

# Les calcaires du Barrois et où vont les eaux de sub-surface de Bure

Anegeo, 10/10/2019 (09/04/25)

*Résumé.* La région aval de Bure repose sur le Tithonien (= Portlandien) ou calcaires du Barrois. C'est beaucoup de calcaires en petits bancs, certains lithographiques capables de préserver avec finesse des empreintes de vie lointaine, quand d'autres à l'inverse ont un look tumultueux. Ils comportent deux bancs recherchés pour la construction, qui sont aussi des niveaux repères, l'*oolithe de Bure* et la *Pierre de Savonnières*.

Sur le plan hydraulique c'est un aquifère de sub-surface essentiellement par fracturation, très irrégulier. Il est notoirement karstique. De la zone de Bure, la direction des écoulements souterrains est vers le Nord-Ouest parallèle à la haute et moyenne vallée de la Saulx, mais avec un important branchement à partir d'Haironville vers la vallée de l'Ornain sur la zone de Bar-le-Duc. Une partie encore de ces eaux souterraines passe du côté vallée de la Marne, sur Thonnance-lès-Joinville, sur Chevillon, sur la zone de St Dizier.

En interne le Tithonien a deux niveaux peu perméables, les "Marnes à Hémicidaris" et l' "Oolithe de Bure". Ces niveaux génèrent des nappes perchées et expliquent l'emplacement préférentiel des zones de pertes et celui des zones de sources.

Plan :

I. Le Tithonien (Portlandien) de Meuse/Hte-Marne	.....	2
I-1. Stratigraphie		
I-2. Des faciès fins offrant quelques opportunités	.....	5
I-3. Les caries	.....	6
I-4. L'"Oolithe de Bure"	.....	8
I-5. Autres entités	.....	10
I-6. Stratigraphie structurale, niveaux repères	.....	15
II. Hydrogéologie des calcaires du Barrois	....	17
II-1. Les environs immédiats de Bure		
II-2. Le bassin de la haute et moyenne Saulx, vallée de l'Ornain vers Bar-le-duc		19
II-2-1. Une circulation karstique qui peut être très rapide		
II-2-2. De l'eau à plusieurs étages	.....	20
II-3. Des passages vers la vallée de la Marne	.....	23
III. Le Kimméridgien	....	26
Annexe géométrie (applications)	....	28
Bibliographie		

# I. Le Tithonien (Portlandien) de Meuse/Hte-Marne

## I-1. Stratigraphie

Le Barrois est le domaine du Tithonien (nom de la déesse grecque Tithon épouse de Eos) nom finalement adopté à la place de Portlandien (de Portland, presque île dans le comté du Dorset au milieu de la côte Sud de l'Angleterre, mais au sens français, parce que les divisions anglaises n'étaient pas les mêmes) lui-même aussi appelé Bononien (issu de Bolonien, Boulogne) au 19<sup>ème</sup>, qui est régionalement, et depuis longtemps, appelé Calcaires du Barrois.

C'est le dernier étage de l'époque géologique Jurassique : le Malm supérieur. On peut trouver sur les points hauts des plateaux, à l'Ouest d'un méridien passant par Bure, les dépôts de l'époque géologique suivante, la base du Crétacé, souvent des sables ou/et des restes du minerai de fer qui a été exploité.

Le rapport BRGM 1980 sur le Bassin de Paris donne un résumé schématique des niveaux reconnus avec les variations latérale (Fig. 2). Cette Fig. 2 sera ici notre référence.

Il y a un niveau du Tithonien que tout le monde connaît, dont on ne parlera pas ici parce qu'il est largement décrit ailleurs (et visible partout sur les maisons; Martin et Zany 2016) : la « pierre de Savonnières », mais exploitée jusqu'à Ville-sur-Saulx où il y avait 150 ouvriers pour ça en 1842 (Buvignier 1852, p. 427), très utilisée en construction pierre de taille. Elle se trouve en haut du Tithonien/Portlandien local entre deux niveaux dolomitiques (= calcaires magnésiens, "pierre morte"). Cette « pierre de Savonnières » est une oolite (petites billes de 1 à 2 mm) vacuolaire (cœur originel dissout) et/ou bien des lumachelles (lits formés d'une accumulation de débris coquilliers), car suivant les endroits ou niveaux, la pierre diffère. La "pierre de Savonnières" n'est pas lourde pour une roche, 1,8 tonnes/m<sup>3</sup> en moyenne à Brauvilliers, 1,675 t/m<sup>3</sup> en moyenne à Savonnières (Gaillet 2003, p. 83-85). Sa porosité variable est autour de 30%. Elle (le faciès le plus connu) n'est pas spécialement étanche (expérience vécue d'eau accumulée sur une verrière à l'évacuation bouchée, qui a traversé un mur relativement épais en pierre de Savonnières) et pourtant elle est dans la pratique non gélive, semble-t-il grâce au volume d'air contenu (fig. 1.).

Ce que l'on sait moins, puisque E. Buffetaut a "re"-découvert l'échantillon au musée de Saint-Dizier, est qu'on y a trouvé un crâne de petit crocodilien (pas très bien conservé), Alligatorium proche de l'espèce A. paintenense, d'un groupe dont la taille ne dépassait pas 60 cm à l'âge adulte, dont le spécimen allemand qui a servi à définir l'espèce a disparu en 1944. Il provient de la carrière de la Fontaine à Brauvilliers et a été donné par R. Fulbert. Cela indique qu'une terre émergée n'était pas très distante (Buffetaut 1981).



Fig. 1. Petite faille rendue bien visible par le contraste de couleur au sommet de la veine "pierre de Savonnières" blanc-crème, qui a été exploitée, et la dolomie supérieure, ici ocre-fort; carrière souterraine de Rival au Sud du village de Brauvilliers, aménagée, et que fait visiter l'association "les Amis de la Pierre".

Etage	Région du fossé de la Marne P. de Bretzel (1962)	Région de Bar-le-Duc L. Demassieux (1966-1971)	Région de Clermont-en-Argonne	
supérieur	Calcaires gris-verdâtres supérieurs	"Dolomies" verdâtres supérieures	Lacune : érosion anté-crétacée	
	Oolithe vacuolaire	Oolithe vacuolaire (ou portlandienne ou Pierre de Savonnières, etc...)		
Portlandien. inférieur	Calcaires gris verdâtre inférieurs	Calcaires tubuleux		
	Calcaires cariés	Calcaires tachetés		Calcaires cariés
		Ool. d'Arrentières		Oolithe de Bure
	Calcaires de Dommartin	Calcaires cariés		Calcaires argileux à débris
	Calcarénites boueuses	Marnes à <i>Hemicidaris purbeckiensis</i>		Pierre chaline
Barre lithographique	Calcaires lithographiques			

Sources: Debrand-Passard S., Demassieux L., Rioult M., 1980.

Fig. 2. Coupe-résumé schématique des calcaires du (Portlandien-) Tithonien à la limite Lorraine-Champagne (Demassieux in Mégnien 1980, p. 231)

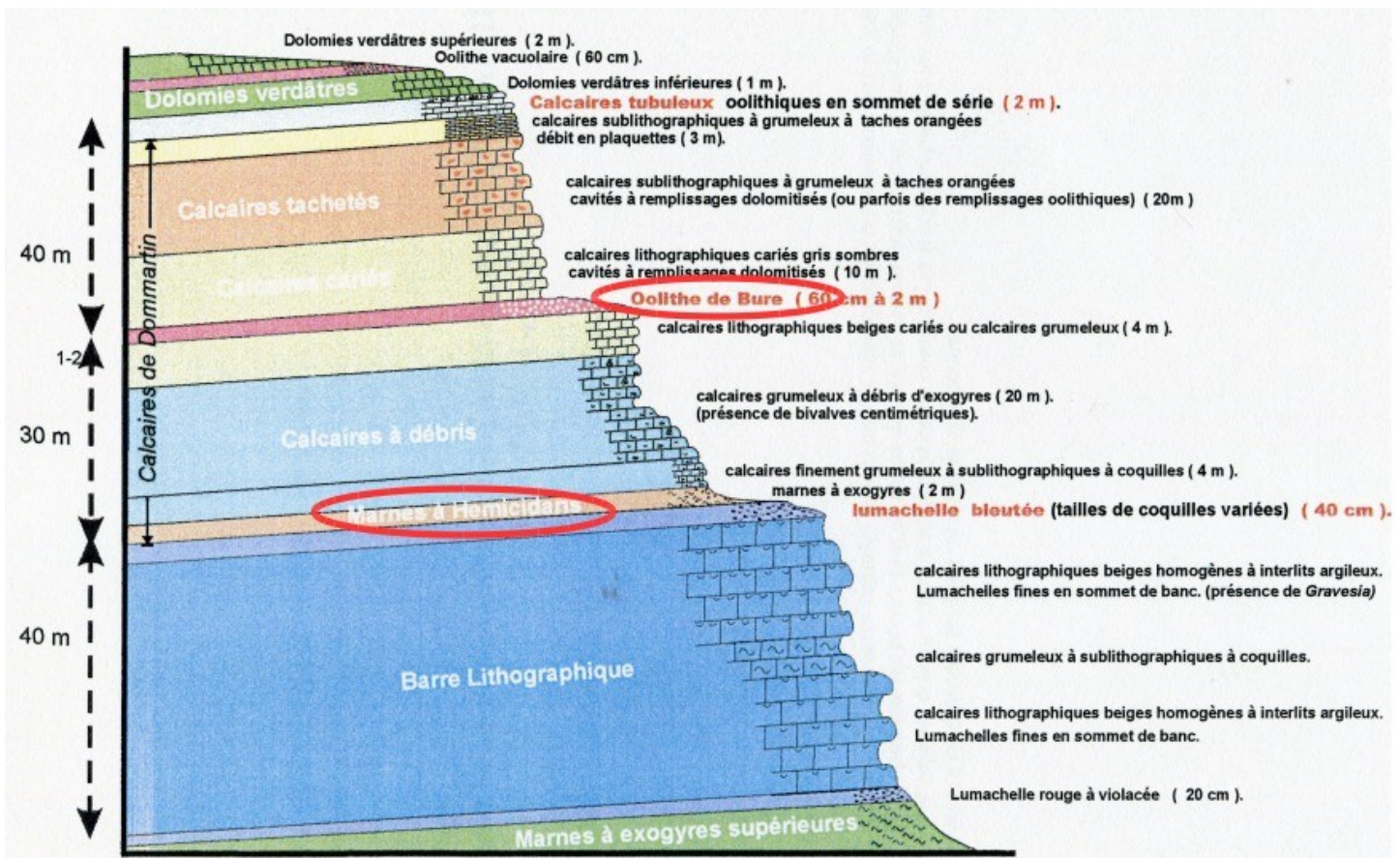


Fig. 3. Coupe synthétique du Tithonien entre Andelot et Chevillon (Hibsch et al. (2001, vol. 2, fig. 30, p. 33). On notera pour les chapitres I-6, et II les deux marches d'escalier figurées, "Marne Hemicidaris" à + 40 mètres et "Oolithe de Bure" à (40+30) + 70 m.

■ Le Portlandien a longtemps été divisé sur une base biostratigraphique, jusqu'à V. Stchépinsky. Cette division peut être encore employée dans la mesure où elle correspond en même temps aux changements lithostratigraphiques (et celle de la carte géologique), de haut en bas :

- \* Zone à *Cyrena rugosa* ( $J^7$  carte 1/80 000,  $J^{9b}$  carte 1/50 000) : les 2 dolomies et la pierre de Savonnières ; = ancien Bononien supérieur ; Portlandien supérieur dans Mégnien 1980 (Fig. 2) ; faciès purbeckien (= laguno-lacustre de l'émersion fin Jurassique).
- \* Zone à *Cyprina brongniarti* ( $J^6$  carte 1/80 000,  $J^{9a}$  carte 1/50 000) : oolithe de Bure, partie supérieure des calcaires de Dommartin, calcaires cariés et calcaires tachetés, et calcaires Tubuleux ; = ancien Bononien moyen ; Portlandien inférieur dans Mégnien 1980.
- \* Zone à *Gravesia* ( $J^6$  carte 1/80 000,  $J^{9a}$  carte 1/50 000) : barre lithographique, Marnes à Hémicidaridaris, partie inférieure des calcaires de Dommartin, calcaires à débris ; = ancien Bononien inférieur ; Portlandien inférieur dans Mégnien 1980.

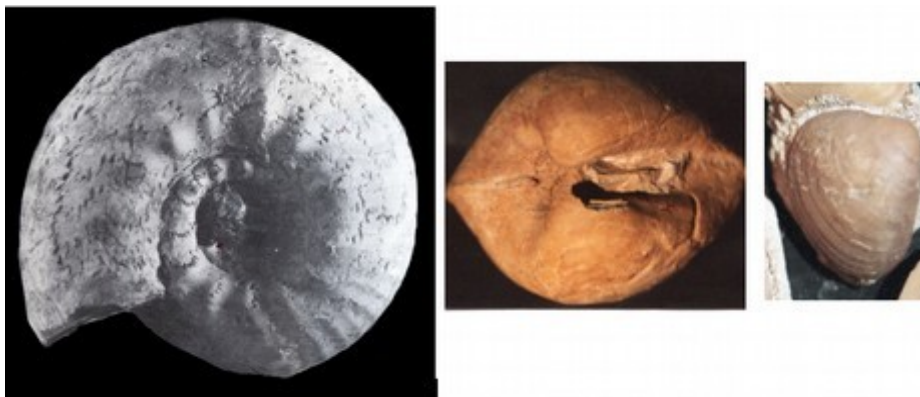


Fig. 4. de gauche à droite : *Gravesia* (illustration Ass. Géol. Aub.) ; puis moule interne de *Cyprina brongniarti* ; puis *Cyrena rugosa* dans l'oolithe (Tithonien local Meuse/Hte-Marne/Aube)

*Gravesia* est une grosse (jusqu'à 50 cm) ammonite boulotte dont les côtes continuent sur la région externe. Son arrivée marque le début du Tithonien (Fig. 4). La zone à *Gravesia* est fossilifère par endroits (variété de bivalves marins, d'autres ammonites...). *Cyprina*, souvent en moules internes chez nous, est synonyme de *Artica*. Les cyprinidés étaient très communs aux Jurassique-Crétacé (plateau dentaire à la charnière épais, sommet tourné vers l'avant...). La faune de la zone à *Cyprina* est toujours marine (et encore des ammonites) Enfin les cyrénidés/corbiculidés, sont adaptées aux eaux saumâtres ou douces (Fig. 4). Outre *Cyrena rugosa*, *Corbula inflexa* (photos dans Martin et Zani 2016) est très répandue dans la même zone dont c'est les deux fossiles dominants de manière écrasante (faune oligospécifique).

On trouvera quelques dessins des fossiles les plus communs dans Thierry (1910).

▪ Sur les cartes géologiques les zones à *Gravesia* et *Cyprina brongniarti* sont rassemblées, en  $J^6$  sur celles au 1/80 000<sup>e</sup>, et en  $J^{9a}$  sur celles au 1/50 000<sup>e</sup>.

La zone à *Cyrena rugosa* est  $J^7$  sur les cartes géologiques 1/80 000<sup>e</sup>, et  $J^{9b}$  sur les 1/50 000<sup>e</sup>.

## I-2. Des faciès fins offrant quelques opportunités

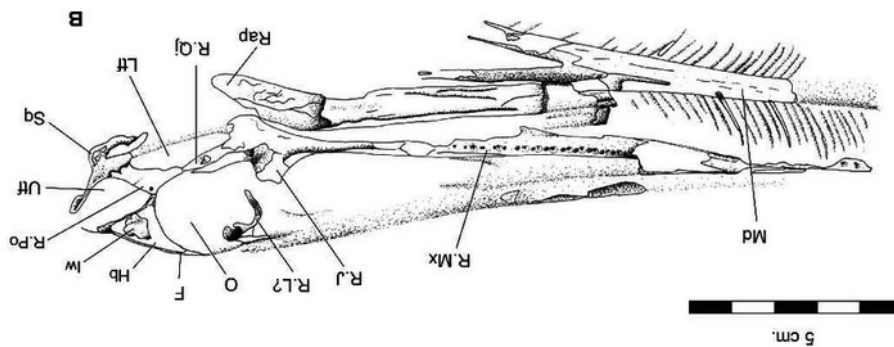


Fig. 5. En haut, photo du crâne de Ptérosaure Cténochasma des calcaires tachetés du Tithonien de Haute-Marne, longueur 16 cm (Cliché du Musée de Saint-Dizier, in Salmon et Mazin 1992, p. 130) ; en bas dessin de Jouve (2004) de l'autre empreinte (le plan de fracture étant pile sur la trace fossile, on a deux blocs, chacun avec une trace miroir).

