

## LA VALLEE DU NOIRIEU ET SON CONTEXTE GÉOLOGIQUE DE VADENCOURT A BERGUES/SAMBRE (AISNE)

### The Noirieu Valley and its geological context between Vadencourt and Bergues/Sambre (Aisne)

par Francis MEILLIEZ<sup>(1)</sup>, François DUCHAUSSOIS<sup>(2)</sup>, Laurent DESCHODT<sup>(3)</sup> & Francis AMEDRO<sup>(4)</sup>

*Résumé.* – Les pages qui suivent rendent compte d'une sortie de terrain, partagée entre la Société d'Histoire Naturelle des Ardennes (SHNA), basée à Charleville, et la Société Géologique du Nord, basée à Villeneuve d'Ascq. Environ 25 personnes y ont participé, sous des conditions météorologiques de giboulées en ce 4 mai 2019.

*Abstract.* – *The following text is a field trip report. The trip has been organized by Société d'Histoire Naturelle des Ardennes (SHNA) from Charleville, and Société Géologique du Nord (SGN) from Villeneuve d'Ascq. About 25 people came, while March showers occurred (2019-0504).*

*Mots-clés.* – Thiérache, craie, alluvions, capture, érosion fluviale  
*Key words.* – *Thiérache, chalk, alluvium, capture, fluvial erosion*

#### I. – LE THEME ET L'INTENTION

##### 1) Thèmes abordés

Cette sortie organisée entre Saint-Quentin et La Capelle (Fig. 1) aborde trois thèmes :

- La géodynamique récente (à l'échelle géologique) du Massif Ardennais en utilisant le réseau hydrographique comme marqueur temporel relatif ;
- La ressource en eau en observant que le massif de l'Arrouaise est un véritable château d'eau du Nord-Ouest européen d'où divergent l'Escaut, la Sambre, l'Oise et la Somme ;
- Un constat des impacts environnementaux de l'espèce humaine sur le territoire qu'elle occupe.

Peu étudié depuis la réalisation de la couverture cartographique au 1:50.000, ce secteur est à la jonction de quatre domaines géologiques naturels. Il est situé sur la pointe occidentale du Massif Ardennais où le socle paléozoïque n'est recouvert que de quelques dizaines de mètres de sédiments, irrégulièrement distribués. Y alternent des dépôts continentaux, de rares témoins de dépôts marins, et des altérites issues de l'un et de l'autre. Vers le sud, ce secteur participe de la frange nord du Bassin parisien où la couverture se développe rapidement jusqu'à plus de 3 000 m d'épaisseur sous la Brie ; vers l'ouest, il se prolonge par un plateau picard dont la couverture (< 1 000 m d'épaisseur) est essentiellement réduite au Crétacé supérieur, grêlée de placages sablo-argileux, résidus de l'érosion de la base de la série éocène ; vers le nord, il ouvre sur le Cambésis où la série de couverture est encore plus condensée (< 350 m).

En venant de Landrecies (59) vers Guise (02), le massif de l'Arrouaise émerge nettement d'une morphologie très plane, dans son ensemble faiblement inclinée vers l'ouest. Ce massif est partagé entre cultures, bocage et la forêt d'Andigny, à l'est de Bohain-en-Vermandois. Il a été très finement cartographié par Leriche (*in* Meilliez, 2018).

L'Arrouaise est un territoire qui s'étend des environs d'Albert (80), sur l'Ancre, affluent de rive droite de la Somme, à ceux de Wassigny (02). Aujourd'hui, son identité n'a laissé de traces que dans le nom de plusieurs localités, et le souvenir d'une Abbaye d'Arrouaise qui apparaît à la fin du XI<sup>e</sup> siècle. Selon Delaby (1844), l'Arrouaise, terre aride couverte de forêts, s'appelait *Arida gamantia*, nom tirant son origine de racines grecques et latines : *gê* (la divination) et *arida* (le terrain sec et élevé). La présence de druides, selon César, en faisait un lieu de culte.

Informations recueillies sur <https://play.google.com/store/books/> consulté le 07/05/2019.

Fénié & Fénié (2000) proposent l'origine latine *Atravasia silva* (forêt des Atrébates) qui aurait été contractée au Moyen-Âge en *Arosia et Arwasia*, et qui aurait été une zone frontière entre les tribus des Atrébates, des Viromanduiens et des Nerviens.

<sup>(1)</sup> Université de Lille, UMR 8187 CNRS/LOG, francis.meilliez@univ-lille.fr

<sup>(2)</sup> 02100 – Neuville – StAmand, francois.duchaussois@wanadoo.fr

<sup>(3)</sup> 59370 – Mons-en-Baroeul, laurent.deschodt@gmail.com

<sup>(4)</sup> 62100 – Calais, francis.amedro@free.fr

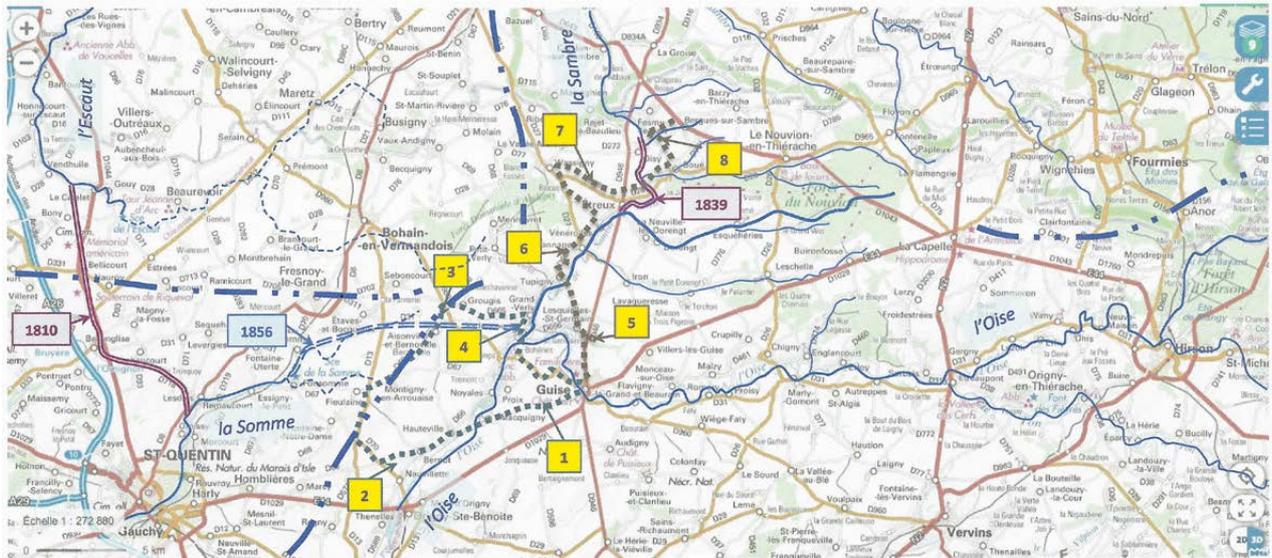


Fig. 1 – Carte de l’itinéraire (pointillés) avec les arrêts : 1 à 4 le matin, 5 à 8 l’après-midi. Les lignes bleu outremer discontinues sont les lignes de partage des eaux entre les bassins de la Somme, de l’Escaut, de la Sambre et de l’Oise. Fond de carte extrait du site Web *Géoportail*. Le canal de Saint-Quentin, inauguré en 1810, relie l’Escaut canalisé à la Somme. Le canal de la Sambre à l’Oise l’a été en 1839. Informations détaillées sur le site *Projet Babel*.

Fig. 1 – Dotted line = map of stops: 1 to 4 on the morning, 5 to 8 on the afternoon. Discontinuous deep blue lines are water divides between Somme, Scheldt and Oise rivers. Topographic map from *Géoportail* website. The Saint-Quentin canal between Scheldt and Somme rivers was opened in 1810. The canal between Sambre and Oise was opened in 1839. More informations in the *Projet Babel* website.

