

BULLETIN D'INFORMATION DES GEOLOGUES DU
P BASSIN DE
P A R I S S



TRIMESTRIEL
Volume 55 - N° 2



JUIN 2018

NOUVELLES INSTRUCTIONS AUX AUTEURS (mises à jour en septembre 2016)

Le *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris* publie en français (ou éventuellement en anglais pour les auteurs non-francophones) des articles originaux de référence, d'intérêts général ou régional traitant de la géologie du Bassin parisien et/ou de ses marges, ou de tout autre bassin sédimentaire dont la comparaison avec le Bassin parisien pourrait être profitable aux lecteurs.

Chaque manuscrit soumis est examiné par le rédacteur en chef et le rédacteur-adjoint, ainsi que par un des / ou plusieurs conseillers éditoriaux qui en font eux-mêmes la lecture critique ou en confient ce soin à des rapporteurs extérieurs. Ces derniers restent anonymes, sauf s'ils désirent que leur nom soit communiqué à l'auteur.

Les opinions émises par les auteurs dans leurs articles n'engagent que leur propre responsabilité.

Les délais de parution (entre la date d'acceptation du manuscrit et la publication de l'article) sont de l'ordre de 3 à 6 mois.

Présentation des manuscrits

Ils doivent comprendre dans l'ordre suivant (en Times New Roman 12):

1. le titre en français ;
2. le titre en anglais ;
3. les noms des auteurs précédés de leur(s) prénom(s) en entier ;
4. un bref résumé informatif, de 200 mots au plus, en français ;
5. la liste de mots-clés (7 au maximum), en français ;
6. un bref résumé informatif, de 200 mots au plus, en anglais ;
7. la liste de mots-clés (7 au maximum), en anglais ;
8. en note infrapaginale de la première page, l'organisme d'appartenance des auteurs ainsi que/ ou leur adresse ;
9. le texte de l'article **non justifié à droite** ;

Les sections et sous-sections ne doivent pas être numérotées, mais marquées par des titres **hiérarchisés** en gras, majuscules, italiques etc. suivant le modèle ci-dessous :

DONNÉES NOUVELLES SUR LE FAISCEAU BISONTIN

L'avant-pays et les Avants-Monts

Le pli et la faille d'Auxon

10. les remerciements éventuels ;
11. la liste des références classées par ordre alphabétique des noms des auteurs. Une référence doit citer si possible un ouvrage publié. Éviter les rapports internes ou mémoires de 2^e cycle, sauf si ils sont consultables en ligne ou en bibliothèque (et dans ce cas indiquer où). Dans le cas d'une référence à un site Web ou à une revue en ligne, la date de consultation du site doit impérativement être indiquée, ainsi que son adresse URL. Exemples :

HANOT F., BERGERAT F., GÉLY J.-P., PORCHIER J.-C. et VICELLI J. (2015) - La géologie du front occidental de la Grande Guerre des Flandres à la Champagne. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 52, 3, 27-44.

LECOINTRE G. (1947) - La Touraine. In *Géologie de la France*, Herman éd., 250 p.

BYLEDBAL A. (2014) - Un patrimoine caché : l'héritage de la guerre des mines à Arras. In *Situ, Revue des patrimoines* [En ligne], 25 | 2014, mis en ligne le 10 décembre 2014, consulté le 18 décembre 2015. URL : <http://insitu.revues.org/11466> ; doi : 10.4000/insitu.11466.

MINGUELY B. (2007) – Caractérisation géométrique 3-D de la couverture sédimentaire méso-cénozoïque et du substratum varisque dans le Nord de la France : apports des données de sondages et des données géophysiques. Thèse de l'Université des Sciences et Technologies de Lille, 230 p.

L'appel des références dans le texte se fait de la façon suivante: (Lecointre, 1947 ; Bignot *et al.*, 1997 ; Amédéo et Robaszynski, 2003) ou « d'après Martin (2001) » ou encore « Bignot *et al.* (1997) ont décrit ». Tout appel d'auteur dans le texte doit être référencé dans la bibliographie et tout titre contenu dans la bibliographie doit être appelé dans le texte.

12. La légende des tableaux et des figures, fournie en français et en anglais. Les tableaux et les figures ne doivent pas être inclus dans le fichier texte. Ils doivent être appelés dans l'ordre logique de numérotation dans le texte. Leur appel dans le texte se fait de la façon suivante: (fig. 1) ou (figs 2 et 3).

Ne pas abuser des majuscules. Elles sont utilisées avec beaucoup de modération dans la langue française. Les capitales sont accentuées.

Les points cardinaux employés comme adjectif : en toutes lettres et minuscules (la rive sud, pendage nord) ; comme substantif pour désigner une direction en toutes lettres et minuscules (à 1 km au nord de Lille) ; désignant une partie de l'espace (région, pays) avec une majuscule (les habitants du Nord de la France). Pour les directions, on peut écrire N, S, E et W, WNW-ESE etc. ou N110°-120°.

Nombres : un intervalle, sans point, entre les centaines et les milliers : 1 243 m. Ecrire 20 cm, 250 m, 3 km (utiliser les normes du système international d'unités : <http://www.metrologie-francaise.fr/fr/si/unites-mesure.asp>).

Sigles : la première fois qu'ils apparaissent, ils sont précédés de leur développement et ensuite seul le sigle est utilisé. Exemple : Centre national de la recherche scientifique (CNRS)

Références des cartes géologiques : adopter « carte à 1/50 000 »

Écrire XVIII^e et XIX^e siècles. Écrire : 1^{er}, 2^e (pas 2^{ème}), 2nd, 3^e etc.

Les citations seront entre guillemets et les mots étrangers en italique. Les notes infrapaginales devront être évitées, sauf celle de la première page (voir plus haut).

Illustrations

Prévoir un lettrage pouvant supporter une réduction. Indiquer l'orientation et l'échelle.

Soumission

Les auteurs doivent envoyer, par voie électronique, leur texte (en format WORD) et leurs figures (en format JPEG ou TIFF - un fichier par figure -) aux adresses suivantes : nicole.santa@orange.fr et francoise.bergerat@upmc.fr

Tout manuscrit non conforme aux règles ci-dessus sera retourné aux auteurs pour mise aux normes avant toute lecture.

On pourra consulter avec profit un code typographique et le manuel : DAVID L. (1985) - *Géocriture ou l'art d'écrire la Géologie. Manuels et méthodes*, BRGM éd., 150 p.

Photographie de couverture :

L'ouvrage de Froideterre, situé sur une arête de "Séquanien", avant-dernière ligne de défense avant Verdun. Cliché F. Bergerat.



BULLETIN D'INFORMATION DES GÉOLOGUES DU BASSIN DE PARIS

2018 - Volume 55 - N° 2 - Juin
Publication trimestrielle

Cotisation et abonnement (2018)

Membres ordinaires

Cotisation seule :	20 €
Cotisation + abonnement papier :	62 €
Cotisation + abonnement en ligne :	50 €

Personnes morales

Cotisation seule :	40 €
Cotisation + abonnement papier :	124 €
Cotisation + abonnement en ligne :	100 €

Non-membres

Abonnement papier seul :	84 €
--------------------------	------

Rédaction et Administration
Tour 56-55, E5 - 4 place Jussieu
F-75252 PARIS Cedex 05
SIRET 328 440 664 00014 Code APE 221 E
IBAN FR41 2004 1000 0107 7174 1E02 092
CCP 07717 41E 020 PARIS

www.agbp.fr
association.agbp@gmail.com

RÉDACTION DU BULLETIN

Rédacteurs	Françoise BERGERAT Nicole SANTARELLI
Conseillers éditoriaux	Pascal BARRIER Jean-Paul DEROIN Jean-Pierre GÉLY Daniel OBERT

BUREAU ET CONSEIL DE L'ASSOCIATION

Président	Christophe RIGOLLET
1 ^{er} Vice-Président	Sara VANDYCKE
2 ^e Vice-Président	Robert WYNS
Secrétaires	Jean-Claude PORCHIER Marie-José ROULET
Trésoriers	Jean-Pierre GÉLY Michel LEBLANC
Conseillers	Françoise BERGERAT Jean-Pierre COLBEAUX Pierre-Yves COLLIN Jocelyne FRANJOU Patrick GAVIGLIO Bertrand GENAULT Édouard HEISCH Jean-Claude KÖENIGUER Jean LABOURGUIGNE Laurence LE CALLONNEC Jacqueline LORENZ Jean-Jacques MACAIRE Jean-Pierre Malfay Florian MIQUELIS Yann SAMSON (Représentant Storengy) Nicole SANTARELLI

ASSEMBLÉE GÉNÉRALE

Conformément aux obligations statutaires de l'AGBP, l'Assemblée générale annuelle s'est tenue le 14 mars 2018 dans les locaux de l'UPMC, sous la présidence de Pierre-Yves Collin.

Le rapport annuel et les comptes seront envoyés ultérieurement aux adhérents, par courrier postal ou courriel.



Pierre de meule après défrichage sur le site d'extraction, au lieu-dit Les Carrières, près de Lignac (Indre). Cliché P. Barrier

LA PIERRE DE VOUHET, UN « CHANTIER MEULIER » OUBLIÉ DU SUD DU BERRY (Lignac, Prissac ; Indre)

THE VOUHET STONE, A FORGOTTEN MILLSTONE QUARRIES AREA IN THE SOUTHERN BERRY (Lignac, Prissac ; Indre)

par Cyrielle DUMONT¹, Alexandra FONTAINE², Marie GAY³, Pascal BARRIER⁴, Cyril GAGNAISON⁴ et Jacqueline LORENZ⁵

Résumé

Cet article vise à valoriser le patrimoine géologique et carrier de la région Centre-Val de Loire. Il s'appuie sur les résultats d'un des mémoires d'initiation à la recherche d'élèves géologues d'UniLaSalle ayant travaillé à la découverte du patrimoine carrier du sud du Berry, sur le territoire du Parc Naturel Régional de la Brenne. Le mémoire en question traite plus spécialement de l'inventaire et de la provenance des pierres de moulins. L'étude présentée ici correspond à une partie de ce mémoire concernant la découverte d'un ancien « chantier » d'extraction de silex meulier aujourd'hui tombé dans l'oubli entre les villages de Prissac et de Lignac (Indre). Le travail a consisté à retracer l'histoire de ce « chantier meulier », à en comprendre la topographie et à préciser la nature de la roche utilisée, appelée « pierre de Vouhet ». Un inventaire des éléments remarquables du patrimoine carrier a également été effectué, en particulier sur les restes de meules découverts sur place ou dans les moulins du territoire.

Mots-clés : silexite, silcrète, meule, moulin, carrière, Berry, Indre.

Abstract

This article intends to enhance the geological and quarry heritage of the region Centre-Val de Loire (France). It is based on the results of one of the memoirs of introductory to research for UniLaSalle geologist students having worked on the discovery of quarry heritage of the South Berry. This memory deals more specifically with inventory and provenance of the stones of watermills. The study presented here is part of this memory regarding the discovery of the former extraction site of millstone flint, today forgotten, between Prissac and Lignac villages (Indre). The work consisted in tracing the history of the millstone excavation site and allows to understand its topography and the nature of the used rock, called "stone of Vouhet". An inventory of the remarkable elements of quarry heritage was also conducted, especially on the remains of millstones discovered on-site or in the watermills of the territory.

Keywords : chert, *silcrete*, millstone, watermill, quarry, Berry, Indre.

Cette étude a été réalisée dans le cadre d'une reconnaissance du patrimoine carrier du sud du Berry (Parc Naturel Régional de la Brenne) entreprise dès l'époque du levé de la carte géologique de Bélâbre (Bourcier, 1997 ; Barrier *et al.*, 1999) puis de celle de Le Blanc (Guilloumy, 1998 ; Gagnaison, 2000 ; Barrier *et al.*, 2005 ; Barrier et Gagnaison, 2005) et poursuivie à l'occasion des différents travaux de mémoires des élèves de l'Institut Polytechnique UniLaSalle (Mateu, 2001 ; Gagnaison, 2002 ; Prévot et Tissier, 2006 ; Hallay et Martin, 2006 ; Poudroux et Vuaillet, 2006 ; Louterbach et Molina, 2007 ; Dumont *et al.*, 2008). Cette dernière étude portait précisément sur l'inventaire des pierres de moulin du Parc Naturel Régional de la Brenne, presque aussi connue pour le nombre de ses étangs (Benarrous, 2017) que pour celui de ses moulins (Méry-Barnabé, 2007).

Le « chantier » carrier de pierres de moulin dont il est question ici est situé entre les communes de Lignac et de Prissac.

-
- (1) TOTAL explo et assets Papouasie Nouvelle Guinée, 92078 la Défense 6 - cyrielle.dumont@gmail.com
 - (2) ESN, 30-32 Chaussée du port, 51000 Chalon-en-Champagne - alexandra.fontaine1@gmail.com
 - (3) CEMEX, 63 rue d'Ermerainville, 77435 Marne-la-Vallée - marie.gay@hotmail.fr
 - (4) UniLaSalle, Département géosciences et équipe B2R, 19 rue Pierre Wagué, BP30313 Beauvais Cedex - pascal.barrier@unilasalle.fr ; cyril.gagnaison@unilasalle.fr
 - (5) 18 rue du cardinal Lemoine, 75005 Paris - jllorenz@wanadoo.fr

La plus grande partie des anciennes aires d'extractions, appelées ici ateliers (fig.1), se trouvent sur la commune de Lignac, entre Lignac et Château-Guillaume (Aiguefoux, La Ménardière), autour du village de Vouhet sur la rive gauche de l'Anglin (au sud du lieu-dit Barbières en allant jusqu'au lieu-dit Les Carrières) et sur la rive droite de l'Anglin sur la commune de Prissac (à la sortie de Vouhet, en direction de Beauvais). Aujourd'hui, tombée dans l'oubli, la « Pierre de Vouhet » extraite pour la fabrication des meules (meules et « chails ») est même qualifiée « d'abondante, belle et bonne » dans le mémoire statistique du département de l'Indre du préfet Dalphonse (an XII). Certains de ces ateliers sont pourtant positionnés sur le cadastre napoléonien des communes de Prissac (section F2 dite de l'Age avec pour mention « meules » signalée à la sortie de Vouhet) et de Lignac (section C2 de Barbières). Les plans de ce cadastre de 1833 signalent en effet un « champ de meule » noté comme une carrière récemment abandonnée au sud de Barbières et des carrières en activité jouxtant le hameau des Carrières encore appelé à l'époque Champosé ou encore champ Poset ou Champosets (Cotinat, 2015). C'est précisément la redécouverte de ce dernier atelier, en 2008, lors des travaux d'inventaire des pierres de moulins du Parc Naturel Régional de la Brenne (Dumont *et al.*, 2008), qui a motivé cette étude.

CONTEXTE GÉOLOGIQUE

Le « chantier meulier » est implanté aux confins du Berry et de la Marche à l'intersection de deux grands domaines géologiques : la bordure sud du Bassin parisien et le nord-ouest du Massif central, la Marche, essentiellement constituée de roches métamorphiques (Rolin, 1981 ; Lerouge, 1988 ; Quenardel *et al.*, 1989 et 1998 ; Dugué, 2007)



Fig. 1 : Carte de localisation de la zone d'étude dans le périmètre identitaire du Parc naturel régional de la Brenne.

Fig. 1 : Location map of the study area in the Parc Naturel Régional de la Brenne

La bordure de la Marche forme le plateau d'Aigurande, lui-même composé de quatre nappes de charriage distinctes (Lerouge, 1988 ; Cohen-Julien *et al.*, 1989 et 1998 ; Ballèvre *et al.*, 2009) : l'unité de Fougères-Culan, à micaschistes et quartzites, les unités d'Éguzon et de Dun-Gargillesse, essentiellement gneissiques et l'unité du Pin à migmatites.

C'est l'unité du Pin qui forme le substrat géologique profond à l'aplomb du « chantier meulier » (Barrier *et al.*, 1999). Les migmatites sont recouvertes par les premières couches sédimentaires de la base du Jurassique de la bordure sud du Bassin parisien.

Une coupe levée entre la forêt Gaultier, sur le bord de l'Anglin, Dunet et le hameau des Carrières (fig.2) a permis les observations suivantes :

À l'aval de la forêt Gaultier, en rive droite de l'Anglin, affleurent les migmatites (fig.3). La roche est grenue et massive avec des amas de cordiérite associée à de la biotite. Cette anatexite est foliée et plissée. La roche est aussi intensément altérée. Sur l'autre rive de l'Anglin affleure le contact transgressif de la série sédimentaire jurassique avec, à la base, des argiles bariolées, des sables arkosiques argileux, des argiles sableuses et des sables blancs. Ces terrains, d'une quarantaine de mètres d'épaisseur, sont d'âge hettangien.

Au-dessus affleurent des grès hettangiens ferrugineux (environ 15 m), plus ou moins minéralisés en limonite, goethite, manganèse, barytine et fluorine. Certaines concentrations ont fait l'objet d'exploitations souterraines comme à Dunet (Le Goff et Smuk, 2007 ; Delesalle et Thouvenot, 2014).

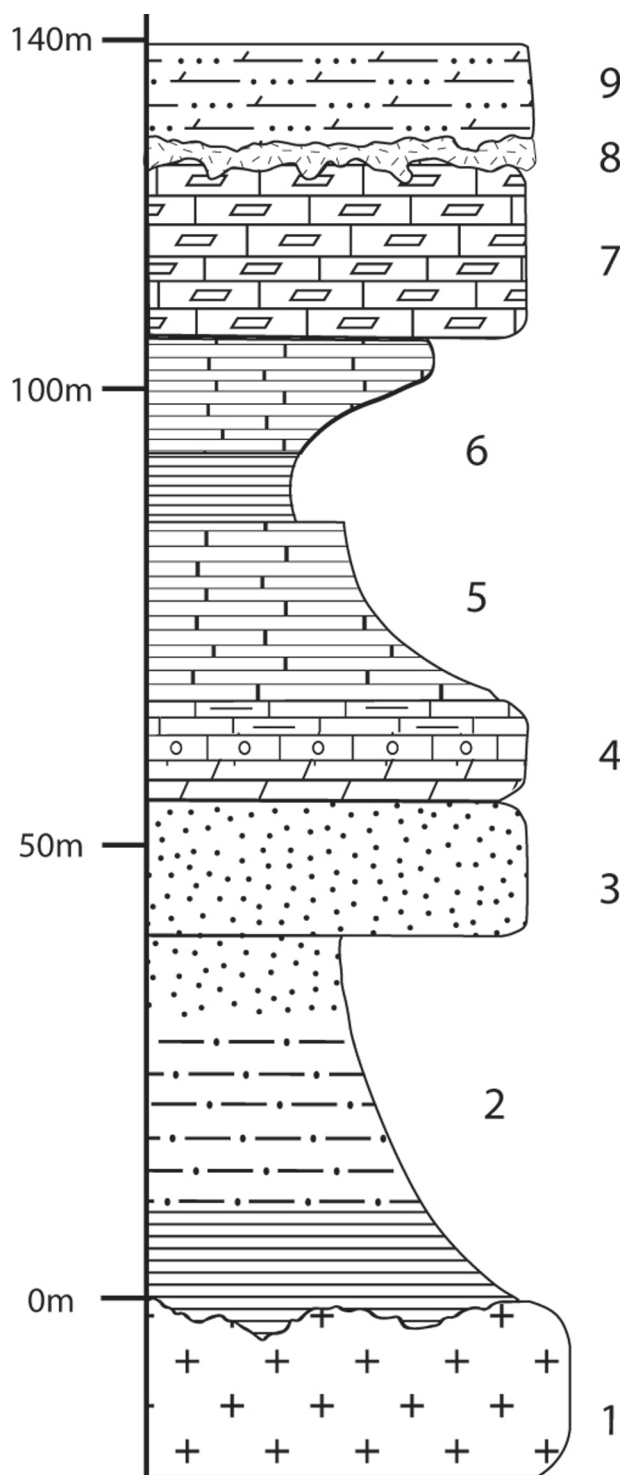
Les grès sont surmontés par des calcaires et des dolomies jaunâtres bioclastiques, des calcaires à oolites ferrugineuses et des calcaires argileux du Sinémurien (environ 10 m). Ces carbonates massifs sont surmontés par une autre série carbonatée plus tendre, marneuse et argilo-calcaire du Pliensbachien (environ 20 m).