Le grain fin de certains faciès de ce Tithonien autorise éventuellement des moulages précis. Les ptérosaures (du grec pteros, aile et sauros, lézard), vivaient à cette époque. Leurs ailes étaient des membranes tendues entre les cuisses, le corps et le quatrième doigt des mains qui était démesurément allongé (il existe quelques empreintes de tout ça). La tête la mieux conservée de France, avec la boîte crânienne complète est une pièce du musée de St Dizier (Fig. 5). On ne connaît pas le lieu et date (ancienne) de découverte. V. Stchépinsky (qui a fait les cartes géologiques de la région, et aussi était au musée de Saint-Dizier) a identifié le faciès comme « *calcaire marneux tacheté, très caractéristique du niveau à calcaire tacheté... zone à Cyprina Brongniarti de la Haute Marne.* ». La préservation d'une telle partie fragile, les os sont creux avec sacs d'air, est rare (à Solnhofen et Eichstätt en Bavière, un exemplaire à Canjuers dans le Var). Il s'agit ici d'un *Ctenochasma* sp. (du grec cteno, peigne, et chasma, ouverture profonde, mâchoire allongée qui devait avoir environ 200 fines dents, pour se nourrir probablement par filtrage; Taquet 1972, Jouve 2004). Bennett (2007) en fait une nouvelle espèce nommée *Ctenochasma taqueti*.

Il a été trouvé des ossements moins fragiles, comme de sauropodes (de la famille camarasaures ou brachiosaures, non déterminables, Buffetaut 1990 et présente Fig. 6.). Les sauropodes étaient ces dinosaures herbivores, dont certains énormes et célèbres a posteriori (les plus gros animaux connus).



Fig. 6. Vertèbre caudale de sauropode, zone à *Cyprina brongniarti* de Ville-en-Blaisois, Hte-marne. longueur 8 cm ; collection du Laboratoire de Paléontologie des vertébrés, Univ. Paris-VI (photo in Salmon et Mazin 1992, p. 125)

### I-3. Les caries

Il n'y a aucune chance par contre de trouver le genre d'empreinte de la Fig. 5. dans un autre faciès très caractéristique de ces calcaires tithoniens coté Meuse, faciès pourtant contemporain latéralement du précédent, les « calcaires cariés ». Blanchâtres et durs, « *criblés de cavités irrégulières de toutes formes et de toutes dimensions, qui les rendent comme cariés* » (Buvignier 1852 p. 377). Ils démarrent en général au dessus de l'oolite de Bure, Fig. 7.



Fig. 7. "Calcaires cariés" juste au dessus de l'oolite de Bure à Roffroy, Meuse (Martin et Zany 2012).

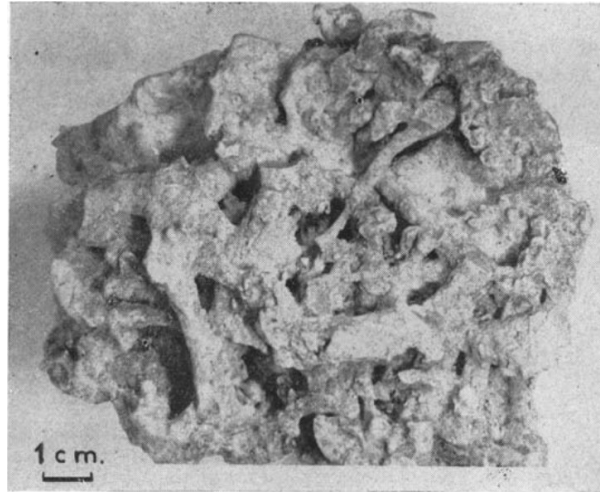
C'est la zone à *cyprina brongniarti* et ils sont trouvés en général au dessus de l'oolithe de Bure. A quelques endroits néanmoins, Stainville, Montplone, on peut les trouver en dessous de l'oolithe de Bure. Demassieux (1971) écrit « *peuvent apparaître sous l'oolithe de Bure dans le synclinal de Treveray [-Savonnières] et le long du fossé tectonique de la Marne.* ».

Buvignier décrit des bancs de 8 à 20 cm d'une pierre très dure. Tombeck écrivait en 1867 : « *... c'est dans les cavités mêmes que se trouvent les fossiles les mieux conservés, Huîtres, Mytils, Oursins, etc., de sorte que je ne serais pas éloigné de croire que ces calcaires se sont formés à la manière des concrétions.* ».

Demassieux (1969, p. 81) décrit :

« *A l'affleurement, les « Calcaires Cariés » se présentent en bancs généralement épais à stratification souvent mal marquée ; les bancs sont percés de cavités de taille variable s'anastomosant pour former un véritable réseau ; les cavités sont fréquemment tapissées de limons rouges, ou d'un encroûtement de calcite déposée par les eaux circulantes ; dans certains cas, les parois sont altérées et prennent alors une structure*

terreuse. L'altération et l'encroûtement — phénomènes actuels — de leurs parois, rendent alors délicate l'observation des cavités en masquant leurs caractères originaux. Malgré la mauvaise qualité des affleurements, il nous est apparu que les « Calcaires Cariés » n'avaient de commun sur toute leur épaisseur que les « caries ».



**Les « Calcaires Cariés »**  
Noter le réseau de tubulures s'anastomosant ;  
l'espace interstitiel constitue les « caries »

Fig. 8. « Calcaires cariés » au dessus de l'oolithe de Bure à coté de Bar-le-Duc (Longeville-en-barrois), échantillon choisi par Demassieux pour présenter l'origine probable de ce faciès (1969, p. 82)

Demassieux établit que le remplissage de caries, matériau gris verdâtres, sableux au toucher, est dolomitique (de même, Hibsich et al. 2001 sur la présente Fig. 3 : « calcaire lithographiques cariés gris sombre, cavités à remplissage dolomitisé »). Hanzo et Le Roux (1982) décrivent à ce niveau des calcaires magnésiens bioturbés, des dolomies. Demassieux (1971, p. 147) : « entre Givrauval, Longeville-en-Barrois et Chardogne, les calcaires cariés bioturbés sont envahis par des faciès franchement magnésiens, pulvérulents à l'affleurement, qui avaient été jusque là confondus avec des marnes. ». Et, en notant une relation avec l'organisation tectonique de l'époque qu'il décrit par ailleurs dans l'article : « En gros, ces dolomies se situent à la limite entre les zones tectoniques Sud et Centre-Ouest, au droit des ondulations anticlinales Levoncourt Bar-le-Duc. ». Ce qu'il défend dans cet article est que ces structures tectoniques étaient actives au Tithonien et qu'on en sent l'influence sur la sédimentation/diagenèse.

Il a proposé (Demassieux 1969) que ce faciès résulte de l'imbrication des conditions de formation du sédiment initial avec ensuite la diagenèse. Au départ est un dépôt homogène carbonaté calcique et magnésien (tendance au confinement). Il est parcouru d'animaux fousseurs qui laissent une trace plus acide et plus réductrice que le sédiment encaissant. Par ex. Hanzo et Le Roux (1982) décrivent un banc de calcaire carié "riches en *Pinna suprajurensis* en position verticale" (position de vie, elles vivent à demi-enfouies la pointe dans les sédiments). La diagenèse et l'enfouissement font encore baisser pH et Eh. Suivant les valeurs du duo pH/Eh, c'est la calcite qui va avoir tendance à se déstabiliser ou la dolomite, ce qui aboutit soit à la déstabilisation des traces de fousseurs, soit au contraire à leur lithification plus accentuée (Fig. 8), dans les deux cas produisant une différence prône à l'apparition de caries.

Cela se produit au sein d'une sédimentation rythmique. Demassieux (1969) propose de le ramener à une séquence idéale virtuelle (énergie décroissante de la base au sommet, confinement croissant de la base au sommet), du sommet à la base :

- niveau à trace de fousseurs,
- niveau à moules internes,
- niveau à débris,
- lumachelle (ou surface taraudée)

avec les niveaux « cariés », qui apparaissent presque toujours en fin de « séquence » ("à trace de fousseurs" dans le modèle de séquence). Ils sont donc, par répétition, soit sous une lumachelle érodante, soit sous une surface taraudée. Le terrain montre un développement grandement variable/inégal de ces niveaux et des séquences souvent incomplètes.

La calcite peut être dolomitisée mais, pour des raisons cristallographiques, le rayon ionique du magnésium étant nettement plus petit, l'inverse ne se produit pas. Les transformations de la calcite en dolomite s'effectue avec une réduction de volume de la maille cristalline de 12 à 13 %. Le rapport Mg/Ca joue sur la stabilité. Par confinement du milieu l'eau peut s'enrichir en Mg et par conséquent aussi l'eau interstitielle dans le sédiment de surface déposé auparavant dans des conditions un peu différentes qui peut en être affecté.

Dans une géométrie inverse, et à une échelle globale plutôt que d'interface, les atolls sont souvent dolomitisés en profondeur par remontée de l'eau de mer profonde, endo-upwelling, sous saturée en  $\text{CaCO}_3$  et sursaturée en  $\text{MgCO}_3$  (Rougerie et Wauthy 1993).

Dans des eaux connées (emprisonnées dans la roche au moment de sa formation) de certains bassins sédimentaires on devine aussi qu'il y a eu dolomitisation quelque part lorsque ces fluides se sont appauvris en Mg et se sont enrichis en Ca et Sr (Steinberg et al. 1979, p. 430-1). La dolomitisation diminue le volume de la roche ce qui augmente la porosité, chose qui intéresse les pétroliers (roche "magasin").

Cette rythmicité mineure a la même orientation que la méga séquence puisqu' à partir d'un milieu néritique ouvert à ammonites, la zone à Gravesia, elle dérive vers un environnement confiné avec les dolomies parfois complètes dans la partie supérieure du Tithonien régional.

Au Sud-Est de Saint-Dizier, à Chamouilley, les termes cariés n'existent plus que sporadiquement, dans un ensemble essentiellement pseudolithographique (calcaires tachetés). Les « *calcaires cariés disparaissent... à l'Ouest à partir de la vallée de la Saulx. Il s'agit là d'un passage latéral de faciès entre les calcaires cariés et les calcaires tachetés... ou les calcaires de Dommartin.. que nous interprétons comme l'évolution spatiale d'une sédimentation séquentielle.. Quoi qu'il en soit, la limite occidentale des faciès cariés du Bononien moyen coïncide avec le fossé tectonique de la Marne.* » (Demassieux 1971). Il avait déjà écrit (Demassieux 1969) que le passage latéral entre les calcaires cariés et les calcaires tachetés s'effectue simplement par diminution de l'importance des niveaux cariés et augmentation corrélative de celle des niveaux intercalaires (Vers Trémont-sur-Saulx, Haironville, les faciès cariés sont remplacés progressivement par des calcaires pseudo-lithographiques fossilifères ou non). Les calcaires cariés étant le terme ultime d'une séquence géochimique, de par cette position ils sont des témoins très sensibles des fluctuations de l'environnement, « *le développement particulier de leurs variations latérales nous semble dû pour partie à leur rôle de témoin sensible. (...) L'importance des variations latérales de faciès entre calcaires cariés et calcaires tachetés nous paraît... liée à l'importance particulière qu'auraient eu les mouvements épirogéniques...* » (Demassieux 1971, p. 147).

Le log de la Fig. 2, région du fossé de la Marne attribué à de Bretzel (1962, qui a notamment travaillé sur la zone de Wassy) indique un passage latéral possible avec les "calcaires de Dommartin". Au SE de Wassy, Sud du village de Morancourt, vallée de la tranchette se trouve un affleurement saillant de calcaires cariés connu pour sa grotte (Fig. 12), faciès qui, dans cette zone, semble être un îlot. Il se situe stratigraphiquement sous du calcaire-dolomie verdâtre d'au moins une dizaine de mètres et, latéralement, à 200 mètres et au même niveau qu'une petite carrière abandonnée de strates décimétriques sub-horizontales de calcaires micritiques blancs et de lumachelles, i.e. faciès classiques en dessous de la zone à *Cyrena rugosa* (i.e. Z. à *Cyprina Brongniarti*). Il y a des traces de bancs sub-horizontaux aussi dans ces calcaires cariés de la grotte, et des passées lumachelliques mais coquilles dissoutes vides. Cependant tout est "soudé". Et ce sont des calcaires gris saccharoïdes très durs sur au moins 7 mètres d'épaisseur formant un véritable "massif". On peut supposer que l'origine des caries n'est pas différente de ce qui est développé ci-dessus, mais on est laissé à imaginer que sur cet endroit particulier se sont maintenues des conditions d'une diagenèse très active. Cela peut être des cycles répétitifs dont on voit essentiellement la phase "fouisseurs" terminale prise dans cette forte diagenèse qui va jusqu'au cycle précédent ? Par ailleurs (mais on n'a pas de lames minces), on peut suspecter au look que la matrice même de calcaire est recristallisée ? L'endroit mériterait une étude.

On notera que strontianite (carbonate de strontium) et célestine (sulfate de strontium) sont connues, notamment de la région de Wassy, ce qui est un autre témoignage de diagenèses (strontium libéré d'un calcaire originel puis non accepté dans les recristallisations suivantes, → enrichissement en phase fluide jusqu'à précipiter son propre minéral).

#### I-4. L' "Oolithe de Bure"

L' « Oolithe de Bure » n'est pas épaisse. Salin (1935) la donne 1 à 1,8 mètre. Hanzo et Le Roux, 1982 disent maximum 2 m, Hibsich et al (2001) l'ont trouvé d'une épaisseur de 0,6 à 2 mètres sur leur secteur. V. Stchépinsky la positionne sur la limite zone à Gravesia – zone à *Cyprina brongniarti* sans savoir à laquelle des deux la rattacher. Coté Haute-Marne, elle se situe au sein de ce qui est appelé « calcaires de Dommartin ».

L'oolithe de Bure est "un" gros banc souvent composé de plus près en deux bancs superposés (Salin, 1935), bien individualisé(s), surtout spécifique coté Meuse pour sa dureté. Il est/ont à stratification oblique. La roche est composée d'oolithes (à encroûtement fin par rapport au nucléus; pour moitié de la roche en lames minces d'échantillons en provenance de la zone de Bure ; Salin 1935). Une bonne partie de sa composition sont des "gravelles", i.e. éléments plus gros de forme irrégulière que des oolithes, mais aussi entourés d'une petite croûte. Ces gravelles peuvent être des débris de fossiles (brachiopodes, gastéropodes, lamellibranches..., dont les fragments plus petits sont les nucléus d'oolithes) non déterminables mais sont essentiellement des débris spathiques (petites faces brillantes translucides comme de cristaux de calcite) qui sont des restes d'articles de crinoïdes fossilisés roulés (Fig. 9). Ces derniers sont parfois très abondants (Montiers-sur-Saulx, la roche ressemble à une entroquite, Girauval; Hanzo et Le Roux 1982) parfois moins (Bure, Salin 1935).

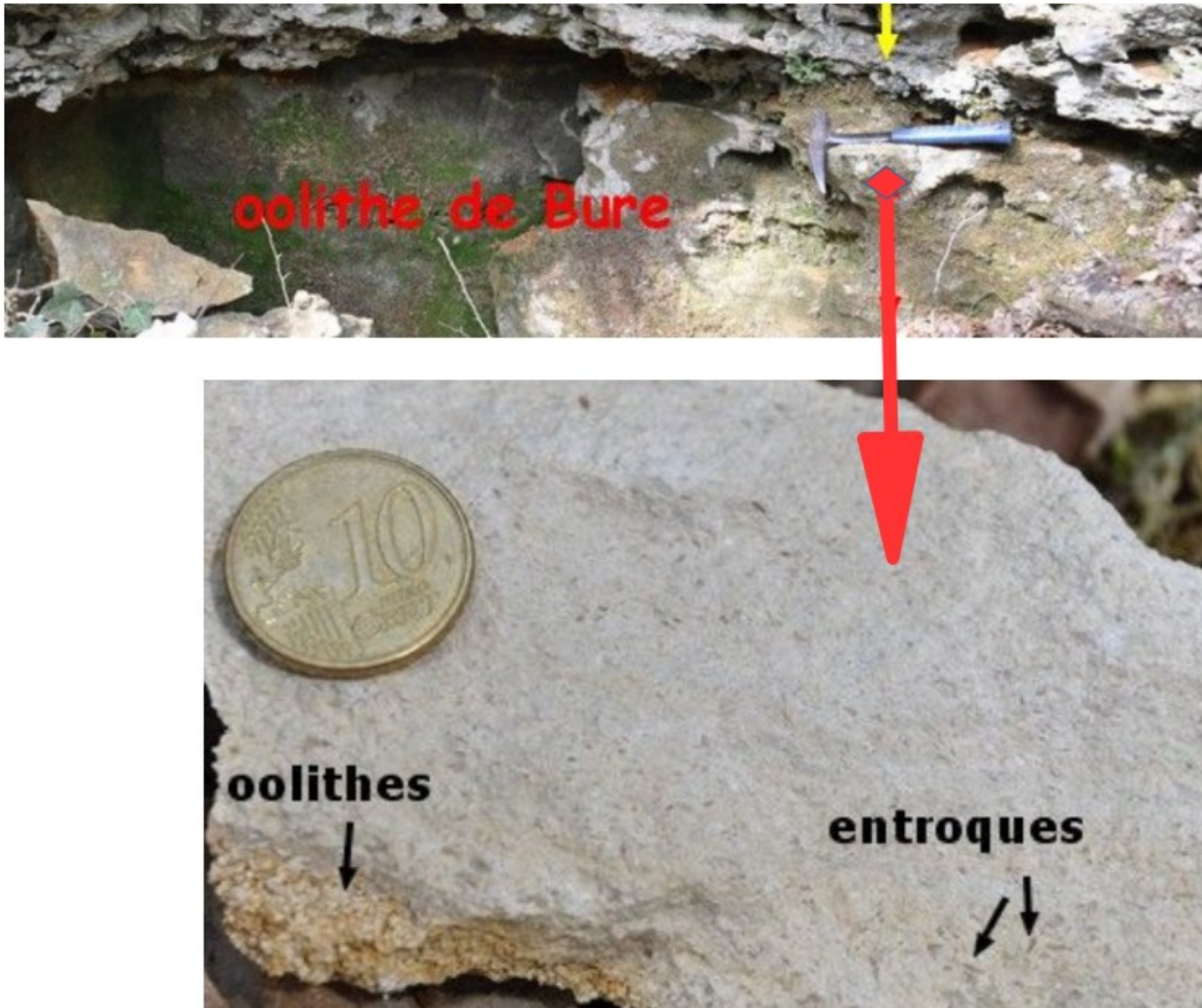


Fig. 9. "Oolithe de Bure" (et juste au dessus du marteau, le début du "Calcaire carié") à Reffroy, Meuse. Ce banc de 1,75 m qui était très recherché pour sa dureté et son étanchéité est riche en entroques = débris spathiques qui sont des restes fossilisés roulés d'articles de crinoïdes et, sur cette photo une poche d'oolithe. La carrière de Reffroy est décrite dans Buvignier (1852, p. 421-22) (photos, Martin et Zany 2012).

