fraîche ce qui équivaut à deux-trois tonnes de tourbe sèche (Guieu P., 1918).

Lorsque l'assèchement n'est pas possible comme dans les marais et étangs tourbeux et donc que la tourbe est complètement noyée, ce sont les dragues à main qui ont été employées, l'ouvrier se trouvant sur une petite barque. Lorsque la tourbe n'est pas complètement submergée, le tourbier place alors une planche devant lui, en bordure d'eau. La tourbe extraite est jetée dans une brouette puis manœuvrée plus en hauteur. Il est aussi reconnu l'utilisation de grand louchet dans ce contexte, la planche faisant office de consolidation de berge (fig. 51). Cependant lorsque la tourbe a vraiment été trop diluée, il a surtout été utilisé des seaux, suivit d'une manœuvre importante (Guieu P., 1918)

Traitement

Après l'extraction, et avant le séchage la tourbe est traitée de différentes manières selon les familles et des différentes méthodes d'extraction préalablement établies.

Tout d'abord, la tourbe est nettoyée de ses impuretés (terre, sables, cailloux, fossiles et autres inclusions...), c'est le malaxage. Cette étape est primordiale pour les tourbes de moyenne ou de piètre qualité. Par contre, les tourbes pures de bonne qualité ont été rarement malaxées, les ouvriers préférant passer cette étape pour le moulage. Deux procédés ont été employés. Traditionnellement dans la région a été utilisé le malaxage par piétinement. Les ouvriers devaient piétiner la tourbe pour y éjecter les corps étrangers. Cette méthode a été complètement abandonnée dès 1918 car les acides organiques contenus dans la tourbe ont été jugés dangereux pour les ouvriers. De ce fait, ce traitement devient mécanique où le malaxage est activé par un manège à animaux puis directement chargé dans les brouettes dans les régions du nord ou dans des wagonnets lorsque cela était possible. Puis elle est transportée vers les champs de moulage et de séchage, ce qui évite tout contact inutile avec la tourbe (Guieu P., 1918).

Après le malaxage, la tourbe est transportée plus dans les hauteurs de la vallée, au niveau des champs de séchage. Après avoir déposé la tourbe fraîche, les ouvriers commencent l'étape du moulage. Généralement, elle est moulée sous forme de brique mais il existe des différences selon les localités. Nous ne verrons ici que le moulage en brique. Dans le cas d'une tourbe de très bonne qualité, extraite au louchet, l'instrument donne déjà la forme d'une brique. Ainsi elle est directement envoyée au séchage. Pour le grand louchet, une découpe est utilisée avant d'envoyer la tourbe à la prochaine étape. Par contre, lorsque la tourbe est extraite à la drague ou que celle-ci a subi un lourd malaxage, le moulage devient indispensable. Pour cela il existe deux méthodes. La première a été d'étendre uniformément sur une hauteur de dix centimètres



fig. 50 : Illustration de carte postale mettant en scène l'extraction de tourbe au grand louchet (source : DA677)



fig. 51 : Photographie de tourbiers au travail (source : Archive départementale de la Charente)

la tourbe fraîche, d'attendre que celle-ci commence à sécher pour pouvoir circuler sur des planches de bois pour les découper, les retourner sur place pour enfin les empiler et les sécher. Le deuxième procédé a été bien plus souvent réalisé. La tourbe fraîche est promptement transformée en briquette à partir de moules. Ces derniers sont composés d'un grand cadre en bois à compartiment (fig. 52) dont on remplissait de tourbe liquide (ajout conséquent d'eau à la tourbe) en égalisant la surface souvent avec un racloir en bois. Au bout d'une quinzaine de minute, les briquettes sont démoulées en donnant des coups au châssis, puis empilés sur la zone de séchage. Cette méthode permettait à 4 à 6 hommes de traiter 5 à 8 tonnes de tourbe par jour. Il est possible pour un meilleur rendement de réaliser le moulage à partir d'une mouleuse mécanique (fig. 53) (Guieu P., 1918).

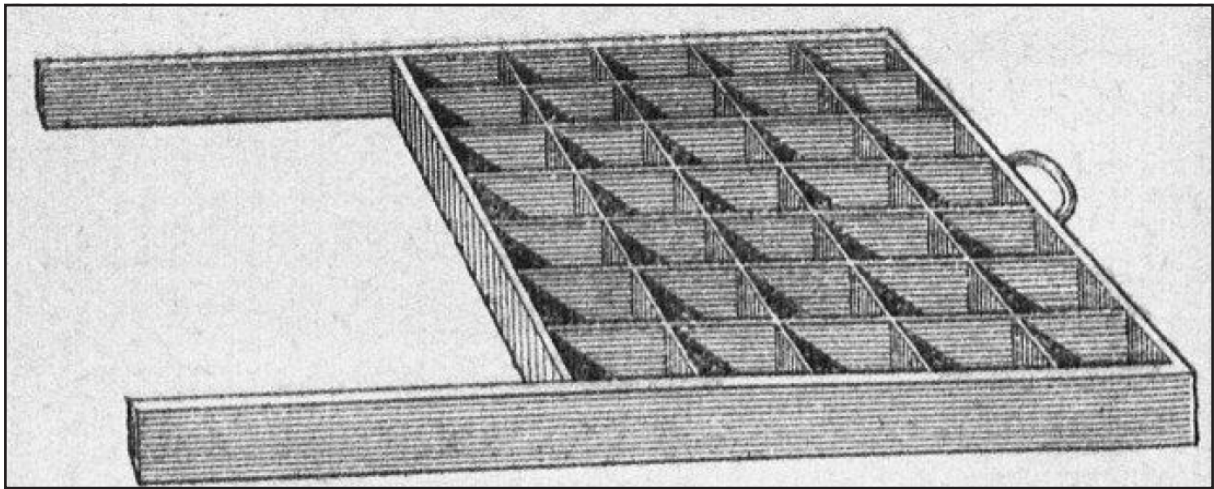


fig. 52 : Dessin des compartiments de moulage (source : Guieu P., 1918)

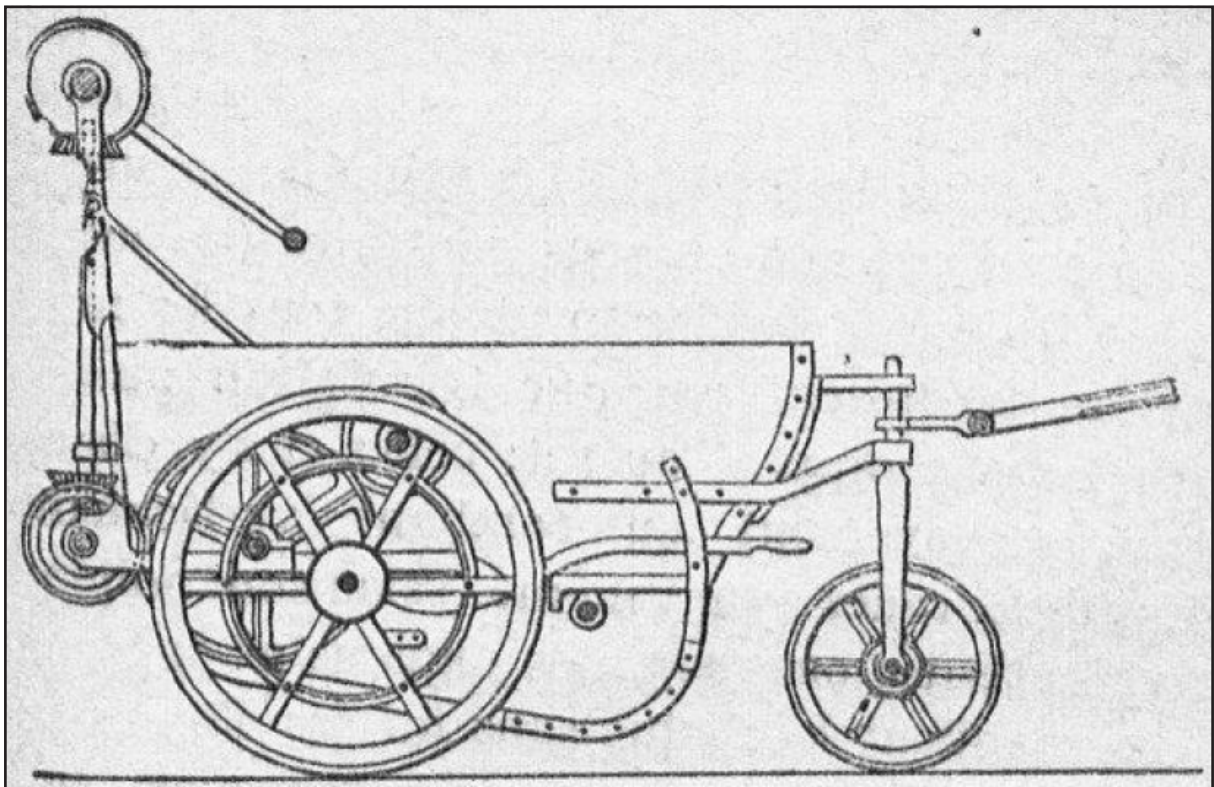


fig. 53 : Dessin d'une mouleuse mécanique (source : Guieu P., 1918)

Séchage

Le séchage est une étape primordiale de la préparation. En effet une tourbe mal séchée aura des valeurs calorifiques bien moindres.

Arrivant sur le lieu d'étendage, les briquettes sont rangées en pyramides qui portent le nom de rentelet lorsque le nombre de briques à la base est de 5 (ce qui fait 15 briques au total) et cantelet lorsque qu'il y a 6 briques à la base de la pyramide (ce qui fait 26 briquettes par pile). Les pyramides sont espacées entre $\frac{1}{2}$ et 1 pied selon l'humidité du terrain. Ce n'est qu'après deux à quatre semaines que les briquettes peuvent être véritablement manipulées. En effet, il se forme une croûte, dite couenne, qui donne une certaine résistance à la tourbe permettant aux ouvriers de manoeuvrer la tourbe plus aisément.

Une fois la tourbe couennée, les briquettes sont rassemblées en tas. Trois méthodes sont ainsi connues. Tout d'abord, les « monts » qui sont simplement des tas à section triangulaire d'une soixantaine de centimètres de largeur pour environ 80cm de hauteur, la longueur étant variable. Les monts ont été assez peu utilisés dans la région privilégiant les deux autres méthodes. C'est-à-dire des cônes de circonférence de 7 à 8 briquettes, dont on remplissait aussi le centre du cercle, appelés « lanternes ». Elles sont considérées comme étant le meilleur mode de séchage surtout dans les climats humides, voir lors de précipitation. Dans le cas présent, il suffit de placer quelques briquettes de champs permettant l'ouvrage des fenêtres d'aération. Enfin, le système en « haies » qui correspond à une double rangée de tourbettes adossées les unes aux autres. Sur celles-ci est ensuite amoncelée une « muraille » de brique ordonnée dans la diagonale de la double rangée.

Ce n'est qu'après avoir séché que la tourbe que les briquettes sont empilées. En effet la gestion de la tourbe en monts, lanternes ou haies n'est de fait utilisée que pour le séchage. L'empilement s'effectue pour conserver la tourbe et lui permettre de garder sa faible teneur en eau. Cette étape n'est que rarement prédéfini dans le temps, le séchage pouvant être plus ou moins long selon les contraintes météorologiques. Cependant « l'empilage » doit s'effectuer à un moment précis du séchage de la tourbe. Si cette étape est réalisée trop tôt, la tourbe a tendance à s'échauffer et fermenter, créant des déchets de décomposition supplémentaire. Dans ce cas, les ouvriers desempilaient et recommençaient plus tard. A l'inverse où la tourbe est empilée trop tard, celle-ci devient trop sèche, friable, tombe en poussière ce qui en plus de complexifier les manipulations ultérieures, diminue sa valeur calorifique et produit des cendres en excès. Cet empilement, appelé pile (qui est une mesure commerciale variable selon les localités) s'établit le plus souvent sous la forme d'une pyramide longue assez proche des monts. Il est préférable, pour des raisons de conservation et de gestion, d'établir les piles en longueur plutôt qu'en largeur ou en hauteur. La fonction de la pile est de protéger la tourbe des intempéries que ce soit la pluie la neige ou la gelée. Alors que la pluie et la neige n'affectent que très peu la pile, la tourbe étant devenu hydrofuge avec le séchage. Par contre la gelée peut causer des dégâts considérables. Après le gel, la tourbe tombe en poussière dès qu'elle est manipulée, de plus, si elle est installée dans les poêles ou cheminées, la tourbe aura tendance à s'échapper par le conduit dès qu'elle produira un peu de chaleur. De ce fait les ouvriers protégeaient la pile grâce à une couverture de tourbe non moulée puis d'un toit en roseau

provenant des marais, idéalement au lieu du toit en roseau il est préférable d'utiliser de la litière provenant d'un bois proche. Pour la gestion du ruissellement, les ouvriers creusaient des rigoles entre les piles dans le sens de la pente, facilitant l'écoulement vers le fond de la vallée. Dans les environnements très pluvieux, il est surtout utilisé des hangars à étagère pour le séchage de la tourbe.

Utilisations

La tourbe a été utilisée dans divers domaines, avec plus ou moins de notoriété, mais dans tous les cas, elle a été une ressource très importante dans le passé. Nous allons ainsi édifier quelques références d'utilisations lors du XIXe et XXe siècle.

L'usage le plus connu de la tourbe est bien sur le chauffage. La tourbe étant une substitution de très bonne qualité, surtout que la tourbe locale était considérée comme étant des plus calorifiques (fig. 54) (Larbalétrier A., 1900). De même la plupart des références d'archive sur le sujet traite de l'extraction pour le chauffage des habitants (99S375126 ; 99S378159 ; 99S356339 ; 99S368626 ; 99S356248 ; 99S375084 ; 99S378565 ; 99S378575 ; 99S378576 ; 99S378585 ; 99S405 ; 99S131/8 ; 99S489/5 ; 99S752/2). La tourbe contenant beaucoup de carbone et de phosphate permet ainsi une bonne combustion même en la comparant à des combustibles comme le bois ou la houille (fig. 55). Le carbone de la tourbe faisant office de combustible comme pour le bois et le charbon, les phosphates étant par contre des catalyseurs. Le principal problème provient du fait que la tourbe peut mal sécher. Pour les habitants de la vallée, cela ne posait que peu de problème jusque dans les années 1920 où le charbon s'est largement imposé. Mais pour les industriels plusieurs solutions ont été apportées. Par exemple, en 1917, l'office des charbons sort une méthode pour traiter la tourbe afin de lui apporter un meilleur rendement calorifique et économique. Comme le présente le Dr Eckenberg au congrès *Iron and Steel Institute* de Londres (99S378576). Il explique que la cause de la difficulté de la tourbe à sécher est la présence d'hydrocellulose provenant de la dégradation des parois et membranes des plantes. En effet la cellulose en se dégradant se lie aux molécules d'eau et continue de les attirer par la suite. La méthode Eckenberg est assez simple, il suffit de chauffer la tourbe en présence d'eau sous pression à 150°C. Selon les tests la valeur calorifique de la tourbe augmente de 37%. L'académie des Sciences de Paris considère que cette méthode produit une nouvelle substance qu'elle nomme *tourbon* (Boussinesq ?, 1917). Ce tourbon était d'ailleurs plutôt indiqué pour la métallurgie mais pas pour les poêles individuels. Il a été considéré comme étant un renouveau économique par les populations locales (94PER1).

Comme nous l'avons déjà évoqué, la tourbe a pu être utilisée sous forme d'engrais. En effet, la tourbe par ces propriétés (présence d'azote sous forme d'ammoniac) aurait pu être un très bon engrais pour l'agriculture. Il est connu l'utilisation de poudre de tourbe provenant du séchage des briquettes (Guieu P., 1918). Une conférence à Hailles à d'ailleurs eu lieu sur le sujet en novembre 1911 (1030PER3). Certains rapports d'ingénieurs de mine font état de cet usage de la tourbe. M. Wackenner, en 1925, indique des essais de fabrication d'engrais. Durant ces années, le coup et l'exploitation de la tourbe périlait. De ce fait les habitants de la Somme dont l'économie a longtemps été basée sur celle-ci ont décidé de chercher d'autres moyens d'utilisation en dehors du chauffage.

Origine	Pouvoir calorifique (en calories)
Bresles (noire)	4,774
Bresles (mousseuse)	3,957
Thézy (Somme) 1ere	4,49
Thézy (Somme) 2e	3,914
Bourdon	4,232
Camon	4,132
Long (Somme)	4,1
Vulcaire (Somme)	4,05
Champ-de-Feu	4,08
Marais-Vernier (Eure)	3,25
Moyenne de tous pays	3,25

fig. 54 : Pouvoir calorifique des tourbes selon leurs origines (source : Larbalétrier A., 1900)

Combustibles	Composition (déduction faite des cendres)			
	Densité	Carbone	Hydrogène	Oxygène et Azote
Anthracite	1,46 à 1,34	74,89 à 92,85	4,28 à 2,55	3,19 à 2,16
Houille grasse	1,3	89,19 à 89,04	5,31 à 4,93	6 à 5,5
Houille maigre	1,3	78,26	5,35	16,3
Lignite parfaite	1,25	73,79	5,29	10,92
Lignite terreux	1,1	66,96	5,27	27,77
Tourbe	1,05	61,05	6,45	32,5
Bois	1 à 0,7	49,07	6,31	44,62

fig. 55 : Composition et densité de divers combustibles (source : Guieu P., 1918)

Le principal problème ici est le coût de production d'un véritable engrais detourbe qui ne peut concurrencer les produits chimiques arrivant sur le marché (99S378585).

Encore utilisé aujourd'hui dans les distilleries, la tourbe permet la création d'alcool. Comme le bois, lorsque la tourbe est traitée à chaud par de l'acide sulfurique, le glucose contenu par les restes végétaux se transforme, par fermentation, en alcool. Pur, cet alcool a les mêmes propriétés que l'alcool de pomme de terre, tout en coutant moins cher. 16kg de tourbe donne un litre d'alcool absolu, au même poids et à 20% d'amidon, les pommes de terre donnent 1,9 L d'alcool absolu. Cependant, le prix de rendement restait plus avantageux pour la tourbe (Larbalétrier A., 1900). Aujourd'hui encore, la tourbe est utilisée dans la fabrication des whisky de grande qualité. C'est d'ailleurs une des dernières utilisations européennes qu'on lui en fait.

Au début du XXe siècle, les Hommes ont essayé de trouver d'autres fonctions à la tourbe. De ce fait, il a été tenté la fabrication de papier. Les tests ont rapidement été

arrêtés. Les fibres et l'écorce des plantes ayant été décomposées pour former la tourbe, il ne reste rien pour fabriquer du papier, qui rappelons-le, est un maillage de fibre de cellulose. De plus, alors même que la méthode de création de papier de tourbe a été trouvée, celle-ci restait beaucoup trop chère par rapport à la fabrication traditionnelle de papier (Guieu P., 1918).

Bien que ne contenant pas de fibre de cellulose permettant la fabrication du papier, la tourbe a toutefois été transformée en bois. A partir de tourbe humide, réduite à l'état fibreuse en se débarrassant des sédiments, la tourbe est mélangée, soit à une solution de chaux hydratée et de sulfate d'aluminium (procédé Hammerling), soit à du plâtre. Elle est ensuite soumise à une très forte pression de l'ordre des 600000hPa pendant quinze secondes, le but étant bien entendu de retirer la plus grande part d'eau. S'en suit un séchage à 18°C pendant 8 jours pour obtenir une imitation de bois, qui en a l'aspect et se travaille de la même façon. De plus ce produit est apyre ce qui est largement recommandé pour la construction. Le coût du procédé étant élevé, celui-ci a été rapidement abandonné

Certaines tourbières spécifiques à sphaignes, contenant de l'*Eriophorum vaginatum*, c'est-à-dire la Linaigrette vaginée vivant dans les marais de la Somme et qui ont longtemps été utilisés pour le tissage (Fitter R. *et al.*, 1991). Les tissus provenant de ce type de tourbe manquant de résistance avaient pour but la fabrication de tissus hygiéniques. En effet, la forte qualité absorbante, désinfectante et aseptique de la tourbe a trouvé son intérêt dans les hôpitaux et pour la confection des sous-vêtements. Certaines tourbières des Pays-Bas, du Nord de la France et du Jura ont été uniquement exploitées pour cela (Guieu P., 1918). Toujours grâce à ces propriétés désinfectantes, les tourbes, de préférence mousseuses et qui ne s'émiettent pas, peuvent être utilisées pour l'épuration des eaux d'égouts (Guieu P., 1918).

Nous finissons par l'utilisation de la tourbe dans le gaz d'éclairage. La France n'a jamais eu beaucoup de gaz dans son sous-sol. Ce dernier provenant essentiellement des zones houillères ou au niveau de quelques schistes, comme les schistes bitumineux d'Autun. En 1917, la plupart des zones charbonneuses étant dans le territoire allemand, la tourbe et les lignites restant assez rares sur le territoire est alors utilisée pour la fabrication de charbon de terre. Ainsi, le procédé TEISSIER, dont nous n'avons pas trouvé le principe de base dans les mentions, a permis d'augmenter le pouvoir calorifique de la tourbe. Celle-ci a pu être utilisée en substitut du gaz d'éclairage (99S378576).

Les marais

Le fond de la vallée de l'Avre

Un des buts du mémoire a été de comprendre la géodynamique des marais et de l'Avre. Pour cela nous avons effectué plusieurs sondages (fig. 30, fig. 31, fig. 32, fig. 33, fig. 35, fig. 36, fig. 37) pour en comprendre le fonctionnement et les liaisons avec les Hommes. Les sondages à la prairie d'Igny nous ont permis de proposer un transect

stratigraphique par corrélation des logs (fig. 56). Pour cela nous avons extrait la topographie issue des données GPS d'un smartphone durant le terrain pour les corrélés aux courbes de niveau des cartes IGN. Nous avons ensuite extrait un transect topographique via ArcGis et redessiné par Adobe Illustrator pour pouvoir travailler dessus plus facilement. Sur ce logiciel, nous avons largement exagéré le relief afin de pouvoir examiner la coupe stratigraphique (fig. 56). De ce fait nous devons toujours garder en tête cette exagération lors de cette discussion.

En nous basant sur les relevés de terrain, nous avons probablement le fond de la tourbière avec une argile grise à blanche très homogène mais contenant des graviers de craie en profondeur. Ces derniers sont d'ailleurs beaucoup plus importants et plus présents, au sud-ouest, en bordure du remplissage (fig. 34). La présence d'argile nous donne des indices sur le début du remplissage. Etant blanche de base et à graviers, elle correspondrait à une altération de la craie dans un contexte humide et sans courant. L'Avre devait donc avoir un débit très faible pour déposer cette argile uniformément. Un contexte dynamique plus fort aurait déposé des grains plus gros.

La tourbe noire se trouve au-dessus restant homogène quant à son épaisseur entre les sondages. Seul PI2, en bordure de remplissage n'en contient pas. Nous interprétons cela par la présence de la tourbe noire plus au centre de la vallée, les contextes de bordure ne permettant pas sa création. L'homogénéité de la couche nous a permis d'obtenir une certaine topographie du fond de la tourbière en lien avec l'argile. De ce fait il est possible d'apercevoir quelques lits au fond de la tourbière. Les creusements s'étant plutôt imposés dans l'argile, la tourbe n'a pas subi de réelle modification. Cependant, la topographie de fond de vallée a largement pu influencer la mise en place des couches sus-jacentes, expliquant les références sur les profondeurs d'extraction de tourbe (99S752/2 ; 99S405 ; 99S378585 ; 99S356248), variant de moins d'un mètre à une dizaine de mètres.

Contrairement à la tourbe noire, la tourbe grise ne semble pas être répartie uniformément au sein de la tourbière. En effet, elle n'apparaît pas toujours lors des sondages. De plus lorsqu'elle apparaît celle-ci n'a jamais la même épaisseur. En-dehors du fait qu'elle soit un intermédiaire de la transformation de la tourbe brune en tourbe noire, la tourbe grise semble exister principalement dans des contextes où la présence d'eau est la plus importante. En effet, à côté de PI3 se trouvaient un petit cours d'eau et un petit étang, contrairement à PI1 par exemple. De même pour PI5, dont l'Avre se trouvait à moins de trente mètres. Pour ce qui est de PI4, la présence d'une dépression dans l'argile a pu créer une réserve d'eau, confirmée par l'existence de l'argile sableuse à petits gastéropodes.