Enfin, affleurent au niveau du plateau les terrains qui ont fait l'objet des exploitations à Barbières et aux Carrières. Il s'agit d'un ensemble de marnes grises, d'argiles noires et de calcaires d'âge toarcien à aalénien supérieur. La base est plutôt argileuse. Elle a fait l'objet d'exploitation, comme à Vouhet, pour la céramique. Le toit est plus résistant avec des bancs calcaires. Cette dernière partie carbonatée arme le plateau au passage avec les calcaires à silex de l'Aalénien moyen-supérieur - Bajocien inférieur. Ces calcaires n'affleurent pas naturellement, ils sont couverts par les formations tertiaires discordantes ou visibles au fond des anciennes carrières. Au contact avec les formations argilo-sableuses tertiaires, les calcaires à silex de l'Aalénien moyen-supérieur - Bajocien inférieur sont remplacés par des silexites correspondant à une altérite silicifiée de type silcrête. Ce sont ces silexites stratiformes qui ont été exploitées par les ouvriers meuliers et nommées « pierre de Vouhet ».

DÉTAIL SUR LA ROCHE DE L'ATELIER MEULIER DU LIEU-DIT « LES CARRIÈRES »

Au lieu-dit Les Carrières, il est encore possible d'observer la roche extraite dans trois dépressions ovales transformées en mare ou décharge (fig.4 A). Régulièrement recouverte par l'eau, la roche montre une patine noirâtre ou jaunâtre d'aspect rugueux, rognonneux. À la cassure la roche est blanchâtre, rosée à brune. Elle est totalement silicifiée. Elle englobe des silex centimétriques, gris à marron (fig.4 B).

Au microscope (fig.5), la silexite s'avère être une chaille (silicification d'une roche d'origine marine) avec des grains bio-



clastiques et lithoclastiques, jointifs bien visibles. Ils sont surtout représentés par des spicules de spongiaires, des mollusques, des échinodermes et des pelitoïdes. La phase de liaison entre les grains n'est plus reconnaissable car silicifiée ; il est donc difficile de se prononcer sur la texture d'origine entre un packstone ou un grainstone. Les bioclastes montrent une recristallisation géodique de microquartz attestant que la roche a subi, avant silicification, une dissolution des bioclastes. La roche comporte également des traces de racines silicifiées attestant de la mise en place de la silicification en contexte de paléosol de type silcrète.

Fig. 2 : Log litho-stratigraphique synthétique du lieu-dit Les Carrières, d'après Dumont *et al.* (2008).

1 : migmatite paléozoïque à cordiérite et biotite ; 2 : argiles bariolées, sables arkosiques argileux, argiles sableuses et des sables blancs de l'Hettangien ; 3 : grès ferrugineux hettangiens à limonite, goéthite, manganèse, barytine et fluorine ; 4 : calcaires et dolomies jaunâtres bioclastiques, calcaires à oolites ferrugineuses et calcaires argileux du Sinémurien ; 5 : marnes et marno-calcaires du Pliensbachien ; 6 : marnes grises, argiles noires et calcaires d'âge toarcien à aalénien supérieur ; 7 : calcaires bioclastiques à silex de l'Aalénien moyen-supérieur - Bajocien inférieur ; 8 : altérite silicifiée de type silcrète ou « pierre de Vouhet » ; 9 : formation argilo-sableuse tertiaire de Brenne.

Fig. 2 : Synthetic litho-stratigraphic log of Les Carrières area, from Dumont *et al.* (2008).

1 : paleozoic migmatite with cordierite and biotite ; 2 : multicoloured clays, argillaceous arkosic sand, sandy clays and white sand from Hettangian ; 3 : ferruginous hettangian sandstone with limonite, goethite, manganese, baryte and fluorine ; 4 : yellowish limestones and bioclastic dolomite, ferruginous oolitic limestones and argillaceous limestone from Sinemurian ; 5 : marls and argillaceous limestone from Pliensbachian ; 6 : grey marls, black clays and limestones from toarcian to Upper Aalenian ; 7 : siliceous bioclastic limestones from upper-middle Aalenian to lower Bajocian ; 8 : siliceous alterite of the type or « pierre de Vouhet » ; 9 : Tertiary sandy-argillaceous Brenne formation.

Ces silexites avaient déjà été repérées lors du levé de la carte géologique de la feuille de Bélâbre au-dessous du village de Prissac. Aux lieux-dits Les Carrières et Barbières, les altérites avaient alors échappé aux observateurs (Barrier *et al.*, 1999). Les mares étaient, à l'époque, probablement pleines d'eau et seul le Tertiaire visible a alors été cartographié à cet emplacement.

À Prissac, elles sont par contre bien décrites dans la notice de la carte (Barrier *et al.*, 2000) : « Sous le village de Prissac (x = 520 700 ; y = 2 167 900) le toit du Bajocien montre des altérites silicifiées. Sur plusieurs mètres d'épaisseur, elles se développent aux dépens de la formation dolomitique à chailles et sont visibles sur quelques centaines de mètres de long. Elles sont recouvertes par la série détritique de Brenne. Il s'agit de silexites brunes, au toucher onctueux, colorées de rouge, d'orange et de jaune. Par place, ces silicifications présentent la structure des carbonates d'origine, dans lesquels il est encore possible de trouver la stratification initiale grâce aux bancs de chailles préexistant dans le Bajocien. Le silex est riche en fer et montre localement des structures bréchiques et des figures de perte de volume, avec des fentes de retrait remplies d'opale et de stries de tassement ».

Des altérites siliceuses de même nature ont été reconnues dans la région de Montreuil-Bellay et Bayeux-Courseulles où elles ont été attribuées au Crétacé, étant scellées par la surface de transgression cénomaniennne (Joubert *et al.*, 2000). Cette hypothèse a plus tard été confirmée par Thiry *et al.* (2006).

LES MEULES DE L'ATELIER MEULIER DU LIEU-DIT « LES CARRIÈRES »

Au lieu-dit Les Carrières, plusieurs meules ou fragments de meules ont été retrouvés.

Une ébauche de meule monolithique en silexite gît le long du chemin qui mène au lieu-dit Les Carrières (fig.6). Elle est abandonnée à proximité d'une fosse d'extraction, dans un bosquet en bordure de chemin, derrière un grillage (coordonnées GPS : N 46°28.805' ; E 1° 15.566'). Son diamètre est de 174 cm,

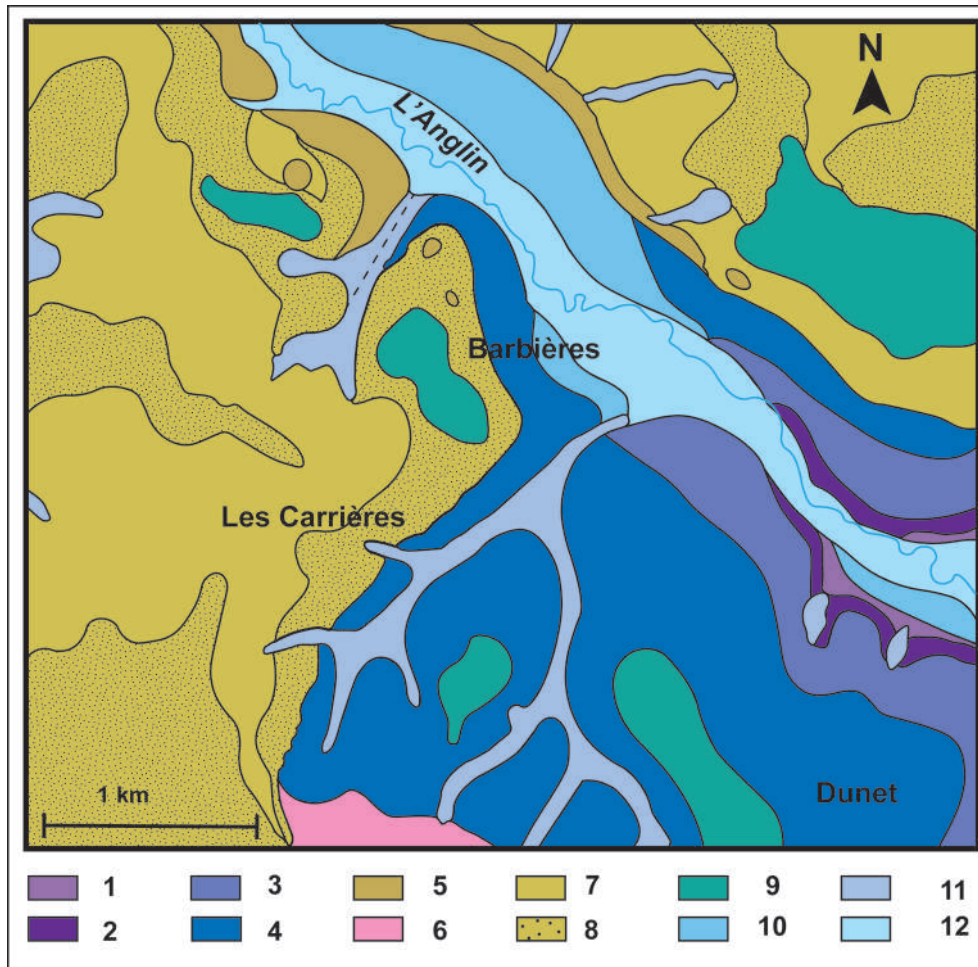


Fig. 3 : Extrait de la carte géologique de la France à 1/50 000, feuille de Bélâbre, autour du lieu-dit Les Carrières, redessiné d'après Barrier *et al.* (2000).

1 : argiles bariolées, sables arkosiques argileux, argiles sableuses, sables blancs et grès ferrugineux de l'Hettangien ; 2 : calcaires et dolomies jaunâtres bioclastiques, calcaires à oolites ferrugineuses et calcaires argileux du Sinémurien ; 3 : marnes et marno-calcaires du Pliensbachien ; 4 : marnes grises, argiles noires et calcaires d'âge toarcien à aalénien supérieur ; 5 : calcaires bioclastiques à silex de l'Aalénien moyen-supérieur - Bajocien inférieur ; 6 : altérite, argile à pisolithes de fer ; 7 : formation argileuse tertiaire de Brenne ; 8 : formation sableuse tertiaire de Brenne ; 9 : alluvions anciennes de la haute terrasse ; 10 : alluvions anciennes de la basse terrasse ; 11 : colluvions ; 12 : alluvions récentes et modernes.

Fig. 3 : Extract of the 1/50 000 geological map of France, Bélâbre sheet, around the locality Les Carrières, redrawn from Barrier *et al.* (2000).

1 : multicoloured clays, argilous arkosic sand, sandy clays, white sand and ferruginous hettangian sandstone 2 : yellowish limestones and bioclastic dolomite, ferruginous oolitic limestones and argilous limestone from Sinemurian ; 3 : marls and argilous limestone from Pliensbachian ; 4 : grey marls, black clays and limestones from toarcien to Upper Aalenian ; 5 : siliceous bioclastic limestones from upper-middle Aalenian to lower Bajocian ; 6 : alterite, iron pisolite clay ; 7 : tertiary argilous Brenne formation ; 8 : Tertiary sandy-argilous Brenne formation ; 9 : old alluvial deposits of high terraces ; 10 : old alluvial deposits of middle terraces ; 11 : colluvions ; 12 : recent and modern alluvial deposits.

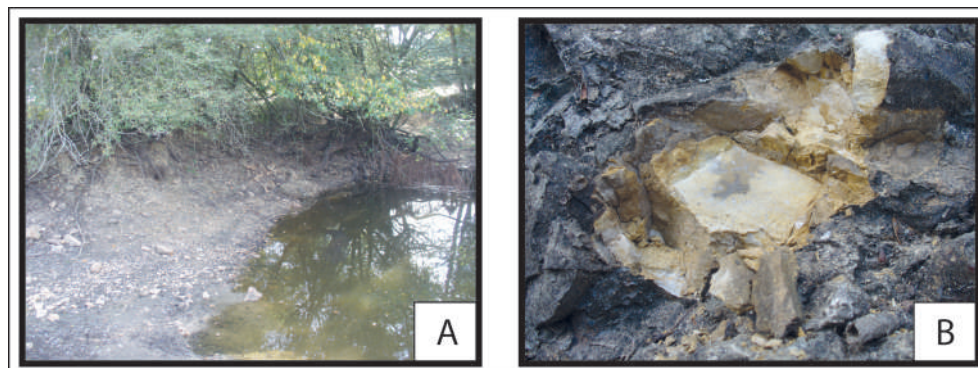


Fig. 4 : La silexite au lieu-dit Les Carrières, vues de terrain.

A : Les anciennes traces d'extraction de silexites dans une mare, au lieu-dit Les Carrières
B : Aspect macroscopique de la silexite extraite au lieu-dit Les Carrières.

Fig. 4 : The silexite from Les Carrières, field views.

A : The old traces of silexite extraction in a pond, in the locality Les Carrières.
B : Macroscopic aspect of silexite from the locality Les Carrières.

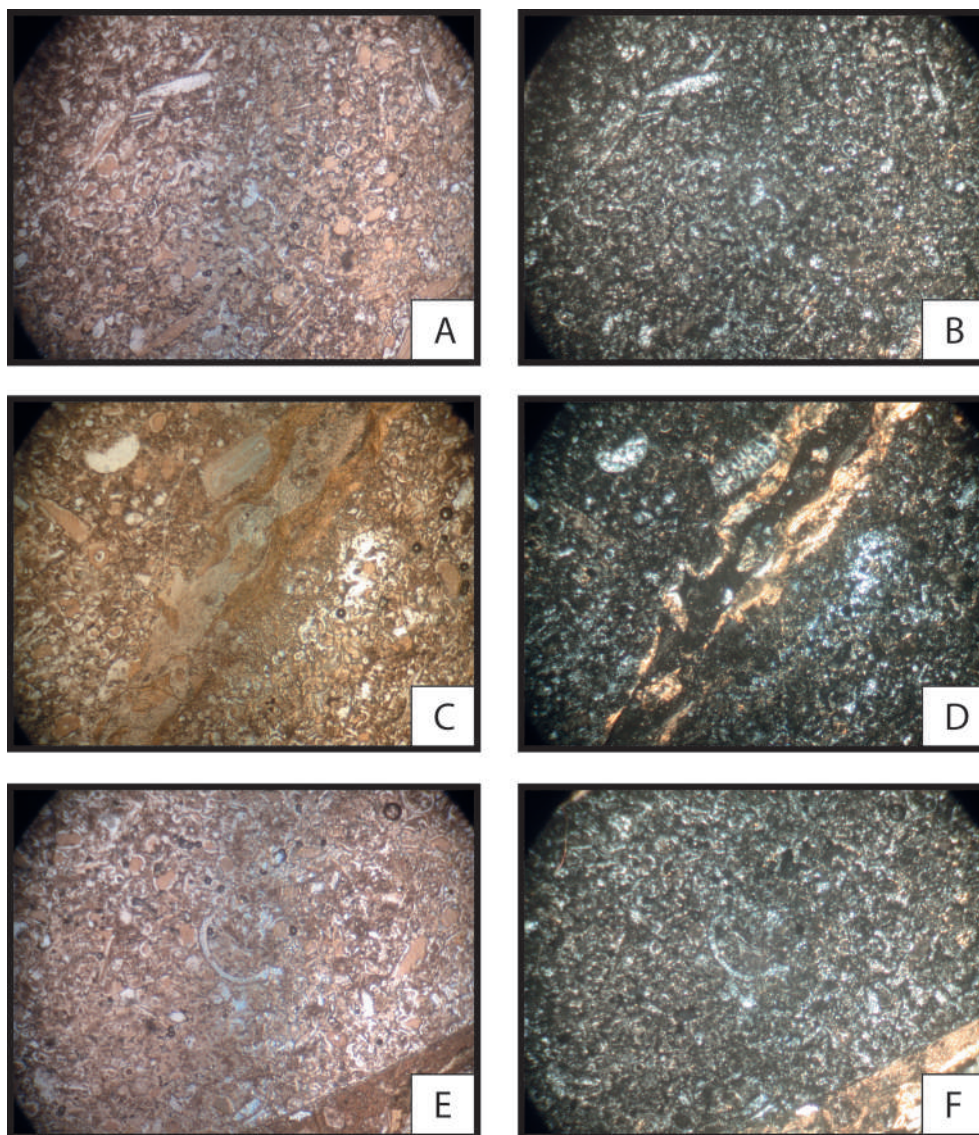


Fig. 5 : La silexite du lieu-dit Les Carrières, vue au microscope pétrographique, grossissement : GR X 10.

A - C - E : silexite, vue en lumière naturelle (LN). Texture packstone probable à grains bioclastiques et lithoclastiques de spicules de spongiaires, de mollusques, d'échinodermes et pelletoides.

B - D - F : silexite vue en lumière polarisée (LP) avec recristallisation géodique de microquartz à l'intérieur des bioclastes (B et F) et traces de racines siliciifiées (D).

Fig. 5 : Petrographic microscopic views of the silexite from the locality Les Carrières.

A - C - E : LN silexite views : a probable packstone texture with bioclastic and lithoclastic grains of sponges spicules, molluscs, échinoderms and pelletoids. B - D - F : PL silexite views with geodic recrystallisation of microquartz in the bioclasts (B et F) and silicified root traces (D).

pour 32 cm d'épaisseur et pour une masse estimée à 1 750 kg. Elle présente des traces de bouchardage et son axe est foré, d'un diamètre de 22 cm.

Une demi-meule monolithique en silexite a été réutilisée en guise de marche d'escalier à l'entrée de la porte de la ferme du lieu-dit Les Carrières. Son diamètre visible est de 135 cm, pour une épaisseur minimum de 15 cm. Elle montre des traces de bouchardage et son trou axial n'est pas visible ou absent.

De nombreux fragments de meules ont aussi été repérés en réutilisation dans les murs des bâtiments du lieu-dit.

LA ROCHE DES AUTRES ATELIERS

Des autres ateliers du « chantier meulier » il ne reste que bien peu de choses à l'affleurement. Ils correspondent aujourd'hui à de vagues dépressions pluri-métriques remblayées ou végétalisées où la roche n'a pas été observée directement. Le levé de la carte géologique de Bélâbre a toutefois permis de situer le contexte pétrographique des exploitations.