La roche cimentée est très serrée et très dure à certaines localités au moins en Meuse et était très recherchée. Elle était exploitée pour la construction sur la zone de Bure, qui lui a donné son nom, et ailleurs, à Sablaumont 2500 au Sud-Ouest de St Joire, à 500 m au Nord de Laneuville, à Vive-Haye 600 m à l'Est de Treveray, à Naix-aux-forges, plus à l'Est à Reffroy, dans des petites carrières situées en rive gauche de l'Ornain sur le rebord du plateau entre Givrauval et Bar-le-Duc : carrière de la croix-mordat à Tannois, à Tronville où elle est dure d'un bleu sale, carrière du chauffour à Ligny, aussi plus à l'Ouest à 500 m de N4 à Maulan, à Bazincourt. Très peu poreuse, elle a en particulier servi à construire les écluses du canal de la

Marne au Rhin. Martin et Zany (2012). mentionnent qu'elle a aussi été utilisée par les Romains à Nasium (Naix-aux-Forges ; la voie romaine majeure Sud-Nord de Andematunnum, Langres, à Nasium, longe le bois Lejuc actuel à Bure : le "Ht chemin" de la Fig. A-2.). Dans un répertoire des carrières de pierre de taille de 1889 il est écrit pour Bure : « *Il y a deux carrières exploitées à ciel ouvert par M. Erigère et M. Soyer ; la masse compacte mesure une épaisseur de 1m60 ; c'est une pierre dure pesant en moyenne 2133 kg/m<sup>3</sup> ; sa résistance à l'écrasement est de 180 à 202 kg par cm<sup>2</sup>. Le mètre cube de « pierre de Bure » vaut 30 F en carrière ; rendu à la gare expéditrice d'Houdelaincourt à 14 km, il vaut 45 francs.* » (Gaillet 2003, p. 84).

Tombeck (1867) a écrit que l'oolithe manquait souvent dans l'arrondissement de Wassy, alors que pour Lafaille (1959) ce niveau existe en Haute-Marne, mais moins marqué ou dur semble-t-il, il n'y a en tout cas pas eu d'exploitation, mais il y en a eu dans l'Aube, à Arrentières au NE de Bar-sur-Aube (oolithe d'Arrentières).

## I-5. Autres entités

- **"Calcaires lithographiques"** de base (zone à Gravesia). Présents partout, ils font un mur assez continu au dessus du Kimméridgien : « *Barre lithographique de base : Elle forme une corniche de 20-30 m de puissance constituée par un empilement de bancs calcaires pluridécimétriques, bien lités, mais à surface irrégulière voire ondulée. Les calcaires [homogènes] sont gris rosé, à pâte fine et cassure conchoïdale. Les interlits [à petites exogyra virgula, qui existaient au kimméridgien et s'arrêteront avec cette zone] sont marneux, feuilletés, jaunes, parfois plastiques. A la base, un passage continu aux Marnes à exogyres kimméridgiennes rend la limite inférieure peu nette. Mais progressivement les bancs calcaires s'épaississent et corrélativement les interbancs marneux se réduisent. Des passées lumachelliques très indurées, rougeâtres, apparaissent à plusieurs niveaux et en particulier à environ 5 m sous le sommet, où elles sont associées à des calcarénites à pseudocyclammines.* » (Demassieux, in Megnien 1980, p. 229; les cyclammines sont des foraminifères enroulés). La surface supérieure des bancs est couverte de pistes (Hibsch et al. 2001, v.1, p. 23). Ces calcaires micritiques du Barrois ont été localement utilisés comme pierre à bâtir (mais ceux de la base au moins sont très gélifs), le litage sédimentaire marqué servant à dissocier des blocs par ailleurs difficiles à tailler. Ils ont été exploités dans un grand nombre de communes pour l'entretien des routes. Les lumachelles subordonnées sont souvent très dures et résistantes





Fig. 10. Haut : dans la partie haute de la barre lithographique à Joinville (33 côte de Vecqueville) : des bancs à surfaces irrégulières, intervalles marneux absents ou limités, et en bas, une lumachelle avec une *exogyra virgula* (clé vélo pour échelle ; D960 à l'Ouest de la bourgade). Le forage pétrolier JV 101 (R.A.P., 1959) sur le plateau à ~ 1 km de là a eu des pertes totales peu après être entré dans cette unité indiquant qu'elle est vraisemblablement karstique.

● **"Marnes à Hemicidaris", "Pierre chaline"**. Ce niveau est une évolution, un changement de pourcentages de faciès qui existent déjà dessous, existeront dessus.

Buvignier (1852, p. 374) décrit ces niveaux de passage : « Vers la partie supérieure de ce sous-groupe on trouve une épaisseur de 4 à 5 m de lits d'argile blanchâtre, jaunâtre et grise contenant des gryphées virgules généralement très-petites, dans lesquels sont intercalés des bancs calcaires, quelques veines de lumachelle marneuse, friable, et un ou deux bancs de lumachelle très-dure, bleue à l'intérieur, jaunâtre ou rougeâtre près de la surface. Cette roche prend un très-beau poli et donne un joli marbre jaune ou bleu, ou nuancé de ces deux couleurs. Elle est difficile à travailler et ne se taille qu'à la pointe ; elle n'en est pas moins très-recherchée ; on en fait des bornes, des dalles, des marches, des pavés ; malgré la difficulté du travail, on l'a même employée comme pierre de taille dans les travaux hydrauliques, dans les localités où les bancs sont assez épais pour qu'elle puisse servir à cet usage. Cette pierre, connue dans le pays sous le nom de pierre châlaine, a été citée autrefois dans des ouvrages de minéralogie sous celui de marbre d'Argonne. ». Et (Buvignier 1852, p. 420), « Les argiles qui accompagnent les lumachelles servent, dans un grand nombre de localités, à la fabrication des briques crues destinées à la construction des fours. On en fait une quantité considérable dans le village de Marats. Cette industrie paraît y être établie depuis un temps très reculé... ». Demassieux (1971) donne : « La Pierre chaline : ensemble très détritique, argiles à lumachelles, calcirudites, calcarénites. » d'une épaisseur de 5 m.

Guillaume et al. (1971) utilisent l'appellation d'une façon particulièrement englobante "Horizon à pierres chalines", "alternance de bancs calcaires ne dépassant pas quelques décimètres et de niveaux marneux à *exogyra bruntrutana*." dont ils donnent 20 à 25 m s'appuyant sur des forages (de Trémont-sur-Saulx, Couvertpuis et Comble en barrois). Les descriptions de sondages géotechniques ou hydrogéologiques sont souvent qualitatives, du type « plus marneux », « plus argileux », etc. C'est le problème des "marnes" terme qui peut amener d'argiles un peu calcaires à des calcaires un peu argileux...

Maiaux et Personnet (1975, p. 1) mettent : « "Pierre chaline" : 8 mètres ».

Donc *a minima* cette entité correspond à un passage argileux que tout le monde voit, et qui doit se marquer dans la topographie, cela à un moment où dans la série où il y a de la pierre chaline « dont les lumachelles oxydées gisent fréquemment en larges dalles dans les champs. » (Demassieux 1971, p. 145).

Ce niveau "Marnes à Hemicidaris – Pierre chaline" est continu, présent partout.

Les Hemicidaris sont des oursins réguliers avec des grosses radioles, mais peu. Celle de *H. purbeckensis* sont droites, lisses, avec une petite collerette à la base ([là](#), radioles qui se trouvent semble-t-il plus souvent que les tests, écrasés, rares). Les fossiles qui sont abondants sont des huîtres et autres bivalves, avec présence d'ammonites (ont déjà été trouvées à ce niveau *Gravesia gigas*, *Gravesia irius*, *Gravesia portlandica*... ; Hibsches et al. 2001, vol. 2 p. 24).

● **"Calcaires argileux à débris"** (zone à *Gravesia*). Ce sont des « calcaires grumeleux à éléments calcaires rougeâtre, anguleux, mélangés à des débris de bivalves. En leur sein s'observent des niveaux marneux pétris des petites huîtres connus sous le nom de Pierre chaline (2 m). » (Hibsches et al. 2001, v.1, p. 24). Ou :

« Ensemble hétérogène de calcaires lithographiques, argileux marneux, des calcarénites, calcirudites, argiles lumachelliques. » (Demassieux 1971).

● **"Calcaires tachetés"** (zone à *Cyprina brongniarti*), Fig. 11, « sont des calcaires blancs tachetés d'ocre plus ou moins argileux, à patine pulvérulente et marnes jaune clair, riches en petites huîtres. L'ensemble est associé à de nombreuses passées irrégulières de calcaire fin, sublithographique et dur. La surface des bancs est souvent ondulée et corrodée. » (Hibsch et al. 2001, v.1, p. 24). Tombeck (1867, sous le nom de « calcaires compacts ») donne : « formés tantôt de lits épais, tantôt de bancs plus ou moins fissiles... Les fossiles y sont rares dans certains bancs, y deviennent au contraire très abondants dans quelques autres. Malheureusement ils sont la plupart du temps à l'état d'empreinte ou de moules. », empreinte qui néanmoins une fois a été un *Cténochasma*... (Fig. 5).

● **"Calcaires de Dommartin"** (zone à *Gravesia*, puis à *Cyprina brongniarti*). C'est donc le côté Hte-Marne : Fig. 2. Le nom vient d'une coupe située à la sortie de Dommartin-le-Saint-Père en direction de Doulevant-le-Château. On retrouve des faciès comparables aux "Calcaires argileux à débris" à la base (2 m). Dans la partie moyenne il y a un niveau à petites oolithes, lenticulaires correspondant à l'oolithe de Bure (débat si elle est présente partout en Haute-Marne). Enfin au dessus les faciès décrits sont comparables aux "Calcaires tachetés". Mais à cause des passages latéraux de faciès, le parallélisme ne peut être certain. Le log de la Fig. 2 indique que dans leur partie supérieure il peut y avoir un passage latéral de faciès avec des calcaires cariés, à ce propos on décrit plus haut en § I-3 l'affleurement de Morancourt.



Fig. 11. Vue en carrière (avec patine) des "Calcaires tachetés"/"calcaires de Dommartin" le long de la vallée de la Blaise à Brousseval (carte en échelle haute de 22 cm). C'est un calcaire lithographique à pâte très fine. Un collecteur de fossiles nous a montré des échantillons de bivalves (type *limidae-pectinidae*) de l'endroit, les deux valves en place, les stries très fines moulées avec finesse.

Sur le plancher de carrière il y a intersection d'un réseau de fractures verticales, parallèles (et ~ à la vallée), ouvertes, séparées de 1 à 2 mètres. Tombeck (1875, p. 160) et Cornuel (1879, p. 738) décrivent notamment cette fracturation là qui peut être prise en relais par des dissolutions horizontales entre-bancs avec remplissage karstique (dont une d'une section de 1 m<sup>2</sup>), qui est notamment du minerai de fer remanié.

● **"Calcaires tubuleux"** (dernier sous-groupe de la zone à *Cyprina Brongniarti*). Ils ne font que deux mètres mais sont décrits comme niveau reconnaissable, continu, présent partout. Blanc-gris, sonores, durs lorsqu'ils ne sont pas altérés, ils sont (souvent, toujours dit Demassieux 1971) traversés en tous sens de tubulures ou poches ou amas allongés emplis : a) de calcaire oolithique blanc qui, b) tranchent par leur couleur. Ces derniers deviennent des trous si déchaussés par les agents atmosphériques parce que le remplissage est moins dur. Le diamètre des tubulures ne dépasse pas 2 cm (alors que les perforation des calcaires cariés vont jusqu'à 20 cm, Tombeck 1870). Hibsch et al. (2001, v.1, p. 25) les décrivent : « calcaires durs, blanc rosé à pâte fine, bioturbés, avec parfois un pseudolitage, fortement stylolisés. Petites poches oolithiques blanches altérables. ». Coté Haute-Marne au moins, Tombeck (1867) dit qu'ils sont intercalés avec des bancs de calcaire gris verdâtre « plus ou moins siliceux ou magnésiens », raison pour laquelle mentionne-t-il Buvignier et Cornuel les avaient rangés avec la dolomie inférieure du groupe suivant. Mais dit-il, la faune est incontestablement la même que dessous, avec nombreux différents bivalves marins, donc bien différents [de la zone à *Cyrena rugosa* qui leur succède]. Il y a une lumachelle à *Cyprina Brongniarti* à la base (Salin 1935;

Mégnyien 1980, p. 231).

● **"Calcaires ou Dolomies verdâtres inférieures"**, début de la zone à *Cyrena rugosa*, en dessous de la "pierre de Savonnières". Le passage avec les calcaires tubuleux sous-jacent est toujours franc (Demassieux 1971, p. 147). « *Les calcaires gréseux inférieurs (ou Dolomies verdâtres inférieures) sont constitués par un ensemble de dolarénites, dolomies, calcirudites dolomitisées, calcaires, en bancs pluridécimétriques à plurimétriques gris verdâtre. Les bancs, très durs en sondage, s'altèrent facilement pour devenir friables est sableux lorsqu'ils sont exposés à l'humidité.* » (Mégnyien 1980, p. 234). Certains bancs de la base ont été exploités à Couvertpuis, Biencourt... (à ces 2 endroits sur 1,2 m divisé en 5 bancs, vendu en dalles épaisses 15-20 cm), Trémont, Vell, Combles. Buvignier (1852 p. 388) donne comme composition pour la dolomie, "pierre morte", inférieure, sous l'oolithe vacuolaire exploitée à Couvertpuis : CaCO<sub>3</sub> : 50,7 %, MgCO<sub>3</sub> : 44,1 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 2 %, argile et sable : 5,2 %. Un répertoire des carrières de pierre de taille de 1889 donne pour Morley avec de la "Savonnières" ("tendre"), certainement certains bancs de "dolomie" (densité ≥ 2,1) de dessus ou dessous... : « *On y extrait de la pierre tendre, de la pierre demi-dure pesant 2100 kg au m<sup>3</sup> et de la pierre dure pesant 2175 kg par m<sup>3</sup>, valant de 25 à 35 F en carrière et rendue à la gare ou port de Chevillon à 11 km, de 32 à 44 F. La pierre demi-dure résiste à une pression de 148 kg à 341 kg par cm<sup>2</sup> ; la pierre dure résiste à une pression de 380 kg à 470 kg par cm<sup>2</sup>...* » (Gaillet 2003, p. 84).

Les bancs durs résistent bien au frottement et ont été utilisés pour faire des dalles assez belles, des marches, des auges, des éviers, (mais ne pas mettre dans l'humidité du sol; Buvignier 1852, p. 385-9). Tombeck (1867) dit qu'ils sont absolument sans fossiles et décrit des faciès changeants : « *d'autres fois ces calcaires deviennent sableux, argileux, schistoïdes et même concrétionnés ; c'est ce qu'on observe à Roche-sur-Marne, dans une sorte de perthuis naturel qui a traversé les couches de ce niveau sur une grande épaisseur.* ».