La tourbe brune, quant à elle, peut se comparer à la tourbe noire pour son homogénéité d'épaisseur contrairement à son hétérogénéité dans sa composition. Pour l'épaisseur nous observons toutefois que les bords de vallée coïncident à un amincissement de la tourbe brune. Tout comme la tourbe noire, nous interprétons cela par la bordure du remplissage de la tourbière. Les différences notables dans sa composition quant à elles proviennent de la définition même de la tourbe brune. En effet, elle correspond à la première étape de dégradation des matières organiques. Les végétaux se dégradant peuvent être légèrement différents par microlieux. Nous pouvons penser que ce sont les

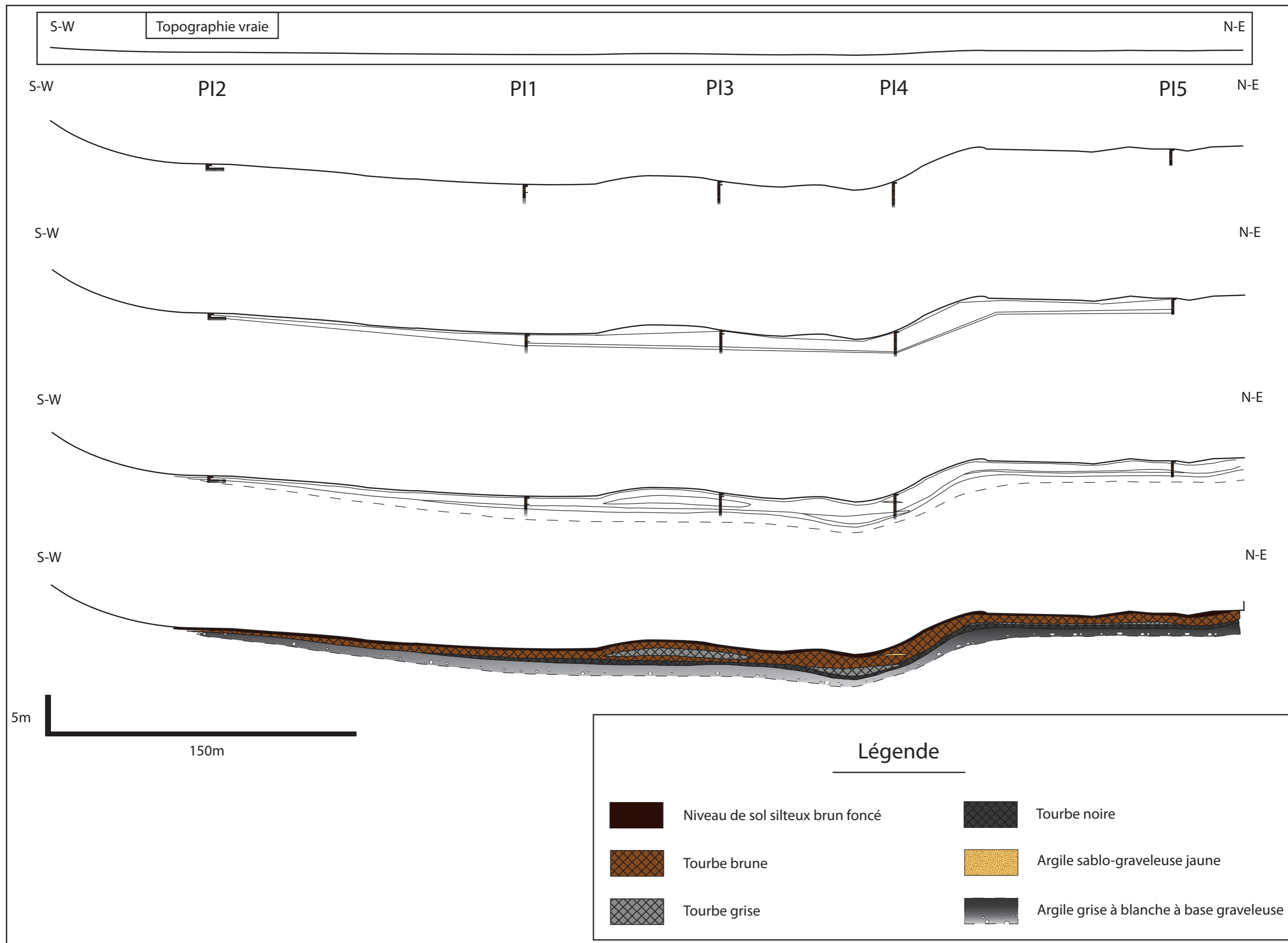


fig. 56 : Transect du fond de vallée de l'Avre à la prairie d'Igny à partir de cinq logs granulométriques et comparaison avec un profil sans exagération topographique (DAO : A. Soudry)

plantes dernièrement vivaces qui nous donne cette hétérogénéité. Par la suite, les restes biologiques se dégradent pour former la tourbe noire beaucoup plus homogène.

En dehors de notre transect, le sous-sol du fond de vallée n'est toujours pas de la tourbe. Pour exemple, il a été réalisé un sondage à la pelle mécanique dans le château de Thézy-Glimont dirigé par Yves Le Béchennec du Service d'Archéologie Préventive d'Amiens métropole. Nous ne retrouvons aucune tourbe sur plus de deux mètres de profondeur. Cependant nous avons touché une couche de sable silteux (fig. 30) pouvant s'apparenter à un dépôt de courant fluvial. Le sable composé de grains de calcite, de quartz, de silex, de restes de coquilles et quelques feldspaths nous fait penser à un apport extérieur aux environs, ce qui nous incite à la thèse de transport. De plus, ces grains sont largement érodés et même les grains de quartz et de silex présentent des arêtes quasiment arrondies et ont donc subi un roulement caractéristique des rivières. Par contre, la présence de silt nous laisse supposer que le courant devait être assez faible pour pouvoir déposer ces derniers. Nous proposons ici deux hypothèses. Soit, le sable provient d'un facteur naturel d'un ancien chenal de l'Avre ou d'une crue de cette dernière, soit un apport anthropique a été rajouté pour stabiliser le terrain particulièrement tourbeux lors de la construction du château, les grains ayant subi leur érosion avant leur exploitation par l'Homme.

Le sondage près des étangs entre Thézy-Glimont et Hailles, en contrebas de la Bellevue nous démontre une absence de tourbe. Par contre, nous avons percé des graviers de craie dans une matrice argileuse bleue. Cela nous fait penser à une présence d'un étang où d'eau complètement stagnante en milieu anaérobique donnant cette couleur bleue à l'argile. Les éléments de craie proviennent sensiblement de colluvions. Cette hypothèse est appuyée par la présence d'une pâte crayeuse solifluée juste au-dessus. L'absence de tourbe par contre peut s'expliquer par deux raisons. La première étant que nous étions assez proche des versants et nous n'avons pas percé le début du remplissage. La deuxième raison est que les graviers ont recouvert la tourbe et n'ayant pu extraire la totalité de ces derniers avec la tarière nous ne pouvons émettre avec certitude la présence ou l'absence de tourbe à cet endroit.

Nous nous apercevons ainsi d'une épaisseur variable de la tourbe (annexe 2), correlant nos résultats avec les épaisseurs de tourbe extraite durant le XIXe siècle et le XXe siècle. Nous distinguons donc d'une hétérogénéité dans cette extraction, prouvée par des variances assez élevées et par les résultats de Boves. Cette variance peut s'expliquer de deux manières. Soit les extracteurs extrayaient le maximum de tourbe à chaque fois, soit comme cela a été souvent le cas, ce sont l'ingénieur en chef des mines et le préfet du département qui établissaient la profondeur d'extraction. De ce fait, ces résultats ne sont possiblement pas les épaisseurs complètes de tourbe mais donnent toutefois un ordre d'idée de cette dernière, les ingénieurs des mines ayant comme fonction de permettre aux tourbiers d'extraire le maximum de tourbe sur une surface définie (fig. 57). D'ailleurs, la moyenne de profondeur d'extraction reste assez proche de ce que nous avons pu observer.

Ecologie

Nous avons bien sûr étudié une part de l'écologie végétale des marais pour

Commune	min	max	moyenne	variance
Berteaucourt	2,66	2,66	2,66	0
Boves	1	4,5	2,55	0,66017857
Camon	3,33	3,33	3,33	0
Fouencamps	2,5	4	3	0,5
Hailles	2,5	3,4	2,73516129	0,10241247
Thennes	2,66	2,66	2,66	0
Thézy-Glimont	0,8	4	2,62285714	0,40650827

fig. 57 : Tableau récapitulatif de l'épaisseur de la tourbe

en repérer les espèces dans la tourbe. Nous proposons ici quelques résultats pouvant permettre quelques critiques sur les logs et leurs compositions. Cette partie n'est par ailleurs que des constatations durant le terrain. Nous n'avons effectué aucun comptage permettant de confirmer notre essai.

Tout d'abord, le fond de vallée de l'Avre étant abandonné, la surface est largement recouverte de bois. Quelques pâtures sont présentes en rive droite entre Thézy-Glimont et Fouencamps. Le Sud de Boves est principalement composé de hauts roseaux ponctués de bosquets de bouleaux. Ces arbres composent une grande partie de la vallée, notamment du fait de plantation systématique de bouleaux pour stabiliser les remblais après l'extraction de tourbe (99S375084 ; 99S356248). Cependant, ils se font plus rares sur le reste de la vallée. Nous avons en bordure de haie et en bordure de tourbière une part non négligeable de frêne. Dans la prairie d'Igny, nous avons constaté certaines récurrences d'aulnes, de peupliers, mais aussi de frênes et de charmes. Dans une moindre mesure nous pouvons citer la présence de quelques bouleaux, plus présent vers les berges de l'Avre. En effet, ce sont pour la plupart des arbres hydrophiles. Le charme quant à lui est calcicole ; on le retrouve ainsi facilement dans toutes les vallées et sur les plateaux du Nord de la France (Richard H., 1988).

En dehors des plantes lignifiées, d'autres vivaces sont largement présentes et composent d'ailleurs une bonne partie des restes macroscopiques de la tourbe. Nous discernons une nette différence biologique entre les sous-bois et les petites clairières (Corvol A., 2007). Concernant ces dernières nous avons principalement observé des herbes comme le *Carum verticillatum* et des orties en abondance. De plus, les données récoltées sur PI5 nous montrent assez peu de restes feuillus, la tourbe paraissant mousseuse et contenant quelques restes de tiges fines. Seul un reste lignifié a pu être récolté. En sous-bois, certaines espèces comme les orties ont presque disparu, les carvis verticillés quant à eux se faisant plus rares. Par contre nous voyons l'apparition de laïches (*Carex*) et de joncs (*Juncus*) en très forte population. Nous retrouvons d'ailleurs énormément de restes de laïches à l'intérieur de la tourbe. La quasi-totalité des restes macroscopiques correspondant à cette espèce.

Ainsi, nous pouvons démarquer grâce aux sédiments et à l'écologie une petite dénomination sur les tourbières de la vallée de l'Avre. Au vu de l'abondance de laiches, carex, graminées, joncs et espèces arboricoles, des caractéristiques physico-chimiques de la tourbe, de la hauteur de nappe, et de la nature sous-jacente de la roche nous pouvons classer ces tourbières comme des *fen* à tendance marécageuse (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988). Nous pouvons d'ailleurs préciser que le plus proche système existant serait un *fen* à ruisseau (fig. 58) dont le comportement tendrait vers un système de marécage par sa végétation importante.

2 – L'Avre

Anciennement nommée la rivière de Dons à Amiens (4Z132), l'Avre est une rivière perpendiculaire aux terrasses de la Somme. Nous pouvons ainsi nous poser la question sur ses ressemblances ou ses différences avec la rivière éponyme du département. De plus cette rivière a eu une influence notable sur la région, étant une voie d'accès entre Amiens et Roye. De ce fait, elle a subi de nombrables aménagements que nous pensons définir ici.

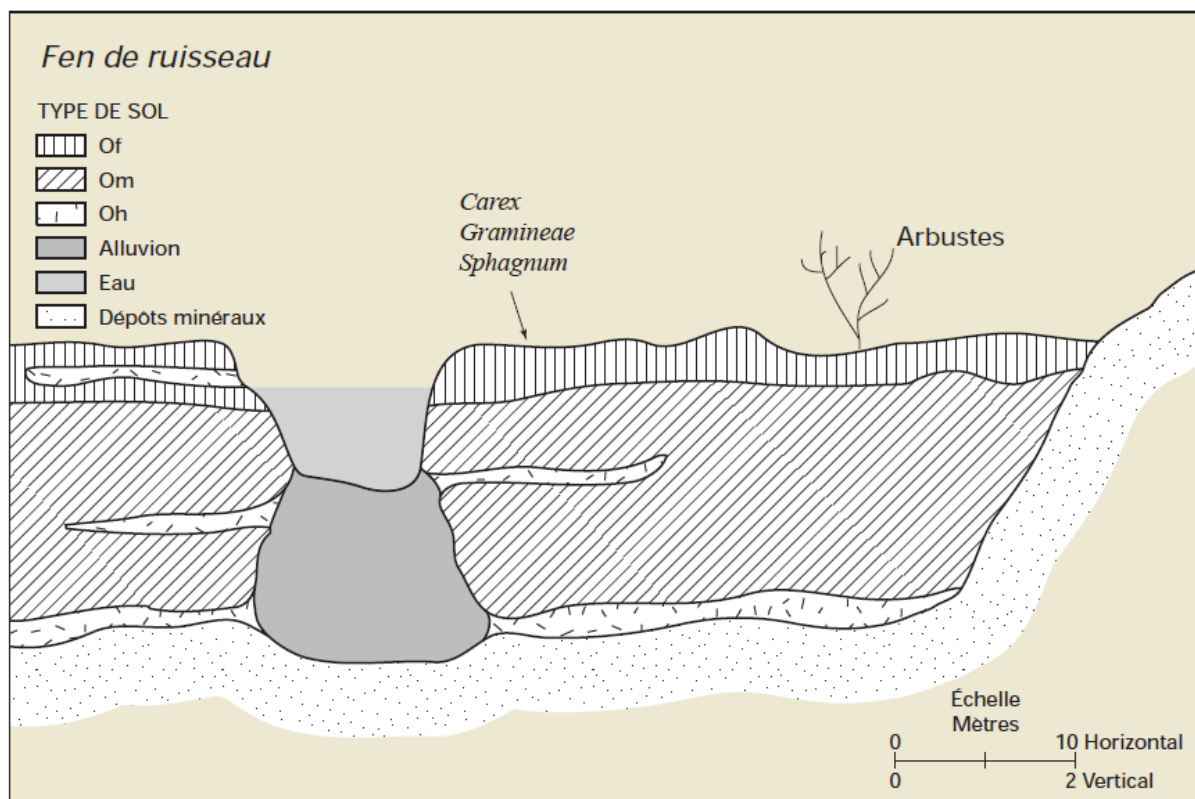


fig. 58 : Schéma représentant un *fen* à ruisseau (source : Groupe de travail national sur les terres humides, 1997)

Géodynamique de l'Avre

Influences de la vallée et de la rivière

La vallée et sa rivière sont totalement liées. La rivière a érodé le sous-sol pour former la vallée actuelle mais la géologie de cette dernière a toutefois joué un rôle majeur sur le tracé et la dynamique de la rivière actuelle.

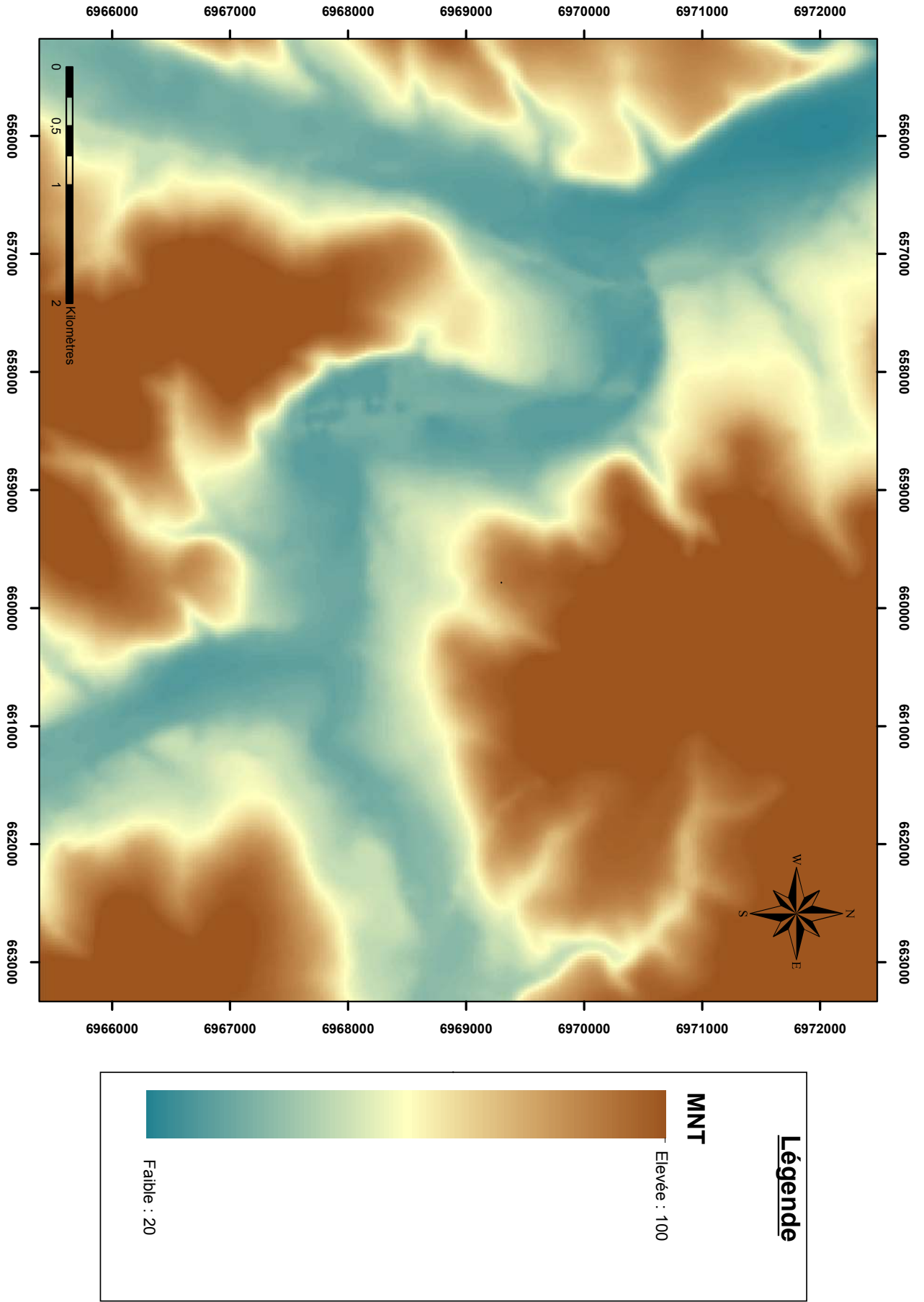
Le tracé de l'Avre paraît être, à quelques exceptions près, rectiligne, sûrement par hérité de l'ancienne dynamique en tresse de la rivière. Nous pouvons percevoir quelques éléments de l'ancien chenal méandrique comme à Fouencamps où nous avons possiblement une ancienne barre d'accrétion (Bourdier F. *et al.*, 1974). La rivière est essentiellement orientée N-S, sauf entre Roye et Pierrepont-sur-Avre où le cours d'eau semble suivre l'orientation des anciennes terrasses de la Somme. Cependant le tracé reste très sinueux, et la rivière ayant peu de débit, la vallée ne semble pas avoir été creusée suffisamment pour avoir sauvegardé ses anciennes dynamiques. Il faut ainsi attendre l'influence de la rivière des trois Doms à Pierrepont-sur-Avre pour que l'Avre prenne son orientation N-S et que la rivière soit s'encaisse véritablement dans une topographie (fig. 24).

Sur notre zone d'étude, la rivière reste bien encaissée dans sa vallée. Nous pouvons observer une vallée érodée par une rivière méandrique d'où la présence de sable à Fouencamps qui pourrait être d'anciennes barres d'accrétion, ainsi qu'à Thézy-Glimont dont les sables retrouvés sur place (fig. 30) peuvent appartenir à un système fluvial ancien. De plus, nous notons aussi la présence de forte érosion du côté de la rive concave de la vallée, ce qui nous rassure dans l'interprétation du système méandrique (fig. 59). L'influence de la Luce à Berteaucourt-les-Thennes y est toutefois pour beaucoup dans le méandre de Thézy-Glimont. En effet, il nous semble en cartographie que le débit de la Luce dévie l'Avre vers l'Ouest qui reprend sa direction préférentiel après le village. Le méandre de Fouencamps est, par contre, influencé par la présence d'une barre calcaire, entaillée par la rivière, dans sa partie concave. Le cours d'eau reprend ensuite à nouveau l'axe S-N, parallèlement à la Noye, dont les vallées fusionnent au niveau du pont entre Boves et Fouencamps.

Le fond de vallée argileux (fig. 56) nous indique toutefois un très faible courant, qui n'est pas compatible avec le système méandrique mais plutôt avec un système anastomosé. Ainsi, nous pouvons exposer une transition entre le système méandrique ancien et notre système de *Fen* actuel (Groupe de travail national sur les terres humides, 1988), la rivière étant de nouveau en chenal unique et ne fournissant pas assez d'alluvions pour un remplissage totalement fluvial d'où la tourbe récente.

Aujourd'hui, l'Avre est bien plus encaissé dans la vallée, le lit majeur est ainsi la largeur de la vallée même, d'où, en général, une largeur de 500 à 600 mètres. Ce lit majeur est aujourd'hui rempli, comme nous venons de le voir, par la tourbe que nous étudions. De ce fait il est normal de retrouver quelques alluvions silteux dans les dépôts tourbeux. La tourbe se retrouve donc régulièrement mélangée à des silts, du sable et des argiles (fig. 36) apportés naturellement par l'Avre. Une migration latérale de l'Avre par

fig. 59 : Mise en évidence des méandres à partir d'un MNT (fond de carte : Modèle numérique de terrain (SAAM) ; CAO : A. Soudry)



le passé à travers le lit majeur est une possibilité. Nous ne pouvons toutefois pas, au vu de nos résultats de terrains, justifier totalement cette hypothèse, les alluvions pouvant provenir de crues plus ou moins récentes.

Débits et Crues de l'Avre

La dynamique d'une rivière est aussi déterminée par son débit et ses crues. Ce sont ces deux paramètres ainsi que la géologie locale qui vont déterminer le tracé et la géodynamique du cours d'eau. Plus le débit va être conséquent, plus la rivière aura tendance à être rectiligne, c'est le cas de la quasi-totalité des rivières de montagne où la pente est assez forte. Dans le cas contraire les rivières présenteront des aspects méandriformes voir anastomosées (Morisawa M., 1985). Ici, nous avons une rivière dont le tracé, dont nous verrons les raisons plus tard, n'est composé que d'un chenal peu sinueux, indiquant un fort débit de la rivière. Pourtant, le débit moyen de cette dernière depuis 1969 est de 2,21m³/s, ce qui reste assez faible par rapport aux autres rivières rectilignes⁹. De plus, la variance est aussi assez faible (0,958228801) ce qui nous permet d'affirmer une régularité du débit (fig. 23 : annexe 1). Toutefois, la sédimentologie de ce genre de rivière, le plus souvent dans le Sud de la France, est dominée par des dépôts de crues saisonnières (Oued), et donc une très grande variance dans le débit. Ces dépôts apportent des sédiments grossiers que nous ne retrouvons quasiment pas dans la vallée de l'Avre. Les seuls véritables sables que nous avons pu observer se trouvent sous le château de Thézy-Glimont et pourraient être interprétés de la sorte. Seulement, encore une fois, nous n'avons pas les preuves suffisantes pour affirmer cette hypothèse. Nous pouvons aussi penser que la stratigraphie n'a pas enregistré les dépôts de crue. Ainsi, nous nous référerons aux archives pour en comprendre les récurrences.

Le graphique concorde particulièrement bien la variance que nous venons d'énumérer ; le débit est ainsi régulier dans le temps. Seules quelques crues apparaissent régulièrement. Nous pouvons ainsi observer une récurrence toutes les 10-15 ans, qui correspondrait aux cycles solaires que Samuel Heinrich Schwabe a observé au XIXe siècle (Schwabe S. H., 1843). Sans oublier que l'Avre est une rivière calme, et que nous pouvons supposer une inertie dans les crues, ces cycles de onze années peuvent ainsi s'observer sur les données DREAL. Nous pouvons aussi indiquer quelques fois une cyclicité inférieure de 5 ans mais donnant des crues à peine notables tant elles étaient faibles. Ces débordements peuvent provenir d'une inertie du cycle de Schwabe ou simplement comme ce cycle ne semble pas se renouveler à chaque fois, d'un simple hasard inexplicable. Les données provenant de la banque HYDRO ne remontant que jusqu'en 1969 pour la vallée de l'Avre nous avons recueilli des crues historiques depuis 1615 pour essayer de relever d'autres cycles plus longs qu'une dizaine d'année.

