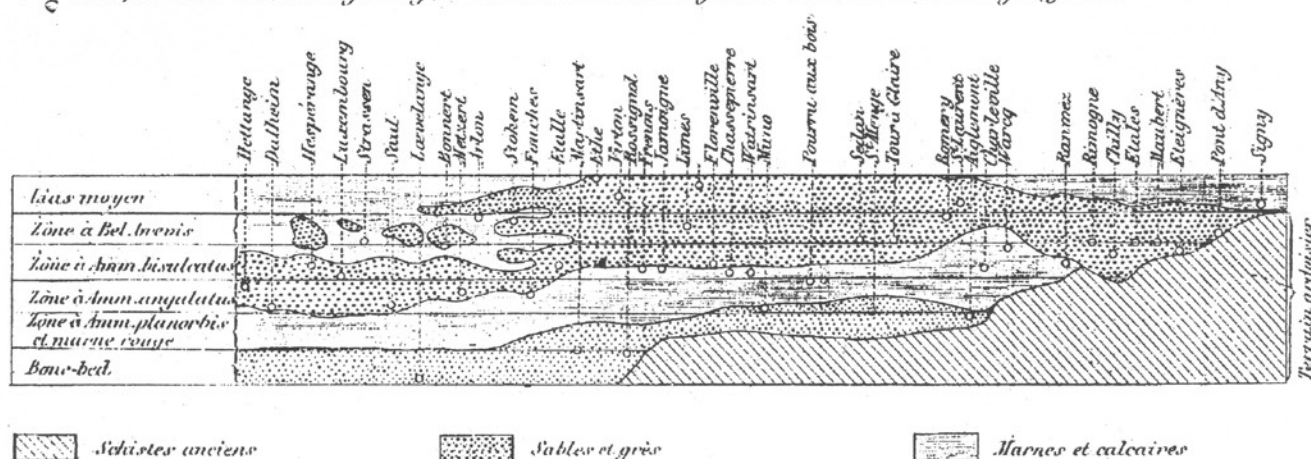


BASSIN DE PARIS

Fig. 4 Disposition des massifs de grès dans le Luxembourg hollandais, le Luxembourg belge et les Ardennes



BULLETIN D'INFORMATION DES GÉOLOGUES DU BASSIN DE PARIS

BULLETIN



D'INFORMATION

DES GÉOLOGUES DU BASSIN DE PARIS

2003 - Volume 40 - N° 2 - Juin

Cotisations et abonnements :

Membres ordinaires :

Cotisation	_____	7 €	38 €
Abonnement	_____	31 €	

Personnes morales :

(Organismes, laboratoires) :

Cotisation	_____	14 €	76 €
Abonnement	_____	62 €	

Abonnement par les non-membres : 60 €

Rédaction et Administration : Tour 15 E4, 4, place Jussieu
75252 PARIS Cedex 05 C.C.R. Paris 7. 717 41 E
Rédacteur en chef Jacqueline LORENZ
Rédacteur adjoint Jean-Pierre GÉLY

BUREAU ET CONSEIL DE L'ASSOCIATION

Comité de Lecture	P. BARRIER B. DAMOTTE J.-P. DEROIN O. DUGUÉ F. GUILLOCHEAU F. HANOT J.-P. LAUTRIDOU A. MULLER (Luxembourg) R. MORTIMORE (Grande Bretagne) B. POMEROL P. RAT J. THIERRY F. ROBASYNSKI R. WYNS
-------------------	---

Président	Jean-Paul DEROIN
Vice-Présidents	Jean GAUDANT Olivier DUGUÉ
Secrétaire	Marie-José ROULET
Trésoriers	Jean-Pierre GÉLY Jean-Claude PORCHIER
Conseillers	Francis AMÉDRO Jean-Pierre BELLIER Jacques BERNAUX Annie BLANC Renée DAMOTTE Micheline HANZO Laurence LE CALLONNEC Antoine LE SOLLEUZ Jean-Pierre Malfay André NEL Cécile ROBIN Florence QUESNEL Michel ROUX Jacques THIERRY Patrick THOMMEN Robert WYNS

CLAUDE MÉGNIE (1933-2003)

Claude Mégny est né le 24 juin 1933 à Saint-Maur-des-Fossés (Val-de-Marne). Ce lieu restera son point d'attache toute sa vie.

Il fit ses études primaires et secondaires à Saint-Maur, ces dernières au lycée Marcellin Berthelot où les cours de géologie, en quatrième, lui donnèrent le goût pour cette discipline, son professeur étant André Cayeux.

Claude a été formé à l'Université de Paris où il passera le SPCN puis les différents certificats de licence (Géologie générale, Géographie physique et Géologie dynamique, Minéralogie, Géodynamique externe et Géologie appliquée) avant de soutenir, en 1960, un doctorat de 3^e cycle en hydrogéologie intitulé « Observations hydrogéologiques sur le Sud-Est du Bassin de Paris. Les circulations aquifères dans le Jurassique et le Crétacé de l'Yonne ».

Ses qualités ayant été remarquées au cours d'un stage au BRGM, en 1954, il fut engagé par cet organisme en 1955, bien que n'ayant pas encore satisfait à ses obligations militaires.

D'abord hydrogéologue il fut rapidement chargé du laboratoire de sédimentologie.

De retour du service militaire, les connaissances acquises dans le bassin de Paris le désignèrent tout naturellement pour être chargé, en 1962, de la création et de la direction du Service Géologique Régional du bassin de Paris où il créa une équipe dynamique et fortement motivée de quarante agents. C'est en tant que directeur de ce service que toutes les qualités de Claude s'épanouirent : liaisons avec le monde scientifique, les milieux politiques et administratifs.

Son attrait pour le terrain se traduisit par un investissement dans la cartographie géologique et l'étude des faciès récifaux jurassiques.

Son activité dans le domaine de la géologie appliquée fut aussi primordial. Il mit ses compétences d'hydrogéologue au service de la ville de Paris qui désirait réaménager son alimentation en eau, notamment dans la moyenne vallée de la Seine. Ce travail déboucha, en 1970, sur la publication de l'« Atlas des nappes aquifères de la région parisienne ».

A la même époque, il mène, parallèlement à ses activités au SGR, la rédaction d'une thèse d'Etat intitulée « Hydrogéologie du centre du bassin de Paris » soutenue, en 1976, à l'université P. et M. Curie.

Cette même année, Claude devint sous-directeur au Service géologique national (SGN). Commence alors pour lui une nouvelle carrière en liaison avec la direction du SGN. A ce poste, il gère et coordonne diverses activités : carte géologique de la France, carte géologique des marges continentales, documentation géologique mondiale, banque des données du sous-sol, service d'édition et de vente des publications du BRGM.

Il prend une part active à la préparation et à l'organisation du Congrès géologique international de 1980 et, à cette occasion, l'ampleur des connaissances acquises conduit naturellement Claude à assurer la coordination, en collaboration avec son épouse Françoise, de cette œuvre majeure qu'est la synthèse du Bassin de Paris. Plus de cent collaborateurs participèrent à la rédaction des trois volumes toujours largement consultés.

De 1984 à 1987 il est détaché au Secrétariat d'Etat aux risques majeurs où il est nommé conseiller scientifique au cabinet d'H. Tazieff puis de G. Renon. De 1982 à 1992, il coordonne le programme pluridisciplinaire Géologie profonde la France. Quatre forages profonds seront réalisés (Echassières, Cézallier, Sancerre-Couy, Ardèche) auxquels participeront des chercheurs de tous horizons.

Il termine sa carrière au BRGM comme adjoint au directeur du SGN de 1989 à 1992. A cette date il préfère prendre une certaine distance avec l'organisme qui l'a accueilli toute sa carrière et développer une activité de consultant notamment avec diverses collectivités impliquées dans la région Ile-de-France. Durant toutes ces années il assurera un rôle d'hydrogéologue agréé.



Deux traits de caractère essentiels marquent la personnalité de Claude Mégrien : l'amitié et sa passion pour la Géologie. Dès son entrée au BRGM, il était clair qu'il ferait équipe avec ses collègues tant au plan scientifique qu'au plan humain. Cette première impression était la bonne et s'est vérifiée durant toute sa carrière et par l'activité intense qu'il a déployée dans le cadre associatif jusqu'à ses derniers jours.

Géologue passionné, et bien qu'étant à la retraite, il s'intéressa à un problème d'anomalie géophysique relevée par les pétroliers dans la craie du bassin de Paris. Il réussit à trouver les crédits pour effectuer deux forages de 700 m de profondeur, entièrement carottés. Sous l'égide de l'Association des géologues du Bassin de Paris, il anima une équipe pluridisciplinaire pour étudier les matériaux recueillis, les présenter au cours d'un colloque à l'Académie des sciences et en publier les résultats un an après la fin des travaux.

Claude était un géologue au sens global du terme. Son exigence et sa rigueur scientifiques l'ont conduit à donner une place prépondérante aux observations de terrain qui venaient toujours à l'appui de ses raisonnements et de ses conclusions. L'observation naturaliste était pour lui fondamentale. En témoigne notamment la grande qualité de ses travaux cartographiques dans l'Yonne.

Au cours de sa carrière il a exploré une grande partie des disciplines relevant des Sciences de la Terre jusqu'à, et y compris, les derniers développements liés à l'informatique, gardant cependant un esprit critique vis-à-vis de cette nouvelle approche de la géologie qui le conduisait à retourner à la vérité du terrain. Pour lui, l'ordinateur ne pouvait pas remplacer le marteau.

Il a su faire partager son enthousiasme à de nombreux collègues d'horizons très variés les incitant à s'engager dans de grands projets tels que la synthèse du Bassin de Paris, le programme Géologie profonde de la France et, plus récemment, *Craie 700* qui ont été menés à bien grâce à son amicale ténacité.

Son besoin de communiquer, de faire partager ses connaissances l'on conduit à beaucoup donner dans le milieu associatif : Société géologique de France, Association des Géologues du Bassin de Paris, Comité pour le Patrimoine géologique, entre autres. Nombre de ses idées ont débouché sur des activités et des programmes de recherche, au sein de ces associations.

Ses qualités pédagogiques se sont manifestées tout au long de sa carrière par la qualité et la clarté de ses exposés, illustrés de manière très didactique rendant accessible au plus grand nombre des sujets parfois ardu ; quelques coups de craie au tableau pouvaient suffire. Il eut l'occasion de le manifester en tant que chef de travaux à l'Ecole nationale du Génie rural et chargé de cours à l'université P. et M. Curie.

Il aimait réaliser des modèles. Il n'y a pas une nappe phréatique du Bassin de Paris qui n'ait eu son modèle analogique, son bloc diagramme. Ces éléments ayant été des outils très précieux pour l'élaboration des modèles mathématiques qui sont venus après.

C'est encore ce souci constant de rendre la géologie accessible au plus grand nombre qui l'a conduit avec son ami et complice Claude Lorenz à fonder, il y a maintenant plus de vingt ans, la revue *Géochronique*. Il n'a eu de cesse d'améliorer le contenu et la présentation de cette revue. Son vaste réseau de connaissances dans les divers milieux des Sciences de la Terre a beaucoup contribué à la diversification et à l'enrichissement des sujets abordés dans les dossiers de *Géochronique*.

Il est difficile d'évoquer les nombreuses facettes de sa personnalité sans retenir comme point fort l'exigence de qualité qu'il a toujours manifestée dans toutes ses activités. Il ne se contentait jamais de l'à peu près. Peut-être était-ce sa passion pour les forages profonds qui le conduisait à vouloir toujours aller au fond des choses.

C'est à l'invitation de Claude Mégrien que s'est tenue, au Service Régional du BRGM à Brie-Comte-Robert, le 24 avril 1964, la réunion constitutive de l'Association des Géologues du Bassin de Paris où ont été approuvés, par les trente participants, les principes et méthodes qui doivent guider son activité. Depuis cette date l'investissement de Claude dans l'AGBP n'a jamais faibli. Bien que toujours disponible, les temps forts de son activité au sein de l'association ont été sa présidence en 1973, l'organisation des journées d'étude sur l'hydrogéologie dans le sud du Bassin de Paris et en Bourgogne la même année, l'organisation du colloque sur le gypse en 1974, l'implantation de forages avec un objectif sédimentologique tectonique et paléogéographique, comme les forages *Craie 700* en l'an 2000. Cette brève énumération ne donne qu'une faible idée de l'activité de Claude dans tous les domaines de la géologie régionale et dans le lever des cartes à 1/50 000 riches d'informations stratigraphiques, tectoniques et néotectoniques.

L'AGBP doit beaucoup à son talent d'organisateur, et d'animateur qui élargit le champ de ses recherches, en particulier en hydrogéologie, tout en maintenant avec ses amis de l'AGBP des liens de convivialité qui ne se sont jamais démentis. Merci Claude, l'AGBP est en grande partie ton œuvre.

Ses amis et collègues garderont le souvenir d'un homme chaleureux et fidèle en amitié qui animait les rencontres par sa bonne humeur en alimentant la nôtre par de petites histoires qu'il tirait d'un stock apparemment inépuisable.

J. LABOURGUIGNE, J. LORENZ, Ch. POMEROL et J. RICOUR.

PUBLICATIONS DE CLAUDE MÉGNIEN

- MÉGNIEN C. (1953) - La double faille de la Marne dans les limites départementales de la Meuse. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6^e série, t. 3, p. 925-931.
- MÉGNIEN C. (1957) - Différenciation calcite-dolomite et anhydrite-gypse par colorations sélectives sur échantillons macroscopiques. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6^e série, t. 7, p. 27.
- MÉGNIEN C. (1957) - Recherche d'eau dans les vallées sèches. Problème typique de Sacy (Yonne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 6^e série, t. 7, p. 929-935.
- MÉGNIEN C. (1959) - Le karst et la nappe dans le craie turo-nienne et sénonienne du bassin de la Vanne (Yonne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7^e série, t. 1, p. 456-460.
- HORON O., MÉGNIEN C., SOYER R. (1959) - Note sur les Fontaines salées de Saint-Père-sous-Vézelay (Yonne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7^e série, t. 1, p. 461-466.
- MÉGNIEN C., HLAWECK R. (1960) - L'eau souterraine dans le craie du bassin des sources de la Vanne. La Houille blanche, 1, CR, 6^e journées Hydraulique. SHF Nancy, p. 349-356.
- MÉGNIEN C. (1962) - Stratigraphie et caractéristiques physiques du Crétacé supérieur de l'Yonne. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 80, p. 204-210.
- MÉGNIEN C. (1962) - Caractéristiques hydrologiques de la craie de l'Yonne. *Ann. Soc. Géol. Nord*, t. 80, p. 242-249.
- MÉGNIEN C. (1964) - Observations hydrogéologiques sur le Sud-Est du Bassin de Paris. Les circulations aquifères dans le Jurassique et le Crétacé de l'Yonne. Mém. BRGM, n° 25, 287 p.
- BRICON B., DESPREZ N., DIFFRE P., MÉGNIEN C., RAM-PON G., TURLAND M. (1965) - Carte structurale du toit de la Craie dans la Région parisienne (Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7^e série, t. 7, p. 314-318.
- MÉGNIEN C., DESPREZ N. (1965) - Connaissances nouvelles sur la structure de la Beauce. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7^e série, t. 7, p. 303-308.
- MÉGNIEN C. (1966) - Mise en évidence d'un important gisement d'eau souterraine dans les alluvions de la vallée de la Seine, en amont de Montereau. *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 262, n° 24, p. 2443-2444.
- HORON O., LEFAVRAIS-RAYMOND A., MÉGNIEN C., WEBER C., DESPOIS J. (1966) - Carte géologique à 1/50 000 Avallon. Ed. BRGM. Carte et notice.
- MÉGNIEN C., RAMPON G., TURLAND M. (1967) - Carte géologique à 1/50 000 Auxerre. Ed. BRGM. Carte et notice 12 p., 2 tab.
- MÉGNIEN C. (1967) - Possibilités aquifères des alluvions du Val de Seine entre Nogent-sur-Seine et Montereau. Résumé des recherches effectuées en 1965. *Bull. BRGM*, n° 4, p. 41-53.
- MÉGNIEN C. (1968) - Présentation de l'Atlas des eaux souterraines du District de la Région parisienne. Association internationale des hydrogéologues, vol. VIII, p. 150-158.
- MÉGNIEN C. (1968) - Projet d'un atlas des lithofaciès de l'Eocène du Bassin de Paris. Mém. BRGM, n° 58, p. 487-493.
- ALABOUVETTE A., BRIERE M., DEBRAND-PASSARD S., MÉGNIEN C., MÉGNIEN F. (1968) - Carte géologique à 1/50 000 Chaource. Ed. BRGM, carte et notice 8 p.
- BLONDEAU A., CAVELIER C., MÉGNIEN C., POMEROL C. (1968) - Interprétation générale et conclusions relatives aux sondages exécutés dans le Bassin de Paris à Chaignes (Eure), Montjavoult (Oise), Cirés-les-Mello-Le Tillet (Oise), Ludes (Marne). Mém. BRGM, n° 59, p. 175-187.
- MÉGNIEN C., MÉGNIEN F. (1968) - Relations entre les faciès du Callovien et de l'Oxfordien des vallées de l'Armançon, du Serein et de la Cure. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7^e série, t. 10, p. 316-322.
- MÉGNIEN C., MÉGNIEN F., TURLAND M. (1970) - Le récif oxfordien de l'Yonne et son environnement sur la feuille Vermenton (1/50 000). *Bull. BRGM*, 2^e série, n° 3, Section 1, p. 83-115.
- DIFFRE P., RAMPON G., MARQUET G., MÉGNIEN C., MÉGNIEN F., LEFAVRAIS A., GOUBET A., HORON O., TURLAND M., VILLALARD P. (1970) - Carte géologique à 1/50 000 Noyers. Ed. BRGM, carte et notice 15 p.
- ALABOUVETTE B., LOREAU J.-P., THIERRY J., MÉGNIEN C., MÉGNIEN F. (1970) - Carte géologique à 1/50 000 Tonnerre. Ed. BRGM, carte et notice 15 p.
- MÉGNIEN C., DIFFRE P., RAMPON G., TURLAND M., VILLALARD P. avec la coll. de BERGER G., LAUVER-JAT J., MARQUET G., RAMBERT B. (1970) - Atlas des nappes aquifères de la Région parisienne. Ed. BRGM, 21 planches, 61 cartes, notice, 152 p.
- MÉGNIEN C., TURLAND M., VILLALARD P. (1971) - Structure tectonique des terrains sédimentaires au Nord-Ouest du Morvan. *Bull. BRGM*, 2^e série, Section 1, n° 3, p. 163-170.
- DELBOS L., MÉGNIEN C. (1971) - Bibliographie sur la tectonique du Bassin de Paris. *Bull. BRGM*, 2^e série, Section 1, n° 3, p. 193-207.
- MÉGNIEN C. (1971) - Observations sur les ondulations tectoniques du Bassin de Paris et hypothèses sur une dislocation majeure du socle. *Bull. BRGM*, 2^e série, Section 1, n° 2, p. 31-40.
- MÉGNIEN C., MÉGNIEN F., TURLAND M., VILLALARD P. avec la coll. de BERGER G., MARQUET G., RAM-PON G. (1971) - Carte géologique à 1/50 000 Vermenton. Ed. BRGM, carte et notice 20 p.
- MÉGNIEN C., PANETIER J.-M., TURLAND M. (1971) - Carte hydrogéologique à 1/50 000 Auxerre. Ed. BRGM carte et notice 15 p.
- MÉGNIEN C., MÉGNIEN F., TURLAND M., VILLALARD P. (1972) - Carte géologique à 1/50 000 Courson-les-Carières. Ed. BRGM, carte et notice 22 p.
- MÉGNIEN C., SLANSKY M. (1972) - La cartographie géologique détaillée de la France et son évolution. *Géologues*, n° 25-26, p. 13-17.

- LABOURGUIGNE J., MÉGNIEN C., RAMPON G. (1973) - Essai de cartographie des risques de désordres dus à la dissolution du gypse antéludien dans le Nord-Est de la Région parisienne. Symposium national «Sol et sous-sol et sécurité des constructions», Cannes, t. 1, p. 161-168.
- DESPREZ N., MÉGNIEN C. (1973) - Hydrogéologie de la Beauce. *Bull. BRGM*, 2^e série, sect. 3, p. 191-211.
- BOSCH B., CAUDRON M., DESPREZ N., MARCÉ A., MÉGNIEN C. (1973) - Détermination par l'analyse isotopique du soufre de l'influence des fertilisants dans la minéralisation des eaux souterraines de la Beauce d'Eure-et-Loire. In : Résumé des principaux résultats scientifiques et techniques du Service géologique national pour 1973, p. 94.
- CASTANY G., MÉGNIEN C. et coll. (1974) - Eaux souterraines. In : «Les bassins de la Seine et des cours d'eau normands», t. 1, fasc. 4, 157 p. Agence financière de bassin Seine-Normandie. Berger-Levrault.
- MÉGNIEN C. (1974) - Le passage latéral du gypse au calcaire de Champigny dans le Nord de la Brie et son interprétation paléogéographique. *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, n° 41, p. 47-65.
- BOSCH B., MARCÉ A., MÉGNIEN C. (1974) - Observations sur la zonalité de la composition isotopique du soufre des gypses du Ludien du Bassin de Paris. *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, n° 41, p. 31-34.
- DESPREZ N., MÉGNIEN C. et coll. (1975) - Atlas hydrogéologique de la Beauce. Ed. BRGM, Orléans, 2 cartes 1/250 000, notice 73 p.
- BERGER G., BOSCH B., MARCÉ A., MÉGNIEN C. (1976) - Etude des mécanismes d'acquisition de la qualité des eaux par les isotopes du milieu. Applications aux nappes souterraines de la Brie. In : 4^e Réun. ann. Sci. Terre. Paris, p. 48.
- MÉGNIEN C. (1977) - Les ressources en eau souterraine du centre du bassin de Paris. In : Eaux souterr. approvision. eau de la France., Coll. national, Nice, vol. Z, p. 447-455.
- LANDREAU A., MÉGNIEN C. (1977) - Surveillance de la qualité des eaux souterraines et contrôle de la pollution. Réflexions sur les objectifs et la mise en place des réseaux d'observation. In : Prot. eaux souterr. captées pour l'aliment. hum., colloque national, Orléans, BRGM, vol. 3, p. 137-142.
- BERGER G., BOSCH B., DESPREZ N., LETOLLE R., MARCÉ A., MARIOTTI A., MÉGNIEN C. (1977) - La minéralisation des eaux souterraines de la Beauce et le renouvellement de la nappe : application des marquages isotopiques. In : Prot. eaux souterr. captées pour l'aliment. hum., colloque national, Orléans, BRGM, vol. 2, p. 21-33.
- MARCÉ A., MÉGNIEN C. (1977) - Augmentation des teneurs en tritium des pluies de la région parisienne. Transfert dans les rivières et dans les nappes aquifères. In : Prot. eaux souterr. captées pour l'aliment. hum., colloque national, Orléans, BRGM, vol. 2, p. 243-251.
- BRETON R., CLARAC S., COMBAZ A., ESPITALIE J., GONI J., MADEC M., MÉGNIEN C., de VERGERON M. (1978) - Les schistes bitumineux français. Annales des Mines, n° 4, p. 97-113.
- MÉGNIEN C. (1979) - Hydrogéologie du centre du bassin de Paris. Mém. BRGM, n° 98, 529 p.
- MÉGNIEN C., MÉGNIEN F., DEBRAND-PASSARD S. (1980) - Présentation de la synthèse géologique du bassin de Paris. 26^e Congrès Géol. Int. Paris, Résumés, vol. I, p. 261
- MÉGNIEN C. (1980) - Hydrogéologie du centre du bassin de Paris. 26^e Congrès Géol. Int. Paris, Résumés, vol. III, p. 135
- MÉGNIEN C. (1980) - Tectogenèse du bassin de Paris : étapes de l'évolution du bassin. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, vol. 22, n° 4, p. 669-680.
- MAZOIT L.-P., MÉGNIEN C. (1980) - L'alimentation en eau de la Ville de Paris : sources karstiques et captages alluviaux. Livret guide de l'excursion B 29 du 26^e Congrès Géol. Int. Paris, *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, Hors série, 12 p.
- CAVELIER C., MÉGNIEN C., POMEROL C., RAT P. (1980) - Le bassin de Paris. *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, Vol. 16, n° 4, 52 p.
- MÉGNIEN C., MÉGNIEN F. coord. et al. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris. Vol. 1 «Stratigraphie et paléogéographie». Mém. BRGM, n° 101, 466 p.
- MÉGNIEN C., DEBRAND-PASSARD S. coord. et al. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris. Vol. 2. «Atlas». Mém. BRGM, n° 102, 54 pl.
- MÉGNIEN C., POMEROL C. (1980) - Subsidence of the Paris basin from the Lias to the late Cretaceous. Dynamics of Plate Interiors, Geodynamics Series, Vol. I, American Geophysical Union.
- MÉGNIEN C. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris. Mém. BRGM, n° 101, p. 13-15.
- MÉGNIEN C. (1980) - Synthèse géologique du bassin de Paris. Mém. BRGM, n° 101, p. 437-455.
- MÉGNIEN C. (1982) - Structure géologique profonde de la France. Symposium National Paris. *Géochronique*, n° 2, p. 5-6.
- AUBOUIN J., MÉGNIEN C. (1984) - The French program of continental drilling. 27th International Congress Moscow. IAGA Bull., vol. 27, n° 9, p.118-119.
- MÉGNIEN C. (1984) - Géologie Profonde de la France (GPF). Première phase d'investigation 1983 - *Géochronique*, n° 12, p. 6.
- MÉGNIEN C., WEBER C. (1985) - Program on the deep geology of France. First year's results. Inter. Symp. «Observation on the continental crust through drilling», Tarrytown NY, USA, Springer Verlag, p. 9-27.
- MÉGNIEN C., WEBER C., LORENZ C. (1986) - Programme Géologie profonde de la France. Le projet de forage au sud de Sancerre et l'étude du magnétisme terrestre. *C. R. Acad. Sc.*, Série 2, v. 304, n° 19, p. 18-19.
- MÉGNIEN C. (1987) - Un forage scientifique dans un granite. *Géologie de la France*, n° 2-3, p. 5-6.
- MÉGNIEN C. (1987) - Socle fracturé et géothermisme. *Géologie de la France*, n° 4, p. 1-2.