● **"Dolomies verdâtres supérieures"** celles au dessus de la "pierre de Savonnières", que l'on voit sur la Fig. 1. Les carriers disent qu'elle fait des étincelles lorsque frappée avec leurs outils. C'est les derniers faciès connus de la zone à *Cyrena rugosa* et du Jurassique. Elles sont à l'affleurement peu différents de l'ensemble inférieur. Toutefois les éléments calcaires ont disparu, entièrement dolomitisés. On note également l'apparition d'argiles à gypse (L. Demassieux, 1971). « (Mégnyien 1980, p. 234). Cornuel (1841 p. 260) : « *Calcaire gris-verdâtre supérieur : Compact, verdâtre, plus ou moins marneux : strates ne dépassant guère un décimètre en épaisseur, les uns durs et à cassure conchoïde, les autres tendres, très marneux, et d'une structure arénacée ; plusieurs strates à l'état de feuilletés seulement* ». On y a néanmoins déjà trouvé une empreinte de poisson picnodus avec ses écailles à Savonnières-en-Perthois (Cornuel 1883). Ce niveau peut être érodé avant les premiers dépôts crétacés.

● **Zone à *Cyrena rugosa* coté Haute-Marne.** La succession "calcaires-dolomies verdâtres inférieurs", "pierre de Savonnières" et "dolomies verdâtres supérieures" est celle de référence pour le Barrois. Pour l'ensemble de l'entité : « *Les stratifications obliques ne sont pas rares, les niveaux biseautés fréquents. Beaucoup de « dolomies » sont certainement des lumachelles entièrement dolomitisées.* » (Mégnyien 1980, V.3, p. 196).

Mais il y a des changements coté Haute-Marne. Pour la pierre de Savonnières : « *... un maximum de 2 m à Joinville. Vers l'Ouest, en direction du centre du bassin, on observe une modification progressive du faciès, avec intercalation de blocs anguleux provenant du remaniement du calcaires rosé sous-jacent et on constate en 2 km la disparition de l'oolithe vacuolaire (Vaux-sur-Blaise).* » (Mégnyien 1980, p. 234). Et sont décrit plusieurs faciès particuliers, « *un certain nombre de variations latérales (P. de Bretizel 1962) à divers niveaux des Calcaires gréseux et en plusieurs régions de Haute-Marne : calcaire fin rose reposant directement sur le calcaire tubuleux oolithique à Wassy...* », et d'autres (Mégnyien 1980, p. 234).

#### ● Quelques traces de vie quaternaire

Un grotte dans une vallée sèche au Sud de Morancourt a été un repère de Hyènes des cavernes au Pléistocène supérieur, (Wurm ancien, une "période hyènes" est connue entre 300 000 et 100 000 ans; c'est par ailleurs l'époque des Néandertalien-ne-s et de l'industrie moustérienne) : Fig. 12. Une couche jaune dure épaisse de 50 à 60 cm à une profondeur de ~ 1m, affectée par les eaux, sableuse, parfois un peu cimentée par du calcaire, souvent très perturbée par des blaireaux ou autres fousseurs, était truffée d'ossements, plusieurs centaines de kilos ont été sortis, la majorité, rongés par les hyènes de l'époque, indéterminables. Le comptage de ceux déterminables en collection donne : petits chevaux 46,6 %, grand bovidés (bisons probable dominants, aurochs, rennes, cerfs) 18,7 %, rhinocéros laineux 11,5 %, hyènes des cavernes 11,2 %, et des dents de mammoth, os de gros félin et d'ours. Les faunes de différentes conditions climatiques sont ainsi

présentes avec les vraies espèces de faunes froides, rennes etc., qui apparaissent timidement à la fin du dépôt.



Fig. 12. Sud de Morancourt, 12 km à l'Ouest de Joinville, 10 km au Sud de Wassy, entrée de la grotte "Perthuis de roche", "Trou St Jacques". Le toit de la grotte est 3,5 m au dessus du fond plat d'une vallée sèche (qui va rejoindre la Blaise à Ville-en-blaisois), vallée parfois appelée de la Tronchette ou Tronchotte. C'est une roche calcaire très cariée, grise, dure, qui forme une avancée et petit promontoire, faciès que nous avons décrit en § I-3.

Il y a eu passage(s) rapide(s) de petit(s) groupe(s) de chasseurs-ceuilleu/r/se/s néandertalien-ne-s (et l'absence des bois des cervidés peut poser question) : dans les 15 cm supérieurs de la couche jaune ou déplacés comme beaucoup d'autres par le fouissage des blaireaux, il y avait, en silex : un petit biface acheuléo-moustérien, quelques fragments de grandes lames, et un fort burin en quartzite.

Plus haut dans un sédiment plus récent, saut dans le temps, à un époque toute autre, il y avait près de l'entrée les restes d'un foyer du néolithique plutôt ancien (quelques milliers d'années av JC) avec petits morceaux d'un vase rond fin et deux pointes de flèches en silex (Mouton et Geoffroy 1948; Lepage 1987; Fosse 1997).

De cette dernière période, rappelons qu'une très grande enceinte subovale a été trouvée à Bure-Saudron, donc perchée sur la barre lithographique de base du Tithonien cette fois, une situation géo particulièrement intrigante tant à titre local que européen. Que représentait donc cette vaste enceinte, qui faisaient nos ancêtres d'il y a presque 6000 ans ? Il semble que les 3/4 de la superficie interne de ce site néolithique exceptionnel va être détruit sans étude pour y faire du stockage tampon militarisé de déchets hautement radioactifs des réacteurs et usines atomiques : [ici](#).

## I-6. Stratigraphie structurale, niveaux repères

Les stratigraphes Hibsich et al. (2001), on fait un travail de cartographie structurale de la zone au Sud/Sud-Ouest de celle occupée par l'Andra, et dans ce cadre, mais ne débordant pas sur cette dernière (« chasse gardée », pas trop de vrais universitaires là...). Ils travaillent par la méthode des isophyses (Le Roux 1973, on y revient plus bas) qui s'appuie sur des repères qualifiés (strates bien définies), et pour cela ont établi une coupe géologique type du Tithonien, le "Log", de la zone étudiée (Fig 3). Celle-ci va de Andelot à Chevillon. Ils s'agit d'une équipe nancéenne qui travaille sur ce sujet depuis le début des années 1960 (prof. Aurouze, L. Demassieux, Jacques Le Roux, J. Clermonté...).

La couche tout en bas de la Fig. 3, "Marnes à exogyres supérieures", est le Kimméridgien, semelle du Tithonien. C'est une série plus tendre donnant un relief plus mou au Sud qui est l'Ornois. Les calcaires durs du Tithonien forment des rampes, qui forment la cuesta, qui n'est pas très visible/développée sur le plateau, mais néanmoins bien ressentie en vélo, même là !, dont la Fig. 13 montre le contours entaillée par l'Orge et l'Ormançon naissants.

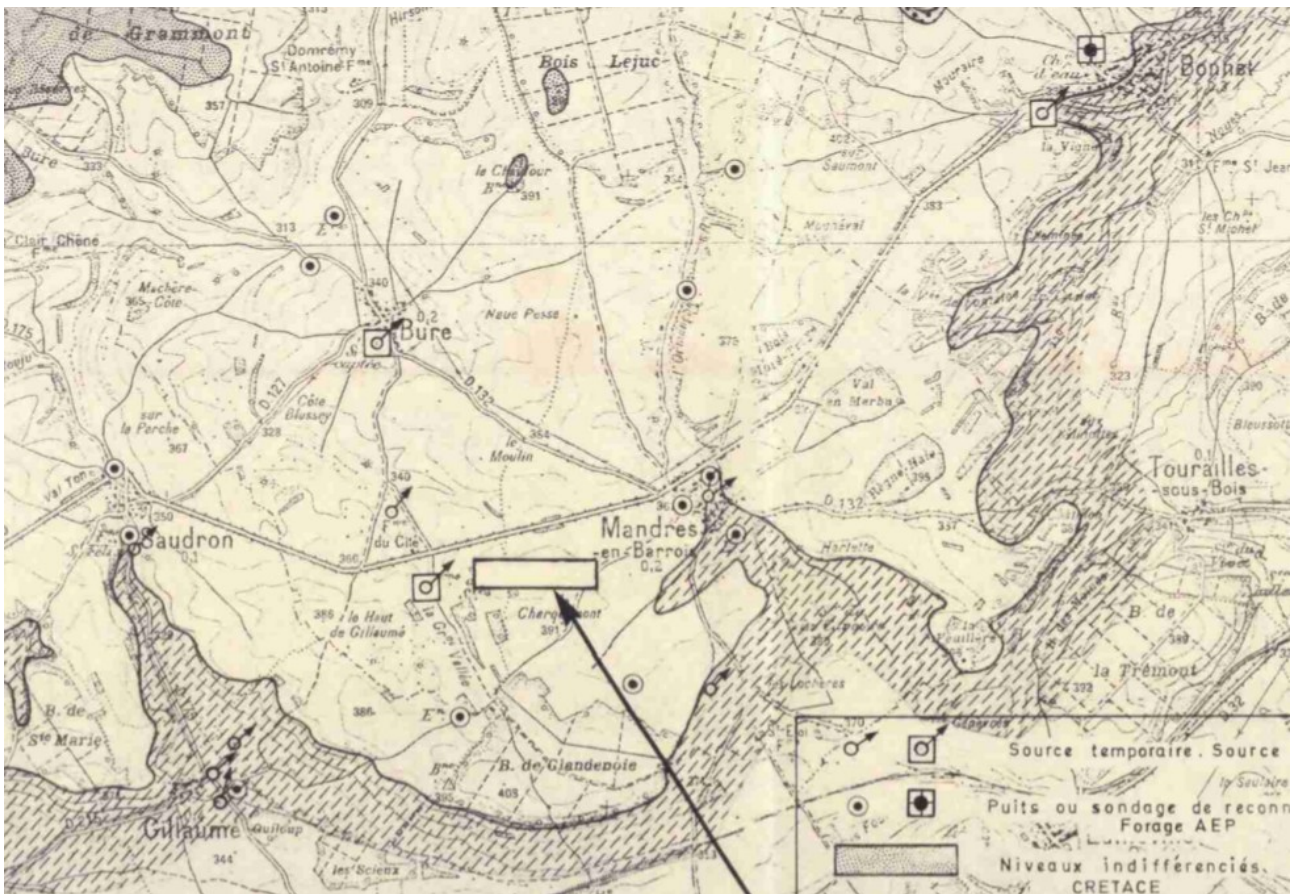


Fig. 13. Contour de la cuesta (rupture de pente) de la base du Tithonien sur le plateau entre Saudron et Bonnet. Le Kimméridgien plus tendre, c'est l'Ornois au Sud, est figuré avec les petits tiretés obliques (il est dessous, les couches pendant vers le Nord-Ouest, Bure étant sur le Tithonien). Ce contact Tithonien-Kimméridgien est le lieu de sources qui sont indiquées, à Bonnet, à Mandres-en-barrois (avec une autre plus au sud), à Saudron ; également les deux autour de la D960 dans un talweg où il ne reste que quelques mètres de Tithonien sont aussi sur ce contact (de Hentinger et Miaux, 1977, fig. 1; pour les sources de Guillaumé, voir paragraphe III)

Le relief de cuesta est bien marqué plus à l'Est sur le versant Ouest de la vallée de l'Ornain, de même plus à l'Ouest à Joinville-Poissons, à l'entaille des rivières, la «côte des Bars» d'une manière générale qui se voit de Bar-le-duc à Bar-sur-Aube.

Sur la Fig. 3, Hibsich et al. (2001) ont dessiné deux marches d'escaliers. Elles peuvent exister sur le terrain et aider dans le travail d'identifier les repères choisis. Mais il se trouve qu'on aura à y revenir pour l'hydrogéologie :

a) La première à 40 m de la base correspond aux "Marnes à Hemicidaris" qui avec leur passage argileux d'au moins quelques mètres sont donc plus tendres et génèrent un replat schématique, recul attendu a priori.

b) La deuxième marche est l'"Oolithe de Bure" qu'ils positionnent à  $(40 + 30 \approx) 70$  mètres de la base.

• Pour leur analyse structurale Hibsich et al. (2001) ont retenu dans le Tithonien trois niveaux repères : L' "Oolithe de Bure" et les "Calcaires tubuleux" que l'on a déjà décrits, et, plus bas dans la série (vol. 1, p. 23) : « **une lumachelle bleutée** d'une quarantaine de centimètres d'épaisseur a été mise en évidence au sommet de cette Barre lithographique. Elle est suffisamment constante sur le secteur étudié pour avoir servi de niveau repère dans la construction des isohypses ». Ils l'ont inscrite en rouge sur le Log (Fig. 3), elle se trouve donc un peu en dessous du niveau "Marnes à Hemidaris".

En topographie, "isohypse" (du grec iso, égal, et hypsos, hauteur) est synonyme de "courbes de niveaux", mais appliqué aux surfaces géologiques, "courbes de niveaux" étant réservé aux surface topographiques. Il s'agit donc de constructions géométriques classiques, les limites de couches étant localement assimilés à des plans (en rappelant que pour définir un plan il faut 3 points). Et pour définir des plans il faut des niveaux repères, qui soient, autant que se peut, le plus précis possible.

Si la distance entre les "plans" que sont par exemple la *lumachelle bleutée* et la base de l'*Oolithe de Bure* est constante sur une zone donnée, on pourra utiliser dans la même construction géométrique généralisante des cotes altimétriques mesurées sur le terrain de l'une comme des cotes altimétriques mesurées sur le terrain de l'autre (cas fréquent, à cause du pendage des couches, on passe à la surface de l'une à l'autre, ou à cause d'une topographie accidentée, etc.). On reconstruit ainsi la géométrie des strates géologiques sans plus s'occuper de la topographie. Mais ensuite, dans un autre usage, on pourra deviner où doivent être les affleurements à leur intersections avec la topographie, comme on le fait en petit exercice dans l'Annexe géométrie.

« Au cours des levés de terrain, les zones des différents contacts lithostratigraphiques où de certains repères géomorphologique (rupture de pente) ont été repérés en altitude sur les cartes topographiques pour définir ainsi des points cotés pour différents niveaux structuraux... (...) ... lorsque les épaisseurs sont relativement constantes, il est possible de transposer les valeurs altitudinales à un même niveau repère. C'est ce qui a été réalisé... les points cotés ont été transposés au toit de la Barre lithographique du Tithonien.

Les inflexions brutales des isohypses, l'apparition de contre-pentes et de brusques ruptures de pente peuvent correspondre à des plis, des failles ou des flexures sur faille. Les variations brutales de direction des isohypses délimitent également des panneaux structuraux. Les cartes structurales présentées s'attachent donc à traduire ces constructions en isohypses en cartes tectoniques. » (Hibsich et al. 2001, vol. 1, p. 35).

Le terme "isobaths" qui signifie courbe d'égale profondeur (dans un océan par exemple ; du grec iso et βάθος, profondeur) est cependant utilisé dans le sens d' "isohypse" par l'ensemble des pétroliers.

▪ Les "isopaques" (du grec iso et πάχος, pachos, grosseur, épaisseur) sont les courbes définissant une épaisseur égale. L'épaisseur va diminuer en bordure de bassins par exemple. Mais les isopaques sont utilisés en sédimentologie pour deviner quels étaient les éléments tectoniques actifs au moment de la sédimentation, variation de l'épaisseur du dépôt au passage d'une faille (certaines pré-existantes, issues de la fin de l'orogénèse hercynienne, et réactivées ou pas à certaines périodes en fonction des contraintes tectoniques du moment), ou une variation plus graduelle dessinant par exemple le synclinal de Treveray-Savonnières qui est actif à ces époques.

## II. Hydrogéologie des calcaires du Barrois

Les Calcaires du Barrois, ce Tithonien, sont karstiques. On y trouve des fractures élargies, couloirs, grottes, puits..., où l'eau peut parfois circuler très rapidement. Le département de la Meuse est fort connu des spéléologues qui eux/elles font un gros travail d'investigation (GERSM; Goutorbe et Tournois). Par conséquence, à la surface de tels calcaires, l'eau a tendance à s'infiltrer.

Un B.A.Ba d'hydrogéologie : lorsqu'il y a un niveau perméable qui contient de l'eau qui repose sur un niveau imperméable, ou beaucoup moins perméable, on a une ligne de sources ou des zones humides là où ce contact est recoupé par la topographie. L'exemple le plus simple est le contact d'un banc de sable sur un banc d'argile. On a cela avec le Crétacé inférieur notamment : une alternance de couches d'argile et de sable, sur un arc de cercle du Bassin parisien : "Soulaines"-Saint-Dizier-Pargny-sur-Saulx...