À Château-Guillaume, le contexte pétrographique de l'atelier de la Minardièrre (au sud de l'étang de Champignolle) est identique à celui des Carrières. Les traces d'extraction se situent juste

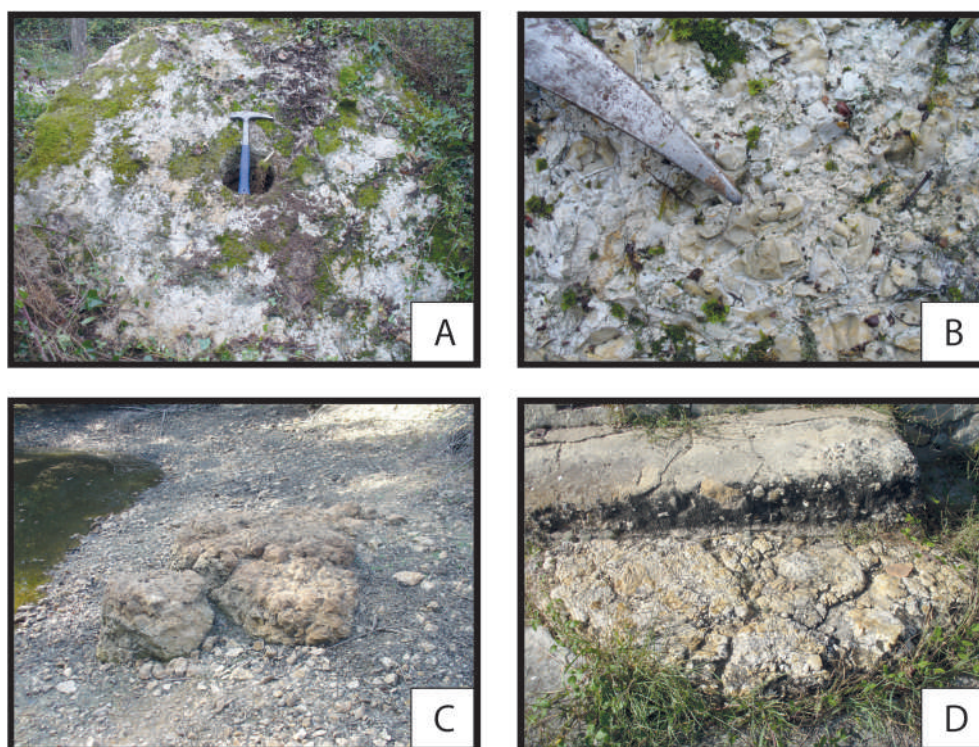


Fig. 6 : Ébauches de meules monolithiques en silicite gisant au lieu-dit les Carrières.

A : ébauche de meule à perforation axiale ; B : aspect macroscopique de la silicite sur l'ébauche (A) ; C : blocs de silicite travaillés abandonnés en fond de fosse d'extraction ; D : demi-meule servant de marche à l'entrée d'une maison.

Fig. 6 : Rough shapes of silicite millstone from the locality Les Carrières.

A : millstone rough with axial hole ; B : macroscopic aspect of the silicite rough (A) ; C : abandoned worked silicite block in the extraction pit ; D : a half millstone used as a house step.

au-dessus du contact du toit du Lias dans les altérites qui affectent les calcaires organo-détritiques à silice de l'Aalénien moyen et supérieur - Bajocien inférieur.

Il en va de même pour l'atelier de la rive droite de l'Anglin, à la sortie de Vouhet, sur la droite en direction de Beauvais, mais aussi au sud de Barbières, au lieu-dit Champosé, où la carte géologique montre les altérites sub-affleurantes sous les argiles et grès tertiaires.

Le contexte pétrographique de l'atelier d'Aiguefoux pourrait bien être différent des autres car là, sous les argiles sableuses tertiaires, affleurent les calcaires cristallins et dolomies du Bajocien moyen-supérieur. Les altérites siliceuses n'ont pas été reconnues à cet emplacement. À noter que les grès tertiaires affleurent juste au-dessus.

L'ORGANISATION DU « CHANTIER MEULIER » DES CARRIÈRES, VOUHET ET CHÂTEAU-GUILLAUME

Sur l'organisation des ateliers d'extraction du « chantier meulier » nous ne disposons que de peu d'informations écrites. Il existe quelques vagues localisations sur le cadastre napoléonien de 1833 (fig. 7A) et surtout des récits provenant de propriétaires carriers, d'ouvriers meuliers ou de négociants en pierre, conservés aux archives départementales de l'Indre. Dans son livre, Cotinat (2015) reproduit bon nombre de ces récits.

Les données de terrain ne sont pas plus nombreuses car les « carrières » qui ont fourni les pierres ne sont pas à proprement parler des carrières mais plutôt des trous plus ou moins circulaires où la « bonne pierre » était découverte par sondage avant d'être extraite en creusant tout autour. Après extraction il demeurait juste une dépression circulaire lorsqu'elle n'était pas comblée pour permettre une remise en culture. Lorsqu'une zone s'avérait favorable, elle pouvait alors montrer une multitude de dépressions circulaires plus ou moins coalescentes et devenir un atelier pérenne (champ de meules). L'atelier en question pouvait alors appartenir à un propriétaire carrier (*cf.* la transaction au sujet d'une carrière de meules près de Vouhet du 5 février 1803, délivrée dans son intégralité dans l'ouvrage de Cotinat, 2015). Le plus souvent les meuliers n'étaient pas propriétaires des trous qu'ils exploitaient. Ils sondaient le sol, trouvaient une pierre puis sollicitaient du propriétaire du terrain un droit d'extraire des meules moyennant le paiement d'une somme déterminée à l'avance. On trouvera dans Cotinat (2015) d'excellents récits à ce sujet.

Toujours est-il qu'après extraction les traces au sol restent trop peu apparentes pour permettre de reconstituer l'organisation des ateliers comme cela a pu être fait dans la forêt de Lavaud dans la Vienne (Dumont *et al.*, 2011). Dans le secteur du lieu-dit Les Carrières nous avons eu l'occasion de reconnaître trois de ces dépressions (Dumont *et al.*, 2008). La première est située sur le bord droit du chemin qui de la D 32 mène au lieu-dit Les Carrières. Il s'agit d'un trou ovoïde de 30 m sur 20 m

aujourd'hui transformé en mare. La roche y est visible sur plus de 2 m de haut. La seconde dépression, d'une dizaine de mètres se trouve dans le champ au contour en triangle situé entre la D 32, le chemin et le bois et la troisième se trouve dans le bois. C'est là une véritable carrière qui a fourni des grès tertiaires pour la construction, mais au fond de la dépression, d'une soixantaine de mètres de long, on distingue les altérites montrant des traces circulaires d'extraction plurimétriques.

En prenant un peu de hauteur, les photographies aériennes de la couverture de l'IGN de 1979 (79-2027-2327/300) et surtout les images satellitaires haute résolution accessibles sur Google Earth (Image 2016 DigitalGlobe du 2/7/2015) permettent de visualiser l'emplacement des ateliers. Les cercles d'extractions et les chemins d'accès sont restés plus ou moins visibles sur plusieurs sites (Barbières, Les Carrières, La Ménardière).

À Barbières, l'atelier nommé « Le champ des meules » et son extension, au sud, sur les parcelles nommées « Les vignes noires » et « Les vignes du terrier » est probablement le mieux préservé, au point qu'il est possible d'en proposer un essai de cartographie (fig. 7 B). La partie nord de l'atelier, au-delà du chemin E-W actuel, est aussi la moins bien conservée. Elle correspond au terrain appelé « champ de meules » sur le cadastre de 1833, qui signale là des carrières récemment abandonnées. C'est certainement la partie la plus ancienne des extractions. Ces dernières semblent organisées de part et d'autre de chemins parallèles orientés NE-SW. Ces chemins, qui pourraient être les chemins d'exploitation, convergent vers un large chemin orienté WNW-ESE, encore utilisé aujourd'hui, conduisant à l'Anglin par la vallée de Vouhet (fig. 7 A). Cette même organisation se poursuit au sud du chemin recoupant totalement le parcellaire du cadastre de 1833 constitué de petites bandes de terrain évoquant un ancien vignoble ce qui est confirmé par la toponymie (Les vignes noires – Les vignes du terrier). Cette partie de l'atelier pourrait être contemporaine du cadastre de 1833 qui les signale en activité et postérieures. C'est aussi la partie où les dépressions circulaires et les chemins sont les plus visibles sur les photographies aériennes (fig. 7D).

Sur les ateliers des lieux-dits Les Carrières et La Ménardière, plusieurs dépressions circulaires sont également bien visibles sur les images satellitaires mais ce qui reste de l'organisation spatiale y est beaucoup moins clair. Au nord-ouest de la Ménardière un petit étang a été creusé à l'emplacement de l'atelier. Des dépressions circulaires sont bien visibles tout autour jusque dans le bois qui sépare l'étang de Château Guillaume. Le chemin partant en oblique au-dessous de la D 118 pourrait bien correspondre à la voie d'évacuation des meules de cet atelier en direction de la vallée de l'Allemette. À ce sujet, il est intéressant de constater que l'organisation des chemins dans les ateliers du « chantier meulier » est toujours en lien direct avec un fond de vallée, qu'il s'agisse du Vavret et de l'Allemette pour l'atelier de la Ménardière ou de l'Anglin pour les ateliers de Barbières et des Carrières. Les meules étaient ensuite transportées en charriots (brancards) tirés par des bœufs le long des cours d'eau directement jusqu'aux moulins. Dans son ouvrage, Cotinat (2015) retranscrit l'intégralité d'un récit de transport de deux meules de Vouhet au moulin de La Champagne en 1689. Le transport sur les 10 km qui séparent ces deux localités avait alors nécessité 7 paires de bœufs, une dizaine de personnes et une journée d'effort !

LA PIERRE DE VOUHET : UN CIRCUIT COURT PRIVILEGIÉ

L'utilisation de la pierre de Vouhet était recommandée au XVII^e et XVIII^e siècle par les seigneuries locales comme l'attestent certains baux. Par ailleurs, de nombreux écrits (actes notariés, attestations, transactions, titre de transport, baux...) conservés aux archives départementales de l'Indre et de la Vienne témoignent de l'activité de la production locale (Cotinat, 2015). La liste des moulins ainsi cités pour utiliser la pierre de Vouhet est longue (La Grange ; Au Gouru ; Les Rendes ; La Champagne ; Villebuxière ; La Chaume ; Saint-Benoît ; Grelot...).

Les meules du « chantier meulier » de la pierre de Vouhet ont surtout équipé les moulins des vallées du Vavret, de l'Allemette, de l'Anglin et de la Creuse, dans un rayon de 15 km autour de Vouhet. Une production locale qui a connu des hauts et des bas pendant plus de deux siècles, car limitée par la concurrence des productions voisines comme à l'ouest, près de la Trimouille, avec la pierre de Martreuil (Cotinat, 2015) et au nord de la Creuse avec les meulières du Châtelleraudais et de la forêt de Lavaud (Dumont *et al.*, 2008 ; Dumont *et al.*, 2011).

L'inventaire réalisé par Dumont *et al.* (2008) sur les pierres des moulins de la région montre qu'il reste bien peu de meules en pierre de Vouhet en place dans les moulins ou restées à proximité après remplacement. Seuls six moulins possèdent encore des pierres de moulin en silicite : le Bas Vouhet, de Ribaud de la Colombe, de la Clavière, de la Massotière, Bernier. Pour les autres moulins connus pour avoir utilisé la pierre de Vouhet, en particulier dans la vallée de l'Anglin, elle a été remplacée par des pierres de moulin en meulière. Les meules à carreaux en meulière, ont pris la place des meules monolithiques au XIX^e siècle. Il est toutefois intéressant de noter que les deux meules en silicite trouvées dans les moulins de la Massotière et de Ribaud sont des meules à carreau. Ce fait prouve que la production de pierre de Vouhet, avant de disparaître au milieu du XIX^e siècle, a tenté de suivre l'innovation des meules à carreaux en meulière du Châtelleraudais (Belmont, 2006). Cette tentative n'aura duré que peu de temps puisque le « chantier meulier » de la pierre de Vouhet paraît s'éteindre en 1858, lorsque plus aucun carrier n'est mentionné au registre du recensement nominatif de la population (Cotinat, 2015).

CONCLUSION

Les travaux réalisés à l'occasion de cette étude font sortir de l'oubli ce « chantier meulier » presque totalement disparu de la mémoire collective et jusque-là exclusivement préservé par des documents d'archive. La triple approche d'inventaire de la roche des pierres de moulin, de reconnaissance cartographique des gîtes primaires et d'identification des extractions, classique pour ce type d'étude, a été facilitée par la bonne connaissance géologique régionale des auteurs que seuls les travaux du levé de la carte géologique sont capables d'apporter. S'adressant à des roches siliceuses, chailles, meulières, silicrètes, le passage à l'échelle de la lame mince de roche, tant pour la reconnaissance des roches des gîtes primaires que pour les roches ouvrées, s'est révélé incontournable pour assurer le sérieux des diagnostics. Au final, le résultat est surprenant car il apparaît que cette pierre « discrète », connue dans les textes anciens sous le nom de « pierre de Vouhet » a été activement exploitée entre le XVIII^e et le début du XIX^e siècle. Pourtant, cette silicrète n'affleure pratiquement pas, cachée entre le toit du Jurassique et la base du Tertiaire. Elle est

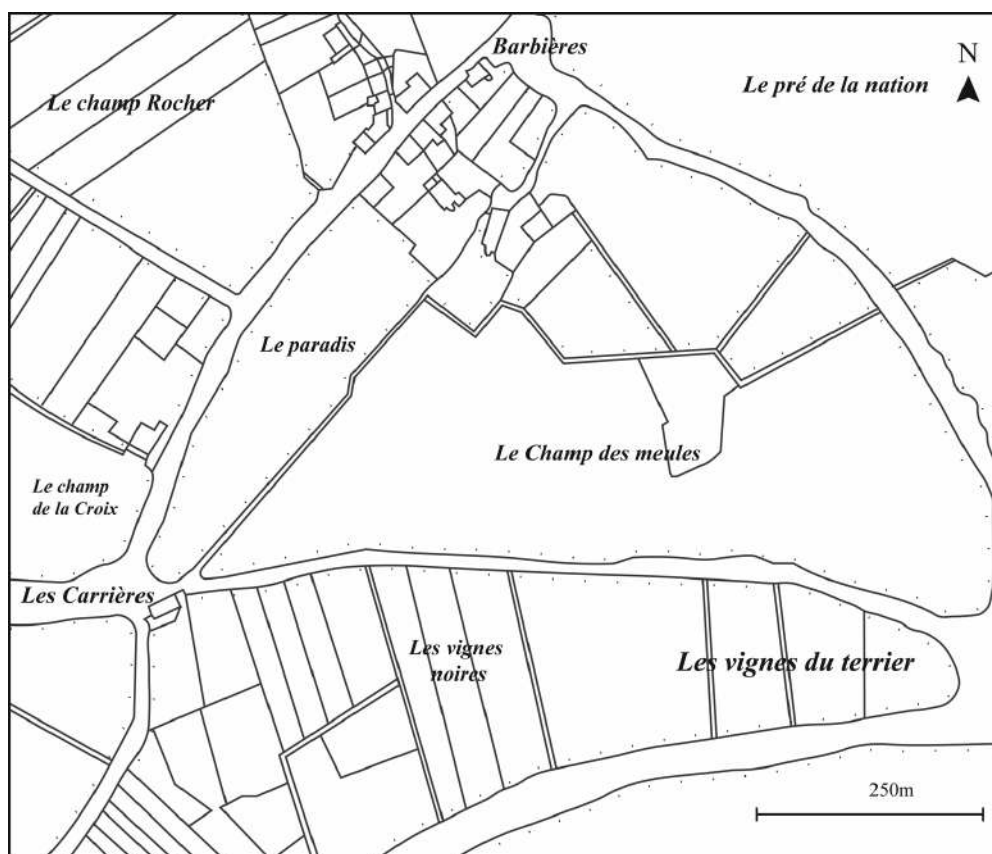


Fig. 7 : Essai de cartographie du site d'extraction de Barbières à partir des images satellitaires du 2/7/2015 de digital Globe 2016 et Google 2016.
En haut : feuille de Lignac du cadastre de 1833, redessiné, section C2 dite « de Barbières » à l'échelle 1/2500. En bas : essai de reconstitution de l'atelier d'extraction de Barbières d'après les images aériennes.

Fig. 7 : Mapping test of the quarry s Barbières from satellite views of the 2/7/2015 of digital Globe 2016 and Google 2016.
Top: Lignac plate from 1833 cadastral survey, redrawn, C2 section called « de Barbières », 1/2500 scale. Bottom : an experimental reconstitution of the Barbières quarries site from aerial photographs.

aussi souvent couverte par les éboulis des formations sablo-argileuses sur la pente. Cela signifie qu'à l'époque des extractions les ouvriers prospecteurs devaient avoir une connaissance précise des terrains de leur région pour déceler par sondage la bonne quantité de matière. Du mode de prospection découle le mode d'exploitation par grands trous circulaires bien vite rebouchés pour conserver un potentiel agricole. On comprend mieux pourquoi il a été compliqué de retrouver « ce chantier meulier » sur le terrain avant d'en restituer une cartographie, comme à Barbières où le détail révèle l'organisation des pratiques carrières.

Pour l'interprétation des références aux couleurs dans les légendes des figures ou dans le texte, le lecteur est renvoyé à la version pdf de cet article.