- LORENZ C., MÉGNIEN C., WEBER C. (1987) - Un trait original du soubassement du Bassin Parisien : l'anomalie magnétique. *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, h. s. n° 6, p. 61-68.
- LORENZ C., MÉGNIEN C., WEBER C. *et al.* (1987) - Premiers résultats du sondage implanté sur l'anomalie magnétique du Bassin de Paris, au Sud de Sancerre (Cher). *C. R. Acad. Sc.*, série 2, v. 305, n° 12, p. 1099-1104.
- MÉGNIEN C., GIOT D. (1987) - Programme Géologie profonde de la France. Subsidence et diagenèse de la marge ardéchoise. *Géochronique*, n° 22, p. 10-11.
- MÉGNIEN C. (1987) - The deep geology of France program. The first three boreholes in crystalline rocks. Inter. Symposium on observation of the continental crust through drilling, Mora, Sweden. Deep drilling in crystalline bedrock. Springer Verlag, Stuttgart, vol. 2, p. 107-116.
- MÉGNIEN C. (1989) - Géologie profonde de la France. Résultats du forage de Sancerre-Couy. *Géochronique*, n° 30, special Washington, p. 17.
- MÉGNIEN C. (1989) - Results from the Sancerre-Couy borehole and deep geology of France program. Inter. Geol. Congress Washington DA, vol. 2, p. 410-411.
- MÉGNIEN C., WEBER C., BURG J.P., CASTAING C., CHANTRAINE J., HOTTIN A.M., KIENAST J.R., TURLAND M., VEZAT R. (1989) - Deep Geology of France Program - The metamorphic formation crossed by the Sancerre-Couy borehole : a new piece of the Variscan orogen. *Géochronique*, n° 30, special Washington, p. 61.
- MÉGNIEN C. (1991) - Les forages scientifiques continentaux. Revue des programmes nationaux existants. *Géochronique*, n° 39, p. 17-26.
- MÉGNIEN C. (1991) - Forages scientifiques. Le programme Géologie profonde de la France : opérations et résultats sur les trois premières cibles. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, t. 161, n° 5, p. 977-985.
- MÉGNIEN C. (1992) - Objectives and results of the deep geology of France program (GPF) in the international context of continental scientific drill holes. 6th International Symposium on the observation of the continental crust through drilling, Paris. Doc. BRGM, n° 223, p. 37-59.
- AUTRAN A., CHANTRAINE J., LORENZ C., MÉGNIEN C., WEBER C. (1992) - Forage scientifique de Sancerre-Couy : conclusions générales. *Géologie de la France*, n° 3-4, p. 209-215.
- MÉGNIEN C. (1993) - «KTB Deep crust lab», un laboratoire souterrain à 10 km de profondeur dans la croûte. *Géochronique*, n° 48, p. 13-14.
- MÉGNIEN C., HANOT F. (1994) - Late cretaceous events and diagenesis in the chalk of the boreal ocean. Project of two scientific coreholes in the Paris Basin. 7th Internat. Symposium on the Observation of the Continental Crust Through Drilling, Santa Fe NM US, vol. Abstracts, 1 p.
- MÉGNIEN C., AUBRUN A., BERGER G., GONZALEZ C., POITEVIN J. (1996) - La nappe des calcaires de Champigny en Ile de France. Etat des lieux et contrat de nappe. Coll. ESRA 96 «L'eau souterraine en région agricole», Actes S1, p. 49-52.
- MÉGNIEN C., HANOT F. (1997) - La diagenèse de la craie du Bassin de Paris. Projet de réalisation de deux forages scientifiques. Actes des journées Claude Lorenz. Pierres et carrières. AGBP & AEDEH éd., p. 75-78.
- MÉGNIEN C. (1997) - Etude des temps de transit dans l'aquifère des sources de Provins. Colloque «Protection régionale des eaux souterraines», 4^e journée technique du Comité national français de l'AIH, Paris. Doc. BRGM, n° 275, p. 95-98.
- MÉGNIEN C. (2000) - Quels sont les résultats du forages du programme Craie 700 ? *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, Vol. 37, n° 2, p. 142-147.
- MÉGNIEN C., HANOT F. (2000) - Deux forages scientifiques profonds pour étudier les phénomènes diagénétiques de grande ampleur dans la craie du Bassin de Paris. *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, Vol. 37, n° 2, p. 3-7.
- MÉGNIEN C., RENOUX P., HANOT F. (2000) - Comparaison des forages 701 et 702 au plan des diagraphies et des propriétés pétrophysiques. Indications sur les conditions de diagenèse de la craie. *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, Vol. 37, n° 2, p. 125-131.
- MÉGNIEN C. (2002) - Hydrologie karstique de la craie du Sénonais. *Bull. inf. Géol. Bassin Paris*, Vol. 39, n° 2, p. 17-27.

LA CONTROVERSE DE L'HETTANGIEN THE HETTANGIAN CONTROVERSY

par Annette CHOMARD-LEXA*

Résumé

L'histoire du stratotype de l'Hettangien, préservé depuis 1985 par le statut de réserve naturelle (Hanzo, 1994), débute avec l'observation de Victor Simon en 1828. Malgré les travaux du géologue suisse Renevier en 1864, elle n'aboutit pas à un consensus immédiat : d'une part, pas avant la fin du XIX^e siècle pour sa reconnaissance en tant qu'étage et d'autre part, pas avant 1962 pour sa position exacte sur l'échelle stratigraphique internationale, intimement liée à celle du Rhétien, pour lequel seul Olry Terquem plaide en faveur d'un âge triasique. La controverse, dont le noyau dur se situe entre 1842 et 1868, est détaillée, avec ses arguments géologiques : paléontologique (gryphées), stratigraphique (faille de Boust) et pétrographique (faciès gréseux et sableux et siliceux). Deux écoles de pensée s'affrontent : celle de la géologie appliquée, surtout industrielle et agronomique et celle plus fondamentale de la paléontologie stratigraphique représentée par Olry Terquem, précurseur dans ce domaine en France. On assiste à l'affrontement de la caste toute puissante du corps des mines avec les universitaires et les amateurs dont la contribution à cette jeune science mérite d'être rappelée. Enfin, c'est la confrontation d'hommes aux intérêts et aux idéologies divergents. Ce travail historique est l'occasion de rendre hommage à Olry Terquem, une figure oubliée de la géologie française du 19^e siècle.

Mots-clés : Hettangien , Histoire , Géologie, Terquem

Abstract

The story of the Hettangian - the stratotype of which is protected since 1985 by its status of natur reserve - long starts with the observation of Victor Simon in 1828 and, in spite of the works of the swiss geologist Renevier in 1864, it will not come to a consensus before the end of the century for its recognition as a stage, and not before 1962 for its exact position in the international stratigraphic scale, which is closely linked to the position of the Rhetian for which Olry Terquem was supporting a Triassic age.

The controversy which took place mainly between 1842 and 1868 is detailed, including its geological arguments : palaeontological (Gryphea), stratigraphical (Boust fault) and petrographical (gritty and sandy facies). Two schools of thought conflict : the school of applied geology, more industrial and agronomical and the more fundamental school of stratigraphical palaeontology, represented by Olry Terquem, a precursor in this field in France. There is also a clash between the almighty caste of the mines and the university and amateurs, whose contribution to this young science, still trying to understand itself, deserves to be mentioned. Finally it is a clash between men with conflicting interests and ideologies. This historical work gives the opportunity to acknowledge Olry Terquem, a forgotten figure of the French geology in the 19th century.

Key words : Hettangian , Rhetian, History , Geology, Terquem.

PRÉSENTATION.

Biostratigraphie.

Le Rhétien en Lorraine.

Le Rhétien renferme, à la base, une zone à *Avicula contorta* et ossements de poissons (*bone bed*). Il ne comprend ni ammonites, ni coraux, ni brachiopodes.

L'Hettangien, premier étage du Jurassique.

C'est avec l'Hettangien, étage d'utilisation internationale, et sa zone à *Psiloceras planorbis* que débute le Jurassique.

L'Hettangien comprend aujourd'hui trois zones à ammonites : *Psiloceras planorbis*, *Alsatites liasicus* et *Schlotheimia angulata*.

La zone à Angulata renferme une faune exceptionnelle de bois, lignite, foraminifères, coelentérés, bryozoaires, échinodermes, crustacés, annélides, brachiopodes, mais surtout mollusques lamellibranches, gastéropodes, ainsi que de rares céphalopodes.

* 12 rue du Général de Gaulle F-57130 JOUY-AUX-ARCHES.

Lithostratigraphie.

Un Rhétien longtemps discuté.

Le Rhétien marque l'amorce de la transgression liasique : c'est un ensemble de faciès littoraux qui repose en concordance sur le Keuper ; il est lui-même recouvert en concordance par l'Hettangien. Sa position fut l'objet de discussions, puisqu'il occupa longtemps en France une position à la base du Lias, jusqu'à ce que le Comité Français de Stratigraphie, en 1962, statue définitivement : il est, depuis, reconnu que l'étage Rhétien est le dernier étage triasique. Il comprend :

- à la base, un grès calcaire à coquilles, appelé Grès infraliasique,
- au sommet, les Argiles de Levallois, d'une grande constance géographique.

L'Hettangien dans la région des trois frontières.

La mer amorce un mouvement transgressif vers l'ouest qui va se poursuivre jusqu'au Jurassique moyen. L'Hettangien en Lorraine, au Luxembourg et dans les Ardennes, fut un dépôt littoral à fréquents changements de faciès, d'épaisseur et de largeur, qui forme actuellement une bande sinueuse de 1 à 4 km. Au Luxembourg, il correspond à une puissante masse de grès : le golfe du Luxembourg, qui s'ensable vers le milieu de l'Hettangien, est une anse dans le détroit qui réunissait la mer germanique et la mer du Bassin de Paris et qui se fermait plus tard (fig. 1a et b).

L'Hettangien inférieur (zone à *Planorbis*) n'existe pratiquement plus dans les Ardennes, dans le Nord de la Meuse, la Meurthe-et-Moselle (sauf à Xeulilly), la région de Metz et la Haute-marne ; on la rencontre en Belgique et, vers le sud, jusqu'à Hettange ; elle est représentée par le faciès marno-calcaires devenant de plus en plus gréseux en allant vers l'ouest.

L'Hettangien supérieur (zone à *Angulata*) existe partout avec des faciès et des faunes différents, d'épaisseur variable : elle est constituée par des roches marneuses à Charleville, gréseuses à Sedan, marneuses en Belgique, sableuses siliceuses à Metzert, gréseuses au Luxembourg et à Hettange, marno-calcaires partout ailleurs en Lorraine.

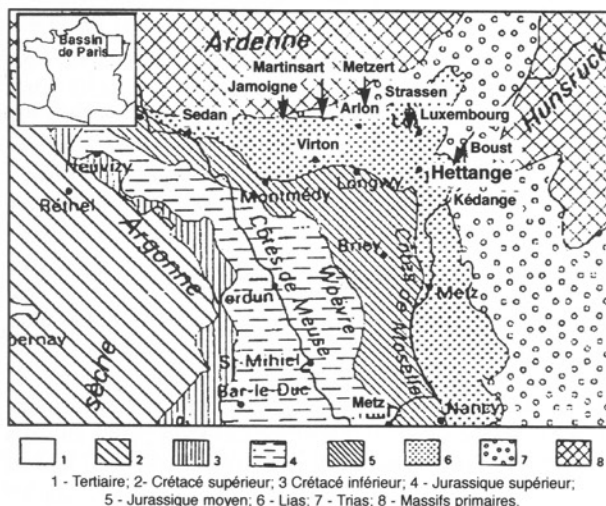


Fig 1a : Carte géologique de la bordure nord-est du bassin de Paris, indiquant les principales localités mentionnées dans la controverse de l'Hettangien (d'après Gignoux in Pomerol et Babin, 1977, modifié).

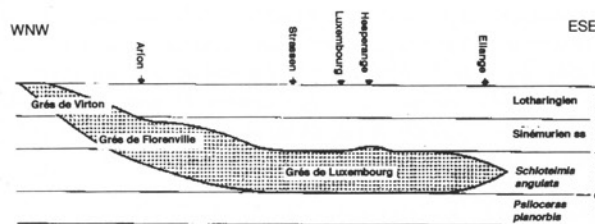


Fig 1b : Déplacement des faciès gréseux vers l'WNW au Jurassique inférieur (d'après Bintz et al., in Pomerol et Babin, 1977).

Le Sinémurien, quant à lui, est un étage constant en Lorraine ; il débute par le Calcaire à gryphées, puis est suivi des Marnes à *Promicroceras* et d'un calcaire en un seul banc appelé Calcaire ocreux. Marno-calcaire en Lorraine, le faciès est sableux siliceux à la base, au Luxembourg, et au milieu de l'étage, en Belgique.

Vers les Ardennes, le Rhétien et l'Hettangien sont transgressifs sur le Trias aux environs d'Habay ; plus à l'ouest, l'Hettangien est transgressif sur le Rhétien ; enfin c'est le Sinémurien qui transgresse sur l'Hettangien.

HISTORIQUE.

La découverte de l'Hettangien.

D'abord placé par Alcide d'Orbigny (1849-1852) dans le Sinémurien qu'il considérait comme le premier étage du Jurassique (dans le Lias inférieur), souvent appelé *Infralias* à cette époque, cet étage fut appelé Hettangien par un géologue suisse, Renevier en 1864. Les géologues se mirent progressivement à adopter ce nom et Albert de Lapparent, dans son traité de géologie (1883), adopta ce nouvel étage. Si Renevier a proposé ce nom qui correspond au village éponyme d'Hettange-Grande en Moselle, pour un usage non pas local mais international, il ne faut pas oublier que c'est à des géologues lorrains que revient le mérite d'avoir découvert, combattu et reconnu cette place toute particulière dans l'échelle stratigraphique : dès 1830 avec Victor Simon, puis dès 1847 avec Olry Terquem.

La première trace de l'observation de l'Hettangien apparaît en 1828, avec les premières études de Victor Simon, précurseur de la géologie lorraine. Juge au tribunal de Briey puis de Metz, il formera avec son « disciple » Olry Terquem une véritable école. La Société d'histoire naturelle de la Moselle (SHNM) fut fondée en 1835 à Metz, à partir des réunions cordiales entre amateurs de sciences naturelles qui avaient lieu chez Victor Simon où se réunissaient les notables messins (militaires, ingénieurs, professeurs, pharmaciens).

“ Ce grès siliceux [...] contient de la chaux qui lie les grains de sable entre eux [...] cette formation est très-riche en fossiles végétaux et animaux. On trouve dans la partie supérieure et dans la partie moyenne, dans les couches friables, des empreintes bien reconnaissables de lycopodiolites et de calamites : elles sont souvent tapissées de jayet. Les autres couches contiennent quatre espèces de peignes, la térébratule priscus, plusieurs espèces de plagiostomes, une turbinée, une patelle, une natic, une ammonite analogue d'une du lias, plusieurs espèces remarquables d'huîtres, un trochus, une bucarde, du lignite et des carpolithes ” (p131-132). La description paléontologique, on le voit, est encore bien sommaire.

Dans sa notice sur le Grès d'Hettange près de Thionville en 1831, Simon conclut qu’ “ il est bien distinct du grès blanc qui

accompagne la formation du Keuper et celle du Lias ” et que “ le grès d’Hettange appartient à une formation qui se présente dans un vaste développement à Luxembourg et aux environs de cette ville, ce qui lui a fait donner le nom de grès de Luxembourg ” (p130). Au cours de sa première visite en 1826, il vit “ dans un puit creusé à une quart de lieue de cette ville par M. Milleret, ce grès reposer sur une couche de lias ” (Simon, 1931, Acad Metz, p128-129). Voici la première description de la carrière d’Hettange : “ située à 5 km au Nord de Thionville, à droite de la route qui conduit de cette ville à Luxembourg; l’exploitation est très-vaste. J’y ai compté seize couches, dont huit de couleur blanc grisâtre, à taches brunes et dures, alternant avec huit autres, d’un aspect terreux gris jaunâtre sale, friable et qui, je pense, pourraient servir de pierres à filtre. Elles ont en général de deux pieds à deux pieds et demi d’épaisseur, et sont surmontées d’un terrain brisé, qui a un mètre de puissance. Quelquefois les couches se brouillent, quelquefois aussi elles sont interrompues par des masses ovoïdes, dont le diamètre n’excède pas un mètre. Toutes ces couches sont horizontales et dans la position où elles furent déposées primitivement ” (ibid., p131).

Dès 1846, Olry Terquem qui débutait alors son activité de géologue, publia ses *Observations sur le Lias du département de la Moselle* dans le Bulletin de la SHNM. Appelée alors grès liasique, “cette assise se distingue par sa faune et par sa flore toutes deux exceptionnelles et fort remarquables [...]”. Le grès liasique, dans sa texture et sa composition, demande une étude toute spéciale [...]; nous prendrons pour exemple la carrière d’Hettange qui paraît résumer les diverses modifications que cette roche est susceptible d’éprouver [...] ce dépôt commence à Hettange, à cinq kilomètres de Thionville, se continue sans interruption jusque et au-delà de Luxembourg, où il forme un grand escarpement, et occupe ainsi une surface d’environ quarante kilomètres carrés”. Terquem présentait une étude brève de la disposition et texture de la roche, des restes organiques et une liste de fossiles grossièrement identifiés, datée de janvier 1846. A cette époque, la roche était exploitée intensément et c’est ce qui explique en partie l’intérêt pour Hettange : de la partie inférieure du dépôt, on extrayait des blocs pour la construction des hauts-fourneaux, des bornes et pavés ; les bancs coquilliers plus calcaires donnaient des moellons employés pour la fondation des constructions.

Olry Terquem et Edouard Piette divisèrent le *Lias inférieur* en quatre zones selon les divisions biozonales de Oppel établies en 1856, les deux premières zones à *Ammonites planorbis* et *Ammonites angulatus* représentant l’Hettangien. En 1869, Collenot proposa trois zones (à *Planorbis*, *Liasicus*, *Angulatus*) pour l’Auxois, ce que Haug confirma en 1894.

Le Rhétien : premier malentendu autour des grès d’Hettange.

Le Rhétien en Europe occidentale

“ Signalé depuis 1718, en Allemagne par Straskircher, puis en Angleterre par Buckland et Conybear, ces derniers lui donnèrent le nom de bone bed en raison du nombre de dents et de petits os que l’on y trouve et le placèrent dans le Keuper [...]. Les géologues autrichiens le transportèrent dans le Lias et furent combattus par les géologues suisses. Quenstedt dans “Der Jura” le coupe en 2 : ‘praecursor’ dans le trias, ‘cloaque’ à cheval entre trias et lias. Oppel quelque temps auparavant l’avait appelé zone à *Avicula contorta* et placé dans le trias :

cette opinion est à notre avis l’expression de la vérité; cependant M.Oppel l’abandonna plus tard, entraîné par exemple de M. Quenstedt, et il reporta la zone à A. contorta dans le Jurassique. Quelques auteurs allèrent plus loin. Non contents de placer le bone bed dans le terrain jurassique, ils refusèrent de le considérer comme un étage particulier et, le réunissant à diverses assises du lias inférieur, ils désignèrent sous le nom d’infra-lias les dépôts disparates au sein duquel ils absorbèrent son individualité ” (Terquem et Piette, 1861).

Le Rhétien fut décrit par Moore en Angleterre, Suess en Autriche qui créa ce terme, puis Gümbel en Allemagne qui en fit un étage en 1864. Jusqu’en 1861, date à laquelle Gümbel introduisit le terme de Rhétien, cet étage était placé dans le Keuper. D’après Renevier, les partisans de la position triasique du Rhétien réunissaient Oppel, Gümbel, Winkler, Emmrich en Allemagne, Lyell, Wright et Moore en Angleterre, ainsi qu’une partie des géologues français : Leymerie, Terquem et Piette.

Les partisans de l’Infralias.

En Belgique, le Rhétien repose en plusieurs endroits en discordance sur les terrains primaires des Ardennes. D’Omalius d’Halloy le rapportait aux Grès de Luxembourg en 1854. Dumont qui réalisa la première carte géologique de la Belgique (Boulvain, 1993) le place en 1851 dans l’Infralias, sous la “Marne de Jamoigne ” et l’appelle “Sable de Mortinsart ” : c’était en fait le Rhétien avec la zone à *Planorbis* de l’Hettangien. Chapuis et Dewalque en 1853 l’appelèrent “Sable et grès de Mortinsart” : “ peu développés, ils reposent en stratification concordante sur les marnes du Trias ”.

En Lorraine, le grès correspondant fut décrit en premier par Voltz en 1823 (le grès de Vic). Dufrénoy et Elie de Beaumont en 1841 (mais en fait dès 1828) l’appelèrent “Grès infraliasique” ou “Grès inférieur du Lias”. Il s’agissait selon eux du “Quaternaire” et ils ne le séparaient pas du Calcaire à gryphées arquées.

En 1828, Elie de Beaumont écrivait : “ La séparation que je fais entre les marnes irisées et le grès inférieur du lias est du nombre de ces coupures artificielles, auxquelles la nécessité d’assigner des bornes circonscrites à chacun des objets de nos études nous force à recourir dans l’étude de toutes les sciences naturelles ”.

Pour les autres ingénieurs lorrains (Levallois, Sauvage, Buvignier...) qui font entrer le Rhétien dans le Lias, le “Grès infraliasique” est le grès Rhétien. Levallois écrit en 1862 “ce qui fait le caractère utile de cette couche de marne, c’est que j’ai reconnu qu’elle donne lieu, par son contact avec les bancs perméables de calcaire à gryphées arquées, à un magnifique niveau de sources qui règne d’un bout à l’autre du département” : ce niveau Rhétien portera plus tard le nom d’“Argiles de Levallois”. Très peu de couches portent le nom de leur découvreur : les géologues ayant eu cet honneur sont Levallois et Elie de Beaumont avec sa “Dolomie de Beaumont” (à cet égard, il est amusant de constater que pour le terme de “Dolomie de Beaumont”, Levallois déclara lui préférer le terme de “Dolomie moellon ”!). Ce même Levallois publia en 1865 un mémoire sur les couches de jonction du Trias et du Lias en Lorraine et Souabe où il décrit sa fameuse couche d’argile : la zone à *Avicula contorta* d’Oppel, qui fait partie du “Grès infraliasique”, est séparée du Grès d’Hettange par une couche constante d’argiles rouges en Lorraine. Au niveau de Kédange, Levallois donnait alors la succession de bas en haut : Grès de

Kédange - Marnes irisées - Calcaire à Gryphées - Grès d'Hettange, situant le Grès d'Hettange "enclavé dans le lias", tandis que le Grès de Kédange occupe une position infraliasique, c'est-à-dire dans le Lias inférieur.

Les géologues lorrains non engagés : les consensuels de la Meurthe.

Benoist, en 1867, divise le Rhétien en trois parties : une partie dans le Trias (bone bed), les deux autres dans le Lias (sables et grès infraliasiques) : c'était déjà l'opinion de Lebrun, auteur d'une note parue lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France en Lorraine (1852).

Terquem, le mouton noir de la Moselle.

Terquem réfutait déjà en 1855 la position du "grès keupérien" (c'était le nom qu'il donnait alors à cette couche) comme "infraliasique", c'est-à-dire comme appartenant au Lias inférieur, terme qu'il réservait au Grès d'Hettange, de Luxembourg. Et de conclure : *"ainsi la faune du bone bed, non moins que son aspect minéralogique se rattache au trias[...] en découvrant le bone bed, on a retrouvé un des anneaux de la chaîne immense qui unit les uns aux autres les terrains et les créations qu'ils représentent [...] lors même que la faune et la pétrographie du bone bed ne donneraient aucune lumière sur son âge, la stratigraphie suffirait pour faire valoir qu'il n'est pas liasique[...] Soudé en quelque sorte aux marnes irisées (...) il est en parfaite concordance de stratification avec elles; il les accompagne partout et en suit constamment le sort".* Et, en parlant du Lias, *"il est au contraire en discordance de stratification, avec ce dernier terrain[...] le bone bed ne fait pas partie du lias, il mérite une place à part dans la formation triasique et doit être intercalé entre l'étage saliférien et l'étage sinémurien, que le bone bed est en discordance de stratification avec le Lias".* Terquem fut ainsi le premier à lui avoir reconnu la valeur d'un étage, ce qui fut salué bien plus tard par cet autre géologue lorrain qui révisait le Jurassique de Lorraine, Henri Joly, en 1908. Terquem fut, finalement, le seul avec Piette à reconnaître la véritable position du Rhétien.

Un statut international pour le Rhétien.

Renevier, en 1864, ne se prononça pas de manière absolue mais plaida en faveur de l'indépendance du Rhétien et du Lias inférieur, ainsi que d'une position triasique pour la couche à *A. contorta* malgré ses observations paléontologiques - deux genres dont trois espèces à affinités triasiques, contre treize genres dont trente espèces à affinités liasiques : *"je repousse donc le nom d'Infralias pour la zone à A. contorta et la réserve exclusivement à la zone supérieure à laquelle il appartient de fondation."*

Le Rhétien devient liasique....pour longtemps!

Edouard Piette résumait en 1870 sa position défendue avec Terquem : *"Le savant (Renevier) qui, depuis, a désigné sous le nom d'étage Rhétien ce que nous appelions zone des Avicula contorta ou bone bed, n'a fait que traduire par un nom nouveau l'idée que nous avions émise. M. Hébert fait de ce dépôt la première assise liasique. Nous le regarderons comme appartenant au Trias."*

En 1885, Albert de Lapparent rattachait le Rhétien au Lias. Il utilisait pour la Lorraine la bibliographie de l'ingénieur Jacquot, sans citer Terquem et Piette et renvoyait simplement à ces derniers pour la coupe du Rhétien et de l'Hettangien dans la

Semois. Il écrivit que *"la plupart des auteurs allemands le placent dans le Trias. Mais en considérant que son dépôt coïncide avec un très grand changement géographique, marqué par le retour sur toute l'Europe occidentale; en réfléchissant, d'autre part, qu'avec cet événement, disparaît la distinction jusqu'alors si tranchée, de la province méditerranéenne et de la province germanique, nous croyons qu'il est difficile de ne pas faire du dépôt de l'étage Rhétien le premier épisode de la grande série jurassique."*

L'affaire fut définitivement enterrée : le Rhétien était devenu en France le premier étage liasique et, comme pour l'Hettangien, les idées dissidentes d'Olry Terquem attendront 100 ans pour reprendre leurs droits.

Conclusion.

Pour Terquem, ce Grès d'Hettange appartenait à l'Infralias : c'était pour lui synonyme de Lias inférieur, immédiatement sur le Rhétien qu'il ne faisait pas entrer dans le Lias. C'est une cause du premier malentendu : les auteurs qui suivent Terquem appellent "Grès infraliasique" les Grès d'Hettange, de Luxembourg. Le Colonel Hennocque, amateur et membre de la SHNM, publia en 1851, dans le bulletin de cette société, une note sur le Grès d'Hettange qu'il plaçait sous le Calcaire à gryphées, directement sur les Marnes irisées, et qu'il assimilait au Grès du Luxembourg. Pour les autres (Levallois, Sauvage, Buvignier, Dewalque...), qui faisaient entrer le Rhétien dans le Lias, le Grès infraliasique représentait le grès Rhétien.

Les Gryphées : deuxième malentendu autour des grès d'Hettange.

Les Gryphées s'en mêlent....

En réalité la controverse va débiter avec un deuxième malentendu déclenché par Buvignier. Nicolas-Armand Buvignier est né en 1808 : élève de l'Ecole polytechnique, puis, de l'Ecole des mines, il fut ingénieur civil vers 1830 et s'intéressa aux affaires politiques de son département jusqu'à sa mort en 1880. Dès 1842, il publia avec son ami l'ingénieur Clément Sauvage (1814-1872) la *Description de la géologie des Ardennes*. En 1852, c'est la *Géologie du département la Meuse*, accompagnée d'une carte géologique et d'un atlas paléontologique de 500 espèces qui paraissait. Il fut le premier à établir une carte géologique sérieuse en Lorraine, malgré les fonds topographiques de l'époque contenant de nombreuses erreurs, selon Maubeuge (Colloque, 1962, p54-55).

Dans son ouvrage de 1842, *Statistique minéralogique et géologique du département des Ardennes*, en collaboration avec Sauvage, il se montrait totalement rallié aux idées catastrophistes de Cuvier, citant même encore Werner, et ne témoignait d'aucune velléité pour l'actualisme, écrivant au sujet de la période diluvienne : *"ce qui distingue notre époque de l'époque diluvienne, c'est la différence d'intensité entre les causes qui opèrent sous nos yeux et celles qui ont opéré l'érosion des vallées [...] Les torrents diluviens, d'un volume considérable, étaient sans contredit animés d'une vitesse et d'une puissance de transport bien supérieures à celle de nos cours d'eau (...); le déluge engloutit les pays où habitaient alors les hommes, mettant les mers à sec, n'épargnant qu'un petit nombre d'hommes qui ont pu se propager de nouveau".* Dans sa *Géologie du département de la Meuse* de 1852 — écrite avant la réunion extraordinaire de la Société Géologique de France (SGF) — concernant le Grès d'Hettange, il défendit des opi-

nions erronées qu'il conserva jusqu'au bout puisqu'il ne reconnaîtra jamais ses erreurs :

- il niait l'existence possible d'une faille à Boust ;
- il plaçait le Grès d'Hettange qu'il considérait comme identique au Grès de Luxembourg, au-dessus du Calcaire à gryphées, dans son "Calcaire sableux", sous les Marnes à Amalthées de l'actuel Pliensbachien.

On peut relever son point faible, à savoir le manque d'excursions géologiques hors de sa zone d'étude (Nord-meusien et Ardennes) : "à la suite de plusieurs explorations interrompues par différents contretemps". De même dans le compte-rendu de la séance du 17 novembre 1851 de la SGF, il écrivit : "quoique plusieurs contretemps m'aient empêché à diverses reprises, de vérifier si le grès d'Hettange se prolonge au nord d'Aspelt, je regarde comme plus probable qu'il se rattache vers Hespérange à la partie supérieure des grès du Luxembourg."

Il s'opposait aux conclusions du Colonel Hennocque auquel il reprochait d'avoir confondu *Gryphaea arcuata* avec *G. cymbium (maccullochii)* et *G. obliquata* du Calcaire sableux de la Meuse du Lias moyen (Sinémurien). Il intégrait donc le Grès d'Hettange plus haut dans le Lias.