Les crues historiques peuvent nous indiquer plusieurs cycles (fig. 23 b), seulement nous gardons des réserves sur ces derniers, n'ayant aucune indication sur d'autres crues plus faibles. Si toutes les crues ont été relevées nous pouvons seulement voir des cycles à partir des données existantes. Nous remarquons ainsi une possible cyclicité d'une vingtaine d'années comme il est largement admis par la sédimentation des rythmites de 9 Site de la banque HYDRO (banque hydrologique de France) : www.hydro.eaufrance.fr (consulté le 17/02/2016)

lac. Cependant nous nous trouvons dans un contexte complètement différent ; de ce fait nous nous posons la question d'une cyclicité de Schwabe dont les crues faibles n'ont pas tous été relevées. Par contre nous établissons assez facilement un cycle d'une centaine d'années entre les crues de 1635, 1820, 1910 et 2001. Elles correspondraient aux cycles des taches solaires (*solar sunspot*) découvertes par Johann Rudolf Wolf au XIX^e siècle (Wolf J. R., 1877). Ainsi nous obtenons une cyclicité de 90 ans. Contrairement à l'établissement des cycles de Schwabe par les données historiques, les crues centenaires sont bien plus importantes et ont largement été retenues par les populations. Bien qu'une cyclicité de 200 ans existe, nous n'avons pas assez de recul pour véritablement y voir une récurrence dans les crues de l'Avre.

Alors que nous venons de voir un certain nombre de crues, nous nous interrogeons sur l'impact que ces dernières ont eu sur l'environnement. Certaines rivières ou fleuves sont façonnés et façonnent le paysage par les crues comme c'est le cas de la plaine alluviale de la Loire (Claudepierre J.-N. *et al.*, 2013). L'Avre ne paraît pas avoir été dominée par les crues, seul un possible paléochenal au sud de Fouencamps pourrait s'observer. D'ailleurs, à part le sable retrouvé à Thézy-Glimont qui pourrait s'apparenter à une crue, nous n'avons pas trouvé de dépôt caractéristique dans nos carottes. De ce fait, soit les dépôts de crue de l'Avre sont trop fins que ce soit en granulométrie ou en stratigraphie pour être visible, soit l'Avre est une rivière calme, non dominée par les crues. Nous penchons pour notre part pour la deuxième hypothèse. Seulement le chenal actuel nous paraît toujours anormal par rapport aux autres cours d'eau de même envergure. Nous allons donc essayer de comprendre et d'établir l'évolution de la rivière jusqu'au chenal actuel.

Évolution de la rivière Avre depuis 1757

Pour comprendre la géodynamique d'une rivière, il nous paraît intéressant d'examiner l'évolution de la rivière au cours du temps. En effet, grâce à cela, nous verrons si la rivière a migré latéralement, et donc si l'Avre a pu connaître des phénomènes forts pour dévier le lit mineur du cours d'eau.

Nous posons déjà une réserve sur les données de 1757 provenant des cartes des Cassini. Comme nous l'avons déjà abordé, les tracés de cours d'eau de ces cartes sont largement approximatifs et comparer ce tracé aux données plus récentes reste délicat dans les interprétations (fig. 60). De ce fait, la présence du tracé sur les cartes nous donne qu'une idée générale de l'époque (fig. 61 a). Ainsi nous pouvons toutefois mettre en évidence plusieurs données. Tout d'abord, la rivière paraît plus large, bien que cela soit sûrement dû à l'absence de précision du géographe, il est largement possible que cela a été le cas à cette époque, étant la fin du petit âge glaciaire médiéval (Prosper-Laget V. *et al.*, 2009). Nous remarquons à Boves l'apparition de plusieurs chenaux secondaires qui disparaissent un demi-siècle plus tard. Nous pensons, par rapport aux cartes elles-mêmes que ce marais serait la zone de confluence avec la Noye et qui a dû être utilisé durant tout le Moyen-âge, la présence d'une motte castrale à Boves serait possiblement en rapport avec le cours d'eau comme il est possible d'observer sur les rives des paléochenaux de la Loire (Racinet P., 2008 ; Claudepierre J.-N. *et al.*, 2013)

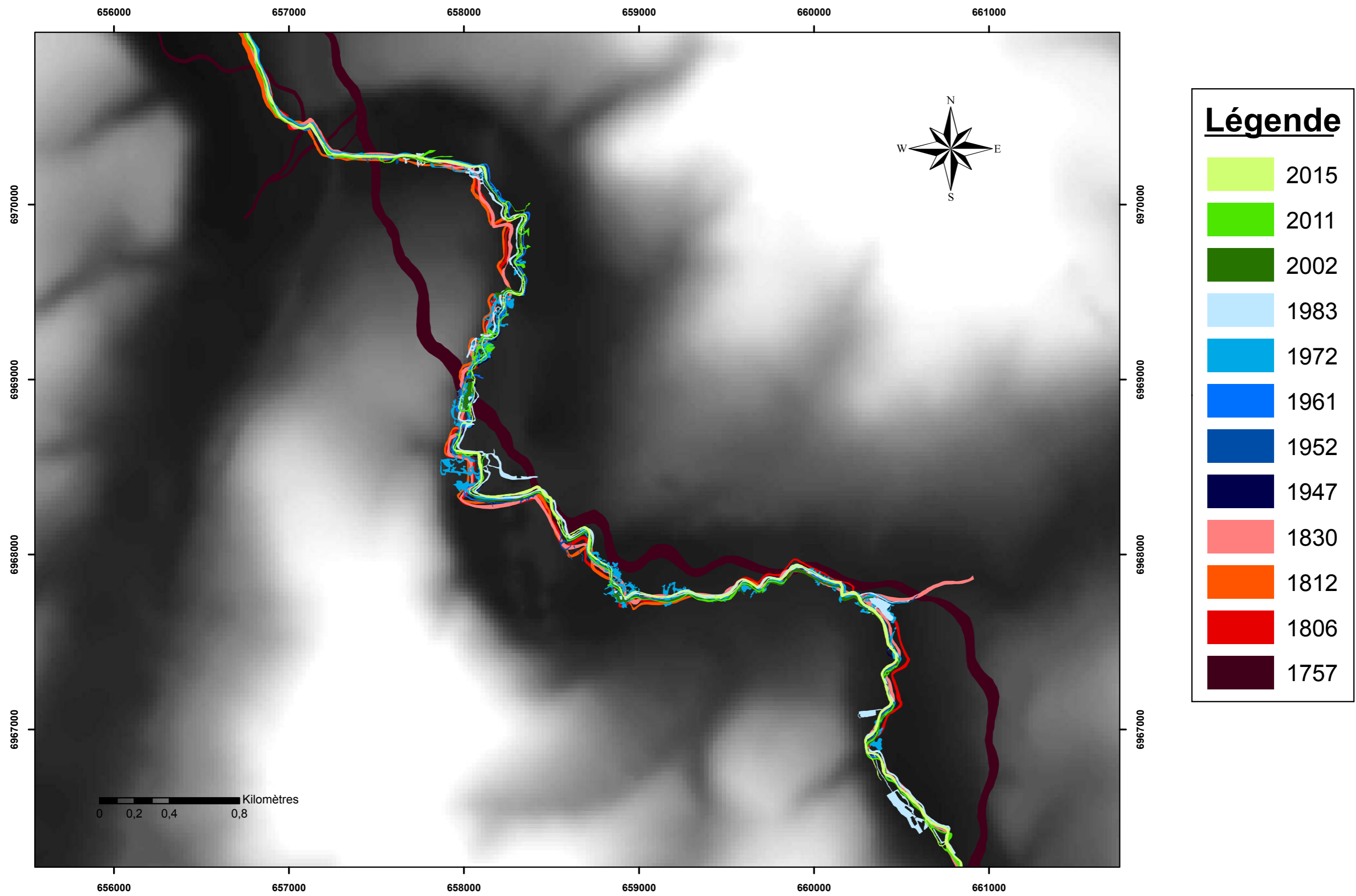


fig. 60 : Evolution des chenaux de l'Avre à Thézy-Glimont depuis 1757 (Fond de carte : Modèle numérique de terrain (SAAM) ; CAO : A. Soudry)

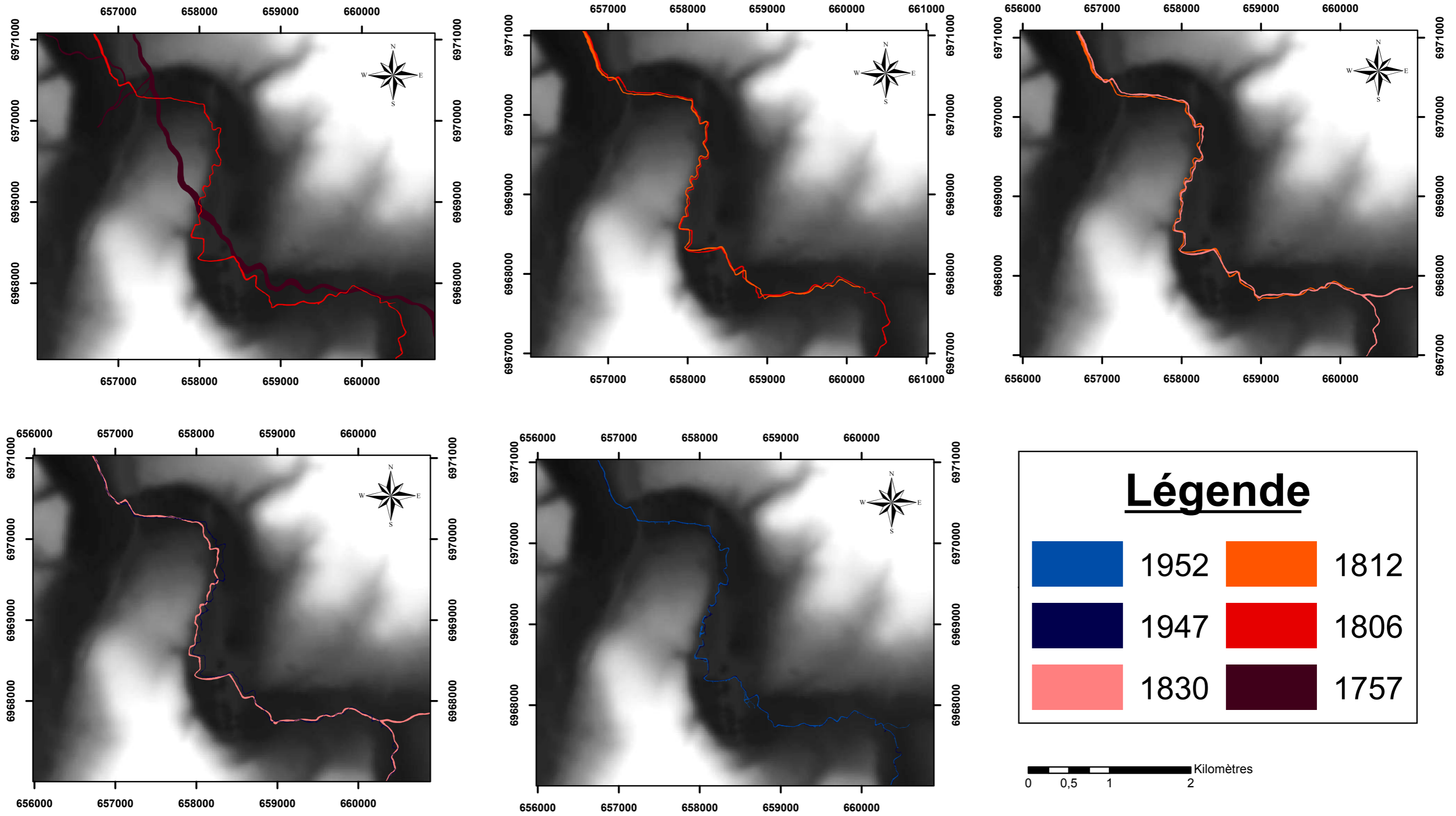


fig. 61 a à e : Evolution par étape des chenaux de l'Avre à Thézy-Glimont entre 1757 et 1952 (Fond de carte : Modèle numérique de terrain (SAAM) ; CAO : A. Soudry)

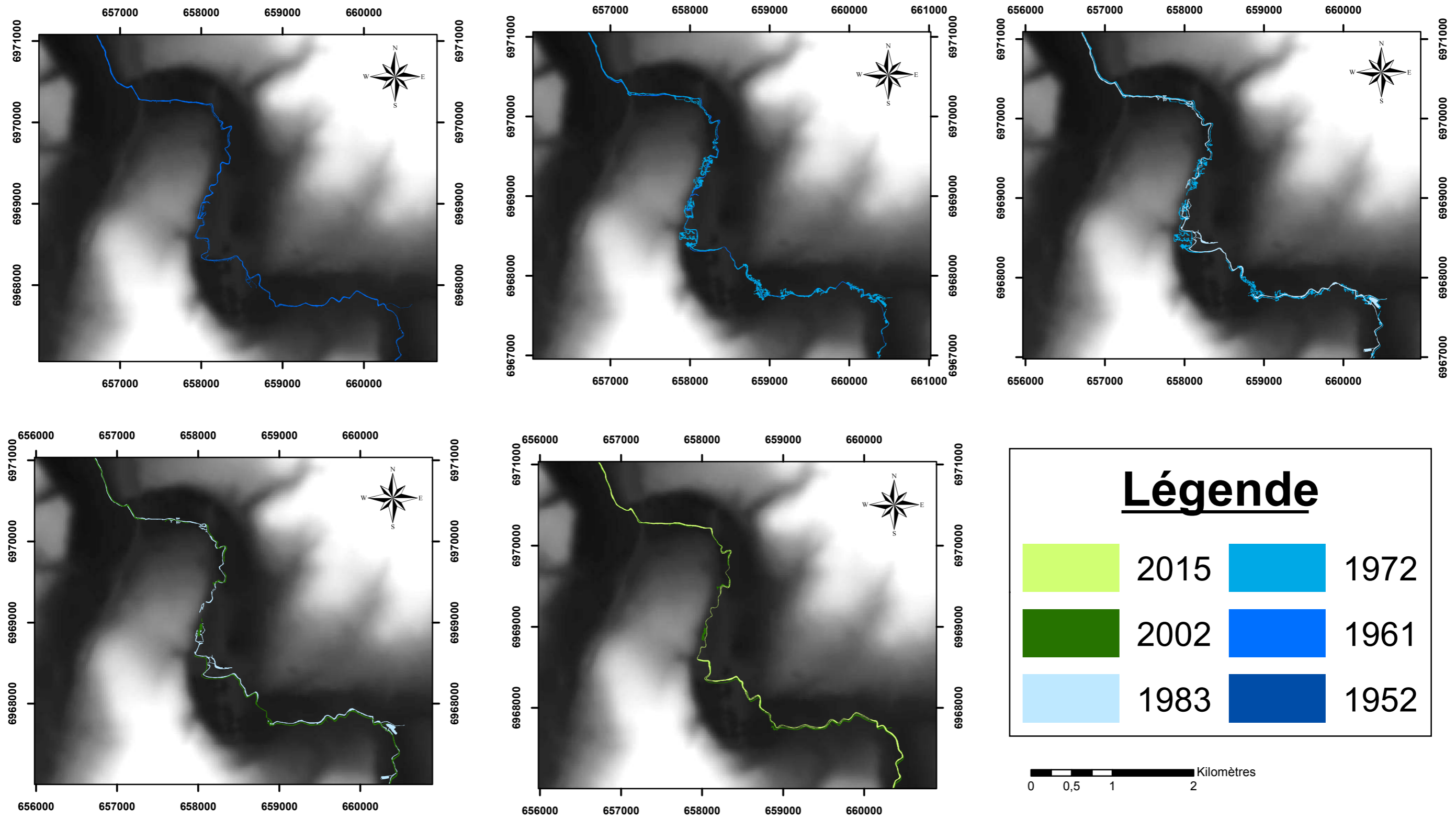


fig. 61 f à j : Evolution par étape des chenaux de l'Avre à Thézy-Glimont entre 1952 et 2015 (Fond de carte : Modèle numérique de terrain (SAAM) ; CAO : A. Soudry)

Entre 1806 et 1830 (fig. 61 b et c), l'Avre ne semble pas avoir migré. Nous observons d'une part des angles et des sinuosités particuliers, régulièrement en angle droit, qui nous ne nous paraissent pas naturels et d'autre part le tracé devient entièrement rectiligne comme nous pouvons le voir après le pont de Fouencamps. Cela nous indique une possible anthropisation de la rivière dès le XIXe siècle. Seulement pourquoi former ces sinuosités sur la quasi-totalité de la vallée ? Ces sinuosités proviendraient donc, soit de blocages naturelles de la rivière (colluvions, troncs d'arbres), soit, comme nous le pensons, d'une chenalisation par l'Homme. Nous proposons ainsi l'hypothèse de creusement régulier des bords de l'Avre pour accéder aux parcelles de tourbage. La rivière a donc continuellement migré jusqu'aux lois sur le tourbage de 1825 et 1833.

Entre le XIXe siècle et le milieu du XXe siècle (fig. 61 d), le lit de l'Avre se réduit de plus de la moitié. Ce phénomène s'observe sur plusieurs cours d'eau à travers le pays. Le petit âge glaciaire ayant pris fin durant le XIXe siècle, les rivières présentent moins de débit. De plus il est possible que l'Avre, naviguée par le passé, ait été abandonnée et le chenal moins entretenu. Ce qui a dû accélérer le rétrécissement du cours d'eau. Nous n'observons néanmoins pas de changement majeur dans le tracé à part une légère migration vers l'Est qui peut provenir du géoréférencement et du redressement des photographies aériennes.

Depuis 1947 (fig. 61 e à j), l'Avre ne semble pas avoir eu de changements majeurs. Nous remarquons pourtant quelques différences, sûrement dû au manque d'entretien de la rivière. En effet, l'Avre, de nos jours, a tendance à se deviser et à ressembler plus fortement à un système anastomosé qui semblerait être l'état naturel de ce cours d'eau. Nous noterons toutefois la régularité du chenal après le pont entre Fouencamps et Boves.

Finalement l'Avre n'a que très peu migré depuis le XVIIIe siècle (fig. 60). Cependant, les données récoltées nous permettent d'apporter certaines réponses quant à la dynamique de la rivière. La rivière possiblement large au XVIIIe siècle aurait largement réduit jusqu'au XXe siècle. Plusieurs explications peuvent être exposées. Premièrement, le climat change à travers le temps et selon les précipitations et les fontes des glaces de la belle saison, le lit de la rivière sera plus ou moins large. De ce fait, le petit âge glaciaire médiéval a joué un rôle majeur sur la dynamique de la rivière, et bien que les cartes de Cassini soient peu précises, nous pensons que l'Avre était plus large que de nos jours. De plus, alors que les cours d'eau étaient des axes de communications majeurs par le passé, les berges étaient régulièrement faucarder, les rivières draguées. L'Avre devait être bien plus entretenue (99S405 ; 4Z132). Par contre, nous n'avons pu voir aucun tracé de l'Avre avant son anthropisation. En effet le tracé, non naturel, serait une fabrication de la main de l'Homme, ce qui expliquerait la faible migration, mais constitue un problème majeur pour comprendre la dynamique naturelle de la rivière. En nous intéressant de plus près à cette chenalisation nous remarquons une nette différence avant et après le pont entre Fouencamps et Boves. Alors que l'Avre devait être naviguée comme nous le fait penser la partie nord de la rivière, pourquoi le tracé autour de Thézy-Glimont est-il si sinueux ? Notre proposition du tourbage nous paraît toujours être une bonne hypothèse, mais nous portons toutefois des réserves sur cette gestion. Le tracé antérieur à 1806 était-il canalisé à l'image du nord de la rivière ? Et si tel était le

cas, comment les tourbiers ont-ils eu l'autorisation de dévier cette rivière ? C'est pour ces raisons que nous avons effectué des recherches aux archives départementales de la Somme.

Aménagements de l'Avre

Canalisations et navigation sur la rivière

Nous avons vu que l'Avre est depuis longtemps aménagée par l'Homme. Nous allons donc essayer d'en comprendre le fonctionnement à partir des données historiques.

L'Avre est depuis bien longtemps naviguée. Cependant, elle devait déjà être une rivière à faible débit dont le fond pouvait être assez hétérogène, c'est ainsi qu'au XVIIe siècle il fallait porter régulièrement les bateaux entre Pierrepont-sur-Avre et Moreuil. De plus les crues régulières de la rivière inondaient la plaine alluviale et les villages avoisinants, de la sorte que Louis XIII au début du XVIIe siècle a fait canaliser la rivière (4Z132). Le tracé de l'Avre que nous avons pu observer en SIG descend ainsi de cette canalisation ancienne.

Cependant il reste les questions de gestions et d'entretien du chenal. Nous savons que l'Avre était encore utilisée dans le transport de marchandises en 1914 (99S1166), aidée par un chemin de halage le long de la rivière (KZ3627) dont nous pouvons observer les restes sur les berges actuelles. Ce chemin, que nous pouvons encore suivre de nos jours, nous indique donc que l'Avre a été navigué sous son état sinueux. De ce fait nous pouvons penser que les embarcations devaient être relativement petites pour pouvoir être manœuvrées. Elle est d'ailleurs toujours navigable de nos jours, pour de petites embarcations. Ce maintien de la rivière provient d'un ensemble d'aménagements successifs et de son entretien. C'est ainsi qu'elle sera faucardée et curée plusieurs fois par an du fait de son utilisation accrue au XIXe siècle (KZ3627). Les bateaux étant aussi plus lourds, la rivière a été encaissée un peu plus dans son chenal tout en réduisant la largeur du lit. Cela a eu pour effet d'augmenter la hauteur d'eau de la rivière, permettant, d'une part aux embarcations de circuler et d'autre part de faciliter l'apport d'eau aux tourbiers. Par la suite les ingénieurs des mines ne réitéreront pas l'expérience même sous la pression constante des tourbiers (99S405). Ce sont d'ailleurs ces derniers qui ont le plus aménagé le rives de l'Avre. Car ils ont pratiqué de nombreuses coupures dans les berges pour accéder à leurs parcelles en bateau (99S405). Ces pratiques étaient bien entendues sanctionnées par la loi si ces coupures n'étaient pas réalisées dans les règles. Et nombreux ont été les tourbiers obligés de payer une amende pour ce genre de fautes (KZ3626).

L'Avre était donc canalisée principalement pour la navigation, mais alors que les canaux sont généralement rectilignes, notre rivière reprend régulièrement une sinuosité importante qui a dû exister même après le creusement du chenal, le chemin du halage encore visible suivant largement le cours d'eau. Cependant, ce chemin ayant été construit plus tard durant le XIXe siècle, nous pensons que la rivière a subi plusieurs modifications anthropiques se basant sur d'autres critères économiques que la navigation.

C'est ainsi que le cours d'eau présente des phases rectilignes comme entre Fouencamps et Boves et sinueux comme à Thézy-Glimont. Au fur et à mesure du temps cette sinuosité est devenue de plus en plus importante par les phénomènes naturels d'érosion, grignotant légèrement les berges dans les méandres. La rivière est en fait aujourd'hui en train de reprendre sa dynamique naturelle en dépit de sa canalisation anthropique.

Ponts et Chemins de Fer

Les franchissements de rivières ont été durant longtemps primordiaux dans la stratégie militaire et pour le commerce. Aujourd'hui encore, les ponts sont les aménagements de rivière les plus utilisés en France. Cependant la construction d'un tel édifice n'est pas sans conséquence sur la rivière et demande des préparations préalables.

Nous n'avons que très peu d'information sur les dates de construction des ponts, mais par contre, nous avons trouvé plusieurs mentions sur les reconstructions, principalement parce que les travaux recensés sont relativement récents, comme par exemple la reconstruction du pont de Longueau en aout 1804¹⁰ (fig. 62), dont l'ancien avait été construit en calcaire gélif le fragilisant aux cours des ans. Le même problème a été constaté au niveau du pont sur la Somme de Picquigny (99S489/5).

Ainsi le choix des matériaux, mais aussi de l'emplacement et du dessin du pont par lui-même peut largement impacter l'environnement et l'économie locale. Par exemple, la reconstruction du pont entre Longueau et Cagny en 1851 a impliqué des conséquences sur la navigation de la rivière. En effet, l'arche gauche n'étant pas assez importante pour laisser passer des embarcations, il a été creusé un nouveau canal (fig. 63) (99S489/5).

Alors que le pont de Longueau semble ancien au vu de ses nombreuses reconstructions, ce n'est pas véritablement le cas entre Hailles et Thézy-Glimont ; la construction du pont date d'après 1837 mais avant 1860, c'est-à-dire après la donation du couple Huney à la commune d'Hailles et avant sa reconstruction par la commune en 1860 (99S405) (fig. 64). Ce pont est d'ailleurs reconstruit de nouveau en 1912, cette fois en béton armé. Il est possible que ce soit le pont actuel étant donné que nous n'avons plus de mention sur ce pont après 1912, et que le pont actuel est toujours en béton armé.

Par le passé il était fréquent que les populations construisaient des passerelles illégales pour traverser l'Avre (KZ3627), alors qu'il était faisable de rejoindre Hailles en passant par Fouencamps ou Castel. Il est toutefois possible qu'un pont en matériaux périssables existait entre les deux communes. Seulement nous n'avons trouvé aucune mention et il n'est dessiné aucun pont entre les deux villages sur la carte des Cassini (fig. 65). Il y a cependant une route tracée sur l'Avre sur les cartes d'Etats-Majors. L'existence d'un ancien pont de passage entre les deux villages appartenant, à des propriétaires privés, la donation le rendant publique et pouvant ainsi être construit avec plus de moyen est donc probable.