For the interpretation of references to colors in the figure captions or in the text, the reader is referred to the pdf version of this article.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Monsieur le maire de Dunet, Jean-Claude Nogrette, Messieurs Jean-Jacques Lebeau et Jean-Pierre Camus (1927-2014, parent éloigné d'une famille de meulier), Renaud Benarrous du Parc Naturel Régional de la Brenne, Hélène Guillemot et Benoît Huygues de l'Ecomusée du Blanc, Coralie Bay du Musée d'Argentomagus, Patrick Luneau du CPIE de l'Indre. Tous nous ont facilité la vie, l'accès au site et aidés dans nos recherches. Merci à Agathe Ripoll pour la réalisation des figures.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BALLÈVRE M., BOSSE V., DUCASSOU C. et PAVEL P. (2009) - Paleozoic history of the armorican Massif : Models for the tectonic evolution of the suture zones. *C. R. Geoscience*, 341,174-201.
- BARRIER P., BOURCIER S., LEROUGE G., LORENZ J. et LORENZ C. (1999) - Carte géologique de France à 1/50 000, feuille Bêlâbre (592), BRGM Éd., Orléans.
- BARRIER P., BOURCIER S., LEROUGE G., LORENZ J., GÉLY J.-P., GIOT D., LEBEAU J.J. et MAGET P. (2000) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille Bêlâbre (592), 109 p., BRGM Orléans.
- BARRIER P., GAGNAISON C. et GIOT D. (2005) - Carte géologique de France (1/50 000), feuille Le Blanc (568). BRGM Éd., Orléans.
- BARRIER P. et GAGNAISON C., avec la collaboration de DESPRIE J., GIOT D., LORENZ J. et MAGET P. (2005) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille Le Blanc (568),145 p., BRGM Éd., Orléans.
- BELMONT A. (2006) - La Pierre à pain. Les carrières de meules de moulins en France, du Moyen-âge à la révolution industrielle. *Presses universitaires de Grenoble*, 2 vol., 332 p.
- BENARROUS R. (2017) - La Grande Brenne, histoire d'une zone humide continentale et de ses étangs. Publication du Parc naturel régional de la Brenne et 66^{ème} supplément à la Revue Archéologique du Centre de la France, 437 p.
- BOURCIER S. (1997) - Le Jurassique et le Tertiaire du Bas-Berry d'après les levers de la feuille de Bêlâbre (Indre). Cartographie – stratigraphie et analyse morpho-structurale. *Mémoire de géologue de l'IGAL*. Cycle supérieur n°86. Institut géologique Albert-de-Laparent, 173 p.
- COHEN-JULIEN M., QUENARDEL J.-M., FREYTET P., LEROUGE G., ROLIN P. et SCHMITT P. (1989) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille Dun-Le-Palestel (616), 60 p., BRGM Éd., Orléans.
- COHEN-JULIEN M., QUENARDEL J.-M., LEROUGE G., LORENZ J., MACAIRE J.-J., FREYTET P., MAGET P. et DEBRAND-PASSARD S. (1998) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille Argenton-sur-Creuse (593), 168 p., BRGM Orléans.
- COTINAT G. (2015) - Moulins du Berry – Aux confins du Berry, de la Marche et du Poitou. Geste Editions, La Crèche, 286 p.
- DELESALLE, M., et THOUVENOT, C. (2014) - Valorisation du patrimoine minier du bassin de Dunet-Chéniers-Chaillac. *Mém. Init. Rech.* n° 661 Institut Polytechnique LaSalle Beauvais. 74p.
- DUGUÉ O. (2007) - Le Massif Armoricain dans l'évolution mésozoïque et cénozoïque du Nord-Ouest de l'Europe. Contrôles tectonique, eustatique et climatique d'un bassin intracratonique (Normandie, Mer de la Manche, France). Université de Caen Basse-Normandie : *Mémoire d'habilitation à diriger des recherches en Sciences*, 346 p.
- DUMONT C., FONTAINE A. et GAY M. (2008) - Les meules du Berry. *Mém. Apt. Géol.*, n° 428, 125 p. et 1 vol. annexes 178 p.
- DUMONT C., FONTAINE A., GAY M., BARRIER P., GAGNAISON C. et LORENZ J. (2011) - Un atelier de fabrication de meules dans le Poitou (Saint-Pierre-de-Maillé, Vienne). Actes du 134^e Congrès national des sociétés historiques et scientifiques "Célèbres ou obscurs : hommes et femmes dans leurs territoires et leur histoire" Bordeaux 20-24 avril 2009, Éd. du CTHS, CTHS – Sciences 11, 129-135.
- GAGNAISON C. (2000) - Relevé partiel de la carte géologique de Le Blanc (36, Indre ; 37 Indre-et-Loire ; 86, Vienne). *Mém. Apt. Géol.*, IGAL, n° 229, 144 p.
- GAGNAISON C. (2002) - Le Tertiaire de Brenne. Analyse de faciès, architecture des dépôts, tectonique synsédimentaire et paléogéographie. *Mém. Ing. Géol.*, IGAL, n° 175, 131 p.
- GUILLOUMY O. (1998) - Étude géologique dans le cadre du lever de la feuille de Le Blanc à 1/50 000 : (Indre, Vienne, Indre et Loire - France) *Mém. Apt. Géol.* n° 183, 71 p.
- HALLAY G. et MARTIN A. (2006) - Les matériaux de construction du bâti rural du parc naturel régional de la Brenne : nature, provenance et utilisation (Indre, France) *Mém. Apt. Géol.* n° 373, 124 p., 2 cartes, 1 DVD, 1 CD.
- JOUBERT J.-M., THIÉBLEMONT D., KARNAY G., WYNS R. et PONCET D. (2000) - Notice explicative, carte géologique de France (1/50 000), feuille Montreuil-Bellay (512), 116 p., BRGM Éd., Orléans. Carte géologique par J.-M. JOUBERT, THIÉBLEMONT D., KARNAY G., WYNS R. (2000).
- LE GOFF E. et SMUK J.P. (2007) - Le patrimoine minier du bassin de Chaillac-Dunet -Chéniers-Dunet (Indre,France). *Mém. Apt. Géol.*, n° 396, 95 p. 1 annexe, 1 CD.

- LEROUGE G. (1988) - Tectonogenèse comparée de deux segments de la chaîne hercynienne : le Massif central français septentrional et le Sud du Massif Armoricain. Géodiffusion, Paris, Mémoire n°2, 363 p.
- LOUTERBACH M. et MOLINA A. (2007) - Les matériaux de construction du bâti rural de l'Est du Parc Régional de la Brenne : nature, provenance et utilisation (Indre, France). *Mém. Apt. Géol.* n° 399, 152 p., 8 cartes, 5 annexes, 2 CD.
- MATEU M. (2001) - La carte géologique du parc naturel de la Brenne : présentation géologique et hydrogéologique. *Mém. Géol. IGAL*, n° 253, 80 p., 2 cartes.
- MÉRY-BARNABÉ C. (2007) - L'eau et la roue, les moulins hydrauliques du Parc Naturel Régional de la Brenne. Écomusée de la Brenne Éd., 64 p.
- POUDEROUX H. et VUAILLET P. (2006) - Itinéraire géoarchéologique de la vallée de la Creuse à l'aval du Blanc: inventaire des sites et proposition de circuit (Indre / Indre et Loire / Touraine, France). *Mém. Apt. Géol.* n° 380, 103 p.
- PRÉVOT J. et TISSIER A. (2006) - Les buttons de Brenne : Pétrographie, morphologie, activités anthropiques et rapport avec le paysage des étangs (Centre, France). *Mém. Apt. Géol.* n° 381, 85 p.
- QUENARDEL J.M., SCHMITT P., LEROUGE G., COHEN-JULIEN M., BOUVIER P., LEREBOURG P. et ROLIN P. (1989) - Carte géologique de France (1/50 000), feuille de Dun-Le-Palestel (616). BRGM Éd., Orléans.
- QUENARDEL J.M., LEROUGE G., ROLIN P., COHEN-JULIEN M., LORENZ J., CHEVALLIER E., MERLIN D., MILLET D., GÉLY J.P., MICHAUX J.P., BAVOUZET F. et MACAIRE J.J. (1998) - Carte géologique de France (1/50 000), feuille Argenton-sur-Creuse (593). BRGM Éd., Orléans.
- ROLIN P. (1981) - Géologie et structure du plateau d'Aigurande dans la région d'Éguzon (N.W. du Massif Central Français), Thèse de 3^e cycle en géologie structurale, université de Paris-Sud, centre d'Orsay, 210 p.
- THIRY M., QUESNEL F., YANS J., WYNS R., VERGARI A., THEVENIAUD H., SIMON-COINCON R., RICORDEL C., MOREAU M-G., GIOT D., DUPUIS C., BRUXELLE L., BARBARAN J. et BAELE J-M (2006) - Continental France and Belgium during the Early Cretaceous : paleoweatherings and paleolandforms. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 177, 3, p. 155-175.



Réemploi d'une demi-meule en pierre de seuil aux Carrières. Cliché P. Barrier

L'ENVIRONNEMENT GÉOLOGIQUE DE LA BATAILLE DE VERDUN

JOURNÉES D'ÉTUDE D'AUTOMNE - 7 et 8 OCTOBRE 2017

THE GEOLOGICAL ENVIRONMENT OF THE BATTLE OF VERDUN AUTUMN FIELD TRIP, 7-8 OCTOBER 2017

par Danièle BARTIER¹, Dominique HARMAND², Alain LAUWERS³, Jacques LE ROUX⁴, Vincent OLLIVE⁵,
Jean-Claude PORCHIER⁶ et Anne POSZWA⁷

Résumé

Les journées d'étude d'automne de l'AGBP se sont déroulées les samedi 7 et dimanche 8 octobre 2017 dans la région de Verdun. Elles ont permis de montrer les vestiges de la guerre de mines à Vauquois et aux Éparges, le rôle de la géomorphologie dans le positionnement des forts, à Vaux et à Froideterre, le travail de reforestation conduit par les Eaux et Forêts, les terrains oxfordiens du champ de bataille dans les carrières d'Haudromont et de Dugny-sur-Meuse, la butte-témoin du Montsec et la perturbation des profils pédologiques par la guerre de mines à Flirey.

Mots-clés : Grande Guerre, Gaize cenomanienne, Oxfordien, Guerre de mines, Lorraine, Verdun.

Abstract

The autumn field trip of the AGBP was held on Saturday 7 and Sunday 8 October 2017 in the area of Verdun. This field trip allowed to show the vestiges of mine warfare in Vauquois and Les Éparges, the role of geomorphology in the location of the forts, with the examples of Vaux and Froideterre, the reforestation work carried out by the Water and Forestry service, the Oxfordian beds of the battlefield in the quarries of Haudromont and Dugny-sur-Meuse, the Montsec outlier and the disturbance of soil profiles by mine warfare in Flirey.

Keywords : World War I, Cenomanian Gaize, Oxfordian, Mine warfare, Bombturbation, Lorraine, Verdun.

Ces journées étaient les troisièmes organisées dans le cadre du projet Géologie et Grande Guerre, après les journées de printemps 2014 de la plaine des Flandres aux monts de Champagne (Hanot *et al.*, 2015) et les journées d'automne 2016 sur la côte d'Île-de-France, en Champagne crayeuse et en Argonne (Devos *et al.*, 2017). Elles ont conduit les participants des buttes-témoins du site de Vauquois à la plaine de la Woëvre (fig. 1).

La préparation et l'organisation matérielle ont été assurées par Micheline Hanzo, Edouard Heisch, Alain Lauwers, Gilles Lejeune, Vincent Ollive, Anne Poszwa et Jean-Claude Porchier. L'Association des Amis de Vauquois et de sa région a accueilli le groupe pour la visite de la butte.

CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La place forte de Verdun est située dans la vallée de la Meuse, sur le revers de la côte de Meuse, plateau en pente légère vers

-
- (1) Université de Lorraine, GeoRessources, UMR 7359 CNRS-CREGU, Campus Aiguillettes, 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy, France – danièle.bartier@univ-lorraine.fr
 - (2) Laboratoire LOTERR, Université de Lorraine, Site Libération, BP 13387, 54015 Nancy, France – dominique.harmand@univ-lorraine.fr
 - (3) Groupe Lhoist, Rue Charles Dubois 28, 1342 Limelette, Belgique – Alain.Lauwers@lhoist.com
 - (4) 3, rue Gabriel Fauré, 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy, France – jacques.leroux@club-internet.fr
 - (5) Université de Lorraine, LOTerr, EA 7304, Campus LSH, 54000 Nancy, France – vincent.ollive@gmail.com
 - (6) 20 rue de l'Union, 78600 Maisons-Laffitte, France – jeanclaude.porchier@ponts.org
 - (7) Université de Lorraine, LIEC, UMR 7360 CNRS, Campus Aiguillette, 54500 Vandoeuvre-lès-Nancy, France – anne.poszwa@univ-lorraine.fr



Fig. 1 : Itinéraire des Journées d'étude d'automne (7-8 octobre 2017) - Fond Google maps.

Fig. 1 : Trip itinerary map (7-8 october 2017). Google maps.

l'ouest et escarpé à l'est où il domine la plaine de la Woëvre. La Meuse serpente dans une vallée qui semble trop large pour elle, à la suite de la capture de la Moselle qui a réduit son débit au début du Quaternaire (Harmand et Le Roux, 2000, 2014).

La vallée de la Meuse, le plateau des Hauts de Meuse et la côte de Meuse sont entièrement modelés dans l'Oxfordien au sens actuel, ensemble d'argilites et surtout de calcaires de 250 m de puissance dans la région de Verdun. L'étage Oxfordien a été redéfini depuis la Grande Guerre et inclut à présent l'Argovien, le Rauracien, le Séquanien qui étaient à l'époque des étages à part entière succédant à l'Oxfordien classique (Humbert, 1971, Carpentier, 2004). Ces subdivisions obsolètes sont à connaître puisque ce sont celles qui sont employées dans les publications anciennes et elles sont encore en usage sur la carte géologique, y compris « en ligne ».

Ainsi le Bulletin du génie de janvier 1918 divise-t-il, du haut en bas, les terrains de la rive droite en Astartien (Séquanien), Corallien (Rauracien) et Oxfordien ; et on retrouve la division Séquanien/Argovien - Rauracien/Oxfordien sur les feuilles Verdun et Étain de la carte géologique à 1/50 000, l'Argovien et le Rauracien étant séparés sur la feuille Étain.

Un exposé plus complet sur la vision actuelle de l'Oxfordien en liaison avec ses conséquences sur la géologie de la Grande Guerre sera présenté par Harmand *et al.* dans l'ouvrage en préparation « 14-18, la Terre et le Feu. Géologie et géologues sur le front occidental » (à paraître). On trouvera ci-dessous les grandes lignes de ce chapitre.

L'Oxfordien supérieur (autrefois appelé « Séquanien » ou « Astartien » *p.p.*), est majoritairement formé de calcaires fins (sublithographiques), en particulier les Calcaires à Astartes (Humbert, 1971). Dans la région de Verdun, où l'épaisseur de l'Oxfordien supérieur est d'environ 100 - 110 m, on distingue un ensemble inférieur comportant de nombreuses intercalations argileuses (« Masse inférieure argileuse ») et un ensemble supérieur calcaire (« Masse supérieure calcaire », Humbert, 1971), ces deux ensembles constituant la « côte de Meuse occidentale » (Le Roux, 1969) ou côte de l'Oxfordien supérieur / Kimméridgien.

L'Oxfordien moyen (ou « complexe récifal des Hauts de Meuse » selon Enay et Boullier, 1981) rassemble les anciens

étages du « Rauracien » (ou « Corallien », « Lusitanien » *p.p.*) et de l'« Argovien » (« Lusitanien » *p.p.*). D'une épaisseur d'environ 100 m dans la région de Verdun, l'Oxfordien moyen y juxtapose du sud au nord des faciès associés aux barrières récifales, notamment des calcaires à polypiers, des formations interrécifales de comblement représentées par des calcaires crayeux ou sublithographiques et des formations suprarécifales formées surtout de calcarénites (Enay et Boullier, 1981).

L'Oxfordien inférieur est formé essentiellement de faciès argileux qui terminent l'épaisse formation des Argiles de la Woëvre, datée essentiellement du Callovien, mais dont la partie supérieure est d'âge oxfordien inférieur.

INFLUENCE DE LA GÉOLOGIE SUR LES OPÉRATIONS MILITAIRES DE 1916

Depuis la Woëvre, le champ de bataille s'est étendu sur tous les terrains du Jurassique supérieur (Malm) jusqu'aux premières buttes-témoins albiennes en avant de la côte de l'Argonne (fig. 2).

Après la guerre de 1871 et la perte de Metz, la côte de Meuse était le dernier escarpement protégeant Paris à cette latitude, la route de Metz à Paris passant par Verdun. Verdun était donc un point critique sur la frontière orientale et, parmi les multiples raisons stratégiques de l'offensive allemande de février 1916, il y avait le désir de faire sauter ce verrou qui, en outre, aurait pu servir de base pour une opération contre le plateau de Briey ou Metz. Mais le contexte géomorphologique donnait à Verdun de fortes défenses naturelles qui le protégeaient dans toutes les directions, et particulièrement à l'est et au nord.

À l'est, la ville est protégée par la côte de Meuse, au nord, elle est protégée par une série d'arêtes et de ravins transversaux qui sont autant d'obstacles à la progression d'un assaillant, auquel la vallée sinueuse et inondable de la Meuse ne fournit pas une bonne voie de communication.

À l'est, un assaillant ne peut attaquer que depuis la plaine marécageuse de la Woëvre, où les manœuvres sont difficiles et où les rares routes sont exposées à des tirs d'artillerie depuis les hauteurs, comme le sont aussi les ravins découpés dans le plateau (e.g. ruisseau de Vaux-devant-Damloup), passages naturels taillés par les cours d'eau et sur lesquels il est possible de concentrer le feu.

Aussi, prévoyant de trop lourdes pertes lors d'une attaque par l'est depuis la Woëvre, les Allemands avaient-ils opté pour une attaque par le nord, en contournant les Hauts de Meuse.

La tactique allemande reposait sur la puissance de l'attaque, avec une concentration d'artillerie lourde sans précédent. Mais cette artillerie, efficace sur les fortifications, s'est montrée beaucoup moins efficace sur les escarpements, les barres de calcaires massifs et les fossés creusés par l'érosion sur lesquels les Français avaient appuyé leur résistance.

Les rives convexes, vers l'ouest (côte de l'Oie et l'arête de Vacherauville) et vers l'est (côte de Talou), des méandres de l'ancien lit de la Meuse forment des éperons transversaux qui s'opposent à un assaillant voulant remonter jusqu'à Verdun. Les Allemands se sont ainsi trouvés face à une série de crêtes de chaque côté de la vallée, interdisant les observations, et à partir desquelles les Français pouvaient se couvrir mutuellement et se coordonner pour bombarder le lit de la Meuse et ses flancs déboisés et cultivés qui offraient peu de couvert. Ces éperons étaient



Fig. 2 : Carte géologique du champ de bataille de Verdun (d'après Harmand, à paraître).

Fig. 2 : Geological map of the Verdun battlefield (from Harmand, in press).

complétés par une alternance de crêtes et de ravins découpés par l'érosion, également orientés est-ouest, et qui étaient autant d'obstacles. C'est sur ces arêtes, surtout constituées par le « Séquanien » des anciens auteurs (aujourd'hui décrit comme Masse argileuse de l'Oxfordien supérieur), qu'étaient placés les forts.

Le schéma du capitaine du génie Solard (fig. 3) met en évidence les grands traits géomorphologiques défensifs de Verdun et notamment le réseau des lambeaux de « Séquanien » qui portaient les positions défensives de la rive droite : la côte de Talou, la cote 344, la côte du Poivre, l'arête Froideterre-Douaumont, l'arête Belleville-Saint-Michel-Souville-Vaux.

Sur la rive gauche, la défense de Verdun était constituée, d'ouest en est, par la cote 304, éperon de la côte des Bars (Tithonien), le Mort-Homme, constitué de calcaires de l'Oxfordien supérieur et du Kimméridgien inférieur, qui se poursuivait par la côte de l'Oie.

Le fond de la vallée de la Meuse lui-même n'est pas une grande voie de communication. La Meuse fait des méandres et se divise en bras qui ne peuvent être franchis à gué et sont autant

d'obstacles à la circulation. L'eau qui a percolé au travers des calcaires du plateau est arrêtée par les argiles sous-jacentes et, en temps de neige ou de pluie, inonde le fond de la vallée pour de longues périodes, la pente faible de la Meuse empêchant un écoulement rapide. Inondée, ou non, mais alors constituant un glacis exposé au tir de l'artillerie française, la vallée a séparé les deux ailes de l'attaque allemande et empêché leur coordination. En définitive, elle s'est comportée comme un imposant système de défenses plus que comme une voie d'invasion.