Les gryphées servirent d'argument à Buvignier pour semer le doute : échantillons recueillis peu nombreux, susceptibles de variations, de déformations, absence de descriptions nettes de ce genre à laquelle Terquem pallia par plusieurs notes paléontologiques. A cette même séance, Terquem lui répondit le même jour par une note à l'aide d'une coupe au niveau de la faille de Boust (fig. 2) et expliqua la raison de sa confusion dans la détermination des gryphées.

Buvignier, Levallois et la coupe de Boust.

A la séance du 5 avril 1852, le Nancéen d'origine Gérard-Paul Deshayes — qui publia à la SGF en 1838 la première monographie conchyliologique du Lias de Nancy — lit une note de Buvignier en réponse à la précédente note de Terquem. Les arguments étaient ici de nature orographique : la coupe de Terquem qui "pourrait faire croire à un soulèvement [...] n'est pas une coupe mais la juxtaposition de tronçons faits dans des directions différentes." ; Buvignier n'a observé aucune gryphée au pied des "escarpements" qui ne sont juste que des accidents

locaux. Il présenta sa coupe hypothétique de Boust (fig.2). Deshayes rappela, pour conclure, les résultats incontestables du Colonel Hennocque. Levallois, au cours de cette même séance, rappela que le Grès d'Hettange n'était pas infraliasique, puisqu'il ne ressemblait pas au "Grès de Kédange" (Rhétien). Deshayes conclut que "M. Levallois adopte la manière de voir de M. Buvignier" et d'Omalius d'Halloy ajouta "que toutes les analogies lui paraissent être en faveur de l'opinion de M. Buvignier". Levallois, ingénieur en chef des mines pour la Meurthe, devenu inspecteur général des mines, présenta sa note sur le Grès d'Hettange et sur le Grès de Luxembourg où il exposa un tableau du Lias, confirmant qu'il adoptait la coupe (hypothétique) de Boust présentée par Buvignier — alors que tous deux ne plaçaient pas le Grès d'Hettange au même niveau pourtant ! — et ajouta "cependant M. Deshayes qui défend avec M. Terquem l'opinion contraire, a annoncé, de la part du Colonel Hennocque, des conclusions tout aussi tranchées dans un sens diamétralement opposé. Sans connaître les observations sur lesquelles elles s'appuient, je puis au moins m'assurer que ces observations n'ont point été faites à Boust de sorte qu'elles ne pourront pas détruire les faits qui sont si évidents en ce point là", certain que "le grès d'Hettange ne représente pas le grès de Luxembourg dans son entier, il correspondrait seulement aux couches supérieures". Il finit sa note en se prononçant pour le rôle secondaire que joue la paléontologie, capable de déterminer l'âge relatif de deux couches, mais ne remplaçant pas "le classement rigoureux, géométrique que fournit la stratigraphie". Lui, qui n'avait pas visité ces régions, déclara préférer les vues de l'ingénieur belge André Hubert Dumont plutôt que celles de Terquem, mêmes si ces vues étaient différentes de celles de Dumont qui imposeraient alors la contemporanéité des deux ensembles de couches, à savoir Calcaire à gryphées et Grès d'Hettange, ce dont Levallois doutait en arguant que les "Marnes de Strassen" n'étaient peut-être pas l'équivalent latéral du Calcaire à gryphées. En fait Levallois admettait les similitudes entre Grès d'Hettange et de Luxembourg, mais refusait leur synchronisme ; il plaçait le Grès d'Hettange au niveau du "Calcaire ferrugineux" de Sauvage et Buvignier, le confondant avec le "Grès médioliasique" et donc, il le plaçait trop haut. Levallois ne reconnaîtra, lui non plus, jamais ses erreurs, puisqu'en 1864, il fit silence sur le sujet et se consacra à la question de la limite Trias-Lias : un silence qui en dit long !

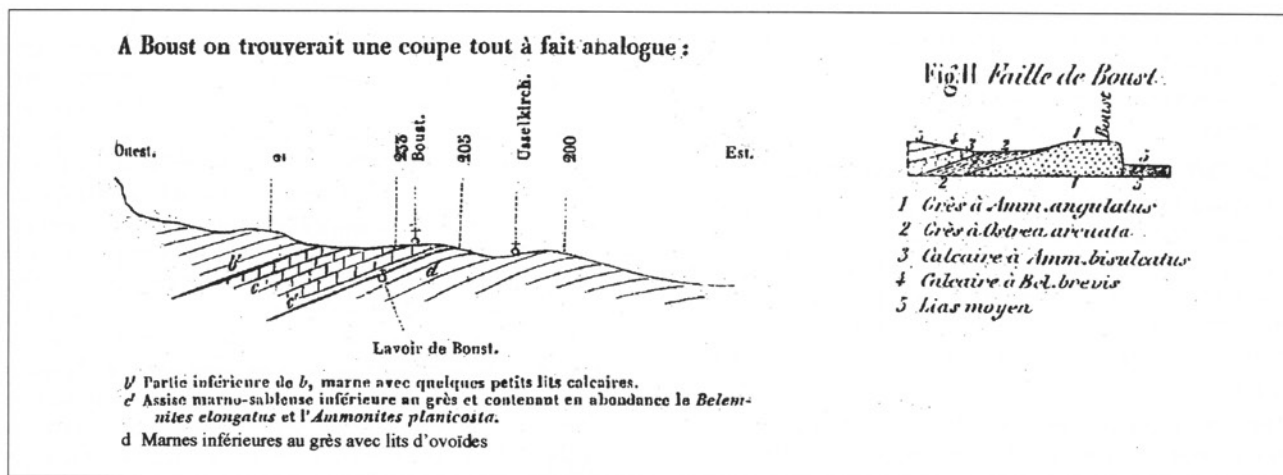


Fig 2 : La coupe de Boust selon Buvignier (bull. SGF, 1852) à gauche et selon Terquem (bull. SGF, 1862) à droite.

L'ingénieur Dumont et l'Hettangien en Belgique.

En Belgique, André-Hubert Dumont publia de 1842 à 1852 et réalisa la carte géologique de la Belgique. Sa classification du Lias de la province de Luxembourg de 1851 présentait un Hettangien encadré de part et d'autre par du Sinémurien à gryphées (Marnes de Jamoigne qui affleurent à Florenville sont de l'Hettangien).

La polémique continuera jusqu'en 1863 : Dumont écrivit que le Grès d'Hettange n'était pas infraliasique, mais qu'il lui était supérieur. Finalement chacun campait sur ses positions, plaçant le Grès d'Hettange au vu de résultats locaux. Les raisons géologiques en sont les suivantes :

- les fossiles sont peu fréquents ;
- le Calcaire à gryphées arquées a quelques mètres d'épaisseur aux environs d'Hettange, alors qu'il a 20 m et plus dans le reste de la Lorraine ;
- il y a confusion entre *G. arcuata*, *G. obliqua* et *G. cymbium*.

Troisième malentendu à la réunion de la Société géologique de France.

La querelle s'étant envenimée, la SGF décida donc d'une réunion extraordinaire le 1^{er} septembre 1852 à Metz, en vue de résoudre le problème. Chaque année en septembre, une réunion extraordinaire était organisée dans une ville de province : les membres étaient conduits dans des lieux intéressants avec des experts locaux et parisiens, puis avaient lieu des discussions qui se poursuivaient le soir après dîner. Parmi les participants, on note Messieurs Léopold de Buch alors président de la réunion, Auguste Daubrée, Edmond Hébert, Eugène Jacquot, ingénieur en chef du département de la Moselle, vice-secrétaire, responsable de l'itinéraire, Victor Simon et Olry Terquem : la réunion comportait donc à la fois des universitaires, des ingénieurs en fonction et des amateurs (Simon et Terquem entre autres). Les deux premiers jours étaient consacrés au Jurassique des environs de Metz, les deux suivants au Grès d'Hettange, les deux suivants au Trias - Carbonifère vers Sarrebrück jusqu'à Oberstein. Buvignier était absent, mais fit paraître une note : "*je suis vivement contrarié de ne pouvoir me rendre à cette réunion. Je le regrette d'autant plus que, d'après la localité où elle a lieu, les explorations de la société n'auront probablement pas lieu dans l'ordre le plus convenable pour éclaircir cette question*". Terquem exprima aussi son regret que "*l'itinéraire ne passe pas par ces contrées si riches en fossiles qui auraient permis de lever le doute*" : l'itinéraire proposé par Jacquot ne passait effectivement pas par la province du Luxembourg et les Ardennes, mais restait strictement mosellan.

Dans le compte rendu, Terquem donna un résumé de la question concernant ce troisième malentendu, à savoir les variations de faciès d'une région à l'autre, comparant le Lias dans la Moselle, le Wurtemberg, dans la Meurthe (étudié par Levallois), dans la Province belge du Luxembourg (décrite par Dumont), dans les Ardennes (dont Sauvage et Buvignier avaient réalisé l'étude) : démonstration courte, brillante, méthodique, mais incomprise, puisque Terquem n'échappera pas à de nombreuses attaques ultérieures.

La note de Buvignier jointe au compte rendu n'est qu'un résumé de son point de vue exprimé dans son livre de 1852 : il confondait les grès et les calcaires sableux de France et de Belgique, ainsi que *Gryphaea obliqua* avec *G. cymbium* et *G. arcuata* ; il considérait ce Grès d'Hettange comme appartenant

au Lias moyen, l'assimilant au " Calcaire sableux " des Ardennes et de la Meuse à *G. cymbium* et *A. planicostata*.

Quant à Poncelet, ingénieur des mines dans la province de Luxembourg — absent lui aussi — il se déclara dans une note lue par Hébert "*très porté à admettre que le système de calcaire et de marnes à Gryphées arquées dans le Luxembourg divise en deux parties le grès liasique*" n'utilisant pour cela que des arguments pétrographiques.

Ce fut Edmond Hébert qui conclut (rappelons que Hébert a fait une thèse sur les oscillations du sol dans le Bassin de Paris et qu'il a publié cinq notes sur le Grès d'Hettange entre 1851 et 1859). Il rendit compte le 8 septembre de l'excursion au cours de laquelle, lors de la visite à la carrière d'Hettange, la SGF eut la preuve de l'existence de la faille de Boust. Il donna une coupe et se déclara de l'opinion contraire à celle de Buvignier. Quelques jours après, l'excursion au puits artésien de Mondorf confirmait le recouvrement, partout, du Grès d'Hettange et du Luxembourg par le Calcaire à gryphées. Il conclut donc à la superposition du Calcaire à gryphées sur le Grès d'Hettange, le Grès du Luxembourg et d'Hettange étant pour lui les mêmes du point de vue paléontologique plutôt que pétrographique. Il plaçait la limite entre le Grès d'Hettange et le Calcaire à gryphées avec un lit de galets de calcaire bleuâtre en plaquettes, renfermant des perforations dues à des coquilles perforantes et des gryphées, preuve d'un changement de condition de vie. Dans une note qu'il lit plus tard en séance (parue en 1853) où il démontra ses conclusions, Levallois s'opposa à lui, faisant encore observer que le Grès d'Hettange n'était pas le " Grès infraliasique " de Elie de Beaumont et Dufrénoy ; à cela, Hébert répondit que le " Grès infraliasique " était compris entre les Marnes irisées et le Calcaire à gryphées et qu'il était différent du " Grès de Kédange " (Rhétien). Résultats convaincants donc, mais la controverse va se poursuivre avec les géologues belges Chapuis, Dewalque et d'Omalus d'Halloy. C'est l'objet du quatrième malentendu dû à l'absence de visite sur les lieux adéquats, à l'absence de coupes bien observées et à l'emploi de termes trop locaux, trop pétrographiques. Cela semble une spécificité mosellane, car Hébert fit remarquer au cours de la séance du 7 septembre 1852 qu'il y aurait utilité "*pour la géologie que les noms qui sont adoptés très généralement le fussent également dans le département de la Moselle, pour représenter des assises identiques et par leurs fossiles et par leur ordre de superposition*".

Quatrième malentendu avec les géologues belges.

Cette controverse provient des changements de faciès entre le Luxembourg, la Lorraine, la Belgique et les Ardennes. Chapuis publia en 1853 avec Dewalque un mémoire couronné par l'Académie royale de Belgique, premier ouvrage de paléontologie important sur la province de Luxembourg : il s'agissait de deux docteurs en médecine belges convertis à la paléontologie, Chapuis ne publiant qu'un seul travail sur ce sujet. Notons que Dewalque se rallia aux opinions de Terquem vers 1854-1857 (date de ses publications sur le Lias), ce que Terquem traduisit en ces termes : "*Il est juste d'ajouter ici que dans ses derniers travaux sur le Lias du Luxembourg, M Dewalque paraît avoir lui-même abandonné les opinions que nous combattons. On ne pouvait pas moins attendre d'un géologue aussi éclairé et aussi dévoué aux intérêts de la science*". En 1854 à la SGF, d'Omalus d'Halloy lit un ouvrage de Dewalque admettant huit strates dans le Lias dont deux Calcaires à gryphées arquées encadrant le Grès d'Hettange. Mais à cette époque, d'Omalus

d'Halloy semble se rallier au point de vue de Terquem : “ la répartition des mêmes roches à des niveaux géognostiques différents, les grandes variations d'épaisseur, et probablement les changements de nature que présente une même assise, sont cause qu'il y a beaucoup de divergence, non seulement dans le raccordement des dépôts mais aussi dans la position assignée à chacun de ces dépôts”. En 1858 Terquem reviendra sur la question, à regret du reste, pour répondre à une note de Dewalque pour qui le “ Grès de Mortinsart ” est le Grès d'Hettange alors qu'il est d'âge rhétien : la première cause du malentendu!

Jacquot, l'ingénieur des mines de la Moselle.

André Eugène Jacquot, né à Metz en 1817, élève de l'Ecole polytechnique et de l'école des mines, revint comme ingénieur des mines en 1846 à Metz qu'il quittera pour Bordeaux en 1858. Dans son *Esquisse géologique et minéralogique de la Moselle* parue en 1854, il se réfère pour le Lias à Levallois et admettait :

- un “grès infraliasique ” (en fait le Rhétien des autres auteurs et le Lias inférieur) comprenant des assises de grès et de marnes recouvertes par les Argiles de Levallois qui seraient plus apparentées au Lias qu'au Keuper ;
- les grès d'Hettange appartenant au Calcaire à gryphées.

« Toutefois il y aurait peut-être quelque témérité à avancer que les deux dépôts sont synchroniques [...] le grès infraliasique est peu développé à Kédange et le calcaire à gryphées l'est beaucoup entre ce village et Thionville, tandis que c'est l'inverse à Hettange et à Luxembourg où le grès acquiert une grande puissance. Cette opinion, est je crois, la plus rationnelle et c'est pourquoi M. Elie de Beaumont a pu dire que le grès de Hettange est plus complètement incorporé au calcaire à Gryphées que celui de Kédange », mêlant ici le Grès de Kédange d'âge rhétien avec le Grès d'Hettange. Il se rangea à l'avis des géologues belges en 1855, considérant le Grès du Luxembourg, comme synchrone du Calcaire à gryphées. Appartenant à l'Ecole de la géologie appliquée, le Grès d'Hettange ne fut pas sa spécialité puisqu'il avait mieux à faire du côté de Forbach avec la recherche de charbon. En fait Jacquot ignore complètement la spécificité du Grès d'Hettange.

Olry Terquem et la paléontologie d'Hettange.

Le rôle d'Olry Terquem (fig.3) dans la détermination de l'Hettangien, aussi bien au plan paléontologique que stratigraphique, fut essentiel. En 1855, parut à la SGF la *Paléontologie de l'étage inférieur de la formation liasique de la province du Luxembourg, Grand Duché (Hollande) et de Hettange du département de la Moselle*, comprenant 448 pages de mémoire, 15 planches renfermant 132 fossiles dont 119 identifiés par lui-même. “ Nous nous contenterons de ce que nous avons vu et examiné, sans même l'appuyer d'aucune démonstration, laissant au temps le soin de prouver qui, de nos antagonistes ou de nous, se trouve plus près de la vérité ”. Olry Terquem y décrit “ une quantité importante de fossiles pélagiens et de rivage sans ordre, les gastéropodes sont roulés, les acéphales ont les valves séparées, les cardinies sont abondantes, toutes les plantes sont terrestres, il y a des coquilles terrestres, lacustres, d'eau douce mêlées (ampullaires, mélanies, nérîtines) ”. Sa *Paléontologie du département de la Moselle*, parue en 1855 dans le bulletin de la SHNM, est un inventaire de 939 espèces de la faune et de la flore fossiles de tout le département, depuis les terrains houillers jusqu'aux formations les plus récentes. Ce

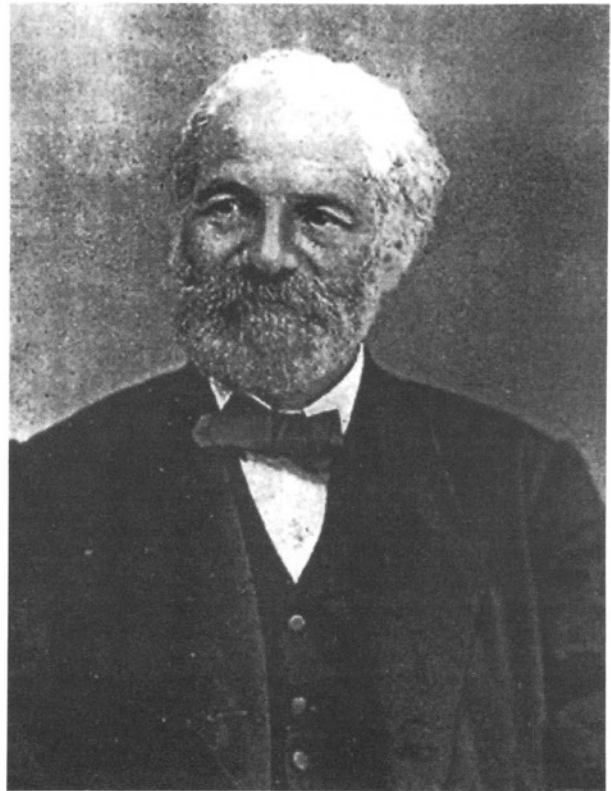


Fig 3 : Olry Terquem, 1797- 1886 (bull. SHNM, 1935).

travail fut d'ailleurs salué un siècle plus tard par d'autres géologues lorrains, Théobald et Heintz, en 1955, qui complèteront l'étude de l'Hettangien, parlant de la “magnifique étude paléontologique de Terquem ”. Sur les 939 fossiles, 600 nouveaux furent inventoriés : vertébrés (dents de plésiosaures, mégalosaures, fragments d'os plats de ptérodactyle), céphalopodes rares mais importants pour les corrélations, quelques autres céphalopodes et une faune importante et variée de lamelibranches et gastéropodes, ainsi qu'une microfaune rare - il signale *Dentalina*, *Fronicularia* et *Cristellaria*. Environ 156 fossiles ont d'Orbigny pour auteur, 145 sont déterminés (ou créés) par Terquem, mais c'est pour le Grès d'Hettange que la contribution majeure de Terquem est évidente : 117 fossiles sont des espèces nouvelles contre 1 ayant pour auteur d'Orbigny, sur 177 trouvés. Deshayes (“*les conseils d'un ami et les lumières d'un savant*”), A. Brongniart, Milne-Edwards, Bayle, Hébert, Gervais, Haime, Buvignier, Enghelhard, Eudes-Deslongchamps et Fromental ont contribué aux déterminations. Terquem attribua le nom *Hettangia* à un genre et *hettangiensis* à 7 espèces.

L'importance de ce travail impressionnant ne paraît pas avoir été perçue par les protagonistes de la controverse : il eut pourtant en soit été déjà une raison suffisante pour reconnaître la singularité de l'Hettangien.

A l'aube de la «sagesse»

Les propositions de Terquem et Piette.

Edouard Piette (1826-1906) fera, pour les Ardennes, l'étude des grès d'Aiglemont et Rimogne, très intéressants pour la comparaison en 1855. En 1861, Terquem publie avec Piette sur *Le Lias inférieur de la Meurthe, de la Moselle, du Grand*

“ Il ressort avec évidence des études auxquelles nous nous sommes livrées, qu’une faune nombreuse, représentant une des phases de la vie animale à la surface de la terre, a éclos dans les mers après la perturbation qui a mis fin à l’ère triasique, qu’elle s’est perpétuée sans se modifier pendant toute l’époque du lias inférieur, et que les débris enfouis dans les quatre zones de ce terrain les lient indissolublement les uns aux autres. Aussi les avons nous placés dans un seul étage à l’exemple d’Alcide d’Orbigny ”. Plus tard, Terquem et Piette ne les placeront plus ensemble : en 1870, dans une note à la SGF, Piette plaida en faveur des deux assises, l’une appelée “ Infralias (Hettangien), l’autre “ Lias à gryphées arquées ” ou “ Lias inférieur ” ; mais il discuta du terme “ Infralias ” (qu’il considérait comme inadéquat car voulant dire “ sous le Lias ” alors qu’il en fait partie). Il proposa de subdiviser l’étage, préférant subdiviser le Lias inférieur appelé alors Sinémurien en deux assises : les zones à *A. angulatus* et *A. planorbis* pourraient devenir l’étage Agryphitien ou Luxembourgien — l’actuel Hettangien — et pour les zones à *A. bisulcatus* et *B. brevis*, l’étage Gryphitien ou Distrofien — l’actuel Sinémurien. Curieusement, il ne semble pas connaître la proposition de Renevier, mais il n’est plus ici question que de terminologie, nos géologues semblant posséder

Les rancunes de Levallois.

L'aperçu sur la constitution géologique du département de la Moselle de Levallois, paru en 1862, est une description sommaire, mais elle reflète bien l'esprit du travail de son auteur : Levallois avait la conscience de participer au grand plan cadastral minéralogique de la France. La méthode consistait à “ *déterminer les relations de superposition des différentes couches minérales d'une contrée* ” et c'est là “ *une question de géométrie et susceptible à ce titre d'une solution rigoureuse* ”.

Fig. 4 Disposition des massifs de grès dans le Luxembourg hollandais, le Luxembourg belge et les Ardennes

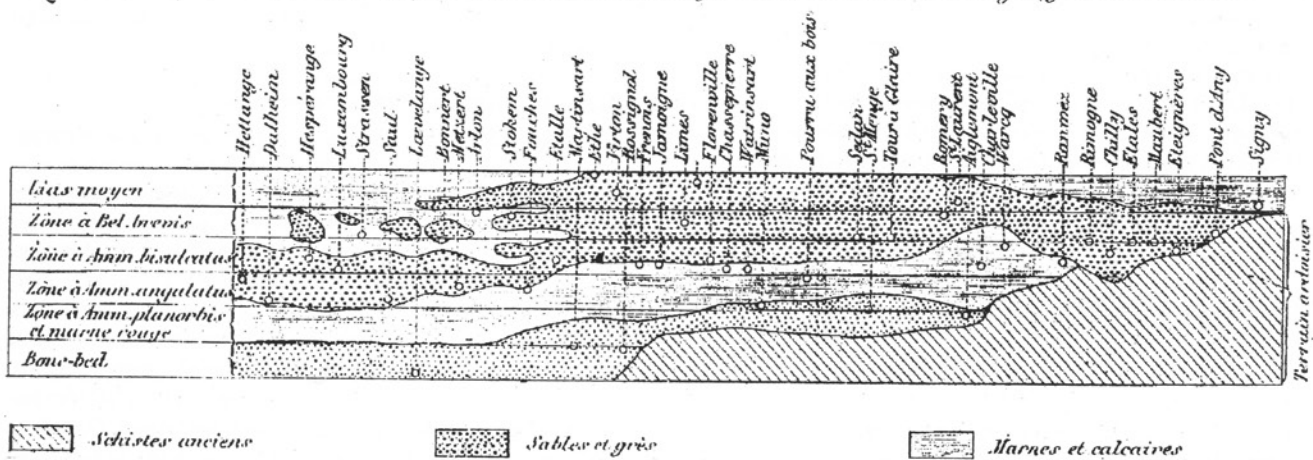


Fig 4 : Extrait de la *Coupe du Lias inférieur dans le Luxembourg, la Belgique et les Ardennes* présentée par Terquem et Piette à la séance du 2 décembre 1861 (bull. SGF. 1862).

Mais, conscient des difficultés, et à défaut de l'observation directe, il a recours à l'observation indirecte, ce qu'il appelle "*l'habitude des couches*". Ce mot indique qu'il ne s'agit pas de caractères précis qui puissent donner lieu à un signalement comme en zoologie ou en botanique, mais "*d'un ensemble qui ne peut guère s'acquérir que de visu*" : une stratigraphie empirique en fait, destinée à aplanir les couches, supprimer les assises non conformes, les fossiles douteux, ceux-là mêmes qui permirent la découverte du stratotype remarquable comme l'Hettangien. Méfiant à l'égard des terminologies locales, Levallois déclarait ne se fier qu'aux observateurs directs ayant pu comparer une couche en des lieux différents. Contradictoire, il le fut à plus d'un titre, comme, par exemple, lorsqu'il écrivait "*je n'ai pas suivi le grès médioliasique dans le département de la Moselle ; mais je ne doute pas qu'il n'ait été aperçu par Simon*" : il citait ici les observations de Victor Simon datées de 1836, ignorant superbement les quinze années d'observations et de publications de Terquem. Levallois regrettait cette unité dont la pensée est toujours si séduisante pour l'esprit, mais cette unité qui n'est pas la caractéristique première des dépôts en géologie ! Bien après la réunion de la SGF, il n'admit pas l'évidence, mais "omit" dans ses écrits suivants les assises de l'Hettangien, passant du Rhétien avec ses Marnes irisées aux Calcaires à gryphées pour lesquels il ne sera pas prolixe non plus !

ANALYSE DE LA CONTROVERSE.

Les arguments.

Les arguments avancés dans la controverse de l'Hettangien par les détracteurs de Terquem paraissent légers à bien des égards, notamment lorsqu'il s'agissait des ingénieurs qui ne se sont pas rendus sur les lieux, concluant, non pas sur la foi de leurs travaux, mais sur ceux d'autres ingénieurs des mines, refusant d'accepter les arguments paléontologiques, afin de régler les problèmes stratigraphiques, même bien après délibération des spécialistes de la SGF.

Les citations bibliographiques méritent d'ailleurs aussi une attention lorsque l'on constate que Terquem n'est quasiment pas cité par ses opposants, même des années après la réunion de la SGF, alors que le même Terquem cite abondamment ses sources (Goldfuss, Agassiz, d'Orbigny, Cuvier, Lyell, Brongniart, Murchison, Deshayes, Pictet, Oppel, Suess, Quenstedt, Darwin...), lesquelles donnent à penser qu'il possède un sérieux bagage bibliographique, ce qui n'est pas le cas des ingénieurs dans les publications desquelles ces références sont absentes, obsolètes, ou au mieux sont celles de confrères (Levallois fait encore référence à Simon en 1862 ! Jacquot ne cite que Levallois...). Levallois semble à la recherche de l'unité, tels nos chercheurs contemporains à la recherche de l'équation unificatrice. On conçoit que les aléas de la paléontologie, laquelle offre bien souvent des variations de faciès, des variations intraspécifiques, n'étaient pas de son goût.

Le rôle de Terquem.

C'est pourtant Terquem qui a le mieux compris le problème de l'Hettangien en donnant à la paléontologie son véritable caractère d'utilité géologique. Cela l'amènera d'ailleurs à réaliser par la suite d'importants travaux purement paléontologiques, des notes sur les gryphées et surtout plus tard, sur les foraminifères. Il témoignait d'une grande puissance de travail, n'hésitant pas à se déplacer et vérifiait ses coupes, ses fossiles,

s'entourait de paléontologistes parisiens universitaires pour ses déterminations. Bien sûr, on imagine qu'il y consacrait tout son temps, ce qui ne dut pas être le cas des ingénieurs appelés à de nombreuses autres tâches, mais ce qui étonne, c'est l'entêtement et le refus d'accepter les arguments de Terquem.

L'affrontement de deux écoles.

Victor Simon ayant ouvert la voie avec des observations encore à la portée de tous, la géologie de cette région prit son envol avec Terquem. Il s'y créa ainsi deux écoles de pensée :

- La première est celle de la paléontologie stratigraphique, inspirée de l'œuvre de d'Orbigny et d'Oppel : elle est constituée d'un noyau d'amateurs éclairés, membres de la SHNM, auxquels viennent se greffer des universitaires en poste, géologues et paléontologues (Edouard Piette, qui sera un premier universitaire préhistorien français, pionnier de l'utilisation de la stratigraphie pour la chronologie, Edmond Hébert, Deshayes...).