Durant le XIXe siècle, le train fait son apparition et devient assez rapidement un moyen de communication important. La construction des chemins de fer devenaient 10 Il est fait mention du 28 Thermidor de l'an 12

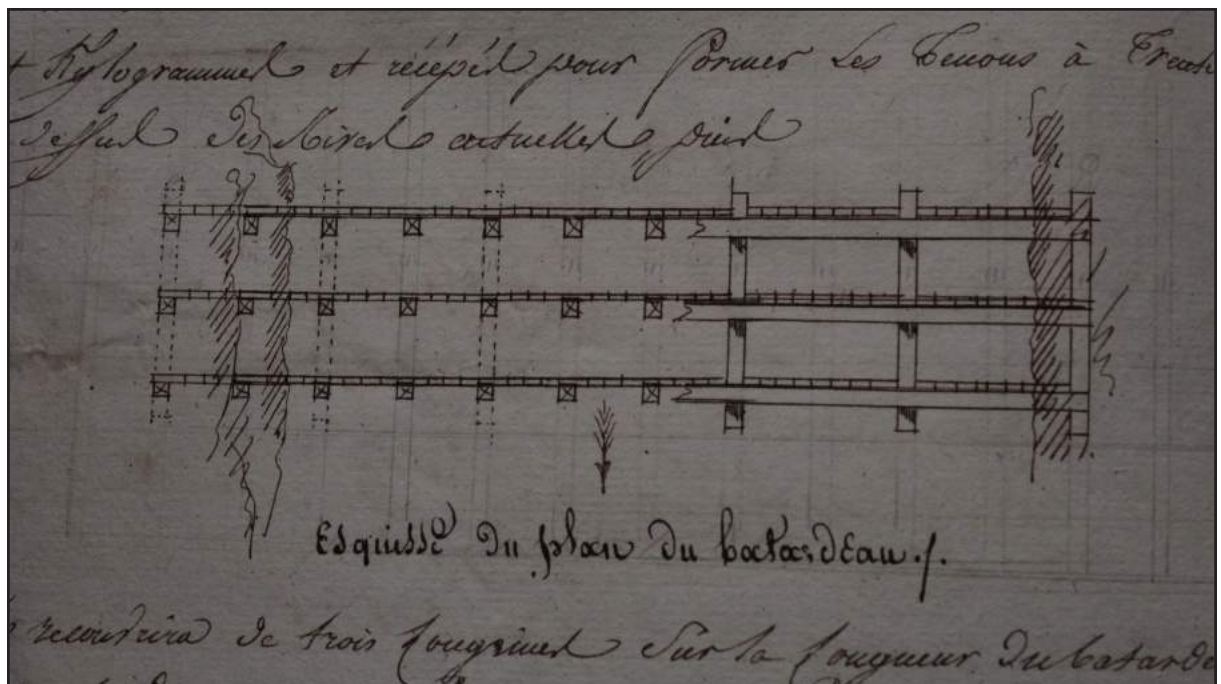


fig. 62 : Ebauche du dessin du pont de Longueau (source : 99S489/5)

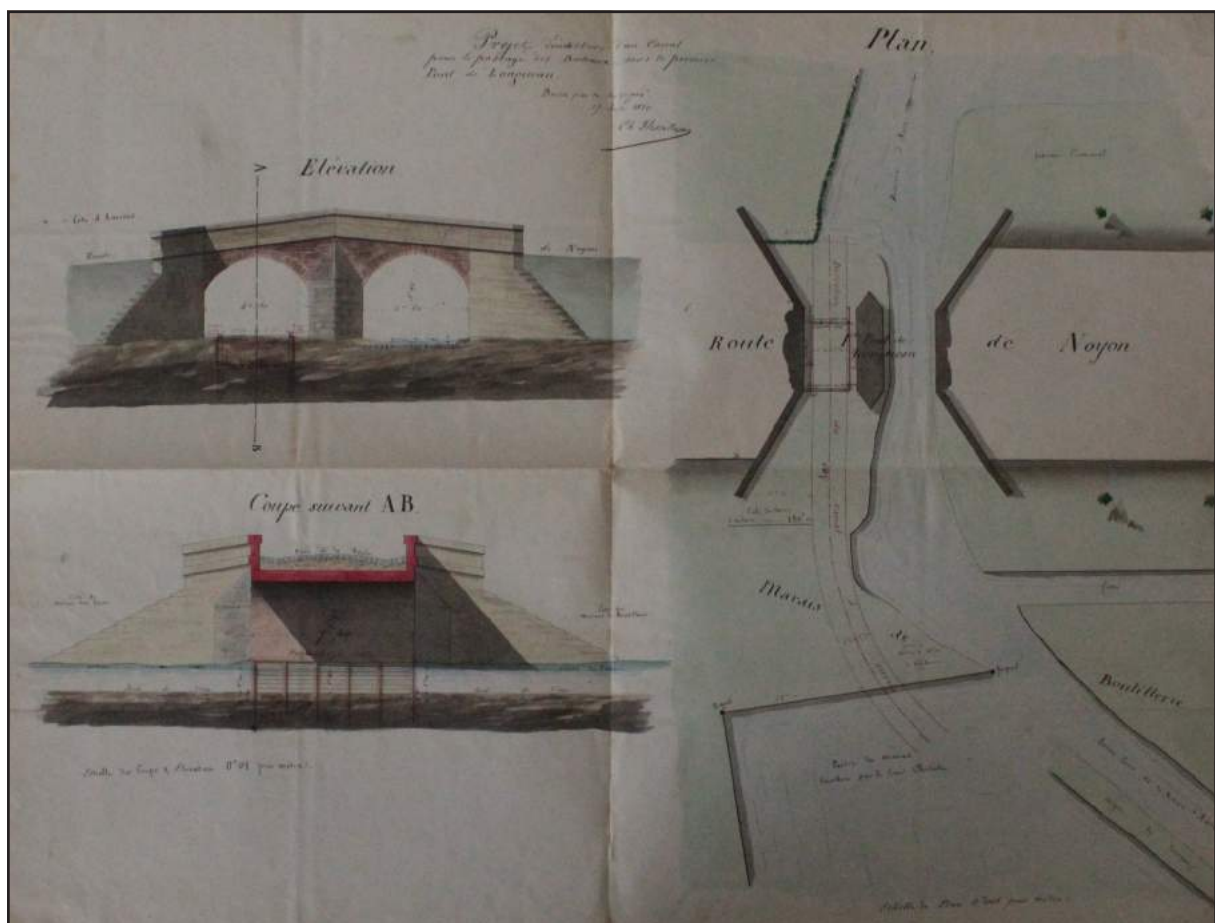


fig. 63 : Dessin de modification de l'Avre et du pont de Longueau (source : 99S489/5)

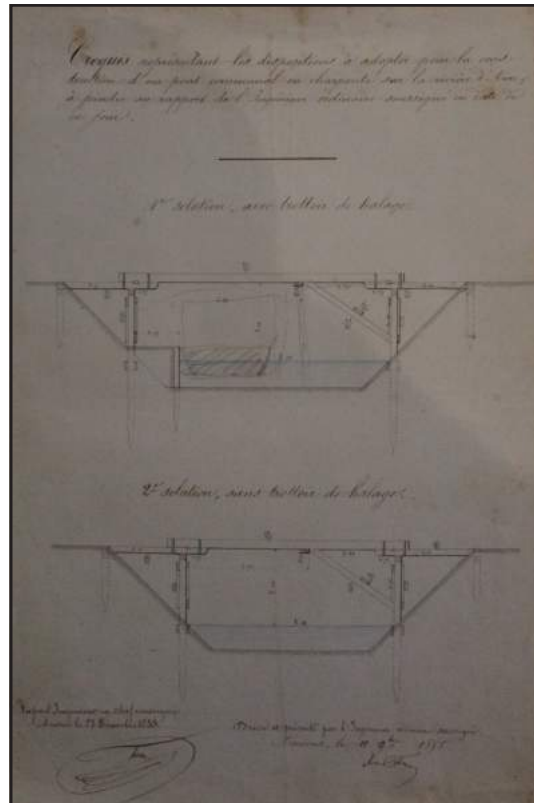


fig. 64 : Ebauche de construction du pont de Hailles(source : 99S489/5)

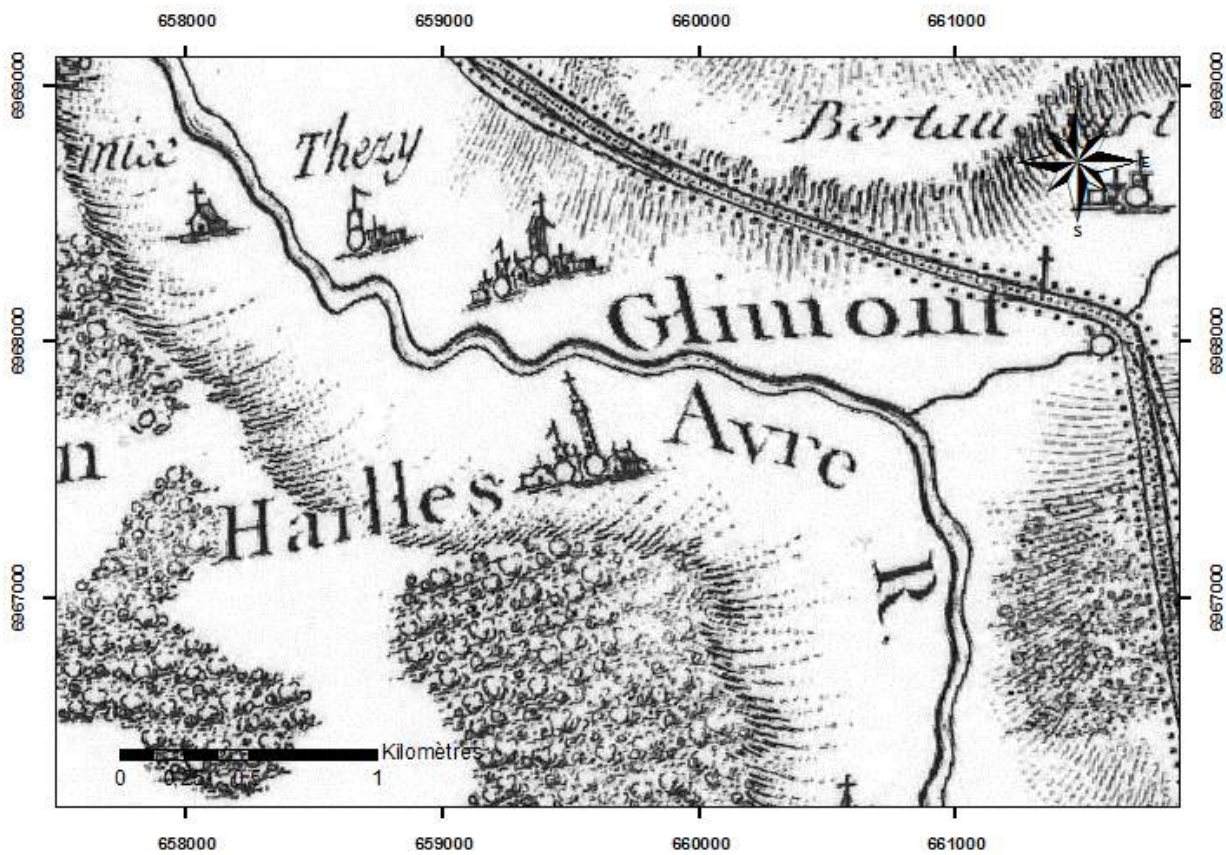


fig. 65 : Mise en évidence de l'absence de pont entre Glimont et Hailles en 1757 (fond de carte : Carte des Cassini ; CAO : A.Soudry)

indispensables pour toutes communes afin d'accroître plus rapidement son économie. Alors que le transport par voie navigable était devenu secondaire, les déviations de rivière devenaient très fréquentes. C'est ainsi qu'en 1847, l'Avre est déviée pour faciliter le franchissement de la rivière par la voie de chemin de fer (fig. 66) (99S489/5).

Utilisations annexes

Comme nous pouvons généralement l'observer autour des rivières, la pêche a été elle-aussi une ressource pour les habitants de la vallée. Il existait encore au XIXe siècle de la pêche professionnelle au sein de la vallée (99S505 ; KZ3627). Il était donc construit tout au long de la rivière plusieurs pêcheries qui disparaissent avant la première guerre mondiale pour devenir une activité de familiale ou de plaisance. L'effet provient d'une vallée ayant été beaucoup trop exploitée et les cours d'eau trop modifiés par les entailles des tourbiers durant tout le XIXe siècle qui ont eu tendance à faire fuir les poissons. La plupart du temps les entailles étaient toutefois effectuées en aval de la pêcherie, seulement la multiplication des exploitations de la tourbe a participé à la fuite des poissons. Les pêcheurs de l'époque avaient bien entendu essayé de porter des réclamations à la préfecture, mais l'intérêt économique de la tourbe a été favorable aux tourbiers (99S405). De plus, l'Avre faisant office d'égouts pour les villages, une grande partie des poissons disparaissent du cours d'eau vers la fin du XIXe siècle (99S489/5). C'est ainsi qu'en 1910, le conseil départemental décide de repeupler les étangs et les cours d'eau d'un ensemble de vallée de la Somme dont celle de l'Avre. De ce fait certains propriétaires d'étangs décident alors de grillager leurs entrées pour pouvoir pêcher tranquillement (4Z132). De nos jours, nous pouvons ainsi toujours observer de

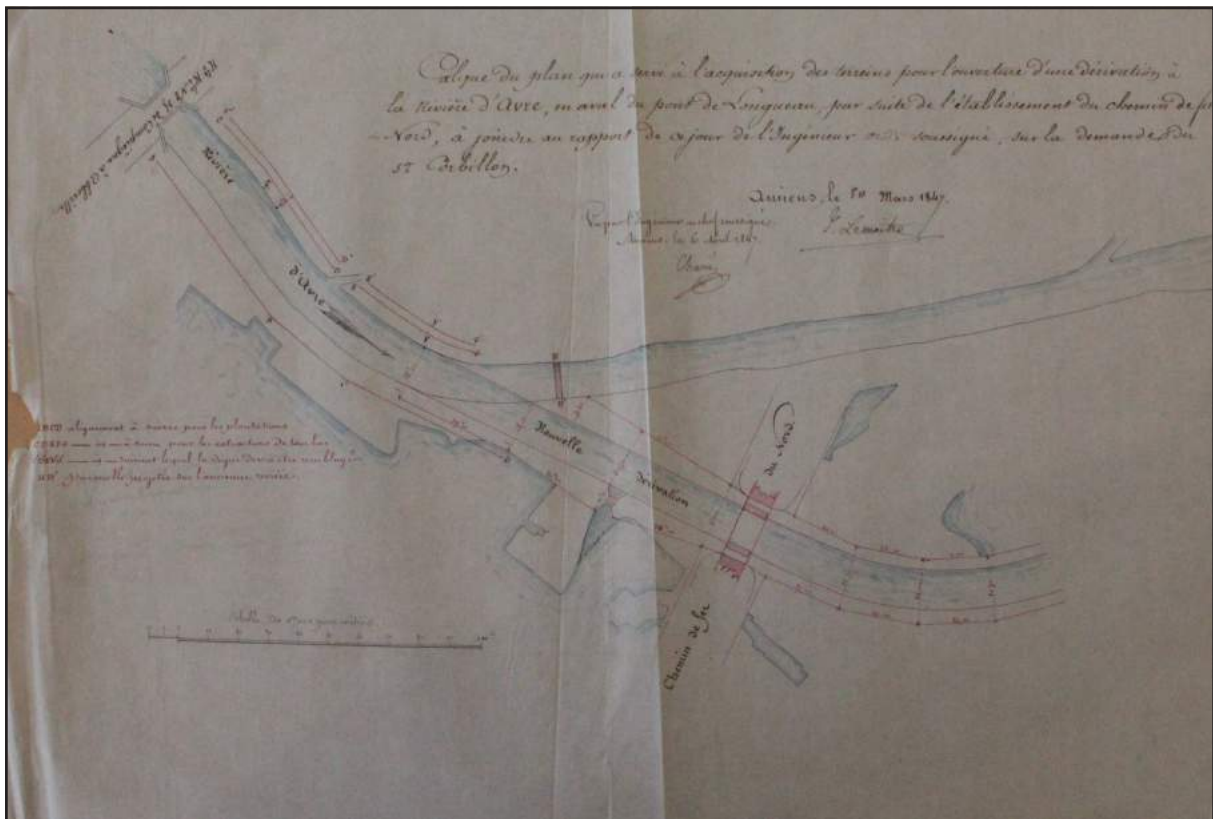


fig. 66 : Dérivation de l'Avre lors de la mise en place du chemin de fer (99S489/5)

nombreux pêcheurs de plaisance autour des étangs de la vallée.

L'énergie hydrique est considérée encore aujourd'hui, comme pouvant fournir un très haut rendement énergétique. Cette énergie était déjà utilisée depuis bien longtemps par les populations. Il suffit de suivre la Somme pour voir le nombre important de moulins implantés sur ses berges. Il n'est donc pas surprenant qu'il y ait eu des moulins à eau sur l'Avre. Il est fait plusieurs fois mention d'un moulin à papier au sud d'Hailles, aujourd'hui disparu, spécialisé dans la fabrication de carton. Nous ne savons par contre pas le temps et les dates de fonctionnement du moulin, simplement que la ventellerie a été renouvelé en 1868 (99S405). Toutefois ces moulins étaient soumis à certaines règles pour ne pas compromettre l'intégrité de la rivière ; il devait ainsi laisser passer assez d'eau et ne pas en retenir plus qu'autorisé (KZ3627).

En conclusion l'Avre est donc une rivière qui a largement été anthropisée, sa nature d'eau calme en faisait une candidate idéale pour la canalisation. Cependant, les nombreux aménagements légaux et illégaux sur les berges ont largement déformé la rivière, reprenant surement par passage son ancien lit. De nos jours nous pouvons constater une rivière peu large mais qui a multiplié ses canaux à l'image des hortillonnages d'Amiens, recouvrant une chenalisation plus naturelle. Ce processus est long du fait de peu de crues importantes dans la vallée pour éroder suffisamment afin d'ouvrir des nouveaux chenaux.

3 – Usages de la vallée

En dehors de la rivière, la vallée a largement été exploitée pour différentes raisons depuis des temps immémoriaux. Nous verrons ainsi l'utilisation qu'il en a été fait depuis le paléolithique jusqu'aux exploitations tourbeuses du XIXe siècle.

Exploitation Paléolithique des bancs de silex

Il est connu la présence humaine à Amiens depuis plus de 500000 ans. De ce fait, les ressources locales ont été primordiales pour la survie dans les vallées, en particulier les ressources lithiques, en l'occurrence les silex, qui seront pendant longtemps la base des outils de découpe de l'Homme (Fagnard J-P., 1993). La région contient en grande quantité cette richesse géologique. En effet, les silex se retrouvent facilement en inclusion dans la craie. Ainsi, nous allons pouvoir les retrouver dans toutes les vallées de la Somme.

Il est possible de recouvrer les silex dans plusieurs sortes de gaine sédimentologique. A la base, ils se retrouvent dans la craie comme nous l'avons déjà abordé, mais étant une roche à minéraux tendre, la craie subissant largement l'érosion rejette régulièrement des

nodules de silex, dont les minéraux sont beaucoup plus durs, dans les versants et sur les plateaux. Il est facile d'expliquer cette mise au jour dans les versants par l'érosion mécanique de l'eau, que ce soit fluviale ou de ruissellement. Cependant sur les plateaux ce sera surtout l'érosion chimique avec l'eau qui sera primordiale. Nous allons donc retrouver les nodules dans « les argiles à silex » en cours de formation, (Kuntz G. et Dupuis C., 1972), provenant elles-mêmes de l'altération chimique de la craie.

Les silex taillés sont ainsi depuis longtemps étudiés par les géologues et les archéologues (D'Acy E., 1894). C'est ainsi qu'après avoir attesté la présence humaine au nord de la vallée de l'Avre (Cagny, Saint-Acheul...), les recherches se sont dirigées vers la prospection des gisements de silex de la vallée (Truffeau A., 1978). Il est ainsi apparu différents types de gisement. Tout d'abord par extraction directe à partir des affleurements de craie comme nous pouvons en observer tout autour des installations humaines. En fin de compte, il est possible que les rognons provenaient du lit de la rivière. Bien entendu seuls les gisements recouverts par les dépôts loessiques ont été conservés. Il est donc possible que les populations ont extrait leurs rognons sur d'autres sites à la géomorphologie totalement différente. (Truffeau A. *et al.*, 1982).

Un lien avec le sanctuaire gaulois de Thézy-Glimont ?

La base du mémoire reposant essentiellement sur ce site fouillé entre 2012 et 2013 par le Service d'Archéologie Préventive d'Amiens métropole, nous nous sommes demandés pourquoi le sanctuaire gaulois a été installé au bord de la vallée de l'Avre, et en quoi la présence de la vallée a joué quant à la vie du sanctuaire. L'hypothèse de base était la présence des marais sous-jacent et de la culture possible d'aulne, poussant particulièrement bien dans des environnements humides, mais surtout de leurs rejets pour la création d'artéfacts tels des paniers, claies et nasses (Le Béchennec Y. *et al.*, 2016). Cette thèse est appuyée par la toponymie locale, le lieu-dit de la fouille se dénommant « Les Vergnes » qui correspondrait à une levée de terre retenant l'eau pour la culture d'aulne (Lachivers M., 1997). Cette interprétation vaut ainsi autant pour les peuples protohistoriques qu'historiques. Il sera d'ailleurs intéressant de comprendre les relations entre cette vallée et les ensembles médiévaux comme avec la motte castrale et la maladrerie à Boves ou le château de Thézy-Glimont.

Le reste de l'écologie d'un marais est aussi à prendre en compte. En effet, il faudra penser à une tourbière bien moins développée que de nos jours. Le paysage ressemblait ainsi à un ensemble marécageux, dont l'écologie lignifiée était bien moins développée au vu d'une dégradation climatique à environ 250 avant J.-C. qui a des répercussions jusqu'au II^e siècle de notre ère (fig. 67). Ce climat plus froid favorise l'accumulation organique au sein de la tourbière, permettant aux populations celtes d'observer la ressource directement sous leurs yeux et d'éventuellement l'utiliser pour l'entretien et l'allumage du feu. Toutefois, aucune attestation archéologique n'a été établie quant à cette utilisation de la tourbe pour le chauffage et il est fort peu probable qu'il y ait une découverte dans ce sens au vu de la mauvaise conservation de la tourbe une fois sorti

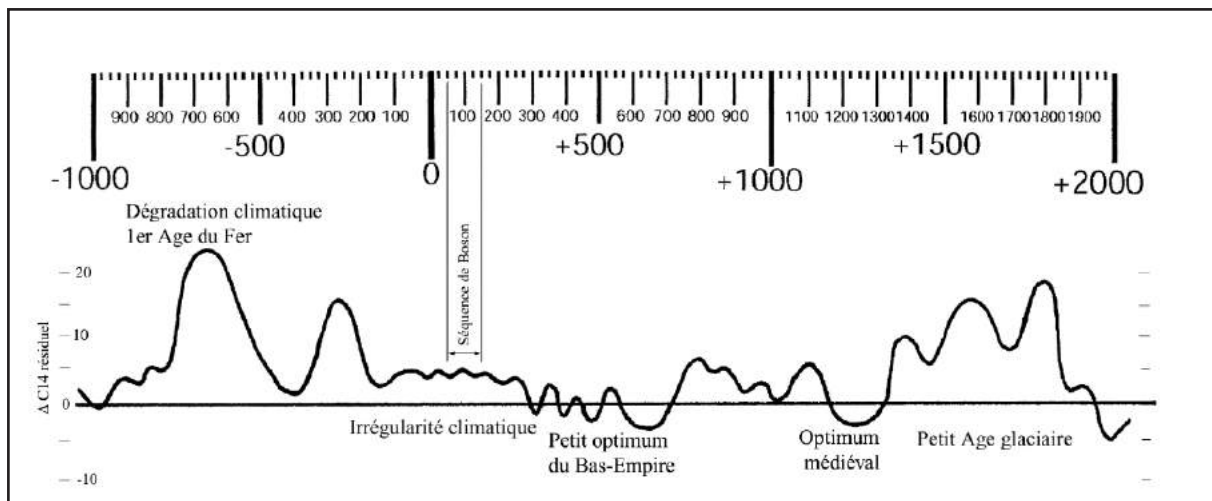


fig. 67 : Evolution climatique des trois derniers millénaires (source : Dubar M., 2006)

de la tourbière. Il sera peut-être possible dans le futur d'établir la nature du combustible grâce aux restes de cendre retrouvés en contexte archéologique. Toutefois certaines mentions antiques font états de l'utilisation de la tourbe comme combustible chez les chauques¹¹ (Pline l'ancien, 77).