Néanmoins, la défense du site n'était pas sans difficultés pour les Français. La dureté du calcaire corallien du plateau et ses variations de faciès ont souvent fait obstacle au creusement de tranchées avec l'équipement de base du soldat. Les bancs de marnes et de calcaires ne se prêtaient pas au creusement de tranchées solides, et celles-ci étaient facilement détruites par les obus qui avaient transformé le champ de bataille en un paysage lunaire déboisé fait de cratères et de terre retournée. Plus qu'un système de tranchées, le front était devenu un réseau de trous d'obus reliés par des boyaux sommairement creusés (Buckingham, 2016). Ces difficultés ainsi que la violence des combats et l'instabilité du

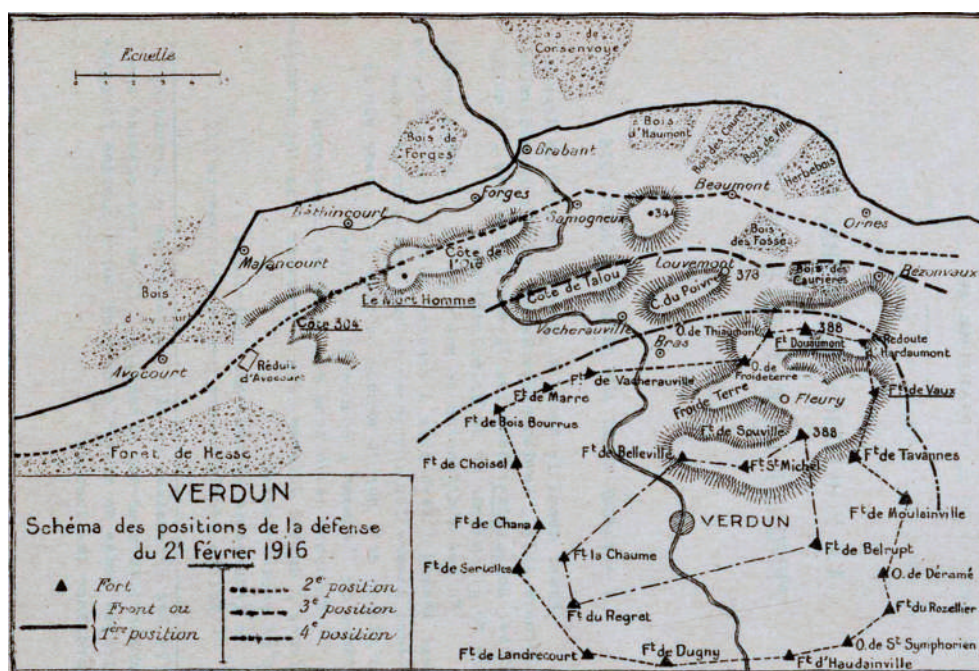


Fig. 3 : Schéma des positions de défense de Verdun au 21 février 1916 (d'après Solard, 1935).

Fig. 3 : Plan of the defensive positions of Verdun on February 21st, 1916 (from Solard, 1935).

front ont empêché l'édification d'ouvrages de terrain. On voit très peu de vestiges de tranchées à Verdun, à la différence des secteurs où le front était stabilisé : le Saillant de Saint-Mihiel (la Tranchée de la soif au bois d'Ailly, la tranchée des Bavarois et celle de Roffignac, le Bois brûlé et la Croix des Redoutes) ou plus à l'est, les tranchées allemandes de Saint-Baussant, où les belligérants ont pu procéder à leur renforcement par des ouvrages bétonnés. Pour les mêmes raisons, il y a peu de traces de la guerre de mines à Verdun, cette activité s'étant concentrée au nord-ouest et au sud-est du champ de bataille, à Vauquois et aux Éperges.

La difficulté à défendre Verdun était accrue par le manque de voies de communication, la voie ferrée vers le sud étant coupée à Saint-Mihiel et la voie vers l'ouest par l'Argonne coupée par le feu ennemi. Il ne restait que le chemin de fer à voie étroite et la route vers le sud à la base du plateau du Barrois, qui, une fois élargie et améliorée, était devenue la Voie Sacrée, dont le ballast fut fourni par l'ouverture de nombreuses carrières entre Bar-le-Duc et Verdun, sans grand souci de qualité, mais avec celui d'un approvisionnement constant.

HYDROGÉOLOGIE

Le ravitaillement en eau des troupes et des animaux était souvent problématique, surtout en période estivale ou quand l'état du terrain rendait le déplacement des corvées de ravitaillement impossible (Defretin, 2014). Toutefois, le problème était plus une question de logistique que d'hydrologie, dans la mesure où le dispositif prévu était un ravitaillement par l'arrière, à partir d'une ligne de points d'eau située, pour des raisons de sécurité, à 6 ou 10 km du front. Par exemple, plusieurs forages étaient situés à Haudainville, au sud de la ville de Verdun et exploitaient la nappe de l'« Argovien-Rauracien ».

Les cantonnements et bivouacs situés dans les vallées n'avaient aucune difficulté à se procurer de l'eau, mais il n'en

était pas de même pour les unités combattant sur les plateaux et pour les forts, chacun alimenté par une solution technique spécifique (Defretin, 2014). Celle qui avait été choisie pour le fort de Vaux : remplir une citerne avec de l'eau puisée à l'extérieur, lui fut fatale (voir arrêt 4).

En ce qui concerne l'approvisionnement sur place, on ne dispose que d'une publication dans le Bulletin de renseignements du génie de janvier 1918 : « les observations géologiques indiquent deux niveaux d'eau possibles : le niveau Séquanien, qui a pour réservoir les Oolites à Astartes et repose dans les Marnes à Ostrea subdeltoidea et le niveau Oxfordien, qui a pour réservoir les Calcaires de base du Rauracien ou du sommet de l'Oxfordien et repose sur les Marnes Oxfordiennes de la Woëvre. Le niveau Séquanien donne les sources de Douaumont, Thiaumont, Pied-Gravier, la Goulette, etc. Son réservoir est peu considérable, son débit diminue et même peut tarir en été. Les sources auxquelles il donne naissance proviennent de points élevés, les Marnes à Ostrea Subdeltoidea se trouvant près des crêtes. C'est ce qui explique que, dans cette région, les fermes et même les villages se sont installés de préférence sur les hauteurs ».

Le Bulletin du génie note également qu'entre le niveau « oxfordien », qui alimente tous les ruisseaux de la Woëvre, et la nappe « séquanienne », on ne trouve généralement pas d'eau, en l'absence de couches intermédiaires d'argile, nécessaires pour fixer un niveau. Il en conclut que : « pour avoir des abris secs, on évitera de les creuser à la base du Séquanien ou du Rauracien. En les plaçant à une certaine hauteur dans le Rauracien, le terrain étant perméable, on n'aura pas de venue d'eau. De même, pour les recherches d'eau, on placera les puits soit sur les hauteurs, dans les chapeaux séquaniens, soit au fond des ravins, le plus près possible de la base du Rauracien. Dans les deux cas, il sera prudent de foncer les puits jusqu'aux argiles de base du niveau (séquaniennes ou oxfordiennes) ».

ARRÊT 1 – LA BUTTE DE VAUQUOIS

Accueil par l'Association des Amis de Vauquois et de sa région.

Depuis la gare Meuse-TGV, le groupe a rejoint la zone de la bataille de Verdun en passant par la Voie Sacrée (départementale 1916). Rien ne subsiste des carrières temporaires qui ont permis de la créer et de l'entretenir, mais le travail des soldats chargés de l'empierrement est rappelé au nord de Souilly par des panneaux au bord de la route (fig. 4).

À l'est de l'Argonne, les buttes-témoins de Gaize d'Argonne, Vauquois et Montfaucon, dominent le revers de la cuesta du Barrois, armée par les calcaires du Tithonien (ex- Portlandien, ex-Bononien). Ce revers a une largeur d'environ 6 km. Ces buttes-témoins isolées (Montfaucon : 336 m) ou en grappes (Vauquois : 290 m), offrent des observatoires exceptionnels commandant un large champ dans toutes les directions. La butte du village de Vauquois, située au sud-est de Varennes-en-Argonne, domine une grande partie de la vallée de l'Aire ainsi qu'une large étendue du revers de la côte des Bars au nord jusqu'à Cheppy, Montfaucon et Malancourt à l'est.



Fig. 4 : Silhouettes sur la Voie Sacrée au nord de Souilly. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 4 : Figures on the Voie sacrée north of Souilly.

Les Allemands étaient solidement retranchés dans le terrain difficile de l'Argonne au sud du passage de Grandpré, appuyés sur la butte de Montfaucon, que les Français avaient attaquée au prix de lourdes pertes sans résultat, et faisaient face aux défenses de Verdun. Tant que les hauteurs furent tenues par les Allemands, la route vers le nord par la vallée de l'Aire a été bloquée, l'observation de leurs mouvements et le feu sur leurs lignes de ravitaillement au nord de la butte étaient difficiles ou impossibles, alors que les pièces à longue portée allemandes pouvaient tirer sur les positions et communications alliées. Pour cette raison, la butte de Vauquois fut l'objet de farouches combats.

En mars 1915, les deux armées se partagent la crête et Vauquois va devenir un haut-lieu de la guerre de mines. Les Français vont creuser 5 km de galeries alors que les Allemands iront jusqu'à 17 km. La particularité du site réside également dans la profondeur recherchée par les deux camps, traversant la Gaize entre 290 m et 220 m d'altitude, mais aussi les argiles du Gault et les sables verts sous-jacents, pour atteindre les calcaires jurassiques, ce qui nécessitait un dispositif d'exhaure (Devos *et al.*, 2017, fig. 16, p. 17). Sur ces 500 m de front, 519 explosions ont été recensées (199 allemandes et 320 françaises). La plus importante est celle du 14 mai 1916, où 108 soldats français sont tués par une mine chargée de 60 tonnes d'explosif, créant un cratère béant de 70 m de diamètre (Guyot, 2004, Amis de Vauquois, 2004). La topographie est bouleversée : la crête est balafrée par des entonnoirs de mine coalescents et profonds d'une vingtaine de mètres dans la Gaize alors que les flancs sont recouverts par les déblais des travaux de creusement des galeries et par les éjectas des explosions (fig. 5).

Le site est géré par l'Association des Amis de Vauquois et de sa région, qui entretient les monuments, entonnoirs et tranchées en surface et a aménagé plusieurs galeries afin de les rendre accessibles au public (fig. 6 et 7).



Fig. 5 : Entonnoirs de mines à Vauquois. Au fond, la côte d'Argonne. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 5 : Mine craters at Vauquois. The Argonne cuesta in the background.



Fig. 6 : Butte de Vauquois, entrée d'une galerie de mine française. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 6 : Vauquois ridge, entrance of a French mine gallery.

ARRÊT 2 – MONTFAUCON D'ARGONNE

La butte de Montfaucon illustre l'intérêt militaire des buttes-témoins. Située près du front de la côte des Bars, sur un plateau d'où descendent de nombreuses vallées, elle domine toute la région et donne vue sur la butte de Vauquois et la rive gauche de la Meuse. Non seulement elle permettait l'observation mais elle était aussi un solide point d'appui pour une armée voulant défendre la rive gauche à la hauteur de Vilosnes et Sivry-sur-Meuse. C'est là que le *Kronprinz*, tel Xerxès à Salamine, s'était installé pour assister à la victoire espérée de ses troupes.



Fig. 7 : Butte de Vauquois, galerie conduisant à une chambrée allemande. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 7 : Vauquois ridge, gallery leading to German underground accommodation.

Au sommet de la butte a été inauguré en 1937 le monument américain (*World War I Montfaucon American Monument*). Le monument (fig. 8) construit en granite clair a la forme d'une colonne dorique de 60 mètres, dont le sommet est occupé par une plateforme d'observation qui permet de voir la butte de Vauquois au sud-ouest et le champ de bataille de Verdun au sud-est (le Mort-Homme à 9 km, l'Ossuaire de Douaumont à 21 km).



Fig. 8 : Montfaucon-d'Argonne, monument américain. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 8 : Montfaucon-d'Argonne, World War I Montfaucon American Monument.

Les participants ont aussi visité les ruines de la collégiale, devenue église paroissiale de Montfaucon avant la Grande Guerre. La tradition pieuse veut que l'abbaye de Montfaucon ait été créée en 597 par Saint-Baldéric, guidé dans sa recherche d'une retraite par un faucon. Toutefois, rien ne subsistait de cette époque en 1914. La collégiale était alors constituée d'éléments de trois époques différentes : le porche et les basses nefs étaient du XIV^e siècle, la grande nef, brûlée par les Bourguignons en 1552 avait été rebâtie en 1597 et le transept et l'abside n'avaient été reconstruits qu'en 1781. Un clocher et une flèche avaient été reconstruits en 1774 et détruits par la foudre en 1822.

Les Allemands détruisirent à peu près complètement l'église, récupérant une partie des matériaux pour bâtir des ouvrages défensifs et un observatoire (fig. 9).



Fig. 9 : Montfaucon-d'Argonne, observatoire allemand construit avec les ruines de l'église. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 9 : Montfaucon-d'Argonne, German observation post built with the ruins of the church.

Les participants ont pu observer dans ce qui reste du gros œuvre, de remarquables blocs de pierre de Liny (fig. 10), calcaire corallien d'âge oxfordien inférieur (« Glypticien ») autrefois extrait à Liny-devant-Dun, qui n'est qu'à 20 km de Montfaucon (Pognon, 1890). Comme beaucoup d'autres en Meuse, les carrières situées entre Dun et Liny ont à présent disparu, mais on citera pour mémoire le compte rendu d'une visite de la Société des amateurs naturalistes du nord de la Meuse, le 12 avril 1896 :



Fig. 10 : Montfaucon-d'Argonne, moules internes de nérinées dans le mur de l'église. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 10 : Montfaucon-d'Argonne, internal molds of *Nerinea* in the wall of the church.

« Nous visitons ensuite les carrières qui s'étendent de cet endroit à Dun et qui représentent une partie du glypticien. Nous y rencontrons le calcaire à polypiers, le calcaire marneux à *Phasianella striata* et *Terebratula insignis*, le calcaire à Nérinées, ce qui nous permet de recueillir un assez grand choix de fossiles, des oursins réguliers dont quelques-uns sont indéterminables, mais parmi lesquels on peut citer de beaux spécimens de *Cidaris florigemma* dont les radioles sont très nombreuses, et *Hemicidaris crenularis*, parmi les madrépores, *Thamnastrea dendroïda*, *Rhipidogrya flabellum*, parmi les bivalves, *Alectryonia gregaria*, *Lima rigidula*, *L. rotundata*, *Pecten lens* (?), enfin un grand nombre de Phasianelles, Nérinées, *Apiocrinus* (*A. royssianus*) et Térébratules. » (Warin, 1896).

L'itinéraire de Montfaucon d'Argonne au Quadrilatère des forts (Douaumont, Thiaumont, Souville et Vaux) en passant par Marre a fait traverser au groupe le ruisseau de Forges après Malancourt, contourner la cote 304 (fig. 11), passer par Esnes en Argonne et longer la forêt du Mort-Homme. En arrivant à Marre, on peut voir au nord la côte de Talou.

La vallée du ruisseau de Forges et l'arête cote 304 - Mort-Homme - côte de l'Oie formaient un unique et puissant système défensif qui fit l'objet de combats acharnés. Les Allemands attaquaient le 6 mars et se rendaient maîtres de la vallée début avril. Mais ils étaient sous le feu des Français retranchés sur le Mort-Homme et la cote 304. L'absence de fortifications permanentes sur ces hauteurs avait obligé les combattants à s'en remettre aux tranchées. Mais les bancs de marnes et de calcaires du Kimméridgien ne se prêtaient pas au creusement de tranchées et celles-ci étaient facilement détruites par les obus. Le front était devenu un réseau de trous d'obus reliés par des boyaux sommairement creusés. Pierre Teilhard de Chardin, alors caporal, prit part à ces combats en qualité de brancardier et le paléontologiste Jean Boussac y fut mortellement blessé.

Les Allemands lancèrent les 10 et 11 avril, un assaut furieux et le Mort-Homme fut étouffé par les vagues d'assaut, « enveloppé à son sommet par un lincol de morts allemands entassés » (Johnson, 1921). Mais la cote 304 résista jusqu'au 11 mai, après que cinq cents pièces eurent bombardé un front de moins de deux kilomètres, à la suite de quoi la cote 304 était passée à 297 m. S'étant assurés de la cote 304, les Allemands se concentrèrent sur le Mort-Homme où ils avaient creusé trois tunnels afin de déplacer les troupes au nord du Mort-Homme en toute sécurité. La nature hétérogène des roches, marnes et calcaires, n'assurait pas aussi bien la solidité des ouvrages que la craie de Champagne, et les tunnels devaient être fortement étayés.

Au sud du village de Marre, un éperon de calcaires « séquanien », de direction WSW-ENE, surmonté de calcaires et marnes du Kimméridgien porte les trois forts de Bois Bourrus, Marre et Vacherauville, dont l'artillerie a joué un rôle majeur pour contrôler les attaques sur la rive droite, notamment sur la côte du Poivre située dans leur alignement à l'est de la Meuse. Ces trois forts ne sont pas ouverts à la visite.



Fig. 11 : La cote 304. Cliché E. Heisch.

Fig. 11 : Hill 304.

ARRÊT 3 – LES ANCIENNES CARRIÈRES D'HAUDROMONT SOUS DOUAUMONT

Présentées par Alain Lauwers.

Au début du XIX^e siècle, un grand nombre de carrières exploitaient les calcaires de l'« Argovo-Rauracien ». La plupart, que l'on voit sur les cartes et des photographies ou qui sont mentionnées dans les documents de l'époque, sont à présent fermées et envahies par la végétation.

Les carrières d'Haudromont, qui étaient les plus grandes, avec un front de taille d'environ 300 m et une superficie de 2-3 ha, sont encore visibles au coude de la D 913 à 1,5 km au NW et en contrebas du célèbre monument de la Tranchée des Baïonnettes à Douaumont et de l'arête de « Séquanien » Froideterre-Douaumont, ainsi qu'à 1,5 km au SE de la côte du Poivre (fig. 12).



Fig. 12 : Photo aérienne oblique (prise de vue du 10 avril 2016 en direction du nord) montrant la zone des anciennes carrières d'Haudromont. Cliché Nicolas Descamps.

Fig. 12 : Oblique aerial photography taken on April 2016 10th looking towards North and showing the area of the ancient quarries of Haudromont.

Stratigraphie

D'après la carte géologique, les carrières d'Haudromont ont été ouvertes intégralement dans les calcaires de l'« Argovo-Rauracien ». Comme on peut le voir dans la grande carrière de Dugny-sur-Meuse (arrêt 6), la majeure partie des calcaires de faciès « rauracien » se prêtent à la calcination pour la fabrication de chaux grasse. Cet usage est suggéré par le nom du lieu-dit Chauffour situé environ 1 km au NE des carrières (en contrebas du village détruit de Douaumont). Il est donc probable que les calcaires issus de ces carrières aient été calcinés à proximité, probablement pour la fabrication de chaux de construction.

La carte géologique mentionne toutefois au droit des carrières d'Haudromont la production de « moëllons et pierres de taille ». Une ancienne note de l'ingénieur en charge de l'exploitation des Carrières et Fours à Chaux de Dugny, remontant à 1960 environ et retrouvée par Alain Lauwers en 1985, précise qu'aux carrières d'Haudromont la limite « Argovien/Rauracien » se situe à l'altitude 250 m, soit environ 20 m au-dessus du carrefour sur la route D 913. Ceci indiquerait que cette limite devait s'observer plus ou moins à mi-hauteur des fronts de taille. Maubeuge (1951) signale qu'un « beau calcaire à entroques blanc, riche en radioles de *Cidaris* » y est exposé. Il s'agit à coup sûr de la « Pierre d'Euville-Lérouville » (fig. 3 in Carpentier *et al.*, 2010), d'âge « argovien ». Ces calcaires crinoïdiques non gélifs ont dû être

exploités dans la partie inférieure des carrières pour produire des pierres de construction. Des pointements de calcaire crinoïdique de teinte blanc-jaunâtre sont encore observables sur la bordure sud des anciennes carrières.

Les calcaires sus-jacents (« rauraciens »), le plus souvent gé-lifs, auraient quant à eux, été valorisés pour la fabrication de chaux. Il semble en effet que les calcaires sublithographiques avec récifs de polypiers saccharoïdes mentionnés par Maubeuge (*op. cit.*) doivent être rattachés aux « Calcaires coralliens de la Mésangère » tels que définis par Carpentier *et al.* (2010, fig. 3), ceux-ci formant l'extrême base du « Rauracien ». Notons d'ailleurs que la cote 250 m citée plus haut est tout à fait cohérente avec la cote 320 m indiquée par la carte géologique pour la base du « Séquanien » (« argiles à huîtres »), en contrehaut du site vers le nord.