## 2) Le Noirieu, un cours d’eau qui interroge

Selon les cartes et les auteurs consultés, plusieurs orthographes sont utilisées : Noir Rieu, Noirriu, Noirieux, Noirieu. Cette dernière figure sur le site Web *Géoportail* et sera donc retenue ici. Le Noirieu est un affluent de rive droite de l’Oise, dont le tracé d’azimut N215, est quasi rectiligne dans le prolongement de la vallée de l’Oise depuis la confluence jusqu’à

Etreux, soit près de 9 km (Fig. 1 et 2). En amont de cette localité, il descend sur une distance de 16 km environ, en sinuant un peu autour d’un azimut N270 depuis le lieu-dit La Haie Maubecque, à l’ouest de La Capelle (02). Il prend sa source derrière la maison du garde forestier entre les cotes 220 et 225 ; il traverse Etreux à la cote 120, et rejoint l’Oise sous la cote 90. En amont d’Etreux aussi, il reçoit sur sa rive droite un cours d’eau appelé

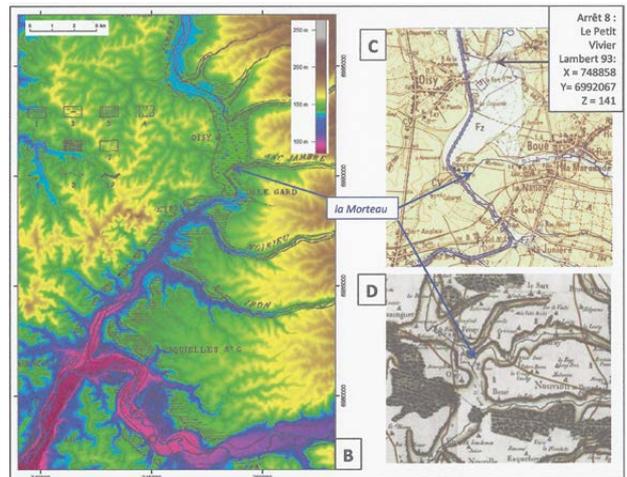


Fig. 2 – La vallée du Noirieu : A – Carte géologique de la vallée et de ses bordures. Source : le site Web *Infoterre* ; B – Image MNT (modèle numérique de terrain, source RGE 5m) préparée par Laurent Deschodt, mettant bien en évidence le dôme surbaissé (entre Oisy et Boué) qui sépare les vallées du Noirieu et de la Sambre (entre La capelle et Etreux). Surimposition d’un extrait de la carte géoréférencée des nappes alluviales étagées de Briquet (1908) ; C – Carte géologique extraite du site Web *Infoterre*, détaillant le secteur alluvial entre Oisy et Boué. ; D – Le même secteur, extrait de la carte de Cassini (seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle) ; la mention « Ancien lit de la Sambre » y est explicitement portée.

Fig. 2 – The Noirieu valley: A – Geological map of the valley and its context. Source: *Infoterre* website. B – Numeric model (RGE source 5m) as prepared by Laurent Deschodt. It clearly shows the low dome (between Oisy and Boué) separating the Noirieu and Sambre valleys (between La Capelle and Etreux). A geogridded map of successive alluvial nappes, made by Briquet (1908) is superimposed. C – Geological map between Oisy and Boué which exhibits alluvial spread, source *Infoterre* website. D – Same place from Cassini Map (second half of XVIIIth Century); the « Sambre ancient bed » is explicitly quoted.

l'Ancienne Sambre. Rabelle (1905) se fait l'écho d'une brochure publiée en 1853 concernant l'historique du canal de Saint-Quentin : en 1684, l'Ancienne Sambre a été détournée « *par une digue construite près du moulin de Boué, et l'on fit couler ses eaux dans le lit du Noirieu. Ces travaux furent exécutés dans le but d'un flottage vers Paris pour les bois de la forêt du Nouvion.* ». La carte de Cassini en rend compte (Fig. 2D).

Convaincu par le développement des idées de Davis sur l'érosion régressive linéaire, Briquet (1908) établit une cartographie détaillée des nappes alluviales du Noirieu. Il en a identifié cinq, et a suivi en surface la plus ancienne, donc la plus élevée, de l'Oise en amont de Guise jusqu'au hameau du Gard (commune de Boué). Au-delà vers le nord, c'est-à-dire dans le cours de la Sambre, il a identifié la même ancienne nappe alluviale sous celle des alluvions récentes (Fz des cartes géologiques). Il a ainsi justifié l'interprétation selon laquelle le cours supérieur de l'Oise descendant de l'Ardenne (sud de Chimay) était, avant capture, celui de la Sambre. A Guise, la rivière tournait vers le nord en recueillant en rive droite l'Iron, le Noirieu, et le cours d'eau aujourd'hui appelé l'Ancienne Sambre. Sous cette nappe ancienne, Briquet a distingué quatre nappes respectivement situées à 30 m, 20 m, 10 m et 5 m au-dessus du cours actuel de l'Oise à Vadencourt (Fig. 2). La présence d'alluvions d'origine ardennaise dans la plus ancienne nappe au nord de Vadencourt, et leur présence dans les nappes plus récentes au sud, lui a fait proposer que la mise en place de la nappe à 30 m soit postérieure à la capture supposée.

La vallée paraît incisée dans un plateau continu. Sa largeur au niveau de l'épaule de la cote 130 est à peu près constante entre Grand Verly et Etreux, de l'ordre de 600 à 700 m. En revanche le fond de vallée s'abaisse de la cote 130 à Etreux jusqu'à un peu plus de 90 à Grand Verly. Au-dessus de la cote 130, les pentes des versants sont dissymétriques (Fig. 2B) tandis que le fond de vallée est à peu près plat, tapissé d'alluvions qualifiées de récentes sur les cartes géologiques.

## II. – L'ITINERAIRE ET LES POINTS D'OBSERVATION

Départ de Guise vers le village de Macquigny, au sud-ouest.

**Arrêt 1 (Fig. 3) : l'ancienne sablière entre les fermes Couvron et de la Motte :**

L'activité extractive est abandonnée, au moins pour l'instant. Cette carrière, et quelques autres furent ouvertes dans le niveau e2c, dits Sables du Quesnoy (Celet & Monciardini, 1972),

plaqués sur les craies du Coniacien-Santonien (Fig. 3). Pour tous les auteurs qui les ont observés de près, ces sables sont continentaux. Il pourrait s'agir de massifs dunaires ayant accompagné le retrait de la mer à la fin du Thanétien (in Meilliez, 2018). Selon Léon Voisin, ils pourraient avoir contribué à combler les poches de dissolution de Sévigny-la-forêt et de Regniowez sur le Massif de Rocroi (in Meilliez, 2019). Ces sables sont jaunâtres à l'affleurement par oxydation de minéraux ferrugineux (glauconie, oxydes). Dans la carrière, une coupe de 6 à 7 m d'épaisseur est bien exposée. Sa partie supérieure contient des dalles de grès à grain très fin, d'un gris clair, tirant sur le roux. Leur épaisseur, variable, est d'ordre décimétrique. Leur face inférieure est presque toujours mamelonnée. En bordure du chemin qui descend au fond de la carrière, plusieurs blocs sont exposés en vrac. Mais un alignement de dalles suggère aussi qu'elles ont été redressées pour stabiliser le talus sableux contre lequel elles sont appuyées. Le fond de la carrière est très proche du toit érodé de la craie car un grattage par un engin mécanique a rassemblé des granules de craie et des silex.

### Traversée de la vallée de l'Oise

Entre Macquigny et Hauteville, nous traversons obliquement la vallée de l'Oise, à fond plat. Deux cours d'eau y forment des méandres courts, irréguliers. Ces deux cours d'eau se rejoignent par endroits. L'un d'eux est désigné comme étant l'Oise. Le centre de la vallée est occupé par un canal plus ou moins endigué selon les besoins. C'est le canal de liaison de la Sambre à l'Oise, long de 71 km (voir le site Web *Projet Babel*), et qui longe soit la Sambre, soit l'Oise sur la majeure partie de son cours. Il a été ouvert à la circulation en 1839, afin d'acheminer vers Paris du bois des Ardennes et du charbon de Charleroi, le bassin de Valenciennes ne produisant pas suffisamment à cette époque. Il comporte 38 écluses, dont 35 sur le versant Oise, parmi lesquelles 16 sur le seul cours du Noirieu, de la cote 138 à la cote 87.