L'emplacement du sanctuaire ne semble pas être le fait du hasard, que ce soit pour la période gauloise ou impériale. Il se situe au surplomb de la confluence entre la Luce et l'Avre, zone on ne peut plus stratégique et commerciale. La proximité de la rivière simplifiant largement la ressource en eau est aussi une ressource non négligeable de nourriture par la pêche. Notons toutefois que durant la fouille du site, peu de restes ichtyofauniques ont été retrouvés (Le Béchenec Y., *et al.*, 2016). Il est toutefois possible, au vu de la mauvaise conservation des arrêtes qu'elles aient totalement disparu au fil du temps. Simplement l'hypothèse de la pêche ne peut être affirmée à l'heure actuelle des trouvailles archéozoologiques.

Le climat plus froid qu'aujourd'hui impactait aussi les cours d'eau, augmentant le débit et la puissance des crues des rivières. Il faut imaginer une Avre plus importante et plus capricieuse que de nos jours. De ce fait, l'affluent de la Somme aurait pu avoir un véritable impact sur la vie des populations au sein de la vallée. Du faible savoir historique et archéologique sur les croyances et cultes celtes, nous pouvons penser que le sanctuaire a été implanté à la confluence de deux rivières pour ces raisons. Simplement, cette thèse ne pourra être justifiée par des faits tangibles.

Nous avons déjà abordé l'intérêt d'un pont ou d'un passage à gué au sein d'une rivière. Il est possible que l'emplacement du sanctuaire, se trouvait près d'un franchissement du cours d'eau, amenant obligatoirement un passage des voyageurs et commerçant par le sanctuaire, la traversée d'une rivière ne pouvant s'effectuer qu'à des points bien précis d'un cours d'eau. Les aménagements de l'époque impériale (Le Béchenec Y. *et al.*,

11 Pline l'ancien, Livre XVI, chapitre 1-4 : « [...] ils façonnent à la main de la boue, qu'ils sèchent au vent plutôt qu'au soleil, et c'est avec cette tourbe qu'ils cuisent leurs aliments et réchauffent leurs entrailles glacées par le nord ». L'ensemble de l'histoire naturelle est disponible numériquement ici : <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k2820810/f1.image>

2016) pourraient attester de cet axe de communication important.

De retour sur les ressources locales, nous avons trouvé sous la tourbe une argile grise, très plastique qui semblerait être de la kaolinite d'excellente qualité. Nous pouvons assurer la présence d'au moins 50% d'argile pure. Cependant nos moyens de différenciation granulométrique étant assez rudimentaires, nous pensons que la kaolinite contient bien plus d'argile. Il a été retrouvé une très grande quantité de céramique sur le site de fouille. L'étude réalisée se focalisant plus sur la typologie que sur la composition et les provenances des argiles (Le Béchenec Y. *et al.*, 2016), il est possible que les gaulois et surtout les gallo-romains aient extrait cette argile pour fabriquer de la vaisselle, nous pensons assez fine, copiant des fabrications plus ou moins régionales. Des comparaisons de composition sont en cours d'analyse à l'école de LaSalle à Beauvais. Pour exemple, sur la qualité de l'argile, il est encore utilisé de nos jours la kaolinite pour la fabrication de faïence et de porcelaine.

Intérêt économique et gestion des tourbières de la Somme

Durant quelques siècles la tourbe a été le centre de l'économie locale voir à l'échelle de la Somme. A la fin du XIXe siècle plus de la moitié de la production annuelle française provenait du département (Dorion C.-J., 1893). Nous allons donc discuter sur la gestion du patrimoine et de son économie autour de nos communes.

Gestion des tourbières

Les tourbières ont toujours été plus ou moins gérées par le pouvoir en place (national ou local). Tout d'abord par les seigneurs et les rois, propriétaires des terrains, puis par les différentes Républiques (surtout via les préfetures) qui se sont succédées. Les principales raisons sont économiques mais aussi parce que ces exploitations pouvaient engendrer des catastrophes naturelles d'effondrements ou de détournements de rivière comme cela a pu avoir lieu à l'exploitation de la maladrerie de Boves au XVIIe siècle (99S378575). Mais ce n'est qu'à partir du XIXe siècle que nous recensons les premières lois sur la gestion des extractions. Alors que les exploitations sauvages étaient en vogue, une première loi sur les demandes de tourbage dès le 21 avril 1810 impose l'obtention d'une autorisation préfectorale pour tourber (99S378575 ; 99S378575). Il faudra cependant attendre une quinzaine d'année pour qu'une nouvelle loi du 17 juin 1825 limite et indique les moyens d'extractions de tourbières communales. Pour la Somme, il est d'ailleurs noté une préférence du nombre d'ouvriers à 5000. Cependant, les problèmes d'extractions sauvages ne faiblissant pas et sous la pression durant plusieurs années des ingénieurs des mines, les préfets fournissent un nouvel arrêté en 1833 sur l'ensemble de la Picardie pour les extractions particulières. Il est rapidement suivi d'une loi au 21 avril 1833. Cette mesure provient aussi de plusieurs plaintes de voisinage sur l'utilisation des canaux. Ainsi, alors que par le passé les exploitations intensives créaient de grandes étendues d'eau stagnante, les préfets ont voulu régler les problèmes d'assainissements en imposant un remblaiement systématique des anciennes extractions (99S378159 ; 99S1166). Vers 1845, il est décidé d'utiliser des parcelles particulières pour établir des

cours d'eau d'assainissement pour les communes (99S378575).

Le recueil des Actes administratifs de l'Oise sur l'exploitation des tourbières, signé par Louis-Philippe en 1832 en explique les principes. Tout d'abord la création d'un service des tourbières (99S378159) existe dans chaque préfecture. Les tourbiers doivent ainsi, avant toutes exploitations, faire une demande d'extraction. Il est ensuite envoyé un ingénieur des mines pour décider de la direction des travaux, comme le lieu de l'exploitation, sa profondeur, la surface à extraire selon la demande du propriétaire. Son rôle est aussi de superviser les travaux (canaux, rigoles...) pour éviter au maximum les conflits. L'entretien est par contre aux frais des exploitants privés ou communaux. Il dirige aussi toutes les mesures facilitant les écoulements d'eau dans la vallée. Par la suite, il réalise un compte rendu sous forme de tableau pour chaque commune au préfet. Ce n'est qu'après que le préfet et le service de tourbières accordent ou non l'exploitation de la tourbe. Les ingénieurs sont ensuite en charge de vérifier et d'amender les extractions. A partir des années 1840, ce sont d'abord les communes qui récoltent les demandes d'exploitations particulières pour les envoyer au service des tourbières. Les extractions communales se déroulaient par participation des chefs de familles. Si celles-ci voulaient recevoir des piles de tourbe elles devaient participer à l'extraction. Par la suite, l'exploitation communale s'effectuait par adjudication avant d'extraire la tourbe (99S378159). Après la grande guerre arrive sur le marché une nouvelle main-d'œuvre indochinoise importante. Cette dernière a d'ailleurs été demandée par la chambre syndicale de la tourbe et du lignite à la préfecture de la Somme en 1918, compte tenu de la diminution conséquente des ouvriers tourbiers de la région et de l'incapacité d'utiliser les prisonniers de guerre après la fin de celle-ci (99S378576).

La gestion de la tourbière s'est aussi effectuée après les extractions. En effet, les ingénieurs des mines devaient contrôler le bon remblaiement des parcelles et l'assainissement de ces dernières. Par contre, les communes devaient effectuer le reboisement pour la stabilisation du sol. Celui-ci s'est réalisé à partir de bouleaux pour deux raisons principales. La première étant que les racines du bouleau s'étendent particulièrement bien, de plus ces derniers peuvent survivre sur des sols pauvres et très humides. La deuxième raison étant la délimitation des parcelles. En effet, les marais étant déjà boisés il a fallu séparer correctement ces zones tout en permettant une continuité dans l'extraction.

Cependant malgré toutes les progressions juridiques et administratives, l'exploitation intensive de la tourbe a créé des étendues d'eau stagnante, souvent encore visibles de nos jours. Les préfets de l'époque, en particulier des années 1830, ont néanmoins essayé jusqu'à la mise en place de la loi de 1833 de régler les problèmes d'assainissement en remplissant les trous laissés par l'extraction de la tourbière (99S378159). Nous pouvons ainsi proposer une hypothèse viable quant à la présence d'argile bleue au sud de Thézy-Glimont. En effet la présence d'une eau stagnante et donc anaérobique pourrait être la cause de la couleur de l'argile présente dans les graviers crayeux de la tarière LB1 (fig. 32) postérieurement recouvert par des remblais silteux. De cette exploitation intensive résulte un autre problème assez grave, et qui a posé une problématique supplémentaire pour ce mémoire. L'extraction a pratiquement épuisé la tourbe de la vallée. Déjà en 1873, la quasi-totalité des parcelles particulières avaient été vidées. Seules restaient les tourbières

communales. C'est ainsi qu'à partir de la pression des tourbiers, ces communes, ont dû vendre leurs parcelles (99S378575).

Intérêts sociaux et économiques

Les exploitations intenses et tous ses effets néfastes sont les conséquences d'une économie locale à nationale, voir européenne autour de la tourbe. En effet, étant à la base des exploitations peu chère, et facile à travailler, elle restera pendant longtemps un système de chauffage le plus utilisé dans le Nord de la France. Cependant la démocratisation des poêles à charbon et des nouveaux moyens d'extraction de la houille, permettra à ce matériel de dominer le marché du chauffage dès le début du XXe siècle. Nous allons ainsi essayer d'explicitier les formes de gestion et des utilisations de ces tourbes dans l'économie principalement locale et notamment la décadence de la tourbe.

Tout d'abord la gestion de la tourbe a été complètement différente si elle a été exploitée par les communes ou par des particuliers. Nous discuterons en premier lieu de la gestion et l'économie des communes.

Les communes ont longtemps exploité les tourbières sur leurs territoires. L'exploitation n'était toutefois pas entièrement économique, la loi de 1825 empêchant les communes d'extraire la tourbe à des fins commerciales. Le but étant par contre d'extraire et de distribuer des piles de tourbe aux habitants le réclamant contre une très légère compensation (autour de 6 Fr pour 600 pilettes à Thézy-Glimont par exemple (99S752/2)). Comme nous l'avons déjà abordé, au départ les chefs de famille demandant l'accès aux pilettes devaient aider lors de l'extraction de la tourbe ; puis la tourbe fut exploitée par des particuliers après adjudication (fig. 68). Après l'affichage en mairie d'un arrêté municipal, les chefs de familles pouvaient s'inscrire sur la liste leur donnant accès à la distribution de tourbe. Des problèmes pouvaient déjà apparaître ici, bien avant l'extraction, entre les habitants et les communes. En effet, ces dernières, selon les préconisations des ingénieurs des mines, ne permettaient pas aux célibataires et aux veufs d'obtenir une part complète, entraînant plusieurs polémiques lorsque les fils ou filles revenaient vivre chez leurs parents pour s'occuper d'eux. Dans ce cas les mairies continuaient de distribuer une demi-part pour le foyer. Plusieurs contentieux ont donc été relevés (99S368626 ; 99S356248 ; 99S375084 ; KZ3627) durant les conseils municipaux, par les ingénieurs des mines, par les plaintes à la préfecture et par les contraventions de la gendarmerie. Cependant, cela restait assez rare et les problèmes se réglaient assez rapidement, reflétant la plupart du temps un oubli de la commune ou des habitants. Après la fin des inscriptions, les mairies envoyaient ces listes à la préfecture en leur demandant un permis de tourber. Ce n'est qu'après le passage d'un ingénieur des mines qu'il est décidé de la surface où la commune doit tourber selon le nombre de personne sur la liste. Les possibles excédents ont pu être revendus avec l'autorisation de la préfecture et de l'ingénieur en chef des mines.

Pour la distribution de la tourbe, les parts entières correspondaient généralement à environ 600 pilettes ce qui équivaut à environ 4 stères (99S131/8). A Thézy-Glimont, généralement 400 pilettes de quinze tourbes noires étaient distribuées provenant principalement du lieu-dit Saint-Domice et 200 pilettes de



fig. 68 : Affichage pour l'adjudication du tourbage communal à Boves en 1879 (source : 131/8)

tourbe grise provenant par ailleurs du Pré Chevalier et de diverses parcelles en direction de Boves. Par contre les autres communes de notre zone d'étude ne faisaient pas de différenciation entre la tourbe noire et la tourbe grise. De plus, Boves, plus riche que les autres communes, a fourni entre 1879 et 1902, 1200 pilettes de tourbe par ménage complet pour ensuite se deviser par deux (annexe 3). En fin de compte, Boves extrayait trois à quatre fois plus de tourbe que les autres communes étudiées. Nous pouvons cependant observer des tendances et évolutions aux cours du temps du nombre de ménage ayant eu accès à la tourbe et du nombre de pilettes extraites par année. Sur une addition de toutes les communes, nous observons une nette décroissance régulière au fur et à mesure du temps (fig. 69). Plus précisément, une légère augmentation de pilettes extraites se perçoit au début des années 1900 suivit assez rapidement d'une chute de moitié en 1904. Cette dernière est influencée par la politique de Boves de l'époque, divisant de moitié en deux ans ce que la commune fournissait aux inscrits. Nous avons donc décidé, pour essayer de voir d'autres tendances, d'établir des statistiques seulement sur les données provenant de la commune de Thézy-Glimont (fig. 70). Sur ce graphique nous observons une diminution du nombre de pilettes extraites pour la commune jusqu'en 1896 où le nombre d'extraction paraît rester stable jusqu'en 1909 aux environs de 75000 pilettes de 15 tourbes. Ces différences notables sont liées exclusivement aux nombres d'habitants ayant droit à la tourbe, que ce soit à l'échelle de notre zone géographique (fig. 71) ou de Thézy-Glimont (fig. 72). Nous pouvons ainsi percevoir sur ces deux histogrammes une décroissance du nombre de demandeur d'accès à la tourbe, suivi d'une légère croissance puis d'une stagnation au tout début du XXe siècle. Cette diminution progressive des demandes s'explique par différents points. En premier lieu, le XIXe siècle et le début du XXe est une période de migration des

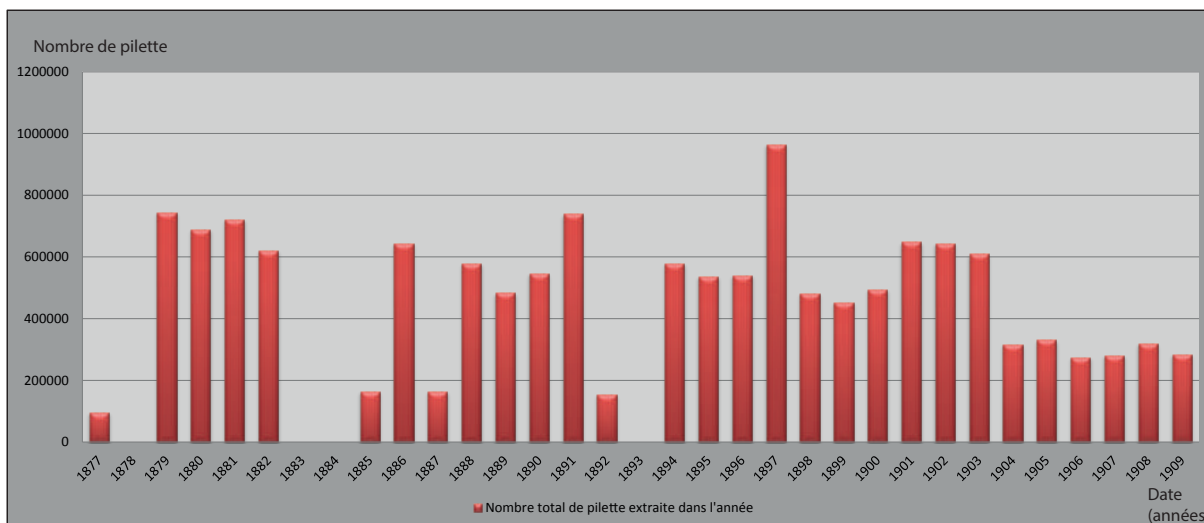


fig. 69 : Nombre total de pilettes extraites par année (sources : Archives départementales de la Somme)

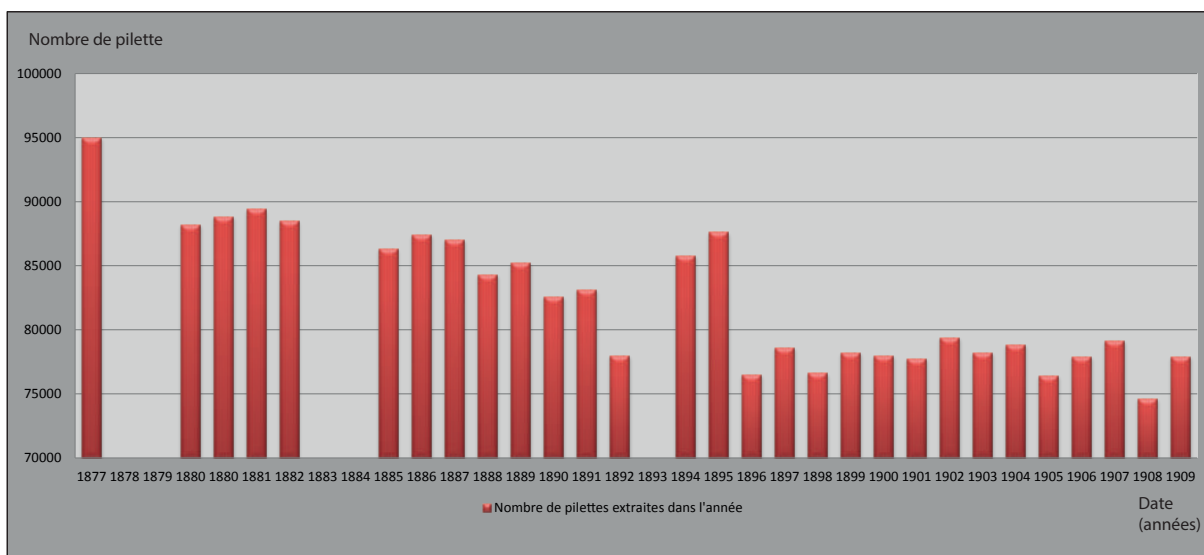


fig. 70 : Nombre de pilettes extraites par année à Thézy-Glimont (sources : Archives départementales de la Somme)

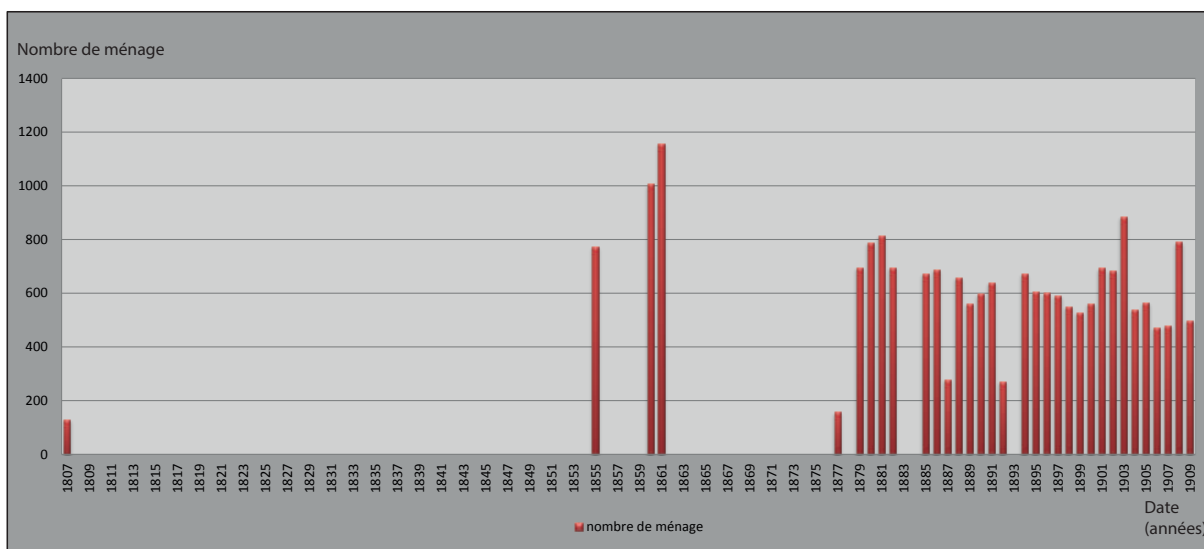


fig. 71 : nombre de ménages ayant eu accès à la tourbe ordinaire entre Boves et Hailles par année (sources : Archives départementales de la Somme)

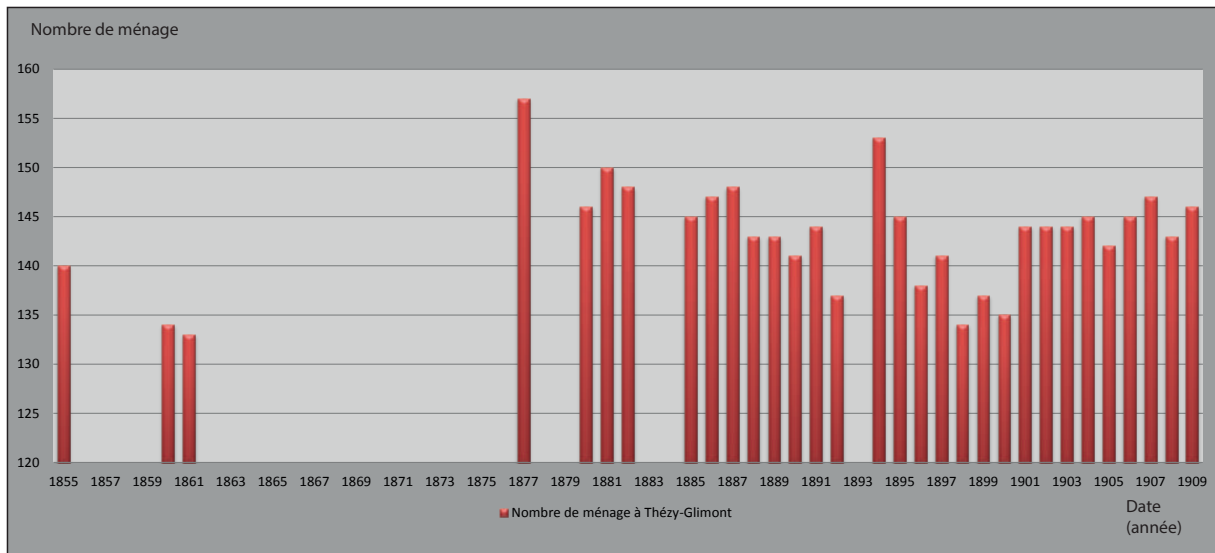


fig. 72 : Nombre de ménages ayant eu accès à la tourbe ordinaire par année à Thézy-Glimont (sources : Archives départementales de la Somme)

populations des campagnes vers les villes. De ce fait nous trouverons moins d'habitants et donc moins de demandeurs dans les villages (1030PER2). De plus, l'industrialisation et donc la diminution du prix de la houille a fait de la tourbe un matériel cher et moins attractif économiquement. Certains habitants ont pu choisir d'utiliser plutôt la houille dont la valeur calorifique est plus importante et la conservation plus facile (Larbalétrier A., 1900). La très légère augmentation des demandes vers 1901 pourrait s'expliquer par une évolution des prix des comestibles à l'avantage de la tourbe. Ou comme c'est le cas pour Thézy-Glimont d'un changement dans les conditions du droit au tourbage. Les demandes pouvant se faire chez les villages voisins à la condition d'avoir de la famille présente dans celui-ci. De plus, Thézy-Glimont devient légèrement moins regardant pour les demi-parts (99S752/2).