Un détail historique corrobore l'un et l'autre usage des calcaires : à la fin du XIX^e siècle, les carrières d'Haudromont mais aussi la ferme du même nom ont été occupées par de nombreuses familles italiennes dont les enfants ont été naturalisés français en 1896. Ces Italiens auraient majoritairement été maçons, d'où le besoin de pierre de taille et de chaux pour les mortiers.

Histoire du site

Mieux que le terrain d'aujourd'hui, envahi par la végétation (fig. 13), les anciennes photos du site en 1916 nous le montrent aménagé en véritable camp retranché par l'armée allemande (fig. 14). Celle-ci avait en effet creusé de nombreuses galeries ainsi que des casemates, directement dans la roche calcaire. L'occupation du site dès le début de la bataille de Verdun était justifiée par sa position stratégique contrôlant l'accès au village et au fort de Douaumont depuis Bras-sur-Meuse dans la vallée. La littérature de l'époque relate que le site fut l'objet de furieux combats.

Les carrières furent reprises définitivement par le 11^e régiment d'infanterie de l'armée française le 24 octobre 1916 lors de la reconquête du fort de Douaumont. La figure 15 montre le site toujours bien occupé par l'armée française, en mars 1917.

ARRÊT 4 – LE FORT DE VAUX

Le fort de Vaux complétait à l'est la rangée de forts de Belleville, Saint-Michel et Souville, portés par une arête de « Séquanien » qui barre les Hauts de Meuse d'est en ouest et qui était la dernière barrière protégeant Verdun au nord-est. Du fait de sa po-



Fig. 13 : Les carrières d'Haudromont aujourd'hui : front supérieur des carrières, dans leur partie ouest exposant la base du « Rauracien ». Cliché J.C. Porchier.

Fig. 13 : The Haudromont quarries today : the western part of the upper face, showing the base of the 'Rauracian'.



Fig. 14 : Les carrières d'Haudromont organisées par les Allemands. On voit l'entrée des galeries et des casemates creusées dans le calcaire. Collection J.C. Porchier.

Fig. 14 : Haudromont quarries organized by the German. The entrance to shelters and galleries dug in the limestone can be seen.



Fig. 15 : Carrières de Haudromont. Mars 1917. Abris et boyau de communication (collection BDIC VAL 201/038). Photo réalisée après leur reprise par les Français.

Fig. 15 : Haudromont quarries after their retaking by the French. Shelters and communication trench (photo taken in March 1917).

sition plus à l'est, il n'était pas bâti sur le « Séquanien », mais sur les terrains plus anciens de l'« Argovo-Rauracien » formant un éperon du front de la côte de l'Oxfordien (fig. 16). Au nord, la petite vallée anaclinale (oblique) du ruisseau de Vaux, dans laquelle se trouve l'étang de Vaux et le village de Vaux, qui ouvre une brèche dans le mur de la côte de Meuse dont les Alle-

mands ont su tirer avantage. Cette position plus basse dans la série stratigraphique faisait que le fort n'avait pas accès à la nappe de la base du « Séquanien ». La seule ressource en eau du fort était à l'extérieur, à 1 km à l'est dans le ravin des Fontaines (fig. 17), dans lequel des sources sont alimentées par la même nappe que la plupart des villages au pied des Hauts de Meuse, à

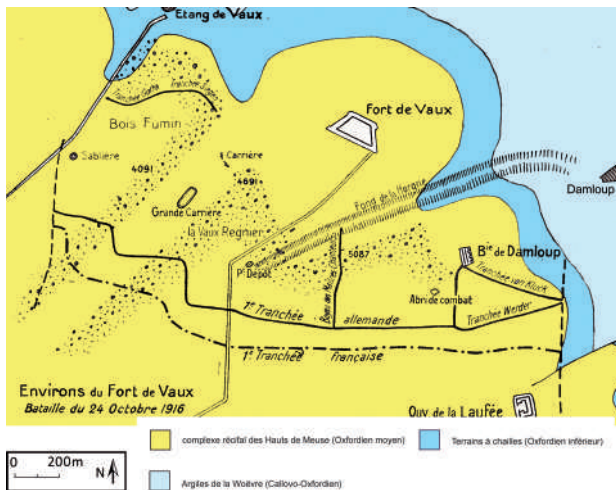


Fig. 16 : Carte géologique du secteur du fort de Vaux. Le fond de carte est extrait de de Marchal et Forestier (1920).

Fig. 16 : Geological map of the area of the fort de Vaux.

la base de la série calcaire « argovo-rauracienne », au contact des « Chailles ».

Au sud, un ravin, le Fond de la Horgne, le séparait de la batterie de Damloup.

Jusqu'à la fin du XIX^e siècle les fossés secs étaient protégés par des caponnières, ouvrages collés au mur d'escarpe (celui qui est du côté du fort), et placés en travers du fossé de façon à le couvrir de leur feu. Un tel dispositif protégeait le fort de la Pompelle, visité en 2016 (Devos *et al.*, 2017). Toutefois, trop exposées aux tirs courbes de l'artillerie rayée lançant des obus explosifs, les caponnières furent délaissées à partir des dernières années du XIX^e siècle au profit des coffres de contrescarpe, qui avaient l'avantage d'être défilés à l'artillerie.

Aussi, de 1904 à 1906, furent installés trois coffres de contrescarpe : un coffre double au nord (fig. 18), un coffre simple à l'est et un coffre simple flanquant la gorge à l'ouest.

Les coffres de contre-escarpe avaient toutefois l'inconvénient qu'il fallait les relier au fort par des souterrains passant sous le fossé et qu'on pouvait les attaquer à la mine, ce qui fut le cas pour les coffres nord et est (fig. 19).

Le fort avait été construit de 1881 à 1884 en maçonnerie ordinaire. En 1886, pour faire face aux nouveaux obus à explosif brisant, la caserne souterraine est renforcée au moyen d'une carapace de béton de 2,25 m d'épaisseur, séparée des maçonneries par une couche de sable amortisseur de 1 m.

Le fort était à l'origine équipé d'une tourelle de 75 et flanqué de deux casemates de Bourges (ainsi nommées parce qu'elles y furent expérimentées en 1899) armées de deux pièces de 75 chacune. Les casemates de Bourges étaient dédiées à un champ de tir limité (champ horizontal de 48°). Celle de gauche (fig. 20)

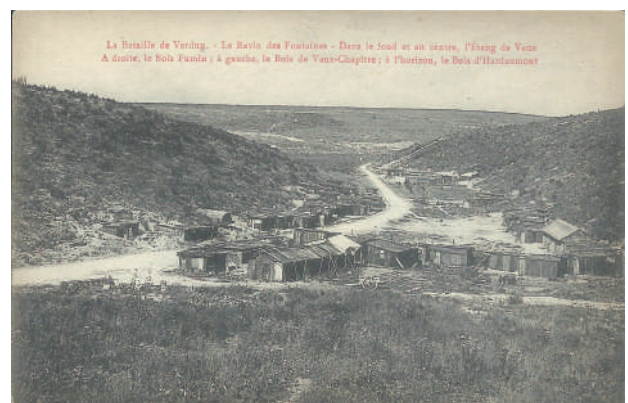


Fig. 17 : Vaux-devant-Damloup. Le ravin des Fontaines où était puisée l'eau qui était ensuite apportée au fort de Vaux. Le ruisseau de Vaux et le ravin des Fontaines constituaient une voie de pénétration pour les Allemands qui purent facilement s'emparer des sources. Photo-Verdun éd., collection J.C. Porchier.

Fig. 17 : Vaux-devant-Damloup. The ravin des Fontaines where water was drawn before being brought to the fort de Vaux. The ruisseau de Vaux and the ravin des Fontaines gave a good invasion way to the Germans who could easily gain control of the springs.



Fig. 18 : Fort-de-Vaux. Coffre de contrescarpe double du nord. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 18 : Fort-de-Vaux. Double counterscarp battery in the northern corner of the moat.

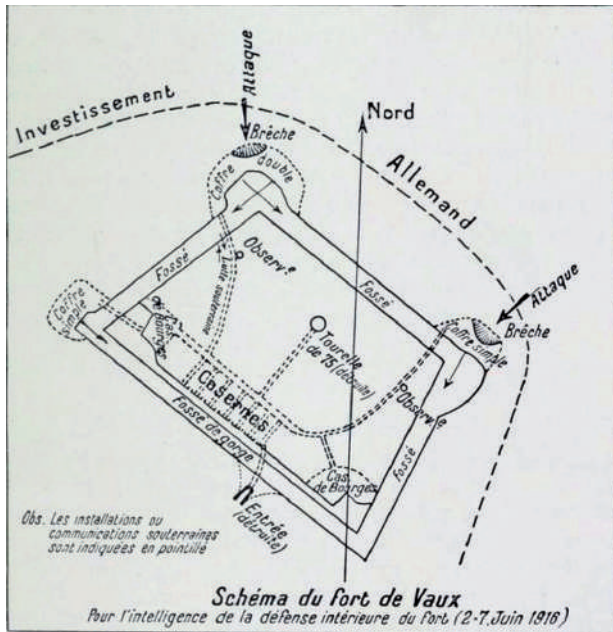


Fig. 19 : L'attaque du fort de Vaux par les coffres de contrescarpe nord et est (d'après Passaga, 1929).

Fig. 19 : The attack on the fort de Vaux through the north and east counterscarp batteries.

battait les abords du fort de Douaumont, les ravins de la Fausse-Côte, de la Caillette et du Bazil ainsi que le bois de la Caillette (fig. 21), celle de droite battait en direction de la batterie de Damloup (fig. 22), les villages de Damloup et d'Abaucourt (Marchal et Forestier, 1920).

Le fort est désarmé en 1915 par un décret qui prévoit que l'artillerie ne pourrait plus être maintenue dans les forts et serait dispersée dans les dépressions de terrain voisines de ces derniers. En 1916, le fort est ainsi sans autre armement lourd que la tourelle de 75 dont la destruction était programmée mais qui n'avait pas pu être démontée. Les charges destinées à la destruction ont explosé en février 1916 à la suite des tirs allemands

Malgré la prise du Mort-Homme et de la cote 304 à la fin du mois de mai 1916, les Allemands restent soumis au feu de l'artillerie française solidement implantée sur la rive gauche (forts de Choisel, de Marre, de Bois Bourrus...). Ils reprennent l'offensive sur la rive droite afin de s'assurer de la côte Belleville - Saint-Michel - Souville, qui surplombe Verdun et d'où pourrait partir l'offensive finale sur la ville. L'attaque devait passer entre Douaumont et Fleury, mais elle se trouvait ainsi exposés sur son flanc gauche au feu des mitrailleuses du fort de Vaux et de la batterie de Damloup, positionnée pour tirer sur Fleury et les approches du fort de Souville. Privé des canons de sa tourelle et de ses casemates de Bourges qui n'avaient pu être réarmées sous la violence ininterrompue du bombardement, le fort n'avait pu flanquer de ses feux d'artillerie les ouvrages voisins. En revanche, depuis le début de la bataille, le fort de Vaux avait constitué un point d'appui précieux pour l'infanterie assurant la défense du plateau. Le 2 juin, malgré le complet bouleversement de ses terrassements, ce point d'appui gardait encore une grande valeur ; les fusiliers et les mitrailleurs utilisant les entonnoirs de la superstructure pouvaient en interdire les abords ; et l'ensemble de la garnison trouvait toujours dans les casernements de l'ouvrage,



Fig. 20 : Fort de Vaux. La casemate de Bourges de l'ouest, dont les pièces de 75 battaient l'espace entre Vaux et Douaumont. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 20 : Fort de Vaux. The western « casemate de Bourges ». Its 75 guns battered the space between Vaux and Douaumont.

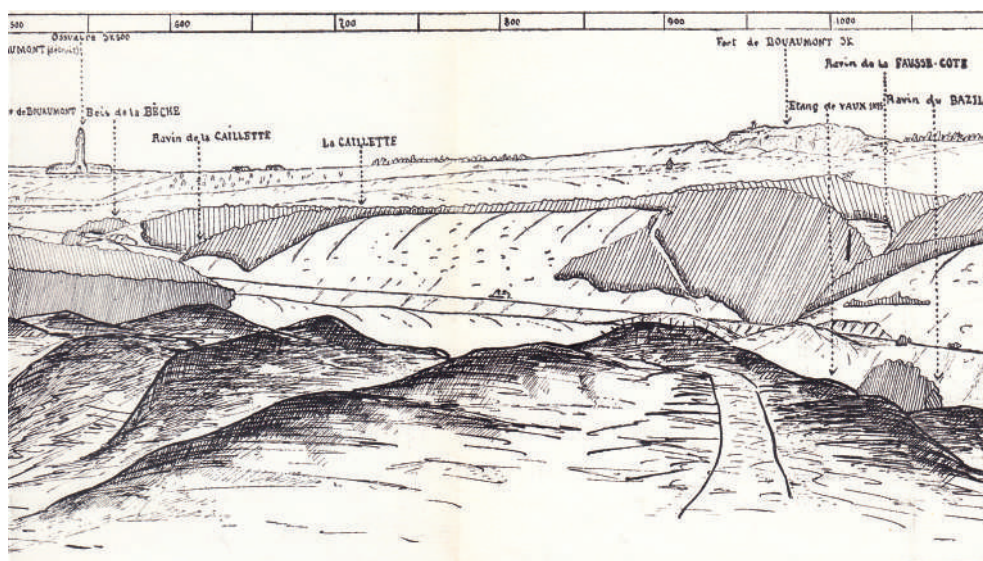


Fig. 21 : L'espace battu par la casemate de Bourges ouest du fort de Vaux (d'après Marchal et Forestier, 1920).

Fig. 21 : The space battered by the western « casemate de Bourges » of the fort de Vaux.

restés invulnérables malgré quelques fissures, un excellent abri contre le bombardement. Pour les Allemands, il fallait donc neutraliser cet ouvrage.

L'offensive allemande commence le 6 mars 1916. Les colonnes allemandes entrent dans le front de côte par le ravin de Vaux, capturant une partie du village du même nom et avançant vers la tête du ravin, où ils espéraient déboucher sur le plateau sur l'arête de Fleury et près du fort de Vaux. Le village de Vaux ne devait tomber définitivement aux mains des Allemands que le 2 avril. Mais le fort, bien que soumis au tir des obusiers les plus puissants qui avaient créé un véritable paysage lunaire et semblait ruiné de fond en comble résiste jusqu'à l'offensive du 1^{er} juin. La batterie de Damloup ne sera prise que le 11 juillet

Le fort était largement approvisionné en vivres, en munitions et en matériel, mais il était comme on l'a vu, très peu approvisionné en eau. La citerne s'était fissurée sous les effets du bombardement et elle ne pouvait plus être alimentée par l'eau de pluie. En outre, comme le plateau de Vaux manquait d'eau et qu'on ne pouvait en trouver que dans le ravin des Fontaines, devenu l'un de nombreux lieux surnommés « ravin de la Mort », la défense extérieure lui avait fait des emprunts répétés, si bien que, le 1^{er} juin, elle ne contenait plus guère que 2 500 litres pour alimenter un effectif doublé par des éléments de la défense extérieure qu'il était impossible d'évacuer sous le feu ennemi.

Du 2 au 7 juin 1916, grâce à l'héroïsme du commandant Raynal et de sa garnison, le fort résista à la 50^e division allemande mais après de très durs combats, et des tirs d'artillerie et des contre-attaques vigoureuses sans résultat de la défense de Verdun,



Fig.22 : Le Chenois (S. du Fort de Vaux). 1^{er} mars 1917. Au sud du fort de Vaux. Le terrain bombardé. Au fond sur la crête. Batterie de Damloup (collection BDIC VAL 183/106). Il s'agit d'une des rares photos, prises pendant la guerre, de cet ouvrage disparu.

Fig.22 : Le Chenois, south of the fort de Vaux. The shelled ground. On the ridge can be seen the battery of Damloup. One of the rare pictures of this work, which has been destroyed after the war (March 1st, 1917).

le 7, à six heures du matin, vaincue par la soif, la garnison dut se résigner à la reddition. L'héroïsme des défenseurs du fort de Vaux a été relaté dans de nombreux récits patriotiques (Bordeaux s.d., Beaume, 1917) ou historiques (Passaga, 1929) et dans le journal du commandant du fort lui-même (Raynal, 1919). La batterie de Damloup fut prise le 3 juillet, reprise le 12 puis reperdue, et reprise le 24 octobre.

La prise du fort de Vaux le 7 juin 1916 permit aux Allemands de s'assurer d'une grande partie de l'arête Thiaumont - Fleury - Fort Souville, ce qui plaçait Verdun à la vue directe de leurs artilleurs. Une tentative infructueuse pour reprendre le fort fut lancée sous une pluie battante qui rendait l'argile glissante et remplissait les trous d'obus. Mais en juillet et de nouveau en août, les vagues d'assaut allemandes allaient se briser contre l'arête côte Saint-Michel - fort de Vaux près du fort de Souville à l'extrémité sud de la crête de Fleury. Les troupes allemandes n'avaient plus les ressources nécessaires pour enlever le fort de Souville, elles étaient complètement épuisées et se tournaient avec inquiétude vers la Somme... La tempête à Verdun s'apaisa. L'effort suprême de l'Allemagne contre le formidable obstacle des Hauts de Meuse avait échoué.

Le fort de Vaux et la batterie de Damloup furent repris à la suite de l'offensive du 24 octobre, le fort dans la nuit du 2 au 3 novembre. Il fit l'objet de remises en état et d'améliorations, notamment le creusement d'un puits jusqu'à la nappe de la base de l'« Argovo-Rauracien » et fut réaménagé en observatoire et réarmé de mitrailleuses.

ARRÊT 5 – L'OUVRAGE DE FROIDE-TERRE ET L'ABRI DES QUATRE CHEMINÉES

L'ouvrage de Froideterre se présente comme un remarquable musée à ciel ouvert du champ de bataille, soigneusement entretenu et aménagé pour la visite extérieure. L'ouvrage (parfois écrit Froide-Terre) était situé sur une arête de « Séquanien », avant-dernière ligne de défense avant Verdun. La tradition veut que le nom vienne de « terres froides » à cause des vents du nord-est empruntant le ravin des Vignes au sud. Le Bulletin de renseignements du génie de janvier 1918 note que l'on retrouve, dans le ravin des Vignes, le faciès des « Calcaires lithographiques à plaquettes », qui est considéré à l'époque comme caractéristique de la partie la plus élevée du Rauracien supérieur. « Ces Calcaires sont très fissurés, très perméables à l'eau, qui remplit souvent les cassures d'une argile coulante. Par endroits, les couches semblent avoir subi des affaissements ; parfois, elles font place à des éboulis. Partout, on retrouve la trace d'une action intense des eaux. Peu de fossiles et mal conservés (térébratules, nérinées, radioles de cidaris). Par les cassures du terrain se produit un courant d'air glacé. En été, on a relevé des températures de 5° centigrades. Ce phénomène expliquerait le nom donné à la côte de Froide-Terre ».

Le nom pourrait tout aussi bien provenir du latin *fracta terra*, terre brisée, comme cela est le cas pour Froideterre en Haute-Saône et faire allusion aux plaquettes de calcaire lithographique.