### Arrêt 2 (Fig. 4) : Patte d'oie du Petit Dione (commune de Bernot) :

En sortant de Bernot par le CD66 vers le SW, la route monte vers un épaulement situé peu au-dessus de la cote 130 (Fig. 4A). L'arrêt permet trois observations :

- Le talus routier dans l'angle aigu (Fig. 4B) : il expose le toit de la craie localisé vers la cote 125

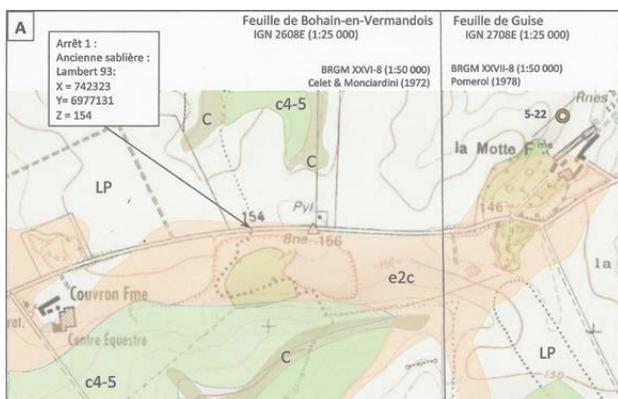


Fig. 3 – Arrêt 1 : l'ancienne sablière entre les Fermes La Motte et Couvron : A – Carte géologique simplifiée (C = colluvium de fond de vallée sèche ; LP = limon de plateau ; e2c = Sables du Quesnoy ; c4-5 = craies du Coniacien-Santonien) ; le numéro BSS localise un sondage ; B – Un front de taille actuel montrant des dalles de grès fin en place (photo F. Duchaussois, septembre 2017)

Fig. 3 – Stop 1: ancient quarry between La Motte and Couvron farms: A – Simplified geological map (C = colluvium along the dry valley bottom; LP : plateau silt; e2c = Le Quesnoy Sands; c4-5 = Coniacian-Santonian chalks; the BSS number localizes a borehole). B - A present cutting face showing slabs of in situ fine-grained sandstone (photograph of F. Duchaussois, September 2017)

à cet endroit. Un limon, dit de plateau (LP) sur la carte géologique est en fait constitué d'une couche apparemment homogène de limon beige (éolien ?), surmontée d'une couche solifluée de cailloutis de craie et de silex emballés dans une abondante matrice sablo-limoneuse. Au-dessus le sol brun supporte les cultures.

➤ En contrebas, un trou conique est une marnière (Fig. 4C) dans laquelle les agriculteurs tirent de temps à

autre de la craie à épandre sur les terres argileuses qui tapissent les dolines du plateau.

➤ En regardant vers l'est (rive gauche de l'Oise), on constate qu'à part de rares bosses qui dépassent la cote 130, la topographie est sensiblement plus basse que vers l'ouest (rive droite de l'Oise). C'est un paysage de champs ouverts, mollement ondulé, avec quelques bosses plus ou moins boisées, le reste étant occupé par la culture.

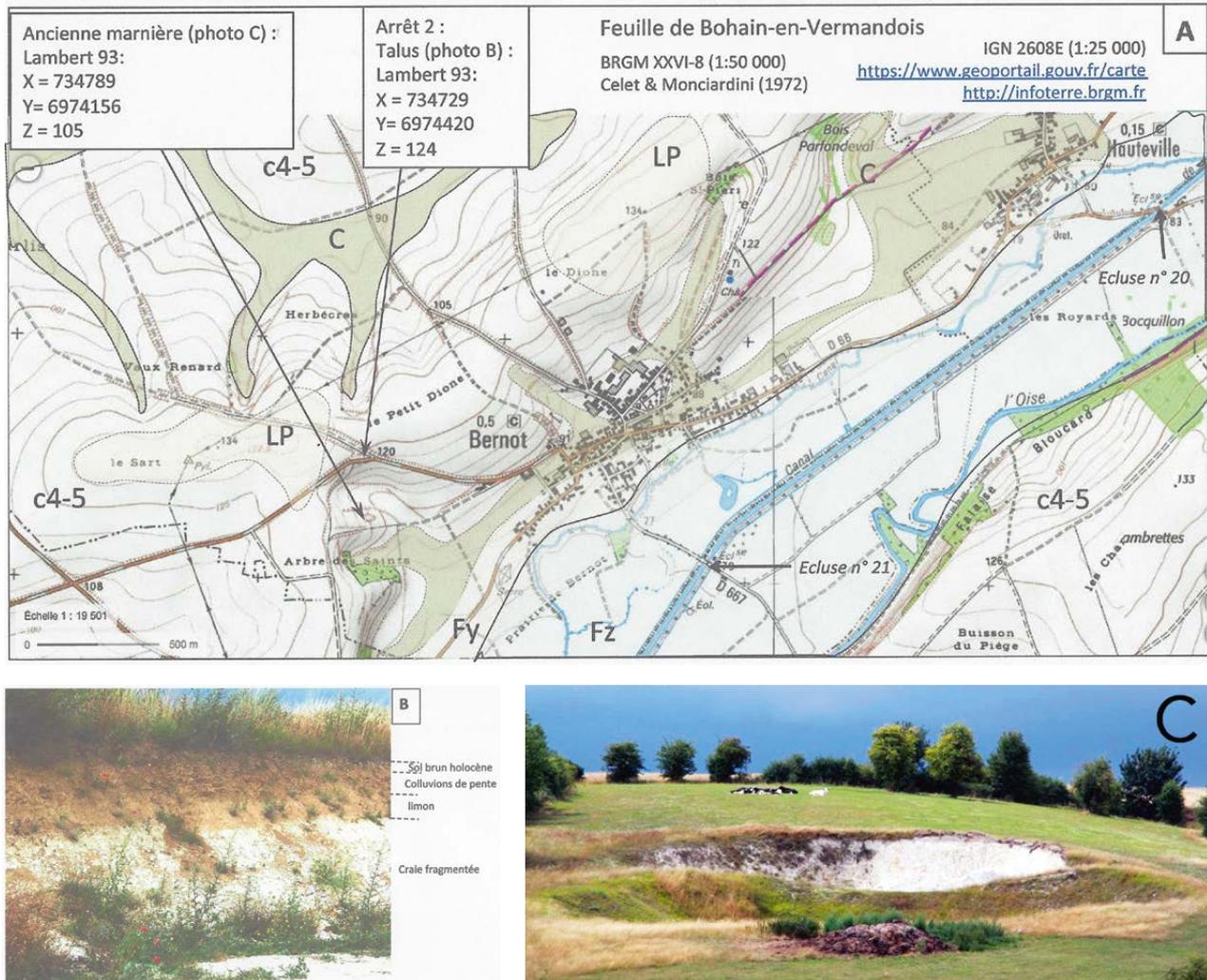


Fig. 4 – La vallée de l’Oise et les environs de Bernot : A – carte géologique simplifiée ; B – Talus routier à la patte d’oie (photo F. Duchaussois) ; C – Marnière dans une pâture montrant la craie fraîche (photo F. Duchaussois, septembre 2017).

Fig. 4 – The Oise valley and Bernot surroundings: A – simplified geologica map; B – Road cut at the Y crossing; C – Marl quarry within a pasture with fresh chalk.

### La ligne de crête de Fieulaines à Grougis

Nous montons vers Fieulaines (cote 140), rejoindre la ligne de crête, jusqu’à Grougis (cote 170) (Fig. 1 : trajet entre arrêts 2 et 3). Cette ligne est un tronçon de la ligne de partage des eaux, dite de Picardie (Meilliez, 2019), qui sépare le bassin versant de l’Oise à l’est de celui de la Somme au sud-ouest et de celui de l’Escaut au nord-ouest.