Dans un but complètement différent, des exploitants indépendants ont aussi travaillé dans les tourbières de la vallée de l'Avre. Ces exploitations d'abord pour des utilisations personnelles au début du XIXe siècle (99S375126) évoluent rapidement vers une logique économique et d'intensification des extractions. C'est cette évolution qui a causé la création des lois de 1833, contrôlant un peu plus la gestion des tourbières par l'Etat. Par la suite, les tourbiers devaient, tout comme les communes, faire une demande d'exploitation de leurs tourbières. C'est ainsi que nous pouvons observer un très grand nombre d'exploitants au début du XIXe siècle (fig. 73), contrairement à la fin de ce siècle et au début du XXe siècle. Deux raisons liées peuvent expliquer ce résultat. La première étant tout simplement du au type d'exploitation. Alors qu'à la fin du XIXe siècle les tourbières étaient exploitées pour des raisons économiques, elles devaient fournir assez de tourbe à l'exploitant. L'activité de la tourbe au début du même siècle restait une activité aussi anodine que d'aller chercher du bois pour le chauffage. De ce fait, les tourbiers n'extrayaient que pour eux-mêmes et leurs familles. Les exploitations et donc les demandes de tourbage étaient bien plus nombreuses mais aussi bien plus petites. La deuxième raison étant que la tourbe est fournie par la commune à ses habitants, permettant aux familles d'éviter de tourber eux-mêmes. Sur ce même graphique, nous précisons que nous avons une grande lacune de données sur une grande partie du XIXe siècle. Nous ne pouvons donc que discuter sur l'évolution du nombre de tourbiers

particuliers à la fin de ce siècle et du début du XXe siècle. Ainsi nous observons une augmentation régulière du nombre de tourbiers entre 1894 et 1902, puis une nette diminution jusqu'en 1906 où il ne reste plus que trois tourbiers pour Thézy-Glimont. Cela reste stable jusqu'en 1914 où nous n'avons plus de données. L'augmentation du nombre de tourbiers s'explique du fait qu'à cette époque, la tourbe était un combustible qui redevenait rentable au vu de la demande et du prix de vente de ce dernier. Cependant une grande part de ces tourbiers, découragés par la difficulté du travail et du rendement qui se réduit, n'ont fait que diminuer au fil des années ne restant que quelques gros exploitants (94PER1 ; 99S131/8). Dans les années suivantes jusqu'après la guerre le poids total de tourbe extraite dans le département ne fait que décroître par le fait du nombre d'ouvriers que nous avons déjà évoqué, ce qui a empêché quelques communes de tourber certaines années comme ce fut le cas en 1913 (99S378585). En fin de compte, le tourbage changera radicalement de forme au début du XXe siècle pour devenir beaucoup plus industriel ; que les tourbières n'appartenant qu'à quelques producteurs, les exploitations se sont agrandies. La vente de la tourbe s'est aussi tournée vers les industriels du fait des nouvelles technologies. De même alors que dans notre zone d'étude, il n'y a jamais eu d'extractions mécaniques (99S378576), elles apparaissent néanmoins dans le département, comme, par exemple, des exploitations sur les communes de Longpré-les-Corps-Saints ou encore de Picquigny qui se sont essayées à cette extraction (99S378585). C'est ainsi que l'intérêt de la tourbe a diminué, devenant de plus en plus chère à produire, augmentant son coût, ne concurrençant ainsi plus la houille (fig. 74). De plus les tourbiers et les communes utilisaient des procédés plus ou moins illégaux pour augmenter le rendement des ventes. Ainsi, il n'était pas rare qu'un producteur mélangeait sa tourbe à de la terre pour augmenter le poids de chaque brique, en

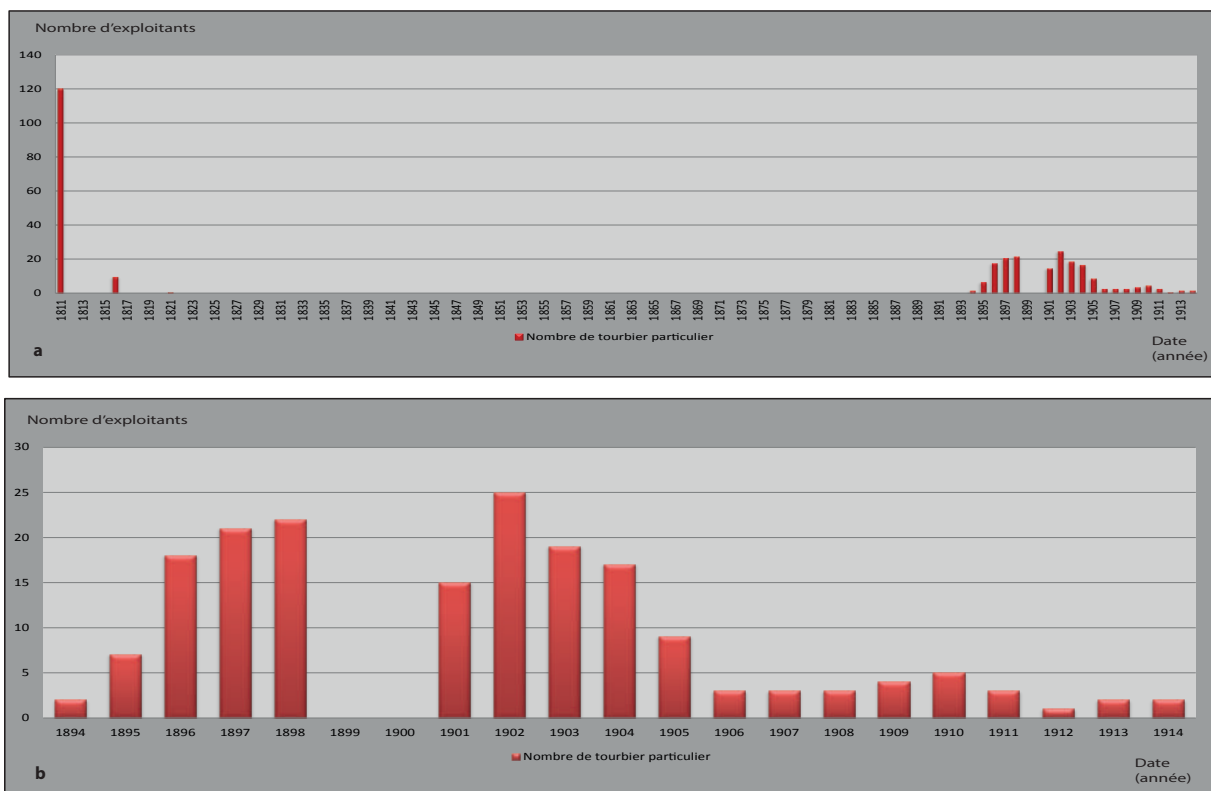


fig. 73 : Nombre de tourbiers particuliers par an entre 1811 et 1914 (a) et nombre de tourbiers particuliers par an entre 1894 et 1914 (b) (sources : Archives départementales de la Somme)

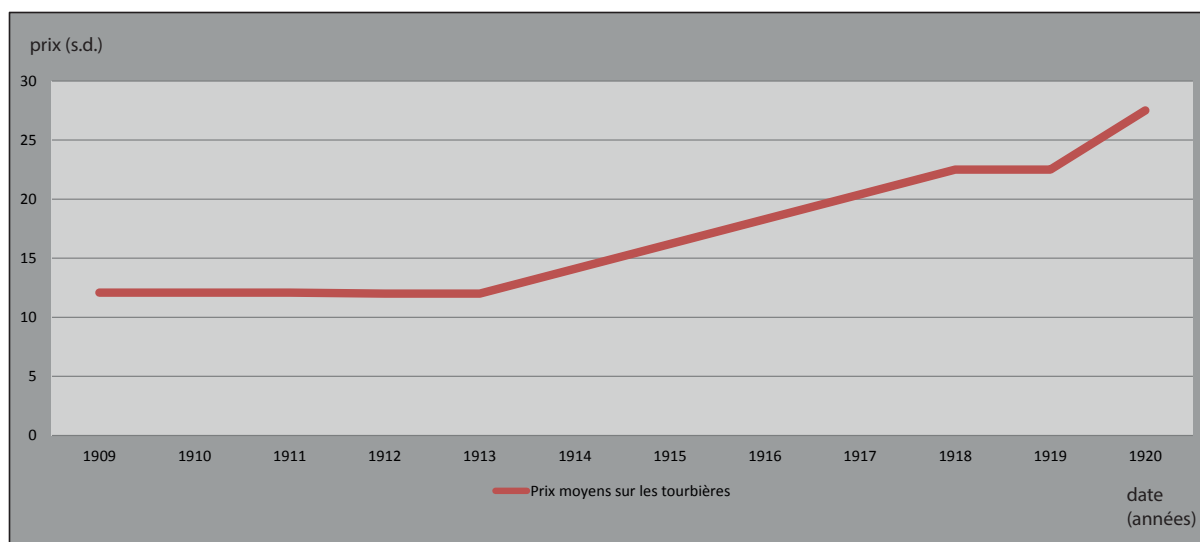


fig. 74 : Evolution du prix moyen des tourbières entre 1909 et 1920 (sources : Archives départementales de la Somme)

la vendant au prix fort. Nous pouvons citer un contentieux entre les communes de Thennes et Bertheaucourt en 1904 concernant des ventes de cette dernière de plus en plus chères entre les années alors que la tourbe était d'une qualité de plus en plus médiocre. Thennes consentira une augmentation de 0,05Fr (prix de l'époque pour un kg de charbon) pour cent pilettes par conciliation alors que les communes sont censées avoir déjà fusionnées (4Z132).

Gestion et économie de la tourbe durant et après la Grande Guerre

Alors que la tourbe peinait à trouver sa place en France au début du XXe siècle, elle deviendra une ressource dès plus importante pour le pays après la prise des grands bassins houillers du Nord et de l'Est par les allemands (99S378575). Nous commencerons donc par établir l'utilisation et la gestion de la tourbe durant la guerre puis pendant la reconstruction et de l'impact sur l'économie française.

La première guerre mondiale a eu un impact important dans tous les types d'exploitations et d'industriels. Ainsi le combustible vit un nouvel essor après la prise des mines de charbon par les allemands. De ce fait, il devient très important pour la France et pour les locaux. Plusieurs tourbiers professionnels ont été mobilisés pour l'extraction de la ressource. Nous avons pu noter la présence d'un tourbier à Boves et d'un autre à Camon qui ont utilisé des prisonniers de guerre et des ouvriers indo-chinois durant la quasi-totalité de la guerre (99S378576 ; 99S378585). Malgré cela, la production de tourbe tend à diminuer tout au long de la guerre, faute d'ouvriers mais aussi par la présence du front de plus en plus proche, empêchant les communes de notre zone d'étude de tourber entre 1916 et 1917, sans compter les tourbières autour de Péronne tombées aux mains des allemands (99S378585).

En 1917, Thézy-Glimont n'a plus de tourbière ouverte pour les raisons que nous venons de présenter mais aussi parce que les extractions commençaient à s'approcher dangereusement de l'Avre et des chemins. Le besoin de la tourbe augmentant tout au long

des combats, un service de la tourbe est créé en août 1917 au ministère de l'armement (99S378576), permettant une meilleure gestion des extractions et des stocks de tourbe. La logistique du service et les exploitations par elles-mêmes ont largement été influencées par l'aide du Canada qui considère, encore aujourd'hui, la tourbe comme une ressource conséquente de leur pays (99S379576 ; Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada), 1992). Toutefois, les exploitations n'étaient toujours pas suffisantes pour fournir véritablement de la tourbe en dehors des communes locales. C'est ainsi que Camon reprend en 1917 le tourbage, (la proximité du front empêchant l'extraction durant plusieurs années) la localité n'avait plus de stocks de combustible pour le chauffage des habitants (99S378576). Par ailleurs, nous retrouvons ce même schéma pour une grande partie des communes pouvant tourber sans toutefois pouvoir extraire assez pour en faire bénéficier les réfugiés, seule une exploitation à la Faloise fournit encore de la tourbe pour alimenter les générateurs d'une papeterie de l'Oise (99S378585). Ce n'est cependant pas la fin de la guerre qui fera radicalement changer la place de la tourbe dans la Somme.

En effet, une fois la guerre terminée, les dégâts importants des mines de charbons ne permettent pas immédiatement de refournir assez de combustible pour l'ensemble de la France. De ce fait, Louis Loucheur, ministre de la reconstruction industrielle, préconise dans une lettre au préfet de la Somme en 1919, d'utiliser dans la plus large mesure les combustibles d'appoint, c'est-à-dire le bois et la tourbe aux cours des hivers suivants, le temps de reconstituer les stocks. Il demande bien entendu l'utilisation préférentielle de la tourbe pour éviter de puiser dans les stocks de bois (99S378576). Alors que la tourbe devenait une ressource indispensable, son prix et celui des tourbières augmentent radicalement, ce qui a eu comme conséquence, une accélération du processus d'industrialisation sur l'ensemble du territoire. En effet, les terrains tourbeux devenant inaccessible pour les petits producteurs, seules les grandes sociétés parvenaient à acheter les terrains et les droits d'exploitations. Le prix de la tourbe ayant lui-aussi augmenté, ces exploitations ne trouvaient comme seuls clients les industries. Cependant, ne parvenant pas à établir une réelle exploitation mécanique dans la vallée de l'Avre, très peu de sociétés n'ont véritablement essayé d'exploiter dans notre zone d'étude. Nous pouvons toutefois indiquer l'existence de plusieurs rachats de terrains humides avant même la fin de la guerre ; c'est ainsi qu'en 1917, une compagnie franco-africaine d'importation & d'exportation a essayé d'obtenir l'aval du préfet de la Somme pour entreprendre des exploitations sur des terrains appartenant à des propriétaires moyennant finance. Elle était d'ailleurs prête à proposer plus de 300000 Fr pour cette manœuvre (99S378576). Cette montée des prix, le manque d'ouvriers après la guerre et le charbon revenant sur le marché dès les années 1920 vont contraindre la tourbe à disparaître des ressources française. Nous observons une périclité de la tourbe dans le département de la Somme, l'exploitation devenant trop onéreuse, et pas assez de tourbe est extraite pour fournir un véritable rendement aux producteurs. C'est ainsi que les tourbières sont quasiment toutes abandonnées dès le milieu des années 1925. Un dernier essai d'utilisation comme engrais a été réalisé, mais qui sera aussi considéré comme étant trop chère à la production.

Ainsi la tourbe a été pendant plus d'un siècle une ressource indispensable au département de la Somme, permettant à cette dernière une aisance sociale et économique et qui a permis d'obtenir un combustible fiable durant la Grande Guerre. Cependant au

vu des difficultés et du coût de production, l'extraction de tourbe a finit par disparaître au profit de la houille.

Conclusion

Les anciennes populations ont été nombreuses à s'installer sur les bords et dans la vallée de l'Avre, les ressources et le cadre écologique étant encore aujourd'hui des plus diversifiés. Nous avons ainsi pu nous rendre compte de l'influence et des interactions existantes entre les dynamiques (géomorphologiques et fluviales) et l'Homme. Entre une Avre, déjà canalisée au XVIIe siècle, et aménagée tout au long de son cours ainsi que des exploitations tourbières anciennes ou récentes dans les marais, la vallée a été largement anthropisée. Cependant, c'est bien à cause de la dynamique fluviale ancienne dont les crues pouvaient inonder la plaine alluviale et les villages avoisinant que l'Avre a tant été travaillée. L'exploitation de tourbe, d'abord économique, a été une ressource primordiale pour la France durant la Grande Guerre et dans la reconstruction de la région.

La connaissance des fonds de vallée devient et sera au cœur des prochaines problématiques quant à la connaissance du territoire, et du patrimoine historique à partir de l'archéologie. Que ce soit pour la recherche paléoenvironnementale ou de l'évolution géomorphologique, les domaines sont nombreux où l'étude approfondie de ces marais serait bénéfique aux domaines de l'archéologie. En effet, c'est dans ces contextes que les populations anciennes ont eu la plupart des interactions avec les rivières. De plus comme nous l'avons déjà démontré, les fonds de vallée contiennent de véritables ressources pour la vie et la survie. L'incroyable conservation des vestiges organiques dans la tourbe pourra certainement faire avancer la recherche dans les voies de communication (pont) et dans les utilisations anciennes des marais, que ce soit pour l'exploitation des fonds de vallée ou des interactions avec les cours d'eau (pêcheries, navigations...).

D'autres études en lien avec celle-ci pourront ainsi combler les nombreuses lacunes de ce mémoire. Tout d'abord, un nombre plus important de sondages et de transects sur l'ensemble de la vallée serait profitable à la dynamique de cette dernière. L'utilisation d'un carottier mécanique serait avantageuse pour établir une carotte de

référence. Il est aussi possible d'effectuer des relevés géophysiques que ce soit en magnétisme ou en résistivité électrique. D'autre part une datation absolue au radiocarbone sera indispensable pour continuer cette étude. Une étude palynologique, en lien avec des études malacologiques et zooarchéologiques, sur des tourbes relativement récente, c'est-à-dire après le Paléolithique jusqu'à nos jours, permettra d'obtenir de nouvelles réponses quant au climat et à l'environnement dans lequel vivaient les populations anciennes. La mise en évidence d'une utilisation de la tourbe pour le chauffage pourrait être mis en évidence par des études micromorphologiques et biologiques dans des restes cendreaux. La tourbe laissant une cendre différente que le charbon il sera avantageux d'observer et d'analyser ces cendres tout en accompagnant cette étude par des expériences de combustion sur les tourbes actuelles.

En conclusion, grâce au croisement de plusieurs disciplines, nous avons pu déterminer une évolution de la vallée, et dans sa dynamique de formation. Ainsi cette évolution est largement liée par les aménagements successifs de l'Homme. De la canalisation de l'Avre aux extractions tourbières depuis des siècles, la vallée actuelle n'est en aucun cas naturelle. Cependant, c'est aussi grâce à ces installations successives que la vallée a aujourd'hui une telle diversité écologique. L'exploitation intensive de l'Homme souvent destructeur a été ici la source d'un développement d'une nouvelle écologie. Et bien qu'aujourd'hui, le paysage soit largement influencé par la présence de l'espèce humaine, l'Avre et sa vallée semblent reprendre leurs cours naturels.

Références bibliographiques

Antoine P. (1989) – *Les terrasses quaternaires du Bassin de la Somme : étude géologique et géomorphologique, contribution à la connaissance du paléoenvironnement des gisements paléolithiques*. Thèse de doctorat, non pub., Université des Sciences et Techniques de Lille, Lille, 437 p.

Antoine P. (1993) – Le système de terrasses du Bassin de la Somme : modèle d'évolution morpho-sédimentaire cyclique et cadre paléoenvironnemental pour le Paléolithique. *In : Quaternaire*, vol. 4, n°1, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 3-16

Antoine P. (1997) – Modifications des systèmes fluviaux à la transition Pléniglaciaire-Tardiglaciaire et à l'Holocène : l'exemple du bassin de la Somme (Nord de la France). *In : Géographie Physique et Quaternaire*, vol. 51, n°1, Les Presses de l'Université de Montréal, Montréal (Québec), p. 93-106

Antoine P., Fagnart J.-P., Limondin-Lozouet N., Munaut A.-V. (2000) – Le Tardiglaciaire du bassin de la Somme : éléments de synthèse et nouvelles données. *In : Quaternaire*, vol. 11, n°2 Le Tardiglaciaire en France septentrionale, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 85-98

Antoine P., Limondin-Lozouet N., Auguste P., Loch J.-L., Galheb B., Reyss J.-L., Escude E., Carbonel P., Mercier N., Bahain J.-J., Falguères C., Voinchet P. (2006) – Le tuf de Caours (Somme, France) : mise en évidence d'une séquence eemienne et d'un site paléolithique associé. *In : Quaternaire*, vol. 17, n°4, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 281-320

Aubry L., Claudepierre J.-N., Cordeiro V., Duda T., Genne N., Landois R., Meyer L., Neang T., Némoz C., Pierrot C., Roussel E., Rush L., Soudry A., Sutra M. (2013) – *Rapport de stage de terrain géoarchéologique et géophysique du 2 au 5 Avril 2013 au Marais de la Sans-Fond (commune de Fenay (21)) et à La Barre (commune de Saunière (71))* (enc. E. Chevigny, A. Quiquerez et J.-P. Garcia). Rapport non pub., Université de Bourgogne, Dijon, 187 p.

Barhoum S. (2015) – *Transferts dans la craie : approche régionale : le Nord-Ouest du Bassin de Paris : approche locale : la carrière de Saint-Martin-le-Nœud*. Thèse de doctorat, non pub., Université Pierre et Marie Curie, Paris, 335 p.

Bartels R. Beatty J. C. Barsky B. A. (1985) – *An Introduction to the Use of Splines in Computer Graphics*. University of Waterloo et University of California, Waterloo-Sacramento, 328 p.

Ben Redjeb T. (2013) – *La Somme 80/2*. In : *Carte Archéologique de la Gaule (dir. M. Provot)*, Editions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 840 p.

Bjorling P.-R., Gissing F.-T. (1907) – *Peat, its manufacture and use*. Griffin, London, 173 p.

Bourdier F. (1969) – *Etude comparée des dépôts quaternaires des bassins de la Seine et de la Somme*. In : *Bulletin d'information des géologues du bassin de Paris*, n°21, Association des Géologues du bassin de Paris, Paris, p. 169-220

Bourdier F., Chaline J., Puisségur J.-J. (1969) – *Données nouvelles sur les Mollusques et les Micromammifères quaternaires des régions d'Amiens et de Paris*. In : *C. R. A. C. S.*, t. 268, Académie des Sciences de Paris, Paris, p. 266-269

Bourdier F., Chaline J., Munaut A.-V., Puisségur J.-J. (1974) – *Le Complexe Mindélien II La moyenne terrasse de l'Avre*. In : *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, vol. 11, n°3-4, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 168-180

Boy-Roura M., Nolan B. T., Menciò A., Mas-Pla J. (2013) – *Regression model for aquifer vulnerability assessment of nitrate pollution in the Osona region (NE Spain)*. In : *Journal of hydrology*, vol. 505, Elsevier, Amsterdam, p. 150-162

Briais J. (2015) – *Le Cénozoïque du bassin de Paris : un enregistrement sédimentaire haute résolution des déformations lithosphériques en régime de faible subsidence*. Thèse de doctorat, non pub., Université de Rennes 1, Rennes, 450 p.

Broquet P., Mennessier G., Monciardini C., Bouiller-Rollet A., Sornay J., Devries R., Pacaud J., Agache R. (1977) – *Notice explicative Carte géologique de la France (1/50000) feuille Abbeville (33)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 17 p.

Cassini de Thury M. (1745) – Sur la description géométrique de la France. *In : Histoire de l'académie royale des sciences Avec les Mémoire de Mathématiques & de Physique pour la même Année*, Imprimerie royale, Paris, p. 553-560

Champion M. (1864) – *Les inondations en France depuis le VIe siècle jusqu'à nos jours*, t.6, Dunod, Paris, 290 p.

Chase M. W., Reveal J. L. (2009) – A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *In : Botanical Journal of the Linnean Society*, vol. 161, John Wiley & Sons, Chichester, p. 122-127

Claudepierre J.-N., De Bruxelles C., Duda T., Goudissard S., Jacquier C., Landois R., Meyer L., Néang T., Némoz C., Pierrot C., Renia C., Roussel E., Rush L., Soudry A., Sutra M. (2013) – *Loire et motte castrale étude géoarchéologique autour de Fleury-sur-Loire (enc. J.-P. Garcia, F. Delencre et A. Dumont)*. Rapport non pub., Université de Bourgogne, Dijon, 194 p.

Commont V (1912) – Note sur le quaternaire du Nord de la France, de la Vallée du Rhin et de la Belgique. *In : Annales de la Société Géologique du Nord*, t. 41, Société Géologique du Nord, Lille, p. 12-52

Commont V. (1913) – Les Hommes contemporains du renne dans la vallée de la Somme. *In : Mémoire de la Société des Antiquaires de Picardie*, vol. 37, Yvert et Tellier, Amiens, 438 p.

Conseil nord-américain de conservation des terres humides (Canada) (1992) – L'extraction de la tourbe et de l'environnement au Canada. *In : Terres humide*, n°1992-3, Conseil nord-américain de conservation des terres humides (CNACTH), Ottawa, Ontario, 37 p.

Corvol A. (2007) – *Forêt et eau XIIIe-XXIe siècle*. L'Harmattan, Paris, 358 p.

D'Acy E. (1894) – Des silex taillés du limon des plateaux de la Picardie et de la Normandie. *In : Bulletins de la société d'anthropologie de Paris*, t. 5, Société d'anthropologie de Paris, Paris, p. 184-215

De Charpentier J. (1837) – Catalogue des Mollusques terrestres et fluviatiles de la Suisse Formant la seconde partie de la faune Helvétique. *In : Neue Denkschriften der Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft für die Gesamten Naturwissenschaften – Nouveaux Mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, Allgemeinen Schweizerischen Gesellschaft, Neufchâtel, 30 p.

Delambre L. (1904) – Note sur les calcaires et les grès à Nummulites trouvés à Saint-Acheul. *In : Bulletin de la Société Linnéenne du Nord de la France*, vol. 17, Société Linnéenne du Nord de la France, Amiens, p. 178-182

Demangeon A. (1905) – *La Picardie et les régions voisines Artois Cambrésis Beauvaisis*. Armand Colin, Paris, 496 p.

Demengel G., Pouget J.-P. (1998) – *Modèles de Bézier des B-splines et des NURBS : approche pédagogique pour dévoiler la boîte noire de ces modèles utilisés en CAO pour la modélisation des courbes et des surfaces*. Ellipses, Paris, 286 P.

Dieudonné J. (1968) – *Calcul infinitésimal*. Hermann, Paris, 479 p.

Dorion C.-J. (1893) – Exploitation des Mines. *In : Encyclopédie des Travaux Publics*, Librairie polytechnique Baudry et Compagne, Paris, 675 p.

Dubar M. (2006) – Approche climatique de la période romaine dans l'Est du Var Recherche et analyse des composantes périodiques sur un concrétionnement centennal (Ier-IIe siècle apr. J.-C.) de l'aqueduc de Freyjus. *In : ArchéoSciences*, n° 30, Presses Universitaire de Rennes, Rennes, p. 163-171

Ducrotoy J.-P., Mahieux G. (2011) – L'eau en Baie de Somme et sur le littoral picard Excursion dans les Bas-Champs de Cayeux et la Baie de Somme. *In : Guide Nature Marquenterre*, Université de Picardie Jules Verne, Amiens, 32 p.