Construit en 1887-1888, et renforcé de 1902 à 1904, la partie principale de l'ouvrage était constituée de deux éléments sans communication, l'un constitué par une caserne bétonnée, surmontée par une tourelle de deux mitrailleuses accolées, un observatoire cuirassé et une guérite d'observation et l'autre, armé d'une tourelle de deux 75 courts jumelés pour la défense, battant à l'ouest-nord-ouest l'ouvrage de Charny et à l'est-nord-est l'ouvrage de Thiaumont (fig. 23). L'armement comprenait également



Fig. 23 : La partie est de l'ouvrage de Froideterre. De droite à gauche, la tourelle double de 75, la caserne enterrée, la tourelle de mitrailleuse est et son observatoire. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 23 : The eastern part is of the fort of Froideterre. From right to left, the double turret of 75, the underground barracks, the eastern machine gun turret and its armoured observation post.

des mitrailleuses Saint-Étienne pour la défense des abords. L'ouvrage principal de Froideterre était complété par plusieurs ouvrages secondaires : postes de commandement, poudrière, abris de combat MF1 et MF2 et l'abri-caverne dit « Abri des quatre cheminées » (fig. 24). L'approvisionnement en eau se faisait via le captage du roi de Prusse, alimenté par la nappe du « Séquanien » 600 m à l'ouest.

Suite à la « crise de l'obus-torpille » en 1886 et en application du décret du 5 août 1915, qui prévoyait le désarmement de toutes les fortifications fixes de la ceinture fortifiée de Verdun, le fort ne disposait d'aucun stock de munitions au début de l'offensive et il a fallu le reconstituer en empruntant le ravin des Vignes et la route qui le surplombe, opération exténuante et périlleuse, dans le chaos des trous d'obus, sous les tirs ennemis et amis. La compagnie en place dut, pendant six semaines, s'employer à la constitution du stock, y compris l'eau qui manquait dans le fort et qu'il fallait aller chercher à la seule source disponible.

Sur les sols dévastés par la « bombturbation » (Hupy et Schaetzel, 2008), la nature a repris ses droits grâce à l'intervention de l'Office National des Forêts qui a mis fin à un processus d'embroussaillage des pelouses calcaires. Ces dernières sont régulièrement entretenues, ce qui a permis le maintien d'un milieu ouvert et l'installation de prairies remarquables. La pauvreté du sol alliée à l'ensoleillement du site ont créé un microclimat chaud et sec, propice au développement d'une faune et d'une flore thermophile, comprenant par exemple l'Orchis pyramidal (*Anacamptis pyramidalis*), le criquet *Oedipoda caerulea* (*Oedipoda turquoise*) et le Machaon (*Papilio machaon*).



Fig. 24 : Ouvrage de Froideterre. L'Abri des quatre cheminées. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 24 : Fort of Froideterre. The Four Chimney dugout.

Une des conséquences de la « bombturbation » est la perturbation du ruissellement sur les pentes. L'eau retenue dans les trous d'obus forme un ensemble de petites mares (fig. 25) où se sont développées une flore et une faune caractéristiques des zones humides : Grenouille rousse (*Rana temporaria*), Triton alpestre (*Ichthyosaura alpestris*), libellules comme l'Anax empereur (*Anax imperator*).



Fig. 25 : Ouvrage de Froideterre. Mare dans un cratère d'obus. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 25 : Fort of Froideterre. Pond in a shell crater.

ARRÊT 6 – CARRIÈRE DE DUGNY-SUR-MEUSE

«La carrière de Dugny-sur-Meuse exploite les calcaires de l'Oxfordien moyen (l'ancien Rauracien) qui constituent les côtes de Meuse. Cet arrêt fera l'objet d'un article détaillé à paraître dans le bulletin 55-3 (septembre 2018)».

ARRÊT 7 – LES ÉPARGES

Présenté par Dominique Harmand, Jacques Le Roux et Gérard Giuliani.

Dans le secteur des Éparges, la côte de Meuse est dédoublée par le Longeau, rivière de direction NNW-SSE dans sa partie supérieure (fig. 26). Le front de côte présente un profil peu pentu et il est précédé vers l'est par une avant-côte de même orientation qui se fragmente en buttes-témoins vers le nord. La largeur de l'avant-côte est d'environ 1 à 1,5 km, et sa longueur totale d'environ 5 km. Cet ensemble de hauteurs stratégiques qui porte la crête des Éparges domine la plaine de la Woëvre. Comme à Damvillers, la dissection de la côte de Meuse s'explique par la présence d'une rivière surimposée (le Longeau aux Éparges, la Thinte à Damvillers) ainsi que par la présence de faciès argilo-marneux : Terrains à Chailles et Marne des Éparges. Cette dernière formation, datée de la base de l'Oxfordien moyen, est constituée de marnes blanchâtres riches en huîtres et contenant un certain nombre de bancs calcaires. Présente dans la région de Verdun, de Dun-sur-Meuse, aux Éparges, la Marne des Éparges réapparaît plus au sud, à l'ouest de Toul où elle a environ 2 m d'épaisseur et surtout dans le secteur du laboratoire souterrain Meuse/Haute-Marne de l'Andra, où sa puissance est d'une vingtaine de mètres. Dans le secteur des Éparges, son épaisseur peut atteindre 15 m. La formation affleure sur le front de la côte de Meuse et au sommet de l'avant-côte des Éparges où elle recouvre l'Oolithe ferrugineuse. Il est à noter que les entonnoirs de mines sont localisés dans cette formation, relativement facile à creuser (fig. 27).

Le revers de la côte de Meuse (calcaires de l'Oxfordien) se caractérise par un relief élevé, dépassant les 400 m, échancré de

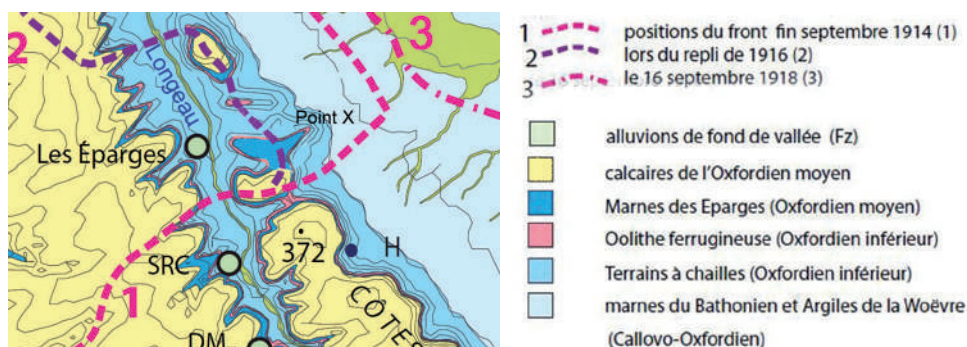


Fig. 26 : Le site des Éparges, une chaîne de buttes-témoins dégagée par le Longeau (D. Harmand, J. Le Roux).
SRC : Saint-Remy-la-Calonne. DM : Dommartin-la-Montagne. H : Herbeville.

Fig. 26 : The site of Les Éparges, a chain of outlyers carved by the Longeau river.

nombreuses vallées affluentes de la Meuse (coin sud-ouest) qui s'écoule pratiquement 200 m plus bas. Le front de côte, très découpé, est marqué par une bande de très fortes pentes qui surplombent la plaine de la Woëvre (Argiles de la Woëvre (Bathonien *p.p.*, Callovien, Oxfordien *p.p.*), de plus de 150 m (fig. 28). La vallée du Longeau, encaissée dans les calcaires oxfordiens, détermine sur son versant nord-est une avant-côte fragmentée en buttes-témoins et une voie de pénétration aisée dans le revers. Les buttes-témoins permettaient l'installation d'observatoires qui surveillaient à la fois la plaine de la Woëvre et la vallée du Longeau. On trouve là l'explication des violents combats qui s'y sont déroulés, ainsi que plus au nord, aux Jumelles d'Ornes, également situées sur une avant-côte morcelée, qui contrôlait la vallée de la Thinte au sud de Damvillers.

En effet, le saillant de Saint-Mihiel restait vulnérable à une attaque en tenaille lancée dans la Woëvre. Dans cette perspective, la crête des Éparges constituait un observatoire de première importance pour diriger l'artillerie. Les Allemands s'y étaient installés en septembre 1914. Une offensive française dans la plaine nécessitait au préalable la prise de la crête. Le 17 février 1915 une attaque pour la reconquête des Éparges est lancée par la 12^e DI. Le 106^e RI du sous-lieutenant Maurice Genevoix participe aux combats. Le succès des Français est rapide avec la conquête de la partie ouest de la crête mais les Allemands conservent le bastion est, après une vive contre-attaque. Les combats cessent

le 22 février avec un bilan humain très lourd et un échec des Français sur le plan stratégique puisque les positions conquises n'offrent aucune vue supplémentaire sur la plaine de la Woëvre. En mars, deux assauts sont renouvelés sans plus de réussite. L'attaque du 18 mars qui se poursuit pendant trois jours, se solde par un nouvel échec avec une avance française limitée à 300 m et d'importantes pertes (1 300 hommes). Le 27 mars, le troisième assaut échoue devant les contre-attaques allemandes pour regagner le terrain perdu. Les positions restent figées. Une quatrième et dernière tentative est menée pendant la bataille de la Woëvre. Du 5 au 9 avril, les combats sont très meurtriers avec des pertes de près de 5 000 hommes dans les deux camps. Les Français échouent devant le point X, dernier bastion qui reste aux mains des Allemands avec le versant sud qui domine Combrès et ne tombera qu'en septembre 1918. Les Allemands avaient en effet défendu avec acharnement ce point car il permettait des vues plongeantes sur le pied des côtes de Meuse où ils avaient leurs dépôts et leurs principales zones de cantonnement (Czubak et Lejeune, 2016). Désormais, les Français contrôlent la presque totalité de la crête des Éparges. Le front se stabilise jusqu'en septembre 1918. Jusqu'en 1917, les combats se poursuivent par une guerre de mines qui, pour ce qui est des opérations de février 1915 à septembre 1916, est détaillée dans le *Bulletin de renseignements du génie* (Anonyme, 1919). Le site sera défiguré de façon permanente par des dizaines de cratères (fig. 29). Les Allemands ont fait sauter 46 mines contre 32 pour les Français.

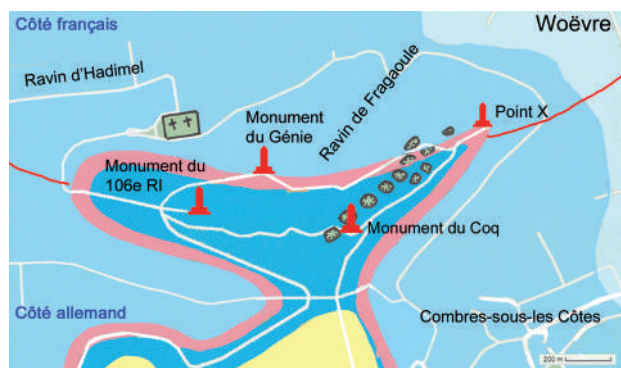


Fig. 27 : Carte géologique de la butte des Éparges. Les entonnoirs représentés sont ceux visibles sur Google Earth. (d'après D. Harmand, J. Le Roux, la feuille Vigneulles-lès-Hattonchâtel de la carte géologique et Google Earth).

Fig. 27 : Geologic map of the hill of Les Éparges. Mine craters from Google Earth.

ARRÊT 8 - LE MONTSEC

Présenté par Jacques Le Roux et Dominique Harmand.

La butte du Montsec (Meurthe-et-Moselle) marque la terminaison d'un étroit éperon qui se détache de la côte de Meuse vers le nord-est au droit de Saint-Mihiel (Meuse), s'étend sur environ 6 km et s'élève de près de 150 m au-dessus de la plaine de la Woëvre (fig. 30). Cette bande de quelques dizaines à quelques centaines de mètres de large est une butte-témoin couronnée par les calcaires de l'Oxfordien reposant sur les argiles de la Woëvre *s.l.* (Callovien à Oxfordien moyen) (fig. 31). Cette morphologie particulière est due à un effondrement localisé le long du prolongement de la faille de Metz qui indique en surface la terminaison nord du Bassin houiller sarro-lorrain.

L'anticlinal de Lorraine est responsable du « rentrant » du front de côte centré sur son axe dans le secteur du Val de Boncourt. Cette correspondance (les anticlinaux en « rentrants », les synclinaux en « sortants ») entre la structure et le tracé des côtes,

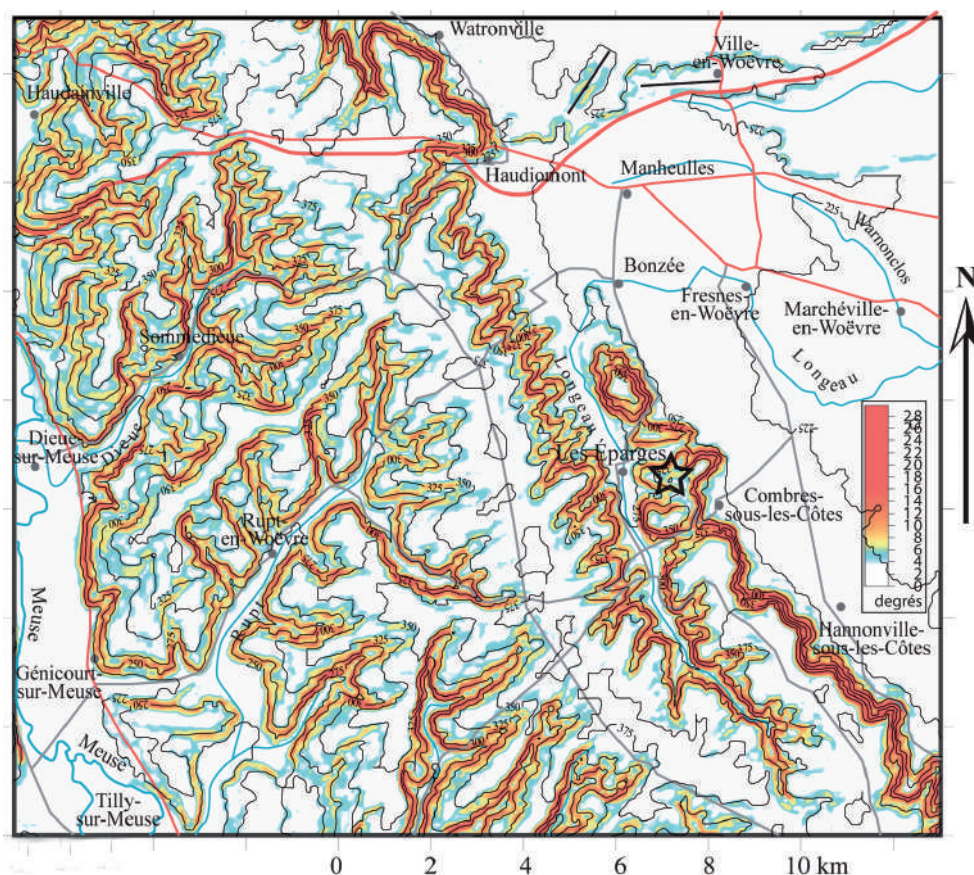


Fig. 28 : Carte des pentes dans le secteur des Éparges. Dessin J. Le Roux.

Fig. 28 : Slope map of the area of Les Éparges.

est de règle. Elle est à mettre en rapport avec la précocité de l'érosion des points hauts lors du dégagement des reliefs par abaissement de la surface sommitale (infracrétacée), dont les restes sont encore observables dans le paysage à partir du panorama du Montsec. Ce processus est responsable de la conservation des buttes-témoins dans les synclinaux ou dans les compartiments effondrés, comme en témoigne cette butte-témoin.

Depuis le Montsec, le panorama permet d'observer la vigueur du front de la côte de Meuse (fig. 32), dont les calcaires



Fig. 29 : Entonnoir de mine dans le secteur des Éparges. Cliché J.-C. Porchier.

Fig. 29 : Mine crater.

surplombent la plaine de Woëvre de plus de 150 mètres et la platitude de cette plaine parsemée d'étangs. Il est possible d'observer également vers le sud-est le bombement faillé de l'anticlinal de Lorraine (ou de Pont-à-Mousson), qui fait percer les calcaires du Bajocien à travers la couverture des Argiles de la Woëvre, provoquant un relief de faille nettement perceptible.

La butte fut prise dès septembre 1914 par les Allemands qui en firent une base militaire sur le flanc sud du Saillant de Saint-Mihiel. Il ne subsiste toutefois aucune trace notable de ces positions. Cette région fut le siège de nombreux et violents combats, et notamment de la bataille décisive du « Saillant de Saint-Mihiel » (septembre 1918). Le Montsec lui-même n'a pas connu de combats importants pendant l'offensive franco-américaine qui a conduit au repli allemand et à la prise de la butte par des unités de la 39^e division d'infanterie française le 13 septembre 1918.

En 1932 a été édifié le monument qui célèbre la première victoire de l'armée des Etats-Unis (fig. 33). Conçu par l'architecte Egerton Swartwout, il est constitué d'une rotonde de 16 colonnes de style néo-classique. Classé monument historique en 1975, il a été édifié en pierre d'Euville-Lérouville, entroquite de l'Oxfordien moyen (fig. 34) dont les carrières se situent dans la vallée de la Meuse dans les localités éponymes. Il abrite une remarquable maquette en bronze représentant le champ de bataille (fig. 35) et offre un vaste panorama sur les côtes de Meuse et sur la Woëvre. Le monument et le terrain de 18 hectares qui l'entoure sont gérés par l'*American Battle Monuments Commission*.



Fig. 30 : La butte de Montsec et la côte de Meuse vues de Buxières-sous-les-Côtes. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 30 : The Montsec hill and the Meuse cuesta seen from Buxières-sous-les-Côtes.

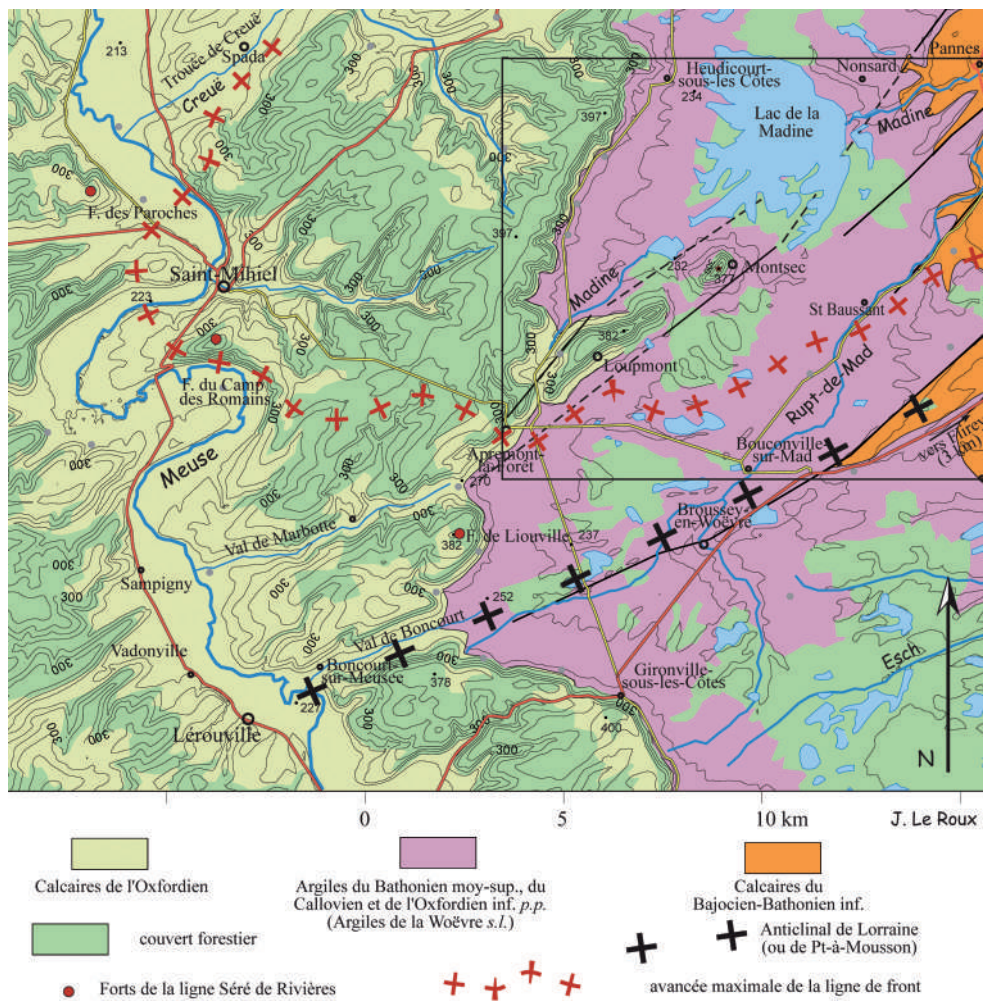


Fig. 31 : Carte géologique de la butte de Montsec et de ses environs Cliché J.C. Porchier.