- La deuxième est celle de la géologie appliquée, plus industrielle et agronomique avec des ingénieurs des mines inspirés par Elie de Beaumont : Levallois, Jacquot, Buvignier et, pour les pays limitrophes, Poncelet et Dumont. La géologie appliquée accordait peu d'importance aux fossiles et relevait plutôt de la géométrie.

Ces deux écoles cohabiteront sans se mêler, jusqu'en 1900 où les apports de la paléontologie stratigraphique à la géologie appliquée feront faire de grands progrès, se révélant indispensables à l'essor que va connaître la géologie prospective et minière de cette région.

Pouvoir de caste.

Il est permis de se demander si, au-delà de ces débats intellectuels, ne se cachaient pas des conflits humains et corporatistes : un corps des mines tout puissant formant une véritable coalition — Jacquot, Levallois, Buvignier, Dumont, Poncelet — défendant des idées erronées avec des arguments insuffisants, ignorant les travaux des amateurs. Le conflit belge avait au moins le mérite de reposer sur des arguments sérieux, faisant appel à des paléontologues comme Chapuis et Dewalque. On assiste tout de même à l'affrontement de deux castes : d'un côté les amateurs promus au rang de spécialistes de leur discipline, de l'autre les officiels, la cohorte des ingénieurs des mines. Ces deux manières de pratiquer la géologie ne sont pas sans influence sur la controverse de l'Hettangien, où apparaît la toute puissance de la caste des ingénieurs polytechniciens qui auront marqué leur siècle lorsqu'il fallut établir des cartes (Buvignier, Dumont pour la Belgique...), exploiter le sel gemme ou le fer en Lorraine (Levallois, Jacquot).

Des ambitions et des hommes.

Des hommes au caractère bien trempé, des arguments qui fissent la mauvaise foi, la superbe ignorance des travaux du clan opposé : les protagonistes du débat sur l'Hettangien étaient avant tout des Hommes, ne l'oublions pas. Concernant les caractères de nos personnages, le témoignage de Vivenot-Lamy, maître de forge à Champigneulle (Meurthe), nous dévoile un corps des mines tout puissant : vers 1841, grâce aux notions de géologie acquises auprès des ingénieurs Sauvage et Buvignier, notre homme trouva du minerai à Champigneulle, Frouard et Liverdun. On ne crut pas à sa découverte et il dut lutter trois ans contre l'incrédulité des ingénieurs Guibal et Levallois "*qui prétendait que les traces qu'[il] avait pu découvrir ne valaient pas la peine de s'y arrêter*". Ses diverses démarches auprès de Levallois furent toutes vaines :

“ Mr Levallois accordant sans doute plus de confiance aux connaissances géologiques de Mr Guibal qu'à celles d'un inconnu, n'ajouta aucune foi à mes révélations et refusa de se rendre à mes pressantes sollicitations en allant reconnaître sur les lieux l'exactitude des faits. Sur ces entrefaits, je fis la connaissance d'un maître de forge de la Meuse qui avait peut-être intérêt à ce que la Meurthe n'eut pas de minerai, car en présence de quelques personnes notables de Nancy, il plaisanta et tourna en ridicule ma découverte[...] mon compte fut réglé et pendant quelque temps je ne passai que pour un halluciné [...]. En 1844, Sauvage, cet ami dévoué, vint par hasard à Nancy, intercédâ auprès de Levallois qui se décida à visiter : il fut étonné mais convaincu et l'annonça à son discours de réception à l'Académie de Stanislas la même année : “ nous avons un gîte métallique de grande étendue, c'est la couche de minerai de fer oolithique qui se trouve à la base de toutes les côtes de l'arrondissement de Nancy, mais ce gîte n'est presque pas mis en valeur actuellement et doit être considéré comme une réserve ”.

Ce témoignage montre comment, à cette époque, les ingénieurs des mines percevaient les amateurs mais aussi les universitaires. Et cette aventure laisse quelque peu songeur quand on constate que l'entêtement d'un ingénieur, qui ne voulait peut-être pas reconnaître ses torts là encore, alla jusqu'à minimiser la découverte et retarder l'exploitation du gisement de fer qui allait faire bien plus tard la grande richesse de la Lorraine. Il attendit 1862 pour avouer que c'est là qu'il fallait chercher le minerai de fer!

CONCLUSION.

La controverse de l'Hettangien réunit des hommes d'ambitions et d'horizons différents : d'un côté, Olry Terquem âgé alors de 55 ans (c'était à l'époque déjà un certain âge), sa carrière derrière lui et sans doute plus grand chose à prouver, qui se réalise parfaitement dans une activité de “gentlemanly geologist” selon l'expression anglaise, de l'autre, des hommes ambitieux en pleine maturité et en activité professionnelle (en 1852, Jacquot a 35 ans, Buvignier 44, Levallois 41 et Dumont 43 ans). Buvignier eut une carrière politique à Verdun dont il fut maire plus tard. De 1830 à 1852, il fit partie de la garde nationale de Verdun où il obtint le grade de colonel.

En Belgique, la réputation d'André Dumont n'était plus à faire : il fut chargé par l'Académie royale de Belgique de réaliser la carte géologique de Belgique et reçut même à ce titre une médaille d'or en 1855 à l'exposition universelle de Paris. Mais des critiques — notamment celles d'Omalius d'Halloy — furent portées à l'encontre de l'oeuvre de Dumont au sujet de son échelle stratigraphique toute personnelle et régionale. Dumont se méfiait lui aussi du critère paléontologique et utilisait pour son travail des critères “ géométriques ”.

Quant à Terquem, il eut de son côté Hébert et Piette, tous deux universitaires parisiens : c'est d'ailleurs ce milieu qu'il rejoindra après la guerre de 1870, en continuant son travail sur les foraminifères au Muséum d'Histoire naturelle de Paris.

Enfin il ne peut être fait abstraction des confessions religieuses de ces hommes, amenant deux manières de voir le monde : ainsi Buvignier, chrétien catholique, s'affichait encore comme un diluvianiste convaincu en 1842, alors que de son côté Olry Terquem, israélite engagé dans le mouvement libéral de l'époque, donc plutôt démocrate, fut sans doute plus apte à séparer science et religion en intégrant tous les concepts les plus modernes comme l'actualisme, l'évolutionnisme, ou la paléontologie stratigraphique de d'Orbigny et d'Oppel.

La controverse de l'Hettangien, qui dura plusieurs décennies, fut le théâtre d'une véritable évolution des idées en géologie, autour d'un problème en apparence régional. Les approches divergaient selon les clans : méthodes “ géométriques ” pour le corps des mines et paléontologie stratigraphique pour les amateurs auxquels se rallièrent les universitaires. Le résultat controversé donna raison cinquante ans plus tard à Olry Terquem, précurseur des méthodes de paléontologie stratigraphique : un hommage mérité.

Remerciements : Les documents ci-dessous, ont pu être consultés à la Société d'Histoire naturelle de la Moselle, à la Bibliothèque municipale et à l'Académie Nationale de Metz, à l'INPL, au laboratoire G2R-UHP à Nancy et au Musée d'Histoire naturelle de Luxembourg. Que tous ici soient remerciés, et particulièrement Bernard Lathuillère, Micheline Hanzo (laboratoire G2R-UHP-Nancy), Dominique Delsate et l'Académie de Metz pour leur précieuse collaboration.

BIBLIOGRAPHIE

- BOULVAIN F. (1993) - Un historique de la carte géologique de Belgique, Serv. géol. Belgique, 4 (262), 88p.
- BUVIGNIER A. (1852) - Note sur les grès du Luxembourg et d'Hettange. Compte rendu de la réunion extraordinaire à Metz (Moselle) du 5 au 17 Septembre 1852, *Bull. Soc. géol. France* (1851-1852), t. 9, 2^e série, p. 589-593.
- BUVIGNIER A. (1852) - Lettre de M. Buvignier- Séance du 17 Novembre 1851, *Bull. Soc. géol. France* (1851-1852-) - t.9, 2^e série, p. 77-82.
- BUVIGNIER A. (1852) - Statistique géologique, minéralogique, minéralurgique et paléontologique, du département de la Meuse. J. B. Baillière, Paris, 694 p.
- CHAPUIS F. et DEWALQUE G. (1853) - Description des fossiles des terrains secondaires de la province du Luxembourg, Ed. Hayez, Bruxelles, 303 p. (Extrait de t. XXV Mém. couronnés et Mém. savants étrangers pub. par l'Acad. royale de Belgique.)

- Colloque du Jurassique à Luxembourg (1962) - Commission de stratigraphie du Congrès géologique international avec l'appui de l'Union paléontologique internationale et du Comité du Mésozoïque méditerranéen. Comptes rendus et mémoires, Réd. gén. P.L. Maubeuge, Ed. Institut grand-ducal, Section des sciences naturelles, physiques et mathématiques, Luxembourg, paru en 1964, 948 p.
- D'ARCHIAC A. (1866) - Géologie et paléontologie. Savy Ed., Paris, 776p.
- ELIE DE BEAUMONT L. (1828) - Observations géologiques sur les terrains des différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du Lias, Impr. de Mme Huzard, Paris, 199 p.
- HANZO M. (1994) - Réserve naturelle géologique d'Hettange-Grande (Moselle), *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol.31, p. 3.
- JACQUOT E. (1851-1852), Compte rendu de la réunion extraordinaire à Metz (Moselle) du 5 au 17 Sept. 1852, *Bull. Soc. géol. France*, t. 9, 2^e série, p. 561-631.

Hypothèses lithostratigraphiques discutées à la réunion de la SGF en 1852							
Etages et sous-étages actuels	Divisions lithostratigraphiques	Quenstedt Württemberg (All.)		Levallois Meurthe (Jacquot)	Buvignier Meuse-Ardenne (Levallois et Omalius d'Hallo en avril 1852)	Dumont Province de Luxembourg (Belgique) (Poncelet, Chapuis et Dewalque, Omalius d'Hallo et Jacquot en 1855)	Terquem (Simon, Hennocque, Piette, Hebert, Guibal, Deshayes) Moselle (Dewalque et Omalius d'Hallo en 1854)
Domérien Pliensbachien	Grès médioliasique Argiles à Amalthées	Lias	Marnes à A. amaltheus	Grès médioliasique (grès d'Hettange)	Calcaire ferrugineux avec alternance de marnes (grès d'Hettange)	Macigno Schistes bitumineux	Grès médioliasique
	Calcaire à Davoei Marnes à Numismalis	Lias	Marne à T. numismalis	Marnes moy. à ovoïdes ferrugineux	marnes moy. à ovoïdes	Sables sup. Calcaires argileux à G. de Strassen Grès et calc. sables inf. (Lux) (grès d'Hettange) Marnes à Gryphites de Strassen	Calcaire à lumachelles Marnes à ovoïdes ferru- gineux Marnes feuilletées
Sinémurien	Calcaire ocreux Argiles à Promicroceras	Lias		Calcaire ocreux	Calcaire sableux		Calcaire ocreux à Belemnites
	Calcaire à G. arquées sup.	Lias	Marne à A. turneri Calcaire sableux	Marnes inf. à Hippopodium Calcaire à G. arquées	Calcaire à Gryphites Grès infraliasique Calcaire	Marnes à G. de Jamoigne Grès de Mortinsart	Marnes sableuses Calcaire à Gryphées arquées Grès du Luxembourg (grès d'Hettange) Calcaire gréseux bitumi- neux
Hettangien	Grès d'Hettange Calcaire à G. arquées inf.	Lias Lias	Grès Zone à A. contorta	Calcaire à G. de Strassen Grès de Luxembourg Marnes rouges Grès de Kedange («grès infraliasique»)			
Rhétien	Argiles de Levallois Couches à A. contorta						Marnes irisées Bone bed

Tab. 1 : Les hypothèses des principaux protagonistes de la controverse autour de la position de l'Hettangien vers 1852 - d'après un tableau inédit (communication personnelle de Hanzo (1977) et de Terquem (bull. SGF, 1852) - les positions discutées du Grès d'Hettange sont imprimées en noir gras, ceux des couches du Rhétien en italiques.

JACQUOT E. (1853) - Etude géologique sur le Bassin Houiller de la Sarre faite en 1847, 1848 et 1850, Imprimerie impériale, Paris, 271 p.

JACQUOT E. (1854) - Esquisse géologique et minéralogique de la Moselle. Imp. Pallez et Rousseau, Metz, 136 p.

JOLY H. (1908) - Etude géologique sur le Jurassique inférieur et moyen de la bordure nord-est du Bassin de Paris, Thèse Sci. Nancy, 460 p.

LAPPARENT A. de (1885) - Traité de géologie, 2^e éd., Paris F. Savy, 1504 p. 912-916.

LEVALLOIS J.J. (1862) - Aperçu sur la constitution géologique du département de la Meurthe. Note à l'appui de la carte géologique du département exécutée d'après la carte du dépôt de guerre, Vve Raybois, Nancy, 60 p.

LEVALLOIS J.J. (1835) - Identité des formations qui séparent dans la Lorraine et dans la Souabe le calcaire à gryphites (Lias) du Muschelkalk. *Mém. Soc. géol. de France*, t. 2, 1^{ère} série, 1. Imp. F.G. Levraut, Paris, Strasbourg, 28 p.

LEVALLOIS J.J. (1846) - Mémoire sur le gisement de sel gemme dans le département de la Moselle et sur la composition du terrain du Muschelkalk en Lorraine. Grimblot et Vve Raybois, Nancy, 29 p.

MOUSTERDE R. (1980) - L'Hettangien, in Les étages français et leurs stratotypes. Comité Français de Stratigraphie, Mém. BRGM, Ed. BRGM, Orléans, n° 109, 295 p. 43-49.

PIETTE E. (1870) - Réponse à la note de M. Meugy : Sur le Lias (séance du 2/5/1870), *Bull. Soc. géol. France*, t. 27, 2^e série, p. 602-615.

RENEVIER E. (1864-1865) - Notice géologique et paléontologique sur les Alpes vaudoises et les régions environnantes. Infralias et zone à *Avicula contorta*. *Bull. Soc. Vaudoise Sci. Nat.*, Lausanne, t.8, 51-52-53, 39-97.

SAUVAGE C. et BUVIGNIER A. (1842) - Statistique minéralogique et géologique du département des Ardennes. Trécourt Imp., Mézières, 554 p.

SCHLUMBERGER (1888) - Notice nécrologique sur M. Terquem, *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2^e s, t. 16, p. 459-465.

SIMON V. (1831) - Notice sur le grès d'Hettange près de Thionville. *Mém. Acad. royale Metz*, 12^e année, p. 128-133.

TERQUEM O. (1846) - Observations sur le Lias du département de la Moselle. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, 4^e, p. 17-53.

TERQUEM O. (1852) - Note sur le grès d'Hettange. Compte rendu de la réunion extraordinaire à Metz (Moselle) du 5 au 17 Septembre 1852, *Bull. Soc. géol. France* (1851-1852-), 2^e série, t. 9, p. 573-579.

TERQUEM O. (1855) - Observation sur les études critiques des mollusques fossiles comprenant la monographie des myaires de M. Agassiz. Imp. F. Blanc, Metz, 109 p.

TERQUEM O. (1855) - Paléontologie de l'étage inférieur de la formation liasique de la province du Luxembourg, Grand Duché (Hollande) et de Hettange du département de la Moselle. Extrait du *Bull. Soc. géol. France*, t. 5, 2^e partie, Ed. F. Savy, Metz, 125 p.

TERQUEM O. (1855) - Observations sur les Gryphées du département de la Moselle. *Bull. Soc. Hist. nat. Moselle*, 7^e, p. 32-42.

TERQUEM O. et PIETTE E. (1862) - Le lias inférieur de la Meurthe, de la Moselle, du Grand duché de Luxembourg, de la Belgique, de la Meuse et des Ardennes, *Bull. Soc. géol. France*, 2^e série, t.19, 322-394.

TERQUEM O. et PIETTE E. (1865) - Le lias inférieur de l'Est de la France comprenant la Meurthe, la Moselle, le Grand Duché du Luxembourg, la Belgique et la Meuse. Extrait du *Bull. Soc. géol. France*, 2^e série, t.8, Ed. F. Savy, Metz, 175 p.

VIVENOT-LAMY (1894) - Mon histoire. Ed. Hennot et Godard., St Dizier, 151 p.

LE COTEAU DE SAUMUR : UNE COUPE DE RÉFÉRENCE POUR LE TURONNIEN DU SAUMUROIS

THE SAUMUR HILLSIDE : A TYPE SECTION FOR THE TURONIAN OF THE SAUMUROIS

par Francis AMEDRO*, Francis ROBASZYNSKI** & Guy BADILLET***

Résumé

L'implantation en 1998 d'une nouvelle route au pied du coteau situé à l'est du château de Saumur a dévoilé une coupe de 43 m d'épaisseur exposant une succession continue du Cénomanien supérieur («Couche d'argile») et une grande partie du Turonien (Fm. des Ardilliers, Fm. du Tuffeau de Saumur et Fm. des Sables de St-Hilaire *p.p.*). Des ammonites et des foraminifères assurent la position biostratigraphique. Une corrélation des formations et des ensembles lithologiques du Turonien dans les principaux affleurements en rive gauche de la Loire, entre Fontevraud et Gennes, est proposée et discutée.

Mots-clefs : coteau de Saumur, Cénomanien supérieur, Turonien, ammonites, foraminifères, formations, corrélations.

Abstract

In 1998, the construction of a new road on the border of the hillside East of the Saumur castle revealed a 43 m thick section showing a continuous succession of the Upper Cenomanian («Couche d'argile») and of the major part of the Turonian (Ardilliers Fm., Tuffeau de Saumur Fm. and St-Hilaire sands Fm. *p.p.*). Ammonites and foraminifers support the biostratigraphical position of the section. A correlation of the Turonian formations and other lithological units on the left side of the Loire river, between Fontevraud and Gennes, is proposed and discussed.

Key-words : Saumur hillside, Upper Cenomanian, Turonian, ammonites, foraminifera, formations, correlations.

INTRODUCTION.

Entre Fontevraud et Gennes, la rive gauche de la Loire est bordée, de part et d'autre de Saumur, par un coteau en tuffeau creusé d'innombrables carrières souterraines («les caves») et d'habitations troglodytes (fig. 1). L'extraction intense du tuffeau pour la construction, en particulier pendant la Renaissance, a ouvert des centaines de kilomètres de galeries souterraines dont certaines sont reconverties aujourd'hui en champignonnières ou en caves vinicoles. La célébrité géologique du Tuffeau de Saumur tient à l'excellence du matériau comme pierre de taille - d'une teinte claire et dorée très appréciée - mais également à la préservation remarquable de la macrofaune qui en a été extraite. La richesse en ammonites a été révélée au XIX^e siècle par d'Orbigny (1840-1842, 1850) et surtout par Courtiller (1867, 1868). L'ensemble du matériel a fait l'objet de révisions récentes par Kennedy & Wright (1979a, 1979b, 1981), Kennedy, Wright & Hancock (1980a, 1980b, 1980c), Amédro & Badillet in Robaszynski coord. *et al.* (1982) et Kennedy *et al.* (1984). Deux zones d'ammonites sont identifiées dans le

Tuffeau de Saumur : dans la moitié inférieure, l'Interval-Zone (IZ) à *Kamerunoceras turoniense*, dans la moitié supérieure l'IZ à *Romaniceras kallesi* (Robaszynski coord. *et al.*, 1982 ; Amédro, Badillet & Devalque, 1983 ; Amédro, Badillet & Robaszynski, 1988). Ces deux zones appartiennent à la partie moyenne du Turonien.

Si le Tuffeau de Saumur affleure largement dans les coteaux bordant la rive gauche de la Loire et dans les vallées adjacentes, il n'en est pas de même pour les autres formations du Turonien qui lui sont inférieures et supérieures. La succession des formations turoniennes de l'Anjou et du Saumurois a été établie

* 26 rue de Nottingham, 62100 CALAIS, France

** Faculté Polytechnique de Mons, Dépt. Mines-Géologie, 9 rue de Houdain, 7000 MONS, Belgique Francis Robaszynski @fpms.ac.be

*** CUNAU, 49350 GENNES, France.

par Courtiller (1867, 1868) et de Grossouvre (1889, 1900) puis précisée par Couffon (1936) mais aucune coupe lithologique complète n'a été décrite par manque d'affleurements continus. Pour pallier cette déficience, des levés lithologiques détaillés réalisés parallèlement à des récoltes d'ammonites ont été entrepris à travers tout le Saumurois par Amédéo & Badillet (1978), Robaszynski coord. *et al.* (1982) et Amédéo *et al.* (1988). La corrélation de l'ensemble des coupes partielles a abouti à la construction d'une suite lithologique composite de référence.

En 1998, d'importants travaux de terrassement menés en vue de la construction d'une nouvelle route au pied du château de Saumur ont entaillé le coteau dominant la Loire sur toute sa hauteur. Avec 43 mètres de succession en continu, la coupe dégagée est exceptionnelle, d'autant que sa base atteint les niveaux du Cénomanién terminal. Si l'on ajoute à cette coupe située à l'est du château de Saumur une section d'une vingtaine de mètres décrite par Robaszynski coord. *et al.* (1982), également au pied du château, mais au nord de celui-ci (fig. 1), on obtient une vision quasi complète des formations turoniennes de l'Anjou-Saumurois en plein cœur de la région, à Saumur même. La suite lithologique détaillée ci-dessous constitue une coupe type utilisable comme référence à valeur régionale.

LES DIVISIONS LITHOSTRATIGRAPHIQUES DU TURONIEN DE L'ANJOU-SAUMUROIS.

Trois grandes divisions lithologiques sont classiquement reconnues dans le Turonien de la vallée de la Loire entre Angers et Tours depuis les travaux de de Grossouvre (1889, 1900) et Couffon (1936), soit du bas vers le haut et au-dessus de la craie glauconieuse à *Terebratella carentonensis* du Cénomanién supérieur :

- une «Craie marneuse à *Inoceramus labiatus*» (Turonien inférieur) ;
- un tuffeau riche en ammonites, exploité comme pierre de taille, nommé «Tuffeau de Saumur» par de Grossouvre en 1900 (Turonien moyen *pars* et supérieur) ;
- des «Sables glauconieux», carbonatés (Turonien moyen *pars* et supérieur).

Ces divisions, à valeur de formations (cf. fig. 2), ont été utilisées pour la cartographie des feuilles au 1/50000 de Saumur (Alcaydé *et al.*, 1970) et de Chinon (Alcaydé, 1975). Plus récemment, Robaszynski coord. *et al.* (1982) et Amédéo *et al.* (1988) ont scindé le Turonien de l'Anjou, du Saumurois au Bugeois, en une succession d'ensembles lithologiques indexés

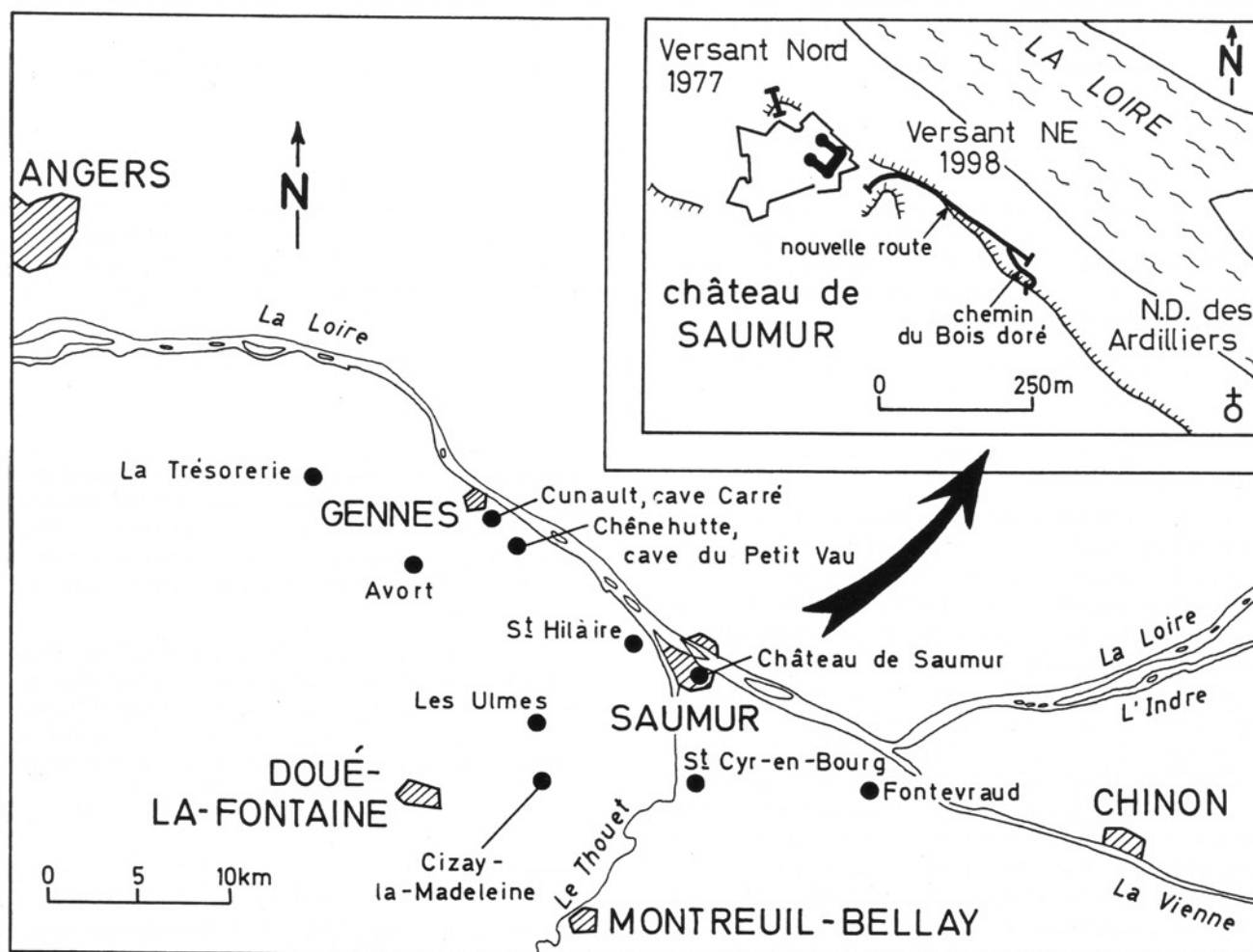


Fig. 1 : Localisation géographique du secteur étudié et situation des affleurements étudiés.
Geographical situation of the studied area and position of outcrops.


COUFFON 1936	ROBASZYNSKI <i>et al.</i> 1982 AMEDRO <i>et al.</i> 1988		ce travail	AMEDRO <i>in</i> ROBASZYNSKI <i>et al.</i> 1982	
	ensembles lithol.	caractères lithologiques		zones d'ammonites	étage
Sables sénoniens	H	sables grossiers blancs	"Sables sénoniens"	pas de récolte	T. CONIAC
	G	sables glauconieux grossiers			
Sables glauconieux	F	sables calcaires, glauconieux, fins	F. des Sables de SAINT-HILAIRE		T. S.
Tuffeau de Saumur	E	calcarénite à nodules siliceux	Formation du Tuffeau de SAUMUR	<i>Romaniceras kallesi</i>	TUR. MOYEN
	D	calcarénite plus ou moins indurée, riche en <i>Exogyra columba</i>		<i>Kamerunoceras turoniense</i>	
	C	calcarénite homogène 			
Craie marneuse	B	calcarénite et bancs marneux	Formation des ARDILLIERS	<i>Mammites nodosoides</i>	T. I.
	A2	calcarénite très glauconieuse		<i>Wat. coloradoense</i>	
Craie à <i>T. carenton.</i>				?	CENS.
Sables à <i>C. obt.</i> / Couche d'argile	A1	calcarénite sableuse / argile sableuse	"Couche d'argile"	<i>Metoicoceras geslinianum</i>	

Fig. 2 : Divisions anciennes et actuelles dans le Turonien du Saumurois.
Past and current subdivisions of the Turonian in the Saumurois.

par des lettres majuscules, l'usage de ces dernières permettant des corrélations plus fines à l'échelle régionale que les «formations» traditionnelles.