Dans le Barrois les calcaires sont fracturés, plus ou moins suivant les endroits, et l'eau se met dans les fractures, dans les inter-bancs... Dessous, le sommet du Kimméridgien est constitué de marnes assez argileuses qui font office de couche imperméable. Cela permet de retenir l'eau dessus, et lorsque ce contact sera recoupé par la topographie, on pourra avoir des sources comme on le voit par exemple sur la Fig. 13. Les sources au pied de la cuesta dans cette zone Sud sont souvent modestes : St Florentin et St Firmin à Bonnet, source dans Mandres-en-barrois, source dans Saudron, d'autant qu'elles sont à contre-pendage.

### II-1. Les environs immédiats de Bure

Sous Saudron, Bure, Mandres-en-barrois..., les couches pendent vers le Nord-Nord-Ouest. La carte isohypse du contact Kimméridgien - Tithonien est en Fig. 14.

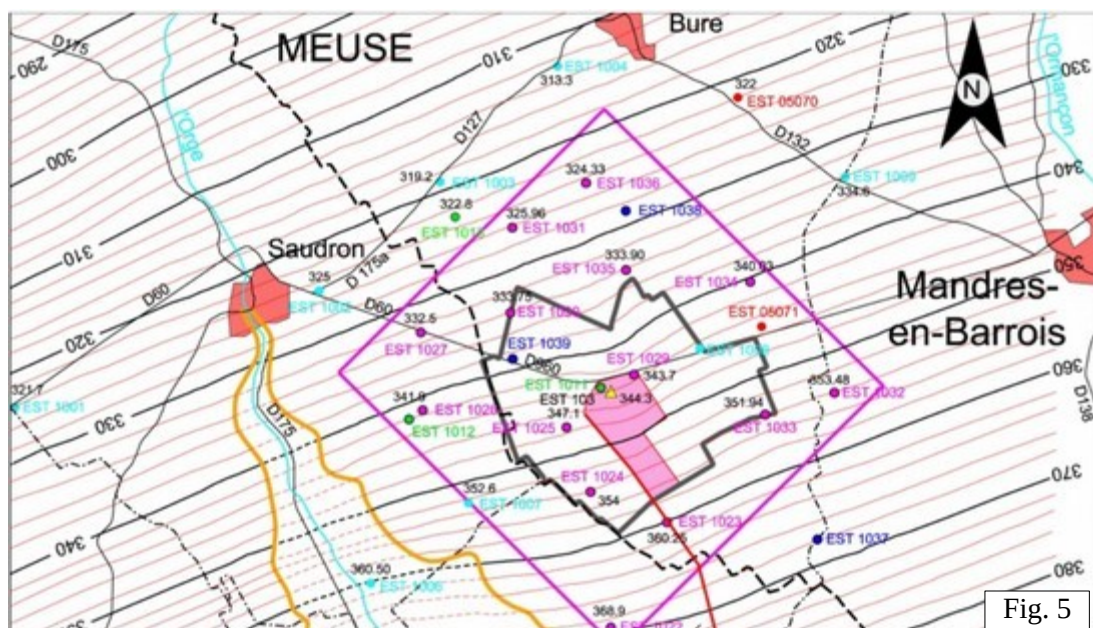


Fig. 14. Carte isohypse simplifiée/lissée du contact entre les kimméridgien et Tithonien (de Andra 2004a, vol.2, fig. 2-6)

On lit sur la Fig. 14 que sous le centre du village de Bure, le contact est à ~ 310 mètres. Le plancher des vaches au centre du village est à l'altitude de ~ 336-337 m soit 27 mètres au dessus de ce contact. En se reportant à la Fig. 3, le village est construit sur des bancs de l'unité "Barre lithographique".

La Fig. 15. donne le niveau piézométrique en période de basses eaux. Piézométrie est un mot compliqué mais pour une nappe libre il indique l'altitude souterraine du niveau de l'eau. Parce qu'à un niveau correspond à une pression [fluide], et parce qu'en hydrogéologie c'est sur la pression qu'il faut travailler (lien avec nappes captives, etc.), et piézo vient du grec, πιεζω, presser (autres usages piézo-electrique, piézogamme pour le sang...).

Même dans ce cas des basses eaux, on lit que la cote de la courbe qui passe sous le village est à un peu moins que 330 m soit un peu moins de 20 m au dessus du contact. Le niveau peut monter substantiellement en période des hautes eaux (ex. Couvertpuis, Fig. 19).

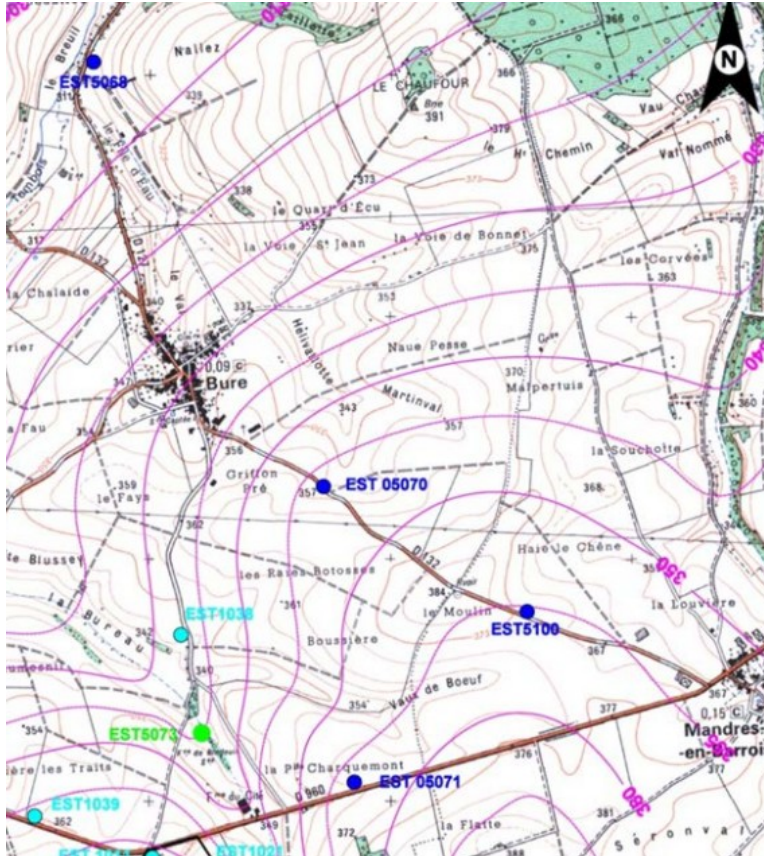


Fig. 15. Carte figurant le niveau de la nappe d'eau souterraine (dit piézométrique) dans les calcaires tithoniens, en période de basses eaux (de Andra 2015, p. 103)

La Fig. 13 et la carte IGN indiquent deux sources de part et d'autre de la D 960. L'une au Sud de la route, *source de la ferme du cité*, à l'altitude de  $\sim 351$  mètres, l'autre au Nord de la D960 le long du même talweg de *La Bureau*, la source du Bindeuil à l'altitude de 340 m. A ce dernier endroit le talweg reste humide en permanence coté Est de la route Sud-Nord qui descend au Village de Bure qui l'intersecte. Les deux correspondent à cette base du Tithonien (qui est respectivement à 350 et 338 m à l'aplomb de ces deux sources selon la Fig. 14, il n'en reste donc que des vestiges) avec le talweg de *La Bureau* qui localement draine la nappe (Fig. 15).

Vu l'azimut des couches, on doit retrouver le contact Kimmeridgien-Tithonien (Fig. 14.) à la même altitude que sous le village de Bure, soit environ  $\sim 310$  m, vers l'Est-Nord-Est à l'aplomb de l'entrée Sud du bois Lejuc (Fig. A-2.). Un rapport "BRGM 79" (p. 9, forage 1) de géophysique sur la vallée de l'Ormançon interprète le contact vers 20-22 m de profondeur au croisement de la vallée de l'Ormançon avec la "vallée de Paradis" (500 m au Sud du bois Lejuc). Le fond de vallée est à 334 m ce qui situerait le contact grossièrement vers 314-312 m.

Une différence avec le simple exemple d'un contact sable-argile est que lorsque ces calcaires du Barrois ne sont pas trop fracturés, il n'y a pas beaucoup d'eau parce qu'ils sont constitués pour bonne partie de bancs de calcaires lithographiques qui n'ont guère de porosité (ouverte) intrinsèque (Fig. 10). Alternativement, la petite quantité d'eau qu'ils ont s'échappe vite vers l'aval, où une ouverture de type karstique proche. On va donc avoir quelque chose d'irrégulier. Les prévisions sont difficiles dans ce type de roche. Enfin la zone d'alimentation est très limitée puisqu'on est contre la cuesta. Plusieurs recherches ont été effectuées autour du village de Bure par le BRGM dans les années 1970s, au S-E, au N puis à l'Est dans l'Ormançon, sans trouver de débit suffisant pour alimenter le village.

## II-2. Le bassin de la haute et moyenne Saulx, vallée de l'Ornain vers Bar-le-duc

### II-2-1. Une circulation karstique qui peut être très rapide

On a le contact Tithonien-Kimmeridgien le long de la vallée de l'Ornain, avec la fontaine St Goult à Longeaux par exemple. Plus au Nord, en aval, le bassin d'alimentation a déjà plus de surface et l'eau est plus abondante mais on passe dans des niveaux plus élevés dans la série tithonienne. Des communes y ont leur Alimentation en Eau Potable (AEP) comme Tannois-Guerpon (le puits de Tannois ne tarit qu'exceptionnellement mais ne fournit jamais de gros débit ; Maiaux et Personnet 1975, p. 10), Longeville-en-barrois, Savonnières-devant-Bar, Fains-les-sources... (Fig. 16).

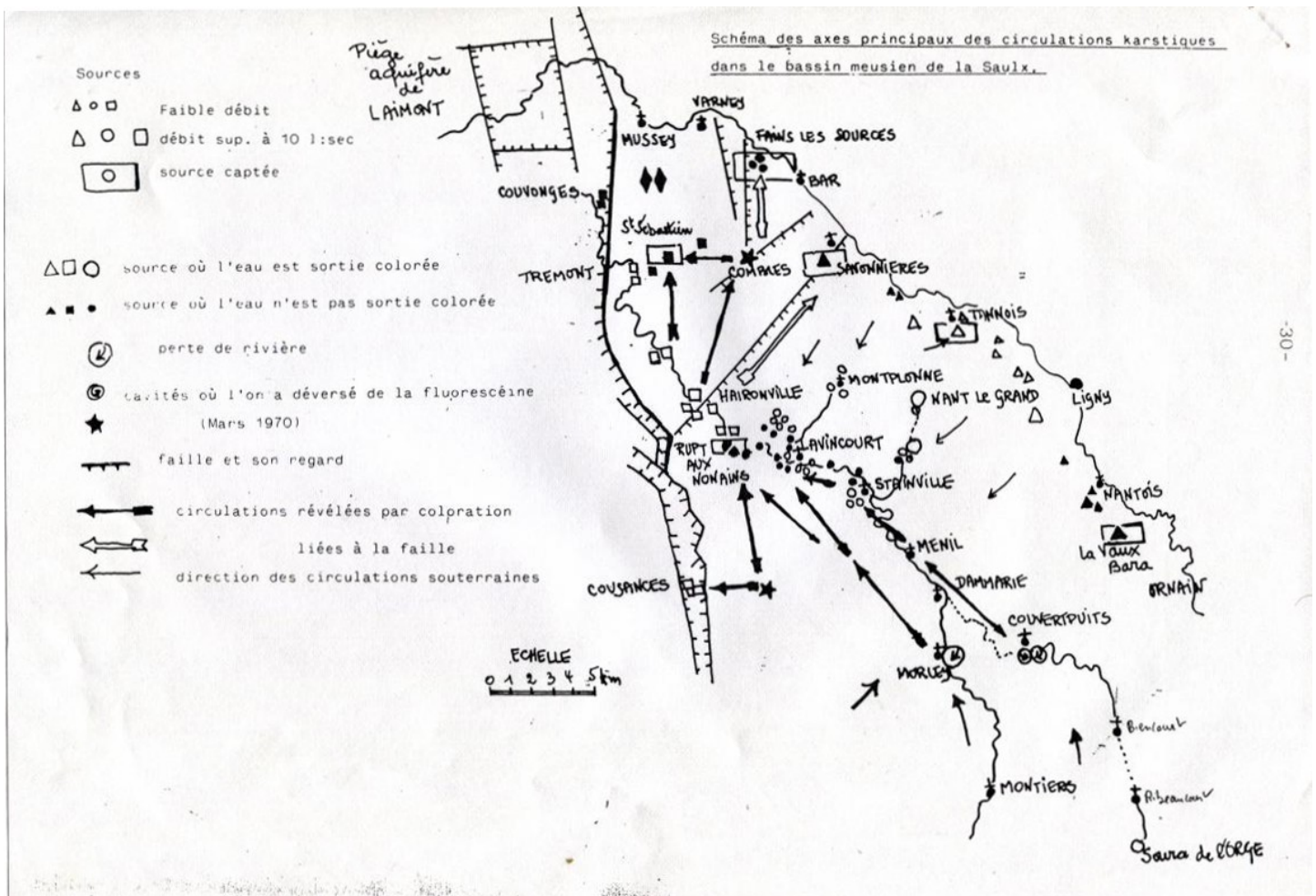


Fig. 16. Résumé schématique des circulations karstiques du bassin meusien de la Saulx, révélées par les colorations (Leroux, O. 1978, p. 30). L'eau de la zone de Bure s'infiltré dans les calcaires ou part dans l'Orge qui elle-même perd de son eau dans les calcaires sur certaines portions de son cours. Pratiquement tous les villages en aval prennent leur eau potable dans cette nappe à plusieurs étages (§ II-2.2.). On voit que Ménil-sur-Saulx, Stainville, Lavincourt, etc. sont aux premières loges, mais pas que...

Guillaume et al. (1971), écrivent dans leur résumé :

"... possibilités aquifères offertes par les calcaires portlandiens [= Tithonien] entre les vallées de l'Ornain et de la Saulx... Les besoins estimés pour l'horizon 1980 étant de 10 000 m<sup>3</sup>/jour. Il a été mis en évidence, par coloration, une relation entre les pertes de l'Orge et les résurgences de la vallée de la Saulx et même de la vallée de l'Ornain.... changement brusque de direction de l'écoulement souterrain à Haironville vers Fains-les-sources."

Ces circulations souterraines peuvent être très rapides. Exemples :

- 1) Fluorescéine mise à Morley le 28 sept. 1953, arrivée 3 jours plus tard à Rupt-aux-nonains le 01 octobre, et un jour plus tard, le 02 octobre à Lavincourt;

2) Fluorescéine mise dans un puits de Couvertpuis le 04 mars 1970, arrivée 2 jours plus tard, le 06 mars à Lavincourt et Rupt-aux-nonains, et encore 2 jours plus tard, le 08 mars, à Haironville, Trémont-sur-Saulx et Fains-les-Sources (Guillaume et al. 1971, p. 21-22). Cette coloration faite par la DDA/BRGM, dite ensuite "du vieux puits" a été faite vraisemblablement alors qu'un nouveau puits/forage venait d'être mis en service.

Le niveau piézométrique est plus bas au Nord de la faille d'Haironville (192,5 à Combles-en-barrois) qu'il ne l'est au Sud de cette faille (230 à Montplone ; Maiaux et Personnet 1975, p. 6-7).

Or les sources de Fains alimentent la ville de Bar-le-duc en eau potable. Elles sont à une altitude de ~ 185 m, sont limitées, en période d'étiage à 5000 m<sup>3</sup>/jour, et, lors de la grande sécheresse de 1911 sont descendues à 3500 m<sup>3</sup>/j. L'alimentation AEP de Bar-le-Duc prend aussi dans la nappe alluviale de l'Ornain au Nord de mussey, endroit où les alluvions sont assez épaisses. Mais cette nappe alluviale est elle-même en partie alimentée par la nappe du Tithonien en dessous, dont le niveau piézométrique est un peu supérieur à celui de la nappe alluviale. On s'approche en effet du dit « piège de Laimont » où une couverture argileuse crétacé enferme la nappe du Tithonien qui devient artésienne.

Les eaux infiltrées en aval de Bure atteindront donc Fains-les-sources au nord de Bar-le-duc mais pas que. Maiaux et Personnet écrivent (1975, p. 1, 4) : « *Résumé... mise en évidence d'une relation entre les eaux piégées contre la faille d'Haironville et celles du captage de Savonnières-devant-Bar. (...) les diagrammes d'analyse d'eau des sources de Savonnières-devant-Bar et Hironville sont pratiquement superposables et suggèrent une parenté étroite.* ». C'est ce qui est signifié par une flèche creuse en Fig. 16, la coloration à partir de Ménil-sur-Saulx de 1974 a confirmé que les eaux souterraines arrivent notamment à Savonnières-devant-Bar.