Pour l’atteindre, il faut traverser une vallée sèche, à fond plat, large de plus de 200 m au fond et aux versants très évassés. La légende de la carte géologique (Celet & Monciardini, 1972) qualifie de *colluvions de vallée sèche* (C) « la gangue argilo-sableuse grise chargée de matières organiques, de granules de craie résiduels et de débris de silex » qui tapisse le fond. Ce type

de morphologie est très fréquent sur le Massif de l’Arrouaise, ce qui justifierait peut-être une des origines avancées pour le nom (Encadré 1). Ce parcours en crête permet de voir la craie sub-affleurante dans les champs encore dénudés. Seules les quelques bosses sont encore un peu capées de dépôts résiduels de la base du Thanétien. Toute cette région a été très méticuleusement cartographiée par Leriche (*in* Meilliez, 2018). Villages et hameaux se sont installés sur ces bosses en utilisant la nappe perchée des sables thanétiens. La ressource étant insuffisante aujourd’hui, les châteaux d’eau exploitent l’aquifère de la craie du Coniacien-Santonien (c4-5) et du Turonien supérieur (c3c-d), dont le plancher est formé par les craies marneuses et les dièves du Turonien moyen (c3a-b). Au château d’eau de Montigny-en-Ar-

rouaise, le sondage BSS000EFTW (site Web *Infoterre*) a traversé 9 m de sables thanétiens, puis 25 m de craie blanche avant d'atteindre à la cote 93, le tun (craie durcie phosphatée) qui marque la limite entre le Coniacien et le Turonien supérieur.

Entre Montigny-en-Arrouaise et Aisonville-et-Bernoville, une tête de vallée sèche s'ouvre vers le NW (Fig. 1). Peu avant Etaves-et-Bocquiaux, elle rejoint une autre vallée sèche plus large de laquelle jaillit, à Fonsomme, la source de la Somme. Etaves-et-Bocquiaux est une localité perchée sur une ligne de crête, entre trois vallées sèches qui convergent vers Fonsomme. Ce village a connu durant plusieurs décennies des exploitations de craie phosphatée, aujourd'hui complètement abandonnées (*in Meilliez, 2018*). Entre les deux hameaux de Aisonville et Bernoville, le sondage BSS000EFWN (site *Infoterre*), partant de la cote 160, a traversé 17 m de dépôts argileux et sableux du Thanétien, puis la craie du Coniacien-Santonien sur 49 m avant d'atteindre le tun à la cote 100, et enfin les dièves à la cote 64,50. Juste après avoir traversé le carrefour avec le CD31 dans Aisonville-et-Bernoville, nous passons à l'aplomb (environ 70 m au-dessus) de la Rigole du Noirieu, dont il sera question de façon plus détaillée à l'arrêt 4.

### Arrêt 3 (Fig. 1) : Panorama de Grougis :

Les cultures ne permettent pas de bien voir les sables roux thanétiens qui couvrent la butte, au-dessus de quelques dépôts argileux, plancher d'une nappe perchée. En revanche le panorama est très dégagé. Vers l'ouest se trouve le village de Seboncourt, et vers le nord la Forêt d'Andigny, avec notamment le village de Mennevret. A environ 1 km du point d'arrêt, entre Seboncourt et la forêt passe une autre vallée sèche très marquée, connue sous le nom de *Vallée des Torrents*, ou encore *Canal des Torrents*. Cette vallée sèche passe par Bohain-en-Vermandois, puis reçoit en rive droite une autre vallée sèche qui descend de Busigny (*le Riot de la Ville*), avant de rejoindre l'actuelle source officielle de l'Escaut, à Gouy, 22 km en aval de Mennevret (*Meilliez, 2016*). Toutes ces vallées sèches sont dues à une évolution karstique, abondamment analysée et argumentée par Leriche (*in Meilliez, 2018*). La dénomination de *Torrent*, utilisée en plusieurs sites du Massif de l'Arrouaise, rend plutôt bien compte des résurgences épisodiques et brutales qui, çà et là, suivent des périodes orageuses et très pluvieuses.

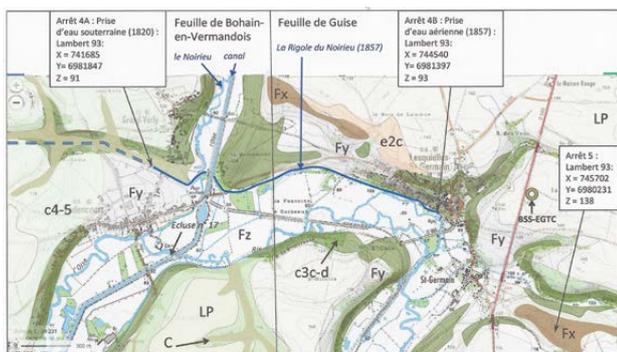


Fig. 5 – La confluence de l'Oise et du Noirieu : A – carte géologique simplifiée (C = colluvions de fond de vallée sèche ; Fx = Alluvions les plus anciennes ; Fy = alluvions intermédiaires ; Fz = alluvions modernes ; LP = limon de plateau ; e2c = Sables du Quesnoy ; c4-5 = craies du Coniacien-Santonien ; c3c-d : Turonien supérieur) ; le numéro BSS localise un sondage (voir *in Meilliez, 2018*) ; B – le front de taille résiduel des alluvions notées Fx dans la pâture de Lesquielles - Saint-Germain (photo F. Meilliez, septembre 2017). Arrêt 5 (XL93 = 745664 ; YL93 = 6980255 ; Z = 138). Fig. 5 – Confluence of Oise and Noirieu rivers : A – simplified geological map (C = colluvium along the dry valley bottom ; Fx = the oldest alluvium ; Fy = the intermediate alluvium ; Fz = the present alluvium ; LP : plateau silt ; e2c = Le Quesnoy Sands ; c4-5 = Coniacian-Santonian chalks ; c3c-d: Upper Turonian chalk) ; the BSS number localizes a borehole ; B – present state of working face exhibiting Fx alluvium within the Lesquielles-St Germain pasture.

### Arrêt 4 (Fig. 1 et 5) : La Rigole du Noirieu et sa prise d'eau :

La descente de Grougis à Grand Verly emprunte une courte vallée sèche qui aboutit à une morphologie qui évoque un cône de déjection plutôt récent, que Leriche (1944) attribue à une terrasse de la paléo-Oise. Le canal de Saint-Quentin a été inauguré par Napoléon I<sup>er</sup> en 1810. Son alimentation naturelle par le contenu de la nappe de la craie (Turonien supérieur à Coniacien-Campanien) semble n'avoir pas pu être suffisamment garantie par le jeu des précipitations et infiltrations naturelles puisque dès 1820 a été percée une canalisation souterraine depuis la commune de Vadencourt, jusque Croix-Fonsomme, se poursuivant à l'air libre le long de la Somme jusque Lesdins. La prise d'eau (Arrêt 4A) se faisait grâce à un barrage en travers du Noirieu, situé à l'amont de sa confluence avec l'Oise. Une dénivelée de 8 m sur les 22 km de parcours assurait l'écoulement. Toutefois, la sécheresse de 1856 a démontré l'insuffisance du Noirieu seul comme soutien hydraulique. De sorte qu'en 1857 une rigole aérienne a prolongé la première (2400 m) en rive gauche du Noirieu pour aller chercher directement à Lesquielles l'eau de l'Oise. Ce se-

cond point (Arrêt 4B) nous a été indiqué par un membre de la SHNA, habitant Lesquielles ; nous l'en remercions. La première information est précisée sur le site Wikipedia à l'article *Rigole du Noirieux* (consulté le 15/05/2019).