Les termes de «Craie marneuse» et de «Sables glauconieux» ne répondent plus aux règles actuelles de la nomenclature lithostratigraphique par l'absence de dénomination géographique dans la définition des formations (Hedberg, 1976 ; Rey coord., 1997). D'un autre côté, il n'existe pas de véritable faciès crayeux en Anjou et la «Craie marneuse» est en réalité une calcarénite micacée affectée par une certaine rythmicité correspondant à des alternances marne-calcarénite. De plus, la «Craie à *Terebratella carentonensis*» auct. apparaît dans la coupe du château de Saumur comme un simple banc de calcarénite riche en glauconie, gris verdâtre, de 0,20 m d'épaisseur et n'est en aucun cas une unité cartographiable.

La description détaillée de la suite lithologique du coteau de Saumur fournit aujourd'hui l'opportunité d'actualiser la nomenclature lithostratigraphique du Turonien de l'Anjou en définissant pour la première fois de façon précise la Formation du Tuffeau de Saumur dans sa localité-type et en créant deux nouvelles formations : la Formation des Ardilliers (sous le Tuffeau de Saumur) et la Formation des Sables de St-Hilaire (au-dessus). La comparaison des divisions anciennes et actuelles est présentée dans la figure 2. La définition des formations est donnée dans la description des coupes ci-dessous.

LITHOSTRATIGRAPHIE DU COTEAU DU CHATEAU DE SAUMUR.

Le coteau au sommet duquel est implanté le château de Saumur (XIV^e - XVI^e siècles) constitue un promontoire dominant la ville et la jonction entre la Loire et son affluent en rive gauche le Thouet (fig. 1). Sur le versant nord-est orienté vers la Loire, la partie supérieure du coteau est située à 48 m au-dessus des berges du fleuve.

Versant nord-est : coupe de 1998.

Les travaux routiers mis en oeuvre en 1998 à Saumur se sont développés à partir du pied des remparts du château pour descendre rapidement à flanc de coteau vers le sud-est en direction de l'église Notre-Dame des Ardilliers. La coupe se trouve immédiatement à l'est du château. Un chemin montant, dit «chemin du Bois doré» recoupe également la moitié inférieure de la succession (fig. 1). Les figurés lithologiques utilisés dans toutes les coupes sont illustrés dans la figure 3. Du bas vers le haut, la succession apparaît comme suit (fig. 4).

«Couche d'argile» sensu Couffon (1936).

= ensemble lithologique AI (Cénomanien supérieur *pars*); calcarénite argileuse (vue sur 2,40 m).






















	calcarénite		concrétions siliceuses
	niveau induré		glauconie
	hardground		sable quartzeux
	calcarénite meuble		grès à <i>Sabalites</i>
	sable carbonaté, glx		limonite
	calcarénite argileuse		<i>Exogyra columba</i>
	banc carbonaté		" <i>O.eburnea</i> ", " <i>O.rouvillei</i> "
	graviers phosph.		trigone
	bioturb. gréséifiées		<i>Rastellum</i>
	serpules		ammonite
			bryozoaires

Fig. 3 : Figurés lithologiques.
Lithological key.

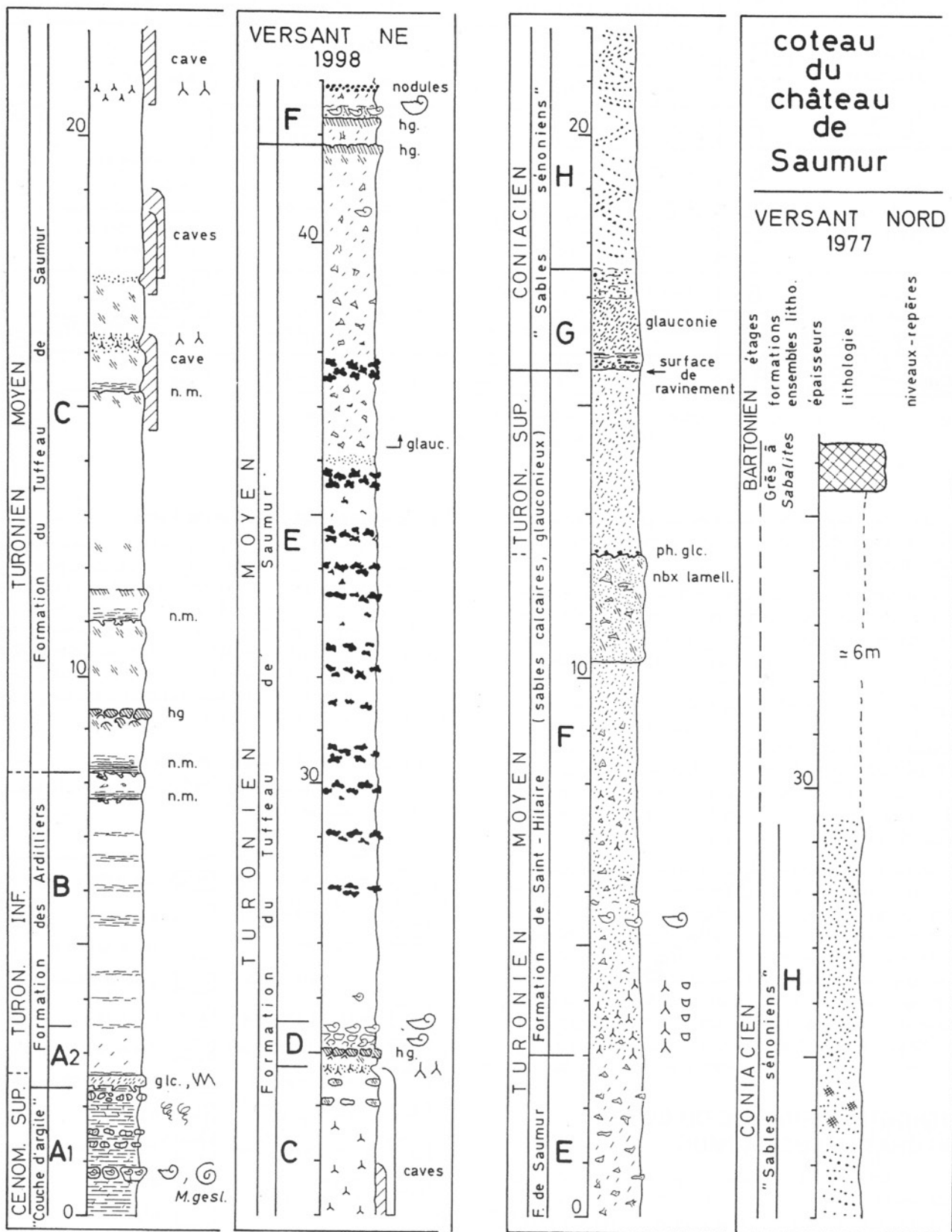


Fig. 4 : Lithologie des versants N et NE du coteau de Saumur de part et d'autre du château.
Lithological successions of the N and NE slopes of the Saumur hillside.

0 à 2,40 m : calcarénite argileuse, finement glauconieuse, gris-beige, tendre, entrecoupée par quatre bancs plus carbonatés se débitant pour les trois bancs inférieurs en concrétions pluri-décimétriques et pour le dernier en «nœuds» décimétriques par suite de la bioturbation. Le banc calcaire le plus inférieur visible dans la succession, entre les niveaux 0,60 m et 0,90 m, est plus épais que les autres (0,30 m) et contient des centaines d'exemplaires d'*Exogyra columba* de petite taille (1 à 2 cm). Ce banc est également riche en ammonites et a livré *Calycoceras naviculare* (Mantell) et des spécimens de *Metoicoceras geslinianum* (d'Orbigny) dont l'un est illustré à la fig. 5. Deux ammonites ont également été recueillies un peu plus haut dans le banc carbonaté situé entre 1,50 m et 1,60 m, soit : *Sciponoceras* sp. et *Euomphaloceras septemseriatum* (Cragin) illustré à la figure 5 ainsi qu'une petite *Exogyra columba*. A noter enfin que le banc à débit en «boules» entre 2,15 m et 2,30 m est plus riche en glauconie que les autres et de teinte gris verdâtre.

La matrice de la calcarénite argileuse contient, quant à elle, une macrofaune éparse avec quelques lamellibranches (*E. columba*, *Rastellum carinatum*, *Entolium orbiculare*, *Neitheia* sp.), des bryozoaires et un niveau d'abondance en serpules entre 2 m et 2,10 m. L'ensemble est bioturbé avec en particulier de nombreux *Chondrites* dans les 10 derniers centimètres.

Formation des Hardilliers (locus typicus)

= Ensembles lithologiques A2 et B (Cénomanien supérieur *pars* et Turonien inférieur) ; calcarénite marneuse, rythmée (5,80 m). = « Craie marneuse » *auct.*

Définition : calcarénite marneuse, rythmée. La formation est caractérisée par une cyclicité très nette. Les cycles, demi-métriques, montrent une alternance de bancs pluri-décimétriques de calcarénite gris pâle à l'état frais, jaune paille dans

les affleurements plus anciens, et de lits décimétriques également calcarénitiques, mais plus marneux, de teinte grise plus prononcée, et plus sensibles à l'altération.

La diminution de la teneur en glauconie vers le haut permet de reconnaître deux ensembles lithologiques dans la Formation des Ardilliers : à la base, un ensemble A2 à teinte gris-vert ; au-dessus, un ensemble B gris jaunâtre.

Ainsi conçue, la Formation regroupe les unités lithologiques nommées antérieurement (de façon un peu abusive en ce qui concerne l'utilisation du terme «craie» : «Craie à *Terebratella carentonensis*» et «Craie marneuse à *Inoceramus labiatus*».

Ensemble A2 (1,10 m)

2,40 m à 2,60 m : calcarénite très bioturbée, riche en glauconie, formant un banc à teinte verte prononcée, limitée à la base par une surface perforée pénétrant par terriers (*Thalassinoides*) dans la marne beige qui lui est inférieure et contenant encore quelques exogyres de 1 à 2 cm et surtout de très nombreux exemplaires de *Rastellum carinatum*. Cette description correspond à celle donnée par Couffon (1936) de la «Zone à *Terebratella carentonensis*» en Anjou.

2,60 m à 3,50 m : un cycle métrique débutant à la base par un mince lit de calcarénite argileuse passant rapidement vers le haut à un banc assez homogène de calcarénite finement glauconieuse gris-vert.

Ensemble B (4,70 m)

3,50 m à 8,20 m : intervalle à teinte générale grise, constitué par un ensemble rythmé de bancs demi-métriques de calcarénite légèrement micacée, séparés par des lits plus marneux pluri-centimétriques à décimétriques gris-bleu. Un niveau marneux nettement plus sombre surmonte à 7,70 m une surface perforée à *Thalassinoides* bien apparents.

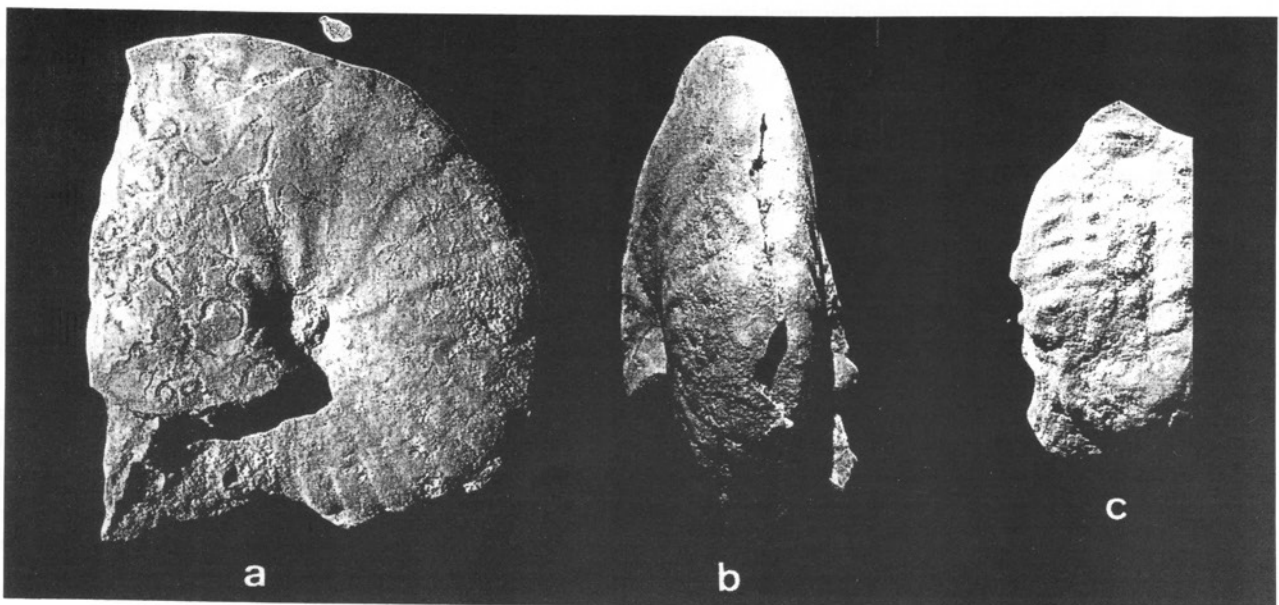


Fig. 5 : a,b : *Metoicoceras geslinianum* (d'Orbigny, 1850) recueilli à la base du coteau du château de Saumur au niveau 0,80 m, dans la « Couche d'argile » *sensu* Couffon (1936) datée du Cénomanien supérieur, zone à *M. geslinianum* ; c : *Euomphaloceras septemseriatum* (Cragin, 1893) du même gisement, au niveau 1,50 m. Les deux spécimens déposés dans la collection F.A. à Calais sont figurés grandeur nature.

a,b : *M. geslinianum* collected near the base of the Saumur hillside at the level 0.80 m in the «Couche d'argile» *sensu* Couffon (1936), Upper Cenomanian in age ; c : *E. septemseriatum*, from the same outcrop, at the level 1.50 m. The two specimens from the F.A. collection in Calais are figured full scale.

Formation du Tuffeau de Saumur (locus typicus)

= ensembles lithologiques C, D et E (Turonien inférieur et moyen *pars*); tuffeau (vu sur 34 m).

La dénomination «Tuffeau de Saumur» a été créée par de Grossouvre (1900) en considérant l'association d'ammonites que l'on y trouve : «*Ammonites Revelieri*, *A. peramplus*, *A. cephalotus*, *A. salmuriensis*, *A. Fleuriausi*, *A. cf. Woolgari* et *A. cf. ornatissimum*», mais sans définition de ses limites lithologiques. Cette imprécision est levée aujourd'hui. La présence ou l'absence de concrétions silicifiées («chenards») et l'existence dans la partie moyenne de la Formation du niveau repère «Liron» conduisent à distinguer trois ensembles lithologiques dans la Formation du Tuffeau de Saumur :

- Ensemble C : tuffeau jaunâtre vers le bas et jaune pâle, finement micacé, dans lequel sont creusées la plupart des caves du Saumurois et nommé régionalement «tuffeau exploitable» ;
- Ensemble D : caractérisé par le développement d'une ébauche de hardground surmonté par un horizon simple ou double avec nombreuses *Exogyra columba* («Liron» suivant la terminologie locale = St-Cyr-en-Bourg Fossil Bed de Hancock, Kennedy & Wright, 1977). Ce niveau durci a souvent été utilisé comme toit des caves lors de l'exploitation souterraine du tuffeau ;
- Ensemble E : tuffeau fin, micacé, chargé de cherts ou de «chenards» disposés soit en lits de concrétions siliceuses branchues de 3 à 8 cm, soit en nodules siliceux épars, globuleux, pouvant atteindre une dimension de 30 cm. La partie supérieure de l'ensemble E est relativement friable et se charge en glauconie fine, ce qui lui confère une teinte gris verdâtre. Cet ensemble est fréquemment coiffé par un ou plusieurs hardgrounds.

Ensemble C (16,60 m)

8,20 à 11,60 m : intervalle franchement jaunâtre, débutant par un niveau pluridécimétrique très apparent de marne gris sombre pénétrant par terriers (*Thalassinoides*) le sommet du cycle sous-jacent, répétant ce qui est décrit à 7,70 m. Plusieurs horizons de teinte jaunâtre prononcée sont irrégulièrement indurés, l'un d'entre eux devenant une ébauche de hardground (à 11,60 m) et un autre étant franchement un hardground épais de 30 cm (à 9,40 m).

11,60 m à 15,50 m : calcarénite plus massive, jaune pâle, surmontée par une passée finement calcarénitique et argileuse de 0,20 m d'épaisseur entre 15,30 m et 15,50 m.

15,50 m à 24,00 m : tuffeau homogène, jaune pâle, finement micacé, avec quelques passées cohérentes à la base et plusieurs intervalles riches en bryozoaires.

24,00 m à 24,50 m : tuffeau identique au précédent, mais avec deux niveaux décimétriques bioturbés plus cohérents à 24,15 m et à 24,50 m.

24,50 m à 24,80 m : tuffeau plus grossier, friable, apparaissant en creux et rempli de débris de bryozoaires.

Ensemble D (0,70 m)

24,80 m à 25,10 m : tuffeau cohérent, durci dans les 15 cm supérieurs, limité au sommet par une surface perforée. Les terriers de *Thalassinoides* s'enfoncent sur 20 cm de profondeur.

25,10 m à 25,40 m : tuffeau bioturbé, non cohérent, limité au sommet par une surface perforée et taraudée de nombreuses perforations. Les macrofossiles sont abondants avec *Trigonia scabra*, *Pleurotomaria* et des concentrations locales d'*Exogyra columba* de petite taille (3 à 5 cm).

25,40 m à 25,50 m : tuffeau homogène, tendre, incluant un horizon riche en *E. columba* de grande taille (6 à 10 cm).

Ensemble E (16,30 m)

25,50 m à 28 m : tuffeau homogène, jaune pâle, avec une petite *E. columba* à 26 m.

28 m à 36,20 m : tuffeau gris jaunâtre, finement micacé, bioturbé, parsemé de lits de petits nodules siliceux branchus gris bleuâtre. Un lit décimétrique un peu plus clair, paraissant plus friable, s'intercale à la limite supérieure de l'intervalle.

36,20 m à 41,40 m : calcarénite peu consolidée, mais tenant quand même en paroi subverticale, nettement plus riche en glauconie que les niveaux inférieurs, de teinte gris-vert et très bioturbée, les bioturbations étant grésifiées. Un lit pluri-décimétrique de cherts existe encore entre les niveaux 37,50 et 37,90 m.

41,40 m à 41,80 m : calcarénite glauconieuse, gris verdâtre, bioturbée, consolidée et durcie, passant dans les 20 cm supérieurs à un véritable hardground constitué de nodules grésifiés indurés de 3 à 5 cm. Nombreux moules internes de lamellibranches, en particulier de pholades, avec également une *E. columba* de 2 cm de diamètre.

Formation des Sables de Saint-Hilaire

Ensemble F (vu sur 1,20 m)

41,80 m à 42,30 m : calcarénite peu consolidée, riche en glauconie fine, gris verdâtre, passant dans les 25 cm supérieurs à un hardground.

42,30 m à 42,50 m : lit d'*Exogyra columba* de grande taille (6 à 10 cm) incluses dans une calcarénite finement glauconieuse, vert jaunâtre, bioturbée, cohérente, présentant la morphologie d'une ébauche de hardground. Des galets de grès glauconieux verdis sont inclus dans la masse, associés aux *Exogyres*, et d'autres sont posés sur la surface perforée du banc.

42,50 m à 43 m (fin de la coupe) : calcarénite peu consolidée et sables quartzeux, friables, glauconieux, verdâtres, contenant dans les 10 cm supérieurs un lit de nodules centimétriques grésifiés et des moules internes de petits lamellibranches.

Versant nord : coupe de 1977.

Des excavations creusées vers 1977 au pied nord du château de Saumur (fig. 1), face à la Loire, ont permis de suivre, au-dessus du Tuffeau de Saumur, une succession de couches correspondant aux «Sables glauconieux» *auct.* (Amédéo et Badillet, 1978 ; Robaszyński coord. *et al.*, 1982). Une coupe du coteau de Saumur, semblable à celle-ci, a été décrite par Courty en 1868 (*in* Couffon, 1936) sur le versant opposé au gisement actuel, vers la rivière Thouet. Du bas vers le haut, la succession visible en 1977 était la suivante :

Formation du Tuffeau de Saumur

partie sommitale = sommet de l'ensemble E (Turonien moyen *pars*) ; tuffeau.

Ensemble E (vu sur 3 m)

0 à 3 m : calcarénite glauconieuse très fine, gris-vert, friable, parsemée de bioturbations gréseuses parfois silicifiées formant des nodules branchus gris de 1 à 5 cm.

Formation des Sables de Saint-Hilaire

= ensemble F (Turonien moyen *pars* et Turonien supérieur); sables carbonatés, glauconieux, verdâtres (12,70 m).

La coupe type de la Formation de Saint-Hilaire est l'excavation du hangar Ackerman à St-Hilaire, qui présente l'avantage d'être toujours visible, malgré une épaisseur un peu plus réduite (9,40 m) qu'au château de Saumur. La description lithologique détaillée de cette section a été publiée par Amédéo *et al.* (1988).

Ensemble F (12,70 m)

3 à 10,30 m : sable carbonaté, fin, glauconieux, verdâtre, friable, à noyaux gréseux qui représentent des bioturbations consolidées.

Ce «tuffeau meuble» est très riche en bryozoaires et petites huîtres («*Ostrea eburnea*, *O. rouvillei*» *auct.*). Un lit d'*Exogyra columba* est présent entre les niveaux 5,50 m et 5,60 m. Il n'existe pas de limite franche entre les sables glauconieux de la Formation de St Hilaire et la Formation de Saumur mais une transition rapide s'établit sur environ 1 m d'épaisseur. Les critères utilisés pour séparer le sommet du Tuffeau qui est déjà franchement glauconieux et verdâtre, de la base des sables carbonatés, glauconieux, également verdâtres, sont d'une part le passage d'une calcarénite friable à un sédiment franchement meuble, d'autre part l'apparition de nombreuses petites huîtres.

10,30 m à 12,30 m : grès calcaire glauconieux, jaune verdâtre, taraudé de perforations remplies de glauconie et recouvert d'un enduit glauconieux avec de petits graviers phosphatisés. Les 60 cm du sommet sont très fossilifères : *Cardium*, *Arca*, *Trigonia*, *Cyprina*, Ostréidés, Bryozoaires, ...

12,30 m à 15,70 m : sable micacé, glauconieux, très fin, verdâtre à jaune paille par altération. La teneur en mica muscovite s'élève dans les 0,50 m supérieurs.

«Sables sénoniens»

= ensembles lithologiques G et H (Coniacien probable); sables quartzeux grossiers (vus sur 13,80 m).

La présence ou l'absence de glauconie conduit à différencier deux ensembles lithologiques dans les «Sables sénoniens» :

- ensemble G; très glauconieux, franchement vert ;
- ensemble H; dépourvu de glauconie.

Ensemble G (1,80 m)

15,70 m à 15,90 m : sables grossiers, glauconieux, avec graviers de quartz et débris d'huîtres.

15,90 m à 17,00 m : sables grossiers, très glauconieux, franchement verts, entrecoupés dans les 10 cm inférieurs de nombreux filets argileux.

17,00 m à 17,50 m : sables grossiers, micacés, lardés de filets argileux, limonitisés par altération de la glauconie et renfermant des fragments de petites huîtres.

Ensemble H (vu sur 12 m)

17,50 m à 29,50 m (fin de la coupe) : sables quartzeux grossiers, blancs, à stratifications obliques.

Après une lacune d'observation d'environ 6 m viennent les «Grès à *Sabalites*» d'âge tertiaire. La description du coteau de Saumur publiée par Courtiller en 1868 (*in* Couffon, 1936) pré-

sente une coupe identique à celle-ci, mais plus complète vers le haut avec, entre les sables quartzeux blancs grossiers et les Grès à *Sabalites*, 2 m de sables renfermant de nombreux fossiles dont une très grande quantité de spongiaires («Sables à spongiaires»).

Comparaison des coupes levées sur les versants nord et nord-est du coteau, de part et d'autre du château de Saumur.

La figure 6 donne une représentation schématique (et non une véritable coupe topographique et géologique) du coteau du château de Saumur vu à partir de la Loire. La coupe levée en 1998 sur le versant NE du coteau recoupe dans sa partie médiane une faille qui met face à face le long de la route les niveaux 18,30 (au SE) et 24,5 (au NW). Cette première faille d'un rejet vertical apparent de 6,20 m abaisse un compartiment nord. Une seconde faille beaucoup plus importante affecte la succession près du château. Les niveaux 36 à 43 visibles à la partie supérieure du coteau et à la naissance de la tranchée creusée au pied est des remparts du château sont mis brutalement en contact anormal vers le SW avec les «Sables sénoniens», sables blancs et grossiers. Le rejet vertical atteint ici environ 20 à 25 m avec, de nouveau, abaissement d'un compartiment nord qui correspond au promontoire sur lequel est situé le château de Saumur.

Remarques. Si le rejet vertical apparent est cerné avec une bonne approximation, le second paramètre de la faille, la direction, est en revanche plus difficile à apprécier en raison des remblais présents à la surface du sol. Les observations partielles réalisées suggèrent une direction approximative N15°-N25°, mais sans certitude absolue. Cette mesure n'est cependant pas incompatible avec la direction N25° de la faille cartographiée sur la feuille au 1/50 000 de Saumur à 2,5 km plus au SE, le long de la Loire en direction de Fontevraud (Alcaydé *et al.*, 1970).

D'un autre côté, l'effondrement spectaculaire d'un pan des remparts du château de Saumur en avril 2001 à la suite d'un glissement de terrain mérite d'être mentionné. L'événement a provoqué des dégâts considérables et concerne le versant nord du coteau au pied du château, c'est-à-dire la coupe publiée par Amédéo & Badillet en 1978, décrite de nouveau ici. Les remparts s'appuient plus ou moins directement sur les grès à *Sabalites* sous lesquels on trouve les sables grossiers du Coniacien (ensembles H et O) et les sables calcaires, glauconieux, fins du Turonien (ensemble F), soit une trentaine de mètres de sables meubles (fig. 6). Dans ce contexte, il n'est pas étonnant que les précipitations exceptionnelles survenues début 2001 aient contribué à déstabiliser les remparts.

Dans le détail, la corrélation des coupes des versants nord et nord-est n'est pas commode. En effet, on ne voit pas la continuité bien nette d'un élément lithologique de corrélation que pourrait constituer par exemple le hardground à 41,80 m qui sépare le tuffeau à nodules siliceux des sables glauconieux dans la coupe du versant nord-est. Ce hardground n'est pas présent dans la coupe du versant nord (mais réapparaît à St-Hilaire, à 3 km au NW de Saumur). Pour expliquer cette absence, on pourrait imaginer le scénario suivant : à la fin de la sédimentation du Tuffeau de Saumur, un phénomène de distension provoque un mini-graben de quelques mètres de dénivellation où se trouve impliqué le futur versant nord. Alors que des courants ralentissent la sédimentation et initient des hardgrounds sur le futur versant nord-est et à St-Hilaire, la sédimentation reste

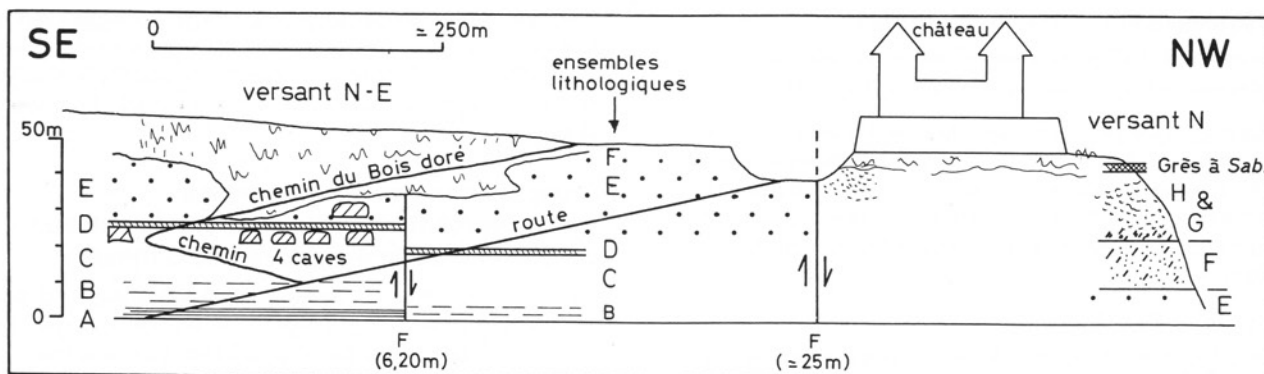


Fig. 6 - Représentation schématique du coteau du château de Saumur vu du fleuve Loire.
Sketch of the Saumur hillside, view from the Loire river.

continue dans le versant nord et apparaît plus épaisse, le niveau à *E. columba* à 5,5 m du versant nord pouvant alors correspondre au niveau à *E. columba* à 42,3 m du versant nord-est.