Dupont F., Guignard J.-L. (2015) – *Botanique Les familles de plantes (coll. Abrégés de Pharmacie)*. Elsevier-Masson, Issy-les-Moulineaux, 336 p.

Fagnard J.-P. (1993) – *Le Paléolithique supérieur récent et final du Nord de la France dans son cadre paléoclimatique*. Thèse de doctorat, non pub., Université de Lille, Lille, 567 p.

Folk R. L., Ward W. C. (1957) – Brazos River Bar : A Study of Significance of Grain Size Parameters. *In : Journal of Sedimentology and Petrology*, n°27, GeoScienceWorld, McLean, p. 3-26

Foucault A., Raoult J.-F. (2010) – *Dictionnaire de géologie*. 7^e édition (1^e édition 1980), Dunod, Paris, 388 p.

Godard A., Tabeaud M. (2009) – *Les climats Mécanismes Variabilités Répartition*. Armand Colin, Paris, 192 p.

Groupe de travail national sur les terres humides (1988) – Les Terres humides du Canada. *In : Série de la classification écologique du territoire*, n°24, direction du développement durable Environnement Canada, Ottawa (Ontario), et Polyscience Publications Inc., Montréal (Québec), 452 p.

Groupe de travail national sur les terres humides (1997) – *Système de classification des terres humides du Canada (2^e édition)*. B. G. Warner, Waterloo, et direction du développement durable Environnement Canada, Ottawa (Ontario), 68 p.

Guieu P. (1918) – *La Tourbe Prospection Extraction Traitement Utilisation*, Garnier Frères, Paris, 219 p.

Guillocheau F., Robin C., Allemand P., Bourquin S., Brault N., Dromart G., Friedenber R., Garcia J.-P., Gaulier J.-M., Gaumet F., Grosdoy B., Hanot F., Le Strat P., Mettraux M., Nalpas T., Prijac C., Rigollet C., Serrano O., Grandjean G. (1999) – Evolution géodynamique du bassin de Paris Apports d'une base de données stratigraphiques 3D. *In : Bulletin d'information des géologues du bassin de Paris*, vol. 36, n°4, Association des géologues du Bassin de Paris, Paris, p. 3-35

Hamilton W.R., Woolley A.R., Bishop A.C. (1981) – *Le multiguide nature des minéraux roches et fossiles du monde entier en couleurs (réédition 1974, trad. J. Le Guen)*. Bordas S. A., Paris, 320 p.

Heller R., Esnault R., Lance C. (2000) – *Physiologie végétale t.2 Développement (6^e édition)*. t. 2, Dunod, Paris, 366 p.

Henze K., Martin W. (2003) – Evolutionary biology: essence of mitochondria. *In : Nature*, vol. 426, n°6963, Macmillan Publishers Limited, London (U. K.), p. 127-128

Hughenin M (1948) – *Historique de la cartographie de la nouvelle carte de France*. Imprimerie de l'Institut géographique national, Paris, 191 p.

Ireson A. M., Wheeler H. S., Butler A. P., Mathias S. A., Finch J., Cooper J. D. (2006) – Hydrological processes in the Chalk unsaturated zone Insight from an intensive field monitoring programme. *In : Journal of Hydrology*, vol. 330, Elsevier, Amsterdam, p. 29-43

Klionsky D. J., Herman P. K., Emr S. D. (1990) – The fungal vacuole: composition function and biogenesis. *In : Microbiology Reviews*, vol. 54, n°3, John Wiley & Sons, Chichester, p. 266-292

Kuntz G., Dupuis C. (1972) – *Notice explicative Carte géologique de la France (1/50000) feuille Amiens (46)*, Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 36 p.

Kuntz G., Agache R., Caous J.-Y., Dupuis C., Monciardini C., Watzet J.-R. (1982) – *Notice explicative Carte géologique de la France (1/50000) feuille Moreuil (62)*. Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, 30 p.

Laberche J.-C. (2010) – *Biologie Végétale 3^e édition*. Dunod, Paris, 308 p.

Lachiver M. (1997) – *Dictionnaire du monde rural Les mots du passé*. Arthème Fayard, Paris, 1766 p.

Lacombe O., Obert D. (2000) – Héritage structural et déformation de couverture Plissement et fracturation tertiaires dans l'Ouest du bassin de Paris. *In : Comptes Rendus de l'Académie des Sciences – Earth and Planetary Science*, vol. 330, Elsevier, Amsterdam, p. 793-798

Ladrière J. (1980) – Etude stratigraphique du terrain quaternaire du Nord de la France. *In : Annales de la Société géologique du Nord*, t. 18, Société géologique du Nord, Lille, p. 93-149

Lambay L. (1993) – *Etude du comblement tardiglaciaire et holocène de la vallée de l'Acon (Somme, Picardie, France) : mise en évidence d'une succession Dryas II-Allerød-Dryas III-Préboréal-Boréal*. Mémoire de Licence, non pub., Université de Louvain-la-Neuve, Louvain-la-Neuve, 28 p.

L'Anglais B. (1247) – *De proprietatibus rerum*. Traduction Introduction et notes par B. Ribémont et J. Corbechon (Le livre des propriétés des choses Une encyclopédie au XVI^e siècle), Stock (ed. 1999), Paris, 308 p.

Larbalétrier A. (1900) – La tourbe et les tourbières. *In : Encyclopédie Scientifique des Aide-Mémoire (dir. M. Léauté)*, Masson et Compagnie / Gauthier-Villars, Paris, 192 p.

Lasseur E. (2007) – *La Craie du Bassin de Paris (Cénomaniens-Campanien, Crétacé supérieur) Sédimentologie de faciès stratigraphie séquentielle et géométrie 3D*. Thèse de doctorat, non pub., Université de Rennes 1, Rennes, 409 p.

Le Béchenec Y., Frère S., Corsiez A., Rolland J., Sauvageot P. (2016) – *Rapport final d'opération Thézy-Glimont Les Vergnes (Somme) Novembre 2012 Mai 2013*. Amiens Métropole, Amiens, 383 p.

Lefebvre D., Antoine P., Auffret J.-P., Lautridou J.-P., Lécalle F. (1994) – Réponses de la Seine et de la Somme aux événements climatiques, eustatiques et tectoniques du Pléistocène moyen et récent : rythmes et taux d'érosion. *In : Quaternaire*, vol. 5, n°3-4, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 165-172

Leroux E., Pruvost P. (1935) – Résultats géologiques d'un sondage profond à Amiens. *In : Annales de la Société géologique du Nord*, t. 60, Société Géologique du Nord, Lille, p. 70-99

Limondin N. (1995) – Late-Glacial and Holocene malacofaunas from archaeological sites in the Somme Valley (North France). *In : Journal of Archaeological Sciences*, vol. 22, Academic Press (Elsevier), Amsterdam, p. 683-698

Lipowsky R., Sackmann E. (1995) – *Structure and dynamics of Membranes*. vol. 1 et 2, Elsevier, Amsterdam, 1052 p.

MacDonald A. M., Brewerton L. J., Allen D. J. (1998) – Evidence for rapid groundwater flow and karst-type behaviour in the Chalk of southern England. *In : Geological Society London Special Publications*, vol. 130, p. 95-106

Mahoney M. L., Hanson A. R., Gilliland S. (2007) – An evaluation of a methodology for wetland classification and inventory for Labrador. *In : Technical Report Series*, n° 480, Canadian Wildlife Service (Atlantic Region), Sackville NB, 28 p.

- Manton I. (1950) – *Problems of cytology and evolution in the Pteridophyta*. University Press, Cambridge, 316 p.
- Megnien C. (1979) – *Hydrogéologie du centre du bassin de Paris*. Thèse de doctorat, pub. Edition du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (Orléans), Université Paris VI, Paris, 532 p.
- Meyer S., Reeb C., Bosdeveix R. (2008) – *Botanique biologie et physiologie végétales*. Maloine, Paris, 461 p.
- Mol J. (1997) – Fluvial response to weichselian climate changes in the Niederlausitz (Germany). *In : Journal of Quaternary Science*, vol. 21, n°1, J. Wiley & Sons, Chichester, p. 43-60
- Morisawa M. (1985) – River morphology : channel pattern, river deposition and fluvial landform. *In : Rivers, Geomorphology texts*, Longman (Clayton K. M. (ed.)), London, p. 90-136
- Muller J. (2014) – *Introduction à la cristallographie la physique cristalline et la cristalochimie (coll. : Références sciences)*. Ellipses, Paris, 720 p.
- Munaut A.-V. (1974) – Les analyses palynologiques de la moyenne terrasse de Cagny-Cimetière (Somme). *In : Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, vol. 11, n°3-4, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 181-185
- Nyström E. (1913) – *Tourbe et lignite : leur fabrication et leurs emplois en Europe*. Mines Branch Library, Ottawa, 318 p.
- Paepe R., Sommé J. (1970) – Les loess et la stratigraphie du Pléistocène récent dans le Nord de la France et en Belgique. *In : Annales de la Société géologique du Nord*, vol. 90, Société géologique du Nord, Lille, p. 191-201
- Pelettier M. (2002) – *Les cartes des Cassini La science au service de l'état et des provinces*. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Paris, 338 p.
- Pline l'ancien (77) – *Histoire naturelle*. Traduction par M. E. Littré (Histoire Naturelle de Pline), Firmin-Didot et Compagnie (ed. 1877), Paris, 764 p.
- Pomerol C. (1989) – Stratigraphy of the Palaeogene Hiatuses and transitions. *In : Proceedings of the Geologists' Association*, vol. 100, Elsevier, Amsterdam, p. 313-324
- Pomerol C., Lagabrielle Y., Renard M., Guillot S. (2014) – *Eléments de géologie (14^e édition)*. Dunod, Paris, 944 p.
- Prosper-Laget V., Pichard G., Miramont C., Sivan O. (2009) – Les conditions climatiques de la torrencialité au cours du Petit Age Glaciaire en Provence. *In : Archéologie du Midi médiéval*, t. 27, Centre d'archéologie médiévale du Languedoc, Carcassonne, p. 157-167

Racinet P. (2008) – Le site castral et prioral de Boves (Somme) du Xe au XVIIe siècle Bilan des recherches archéologiques 2001-2006. *In : Revue archéologique de Picardie*, n° 1-2, Société Archéologique de Picardie, Amiens, p. 17-139

Reckinger F., Munaut A.-V. (1995) – *Biostratigraphie et environnement végétal au Tardiglaciaire et à l'Holocène dans la vallée de la Somme*. Document du Laboratoire de palynologie et de dendrochronologie, Université de Louvain-la-Neuve, Louvain-la-Neuve, 14 p.

Reineck H.-E., Singh I.-B. (1980) – *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag, Berlin, 549 p.

Richard H. (1988) – Palynologie et climat. *In : Histoire & Mesure*, vol. 3, n°3 Le Climat, Editions de l'Ecole des hautes études en sciences sociales, Paris, p. 359-384

Rodet J. (1997) – Typologie des karsts dans la craie du bassin de Paris, *In : Annales de la Société Géologique du Nord*, t. 5 (2^e série), Société Géologique du Nord, Lille, p. 351-360

Schwabe S. H. (1843) - Astronomische Nachrichten 495. *In : Astronomische Nachrichten (dir. H. C. Schumacher)*, n°20, Zwansigter Band, Altona, p. 226-240

Scolari G., Lille R. (1973) – Nomenclature et classification des roches sédimentaires (roches détritiques terrigènes et roches carbonatées). *In : Bulletin B.R.G.M*, s. 2, Bureau de Recherche Géologiques et Minières, Orléans, p. 57-127

Sommé J. (1975) – *Les plaines du Nord de la France et leurs bordures : étude géomorphologique*. Thèse de doctorat, non pub., Université de Paris I, Paris, 810 p.

Stuart M.-E., Smedley P.-L. (2009) – Baseline groundwater chemistry: the Chalk aquifer of Hampshire. *In : British Geological Survey Open Report*, OR/09/052, British Geological Survey, Keyworth, 61 p.

Ters M., Delibrias G., Denèfle M., Rouvillois A., Fleur A. (1980) – Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre (Basse-Somme) à l'Holocène et durant le Weichsélien ancien. *In : Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, vol. 17, n°1-2, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 11-23

Truffeau A. (1978) – Le Paléolithique dans le Nord de la France (Nord-Pas-de-Calais). *In : Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, vol 15, n°1-3, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p. 15-25

Tuffreau A., Munaut A.-V., Puisségur J.-J., Sommé J. (1982) – Stratigraphie et environnement des industries achéuléennes de la moyenne terrasse du bassin de la Somme (région d'Amiens). *In Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, vol. 19, n°2-3, Association Française pour l'Etude du Quaternaire, Paris, p.73 -81

Vandenberghé J., Kasse C., Bohncke S., Kozarski S. (1994) – Climate-related river activity at the Weichselian-Holocene transition : A comparative study of the Warta and Maas rivers. *In : Terra Nova*, vol. 6, n°5, John Wiley & Sons, Chichester, p. 476-485

Van den Daele G. F. A., Barker J. A., Connell L. D., Atkinson T. C., Darling W. G., Cooper J. D. (2007) – Unsaturated flow and solute transport through the Chalk: Tracer test and dual permeability modelling. *In : Journal of Hydrology*, vol. 342, Elsevier, Amsterdam, p. 157-172

Van Vliet-Lanoë B., Laurent M., Everaets M., Mansy J.-L., Manby G. (2000) – Evolution néogène et quaternaire de la Somme, une fluctuation active. *In : Earth and Planetary Sciences*, vol. 331, Elsevier, Amsterdam, p. 151-158

Wilson J.-T. (1963) – Hypothesis on the Earth's behaviour. *In : Nature*, vol. 198, Macmillan Publishers Limited, London (U. K.), p. 849-865

Wilson J.-T. (1965) – A New Class of Faults and their Bearing on Continental Drift. *In : Nature*, vol. 207, Macmillan Publishers Limited, London (U. K.), p. 343-347

Wilson J.-T. (1966) – Did the Atlantic close and then re-open ?. *In : Nature*, vol. 211, Macmillan Publishers Limited, London (U. K.), p. 676-681

Wolf J. R. (1877) - *Geschichte der Astronomie*. R. Oldenbourg, München, 815 p.

Références d'archives

1030PER2 (1910) – *Le Régional de l'Avre, du Santerre et de la Noye N°23 à 74*

1030PER3 (1911) – *Le Régional de l'Avre, du Santerre et de la Noye N°75 à 127*

1J2715 (XVIIIe) – *Eloi Morel, inventeur du grand louchet*

4Z132 (début XIXe – début XXe) – *Navigation sur l'Avre : « Copie de pièces concernant la navigation sur la rivière de Dons depuis Pierrepont jusqu'à Moreuil et au-delà à Amiens » pièce de 1603-1608*

94PER1 (1897-1898) – *Le petit écho de l'Avre et de la Noye N°1 à 50 Journal hebdomadaire, commercial, politique et agricole des cantons de Moreuil et d'Ailly-sur-Noye*

99S1166 (1908-1941) – *Chemin de fer, lignes électriques*

99S131/8 (1807-1909) - *Tourbage*

99S356248 (1860-1862) – *Tourbages communaux : rapports de l'ingénieur, statistiques*

99S356339 (1910-1922) – *Tourbages particuliers : déclarations, autorisations*

99S368626 (1859) – *Tourbages communaux : vente, tableau général, travaux, délibérations, correspondance*

99S375084 (1908) – *Tourbages communaux*

99S375126 (1811) – *Tourbages particuliers : autorisations*

99S378159 (1816-1852) – *Projet de règlement. Autorisations. Pétitions. Tableau des tourbages particuliers. Affaires diverses*

99S378565 (XIXe-début XXe s.) - *Boves*

99S378575 (1852-1873) – *Comptes des recettes et dépenses concernant l'exploitation des tourbières, des marais de diverses communes. Rapports sur les ressources en tourbe et les bénéfices résultant de l'extraction. Rapports sur le personnel de surveillance des tourbages communaux. Tableaux des communes qui sollicitent l'autorisation de faire un tourbage. Comptes particuliers des ingénieurs et conducteurs des tourbières*

99S378576 (1917-1918) – *Renseignements concernant le nombre et la propriété des tourbières des marais de diverses communes, l'emploi de la main-d'œuvre et les conditions d'exploitation de la tourbe*

99S378585 (1910-1928) – *Mines, minières, tourbières, carrières, appareils à vapeur et automobiles. Rapports de l'ingénieur en chef des mines*

99S405 (s.d.) – *Chemin, autorisation de reconstruire, tourbage, chemin de fer*

99S489/5 (s.d) – *Route, autorisation de reconstruire, chemin, tourbage, rivière*

99S752/2 (1831-1901) – *Tourbage*

DA677 (1900-1913) – *Amiens – Extraction de tourbe à Rivery*

KZ3193/2 (1903-1932) – *Avre (rivière) : plan dressé pour l'assainissement des canaux dérivés de l'Avre et de la Somme dans les quartiers de la Voirie et de la Vallée*

KZ3627 (1872-1874) – *Contentieux, arrêtés par contraventions ; Relevés des arrêtés ; Demandes en remise d'amende et contraventions de police de la grande voirie et du canal de la Somme, chemin de fer ; Rivière de l'Avre, contravention commise par le Sr Régnier propriétaire à Boves ; Contravention à la police du port de St-Valery-sur-Somme par le capitaine Facquier de la Goélette Eugénie*

ANNEXES

Annexe 1 : Débits et crues

Annexe 2 : Epaisseur de la tourbe

Annexe 3 : Répartition des tourbages de 1880 à 1909

ANNEXE 1

Date	Débit (m ³ /s)	Hauteur (mm)	
13/03/1969	4,13	355	
06/06/1969	3,67		
27/06/1969	4,5	377	
09/07/1969	4,11	354	
27/07/1969	3,84		
18/01/1970	4,95	382	
27/06/1970	5,19	417	
03/07/1970	5,4	429	
11/08/1970	5,68	445	
08/10/1970	4,18	358	
29/06/1971	3,69	329	
27/07/1971	3,47	316	
03/08/1971	3,96	345	
28/09/1971	3,72	331	
27/07/1972	3,89	341	
03/08/1972	3,15	297	
19/09/1972	4,88	399	
19/11/1972	4,16	357	
30/06/1981	3,42	513	
28/10/1981	3,7	539	
31/12/1981	4,38	601	
28/01/1982	4,6	622	
08/04/1982	4,22	587	
09/05/1982	4,71	632	
25/05/1982	4,56		
03/07/1982	3,89	556	
07/02/1983	4,16	581	
08/02/1984	3,88	555	
21/05/1984	3,55	525	
23/11/1984	3,92	559	
15/05/1985	4,04	570	
31/01/1988	3,8	548	
12/02/1988	4,66	627	
26/03/1988	4,64	625	
06/12/1988	4,22	587	
08/03/1989	4,33	597	
08/04/1989	4,42	605	
13/05/1989	3,92	559	
16/02/1990	3,69	538	
21/12/1993	3,84	522	
11/04/1994	4,25	589	
30/01/1995	4,91	649	
09/03/1995	4,08	574	
13/05/1995	4,25	589	
28/12/1999	4,23	588	
04/03/2000	3,84	552	
03/12/2000	4,83	642	
27/01/2001	6,08	724	
10/02/2001	5,72	699	
30/03/2001	8,54	898	
07/04/2001	8,71	910	
30/04/2001	7,79	845	
08/06/2001	5,57	688	
11/07/2001	10,2	1010	
08/08/2001	5,37	674	
20/09/2001	4,95	644	
22/10/2001	4,9	641	
09/11/2001	5,36	673	
31/12/2001	5,67	695	
01/01/2002	5,4	676	
16/02/2002	6,04	721	
23/03/2002	6,39	746	
01/04/2002	5,8	704	
02/05/2002	5,06	652	
06/06/2002	4,32	589	
03/07/2002	4,08	568	
11/11/2002	4,86	637	
03/12/2002	4,54	609	
03/01/2003	6,52	755	
06/02/2003	5,58	689	
02/03/2003	5,34	672	
26/04/2003	5,05	651	
19/05/2003	4,72	625	
21/05/2013	3,81	544	
20/06/2013	3,8	543	
28/12/2013	3,71	535	
04/03/2014	3,73	537	
12/07/2014	4,18	577	
31/01/2015	3,99	556	
27/02/2015	4,03	564	
05/05/2015	3,89	551	

Date	Débit moyen (m ³ /s)	
janv-69	3,58	
févr-69	3,56	
mars-69	3,38	
avr-69	3,17	
mai-69	3,08	
juin-69	3,45	
juil-69	3,18	
août-69	3,2	
sept-69	2,7	
oct-69	2,77	
nov-69	2,92	
déc-69	2,92	
janv-70	2,73	
févr-70	3,51	
mars-70	4,12	
avr-70	4,14	
mai-70	4,17	
juin-70	3,77	
juil-70	3,84	
août-70	3,99	
sept-70	3,36	
oct-70	3,34	
nov-70	3,17	
déc-70	2,91	
janv-71	3,25	
févr-71	3,39	
mars-71	2,79	
avr-71	2,48	
mai-71	2,36	
juin-71	2,89	
juil-71	2,61	
août-71	2,62	
sept-71	2,37	
oct-71	1,99	
nov-71	2	
déc-71	1,86	
janv-72	2,15	
févr-72	2,12	
mars-72	2,09	
avr-72	2,19	
mai-72	1,99	
juin-72	1,87	
juil-72	2,16	
août-72	2,43	
sept-72	2,32	
oct-72	1,85	
nov-72	2,58	
déc-72	2,15	
janv-73	2,74	
févr-73	2,87	
mars-73	2,08	
avr-73	1,75	
mai-73	2,01	
juin-73	1,11	
juil-73	0,979	
août-73	1,06	
sept-73	1,15	
oct-73	1,43	
nov-73	0,947	
déc-73	0,954	
janv-74	1	
févr-74	1,07	
mars-74	1,01	
avr-74	1,04	
mai-74	1,13	
juin-74	0,979	
juil-74	0,947	
août-74	1,03	
sept-74	4,55	
oct-74	1,52	
nov-74	1,52	
déc-74	1,47	
janv-75	2,13	
févr-75	2,45	
mars-75	2,67	
avr-75	2,71	
mai-75	2,49	
juin-75	2,19	
juil-75	1,77	
août-75	1,6	
sept-75	1,7	
oct-75	2,01	
nov-75	2,06	
déc-75	2,08	
janv-76	2,08	
févr-76	2,07	

source : www.hydro.eaufrance.fr

Site de la banque HYDRO (banque hydrologique de France)
consulté le 17/02/2016

mars-76	1,93
avr-76	1,76
mai-76	1,34
juin-76	1,04
juil-76	0,872
août-76	0,784
sept-76	0,949
oct-76	1,15
nov-76	1,21
déc-76	1,54
janv-77	1,66
févr-77	1,79
mars-77	1,76
avr-77	1,79
mai-77	1,74
juin-77	1,36
juil-77	1,05
août-77	1,13
sept-77	1
oct-77	1,22
nov-77	1,52
déc-77	1,95
janv-78	1,72
févr-78	2,19
mars-78	2,2
avr-78	2,3
mai-78	2,41
juin-78	2,12
juil-78	2,02
août-78	1,83
sept-78	1,57
oct-78	1,66
nov-78	1,73
déc-78	1,8
janv-79	1,97
févr-79	2,18
mars-79	2,45
avr-79	2,47
mai-79	2,41
juin-79	2,21
juil-79	1,86
août-79	1,74
sept-79	1,57
oct-79	1,73
nov-79	2,04
déc-79	2,37
janv-80	2,37
févr-80	2,73
mars-80	2,7
avr-80	2,69
mai-80	2,57
juin-80	2,45
juil-80	2,58
août-80	2,15
sept-80	1,97
oct-80	2,04
nov-80	2,14
déc-80	2,43
janv-81	2,55
févr-81	2,8
mars-81	3,14
avr-81	2,88
mai-81	2,8
juin-81	2,52
juil-81	2,56
août-81	1,93
sept-81	2,01
oct-81	2,63
nov-81	2,69
déc-81	3,43
janv-82	4,16
févr-82	4,09
mars-82	3,95
avr-82	3,72
mai-82	3,98
juin-82	3,43
juil-82	2,84
août-82	2,58
sept-82	2,3
oct-82	2,56
nov-82	2,78
déc-82	3,31
janv-83	3,27
févr-83	3,63
mars-83	3,63
avr-83	3,57
mai-83	3,58