### Arrêt 5 (Fig. 5) : La groise, dépôt quaternaire (?) de Lesquielles – St-Germain :

Sur la route de Guise à Etreux, au cimetière de Saint-Germain, prendre à droite un chemin de terre qui monte jusque dans une pâture située sur un replat (cote 130 environ), face au Bois des Fonds. Au sommet de cette pâture la partie supérieure d'une carrière de *groise* est encore observable. Localement, les cailloutis plus ou moins grossiers emballés dans une matrice argilo-sableuse, alternant avec des sables, portent le nom de *groise* (Briquet, 1908 ; Leriche, 1944). Ils sont encore utilisés de temps à autre par un cultivateur ayant besoin de quelques mètres cubes d'empierrement pour renforcer un chemin. Ils forment un tapis haut perché, à plus de 40 m au-dessus du lit de l'Oise actuelle. Briquet (1908) en a fait une cartographie très détaillée qui l'a conduit à retrouver ces dépôts sur les parties hautes de la vallée

du Noirieu, jusqu'au-delà d'Etreaux (Fig. 2). Plus au nord, à partir du hameau du Gard (commune de Boué), l'auteur dit avoir identifié ces mêmes dépôts sous les alluvions récentes (Fz) de la vallée de la Sambre. Il y a certainement une relation entre ce nom de *groise* et celui de la commune de La Groise située encore quelques kilomètres au nord de la carte parcourue ici (Fig. 1). A Lesquielles-St Germain, la carrière de *groise* domine un méandre perché de l'Oise, également cartographié par Briquet (1908).

Leriche (1944) rapporte que A. de Lapparent (1876) avait déjà indiqué les différents dépôts de *groise* sur la première édition de la carte géologique de Cambrai. Et il reproche à Gosselet

et Ladrière de les avoir confondus en un seul système de dépôt qu'ils ont appelé Diluvium. Leriche confirme et précise les observations de Briquet. Aujourd'hui, disposant de l'excellente référence régionale qu'est la vallée de la Somme et ses 10 terrasses répertoriées et datées (Antoine *et al.*, 2007), il est souhaitable qu'une analyse détaillée soit faite du dépôt de Lesquielles – Saint-Germain et qu'il soit situé dans le temps par rapport à l'évolution de la Somme. Dans la morphogenèse de cette vallée du Noirieu, quelle est la part des alternances Glaciaire/Interglaciaire et de leurs expressions ? Quelle est la part du soulèvement tectonique qui affecte indubitablement le Massif Ardenno-Rhénan (Meilliez, 2019) ?

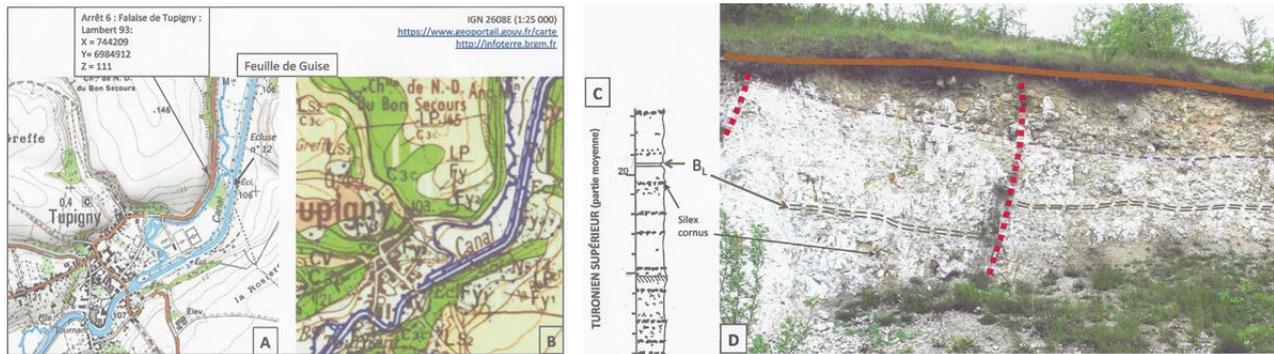


Fig. 6 – Le site de Tupigny : A – Carte topographique (extraite du site Web *Géoportail*) ; B – Carte géologique (extraite du site Web *Infoterre*) ; C – Log du Turonien supérieur de la tranchée de Caffiers (62) présentant la même succession que cet affleurement ; BL = niveau de bentonite du Lewes Marl ; D – Vue de la falaise et de son piedmont de débris (photo F. Duchaussois, mai 2019) ; le tireté rouge souligne la karstification dans la faille normale qui décale le niveau de bentonite.

Fig. 6 – Tupigny site: A – topographical map (from *Geoportal* website) ; B – Geological map (from *Infoterre* website) ; C – Upper Turonian log of Caffier (62) outcrop which exhibits the same stratigraphical record as the present one ; BL = Lewes Marl bentonite reference bed ; D – Picture of the cliff and its debris piedmont ; the dashed red line marks a karstified normal fault zone which cuts through the reference bed.

#### Arrêt 6 (Fig. 6) : La craie de Tupigny :

En rive droite du Noirieu, face au village de Tupigny, les falaises crayeuses sont très vives. Une très dense fissuration rend la falaise dangereuse, et suggère le passage d'une zone faillée sub-verticale (direction approximative N030). Du bas vers le haut, la coupe comporte :

- environ 3 m de craie blanche, tendre, fine, traçante, incluant plusieurs lits décimétriques de gros silex « cornus » noirs, à cortex blanc et surtout de très nombreux petits silex digitiformes épars, qui correspondent à des traces fossiles nommées *Thalassinoides*. Il s'agit de terriers creusés par des organismes fouisseurs dans la boue crayeuse, essentiellement des bivalves et des crustacés proches des langoustines actuelles. Rappelons qu'il y a 92 millions d'années, lors du dépôt de la craie, le sédiment n'était pas compacté. Cet intervalle contient de nombreux fossiles, incluant de petits oursins irréguliers fouisseurs nommés *Micraster leskei*, quelques ammonites : *Lewesiceras mantelli* et *Scaphites geinitzii*, et de nombreux bivalves caractéristiques d'un substrat semi-fluide : spondyles, pectinidés, téllines, etc ;
- un lit décimétrique de marne beige qui est en réalité un niveau de bentonite, c'est-à-dire une argile provenant de l'altération sous-marine de verre volcanique. Ce niveau repère est connu dans le Sud de l'Angleterre (où il a été décrit pour la première fois sous le nom de Lewes Marl ; cf. Mortimore, 1983), le Nord de la France (Boulonnais, Normandie, Brie,

Aube, Marne), le Nord de l'Allemagne, la Pologne et peut-être même sur la plate-forme russe. Le volcan à l'origine de ces émissions était localisé entre la Scandinavie et la partie septentrionale des îles britanniques ;

- quelques mètres de craie blanche où, seuls, apparaissent des lits de gros silex cornus.

La succession des faciès observée dans cette coupe est tout à fait comparable à celle qui a été décrite dans la tranchée de Caffiers, dans le Boulonnais (Fig. 6C et D). Au Turonien, l'enregistrement sédimentaire est identique dans une large bande centrale du Bassin anglo-parisien allant du sud-est de l'Angleterre (Sussex, Kent) jusqu'en France (Marne, Aube). Le dépôt de la craie s'est fait sous la forme d'une boue semi-fluide dans laquelle vivaient de nombreux organismes fouisseurs (oursins irréguliers, bivalves, crustacés, etc.), le tout dans une mer chaude (température des eaux superficielles pouvant atteindre 35 à 37°C dans l'Atlantique central) avec un niveau marin 200 à 300 m au-dessus du niveau actuel.

Cet affleurement de Tupigny expose en outre le niveau de bentonite le plus jeune des cinq connus dans le Bassin anglo-parisien (Amédéo *et al.*, 2018) : le Lewes Marl. Les bentonites sont des argiles gonflantes, produit de l'altération de cendres volcaniques au contact de l'eau de mer. Associés à ces argiles, se trouvent aussi quelques débris de verre volcanique, quelques cristaux automorphes de quartz et de zircon. Ces lits argileux, récessifs (= en retrait) en falaise, représentent le faciès actuel des éjecta d'un massif volcanique plinien qui était actif il y a 92 millions d'années, en Mer du Nord. Les éruptions du Pinatubo (Philippines) en 1991, du Mont St.-Helens (Etat de Washington, USA) en 1980, et du Vésuve en 79 ont été de

même nature. Cet affleurement appartient bien au Turonien supérieur. Au stade d'évolution actuel, le sommet de la falaise montre aussi en coupe une nappe solifluée qui a régularisé le versant, probablement au cours de la dernière déglaciation. Une modeste faille normale a décalé le niveau de bentonite ;

elle n'est probablement qu'un satellite d'une faille plus importante située au sud. En revanche, cette faille a favorisé la pénétration des eaux d'infiltration qui l'ont élargie ; c'est une marque d'érosion karstique comme Leriche l'a beaucoup illustré dans le Massif de l'Arrouaise.