LES FORAMINIFÈRES (COUPE DU VERSANT N-E).

Sur les 43 mètres de la coupe du versant N-E du coteau du château de Saumur, 41 échantillons ont été prélevés avec une maille serrée de 2 à 3 dm dans la partie basale (Cénomanien terminal- Turonien inférieur) et tous les 2 à 3 m dans la partie tuffacée (Turonien moyen).

Préparation des échantillons.

Après une désagréation modérée au marteau, le matériel séché est plongé dans de l'eau additionnée de 10% de polyphosphate de type Calgon et remué à la brosse rotative lente pendant 2 heures. Un lavage sous eau sur tamis de 0,053 mm permet de récupérer le résidu. Ce dernier, après séchage, est semé sous hotte sur une solution alcoolique (xylol) de bromoforme ($d = 2,14$). Dans le flottant se trouvent concentrés la plupart des microfossiles calcaires dont les foraminifères. Ce flottant, décanté sur un petit tamis, est séché en étuve à 120° sous hotte aspirante pendant 3 heures puis classé en tamis de 0,4 - 0,3 - 0,2 et 0,15 mm. L'essentiel des foraminifères déterminables se trouve sur ces tamis et peut-être examiné sous la loupe binoculaire.

Observations générales.

La distribution verticale des foraminifères ainsi que d'autres éléments figurés est présentée à la figure 7.

Les échantillons se répartissent en 3 catégories qui suivent sensiblement les subdivisions lithologiques :

- la «Couche d'argile» est la plus riche en foraminifères, tant planctoniques que benthiques ; en outre, elle contient d'assez nombreux ostracodes lisses et ornés ainsi que des bryozoaires - et de la glauconie ;
- la Formation des Ardilliers («Craie marneuse» *auct.*) est encore assez riche en foraminifères mais la diversité est moins élevée ;
- le Tuffeau de Saumur est beaucoup plus pauvre en foraminifères et les formes planctoniques sont très rares ; en revanche, des fragments de bryozoaires sont souvent présents de même que des spicules de spongiaire en opale parfois très abondants dans plusieurs niveaux un peu plus marneux.

Commentaires.

Les Rotalipores se trouvent uniquement dans la «Couche d'argile». Ils sont associés à d'autres genres planctoniques tels les *Praeglobotruncana*, *Dicarinella* et *Whiteinella* qui sont communs au Cénomanien supérieur et au Turonien inférieur tandis que *Rotalipora cushmani* caractérise le Cénomanien. Les dernières Rotalipores ont été repérées dans l'échantillon à 2,3 m juste sous le banc glauconieux de 0,20 m d'épaisseur formant la base de la Formation des Ardilliers (base de A2).

La Formation des Ardilliers («Craie marneuse» *auct.*) voit encore des *Praeglobotruncana*, *Dicarinella* et *Whiteinella*. Au sein même de la Formation apparaissent les premières *Marginotruncana* : *M. cf renzi*, *M. cf marianosi* (rares). Dans le dernier mètre de la Formation, il faut noter l'apparition de *Whiteinella* dont les loges présentent un aplatissement du côté spiral et tendent vers *Wh. praehelvetica*. Ceci correspond d'ailleurs à ce qui avait déjà été observé dans la «Craie marneuse» de l'ancienne carrière de La Trésorerie (Robaszynski *et al.*, 1982, p. 144).

Dès l'apparition du faciès tuffeau, les foraminifères deviennent rares. Toutefois, plusieurs échantillons correspondent à de petits niveaux en creux plus marneux ont livré quelques spécimens significatifs tels que *Wh. praehelvetica* dont la fréquence la plus élevée marque le Turonien inférieur et moyen dans le monde.

Comme les foraminifères planctoniques, les foraminifères benthiques sont présents dans toute la coupe avec des fréquences maximales dans la «Couche d'argile» et régulièrement décroissantes jusqu'au sommet du Tuffeau de Saumur. Les formes communes à l'ensemble des formations appartiennent aux genres *Lenticulina*, *Arenobulimina*, *Marssonella* qui indiquent un milieu de moyenne à faible profondeur, de type plateforme externe parfois sublittoral. La «Couche d'argile» contient en outre d'autres genres tels *Nodosaria*, *Fronicularia*, *Marginulina*, *Dentalina*, *Spiroplectamina* signalant des milieux aérés mais ouverts sur le large par la présence de nombreuses formes planctoniques.

Zonation.

Si l'on voulait établir une zonation comparable à celle définie dans des milieux de sédimentation où les foraminifères planctoniques abondent, on pourrait proposer la suivante :

Liste des échantillons étudiés : CH 0,1 - 0,3 - 0,5 - 0,7 - 1 - 1,2 - 1,5 - 1,7 - 2 - 2,3 - 2,7 - 2,9 - 3 - 4 - 5,5 - 7 - 7,8 - 8,3 - 8,8 - 10 - 11,2 - 12 - 13 - 14 - 15 - 15,3 - 16 - 17 - 17,3 - 18,5 - 20 - 23,5 - 24,6 - 25,2 - 27 - 30 - 33 - 35,6 - 36,6 - 41,9 - 42,3

DE GENNES A FONTEVRAUD : CORRELATIONS DANS LE TURONIEN DE LA RIVE GAUCHE DE LA LOIRE.

De nombreuses coupes ont été décrites durant les vingt dernières années dans le Turonien de l'Anjou par Amédéo & Badillet (1978), Robaszynski coord. *et al.* (1982) et Amédéo *et al.* (1988), mais aucune n'a recoupé la totalité des formations turoniennes.

La description lithologique détaillée du coteau de Saumur améliore sensiblement la connaissance de la suite stratigraphique du Saumurois et permet de préciser les corrélations dans un cadre régional.

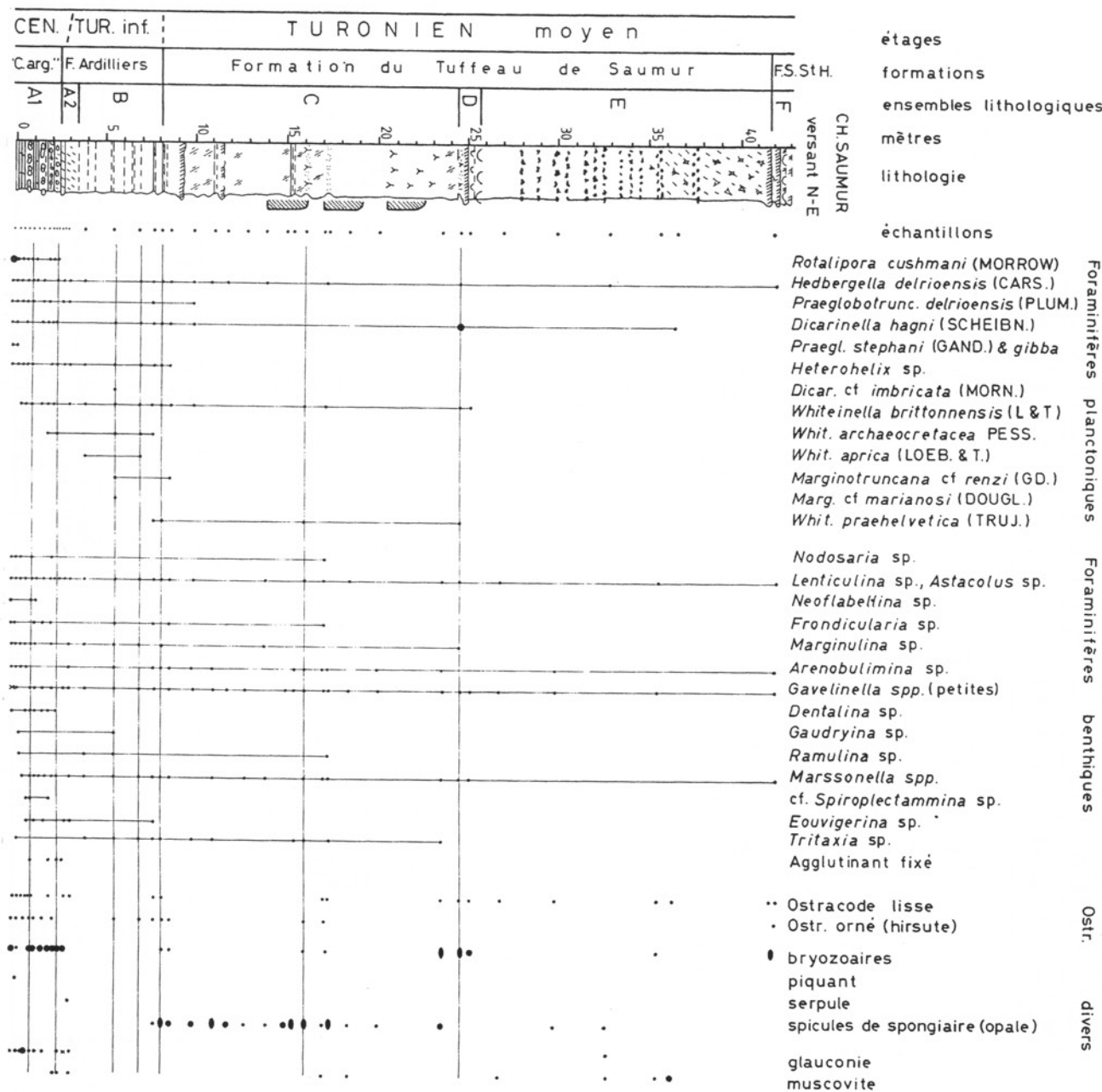


Fig. 7 : Distribution verticale des foraminifères, autres microfossiles et éléments divers dans la coupe du versant NE du coteau de Saumur.
Vertical distribution of foraminifera, other microfossils and varied elements in the section at the NE slope of the Saumur hillside.

Correlations in the Turonian of the left side of the Loire river between Fontevraud and Gennés.

La figure 8 présente une comparaison entre les coupes les plus significatives situées de part et d'autre de Saumur le long du coteau bordant la rive gauche de la Loire entre Fontevraud et les environs de Gennes. Les carrières de la Trésorerie et d'Avort, localisées aux abords de Gennes (fig.1), ont été décrites respectivement par Robaszynski coord. *et al.* (1982) et Amédéo *et al.* (1988). Les sections de Chenehutte-Petit Vau, St-Hilaire et Fontevraud sont extraites des mêmes publications. L'examen de la figure 8 amène un certain nombre de remarques concernant la suite des formations et des ensembles lithologiques.

Formation des Ardilliers (calcarénite marneuse, rythmée).

Ensemble A2. L'épaisseur de l'ensemble A2 est mesurée pour la première fois. Avec seulement 1,10 m au coteau de Saumur, l'intervalle où la glauconie donne une teinte gris-vert à la calcarénite aux confins de la limite Cénomaniens-Turonien est très réduit.

Ensemble B. Le développement d'une rythmicité très apparente est la principale caractéristique de l'ensemble B. La limite supérieure de l'ensemble est soulignée dans toutes les coupes par un niveau marneux décimétrique bien marqué, suivi d'un banc plus cohérent ou d'un hardground. Les récoltes d'ammonites réalisées dans la carrière de la Trésorerie (*Mammites nodosoides* 2,50 m sous la marne ; *Spathites* (*Jeanrogericeras*) *reveliereanus* 0,50 m au-dessus) montrent que l'on se trouve non loin de la limite Turonien inférieur-Turonien moyen, dans une position stratigraphique équivalente à celle du Lulworth Marl des craies du Nord de la France et du Sud de l'Angleterre, qui est surmonté lui-même d'un hardground (Gale, 1996 ; Amédéo & Robaszynski, 2001 b). De façon semblable à ce que l'on observe dans le Cénomaniens (Gale, 1995 ; Amédéo & Robaszynski, 2001 a), certains événements sédimentaires présentent peut-être une extension géographique très grande dans le Turonien inférieur du bassin anglo-parisien. Un autre indice d'événement commun avec les successions crayeuses des falaises de la Manche est l'existence entre les niveaux + 2 m et + 4 m à la carrière de la Trésorerie, dans la zone d'ammonite à *Mammites nodosoides*, d'un banc riche en *Inoceramus mytiloides* identique à celui décrit dans le Boulonnais, le Kent et le Sussex par Mortimore (1986), Gale (1996) et Amédéo & Robaszynski (2001 b). A noter que la recherche de ce niveau-repère n'a pas été possible ni à la carrière de Fontevraud, dont le palier inférieur est partiellement comblé, ni au coteau de Saumur, en raison des contraintes liées au déroulement du chantier. Le banc a en revanche été bien dégagé il y a une vingtaine d'années aux Ulmes, à 8 km au SW de Saumur (fig.1), où il a fourni une faune d'inocérames remarquablement bien conservée, illustrée par Sornay in Robaszynski coord. *et al.* (1982).

Formation du Tuffeau de Saumur

Ensemble C. Contrairement à la calcarénite rythmée de l'ensemble B, le «tuffeau exploitable» apparaît comme une couche d'une dizaine de mètres d'épaisseur de calcarénite relativement homogène dans laquelle la cyclicité n'est pas ou peu apparente. Quelques passées cohérentes, qui peuvent être l'écho des ébauches de hardgrounds connues dans les craies noduleuses de même âge du Nord de la France et du Sud de l'Angleterre, existent encore dans les tout premiers mètres de l'ensemble C.

Ensemble D. La faible épaisseur de l'ensemble D (1 m à 1,50 m) rend nécessaire un agrandissement de l'intervalle pour en suivre l'évolution latérale. La corrélation de l'ensemble D tout au long du coteau bordant la rive gauche de la Loire entre Gennes et Fontevraud est présentée dans la figure 9. Dans le secteur de Gennes, la carrière d'Avort et la cave Carré à Cunault ont été décrites en détail par Robaszynski coord. *et al.* (1982) et Amédéo *et al.* (1988). La suite lithologique visible dans la carrière Hardouin à Fontevraud a été publiée dans les mêmes travaux, mais le levé de l'ensemble D se révélant d'une précision inférieure aux coupes actuelles, une description nouvelle en est donnée ci-dessous.

L'ensemble D à la carrière Hardouin à Fontevraud.

Du bas vers le haut, la coupe partielle prise à partir du niveau de 17 m dans le métrage de Robaszynski coord. *et al.* (1982) est la suivante.

Ensemble C : de 17 m à 17,30 m : tuffeau homogène, jaune pâle, induré dans les 10 cm supérieurs et limité au sommet par une surface perforée ; de 17,30 m à 17,60 m : tuffeau homogène, jaune pâle, avec un niveau décimétrique bioturbé, plus cohérent, entre 17,50 m et 17,60 m ; de 17,60 m à 17,80 m : calcarénite très friable, apparaissant en creux dans le front de taille et contenant quelques bryozoaires épars.

Ensemble D : de 17,80 m à 18,65 m : tuffeau homogène, jaune pâle, limité au sommet par une surface perforée. Les 20 cm supérieurs sont plus cohérents et taraudés de terriers de type *Thalassinoides* ; de 18,65 m à 18,95 m : tuffeau bioturbé mais non durci, de teinte franchement jaune, riche en trigonies, inocérames et contenant quelques *Exogyra columba* éparses. La limite supérieure est soulignée par une surface perforée.

Ensemble E : de 18,95 m à 20,50 m (fin de la coupe partielle) : tuffeau homogène, jaune pâle, tendre.

Les 3 unités de l'ensemble D.

A l'échelle de l'Anjou, Amédéo, Badillet & Robaszynski (1988) ont défini trois unités lithologiques dans l'ensemble D, soit du bas vers le haut :

- unité i : calcarénite cohérente correspondant à une ébauche de hardground, limitée au sommet par une surface perforée ;
- unité ii : calcarénite caractérisée par la présence de nombreux *Exogyra columba* de petite taille (3 à 6 cm) et de *Trigonia scabra* ;
- unité iii : lit d'*E. columba* de grande taille (6 à 10 cm) inclus dans une calcarénite homogène, tendre.

La comparaison des coupes illustrée dans la figure 9 montre la continuité des unités i et ii dans tout le Saumurois. Si la corrélation de l'unité i qui surmonte de façon constante un niveau pluridécimétrique de calcarénite meuble riche en bryozoaires n'appelle pas de remarque particulière, en revanche l'unité ii montre une variation latérale de faciès. Vers le NW, dans le secteur de Gennes, il s'agit d'une calcarénite homogène, tendre. Vers le SE, à Saumur et à Fontevraud, une surface perforée coiffe la calcarénite qui apparaît bioturbée dans sa totalité et contractée, mais non durcie comme on l'observe plus au sud vers St-Cyr-en-Bourg (Amédéo *et al.*, 1988). L'unité iii n'est quant à elle pas reconnaissable au delà de Saumur en direction de Chinon en raison de la discontinuité du lit d'*Exogyra columba* de grande taille. La corrélation détaillée des coupes permet ainsi de mieux comprendre l'évolution latérale de l'ensemble D.

sur 30 km de distance tout au long du coteau bordant la rive gauche de la Loire.

L'Ensemble E.

La calcarénite chargée de «chenards» définissant l'ensemble E montre à la fois d'importantes variations d'épaisseur suivant les affleurements (au moins 22 m à Saumur, seulement 6 m à Avort) et une modification graduelle de faciès du bas vers le haut. La partie inférieure, formant le plus souvent la masse principale de l'ensemble E, est constituée par une calcarénite jaune pâle riche en concrétions siliceuses disposées en lits dans la plupart des cas. La partie supérieure, de teinte jaune verdâtre, est caractérisée par une teneur élevée en glauconie et montre de

nombreuses bioturbations gréseuses parfois silicifiées formant des nodules branchus gris de 1 à 5 cm. La continuité spatiale de cet intervalle glauconieux, très développé au château de Saumur, n'avait pas été mise en évidence jusqu'à présent. Il s'agit du «Tuf à noyaux siliceux» cité par Couffon (1936) en quelques points du Saumurois. Cet intervalle réalise la transition entre le tuffeau jaune pâle visible au-dessus du niveau des caves et les sables glauconieux et carbonatés de la Formation de Saint-Hilaire. C'est également là que se situent des hard-grounds observés au sommet du Tuffeau de Saumur à Chenehutte, St-Hilaire et au château de Saumur. Mais, curieusement, les niveaux indurés ne sont pas forcément situés dans les coupes où l'enregistrement sédimentaire est le plus réduit.

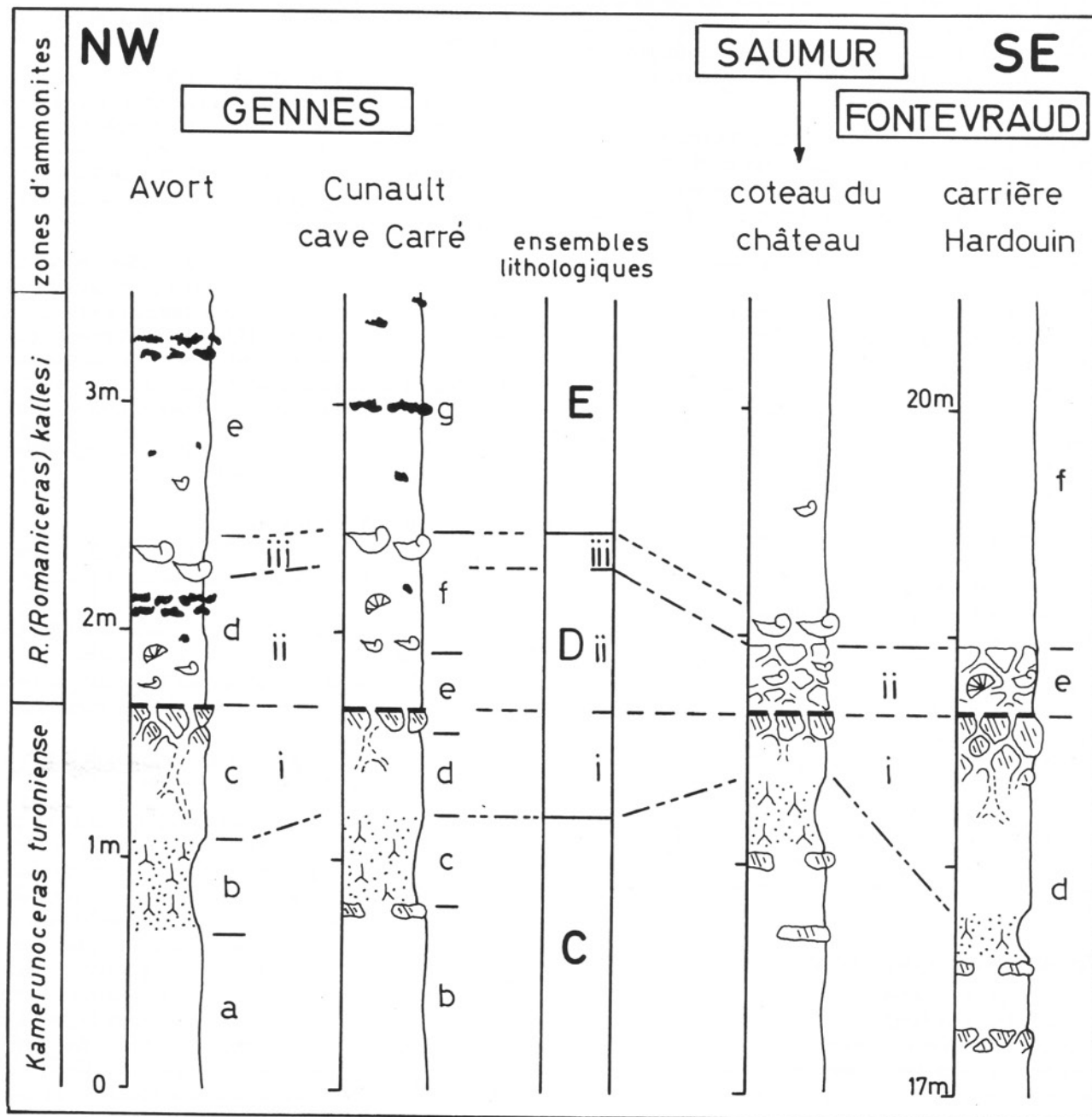


Fig. 9 : Corrélation dans l'ensemble D du Saumurois (partie moyenne du Tuffeau de Saumur).
Correlation in the lithological unit D in the Saumurois.

Ainsi, à Avort, le passage entre le Tuffeau de Saumur et les sables glauconieux de la Formation de Saint-Hilaire s'effectue de façon progressive. Les conditions de dépôt réalisées dans un milieu peu profond expliquent peut-être les variations rapides observées latéralement dans la lithologie.

Formation de Saint-Hilaire (sables glauconieux, carbonatés).

Ensemble F. Les sables glauconieux, carbonatés, parsemés de petits noyaux gréseux de la Formation de Saint-Hilaire sont particulièrement riches en bryozoaires et petites huîtres («*O. eburnea*» et «*O. rouvillei*» auct.). Comme pour le sommet de l'ensemble E, on observe ici des changements rapides d'épaisseur d'une coupe à l'autre. Au point de vue de la lithologie, un banc de grès calcaire très fossilifère s'intercale à Saumur dans la partie moyenne de la formation. Vers le nord-ouest, ce niveau gréseux s'amincit rapidement (St-Hilaire) et disparaît (Chenehutte). Enfin, un lit d'*Exogyra columba* de grande taille existe de façon discontinue (Saumur et Avort) dans la partie inférieure des sables glauconieux.

Les sables grossiers, quartzeux, très glauconieux à la base (ensemble G), blancs au-dessus (H), attribués au Coniacien n'ont pas fait l'objet d'observations nouvelles depuis les publications antérieures de Robaszynski coord. *et al.* (1982) et Amédéo *et al.* (1988) et n'appellent pas de commentaires particuliers.

CONCLUSION.

La construction d'une nouvelle route au pied du château de Saumur a dégagé en 1998 une coupe exceptionnelle de 43

mètres d'épaisseur sur toute la hauteur du versant NE du coteau orienté vers la Loire. Si l'on y ajoute une section complémentaire d'une quinzaine de mètres levée sur le versant nord du coteau en 1977, on obtient une vision quasi complète des formations turoniennes de la région d'Anjou-Saumurois, en plein coeur de la région, à Saumur même. La suite lithologique débute dans la partie supérieure de l'étage Cénomaniens, se développe dans tout le Turonien et atteint les premiers termes du Coniacien. Elle peut être considérée comme une coupe de référence du Turonien à l'échelle régionale, son épaisseur atteignant près de 55 mètres. La qualité de l'affleurement fournit l'opportunité d'actualiser la nomenclature lithostratigraphique par la création de trois formations, soit du bas vers le haut les :

- Formation des Ardilliers (= «Craie à *Terebratella carentonensis*» et «Craie à *Inoceramus labiatus*» auct.; «Craie marneuse» auct.);
- Formation du Tuffeau de Saumur ;
- Formation des Sables de Saint-Hilaire (= «Sables glauconieux» auct.).

Enfin, une corrélation des formations turoniennes affleurant le long du coteau bordant la rive gauche de la Loire est proposée de part et d'autre de Saumur sur une trentaine de km entre Gennes à l'ouest et Fontevraud à l'est.

Remerciements. La dactylographie du texte et le dessin des figures ont été assurés à la Faculté Polytechnique de Mons respectivement par Madame Ariane Fiévez et Monsieur Hector Lagniau, avec le soutien bienveillant du Professeur Christian Dupuis, Directeur du Service de Géologie. La photographie des ammonites a été réalisée par Monsieur Jean Dziudzia (Calais). Qu'ils en soient tous chaleureusement remerciés.