Fig. 31 : Geological map of the Montsec outlyer and its surroundings.



Fig. 32 : La côte de Meuse vue depuis le monument américain. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 32 : The Meuse cuesta seen from the American Monument.



Fig. 33 : Le Monument Américain. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 33 : The World War I Montsec American Monument.

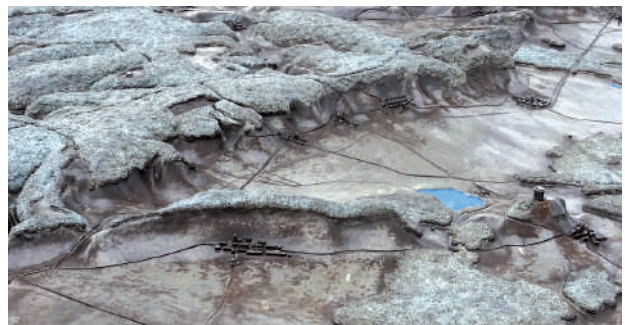


Fig. 35 : Détail du plan-relief de la bataille de Saint-Mihiel montrant la côte de Meuse, le Mont et le Montsec. Cliché J.C. Porchier.

Fig. 35 : Detail of the relief map of the St. Mihiel salient showing the Meuse cuesta ridge, the Mont and the Montsec.

ARRET 9 – LES POLÉMO-PAYSAGES DE FLIREY

Présenté par Anne Poszwa, Danièle Bartier et Vincent Ollive.

Les travaux sur les polémo-paysages au nord de Flirey (fig. 36) et l'effet de la guerre de mines sur les sols, sont dans le prolongement des travaux de Hupy et Schaetzl (2006) qui ont été les premiers à proposer le terme de « bombturbation » dans la zone de Verdun. Cette bombturbation entraîne une modification de la morphologie et notamment la formation de cratères avec la possible disparition des sols formés avant la guerre. On peut voir aussi des éjectas qui mélangent des horizons pédologiques et géologiques. Afin de mieux comprendre les effets de la guerre de mines qui perturbent les sols, quatre fosses ont été étudiées ces dernières années dans un entonnoir au nord de Flirey et une vingtaine de sondages à la tarière ont été réalisés sur les bords et en s'en éloignant.

L'effet bombturbation sur la pédogenèse post-conflit est très comparable à Flirey et à Verdun (Hupy et Schaetzl, 2008). Au niveau de l'entonnoir, la présence, au bout d'une centaine d'an-



Fig. 34 : Détail de la Pierre d'Euville-Lérouville montrant des sections de calices de crinoïdes (*Pentacrinus*). Cliché J.C. Porchier.

Fig. 34 : Detail of the Euville-Lérouville stone showing sections of crinoid calyxes.



Fig. 36 : Entonnoir de mine à Flirey (54). Cliché J.-C. Porchier

Fig. 36 : Mine crater at Flirey.

nées, d'un horizon carbonaté est mise en relation directe avec le matériau parent. Contrairement à la pédogenèse « standard », le substrat « géologico-anthropique » que représente l'éjecta est très fragmenté et offre une très grande surface réactionnelle aux processus d'altération. Ces travaux préliminaires démontrent que les environs de Flirey constituent un cadre très intéressant pour l'étude des effets de la Première Guerre mondiale sur la morphologie et les sols. Le contexte archéologique fournit par ailleurs un bon chronomètre permettant d'évaluer le temps nécessaire à la naissance et à l'évolution d'un sol.

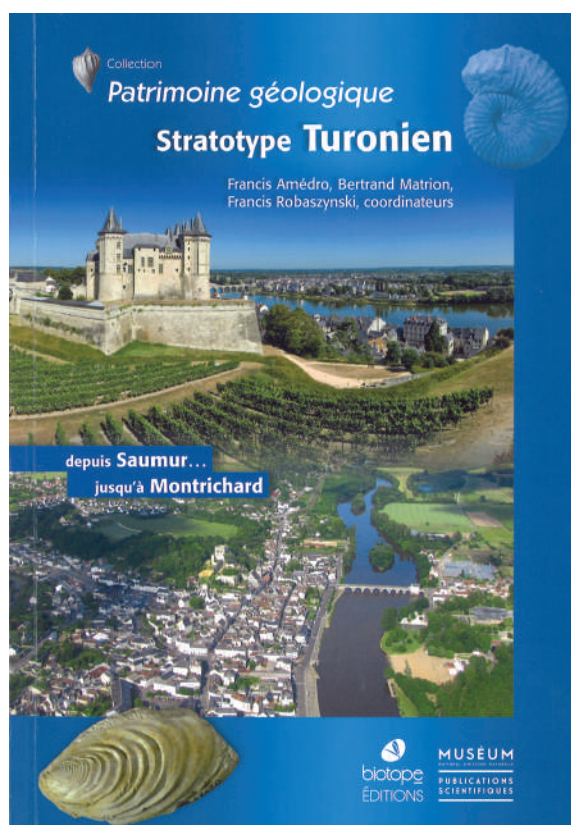
Pour l'interprétation des références aux couleurs dans les légendes des figures ou dans le texte, le lecteur est renvoyé à la version pdf de cet article.

For the interpretation of references to colors in the figure captions or in the text, the reader is referred to the pdf version of this article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AMIS DE VAUQUOIS (2014) - La butte meurtrie VAUQUOIS - La guerre des mines 1914-1918. Les Amis de Vauquois et de sa région éd., 382 p.
- ANONYME (1918) - Renseignements géologiques fournis par la construction d'abris dans la région de Verdun. *Bulletin de renseignements du génie*, IV, janvier 1918, 92-95, 1 carte h.t.
- ANONYME (1919) - La guerre de mines des Éparges (Février 1915 – Septembre 1916), *Bulletin de renseignements du génie*, mai 1919, XI, 3-69.
- BEAUME G. (1917) - L'épopée du fort de Vaux. collection « Patrie » n° 37, F. Rouff éd., Paris, 32 p.
- BORDEAUX H. (s.d.) - Les derniers jours du fort de Vaux (9 mars - 7 juin 1916). Nelson, Paris, 284 p.
- CARPENTIER C. (2004) - Géométries et environnements de dépôt de l'Oxfordien de l'Est du Bassin de Paris. Thèse de l'Université de Nancy I, 470 p.
- CARPENTIER C., LATHUILLIERE B. et FERRY S. (2010) - Sequential and climatic framework of the growth and demise of a carbonate platform: implications for the peritidal cycles (Late Jurassic, north-eastern France). *Sedimentology*, 57, 985-1020.
- CZUBAK N. et LEJEUNE P. (2016). Les Éparges, Die Combres-Höhe (1914-1918), Collection Mémorial de Verdun, Paris, DACRES éd., 286 p. 1 DVD.
- DEFRETIN J. (2014) - Le rôle du génie pendant la bataille de Verdun (février 1916 - août 1917), thèse de doctorat, Université de Lorraine, 469 p., 9 cartes h.t.
- ENAY R., BOULLIER A. (1981) - L'âge du complexe récifal des côtes de Meuse entre Verdun et Commercy et la stratigraphie de l'Oxfordien dans l'Est du Bassin de Paris. *Géobios*, 14, 6, 767-771.
- DEVOS A., TABORELLI P., DAMIEN T., BOLLOT N., BLANC A., FRONTEAU G., LARATTE S., LEJEUNE O., DESFOSSÉS Y., EMBRY M. (2017) - la Grande Guerre sur la Côte d'Île-de-France, en Champagne Crayeuse et en Argonne. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 52, 3, 15.
- GUYOT P. (2004) - La guerre des mines à Vauquois. *14-18 Le magazine de la Grande Guerre*, 19, 16-23.
- HANOT F., BERGERAT F., GÉLY J.-P., PORCHIER J.-C. et VICELLI J. (2015) - La géologie du front occidental de la Grande Guerre des Flandres à la Champagne. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, 54, 3, 3-19.

- HARMAND D., PORCHIER J.C. et LE ROUX J. (à paraître) - Verdun, un site emblématique. In « 14-18, la Terre et le Feu. Géologie et géologues sur le front occidental », AGBP- COFRHIGÉO -SGN co-éd., Mém. hors-série n°10 de l'AGBP, à paraître.
- HUMBERT L. (1971) - Recherches méthodologiques pour la restitution de l'histoire bio-sédimentaire d'un bassin. L'ensemble carbonaté oxfordien de la partie orientale du Bassin de Paris. Thèse d'Etat ès Sciences Université de Nancy, 364 p.
- HUPY J.P. et SCHAETZL R. J. (2006) - Introducing "bombturbation", a singular type of soil disturbance and mixing. *Soil Science* 171(11), 823-83
Doi : 10.1097/01.ss.0000228053.08087.19
- HUPY J.P. et SCHAETZL R. J. (2008) - Soil development on the WWI battlefield of Verdun, France. *Geoderma* 145, 37-49.
Doi:10.1016/j.geoderma.2008.01.024.
- JOHNSON D. W. (1921) - Battlefields of the World War, Oxford University Press American Branch, 647 p.
- LATHUILLIÈRE B. et CARPENTIER C. (2014) - La Pierre d'Euville-Lérrouville. In « Le Bassin parisien, un nouveau regard sur la géologie », dir. Gély J.P. et Hanot F., Mémoire hors-série n° 9, AGBP éd., fiche n° 38, p. 163.
- LE ROUX J. (1969) - Les nappes des calcaires séquanais dans la région de Cousances-aux-Bois (Meuse). Ses relations avec les eaux de la Deûle. *Bull. B.R.G.M.* (2), sect. III, n° 3, p. 25-38.
- LE ROUX J. (2014) - La côte de Meuse et la butte de Montsec. In « Le Bassin parisien, un nouveau regard sur la géologie », dir. Gély J.P. et Hanot F., Mémoire hors-série n° 9, AGBP éd., fiche n° 35, p. 160.
- MARCHAL et FORESTIER R. (1920) - La bataille de Verdun expliquée sur le terrain et par les cartes. H. Frémont éd., Verdun, 132 p., 1 carte au 1/50 000 et 14 croquis panoramiques h.t.
- MAUBEUGE P.L. (1951) - Stratigraphie du « Lusitanien » de la région de Verdun. *Bull. Soc. géol. France*, 6^e sér., t. 1 (1-3), 3-21.
- MAUBEUGE P.-L. (1958) - Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Étain (n°136) et notice explicative, 6 p. BRGM, Orléans.
- MAUBEUGE P.-L. (1969) - Carte géologique de la France à 1/50 000, feuille Vigneulles-lès-Hattonchâtel (n°162) et notice explicative, 7 p. BRGM, Orléans.
- PASSAGA F. F. G. (1929) - Verdun dans la tourmente - Le calvaire de Verdun. 3^e édition. Édition définitive, entièrement refondue et complétée, Charles-Lavauzelle et Cie éd., Paris, Limoges, Nancy, 309 p., 4 cartes h.t.
- POGNON E. (1890) - Histoire de Montfaucon d'Argonne depuis son origine (597) jusqu'à nos jours. Sohet-Laurent éd., Sedan, 696 p.
- RAYNAL, S.E (1919) - Journal du commandant Raynal, le fort de Vaux, Albin Michel éd., Paris, 248 p.
- SCHWENCKE A. (1928) - Die Tragödie von Verdun. Das Ringen um Fort Vaux, Oldenburg éd., Berlin, 226 p.
- SOLARD (1935) - Fortification. Tome II : La fortification pendant la guerre 1914-1918. École d'Application d'Artillerie éd., Fontainebleau, 148 p., 7 planches h.t.
- WARIN C. (1896) - Excursion du 12 avril 1896 *Mémoires de la Société des amateurs naturalistes du nord de la Meuse*, VIII, 111-112.



STRATOTYPE TURONIEN

**Collection Patrimoine géologique sous la direction de P. De Wever et d'A. Cornée,
Ouvrage collectif coordonné par F. Amédéo, B. Matrimon et F. Robaszynski**

Coédition : muséum national d'histoire naturelle, Paris ; Biotopé, Mèze ; 2018
1 vol. rel. 17x24 cm, 414 p., 277 ill., 1 CD-ROM, ISBN MNHN 978-2-85653-819-7 ;
ISBN Biotopé 978-2-36662-206-5

Voici la parution d'un nouveau titre de la collection *Patrimoine géologique* : le Turonien. Ce stratotype est intimement lié au riche terroir tourangeau, région où la géologie tient une place si particulière. Les pierres d'appareil sorties par millions des centaines de carrières souterraines pour construire villes et châteaux de la Loire, les sols participant à la renommée viticole de la Touraine et du Saumurois, sont les échos lointains d'une histoire géologique qui s'est déroulée entre 93,9 et 89,8 millions d'années. Vingt auteurs sous la coordination de Francis Amédéo, Bertrand Matrimon et Francis Robaszynski ont produit un volumineux ouvrage qui retrace cette aventure.

L'ouvrage se divise en six chapitres à la suite d'une introduction qui replace le Turonien dans l'échelle stratigraphique internationale. Le premier chapitre aborde l'histoire des sciences avec les origines du Turonien et évoque les travaux fondateurs des plus célèbres chercheurs, d'Alcide d'Orbigny, auteur de nombreux stratotypes français, à Guy Badillet, amateur éclairé en géologie et érudit de la marine de Loire.

Dans le deuxième chapitre, le contexte géologique est décrit en détail sous ses aspects sédimentologiques et stratigraphiques, à partir des nombreuses coupes levées dans les carrières souterraines et les anciens fronts de taille le long des coteaux des vallées de la Loire et du Cher. Cet ensemble d'affleurements est complété par le forage stratigraphique de Civray-de-Touraine qui a été réalisé en 1967. À cette époque d'abondance, plusieurs forages entièrement carottés avaient été réalisés en France pour établir de précieuses coupes de référence. Ces carottes sont encore de nos jours un matériau de recherche servant notamment à l'identification et à l'analyse de niveaux de cendres volcaniques dans la craie et le tuffeau, véritables lignes de corrélation à travers le bassin anglo-parisien.

Le troisième chapitre est consacré aux paysages anciens du monde du Turonien, décrits à l'aide de plusieurs cartes paléogé-

graphiques issues des meilleurs travaux actuels de synthèse. Ce chapitre assez court s'achève par l'étude du niveau marin au cours du Turonien.

Dans le quatrième chapitre, une synthèse paléontologique entièrement nouvelle, porte naturellement en premier lieu sur les ammonites, dont un grand nombre a été collecté en ciel de carrières souterraines. Après l'inventaire des autres macrofossiles, les microfossiles (foraminifères benthiques et pélagiques, ostracodes) et les nanofossiles calcaires ont été réétudiés à partir du sondage de Civray-de-Touraine. Le cortège paléontologique est illustré par de nombreuses planches photographiques de qualité, comme il est maintenant d'usage dans cette collection d'ouvrages.

Le cinquième chapitre illustre les liens étroits entre le Turonien et l'homme. Le silex est très brièvement abordé alors qu'il a joué un rôle essentiel dans les cultures matérielles préhistoriques et jusqu'à la pierre à fusil de grande qualité des armées révolutionnaires et de l'Empire. La pierre de construction fait l'objet d'une solide synthèse, suivie du troglodytisme, de la culture du champignon de couche et naturellement de la vigne !

Le dernier chapitre expose le patrimoine géologique à travers les collections et s'achève par d'utiles parcours géologiques.

À ce fort ouvrage, s'ajoute comme pour les autres titres de la collection, un CD qui renferme l'inventaire du contenu paléontologique, la nature et la genèse des roches sédimentaires, l'altération du tuffeau en œuvre sur les bâtiments et le complément à l'étude du forage de Civray-de-Touraine. Cet ouvrage collectif de référence est un outil indispensable pour connaître le stratotype Turonien, un des étages de valeur internationale qui se situe dans le Bassin parisien. Merci aux auteurs, aux coordinateurs et aux directeurs de cette collection pour ce bel ouvrage !

Jean-Pierre Gély

ASSOCIATION DES GÉOLOGUES DU BASSIN DE PARIS

Rédaction et administration

Tour 56-55, E5 - 4 place Jussieu

CCP PARIS 07717 41E 020 PARIS

F-75252 PARIS Cedex 05

SIRET : 328 440 664 00014

IBAN : FR41 2004 1000 0107 7174 1E02 092

association.agbp@gmail.com

www.agbp.fr

Association reconnue d'utilité publique le 21 juillet 1988

BULLETIN D'ADHÉSION

NOM (en capitales) :

Prénom :

Date de naissance :

Titres :

Fonction :

Courriel/Téléphone :

Adresse personnelle :

Adresse professionnelle :

Le bulletin devra être envoyé

☐

à l'adresse personnelle

☐

à l'adresse professionnelle

Demande à être reçu membre de l'Association des Géologues du Bassin de Paris

MM et sont chargés de me présenter

Date

Signature des parrains

Signature de l'adhérent

Cotisation et abonnement (2018)

Membres ordinaires

Cotisation seule : 20 €

Cotisation + abonnement au bulletin électronique : 50 €

Cotisation + abonnement au bulletin « papier » : 62 €

Personnes morales (organismes, bibliothèques, laboratoires ...)

Cotisation seule : 40 €

Cotisation + abonnement au bulletin électronique : 100 €

Cotisation + abonnement au bulletin « papier » : 124 €

SOMMAIRE

Cyrielle DUMONT, Alexandra FONTAINE, Marie GAY, Pascal BARRIER, Cyril GAGNAISON et Jacqueline LORENZ - La pierre de Vouhet, un « chantier meulier » oublié du sud du Berry (Lignac, Prissac ; Indre)	3
Danièle BARTIER, Dominique HARMAND, Alain LAUWERS, Jacques LE ROUX, Vincent OLLIVE, Jean-Claude PORCHIER et Anne POSZWA - L'environnement géologique de la Bataille de Verdun	13
Analyse d'ouvrage - Stratotype Turonien	32

Prix du fascicule : 18 €
CPPAP 05 22 G 85462
Dépôt légal : 2^e trimestre 2018

Directeur de la publication : M. J. ROULET
Achevé d'imprimer sur les presses
de l'imprimerie LAUNAY