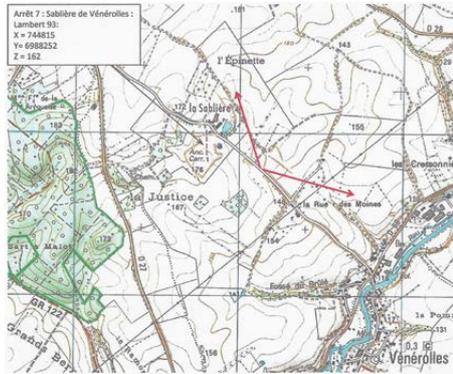


Fig. 7 – L'ancienne sablière de Vénérolles : A – Carte de situation de la sablière et du point à partir duquel une vue panoramique sur le dôme séparant l'Oise de la Sambre est observable ; B – Photo de l'état rafraîchi du front de taille (photo F. Duchaussois, mai 2019). Les limons de plateau couvrent les sables thanétiens.

Fig. 7 – The old Vénérolles quarry: A – Location of the sand quarry and of the viewpoint from which a panoramic oversight covers the dome between Oise and Sambre rivers; B – Refreshed working face of the sand quarry. Plateau silts cover Thanetian sands.

#### Arrêt 7 (Fig. 7) : La sablière de Vénérolles et le panorama vers Oisy - Boué :

A quelques centaines de mètres de la ligne de partage des eaux entre les bassins versants de l'Escaut à l'ouest et de l'ensemble Noirieu – Sambre à l'est, de nombreuses sablières ont été ouvertes depuis longtemps dans les sables de la base de l'Eocène (in Meilliez, 2018). La Ferme de l'Arrouaise est bien implantée au milieu de ses cultures, environ 2 km au nord du point d'arrêt. C'est une région très agricole, orientée vers l'industrie du lait. Le Nouvion-en-Thiérache est à moins de 10 km vers l'est. D'après la peinture figurant sur la façade de la laiterie, là fut inventé le procédé de fabrication du lait en poudre avant que M. Guigoz ne l'industrialise. Les sables thanétiens sont recouverts d'une couche de limon épaisse de plusieurs mètres (Fig. 7B).

En redescendant vers Vénérolles, s'ouvre vers le nord un panorama qui montre la régularité de la pente d'ensemble qui descend du Massif Ardennais à l'est, et se prolonge vers le Cambrésis à l'ouest. De part et d'autre du seuil Oisy – Boué, les vallées qui s'individualisent, la Sambre vers le nord et le Noirieu vers le sud, montrent un profil dissymétrique. Tout se passe comme si (Fig. 8) le soulèvement en bascule, progressif et lent de l'Ardenne incitait les cours d'eau à migrer vers l'ouest en décapant une surface d'aplanissement. La disposition radiale des affluents, longs (Fig. 1), en rive droite de la Sambre d'une part, et en rive gauche du Noirieu d'autre part, renforce cette interprétation. La géométrie des relations entre le socle paléozoïque et sa couverture d'âge crétacé varie selon les endroits (Meilliez, 2015, 2018).

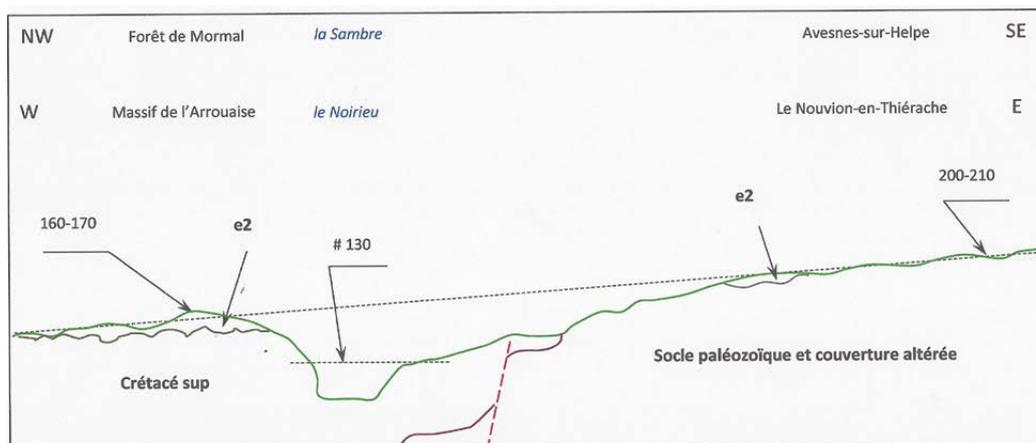


Fig. 8 – Schéma de principe, hors échelle, pour illustrer la relation entre le socle paléozoïque de l'Ardenne – qui affleure à l'est -, avec sa couverture constituée de dépôts méso-à cénozoïques et leurs produits d'altération. Le tireté incliné vers l'ouest marque l'allure générale de la topographie actuelle, qu'elle soit prise entre Le Nouvion et le Massif de l'Arrouaise, ou plus au nord entre Avesnes/Helpes et la Forêt de Mormal. Le tireté à la cote 130 est celui qui est évoqué au début du texte : c'est l'épaulement de l'incision du Noirieu par rapport à la topographie mature des plateaux qui l'encadrent.

Fig. 8 – Theoretical sketch, out of scale, for illustrating relationships between the Ardenne palaeozoic substratum – which crops out farther east – with its cover. The later is compounded of meso-cenozoic beds and their altered products. The westwards inclined dashed line marks the general present-day topographical look, whatever the place where observed : either between Le Nouvion and the Arrouaise Massif or between Avesnes/Helpes and Mormal Forest. The 130 high dashed line has been explained in the text: it is the topographical shoulder of the valley while incised within the mature plateau.

### **Arrêt 8 (Fig. 2B, C et D) : Le seuil Boué – Oisy entre Sambre et Noirieu :**

Entre Etreux et Boué se situe l'interfluve naturel entre le Noirieu et la Sambre. Selon Rabelle (1905), en 1684, le cours qui aujourd'hui, en amont de Boué, s'appelle l'Ancienne Sambre prenant sa source dans la Forêt du Nouvion (Fig. 1), a été détourné pour franchir cet interfluve très surbaissé, afin de rejoindre le lit d'un ancien petit affluent de rive droite du Noirieu, coulant depuis le hameau du Gard jusqu'à Etreux (Fig. 2B). Au niveau de ce franchissement le cours d'eau artificiel porte le nom de Morteau. Toutefois, au niveau de l'écluse n° 1 du canal de la Sambre à l'Oise, au Gard, le courant de l'Ancienne Sambre est vif. La déclivité est forte, ce qui se traduit par une succession de 6 écluses en 1 km environ de part et d'autre d'Etreux. En travaillant sur les divers sondages enregistrés dans la Banque de Données du Sous-Sol (site Web *Infoterre*), il a été possible de mettre en évidence le passage d'une zone faillée orientée NW-SE au niveau d'Etreux, qui semble avoir induit une subsidence différentielle lors de la transgression sur le socle durant le Turonien (Meilliez, 2018). Entre Boué et Oisy (Fig. 2B, C) s'étend une plaine alluviale plate, comblée d'alluvions dites modernes (Fz). Émergeant de cette zone humide, la Ferme du Fort, à Oisy, est localisée sur une faible éminence et entourée de douves. Là s'arrête la visite de terrain.

### **III. – INFORMATIONS SCIENTIFIQUES ET QUESTIONS EN SUSPENS**

Cette visite avait trois objectifs rappelés au début de ce texte. Résumons la portée des observations réalisées par rapport à ces objectifs.