BIBLIOGRAPHIE

- ALCAYDE G. (1975) - Carte géologique au 1/50000, feuille de Chinon, BRGM édit.
- ALCAYDE G., BIGOT A. & FEYS R. (1970) - Carte géologique au 1/50000, feuille de Saumur, BRGM édit.
- AMEDRO F. & BADILLET G. (1978) - Répartition des ammonites dans quelques coupes du Turonien des environs de Saumur (Maine-et-Loire). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 286, p. 323-325.
- AMEDRO F., BADILLET G. & DEVALQUE Ch. (1983) - Biostratigraphie et biozonation des ammonites du Turonien français. *Mém. Mus. nat. Hist. nat.*, C, t. 49, p. 167-173.
- AMEDRO F., BADILLET G. & ROBASZYNSKI F. (1981) - Un horizon à *Pseudocalycoceras* (Ammonoidea) dans les Marnes à Ostracées de l'Anjou (Cénomanien supérieur). *Ann. Soc. géol. Nord*, t. 99, p. 491-498.
- AMEDRO F., BADILLET G. & ROBASZYNSKI F. (1988) - Le Turonien de l'Anjou : corrélations dans le Saumurois et le Baugeois. *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol. 25, n° 2, p. 5-14.
- AMEDRO F. & ROBASZYNSKI F. (2001 a) - Les craies cénomaniennes du Cap Blanc-Nez (France) au regard de la stratigraphie événementielle. Extension géographique de niveaux-repères du bassin anglo-parisien (Boulonnais, Kent, Normandie) à l'Allemagne du Nord. *Bull. Soc. Géol. Normandie Amis Muséum du Havre*, vol. 87, n° 223, p. 9-29.
- AMEDRO F. & ROBASZYNSKI F. (2001 b) - Les craies turoniennes du Boulonnais (France) au regard de la stratigraphie événementielle. Comparaison avec le Kent (UK) et la Normandie (F). *Bull. Soc. Géol. Normandie Amis Muséum du Havre*, vol. 87, n° 223, p. 31-49.
- COUFFON O. (1936) - La période crétacée en Anjou. *Rev. hydrogéol. Angevine*, 5^e année, p. 1-128.
- COURTILLER M.-A. (1867) - Les ammonites du Tuffeau. *Ann. Soc. Linn. Maine-et-Loire*, vol. 9, 8 p.
- COURTILLER A. (1868) - Catalogue du Musée de Saumur (Roches et fossiles). *Ann. Soc. Linn. Maine-et-Loire*, vol. 10, p. 1-86.
- GALE A.S. (1995) - Cyclostratigraphy and correlation of the Cenomanian stage in Western Europe. *Geol. Soc., spec. publ.*, vol. 85, p. 177-197.
- GALE A.S. (1996) - Turonian correlation and sequence stratigraphy of the Chalk in southern England. In HESSELBO S.P. & PARKINSON D.N. (eds), 1996, Sequence stratigraphy in British Geology. *Geol. Soc., spec. publ.*, 103, p.177-195.
- GROSSOUVRE A. de (1889) - Sur le terrain crétacé dans le Sud-Ouest du Bassin de Paris. *Bull. Soc. géol. France*, 3^e s., vol. 17, p. 475-525.
- GROSSOUVRE A. de (1900) - Crétacé de Touraine et du Maine. *Congr. Géol. Paris 1900*, 5, p. 1-10.
- HANCOCK J.M., KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1977) - Towards a correlation of the Turonian sequences of Japan with those of North-West Europe. *Palaeont. Soc. Japan, Spec. papers* n° 21, p. 151-168.
- HEDBERG H.G. (1976) - International stratigraphic guide. J. Wiley and Sons, London, 200 p.
- JEFFERIES R.P.S. (1963) - The stratigraphy of the *Actinocamax* plenus subzone in the Anglo-Paris Basin. *Proc. Geol. Ass.*, vol. 74, p. 1-33.
- JUIGNET P. (1974) - La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Aptien, Albien, Cénomanien de Normandie et du Maine. Le stratotype du Cénomanien. Thèse Univ. Caen, 810 p., 28 pl.
- KENNEDY W.J., AMEDRO F., BADILLET G., HANCOCK J.M. & WRIGHT C.W. (1984) - Notes on Late Cenomanian and Turonian ammonites from Touraine, Western France. *Cretaceous Research*, vol. 5, p. 29-45.
- KENNEDY W.J. & JUIGNET P. (1981) - Upper Cenomanian Ammonites from the Environs of Saumur, and the provenance of the types of *Ammonites vibrayeanus* and *Ammonites geslinianus*. *Cretaceous Research*, vol. 2, p. 19-49.
- KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1979a) - Vascoceratid ammonites from the type Turonian. *Palaeontology*, vol. 22, p. 665-683.
- KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1979b) - On *Kamerunoceras* Reymont, 1954 (Cretaceous : Ammonoidea). *J. Paleont.*, vol. 53, p. 1165-1178.
- KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1981) - Desmoceratacean ammonites from the type Turonian. *Palaeontology*, vol. 24, p. 493-506.
- KENNEDY W.J., WRIGHT C.W. & HANCOCK J.M. (1980a) - The European species of the Cretaceous ammonite *Romaniceras* with a revision of the genus. *Palaeontology*, vol. 23, p. 325-362.
- KENNEDY W.J., WRIGHT C.W. & HANCOCK J.M. (1980b) - Collignoniceratid ammonites from the Mid-Turonian of England and Northern France. *Palaeontology*, vol. 23, p. 557-603.
- KENNEDY W.J., WRIGHT C.W. & HANCOCK J.M. (1980c) - Origin, evolution and systematics of the Cretaceous Ammonite *Spathites*. *Palaeontology*, vol. 23, p. 821-837.
- MORTIMORE R.N. (1896) - Stratigraphy of the Upper Cretaceous White Chalk of Sussex. *Proc. Geol. Ass.*, vol. 97, p. 97-139.
- ORBIGNY A. d' (1840-1842) - Paléontologie française. Description des Mollusques rayonnés fossiles. Terrains Crétacés, 1-Céphalopodes. 662 p., Masson, Paris.
- ORBIGNY A. d' (1850) - Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés. (2), 428 p., Masson, Paris.
- REY J. coord. (1997) - Stratigraphie. Terminologie française. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, Mém. n° 19, 164 p.
- ROBASZYNSKI F. (coord.), ALCAYDE G., AMEDRO F., BADILLET G., DAMOTTE R., FOUCHER J.C., JARDINE S., LEGOUX O., MANIVIT H., MONCIARDINI C. & SORN Y J. (1982) - Le Turonien de la région-type : Saumurois et Touraine. Stratigraphie, biozonation, sédimentologie. *Bull. Centres Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, t. 6, p. 119-225.
- ROBASZYNSKI F., CARON M. et groupe de travail européen des foram. planct. (1979) - Atlas de foraminifères planctoniques du Crétacé moyen (mer boréale et Téthys). *Cahiers de Micropaléontologie*, C.N.R.S., Paris, fasc. 1979-1, 185 p., fasc. 1979-2, 181 p.

RESTES FOSSILES DE GRANDS REPTILES JURASSIQUES ET CRÉTACÉS DANS L'AUBE (FRANCE)

FOSSIL REMAINS OF LARGE JURASSIC AND CRETACEOUS REPTILES FROM AUBE (FRANCE)

par Eric BUFFETAUT *, Raymond TOMASSON ** et Haiyan TONG*

Résumé

L'exploitation de carrières d'argile et de grèves calcaires, ainsi que les terrassements du canal d'amenée des eaux de l'Aube au Barrage-réservoir Aube, ont livré au cours de la fin de la seconde partie du XXe siècle les restes de grands reptiles du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur, sur les territoires de Dolancourt (ichthyosaure, Jurassique supérieur), Unienville (Barrémien inférieur, tortue marine, *Iguanodon*, elasmosauridé), « Courcelles » (commune de Clérey ; Albien moyen, plésiosaure) et Vallengny (Albien, ichthyosaure). S'ajoutant à des découvertes antérieures et à celles des départements limitrophes, ces restes fournissent des données nouvelles sur la faune de vertébrés du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur de l'Est du Bassin parisien.

Mots-clefs : Bassin parisien, Aube, Jurassique supérieur, Crétacé inférieur, Alluvions pléistocènes, Testudines, Dinosauria, Plesiosauria, Ichthyosauria.

Abstract

The exploitation of clay and limestone quarries, as well as excavation works in connection with the canal from the Aube River to the Aube reservoir, have yielded remains of Late Jurassic and Early Cretaceous reptiles during the last decades of the 20th century. The specimens come from Dolancourt (Late Jurassic ichthyosaur), Unienville (early Barremian sea turtle, *Iguanodon*, and elasmosaurid), "Courcelles" (Clérey; middle Albian plesiosaur) and Vallengny (Albian ichthyosaur). These finds are an addition to earlier ones, both from Aube and from neighbouring areas, and provide new evidence about the vertebrate fauna of the eastern Paris Basin in the Late Jurassic and Early Cretaceous.

Key-words : Paris Basin, Aube, Late Jurassic, Early Cretaceous, Pleistocene, alluvial deposits, Testudines, Dinosauria, Plesiosauria, Ichthyosauria.

GÉNÉRALITÉS GÉOGRAPHIQUES, PHYSIQUES ET GÉOLOGIQUES.

Les découvertes mésozoïques se situent dans la région orientale (sud-est) du Bassin parisien, dont le département de l'Aube couvre la partie ouest de l'actuelle Champagne méridionale avec la Haute-Marne s'étendant à l'est (fig. 1).

Dans l'Aube, les auréoles du Bassin parisien se développent du nord-est vers le sud-ouest, et on distingue d'est en ouest quatre ensembles dépendant de la constitution géologique de chacun des affleurements et des formations superficielles des vallées et plaines alluviales.

C'est dans les auréoles les plus orientales qu'ont été découverts les restes de ces vertébrés mésozoïques.

La première, bordant l'est du département de l'Aube, concerne les affleurements argilo-calcaires du Jurassique supérieur (Oxfordien, Kimméridgien et Tithonien) de la Côte des Bars au modelé karstique (dolines, lapiaz, cavités, rivières souterraines, résurgences, vallées sèches...) et souvent masqués par des dépôts périglaciaires (sols cryoturbés, gélifraction des roches, éboulis de versants : grèzes...).

La seconde auréole se rapporte à la Champagne humide en raison de la constitution de son sous-sol argileux, le plus sou-

* CNRS, 16 cour du Liégat, 75013 Paris. Eric.Buffetaut@wanadoo.fr

** 8, rue du Jarron. 10390 - CLEREY

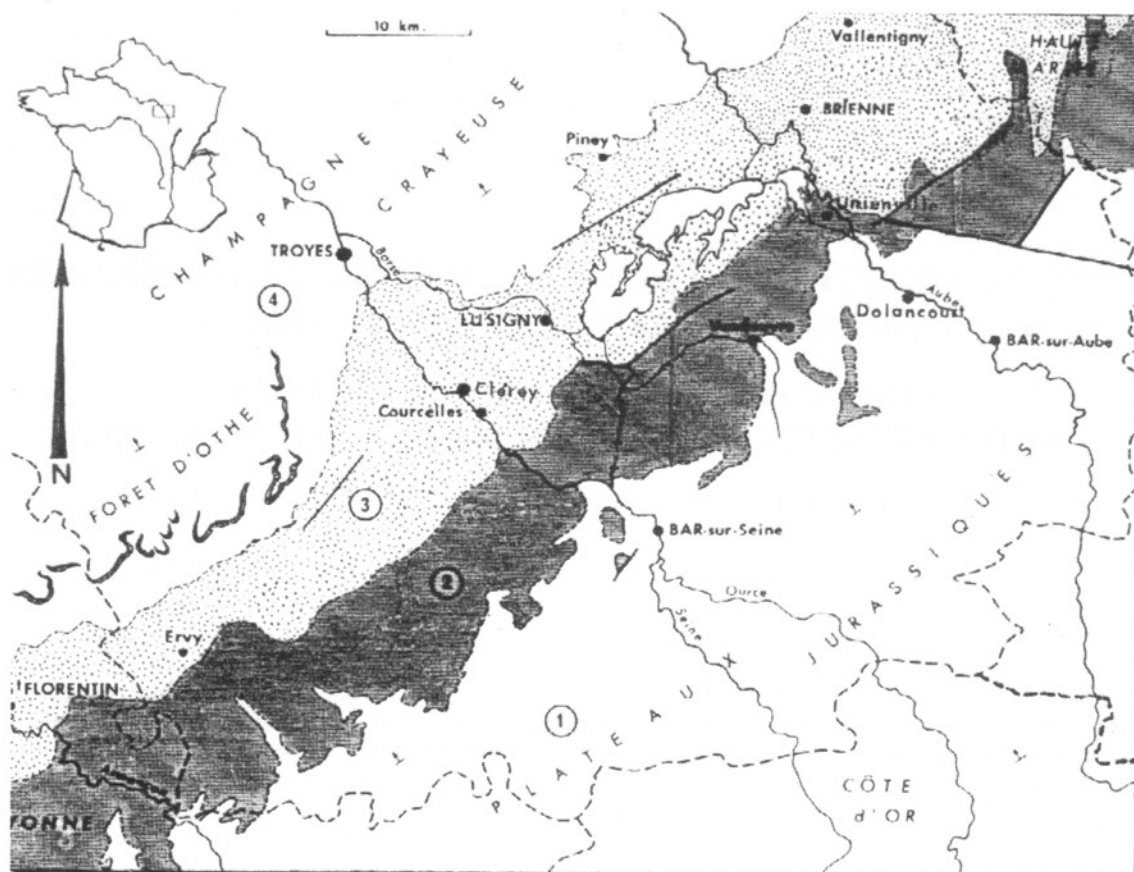


Fig. 1 : Localisation des sites fossilifères de Dolancourt, Unienville, Courcelles (commune de Clérey) et Vallentigny (Aube). 1 : auréoles du Jurassique supérieur ; 2-3 : Champagne humide, auréole infra-Albien (2), et auréole de l'Albien (3) ; 4 : Champagne sèche : auréole du Crétacé supérieur.

vent imperméable, du Crétacé inférieur (Valanginien, Hauterivien, Barrémien, Aptien et Albien).

La nature de ces terrains a favorisé la création de deux barages-réservoirs, modifiant totalement le paysage : Seine, de 1959 à 1965, et Aube, de 1983 à 1989. Ces formations ont aussi facilité le développement de marais, de mares, d'étangs naturels et artificiels dès le Moyen Age.

Au-delà de ces deux auréoles, succède à l'ouest et parallèlement, celle de la Champagne crayeuse où règne une véritable mosaïque de grandes cultures et de contrastes de couleurs avec les précédentes auréoles géologiques en fonction de la nature des sols et de la couverture végétale.

Cette Champagne crayeuse est bordée en extrémité du département par la quatrième auréole géologique qui se traduit dans le Nogentais par des lambeaux du Tertiaire jusqu'au pied du plateau de la Brie (Côte de l'Ile-de-France), affleurements que l'on retrouve aussi dans le Pays d'Othe (Colleté *et al.*, 1995).

LOCALISATION DES SITES PALÉONTOLOGIQUES, STRATIGRAPHIE, LITHOSTRATIGRAPHIE ET ETUDE SYSTÉMATIQUE DE LA FAUNE.

Comme nous l'avons mentionné plus haut, les sites paléontologiques se situent dans les auréoles du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur de la partie orientale du Bassin parisien.

Le gisement de Dolancourt

Dans l'ordre chronostratigraphique, le premier site étudié est celui de Dolancourt (Arrondissement de Bar-sur-Aube, canton de Vendevre-sur-Barse), qui se trouve à 8 km à l'ouest de Bar-sur-Aube et à 13 km à l'est de Vendevre-sur-Barse (voir dans la bibliographie les cartes correspondant à ce site et aux suivants en ce qui concerne leur localisation géographique et géologique).

Situé dans la haute vallée de l'Aube au lieudit « Les Gravières » où l'entreprise Parzy exploitait des matériaux alluvionnaires datés du Würm constitués de grèves calcaires provenant principalement du Tithonien et du Kimméridgien, fut découvert en juillet 1963 par – 3,60 m du terrain naturel (Alt. : 153,50 m) une vertèbre d'ichthyosaure (Collection R. Tomasson, fig. 2).

Description du spécimen :

Ichthyosauria indet.

Cette vertèbre présente des traces de roulage suggérant un transport fluvial. Elles se traduisent par la disparition des apophyses et une abrasion prononcée de l'ensemble du spécimen, qui est en outre fortement altéré. Ce centre vertébral de contour plus ou moins circulaire est fortement biconcave.

Diamètre : 63 à 69 mm.

Longueur du corps vertébral : 33 mm.

La forte concavité des faces articulaires et la brièveté du corps vertébral indiquent clairement qu'il s'agit d'une vertèbre d'ichthyosaure. Son état de conservation médiocre ne permet pas une identification plus poussée.

Les gisements d'Unienville

Les observations suivantes ont été réalisées de 1983 à fin 1985 à l'occasion des terrassements du canal d'aménée des eaux de l'Aube au barrage-réservoir Aube. Long de 4 655 m., son creusement sur 13 m de profondeur maximum a permis de mettre au jour et d'étudier le profil longitudinal et ceux parfois transversaux des terrains traversés, qui s'étagent du Tithonien à l'Aptien en passant par le Valanginien (?), l'Hauterivien et le Barrémien inférieur et supérieur, de dresser une coupe complète de ces deux derniers étages et de récolter de nombreux fossiles (Fricot *et al.*, 1983 ; Colleté et Fricot, 1989 ; Tomasson, 1994), dont quelques nouvelles espèces de Sélaciens dans le Barrémien supérieur (Biddle et Landemaine, 1988), et des foraminifères du Barrémien inférieur (Magniez-Jannin, 1984, 1989).

Le Barrémien inférieur a pu être observé sur plus de 2,5 km et 13 m d'épaisseur, de l'amont du pont du CD 46 (d'Unienville à Jessains) jusqu'aux abords amont du déversoir d'extrémité du canal, proche du pont du CD 443 (de Brienne-le-Château à Vendevre-sur-Barse).

La coupe de cette formation sédimentaire est constituée de bas en haut de plusieurs séquences marno-calcaires gris à bleu noirâtre à cassure luisante ; celles-ci sont alternées d'horizons fossilifères très riches en huîtres de toutes tailles (*Liostra leymerii* Deshayes et *Exogyra latissima* Lamarck, ...), de serpules, de débris coquilliers et de nombreux restes de Vertébrés marins et terrestres, qui pourraient être les résultats d'une incursion marine peu profonde de milieu infralittoral. Ceci est confirmé par les observations taphonomiques et paléocéologiques fournies par les études de foraminifères recueillis dans les Argiles ostréennes du canal d'aménée (Magniez-Jannin, 1984, 1989).

Ces couches barrémiennes sont des alternances de bancs calcaires lumachelliques ou marneux gris bleu très durs. Quelques

bancs d'argile sont devenus gris beige à gris jaunâtre par altération et au contact des alluvions pléistocènes.

L'ensemble des couches observées présente un pendage moyen de l'ordre de 4 à 5 %. Elles s'enfoncent progressivement vers le centre du Bassin parisien, comme le montrent les résultats des sondages de reconnaissance effectués avant les travaux (Archives de l'Institution Interdépartementale des barrages-réservoirs du Bassin de la Seine. 10500 - L'Etape-Mathaux).

Ces couches sont stratigraphiquement surmontées par les formations superficielles périglaciaires de la moyenne terrasse de l'Aube et un fort dépôt de limon de colluvionnement (Tomasson, 1995).

C'est dans les Argiles ostréennes du canal d'aménée (dont l'un des lits d'huîtres était épais de 25 cm) qu'ont été découverts des restes de reptiles fossiles (collection R. Tomasson) en trois endroits du territoire d'Unienville (arrondissement de Bar-sur-Aube, canton de Vendevre-sur-Barse), situé à 8 km au sud de Brienne-le-Château et à 13 km au nord de Vendevre-sur-Barse.

La première découverte a été réalisée le 12 juin 1984 sur le lieudit « Les Fleuriottes », entre les profils en travers P. 78 et P. 79 du canal d'aménée, côté rive droite. A - 5,34 m du terrain naturel (Alt. : 148,12 m) et par - 1 40 m du toit du Barrémien inférieur (Alt. : 144,18 m) a été recueilli un fragment d'humérus de chélonien.

La seconde découverte faite le 10 septembre 1985 à 137 m en aval de la précédente, toujours dans la contrée « Les Fleuriottes », se trouvait au droit du profil 84 rive gauche par - 6,27 m du terrain naturel (Alt. : 147,85 m) et à - 4,30 m du toit du Barrémien inférieur (Alt. : 145,88 m). Il s'agit de l'extrémité proximale d'une fibula droite de dinosaure.

Quant à la troisième découverte, du 11 août 1984, elle est à 175 m en aval du profil en travers 84. Elle se situe dans la partie centrale du profil en travers 91, au lieudit « Les Barrières ». Il s'agit d'une vertèbre de plésiosaure incomplète, qui fut recueillie par - 5,74 m du terrain naturel (Alt. : 147,85 m) et à - 3,25 m du toit du Barrémien inférieur (Alt. : 145,36 m).

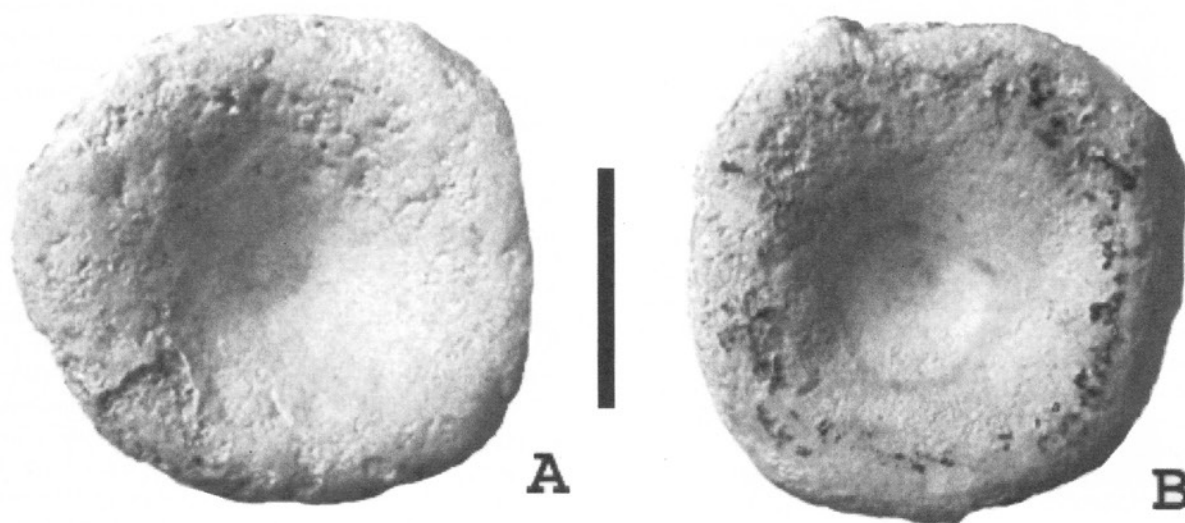


Fig. 2 : Dolancourt, « Les Gravières », Aube. Jurassique supérieur remanié. Vertèbre d'ichthyosaure, vues des faces articulaires du centrum (A et B). Récolte et collection R. Tomasson. Cliché E. Buffetaut. Barre d'échelle : 30 mm.

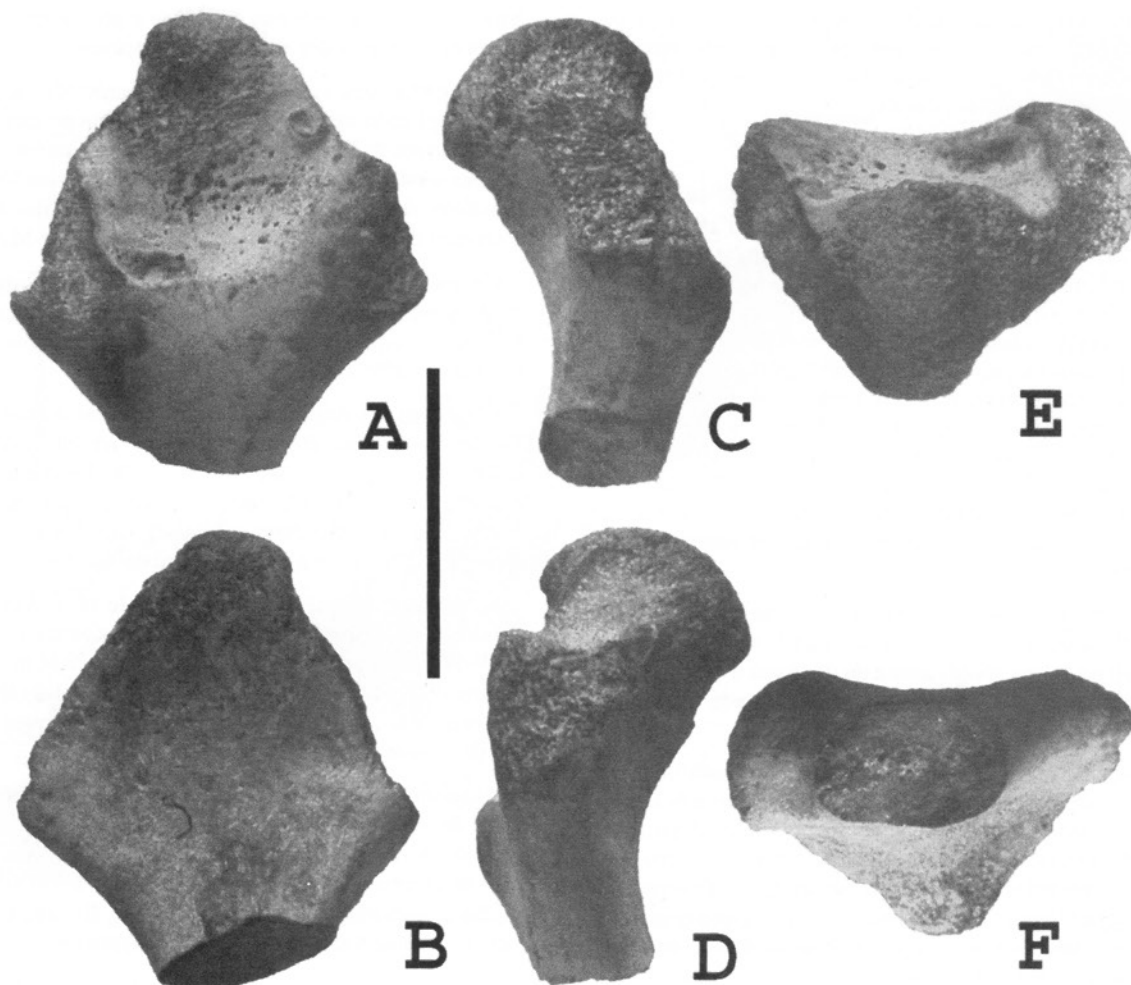


Fig. 3 : Unienville, « Les Fleuriottes », Aube. Barrémien. Extrémité proximale d'un humérus droit de tortue (*Chelonioida* ?), en vues ventrale (A), dorsale (B), latérale (C), médiale (D), proximale (E), et distale (F). Barre d'échelle : 50 mm. Récolte et collection R. Tomasson. Cliché H. Tong.

Sur le même territoire d'Unienville, a été trouvée dans les Argiles ostréennes une grande vertèbre d'ichthyosaure signalée par Biddle & Landemaine (1988, p. 6).

Description des spécimens :

Testudines
Cryptodira
Chelonioida ?

Il s'agit de la partie proximale d'un humérus droit d'aspect robuste (fig. 3). La longueur conservée est de 75 mm. La tête de l'humérus est complète. Elle est de forme ovale en vue proximale et allongée dorsoventralement. La longueur de la tête (dorsoventralement) est de 35 mm. La tête de l'humérus est presque droite par rapport à la diaphyse, légèrement inclinée dorsalement. La fosse intertuberculaire est peu profonde mais bien marquée, elle est délimitée par les processus médial et latéral et fermée distalement. Une profonde concavité allongée mésiolatralement est présente dans cette fosse, près du processus latéral, pour l'insertion du muscle coracobrachialis brevis. La diaphyse est comprimée dorsoventralement, avec une section ovale (29 mm pour l'axe long et 19 mm pour l'axe court). Le processus médial est brisé, sa hauteur n'est donc pas déter-

minable, mais sa partie conservée montre qu'il était robuste et probablement plus haut que la tête quand il était complet. Le processus latéral n'est pas complet, il est placé distalement par rapport à la tête et séparé de cette dernière par un bourrelet. Sa base est large et de forme plutôt triangulaire.

L'aspect général de cet humérus indique clairement une tortue marine. Des comparaisons ont été faites avec les *Plesiochelyidae* et les *Eurysternidae* du Jurassique supérieur, et avec les *Chelonioida*. Chez les tortues marines jurassiques, les humérus de *Plesiochelys etaloni* de Soleure, figuré par Bräm (1965, pl. 4, fig. 3-4), de *Plesiochelyidae* indéterminés du Lot (Lapparent de Broin *et al.*, 1996), de *Solnhofia parsoni* de Bavière (Joyce, 2000), et d'*Eurysternum* de Cerin (Lortet, 1892) sont clairement différents : le processus latéral est placé plus proximale et est presque aussi haut que la tête, la fosse intertuberculaire est peu marquée et non fermée distalement. Il y a pas de petit bourrelet entre la tête et le processus latéral (Lapparent de Broin *et al.*, 1996). Owen (1853) a figuré une vue ventrale d'un humérus provenant du Wealdien de Cuckfield (Angleterre) sous le nom de *Chelone costata*. Ce spécimen a été attribué plus tard à *Hylaeochelys* (*Plesiochelyidae*) par Lydekker (1889a).

L'humérus de Cuckfield possède une fosse intertuberculaire peu profonde et ouverte comme chez les autres Plesiochelyidae mentionnés plus haut. Chez *Idiochelys*, du Jurassique supérieur de Cerin, l'humérus n'est pas figuré suffisamment en détail pour une comparaison adéquate (Lortet, 1892).

La fosse intertuberculaire bien marquée et délimitée par les processus médial et latéral, et surtout fermée distalement, de l'humérus de l'Unienville semble rappeler les Chelonioidea. D'après Hirayama (1998), le processus latéral placé plus distalement que la tête de l'humérus est un caractère diagnostique de ce groupe. Bien que le processus latéral ne soit pas complet sur l'humérus d'Unienville, la morphologie de la fosse intertuberculaire de notre spécimen est plus proche de celle des Chelonioidea que de celle des Plesioschelyidae. Bardet *et al.* (1996) ont décrit un humérus de Chelonioidea primitif provenant du Crétacé supérieur de Touraine, l'extrémité proximale de cet humérus n'est pas complète, la taille est deux fois plus grande (31 cm pour la longueur), et il existe une fosse intertuberculaire bien marquée et fermée distalement.