L'eau souterraine va plus loin. Lors de l'injection de fluorescéine DDA-BRGM du 04 mars 1970 à Couvertpuis, outre la plupart des sources jusqu'à Hironville, une coloration très nette est arrivé 4 jours après à la source et captage de Trémont-sur-Saulx et au lavoir de Couvonges (rien par contre à Robert-Espagne; Guillaume et al. 1971, p. 22). De nouveau une coloration est arrivée au lavoir et captage de Trémont-sur-Saulx, et à une source de Couvonges, suite à un traçage réalisé en puits à partir de Ménil-sur-Saulx en oct. 1974. Et la coloration a atteint également les sources de Varney et Mussey dans la vallée de l'Ornain au Nord-Ouest de Fains-les-Sources (Maiaux et Personnet, 1975, p. 16-23).

Devos et al. (2007) ou Lejeune et Devos (2004) procèdent en délimitant des zones hydrologiques qui perdent, gagnent de l'eau ou sont neutres, moyennes, de ce point de vue. Sur la Fig. 22., du Sud au Nord, il y a, en blanc une zone de perte en aval de Hironville (localités faciles à situer par la forme de la Saulx), suivie d'une zone neutre (gris), puis d'une zone à rendement fort (gris foncé) qui est celle de Trémont-sur-Saulx, ce qui corrobore ce qui vient d'être dit.

La vitesse de propagation d'une contamination apparaît très dépendante des conditions hydrauliques du moment. Alors que la fluorescéine injectée à Couvertpuis le 04 mars 1970 a progressé très vite avec les temps mentionnés plus avant, celle injectée à Ménil-sur-Saulx le 24 octobre 1974 a pris beaucoup plus de temps. Il a fallu environ 13 jours pour que les résurgences "habituelles" soient fortement atteintes, y compris Lavincourt pas très éloigné (et c'est alors un peu toutes en même temps y compris Fains-les-sources; Maiaux et Personnet 1975, p. 19-20). Le jour de cette injection là le niveau dans le forage était fort haut, 227 m NGF à 3 m profondeur/surface alors que sa "moyenne" est 207 m d'où une profondeur/surface de 23 m.

## II-2-2. De l'eau à plusieurs étages

Il y a le contact entre le Tithonien et le Kimméridgien, mais le Tithonien présente du point de point de vue hydrogéologique la particularité d'avoir en interne deux niveaux intermédiaires qui vont générer des « nappes perchées », ou encore des rivières « perchées » plus hautes que la nappe souterraine à leur niveau. Il se trouve que ce sont les deux "marches" dessinées sur la Fig. 3.

L'oolithe de Bure est présente sous le lit mineur de l'Orge entre Biencourt-sur-orge et Couvertpuis plus après, Fig. 17. Aussi en aval de Couvertpuis, l'eau s'infiltré dans la roche et disparaît. La Saulx perd du débit sur cette zone.

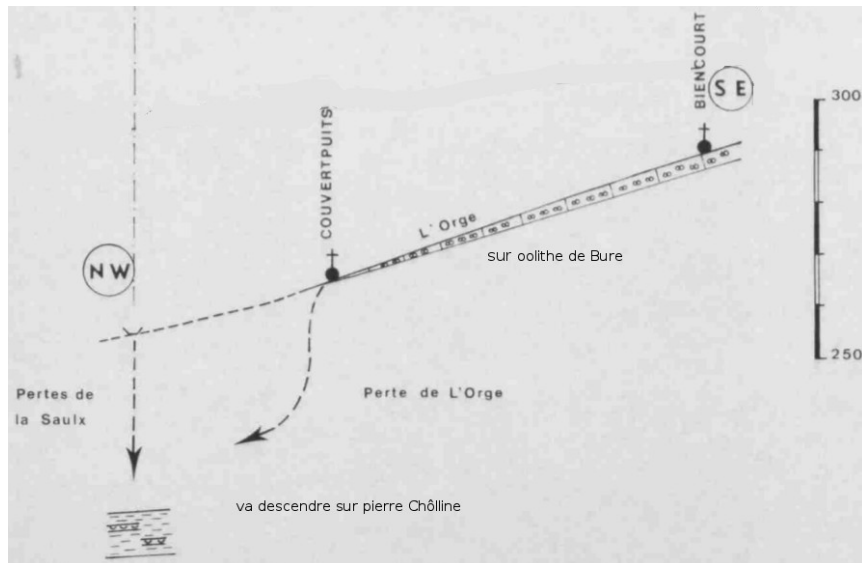


Fig. 17. Coupe verticale schématique de L'Orge. L'eau s'infiltré peu entre Biencourt et Couvertpuis parce qu'elle coule sur le banc "oolithe de Bure" semi-imperméable. Au-delà de Couvertpuis elle s'infiltré (de Guillaume et al. 1971, annexe 7, modifié pour clarté).

On a vu en § I-5. que "Marnes à Hémicidaris-Pierre Chaline" n'est pas un horizon à définition stricte, mais qu'il comporte déjà au moins quelques mètres d'argile, dans un ensemble marneux, et incluant quelque bancs lumachelliques minces durs. C'est la première "marche d'escalier" de la Fig. 3.

La Saulx rejoint les "Marnes à Hémicidaris" vers Rupt-aux-Nonains avec notamment le coup de pouce d'un petit bombement anticlinal (Fig. 18). Cet horizon fait office de semelle imperméable et là où il recoupe la topographie il y a des résurgences notoires du Sud meusien. Cela fait re-augmenter le débit de la Saulx, mais pas seulement par les sources, les exurgences principales et pérennes ne sont pas visibles, elles sont dans le lit de la Saulx sous les alluvions (Devos et Jaillet 1998).

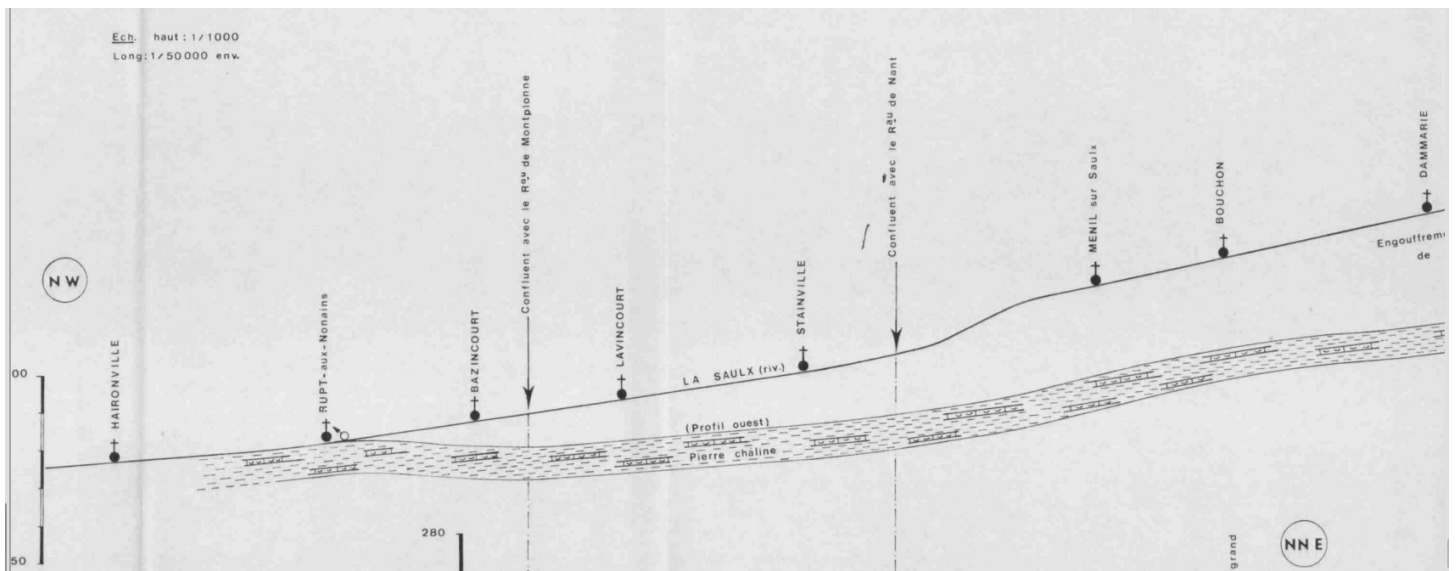


Fig. 18. Coupe verticale schématique du niveau d'écoulement de la Saulx et, représenté dessous, le niveau "Marnes à Hémicidaris-pierre chaline". Les deux se rejoignent à Rupt-aux-nonains ce qui est brusqué par une ondulation anticlinal. Le niveau "Marnes à Hémicidaris-pierre chaline" faisant semelle imperméable porte l'eau qui s'est infiltrée dans ces calcaires en amont : il y a plusieurs sources et résurgences dans cette zone : une dizaine autour de Rupt, une en aval à Haironville... (Guillaume et al. 1971, BRGM, annexe 7 ; Maiaux et Personnet 1975 p. 24-25). Encore les exurgences principales et pérenne ne sont-elles pas celles visibles, se faisant dans le lit de la Saulx sous les alluvions (Devos et Jaillet 1998).

C'est ce niveau "Marnes à Hémicidaris-pierre chaline" semble-t-il qui supporte l'eau potable du village de

Couvertpuis. Là, la vallée est, on l'a vu, directement sur « l'Oolithe de Bure » (Fig. 17). Or le niveau d'eau dans le forage/ancien puits se situe, donnée de septembre 1970, à -20 à 21m en dessous de cette surface (Guillaume et al. 1971, tableau p. 10) ce qui fait une petite dizaine de mètres au dessus du niveau assez imperméable des "Marnes à Hemicidaris" (Fig. 3). Un nouveau piézomètre semble avoir été installé en mars 1974 par forage. Sur les années 1974 à 2015, le battement interannuel a été de 11 mètres, l'eau étant à 12 m de profondeur aux hautes eaux (BRGM 2015, p. 20; présente Fig. 19.).

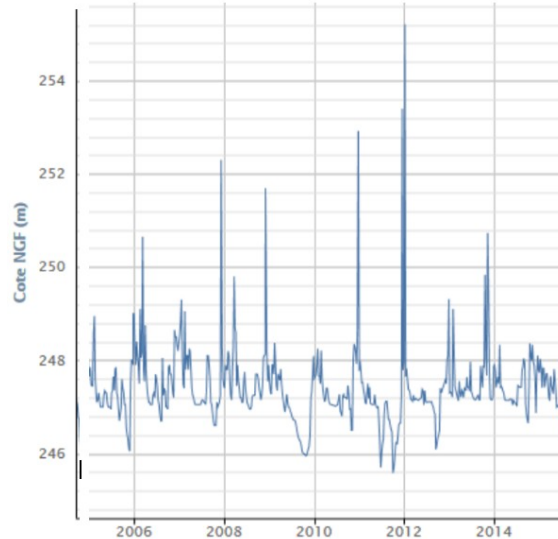


Fig. 19. Chronique de la nappe au piézomètre "02653X0001/F1" de Couvertpuis. On a juste repris ici la période 2005 à juillet 2015 (de BRGM 2015, p. 21)

Il doit en être de même des villages de Biencourt-sur-Orge et Ribeaucourt dont les forages AEP sont dans la vallée de l'Orge (voir aussi en Annexe géométrique, en A-3 : la source de la Fontaine).

Le forage de Ménil-sur-Saulx est aussi dans cette nappe là. Le 24 octobre 1974 l'eau est à 227 m NGF à 3 m profondeur/surface (alors qu'elle n'est moyenne qu'à 207 m et à une profondeur de 23 m). La cote probable des "Marnes à hemicidaris/pierre chaline" est à 200 m, alors que celle de l'oolithe de Bure se trouverait vers 235 m.

Le forage de Tannois est aussi dans cette nappe là. (En 1974) l'eau est à 276,5 m NGF (à 17,5 m profondeur/surface) pour une cote probable des "Marnes à hemicidaris/pierre chaline" supposée de 262 m, et alors que l'oolithe de Bure se trouve plus haut vers 297 m. Une coloration à la fluorescéine faite à cet endroit le 03 sept. 1974 a montré que l'eau de cette zone va rejoindre la Saulx à Bazincourt (et vue seulement là) via Montplonne, donc vers le Sud-Ouest. Cette fois là, elle a atteint Bazincourt en 3 jours (Maiaux et Personnet 1975, p. 13-16).

Nombre de villages prennent donc leur eau potable dans la nappe portée par les "Marnes à Hemicidaris-pierre chaline" (Fig. 20).

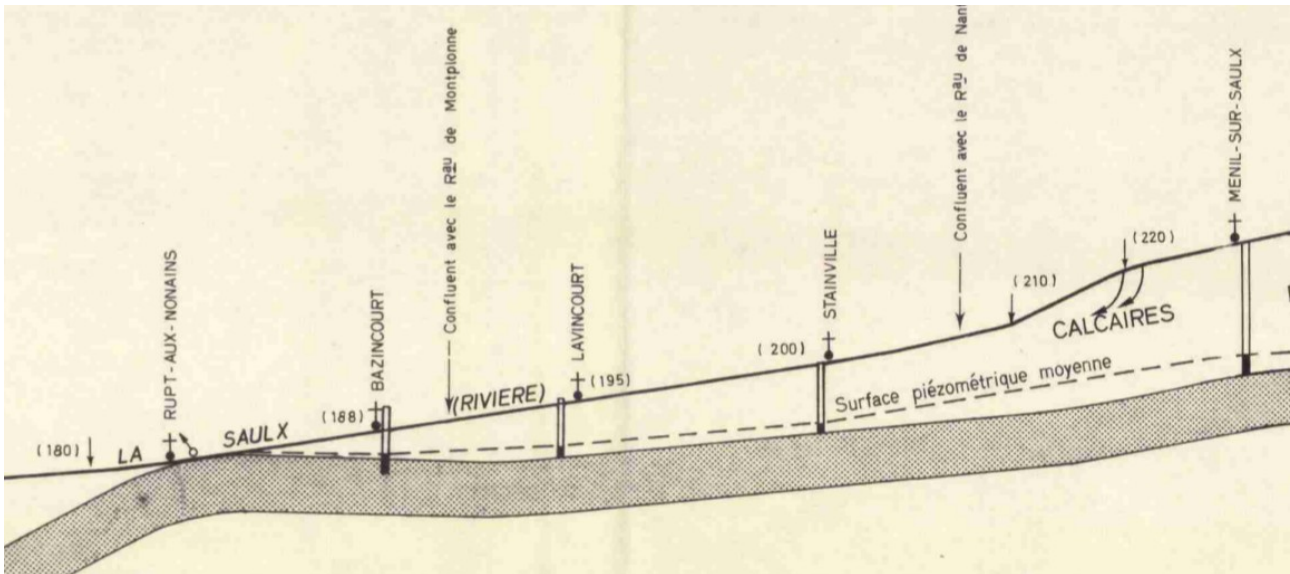


Fig. 20. Profil schématique de la Saulx entre Menil-sur-Saulx et Rupt-aux-nonains. En gris les "Marnes à Hemidaris-pierre chaline". Dans le bas des puits/forages, en noir, le "niveau d'eau moyen" d'où la "surface piézométrique moyenne" (Maiaux et Personnet 1975, annexe 1).

### II-3. Des passages vers la vallée de la Marne

Il y a des voies de passages souterraines entre le bassin de la Saulx et le bassin de la rivière Marne.

- Au Sud, la source *Claire Fontaine* exploitée à une paire de km à l'Est de Thonnance-lès-Joinville au croisement du thalweg de Saudeval est proche du contact Tithonien-Kimméridgien. Initialement elle lui est attribuée. En 1970 V. Stchépinsky sur le critère essentiellement qu'elle est plus bas que le contact l'attribuait au niveau calcaire le plus haut de la série Kimméridgienne (02656X0017/SAEP, rapport S313602). Lejeune et Devos (2004) et Devos et al. (2007) ont établi une carte d'hétérogénéité géographique hydraulique, à mailles de  $\sim 10 \text{ km}^2$ . La méthodologie est celle des rendements d'étiages hors influences de précipitations (mesure par micro-moulinet monté sur perche de jaugeage à intégration) et avec deux paramètres facilement mesurables grâce à des sondes portables : températures et minéralisation totale (via la conductivité en micro-Siemens par cm,  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Un apport ou perte entre deux mailles permet de déterminer des secteurs de rendement : faible ou négatif (pertes), ou moyen, ou au contraire fort (sortie de nappe). *Claire Fontaine* de Thonnance-lès-Joinville correspond à un secteur de *rendement fort*. Ils concluent, grosse flèche du bas sur la Fig. 21, qu'il y a apport souterrain en provenance d'infiltrations du bassin de la Saulx, donc une composante au moins de la nappe du Tithonien.