juin-83	3,12
juil-83	2,4
août-83	2,05
sept-83	2,18
oct-83	2,29
nov-83	2,27
déc-83	2,42
janv-84	2,87
févr-84	3,3
mars-84	2,96
avr-84	3,14
mai-84	2,88
juin-84	2,57
juil-84	1,97
août-84	1,88
sept-84	2,12
oct-84	2,44
nov-84	2,5
déc-84	2,57
janv-85	2,47
févr-85	2,51
mars-85	2,73
avr-85	2,86
mai-85	2,81
juin-85	2,31
juil-85	1,98
août-85	2,05
sept-85	1,81
oct-85	1,76
nov-85	1,93
déc-85	2,01
janv-86	2,18
févr-86	2,11
mars-86	2,3
avr-86	2,54
mai-86	2,25
juin-86	1,88
juil-86	1,51
août-86	1,32
sept-86	1,57
oct-86	1,66
nov-86	1,87
déc-86	2,12
janv-87	2,22
févr-87	2,17
mars-87	2,44
avr-87	2,27
mai-87	2,11
juin-87	2,15
juil-87	1,96
août-87	1,83
sept-87	1,91
oct-87	2,07
nov-87	2,31
déc-87	2,52
janv-88	3,1
févr-88	4,1
mars-88	4,02
avr-88	3,81
mai-88	3,55
juin-88	2,96
juil-88	2,79
août-88	2,29
sept-88	2,35
oct-88	2,49
nov-88	2,38
déc-88	3,19
janv-89	3
févr-89	2,92
mars-89	3,52
avr-89	3,78
mai-89	3,3
juin-89	2,58
juil-89	2,19
août-89	1,84
sept-89	1,93
oct-89	2
nov-89	2,19
déc-89	2,32
janv-90	2,28
févr-90	2,54
mars-90	2,48
avr-90	2,18
mai-90	1,79
juin-90	1,65
juil-90	1,12
août-90	0,973

sept-90	1,01
oct-90	1,23
nov-90	1,59
déc-90	1,76
janv-91	2,07
févr-91	1,96
mars-91	2,09
avr-91	1,98
mai-91	1,98
juin-91	1,59
juil-91	1,35
août-91	0,97
sept-91	0,841
oct-91	1,09
nov-91	1,28
déc-91	1,51
janv-92	1,53
févr-92	1,5
mars-92	1,56
avr-92	1,6
mai-92	1,39
juin-92	1,69
juil-92	1,47
août-92	1,13
sept-92	1,22
oct-92	1,22
nov-92	1,45
déc-92	1,94
janv-93	2
févr-93	1,92
mars-93	1,81
avr-93	1,93
mai-93	1,74
juin-93	1,52
juil-93	1,22
août-93	1,11
sept-93	1,14
oct-93	1,58
nov-93	1,5
déc-93	2,47
janv-94	3,31
févr-94	3,2
mars-94	3,29
avr-94	3,58
mai-94	3,32
juin-94	2,63
juil-94	1,88
août-94	1,91
sept-94	2,14
oct-94	2,08
nov-94	2,14
déc-94	2,2
janv-95	2,8
févr-95	3,66
mars-95	3,75
avr-95	3,67
mai-95	3,37
juin-95	2,7
juil-95	2,11
août-95	1,74
sept-95	1,97
oct-95	1,89
nov-95	1,87
déc-95	2,04
janv-96	2,08
févr-96	2,07
mars-96	2,08
avr-96	1,96
mai-96	1,92
juin-96	1,53
juil-96	1,17
août-96	0,92
sept-96	0,948
oct-96	1,12
nov-96	1,42
déc-96	1,72
janv-97	1,64
févr-97	1,82
mars-97	1,76
avr-97	1,51
mai-97	1,39
juin-97	1,36
juil-97	1,31
août-97	0,889
sept-97	0,835
oct-97	0,877
nov-97	1,15

déc-97	1,63
janv-98	1,88
févr-98	1,81
mars-98	1,77
avr-98	2,01
mai-98	1,57
juin-98	1,41
juil-98	1,22
août-98	0,829
sept-98	1,06
oct-98	1,3
nov-98	1,78
déc-98	1,92
janv-99	2,13
févr-99	2,22
mars-99	2,29
avr-99	2,32
mai-99	2,07
juin-99	1,79
juil-99	1,41
août-99	1,19
sept-99	1,22
oct-99	1,62
nov-99	1,72
déc-99	2,45
janv-00	2,61
févr-00	2,68
mars-00	2,61
avr-00	1,73
mai-00	2,67
juin-00	2,35
juil-00	2,32
août-00	2,1
sept-00	2,03
oct-00	2,32
nov-00	3,07
déc-00	4,24
janv-01	5,39
févr-01	5,15
mars-01	6
avr-01	8,06
mai-01	6,64
juin-01	4,94
juil-01	6,62
août-01	4,53
sept-01	4,23
oct-01	4,23
nov-01	4,57
déc-01	4,77
janv-02	4,77
févr-02	5,26
mars-02	5,67
avr-02	5,26
mai-02	4,65
juin-02	3,63
juil-02	3,22
août-02	2,82
sept-02	2,63
oct-02	2,79
nov-02	3,6
déc-02	3,66
janv-03	4,9
févr-03	5,05
mars-03	4,59
avr-03	4,2
mai-03	3,91
juin-03	3,21
juil-03	2,58
août-03	1,96
sept-03	1,95
oct-03	2,18
nov-03	2,25
déc-03	2,44
janv-04	2,77
févr-04	2,67
mars-04	2,39
avr-04	2,17
mai-04	2,07
juin-04	1,84
juil-04	1,7
août-04	1,63
sept-04	1,33
oct-04	1,65
nov-04	1,58
déc-04	1,61
janv-05	1,56
févr-05	1,63

mars-05	1,64
avr-05	1,7
mai-05	1,5
juin-05	1,22
juil-05	1,03
août-05	0,995
sept-05	0,954
oct-05	1,06
nov-05	1,17
déc-05	1,2
janv-06	1,27
févr-06	1,46
mars-06	1,56
avr-06	1,41
mai-06	1,48
juin-06	1,18
juil-06	0,83
août-06	1,05
sept-06	1,06
oct-06	1,14
nov-06	1,28
déc-06	1,54
janv-07	1,64
févr-07	1,82
mars-07	2,05
avr-07	1,69
mai-07	1,51
juin-07	1,41
juil-07	1,43
août-07	1,22
sept-07	1,11
oct-07	1,35
nov-07	1,52
déc-07	2
janv-08	1,97
févr-08	2
mars-08	2,42
avr-08	2,25
mai-08	1,95
juin-08	1,73
juil-08	1,21
août-08	1,31
sept-08	1,34
oct-08	1,45
nov-08	1,64
déc-08	1,82
janv-09	1,89
févr-09	2,12
mars-09	2,04
avr-09	2,01
mai-09	1,97
juin-09	1,57
juil-09	1,12
août-09	0,962
sept-09	0,978
oct-09	1,07
nov-09	1,2
déc-09	1,41
janv-10	1,56
févr-10	1,89
mars-10	2,06
avr-10	1,89
mai-10	1,63
juin-10	1,31
juil-10	0,957
août-10	1,09
sept-10	1,3
oct-10	1,36
nov-10	1,62
déc-10	1,71
janv-11	2,17
févr-11	2,12
mars-11	2,1
avr-11	1,83
mai-11	1,31
juin-11	1,2
juil-11	1
août-11	1,03
sept-11	1,08
oct-11	1,16
nov-11	1,25
déc-11	1,74
janv-12	1,84
févr-12	1,86
mars-12	1,83
avr-12	1,9
mai-12	1,69

juin-12	1,55
juil-12	1,77
août-12	1,13
sept-12	0,967
oct-12	1,13
nov-12	1,48
déc-12	2,01
janv-13	2,18
févr-13	2,59
mars-13	2,92
avr-13	2,66
mai-13	2,69
juin-13	2,48
juil-13	0
août-13	0
sept-13	1,73
oct-13	1,77
nov-13	2,27
déc-13	2,29
janv-14	2,89
févr-14	3,43
mars-14	3,34
avr-14	2,88
mai-14	2,96
juin-14	2,45
juil-14	2,9
août-14	2,52
sept-14	1,95
oct-14	2,16
nov-14	2,47
déc-14	2,7
janv-15	3,27
févr-15	3,58
mars-15	3,43
avr-15	3,16
mai-15	2,98
juin-15	2,27
juil-15	1,68
août-15	1,45
sept-15	1,69
oct-15	1,94
nov-15	2,18
déc-15	2,11

ANNEXE 2

Date	Commune	epaisseur de la tourbe
1861	Berteaucourt	2,66
1860	Berteaucourt	2,66
1907	Boves	4,5
1908	Boves	4,5
1895	Boves	4
1906	Boves	4
1896	Boves	3,5
1897	Boves	3,5
1898	Boves	3,5
1901	Boves	3,5
1904	Boves	3,5
1907	Boves	3,5
1895	Boves	3
1898	Boves	3
1898	Boves	3
1901	Boves	3
1903	Boves	3
1903	Boves	3
1904	Boves	3
1905	Boves	3
1905	Boves	3
1906	Boves	3
1908	Boves	3
1909	Boves	3
1902	Boves	2,7
1895	Boves	2,5
1896	Boves	2,5
1896	Boves	2,5
1896	Boves	2,5
1897	Boves	2,5
1897	Boves	2,5
1898	Boves	2,5
1898	Boves	2,5
1901	Boves	2,5
1902	Boves	2,5
1905	Boves	2,5
1894	Boves	2,4
1894	Boves	2
1895	Boves	2
1895	Boves	2
1895	Boves	2
1896	Boves	2
1897	Boves	2
1897	Boves	2
1897	Boves	2
1897	Boves	2
1898	Boves	2
1901	Boves	2
1902	Boves	2

1902	Boves	2
1903	Boves	2
1904	Boves	2
1904	Boves	2
1896	Boves	1,5
1897	Boves	1,25
1895	Boves	1
1896	Boves	1
1898	Boves	1
1901	Boves	1
1861	Camon	3,33
1860	Camon	3,33
1910	Fouencamps	4
1911	Fouencamps	3
1910	Fouencamps	2,5
1910	Fouencamps	2,5
1910	Hailles	3,4
1861	Hailles	3,33
1860	Hailles	3,33
1859	Hailles	3,33
1902	Hailles	3
1903	Hailles	3
1909	Hailles	3
1911	Hailles	3
1912	Hailles	3
1913	Hailles	3
1914	Hailles	3
1911	Hailles	2,9
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1902	Hailles	2,5
1903	Hailles	2,5
1903	Hailles	2,5
1903	Hailles	2,5
1903	Hailles	2,5
1904	Hailles	2,5
1904	Hailles	2,5
1905	Hailles	2,5
1905	Hailles	2,5
1906	Hailles	2,5
1907	Hailles	2,5
1908	Hailles	2,5
1909	Hailles	2,5
1910	Hailles	2,5
1861	Thennes	2,66
1860	Thennes	2,66
1859	Thennes	2,66

1859	Thézy	3,33
1902	Thézy-Glimont	4
1896	Thézy-Glimont	3,5
1896	Thézy-Glimont	3,5
1897	Thézy-Glimont	3,5
1901	Thézy-Glimont	3,5
1901	Thézy-Glimont	3,5
1902	Thézy-Glimont	3,5
1904	Thézy-Glimont	3,5
1904	Thézy-Glimont	3,5
1896	Thézy-Glimont	3,4
1898	Thézy-Glimont	3,4
1861	Thézy-Glimont	3,33
1860	Thézy-Glimont	3,33
1896	Thézy-Glimont	3,3
1898	Thézy-Glimont	3,3
1902	Thézy-Glimont	3,3
1902	Thézy-Glimont	3,3
1897	Thézy-Glimont	3,2
1897	Thézy-Glimont	3,2
1898	Thézy-Glimont	3,2
1898	Thézy-Glimont	3,2
1902	Thézy-Glimont	3,1
1902	Thézy-Glimont	3,1
1903	Thézy-Glimont	3,1
1903	Thézy-Glimont	3,1
1896	Thézy-Glimont	3
1897	Thézy-Glimont	3
1898	Thézy-Glimont	3
1901	Thézy-Glimont	2,9
1896	Thézy-Glimont	2,8
1898	Thézy-Glimont	2,8
1901	Thézy-Glimont	2,8
1901	Thézy-Glimont	2,8
1901	Thézy-Glimont	2,8
1901	Thézy-Glimont	2,8
1902	Thézy-Glimont	2,8
1902	Thézy-Glimont	2,8
1902	Thézy-Glimont	2,8
1902	Thézy-Glimont	2,8
1903	Thézy-Glimont	2,8
1903	Thézy-Glimont	2,8
1904	Thézy-Glimont	2,8
1904	Thézy-Glimont	2,8
1904	Thézy-Glimont	2,8
1905	Thézy-Glimont	2,8
1896	Thézy-Glimont	2,7
1896	Thézy-Glimont	2,7
1897	Thézy-Glimont	2,7
1898	Thézy-Glimont	2,7

1902	Thézy-Glimont	2,7
1904	Thézy-Glimont	2,7
1905	Thézy-Glimont	2,7
1896	Thézy-Glimont	2,6
1898	Thézy-Glimont	2,6
1901	Thézy-Glimont	2,6
1901	Thézy-Glimont	2,6
1903	Thézy-Glimont	2,6
1904	Thézy-Glimont	2,6
1897	Thézy-Glimont	2,5
1897	Thézy-Glimont	2,5
1897	Thézy-Glimont	2,5
1897	Thézy-Glimont	2,5
1897	Thézy-Glimont	2,5
1897	Thézy-Glimont	2,5
1903	Thézy-Glimont	2,5
1898	Thézy-Glimont	2,4
1896	Thézy-Glimont	2,3
1898	Thézy-Glimont	2,3
1901	Thézy-Glimont	2,3
1902	Thézy-Glimont	2,3
1903	Thézy-Glimont	2,3
1904	Thézy-Glimont	2,3
1904	Thézy-Glimont	2,3
1905	Thézy-Glimont	2,3
1896	Thézy-Glimont	2,2
1898	Thézy-Glimont	2,2
1902	Thézy-Glimont	2,2
1903	Thézy-Glimont	2,2
1905	Thézy-Glimont	2,2
1909	Thézy-Glimont	2,2
1914	Thézy-Glimont	2,2
1897	Thézy-Glimont	2
1897	Thézy-Glimont	2
1898	Thézy-Glimont	2
1898	Thézy-Glimont	2
1901	Thézy-Glimont	2
1903	Thézy-Glimont	2
1903	Thézy-Glimont	2
1913	Thézy-Glimont	1,9
1902	Thézy-Glimont	1,3
1903	Thézy-Glimont	1,3
1904	Thézy-Glimont	1,3
1905	Thézy-Glimont	1,3
1904	Thézy-Glimont	1,25
1898	Thézy-Glimont	1
1896	Thézy-Glimont	0,8
1898	Thézy-Glimont	0,8

ANNEXE 3

Année	Commune	Nombres de ménage total	Ménages complets	Demi-ménages	Nombre total de pilette extraite dans l'année	Nombre de pilette de 15 tourbe par ménage total	Nombre de pilette de 15 tourbe par demi-ménage	Nombre de pilette par famille de tourbe noir	Nombre de pilette par famille de tourbe grise	Nombre de pilette pour le chauffage de la marie et de l'école	Méthode d'extraction	Méthode d'attribution du tourbage	Plantation d'arbres	Taxe (Francs)	Localisation extraction tourbe grise	Localisation d'extraction tourbe noire	Observations supplémentaires
1860	Bertheaucourt	159															
1860	Bertheaucourt	159											1800				
1861	Bertheaucourt	160,5											1800				
1861	Bertheaucourt	160,5											1800				
1908	Bertheaucourt	158	142	16	23700	150	100	null	null	800	Grand louchet	Adjudication	100	0,75 par part et 0,50 par demi-part	Grand marais	Grand marais	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1903	Bertheaucourt-les-Thennes	166	144	22	62800	400	200	null	null	800	Grand louchet	Adjudication	100	1,8			Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1855	Boves	507															
1879	Boves	561	?	?	66660	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	0,5	Sur le marais à scier	Sur le marais à scier	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1880	Boves	362	?	?	434400	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	0,5	Sur le marais à scier	Sur le marais à scier	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1881	Boves	380	?	?	462600	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	0,5	Sur le marais à scier	Sur le marais à scier	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1882	Boves	404	?	?	451800	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	0,5	Sur le marais à scier	Sur le marais à scier	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1885	Boves	395															
1886	Boves	413	?	?	480000	1200	600	null	null	30000	Grand louchet	Adjudication	0	.	?	?	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1888	Boves	388	296	92	420000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	30	Sur le marais à scier	Sur le marais à scier	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1889	Boves	291	236	55	324000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	?	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1890	Boves	330	268	62	390000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	29,5	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1891	Boves	358	302	56	420000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	24,5	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1894	Boves	391	309	82	420000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	2,957	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1895	Boves	332	285	47	379000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	8	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1896	Boves	334	301	33	390000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	7,874	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1897	Boves	323	282	41	363000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	8	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1897	Boves	?	?	?	450000	1200	600	null	null	null	?	?	0	?	?	?	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1898	Boves	302	261	41	337800	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	9	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1899	Boves	276	232	44	304800	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	1	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1900	Boves	318	268	50	351000	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	6,826	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1901	Boves	441	403	38	506400	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	5,924	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1902	Boves	430	399	31	497400	1200	600	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	6	Vers le Marais Saint-Nicolas et au marais à scier	Vers le Marais Saint-Nicolas et au marais à scier	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1903	Boves	469	430	39	404550	900	450	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	5	Vers le Marais Saint-Nicolas et au marais à scier	Vers le Marais Saint-Nicolas et au marais à scier	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1904	Boves	290	290	0	174000	600	?	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	3	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1905	Boves	320	320	0	192000	600	?	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	3	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1906	Boves	228	228	0	136800	600	?	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	5	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1907	Boves	240	240	0	144000	600	?	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	4	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1908	Boves	232	232	0	139200	600	null	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	5	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1909	Boves	249	249	0	149400	600	?	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	5	Marais Saint Nicolas	Marais Saint Nicolas	Pas de différenciation de tourbe noire ou grise
1855	Hailles	126															
1860	Hailles	123,5															
1860	Hailles	123,5											1200				
1861	Hailles	125,5															
1861	Hailles	140										1200					
1879	Hailles	133	?	?	77400	600	?	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	3	?	?	
1880	Hailles	134	?	?	78000	600	?	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	3	?	?	
1881	Hailles	135	?	?	78600	600	?	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	3	?	?	
1882	Hailles	142	?	?	78900	600	?	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	3	?	?	
1885	Hailles	134	?	?	76200	600	?	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	3	?	?	
1886	Hailles	126	?	?	75600	600	?	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	0,5	?	?	
1887	Hailles	128	?	?	74700	600	?	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	0,5	?	?	
1888	Hailles	127	118	9	73500	600	300	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	150	0,5	?	?	
1889	Hailles	127	118	9	73500	600	300	400	?	200	Grand louchet	Adjudication	60	0,5	?	?	
1890	Hailles	125	115	10	72000	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	90	0,5	?	?	
1891	Hailles	137	117	20	76200	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	150	3,5	?	?	
1892	Hailles	134	114	20	74400	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	100	3,5	?	?	
1894	Hailles	127	115	12	73200	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	80	3	?	?	
1895	Hailles	129	117	12	74600	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	3	?	?	
1896	Hailles	128	115	13	73700	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	3	?	?	
1897	Hailles	114	114	11	72500	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	3	?	?	
1898	Hailles	115	107	8	67400	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	?	?	?	?	
1899	Hailles	115	108	7	67700	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	0	0,5 par 100 pilettes	?	?	
1900	Hailles	109	104	5	64700	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	30	0,5 par 100 pilettes	?	?	
1901	Hailles	108	102	6	63800	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	50	0,5 par 100 pilettes	?	?	
1902	Hailles	111	104	7	65300	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	50	?	?	?	
1903	Hailles	106	101	5	62900	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	50	3	?	?	
1904	Hailles	104	99	5	61700	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	30	3	?	?	
1905	Hailles	104	100	4	62000	600	300	null	null	null	Grand louchet	Adjudication	15	3	?	?	
1906	Hailles	98	98	0	58600	600	300	null	null	800	Grand louchet	Adjudication	15	4	?	?	
1907	Hailles	93	93	0	56600	600	300	null	null	800	Grand louchet	Adjudication	15	4	?	?	
1908	Hailles	95	95	0	57800	600	300	null	null	800	Grand louchet	Adjudication	15	4	?	?	
1909	Hailles	94	94	0	57200	600	300	null	null	800	Grand louchet	Adjudication	15	4	?	?	
1807	Longueueu	130	119	11	?	?	?	null	null	?	?	Adjudication	1300	?	?	?	
1860	Thennes	153,5															
1860	Thennes	153,5											1800				
1861	Thennes	152															
1861	Thennes	153															
1908	Thennes	152	133	19	22650	150	100	null	null	800	Grand louchet	Adjudication	100	0r50 par part et 0r35 par demi-part	?	?	
1855	Théty-Gilmont	140															
1860	Théty-Gilmont	134											4000				
1861	Théty-Gilmont	134															
1861	Théty-Gilmont	132											4000				
1877	Théty-Gilmont	157	?	?	95000	600	?	?	?	800	?	?	?	15	?	?	
1880	Théty-Gilmont	146	143	3	88200	600	?	400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6,5	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1880	Théty-Gilmont	147	147	null	88800	600	null	400	200	600	?	?	?	6,5	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1881	Théty-Gilmont	150	146	4	89400	600	?	400	200	600	Grand louchet	Adjudication	50	6,5	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	

1881	Thézy-Gilmont	150	146	4	89400	600	300	400	200	600	?	?	50	6,5	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1882	Thézy-Gilmont	148	145	3	88500	600		400	200	600	Grand louchet	Adjudication	50	6,5	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1885	Thézy-Gilmont	145	142	3	86300	600		400	200	400	Grand louchet	Adjudication	0	6	Lieu-dit "Le pont-blanc" et le Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1886	Thézy-Gilmont	147	143	4	87400	600		400	200	400	Grand louchet	Adjudication	0	6	Au Lieu-dit "Le pont-blanc" et le Pré Chevalier	Lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1887	Thézy-Gilmont	148	141	7	87000	600		400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6	Lieu-dit "Le pont-blanc" et le Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1888	Thézy-Gilmont	143	136	7	84300	600		400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1889	Thézy-Gilmont	143	139	4	85200	600		400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1890	Thézy-Gilmont	141	133	8	82600	600		400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1891	Thézy-Gilmont	144	131	13	83100	600		400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1892	Thézy-Gilmont	137	121	16	78000	600		400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1894	Thézy-Gilmont	153	129	24	85800	600		?	?	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	du plan d'extraction pour le tourbage communal
1895	Thézy-Gilmont	145	125	20	87600	600		?	?	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Lieu-dit "Le pont-blanc" et le Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1896	Thézy-Gilmont	138	115	23	76500	600		400	300	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Lieu-dit "Le pont-blanc" et le Pré Chevalier et diverses parcelles vers Boves	Au lieu-dit "Saint-Domice" A côté de l'extraction de l'année précédente en direction du pré Chevalier	
1897	Thézy-Gilmont	141	119	22	78600	600	300	400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	6 (1fr pour 100 pilettes)	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1898	Thézy-Gilmont	134	118	16	76600	600	300	400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	?	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1899	Thézy-Gilmont	137	121	16	78200	600	300	300	300	600	Grand louchet	Adjudication	0	?	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1900	Thézy-Gilmont	135	123	12	78000	600	300	400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	1 fr par pilette	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1901	Thézy-Gilmont	144	113	31	77700	600	300	400	200	600	Grand louchet	Adjudication	0	1 fr par pilette	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1902	Thézy-Gilmont	144	118	26	79400	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	0	6	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1903	Thézy-Gilmont	144	114	30	79200	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	0	6	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1904	Thézy-Gilmont	145	115	30	78800	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	0	6	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1905	Thézy-Gilmont	142	110	32	76400	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	0	6	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1906	Thézy-Gilmont	145	112	33	77900	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	0	6	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1907	Thézy-Gilmont	147	114	33	79100	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	0	6	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1908	Thézy-Gilmont	143	103	40	74600	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	?	1 fr par pilette	Le pré Chevalier	Saint-Domice	
1909	Thézy-Gilmont	146	111	35	77900	600	300	400	200	800	Grand louchet	Adjudication	0	6	Le pré Chevalier	Saint-Domice	

Résumé

La vallée de l'Avre est connue pour son écologie unique en France, elle rassemble sur quelques kilomètres une grande partie des environnements de la Somme. Cependant la présence de l'Homme depuis des temps immémoriaux a radicalement influencé l'évolution de la vallée. De la canalisation de l'Avre, aux extractions tourbières du début du dernier siècle, le paysage actuel est un véritable livre d'Histoire dont ce mémoire en résumera la lecture. Il sera de fait de comprendre l'évolution de la rivière et de la vallée, la compréhension du remplissage du fond de la vallée, et bien entendu les exploitations et utilisations successives par l'Homme.

Abstract

The Avre's Valley is renowned for its unique ecology in France, it brings together over a few kilometers a large part of Somme's environments. However, the presence of the human species since time immemorial has drastically influenced the evolution of the valley. The channeling of Avre's, from peatlands extractions of the early last century, the present landscape is a veritable history book which summarize this dissertation. We will understand the evolution of the river and the Valley, will understand the filling of the valley floor, and of course the operations and successive uses by humans.