#### **1) Connaissance de la géodynamique régionale récente**

Le Massif Ardennais est habituellement présenté dans les manuels de géologie comme le type d'un *massif ancien*, c'est-à-dire un relief résiduel, issu d'une longue période d'érosion ayant nivelé une chaîne montagneuse. Cette présentation n'est pas juste. En fait, le Massif Ardennais est en cours de différenciation. Avec le Massif Schisteux Rhénan qui le prolonge vers l'est, il est soumis à une déformation tectonique qui résulte de la convergence de trois mécanismes :

- Une action de long terme (se mesure en dizaines de millions d'années) induite par la dynamique intérieure de la Terre sous forme d'une *plume mantellique*, c'est-à-dire un courant ascendant chaud dans le manteau qui, à la manière d'un chalumeau, chauffe la lithosphère par dessous. Le volcanisme qui a marqué l'Eifel et le fossé de la Hesse depuis le début des temps cénozoïques tire son origine de là.
- Une action de très long terme (se mesure en centaines de millions d'années) induite par la dérive des continents. Elle est notamment responsable de l'affrontement entre la plaque africaine et la plaque eurasiatique et des ouvertures des océans Atlantique et Arctique. En réponse à ces mouvements relatifs, la bordure méridionale de l'Europe est soumise à un tenseur de contraintes dont l'intensité relative et l'orientation varient dans le temps et en fonction des hétérogénéités de constitution locales. La croûte supérieure, fragile, est soumise à extension, cisaillement vertical ou horizontal ; certaines fractures anciennes rejouent, pas nécessairement dans le même sens que lors de leur premier jeu. En l'absence de

fractures, la croûte flambe (se déforme en fronçant) jusqu'à se rompre localement. La croûte inférieure et le manteau supérieur, ductiles, s'amincissent ou s'épaississent en enclenchant des réajustements isostatiques régionaux.

- Une action de court terme (se mesure en centaines de milliers d'années) induite par l'évolution climatique, résultante des interactions entre paramètres astronomiques de la Terre, l'activité du Soleil, la dynamique des enveloppes fluides (atmosphère et océan) et la tectonique des plaques.

Le Massif Ardenno-Rhénan se soulève peu à peu depuis une petite centaine de millions d'années. L'évolution se fait apparemment par crises dont le faible état d'avancement explique la présence d'un manteau d'altérites épais sur la presque totalité de son étendue. Au cours du dernier million d'années, les interactions tectoniques citées plus haut ont engendré des alternances climatiques glaciaire/interglaciaire dont les effets (érosion / sédimentation) sont enregistrés le long de la vallée de la Somme et autres fleuves (Antoine *et al.*, 2007 ; voir Salvador, 2019). La disposition du réseau hydrographique de la Sambre et du cours supérieur de l'Escaut (en amont de Condé/l'Escaut) est particulière : les cours d'eau majeurs ne coulent pas le long de la ligne de plus grande pente générale mais de façon concentrique sur l'enveloppe du Massif Ardennais. Ils reçoivent tous deux en rive droite de longs affluents qui, eux, sont disposés de façon radiale et coulent suivant la ligne de plus grande pente générale (Meilliez, 2018 : Fig. 2). Tout se passe comme si un basculement récent du Massif Ardennais et de sa bordure occidentale vers le nord avait induit une telle disposition du réseau hydrographique. Si tel est le cas, alors la datation des nappes alluviales anciennes dont le Noirieu a gardé la trace, et leur positionnement temporel relatif à l'évolution de la Somme, devrait permettre de jalonner l'évolution de cette partie du Massif Ardennais dans le temps (Meilliez, 2019).

A titre comparatif, les travaux engagés dans la vallée du Rhin et les régions voisines de l'Ardenne et du Massif Rhénan suggèrent qu'un épisode de surrection forte ait eu lieu vers la fin de l'Oligocène, suivi d'un autre mal défini (Miocène supérieur ou Pliocène) et enfin un nouvel épisode récent (Pléistocène inférieur à moyen, vers 800.000 ans). L'ordre de grandeur de ce soulèvement au cours du dernier épisode serait de l'ordre de 0,1 à 0,5 mm/an au niveau du Rhin (Demoulin & Hallot, 2009) et s'annulerait pratiquement au niveau du cours supérieur de l'Escaut.

#### **2) Connaissance du fonctionnement hydrogéologique et conséquences sur la ressource en eau**

Si l'on observe l'organisation géométrique du réseau hydrographique du nord-ouest européen, on constate que le Massif de l'Arrouaise est en situation de château d'eau d'où partent les principaux cours d'eau, lesquels rejoignent alors le Fleuve Manche (analyse *in* Meilliez, 2018). Le haut Artois (entre Fruges et Bapaume) est dans une situation comparable. Il est généralement admis que cela est dû à l'émersion de l'anticlinal de l'Artois depuis le Lutétien supérieur (Wynns, 2014). Il semble que la pointe occidentale de l'Ardenne connut également un soulèvement à la même époque, tandis que la région du Rhin était plutôt soumise à une transgression qui atteindrait son paroxysme au cours de l'Oligocène (Demoulin, 1995). Dans ces conditions, les sables éocènes et la craie du Crétacé supérieur ont été exondés, soumis à érosion. Le simple fait du soulèvement anticlinal, même modeste, suffit pour avoir induit dans la craie, matériau

très fragile, des réseaux de fissures assez denses (Fig. 6D), et dont les orientations sont représentatives de l'ellipsoïde de déformation régional. Lorsque l'évolution climatique a apporté des pluies, l'eau a gorgé les couches fissurées de la craie et poreuses des sables. C'est ainsi que se sont constitués, et se renouvellent sans cesse les ressources hydrogéologiques régionales : nappes dans la craie et dans les divers niveaux sableux, isolées par des planchers argileux imperméables.

Or on observe que le Haut Artois (Maqsoud *et al.*, 1996) et le massif de l'Arrouaise sont caractérisés par une craie karstifiée (Leriche, 1932 ; autres rappels *in* Meilliez, 2016, 2018). Ce qui se traduit par des vallées sèches comme celles observées entre les arrêts 2 et 3 de la présente visite de terrain. A l'échelle historique, au XVII<sup>e</sup> siècle par exemple, la source permanente de l'Escaut était à Beaufeuille, soit 4 km en amont de la source actuelle à Gouy. Mais chaque épisode très pluvieux amène son lot d'inondations avec des résurgences aussi brutales que temporaires, ayant valu la dénomination de *torrent* à plusieurs de ces tronçons de vallées.

A l'avenir, il faut comprendre que la quantité de la ressource en eau régionale, dans ce secteur qui se comporte comme un château d'eau, dépend de trois mécanismes, dont deux sont liés au comportement de l'espèce humaine :

- Que le réchauffement climatique se traduise par un excès ou un déficit de pluies par rapport à la situation actuelle, les conséquences seront visibles en quelques années dans ce secteur très vulnérable par nature ;
- Si l'agriculture veut intensifier le prélèvement en eau dont elle dit avoir besoin, c'est l'ensemble de l'aquifère de la craie qui en pâtit. Une part de la migration de la source permanente de l'Escaut tient à l'accroissement de consommation que notre mode de vie a imposé aux aquifères au moins depuis le XX<sup>e</sup> siècle ;
- L'emploi intensif des pesticides et herbicides sur le massif de l'Arrouaise instille dans l'aquifère une pollution qui, si le niveau s'intensifie, réduira d'autant le volume de la ressource potentielle.

### 3) Illustration des impacts environnementaux dus à l'espèce humaine

Les impacts sur la ressource en eau constituent l'enjeu le plus important dès à présent. La croissance permanente des prélèvements dans les nappes de la craie, même ralentie, conduit toute la région vers une situation de stress hydrique dès lors que le renouvellement naturel ne compense plus ces prélèvements. C'est déjà le cas depuis quelques années sur le territoire de la métropole lilloise (Marsily, 2015 ; Meilliez & Georget, 2015). L'éventualité d'une raréfaction des pluies provoquée par le réchauffement climatique amplifierait le phénomène. Il est donc nécessaire de modifier nos modes d'utilisation de l'eau. En par-

ticulier il est nécessaire de réfléchir et proposer des essais de récupération des eaux pluviales et de recyclage des eaux usées pour limiter une tendance évolutive que la croissance démographique rend inéluctable.