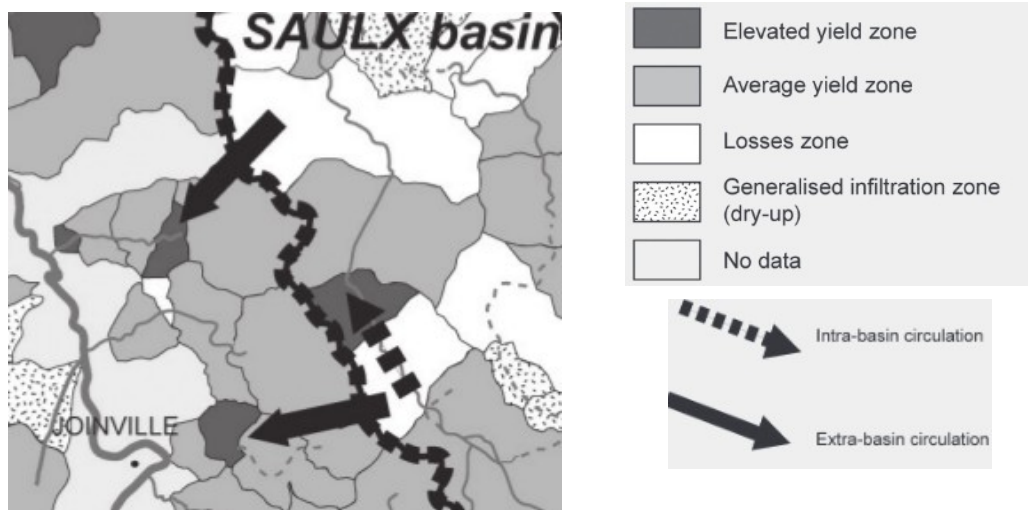


Fig. 21. Cartographie hydrologique des rendements spécifiques et des circulations. En gris net : secteur "moyen" (average) ; en blanc : secteurs de pertes ; en gris-foncé : secteur à rendement fort, *elevated yield*, sortie de nappes ; en gris très pâle : pas de données exploitables ; petits points sableux : zone d'infiltration généralisée ; flèches : trajets souterrains déduits, en "vertèbres" carrées : intra-bassins, pleine : vers autre bassin. La grosse ligne renforcée de pointillés carrée est la séparation des bassins versants de la Marne et de la Saulx (le tracé précis des rivières permet de se situer)

*Claire Fontaine Thonnance* (-lès Joinville) à l'Est du méandre de la Marne se trouve en zone à rendement fort.

Déduite de l'étude multi-critères, la flèche indique qu'un apport souterrain vient du bassin de la Saulx : d'un tronçon situé entre Pancey et Effincourt. Cette zone déficitaire (en blanc) se prolonge plus vers l'Est, avec la zone d'infiltration généralisée (les pointillés-sable) qui est la vallée de l'Orge jusqu'à Saudron.

On a de nouveau ce type de situation plus au Nord (deuxième flèche noire), où un tronçon du Val de Chevillon est à *rendement fort*, avec apport du bassin de la Saulx, forêt de Morley zone de pertes, et une zone d'infiltration généralisée (pointillés-sable) entre Couvertpuis et Morley, vallée de l'Orge (Devos et al. 2007, figure 5 p. 398 ; ou Lejeune et Devos 2004, fig. 5, p. 22).

- Deuxième petite vallée Est-Ouest plus au Nord, celle de Chevillon, cette bourgade prend son eau potable à une source près du fond de vallée, près de la base du Tithonien (et en aval pendage des couches) qui est légèrement au dessus du *ruisseau de Chevillon* sur son côté Sud (au lieu dit "La Charme", environ 1 km au Sud du débouché de la *Vallée noire*). Son débit moyen annuel est estimé à  $\sim 72 \text{ m}^3/\text{h}$  et suffit à la commune, même en période d'étiage (Demassieux 1978). Là aussi, l'étude multicritère de Lejeune et Devos (2004) et Devos et al. (2007) détermine pour ce tronçon du Val de Chevillon à *rendement fort*, qu'il y a un apport du bassin de la Saulx, forêt de Morley zone de pertes (leur flèche la plus au Nord de la Fig. 21), avec derrière une zone d'infiltration généralisée entre Couvertpuis et Morley, vallée de l'Orge

- Encore plus au Nord, c'est de nouveau le cas avec le ruisseau de l'Ornel qui vient couler en Nord-Sud dans Saint-Dizier pour quelle ville il est le risque principal d'inondation (10 cm d'eau dans le magasin et la cafeteria de l'hypermarché Cora le 29 octobre 1998, ainsi que dans le parc des résidences Sainte-Marie, et même l'avenue du Jard le long de la Marne alors même que la Marne elle, ne débordait pas !; Jl. Hte Marne 30/10/1998). C'est une dérivation de l'Ornel, le fossé Maguin, qui faisait le tour des remparts de Saint Dizier lorsque la ville était fortifiée. Lors du siège de la ville en 1544, des écrits d'échevins racontent que Charles Quint a fait dévier l'Ornel afin de baisser le niveau d'eau dans les douves autour des remparts (il reste le dit "fossé Charles Quint").

« Ainsi, en rive droite de la Marne..., la Saulx amont, perchée au-dessus de sa nappe, alimente par pertes diffuses et localisées la zone noyée des calcaires tithoniens. Cette dernière se vidange par des sources de rive droite de la Marne via... et l'Ornel. » (Lejeune et Devos 2004, p. 22 ; présente Fig. 22). Une grande vasque de 10 m de diamètre sur 5 de profondeur, la *Grande Fontaine*, ou *Trou bleu*, à Sommelonne, est l'ouverture karstique d'une galerie immergée qui a déjà été suivie en plongée sur 850 m. C'est la source de Lonne (d'où Somme, source, Lonne...) qui est une source de l'Ornel ([là](#)). Par ailleurs, suite à un effondrement dans un champs après une forte averse, un joli puits profond de 38m a été découvert dans la vallée de la Saulx à Saudrupt ("gouffre Lavandier", [là](#)).



Fig. 22. Cartographie hydrologique des rendements spécifiques et des circulations. Même légende que Fig. 21, en gris net : secteur "moyen" ; en blanc : secteurs de pertes ; en gris-foncé : secteur à rendement fort, sortie de nappes; en gris très pale : pas de données exploitables ; en pointillés-sable : zones d'infiltration généralisée. La grosse ligne en pointillés +rapprochés sépare les bassins versants de la Marne et de la Saulx.

L'Ornel prend sa source dans la dépression topographique et tectonique fossé de la Marne orienté NW-SE (schématisé sur la Fig. 16) où l'on trouve les villages de Sommellonne et Baudonvilliers. L'étude multi-critères montre que c'est un *secteur à rendement fort*. Elle montre par ailleurs qu'il y a un secteur de perte en aval d'Haironville sur la Saulx, et qu'une partie des eaux de la zone à rendement fort où l'Ornel prend naissance en vient (flèche noire dirigée vers l'Ouest-Sud-Ouest ; Devos et al. 2007, figure 5 p. 398; ou Lejeune et Devos 2004, fig. 5, p. 22). Ce passage Saulx-moyenne à la zone de départ de l'Ornel a été confirmé par traçage (ce que veut dire le "T", probablement notamment à partir du "gouffre Lavandier" à Saudrupt, vallée de la Saulx).

- Outre ces chemins via l'Ornel, les sources de Thonnance-lès Joinville et Chevillon, un autre passage pour arriver à la rivière Marne est connu. Une coloration a été faite dans la vallée de la Saulx le long de "l'autoroute souterrain" décrit par la Fig. 16, à Menil-sur-Saulx en octobre 1974. Et..., Maiaux et Personnet (1975, p. 21 puis p. 22) : « Du côté de la Marne enfin, la coloration va très loin, puisqu'elle atteint la fontaine de Bézerne à Cousances-les-Forges..., le 16ème jour et la fontaine de Clefmonts à Marnaval, à l'entrée de Saint Dizier, le 21ème jour. Ce résultat est étonnant, et pourtant, les capteurs sont nettement positif du 21ème au 27ème jour. » (...) « De Ménil à Cousances-aux-Forges, il [le colorant] a traversé le plateau d'ouest en est, il a rejoint la vallée de la Marne à Cousances-aux-Forges et suivi le cours de la rivière, en rive gauche, jusqu'à Marnaval. » (Fig. 23.).

On l'a vu plus avant, cette coloration là a montré que, en fonction probablement des conditions hydrauliques du sous-sol, la vitesse de déplacement de l'eau peut varier grandement (4 jours pour atteindre Haironville à partir de Couvertpuis en mars 1970, une quinzaine de jours pour l'atteindre à partir de Ménil-sur-Saulx, parcours presque deux fois moins long, en octobre 1974). C'est de 3 à plus de 5 fois moins vite. L'existence de tels contrastes laisse supposer que Cousance puis Marnaval, puisque l'expérience a été faite dans les conditions de transfert lent, pourraient être atteints beaucoup rapidement qu'ils ne l'ont été cette fois là. Ces larges variations de vitesse de transfert posent un sérieux problème parce que la surveillance (d'un traçage mais ça peut être aussi d'une pollution) demande du personnel technique compétent rare à des points de sorties qui peuvent être nombreux et dispersés, personnel qui pour commencer doit être disponible (et cela a un coût). Une surveillance limitée à 10 jours par exemple aurait raté le passage de cette coloration là, comme une plus tardive n'identifiera peut-être plus celui qui se produit dans les conditions rapides (sauf bien sûr que pour une pollution, la "coloration" risque d'être envoyée, pas en l'espace d'une demie heure comme en hydrogéologie mais en permanence en attendant un nettoyage, quand il est possible...).



Fig. 23. Autre traçage mettant en évidence des passages d'eau souterraine entre le bassin de la Saulx et celui de la rivière Marne; à partir du puits communal de Menil-sur-Saulx le 24 octobre 1974. L'une des voies, bien qu'on ne sache rien du trajet réel en profondeur, est à vol d'oiseau pratiquement plein Ouest, de Menil-sur-Saulx à Marnaval en périphérie Sud-Est de l'agglomération de Saint-Dizier (Maiaux et Personnet 1975, Annexe 10; on a pivoté la carte pour remettre le Nord vers le haut)

Maiaux et Personnet concluent (1975 p. 23) :

« Ces résultats tendent à prouver que le karst est particulièrement développé en rive gauche de la Saulx, de Lavincourt à Hironville, sous le plateau du barrois, dans le secteur Hironville-Trémont-Fains, et en rive droite de la Marne de Cousance-aux-forges à Marnaval. »

### ■ De l'Oxfordien à la vallée de la Marne

La source du Rongeant (petite rivière qui passe au milieu du village de Poissons et se jette dans la Marne à la sortie Nord de la bourgade de Joinville), est alimentée elle directement de l'Oxfordien. Une coloration universitaire en janvier 2008 (GEGENAA et CEGUM) a donné le résultat qui a surpris, que les 12 km qui séparent la doline où a été faite l'injection dans la forêt de Trampot à cette source ont été parcourus en 35h, soit une vitesse de transit maximum sous terre de 330 m/heure, avec une restitution du colorant de 80 %. Trampot est sur la limite Haute-Marne-Vosges, ce n'est pas la zone de Bure, c'est plus au Sud coté amont hydraulique de Bure. Cela nous a appris néanmoins que l'eau d'autres aquifères que celui du Tithonien peuvent atteindre la vallée de La Marne. Justement, il a été montré ailleurs que l'Oxfordien, entre la zone d'enfouissement projetée à Bure et la vallée de la Marne est... karstique, au dessus de Joinville notamment ([ici](#)).

## III. Le Kimméridgien

C'est un autre sujet donc brièvement. Là encore, comme ceux de Portlandien et de Purbeckien, le terme nous vient du comté de Dorset au centre de la côte Sud de l'Angleterre où ces niveaux ont été étudiés précocement.

Le Kimméridgien dans l'Est du Bassin de Paris est une série plus tendre que le Tithonien (fig. 24) donnant un relief plus mou au pied de la Cuesta du barrois. L'Ornois correspond à cette dépression kimméridgienne : Cirfontaines-en-ornois, la sorte de plaine coté Sud du village de Bonnet... C'est dans cette zone plus

imperméable et humide que naissent la Saulx et l'Orge.



Fig.24. L'érosion facile d'une marne kimméridgienne dégage de nombreux petits fossiles d'huîtres plus résistants qui n'ont plus qu'à être ramassés (Joinville-Est)

Si le Kimméridgien est constitué d'abord de niveaux épais de marnes il s'y trouve quelques niveaux calcaires intercalés. Dans l'Ornois "*Les deux niveaux calcaires alternant avec les niveaux marneux donnent naissance à deux nappes d'eau assez importantes (Cirfontaines-en-Ornois).*" (Stchépinsky 1963, p. 34-35). On voit ainsi 3 sources sortant d'un niveau calcaire du Kimméridgien à Gillaumé sur la Fig. 13.

Au Sud de la cuesta des Calcaires du Barrois (Fig. 13), les villages prennent donc leur eau dans des niveaux calcaires intercalés dans d'épaisses marnes kimmeridgiennes. C'est le cas de Bonnet actuellement (forage AEP au Sud du village, mais dans le passé l'eau des Calcaires du Barrois a aussi été utilisée, et peut toujours l'être), celui de Cirfontaines-en-Ornois, et à Lezéville qui en dépendait entièrement avant la découverte de l'eau oxfordienne. Le forage d'Echenay dans la vallée de la Saulx entre Echenay et Pancey recoupe deux des niveaux calcaires kimméridgiens. Et c'est ce SIAEP d'Echenay qui alimente les villages avoisinants de la vallée de la Saulx jusqu'à Paroy-sur-Saulx + Aingoulaincourt et Montreuil-sur-Thonnance, + Saudron, + Bure, + Andra, et enfin Mandres-en-barrois ("Dossier du Sous-sol – BSS000UNJP").

Dans l'Aube, barsuraubois et barséquanais, les vignes produisant le champagne sont sur ce Kimméridgien supérieur. Et en suivant les auréoles du bassin de Paris, plus au Sud-Ouest, les vignes produisant le chablis sont également sur le Kimméridgien (supérieur et moyen).

Jusqu'à la fin du 19<sup>ème</sup> siècle, les vignes du Vallage (Thonnance-lès-joinville, Poissons, Saint-Urbain...), étaient surtout sur les marnes kimméridgiennes (puis un peu partout...). Il en reste les gros pierriers très visibles dans le paysage du à l'épierrement, cailloux remontés sur la base du Tithonien.

## Annexe géométrie

### Petits exercices

Si on connaît le pendage, c'est-à-dire l'angle que fait le plan plongeant des couches avec une surface horizontale (celle de référence "0" étant le niveau de la mer, base des cartes topo) on peut calculer quelle profondeur elles atteindront à partir d'un point donné, en allant dans le sens du plus grand plongement (la perpendiculaire aux isohypses). Dans la zone de Bure ce plongement est vers le Nord-Nord-Ouest (Fig. 14).

Si on appelle  $\varphi$  l'angle de ce pendage, par identité trigonométrique fondamentale parce que c'est un triangle rectangle, on a la relation entre l'abaissement,  $h$ , de la couche au bout d'une distance horizontale  $x$ , c'est-à-dire le rapport coté opposé sur coté adjacent :

$$h/x = \tan \varphi$$

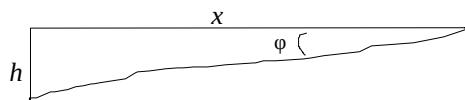


Fig. A-1.

### Applications :

▪ **A-1.** Sur la D960 mi chemin entre Mandres-en-barrois et le laboratoire Andra sur la Fig. 14, le contact Kimmeridgien-Tithonien est à ~ 346 m. A l'entrée Sud de Bure il est à ~ 315 m. La distance horizontale entre les deux (suivant la plus grande pente) est de ~ 1625 m.

$$\tan \varphi = (346 - 315)/1625 = 0,019$$

ce qui correspond à un angle de plongement des couches de 1,09°.

L'angle varie car en réalité il y a des ondulations, des petites failles (y compris, déjà !, sous l'emprise délimitée par les grillages du laboratoire...). Par exemple, pour les couches profondes "en grand" l'Andra (2004b, t.1 p. 185) a indiqué prendre  $\varphi = 1,5^\circ$  "environ" et il faut alors utiliser  $\tan 1,5^\circ = 0,026$ .

▪ **A-2.** Bois Lejuc.

▪ Si l'on se réfère à la Fig. 3, le niveau "Marnes à Hemicidaris-Pierre chaline" est ~ 40 m au dessus du contact avec le Kimmeridgien (l'écart peut être un peu différent parce qu'on n'est plus dans la zone étudiée par Hibsich et al. 2001). En ajoutant 40 m au contact indiqué par la Fig. 14. et en comparant avec la topographie, on peut avoir des indications grossières utiles pour chercher l'intersection avec les surfaces topographiques. Autres indices possibles pour cet horizon là : a) une bande humide, voir des petites sources, b) un court replat du à ces quelques mètres argileux qui coiffent la barre lithographique, c) des blocs de pierre volante de lumachelle durcie, la "pierre chaline" (cf. paragraphe I-5.).

▪ Même exercice qualitatif en ajoutant 70 m au contact de base pour l'Oolithe de Bure. Autres indices à chercher pour cette dernière, soit une brève proéminence (si non exploitée) ou au contraire, ici ou là le long de sa ligne d'affleurement sur les coteaux, des coupelles dans la topographie correspondantes à d'anciennes petites carrières d'extraction disparues sous la végétation et les débris de pentes. Enfin, tout de suite au dessus, apparition des calcaires cariés (Fig. 2, Fig. 7., et paragraphe I-4.).

▪ Sur la bordure Sud du bois Lejuc le contact Kimmeridgien-Tithonien est situé grossièrement vers 310 m (non visible, sous la surface). La couche "Marnes à Hemicidaris" doit être ~ 40 m plus haut soit vers ~ 350 m à flanc de coteau. L'oolithe de Bure sur cette bordure Sud devrait être vers l'altitude 310 + 70 ~ 380 m donc a priori érodée pour ce qui est de l'entrée du bois à 366 m. La butte *Le Chauffour* à coté (390 m) pourrait bien avoir une coiffe en oolithe de Bure notamment.

La carte géologique 1/50 000<sup>ème</sup> (1962) met du Crétacé Valanginien (directement sur du J<sup>9a</sup>) sur cette butte *Le Chauffour*, de même qu'elle en met une toute petite tache dans la partie du bois la plus élevée qui atteint la même altitude (390 m). Il pourrait aussi s'agir de limon éolien quaternaire.

▪ On ne parle ici que de la partie « concernée » du bois Lejuc, celle qui depuis a été militarisée et interdite au public, donc déjà aux habitant-e-s de Mandres-en-barrois à quelques kilomètres qui y faisaient leurs affouages depuis une guirlande de décennies. Cette partie « concernée » est étirée Nord-NW-Sud-SE. Elle va au Nord jusqu'au chemin qui tourne plein Ouest, à "La Réserve" (tracé sur la Fig. A-2). La longueur de cette partie est de ~ 1750 m, aussi le contact Kimmeridgien -Tithonien devrait avoir baissé de quelque chose comme :

$$1750 \times 0,019 = 33 \text{ mètres,}$$

soit (très grossièrement) être de 310 (vers limite Sud) - 33 ≈ 277 m en limite Nord de cette partie (plus bas que ça si le pendage est un peu plus fort).



▪ **A-3.** Dans la vallée de l'Orge, à l'Ouest de la partie Nord de la partie « concernée » du bois Lejuc, est un talweg "vallée de la Fontaine" au pied duquel dans le fond de la vallée est indiquée une source (Fig. A-2). On est à peu près à une distance de 2750 m de l'isohypse 310 m du contact Kimmeridgien-Tithonien en suivant la plus grande pente, aussi ce contact devrait se trouver quelque chose comme  $(2750 \times 0,019 =) 52$  m plus bas c'est à dire vers  $(310 - 52 =) 258$  m. La vallée + source est vers l'altitude 300 m soit 42 m au dessus d'un tel contact ce qui correspond aux "Marnes à Hemicidaris" (Fig. 3). Comme on l'a vu en fin du paragraphe II-2-2., c'est la nappe supportée par ce niveau qui semble être exploitée en AEP de Ribeaucourt à Couvertpuis en aval de cette source.

## Bibliographie

- 02656X0017/SAEP (code BSS, sce Clairefontaine Thonnance), fiche Infoterre avec les liens aux documents disponibles numérisés, était consultable en 2019 à <http://ficheinfoterre.brgm.fr/InfoterreFiche/ficheBss.action?id=02656X0017/SAEP>
- Andra 2004a, "Forages Scientifiques Profonds – Synthèse FSP" , vol. 1 texte : 173p., vol.2 figs : 125p, vol.3 annexes : 57p., 27 janvier (peut être obtenu au CLIS)
- Andra 2004b, "Forages de Reconnaissance de la Formation - Synthèse FRF", 8 décembre, Rapport D RP ADPE 04 1245, vol. 1 texte : 284p., vol. 2 annexes: 47p., vol. 3: 3 planches (peut être obtenu au CLIS)
- Andra 2015, "Laboratoire de recherche souterrain de Meuse/Haute-Marne - Étude d'impact", origine 17/10/2014, approuvé 01/04/15, Document technique, identification ENVEDIAMQE140043: 306p. [http://www.meuse.gouv.fr/content/download/10392/66868/file/étude\\_d'impact.pdf](http://www.meuse.gouv.fr/content/download/10392/66868/file/étude_d'impact.pdf)
- Bennett, S.C. 2007, « A review of the pterosaur *Ctenochasma*: taxonomy and ontogeny », Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, vol. 245, n°1, July :23–31, [là](#).
- BRGM 1979, "Département de la Meuse - Renforcement de l'AEP de Bure - Reconnaissance par méthodes géophysiques des calcaires lithographiques du Portlandien inférieur dans la vallée de l'Ornançon", 79 SGN 743 LOR: 10p. + 9p sondages électriques. <http://infoterre.brgm.fr/rapports/79-SGN-743-LOR.pdf>
- BRGM 2015 (& Agence de bassin Seine-Normandie), "Fiche de caractérisation de la ME HG303 - Masse d'eau souterraine HG303 - « Calcaires tithonien karstiques entre Seine et Ornain »", mars, 98p, [http://sigessn.brgm.fr/files/FichesMESO/Fiches\\_completes/Fiche\\_MESO\\_FRHG303\\_Seine-Normandie.pdf](http://sigessn.brgm.fr/files/FichesMESO/Fiches_completes/Fiche_MESO_FRHG303_Seine-Normandie.pdf)
- Buffetaut, E. 1981, « Un Atoposauridé (Crocodylia, Mesosuchia) du Portlandien de le Meuse (Est de la France) », Géobios n°14, fasc. 6, décembre : 815-19, [là](#).
- Buffetaut, E. 1990, « A sauropod dinosaur in the Portlandien of Haute-Marne (Easter France) », Géobios, vol. 23, issue 6 : 755-760, [là](#).
- Buvignier, A. 1852, "Statistique géologique, minéralogique, minéralurgique et paléontologique du département de la Meuse", Edit. J.D. Baillière, 581p. (présentation [là](#)).
- Cornuel, J. 1841, "Mémoire sur les terrains crétacés inférieur et supra-jurassique de l'arrondissement de Vassy (Haute-Marne)", Mémoire, Soc. Géol. Fr., n°4, t. 4, n°2 : 229-290, [https://books.google.fr/books?id=Ec5AAQAAMAAJ&pg=PA229&lpg=PA229&dq=Mémoire+sur+les+terrains+crétacés+inférieur+et+supra-jurassique+de+l'arrondissement+de+Vassy+\(Haute-Marne\)&source=bl&ots=5sLshHIR-A&sig=ACfU3U2i3p8odmQPcudM2L7LXNkTW-mpnQ&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwjO2vOO8OnkAhVF1eAKHc0KAj0Q6AEwA3oECAGQAQ#v=onepage&q=Mémoire+sur+les+terrains+crétacés+inférieur+et+supra-jurassique+de+l'arrondissement+de+Vassy+\(Haute-Marne\)&f=false](https://books.google.fr/books?id=Ec5AAQAAMAAJ&pg=PA229&lpg=PA229&dq=Mémoire+sur+les+terrains+crétacés+inférieur+et+supra-jurassique+de+l'arrondissement+de+Vassy+(Haute-Marne)&source=bl&ots=5sLshHIR-A&sig=ACfU3U2i3p8odmQPcudM2L7LXNkTW-mpnQ&hl=fr&sa=X&ved=2ahUKEwjO2vOO8OnkAhVF1eAKHc0KAj0Q6AEwA3oECAGQAQ#v=onepage&q=Mémoire+sur+les+terrains+crétacés+inférieur+et+supra-jurassique+de+l'arrondissement+de+Vassy+(Haute-Marne)&f=false)
- Cornuel, J. 1879, "Observation sur les puits naturels des calcaires portlandiens des départements de la Haute-Marne et de la Meuse, et sur le minerai de fer qu'ils renferment", Bull. Soc. Géol. Fr. (3), VII : 722-739.
- Cornuel, J. 1883, "Nouvelle note sur les Pycnodontes portlandiens et néocomiens de l'Est du Bassin de Paris, est sur des dents binaires de plusieurs d'entre eux.", Bull. Soc. Géol. Fr. (3), t. XI : 18-27, [là](#) (page numérique 15)
- Demassieux, L. 1969, « Considérations pétrographiques, sédimentologiques et stratigraphiques sur les « calcaires cariés » (Portlandien-meuse) », Bull. Acac. Soc. Lorraines des Sc. t. VIII, n°2 : 78-89, [ici](#).
- Demassieux, L. 1971, "Structures tectoniques du Portlandien dans l'Est de la France – Relations avec la sédimentation", Bull. B.R.G.M. (2), section I, n°3: 143-7.
- Demassieux, L. 1978, "Département de la Haute-Marne (52) – Commune de Chevillon – Détermination des périmètres de protection de la source alimentant la commune en eau potable", Nancy, pour la DDA, août, 8p. et 4 annexes.
- Devos, A. - Jaillet, J. 1998, « Les sources de la Saulx barroise, Typologie, Contraintes et Potentialités », Mosella, t. XXIII, n°1-2, mars : 149-168, [là](#).
- Devos, A. - Lejeune, O. - Chopin, E. 2007, « Structural control on surface flow in karstic environment », Geodinamica Acta, 20/6 : 393-402, <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.3166/ga.20.393-402?needAccess=true&>

- Dossier du Sous-sol - BSS000UNJP, ouvrage d'Echenay, lieu dit MASSONFOSSE, F2, Infoterre-BRGM, <http://ficheinfoterre.brgm.fr/InfoterreFiche/ficheBss.action?id=02657X0030/F2>
- Fosse, P. 1997, « Variabilité des assemblages osseux créés par l'Hyène des Cavernes », Paléo. n. 9 : 15-54, [là](#)
- Gaillet, Y. 2003, « La pierre de Savonnières des gallo-romains à nos jours – Histoire et Technique s », Dominique Guéniot Edit. Langres, t. 1, texte, 276p ; t. 2 illustrations, 39pl.
- GERSM, Groupe d'Études et de Recherches Spéléologiques Meusiens, "Spéléologie en Meuse - Les résurgences du département", <http://gersm.blogspot.fr/p/les-resurgences-du-departement.html>,
- Goutorbe, J-M. - Tournois, J. non daté, « Inventaire des résurgences » [de la Meuse], GERSM, 59p, [http://lispel.free.fr/plongee/ressurgences\\_meuse.pdf](http://lispel.free.fr/plongee/ressurgences_meuse.pdf)
- Guillaume, M. - Maiaux, C. - Pierson, G. 1971, « Géologie et hydrogéologie de la vallée de la Saulx », BRGM, 71 SGN 89 NES, mars, 43p dont 6 figs et une carte au 1/50 000 : <http://infoterre.brgm.fr/rapports/71-SGN-089-NES.pdf>
- Hanzo, M. - Le Roux, J. 1982, "Girauval, Oolithe de Bure et calcaire carriés du Portlandien", Contribution ORAGE, publié à la BSS n°19, [ici](#).
- Hentinger, R. - Maiaux, Cl. 1977, « Recherche de ressource en eau potable pour le secteur Bonnet – Mandres – Bure (55) », BRGM, 77 SGN 338 LOR, juillet, 16p, annexe 12p., <http://infoterre.brgm.fr/rapports/77-SGN-338-LOR.pdf>
- Hibsich, C. - Lathuilière, B. - Le Roux, J. 2001, "Site Meuse/Haute Marne - Cartographie géologique et structurale de l'environnement régional du site", rapport ANDRA D RP 0G2R 00-003, titulaire : Université de Nancy I (sédimentologie structurale) G2R : Vol. 1 texte : 95p.; Vol. 2, fig. et planches 101p.; vol. 3 fiches de sites microtectoniques, 39p. (obtenu au CLIS de Bure sous forme papier),
- Jouve, S. 2004, « Description of the skull of a ctenochasma (pterosauria) from the latest jurassic of eastern france, with a taxonomic revision of european tithonian pterodactyloidea », Jl. Of vertebrate paleontology, vol. 24, Issue 3 : 542-554, [là](#) et [là](#).
- Lafaille, J. 1959, « Passage de l'oolithe de Bure (« Portlandien ») à travers la Haute-Marne », (Bull. Soc. Géol. Fr. ?) 15 juin, p. 146-7.
- Lejeune, O. - Devos, A, 2004, « Apports des méthodes hydrologiques dans la compréhension des écoulements en pays calcaire : Exemple des bas plateaux jurassiques du haut bassin de la Marne (France) », Karstologia n°44-2 : 15-24, [https://www.persee.fr/doc/karst\\_0751-7688\\_2004\\_num\\_44\\_1\\_2551](https://www.persee.fr/doc/karst_0751-7688_2004_num_44_1_2551)
- Lepage, L. 1987, « La grotte du "Perthuis de Roche" à Morancourt (Haute-Marne) », Préhistoire et Protohistoire en Champagne-Ardenne, 11 : 31-38.
- Le Roux, J. 1973, « Les cartes en isohypses – Techniques – Applications dans l'Est du Bassin de Paris », Travaux Pratiques du Laboratoire de Géologie structurale, Université de Nancy I., 28 p.
- Leroux, O. 1978, "Géologie de la Meuse - t.II - Les formes du relief", Dossiers Documentaires Meusiens, n°13, 60p.
- Maiaux, C. - Personnet, P. 1975, « Étude hydrogéologique des calcaires portlandiens dans le bassin Ornain-Saulx – Etude des circulations karstiques », BRGM, 75 SGN 421 LOR, décembre, 31p. et 69p. d'annexes, <http://infoterre.brgm.fr/rapports/75-SGN-421-LOR.pdf>
- Martin, P. - Zany, D. 2012, "Oolithe de Bure et Fer Fort : 3. Description", Géologie de la Lorraine, Académie Nancy-Metz, [là](#) et, 2016 : "Oolithe de Bure à Givrauval", [là](#)
- Martin, P. - Zany, D. 2016, "Pierre de Savonnières : 3. Description », Géologie de la Lorraine, Académie Nancy-Metz, [là](#).
- Mégnién, Cl. 1980 (sous la dir. de), "Synthèse géologique du Bassin de Paris", Mémoires du BRGM n° 101 : vol. I : "Stratigraphie et paléogéologie", 468p. ; et volume III (mémoire BRGM n°103) : « Lexique des noms de formations », 470p.
- Mouton, P. - Geoffroy, R. 1948, « Paléolithique moyen et repaire d'hyènes au "Perthuis de Roche" de Morancourt (Haute-Marne) », Bull. Soc. Préhistorique de Fr., t. 45, n° 6/8 : 256-9.

- R.A.P. (Régie Autonome des Pétroles) 1959, « Sondage Joinville n° 101 », 26 février-09 avril, fond 1226 m, Log Fondamental 1/500.
- Rougerie, F. - Wauthy, B. 1993, "The endo-upwelling concept : from geothermal convection to reef construction", Coral Reefs, 12, Springer-verlag: 19-30, <https://core.ac.uk/download/pdf/39858602.pdf>
- Salin, E. 1935, « Monographie des calcaires du Barrois », Bull. Soc. Géol. Fr., 5, IV : 117-166.
- Salmon, E. - Mazin, JM. (sous la Dir. de) 1992, « Dinosaures & autres reptiles fossiles de France », dif. Ville de Montbéliard, septembre, 149 p.
- Stchépinsky, V. 1963, "Hydrogéologie de la Hte Marne", Bull. BRGM, 3 : 29-39.
- Steinberg, M. - Treuil, M. - Touray, J.C. 1979, "Géochimie – Principes et méthodes : II – Cristallochimie et Éléments en traces", Doin édit. 599p.
- Taquet, P. 1972, « Un crâne de Ctenochasma (Pterodactyloïdea) du Portlandien inférieur de la Haute-Marne, dans les collections du Musée de Saint-Dizier », C.R. Acad. Sci., Paris, Ser. D., t. 274 : 362-364.
- Thiéry, P. 1910, « Notice géologique sur le département de la Haute-Marne », Bull. Soc. Sc. Nat. Hte-Marne, Chaumont, t.7 : 16-91, extrait : [ici](#).
- Tombeck, H. 1867, « Note sur l'étage portlandien de la Haute-Marne et son parallélisme avec celui du Boulonnais », Bull. Soc. Géol., Fr., (2), t. XXIV : 187-195.
- Tombeck, H. 1870, « Sur les roches perforées de la Haute-Marne », Bull. Soc. Géol. Fr., séance du 27 juin, p. 699-701.
- Tombeck, H. 1875, « Note sur les puits naturels des terrains portlandiens de la Haute-Marne », Bull. Soc. Géol. Fr. (3), III : 168-174.