Historiquement, les relations entre le fonctionnement hydrologique et l'espèce humaine ont dû passer par un long apprentissage pour commencer à comprendre une certaine cyclicité climatique et ses conséquences sur les inondations épisodiques, sans doute avec de nombreuses pertes. A compter du X<sup>e</sup> ou XI<sup>e</sup> siècle la mise en place progressive de systèmes monastiques a conduit au défrichage, à une stratégie de protection des berges par des levées de terre ou des palplanches en bois, de drainage par des rigoles et des fossés et le renforcement de ponts situés à des points solides et faciles à contrôler. Tous ces travaux ont nécessairement modifié la circulation des flux d'eau. Sur le secteur visité, la fin du XVII<sup>e</sup> siècle a vu le détournement d'un cours d'eau de la Sambre vers le Noirieu puis l'Oise (barrage de Boué). Mais les grands travaux du XIX<sup>e</sup> siècle ont fortement modifié les régimes d'écoulement et les transferts d'eau par les réalisations de canaux et canalisations aériens et souterrains (Fig. 1). La vingtaine d'écluses sur le Noirieu et la partie moyenne de l'Oise perturbent aussi les processus naturels d'érosion et sédimentation, sans que l'on ait idée de l'importance de ces perturbations en aval.

Enfin, toute activité humaine engendre des pollutions et donc contribue à dégrader la qualité de l'eau naturelle. Certes, l'industrie de l'eau potable redresse cette qualité, mais pas au-delà de seuils d'alerte dont la valeur dépend de chaque composé chimique, dont le dépassement entraîne l'arrêt du prélèvement. La dégradation qualitative entraîne la diminution quantitative.

Dernier impact : le mode d'occupation des sols. Certains sont imperméabilisés (milieux urbains, voiries et grands parkings), ce qui modifie localement l'accumulation de précipitations par ruissellement et aggrave des inondations qui, autrement, ne seraient que très passagères, voire absentes. D'autres sont régulièrement et profondément remaniés (espaces labourés), ce qui contribue à accroître le volume des sédiments qui s'accumulent dans les points bas et les collecteurs aériens comme souterrains. De plus, c'est la terre arable, la partie la plus fertile, qui est la première érodée, induisant une compensation par des additifs issus de la chimie.

**Remerciements.** – Les auteurs savent gré à l'équipe de rédaction d'avoir accepté d'innover pour ce type de publication. La SGN a pris le principe de publier ces comptes rendus de façon à permettre au lecteur d'aller sur le terrain. De ce fait Pierre Dron a accepté d'être relecteur sans avoir participé à l'excursion. Merci pour les améliorations rédactionnelles qu'il a suscitées, et pardon pour n'avoir pas répondu à toutes les questions et suggestions que sa curiosité a fait naître, mais qui appellent une communication d'une autre nature.

## BIBLIOGRAPHIE

AMÉDRO F., MATRION B. & ROBASZYNSKI F. (2018). – *Stratotype Turonien*. Collection Patrimoine géologique n°8, Biotopie éditions, Mèze/MNHN, Paris, 416 p.

ANTOINE P., LIMONDIN LOZOUET N., CHAUSSÉ C., LAUTRIDOU J.-P., PASTRE J.-F., AUGUSTE P., BAHAIN J.-J.,

FALGUERES C. & GALEHB B. (2007). – Pleistocene fluvial terraces from northern France (Seine, Yonne, Somme) : synthesis, and new results from interglacial deposits. *Quat. Sc. Rev.*, **26** : 2701-2723

BRIQUET A. (1908). – Sambre et Oise : une capture. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XXXVII** : 14-22.

- CELET P. & MONCIARDINI C. (1972). – Carte géologique de Bohain-en-Vermandois. B.R.G.M. édit., Orléans, Feuille XXVI-8.
- DE MARSILY G. (2015). – L'eau, une ressource renouvelable convoitée et inégalement répartie. *Ann. Soc. Géol. Nord*, 2<sup>e</sup> sér., **22** : 17-28.
- DELABY P. (1844). – *L'arrondissement de Péronne, ou recherches sur les villes, les bourgs, villages et hameaux qui le composent*. Impr. et Libr. J. Quentin, Péronne, 607 p.
- DEMOULIN A. (1995). – L'Ardenne bouge toujours. In DEMOULIN A. ed., *L'Ardenne, essai de géographie physique*, Université de Liège, édit. : 110-135.
- DEMOULIN A. & HALLOT E. (2009). – Shape and amount of Quaternary uplift of the western Rhenish shield and the Ardennes. *Tectonophysics*, **474** : 696-708.
- FÉNIÉ B. & FÉNIÉ J.-J. (2000). – *Dictionnaire des pays et provinces de France*. Éditions Sud Ouest, 349 p.
- LAPPARENT (de) A. (1876). – Notice explicative de la carte géologique de Cambrai, 1<sup>re</sup> édition.
- LERICHE M. (1932). – Révision de la feuille de Cambrai au 80.000e : observations hydrologiques dans la haute vallée de l'Escaut. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 179, **XXXIV** : 271-272.
- LERICHE M. (1944). – Révision de la feuille de Cambrai au 80.000e. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 216, **XLV** : 1-13, 2 pl. h-t.
- MAQSODA., BRACQ P., CRAMPON N. & COLBEAUX J.-P. (1996). – La craie du Bassin Artois-Picardie peut-elle être karstifiée ?. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **4** (2<sup>e</sup> série) : 99-109.
- MEILLIEZ F. (2015). – Paléoaltérations et paléomorphologies, des observations éphémères – Exemples autour de Fourmies (Nord). *Ann. Soc. Géol. Nord*, **22** (2<sup>e</sup> série) : 101-107.
- MEILLIEZ F. (2016). – Le Cambrésis masque-t-il un lien ou une discontinuité structurale entre l'Artois et l'Ardenne ? *Ann. Soc. Géol. Nord*, **23** (2<sup>e</sup> série) : 17-29.
- MEILLIEZ F. (2018). – Un nœud structural mobile à la jonction du Cambrésis, de la Thiérache et du Vermandois. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **25** (2<sup>e</sup> série) : 53-67.
- MEILLIEZ F. (2019). – Le Massif Ardenno-Rhénan, un massif ancien en cure de rajeunissement. *Bull. Soc. Hist. Nat. Ardennes*, **108** (2018) : 87-97.
- MEILLIEZ F. & GEORGET A. (2015). – Le citoyen consommateur de l'eau. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **22** (2<sup>e</sup> série) : 15-16.
- MORTIMORE R. N. (1983). – The stratigraphy and sedimentation of the Turonian-Campanian in the southern Province of England. *Zitteliana*, München, **10** :27-41.
- RABELLE M. (1905). – Puits et sources du Canton de Ribemont. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **XXXIV** : 3-7.
- SALVADOR P.-G. (2019). – La séquence quaternaire de la moyenne vallée de l'Avre à Cagny-la-Garenne (Somme) - Compte rendu. *Ann. Soc. Géol. Nord*, **26** (2<sup>e</sup> série) : 43-48.
- WYNNS R. (2014). – Le Bassin parisien du Tertiaire à l'Actuel. In : GÉLY J.-P. & HANOT F. dir., *Le Bassin parisien, un nouveau regard sur la géologie*. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*. Mémoire hors-série n° **9** : 85-93.

## WEBOGRAPHIE

Géoportail : <http://www.geoportail.gouv.fr/accueil>

InfoTerre : <http://infoterre.brgm.fr/>

Projet Babel : [http://projetbabel.org/fluvial/rica\\_oise-sambre-canal.html](http://projetbabel.org/fluvial/rica_oise-sambre-canal.html) (consulté le 2017-1127)

Rigole du Noirieux : [https://fr.wikipedia.org/wiki/Rigole\\_du\\_Noirieux](https://fr.wikipedia.org/wiki/Rigole_du_Noirieux)