Comparé avec les Chelonioidea, le spécimen d'Unienville se signale par son aspect primitif, avec notamment la position modérément distale du processus latéral et le processus latéral séparé de la tête de l'humérus par un bourrelet. La position du processus latéral de notre spécimen est comparable à ce que l'on connaît chez les Chelonioidea primitifs comme *Toxochelys* et *Osteopygys* (Cheloniidae) du Crétacé supérieur des Etats Unis (Zangerl, 1953) et *Rhinochelys*, un protostégidé primitif connu de l'Albien au Turonien en Europe (Hirayama, 1992). Hirayama (1992) a indiqué que le bourrelet entre la tête de l'humérus et le processus latéral a disparu chez les Protostegidae et Dermochelyidae. Néanmoins, la présence du bourrelet est un caractère primitif des Chelonioidea qui ne permet pas d'attribuer l'humérus d'Unienville à la famille de Cheloniidae. La comparaison est délicate avec *Rhinochelys*, à cause de l'état de conservation de notre spécimen. Plusieurs humérus provenant du Cénomano-Turonien d'Europe ont été attribués à *Rhinochelys* (Geinitz, 1872-75 ; Lydekker, 1889b ; Hirayama, 1992 ; Diedrich, 1999). L'humérus de *Rhinochelys* est caractérisé par le processus médial nettement plus haut que la tête de l'humérus et le processus latéral dirigé vers l'avant, avec une concavité au bout. Ce dernier caractère est diagnostique des Protostegidae (Hirayama, 1992). Malheureusement, ces caractères ne sont pas conservés sur le spécimen d'Unienville. Le processus latéral est placé plus distalement chez les Chelonioidea plus avancés (Cheloniidae tertiaires et actuels, *Protostega* et *Archelon* chez les Protostegidae, Dermochelyidae). Le spécimen d'Unienville manque de caractères diagnostiques au niveau familial à cause de son état de conservation d'une part et de ses caractères primitifs d'autre part, une détermination plus précise est donc prématurée.

Pour conclure, malgré sa relativement grande taille, l'humérus d'Unienville appartient très probablement à un Chelonioidea primitif plutôt qu'à un Plesiochelyidae. L'état primitif de cet humérus peut s'expliquer par son âge ancien. Le plus ancien Chelonioidea connu jusqu'à présent est un protostégidé, *Santanachelys*, de la Formation Santana (Aptien-Albien) du Brésil (110 Ma) (Hirayama, 1998). L'humérus d'Unienville, du Barrémien inférieur (115-116 Ma), peut être placé avant la diversification des familles connues des Chelonioidea (Cheloniidae, Protostegidae et Dermochelyidae). Cette découverte repousse l'origine des tortues marines (Chelonioidea) dans le Barrémien ou plus tôt encore. Les premiers Chelonioidea connus, du Crétacé

inférieur et du début du Crétacé supérieur sont de petites taille. *Santanachelys*, de l'Aptien-Albien du Brésil est un sub-adulte, sa carapace mesure 145 mm de longueur (Hirayama, 1997, 1998). *Rhinochelys* de l'Albien-Turonien a une carapace estimée à 300 mm de longueur (Hirayama, 1997). Seul *Notochelone* de l'Albien supérieur d'Australie atteint 600 mm de longueur pour la carapace. La longueur totale de l'humérus d'Unienville est estimée à environ 150 mm. Le rapport longueur de la carapace/longueur de l'humérus varie suivant les espèces chez les tortues marines, allant de plus de six fois pour les formes primitives comme *Santanachelys* à plus de trois fois pour les formes évoluées comme *Archelon*. Etant donné son caractère primitif, la longueur de la carapace de la tortue d'Unienville peut être estimée à au moins 600 mm. Cette tortue, si son appartenance aux Chelonioidea se confirme, indique que ce groupe a pu atteindre une taille relativement importante tôt dans son histoire évolutive.

Dinosauria
Ornithischia
Ornithopoda
Iguanodontidae

Iguanodon cf. *bernissartensis* Van Beneden, 1881

Il s'agit de l'extrémité proximale d'une fibula droite (fig 4) qui a été fracturée par la grue pelleteuse, comme en témoignent

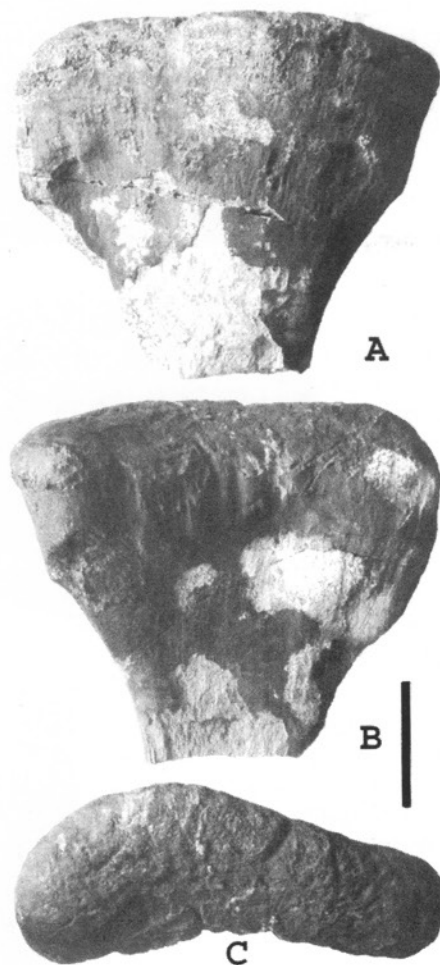


Fig. 4 : Unienville, « Les Fleuriottes », Aube. Barrémien. Extrémité proximale d'une fibula droite d'*Iguanodon* cf. *bernissartensis*, en vues latérale (A), médiale (B) et proximale (C). Barre d'échelle : 50 mm. Récolte et collection : R. Tomasson. Cliché E. Buffetaut.

les traces de chocs sur la partie sauvegardée. Nous n'avons pu retrouver son complément sur place et dans le dépôt des déblais.

Cette fibula présente une fossilisation épigénisée en pyrite, probablement par précipitation d'hydroxydes de fer présents dans le milieu des marnes calcaires lumachelliques.

La partie conservée correspond à la tête articulaire proximale de l'os. Sa face latérale est convexe et sa face médiale concave. La surface articulaire proximale est de contour réniforme, plus large antérieurement que postérieurement. Elle porte des rugosités suggérant qu'elle était à l'origine couverte de cartilage. Le bord antérieur, incurvé médialement, forme un surplomb antérieur et médial. Le bord postérieur, plus mince, ne montre pas un tel surplomb. Sur la face médiale, une zone striée correspond sans doute à une région où s'attachaient des ligaments joignant la fibula à la face latérale du tibia.

Longueur de la face articulaire proximale : 170 mm.

Largeur maximum de la face articulaire proximale : 60 mm.

Longueur du fragment : 140 mm.

Les caractères généraux de ce spécimen permettent de l'attribuer à un iguanodontidé. Par son aspect robuste, il ressemble plus à la fibula d'*Iguanodon bernissartensis* qu'à celle d'*I. atherfieldensis* Hooley, 1925, et ses dimensions sont également proches de celles d'une fibula d'*I. bernissartensis* provenant de Bernissart figurée par Norman (1980). Cette fibula évoque aussi celle du spécimen d'*I. bernissartensis* provenant du Barrémien de Saint-Dizier, décrit par Martin et Buffetaut (1992). Il paraît donc justifié de rapporter le spécimen d'Unienville à l'espèce *Iguanodon bernissartensis*.

Plesiosauria

Elasmosauridae indet.

Ce centre vertébral très bien conservé (fig.5), à la patine grise, a la forme d'un cylindre légèrement aplati dorsoventralement. Les faces articulaires sont ovales et légèrement concaves. La face ventrale est percée de deux grands foramens allongés.

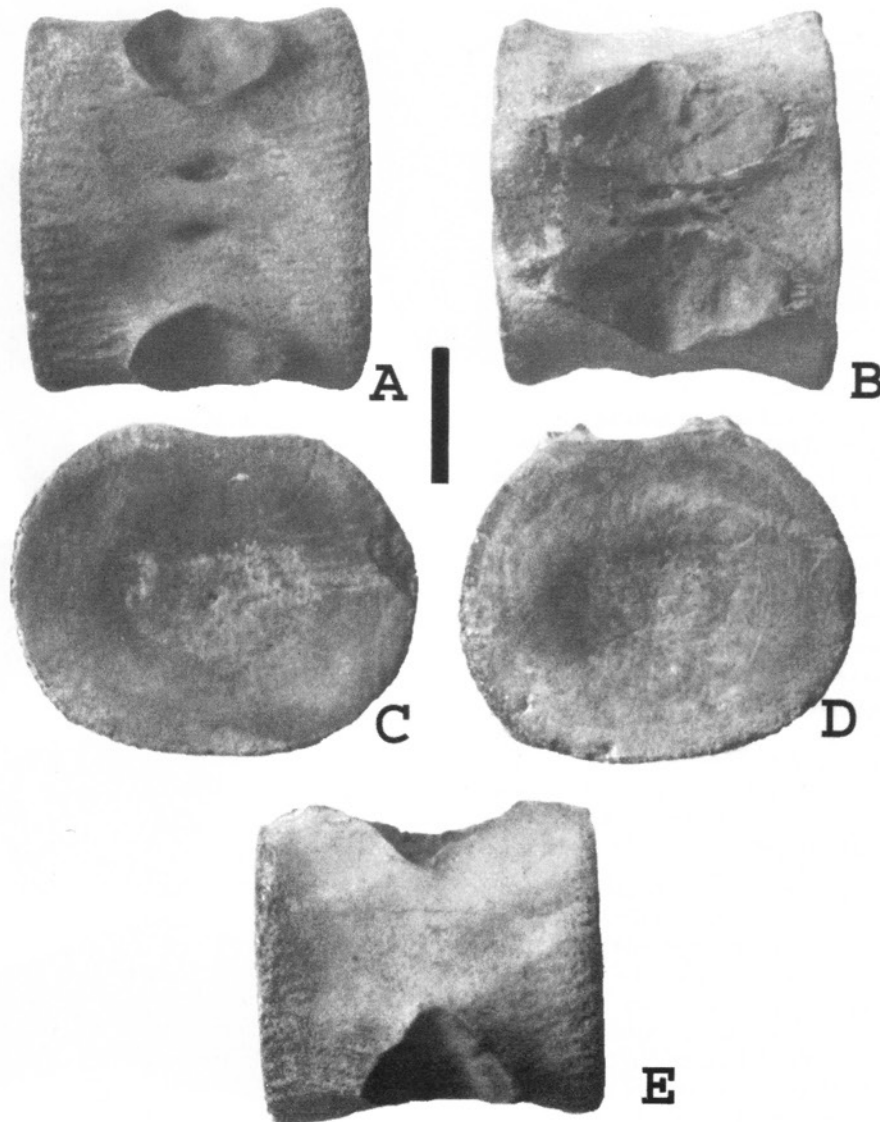


Fig. 5 : Unienville, « Les Barrières », Aube. Barrémien. Vertèbre cervicale de plésiosaure (Elasmosauridae indet.), en vues ventrale (A), dorsale (B), postérieure (C), antérieure (D) et latérale gauche (E). Barre d'échelle : 20 mm. Récolte M. Duval et collection R. Tomasson. Cliché E. Buffetaut.

En position ventrolatérale se trouve une paire de facettes ovales profondément concaves pour l'insertion d'une paire de côtes. Une paire de grandes facettes plus ou moins triangulaires, fortement échancrées, occupe une grande partie de la face dorsale de l'os, laissant entre elles un espace en forme de sablier correspondant au plancher du canal neural. Ces facettes correspondent à l'insertion de l'arc neural, qui n'était donc pas fortement suturé au centre vertébral.

Hauteur de la face articulaire antérieure : 42 mm.

Largeur de la face articulaire antérieure : 52 mm.

Longueur du centre vertébral : 45 mm.

Les caractères de ce spécimen indiquent qu'il s'agit d'une vertèbre cervicale postérieure de plésiosaure. Il ressemble fortement à des centres vertébraux provenant des argiles ostréennes de Venoy, près d'Auxerre, décrits et figurés par Sauvage (1879) comme appartenant à l'espèce *Plesiosaurus neocomiensis* Campiche. Ce taxon, décrit à l'origine par Pictet et Campiche (1858-1860) sur des vertèbres trouvées dans le Crétacé inférieur de Suisse dépourvues de caractères vraiment distinctifs, doit certainement être considéré comme un *nomen dubium*. La vertèbre trouvée à Unienville est aussi morphologiquement très proche de celles de l'elasmauridé *Muraenosaurus durobrivensis*, de l'Oxford Clay (Callovien) d'Angleterre, décrites et figurées par Andrews (1910). Une attribution à la famille des Elasmauridae paraît donc vraisemblable, mais il ne paraît guère possible de tenter une identification plus poussée à partir de ce spécimen isolé.

Le gisement de Courcelles

Cette ancienne argillère, sise à l'extrémité sud-est du finage de Clérey (vallée de la Haute Seine, rive droite) (Arrondissement de Troyes, canton de Lusigny-sur-Barse), est à 18 km au sud-est de Troyes et à 12 km au sud-ouest de Lusigny-sur-Barse ; elle fut la plus importante du département par sa superficie et sa hauteur d'exploitation (19 m maximum, interrompue par plusieurs paliers d'évacuation des matériaux). Mais son exploitation a cessé fin avril 1984 pour des raisons économiques.

Sur le plan de la géologie et de la paléontologie, on notera qu'elle a fait l'objet jadis de visites et d'études, entre autres par : A. Leymerie, A. d'Orbigny, G. Cotteau, A. Brongniart... plus récemment, par C. Larcher, le Dr. P. Destombes, F. Magniez-Jannin, R. Damotte, H. Manivit... et surtout par les membres actifs de l'Association géologique auboise (voir Colleté *et al.*, 1995).

Ce gisement de l'Albien moyen a fait également l'objet de plusieurs et belles découvertes paléontologiques dont des espèces nouvelles (Destombes & Destombes, 1965 ; Destombes & Mongin, 1976 ; Rat *et al.*, 1979 ; Amédéo & Destombes, 1984 ; Wenz & Fricot, 1985 ; Tomasson, 1997).

Quant aux découvertes de grands reptiles dans cette carrière, nous signalerons celle réalisée par le Dr. P. Destombes, d'un fragment de mâchoire d'ichthyosaure dépourvue de ses dents et dont il fit don à l'Association géologique auboise. Une vertèbre et des dents ayant appartenu au même type de reptile marin ont aussi été recueillis par les membres de cette Association. Des fragments de dents et une vertèbre d'ichthyosaure sont également cités par Colleté *et al.* (1982).

A ces restes nous ajouterons la vertèbre que découvrit en juillet 1980 Jacques Duflexis, conducteur d'engins d'extraction d'argile. C'est dans l'extrémité nord-est de la carrière que fut prélevé ce spécimen par - 1,80 m du terrain naturel (Alt. : 150 m) et à - 1,50 m du toit de l'Albien moyen (Alt. : 149,70 m), piégé dans les argiles sableuses jaunâtre à gris jaunâtre, ayant subi une forte altération, alternées de petits bancs de calcaire sableux.

Cet ensemble lithologique fait partie de la zone à *Hoplites dentatus* (Sowerby) et de la sous-zone à *Anahoplites intermedius* (Spath) (Destombes & Destombes, 1965 ; Amédéo *et al.*, 1995).

Description du spécimen :

Plesiosauria indet.

Ce corps vertébral (fig.6) possède une patine beige à jaune clair et se trouve peu émoussé, mais dépourvu de l'arc neural. Les faces articulaires sont de contour ovale, nettement plus larges que hautes. La face antérieure est faiblement concave, avec une petite cupule en son centre. La face postérieure présente une cupule similaire, mais elle est presque plane. Ventralement, une carène médiane bien marquée s'étend sur toute la longueur du centre vertébral. De part et d'autre de cette carène, il existe une paire de grands foramens vasculaires à l'ouverture ovale. Plus latéralement se trouve de chaque côté une carène séparant la face ventrale de la face latérale du centre vertébral. Les faces latérales montrent le départ d'un robuste processus transverse, mieux conservé à gauche, où l'on voit qu'il s'étend jusque sur la face dorsale. La partie dorsale est largement détruite, de sorte que l'on ne voit ni le plancher du canal neural, ni les zones d'insertion de l'arc neural.

Hauteur de la face articulaire antérieure : 60 mm.

Largeur de la face articulaire antérieure : 82 mm.

Longueur du centre vertébral : 64 mm.

La morphologie de ce spécimen montre qu'il appartient à un sauroptérygien, et la position du processus transverse sur le corps vertébral permet de penser qu'il s'agit d'une vertèbre dorsale postérieure. Le mauvais état de la face dorsale ne facilite pas les comparaisons, d'autant plus que les plésiosaures du Crétacé inférieur ne sont pas particulièrement bien connus. Il nous paraît donc préférable de ne pas pousser l'identification au-delà de *Plesiosauria* indet.

Le gisement de Vallentigny

Revenons dans l'arrondissement de Bar-sur-Aube et le canton de Brienne-le-Château à Vallentigny, situé à 8 km au nord-est de Brienne-le-Château.

Sur ce finage et au lieudit « La Côte d'Ossignoux », les argiles de l'Albien supérieur furent exploitées de la seconde partie du XIX^e siècle à 1968. Cette ancienne carrière, de 260 m de long, possédait un front de taille argileux de 12 m de haut (Marnes de Brienne), qui a fait l'objet d'études pluridisciplinaires (Destombes & Destombes, 1965 ; Larcher *et al.*, 1965 ; Wenz, 1965 ; Tomasson, 1966 ; Magniez-Jannin, 1975 ; Rat *et al.*, 1979 ; Amédéo *et al.*, 2003).

Ce substrat était surmonté par 5 m d'alluvions pléistocènes de l'Aube, dépendantes du cône périglaciaire de la plaine de Brienne (angle nord-est). Leur exploitation a facilité la découverte et la fouille systématique, de 1960 à 1968, de plusieurs

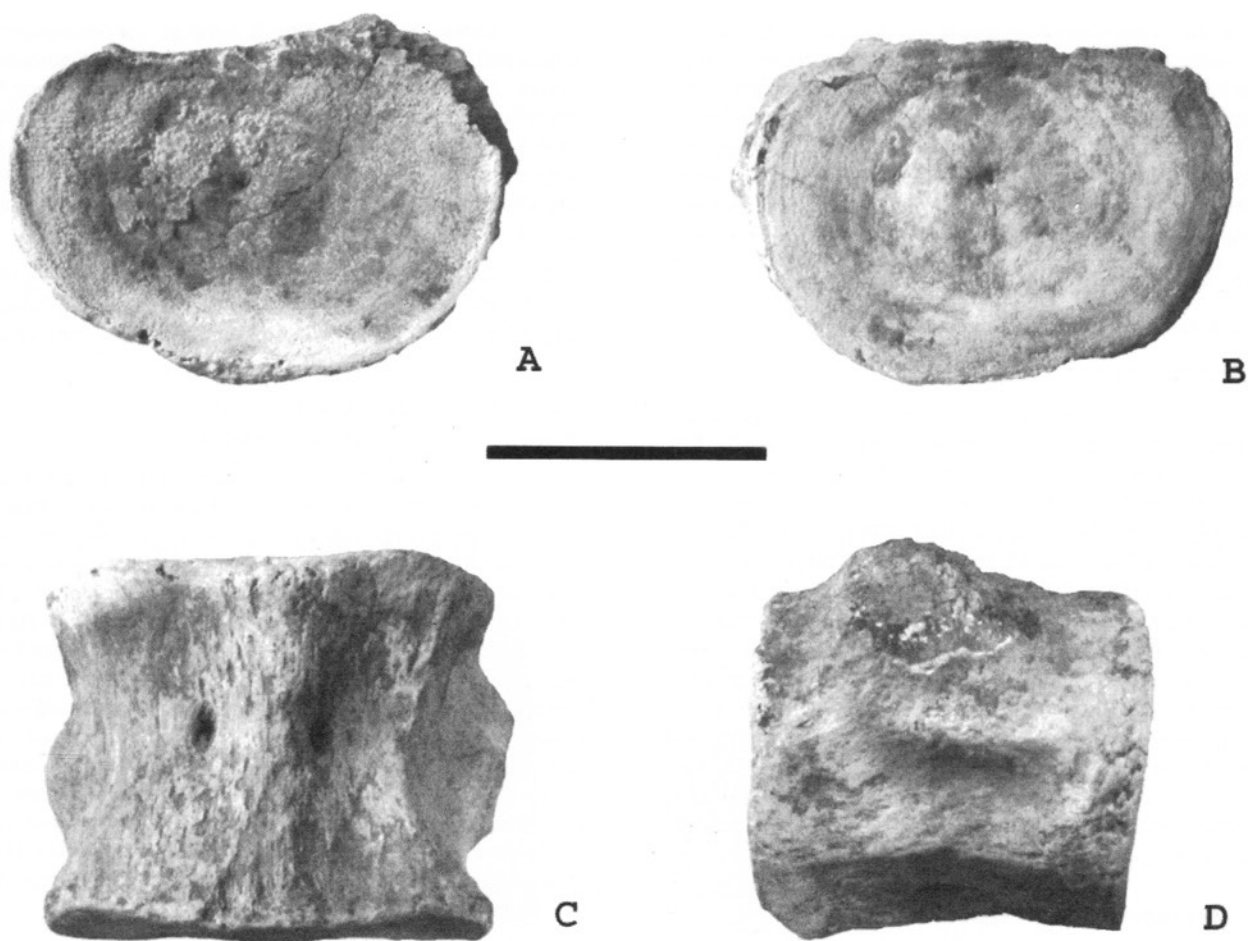


Fig. 6 : Courcelles, commune de Clérey, Aube. Albien. Vertèbre dorsale de plésiosaure, en vues antérieure (A), postérieure (B), ventrale (C) et latérale gauche (D). Barre d'échelle : 50 mm. Récolte et collection J. Duflexis. Cliché E. Buffetaut.

gisements préhistoriques et paléontologiques du Paléolithique inférieur et moyen (Tomasson, 1963 ; Miskovsky, 1963 ; Tomasson, 1995).

Elle a aussi permis de recueillir par – 4,35 m du terrain naturel (Alt. : 127 m) et à 0,50 m du toit du substrat Albien sous-jacent (Alt. : 122,15 m), dans la couche la plus ancienne fortement cryoturbée, rubéfiée et altérée attribuée au Riss, une grosse vertèbre d'ichthyosaure ainsi que des dents de sélaciens ayant été entraînés hors de leur contexte stratigraphique, suite à une phase de cryoturbation du toit du substrat tout proche, remanié ensuite lors de phases d'érosion fluviale.

Il est dommage que cette carrière ait été abandonnée, d'où son ennoyage presque total par les apports de la nappe phréatique (la station de pompage ne fonctionnant plus), car on aurait peut-être pu y faire d'autres découvertes intéressantes...

Description du spécimen :

Ichthyosauria

Cf. *Platypterygius* ?

Cette vertèbre (coll. R. Tomasson, fig. 7) tronquée en partie sur l'un des côtés, fortement érodée et lessivée, présente une fossilisation rétrograde qui laisse apparaître dans sa constitution interne, le tissu osseux très rubéfié par les oxydes de fer en

milieu très acide. Cet état l'a rendue extrêmement légère. Ce centre vertébral au contour à peu près circulaire, très court antéropostérieurement, et nettement biconcave appartient clairement à un ichthyosaure de grande taille.

Diamètre maximum : 117 mm.

Longueur du centre vertébral : 44 à 46 mm.

Du fait de la mauvaise conservation de ses bords, il est difficile de placer précisément ce spécimen dans la colonne vertébrale, mais la position des restes d'apophyses, très usés, suggère qu'il s'agit d'une vertèbre dorsale. Une identification précise est difficile. Une attribution au genre crétacé *Platypterygius*, commun dans le Crétacé inférieur, serait en accord avec l'origine albienne probable du spécimen, mais n'est guère démontrable sur des caractères anatomiques démonstratifs.

CONCLUSIONS

Les spécimens décrits plus haut constituent une addition non négligeable à la liste encore assez courte des reptiles mésozoïques connus dans l'Aube. A l'exception de l'*Iguanodon* du Barrémien d'Unienville, il s'agit de restes de reptiles marins, ce qui est en accord avec le milieu de sédimentation des formations ayant livré ces fossiles. L'os d'*Iguanodon* d'Unienville,

trouvé dans des sédiments marins, est vraisemblablement un élément d'un cadavre ayant flotté en mer, suivant un processus connu par de nombreux exemples (Buffetaut, 1994). Les dépôts marins barrémiens de l'Est du Bassin parisien se sont déposés dans un golfe d'orientation NNW-SSE, bordé d'importantes terres émergées (Colleté *et al.*, 1995), et c'est de ces terres que proviennent sans doute les restes de vertébrés continentaux occasionnellement trouvés dans les argiles ostréennes. La présence d'*Iguanodon* dans le Barrémien de l'Aube n'est pas surprenante, car ce dinosaure est assez fréquent dans le Crétacé inférieur (de l'Hauterivien à l'Aptien) de l'Est du Bassin parisien (Lapparent & Stchépinsky, 1968 ; Martin & Buffetaut, 1992 ; Buffetaut, 1995). Il était déjà connu dans les argiles ostréennes (Barrémien inférieur) à Baudonvilliers, dans la Meuse (Martin & Buffetaut, 1992), et de nombreux éléments d'un squelette, aujourd'hui conservés au Musée de Saint-Dizier, ont été découverts dans le Barrémien supérieur à faciès continental lors du creusement du canal du Der au sud de Saint-Dizier (Martin & Buffetaut, 1992 ; Buffetaut, 1995). Le fragment de fibula d'*Iguanodon* d'Unienville vient s'ajouter à la liste encore brève des dinosaures signalés dans l'Aube, qui ne comprenait guère jusqu'ici qu'un ostéoderme d'ankylosaure de l'Albien (Knoll *et al.*, 1998) et une vertèbre de l'Albien de Mesnil Saint-Père, que Knoll *et al.* (2000) ont identifiée de façon certainement erronée comme une caudale très antérieure de sauropode évoquant les Brachiosauridae (comme l'indique très clairement Janensch, 1950, chez *Brachiosaurus*, comme d'ailleurs chez les sauropodes en général, les vertèbres caudales antérieures portent des processus transverses s'insérant en position dorsolatérale sur le centrum, ce qui n'est clairement pas le cas sur la vertèbre d'Unienville, qui ne pourra être identifiée correctement qu'après une nouvelle étude).

Les vertèbres isolées d'ichthyosaures et de plésiosaures n'ont pu être identifiées avec grande précision. Elles viennent s'ajouter aux diverses mentions antérieures de restes assez abondants

de ces grands reptiles marins dans le Crétacé inférieur de l'Est du Bassin parisien (Sauvage, 1879 ; Corroy, 1922 ; Colleté *et al.*, 1982). Des identifications plus précises sont rendues difficiles à la fois par la nature fragmentaire des spécimens, et par le fait que les formes du Crétacé inférieur sont encore mal connues, surtout en ce qui concerne les plésiosaures. La validité des diverses espèces fondées au 19^e siècle sur des vertèbres isolées est plus que douteuse, et il n'existe pas de révision générale récente.

Enfin, le fragment d'humérus du Barrémien inférieur d'Unienville se révèle particulièrement intéressant, puisque sa morphologie suggère qu'il peut s'agir d'un très ancien représentant des tortues marines du groupe des Chelonioidea. Ce spécimen pourrait ainsi être un témoin des débuts de l'évolution du groupe auquel appartiennent les tortues marines modernes.

Remerciements

Ils s'adressent à Jean-Michel Mazin du Laboratoire de Géobiologie, Biochronologie et Paléontologie humaine de la Faculté des Sciences de l'Université de Poitiers, pour avoir procédé à une première identification de certains de ces restes fossiles, à Mme M. De Clercq, ingénieur des ouvrages « Les grands lacs de Seine » (IBRBS), pour nous avoir communiqué certains plans du canal d'amenée du Barrage-Réservoir Aube, nécessaires à la localisation des gisements, et à Jacques Duflexis qui a aimablement prêté pour étude la vertèbre de Courcelles. L'étude de l'humérus de tortue d'Unienville a bénéficié des conseils éclairés de Ren Hirayama (Chiba, Japon).

Raymond Tomasson exprime également sa gratitude envers certains membres de son équipe, ayant fait des prospections systématiques de 1982 à 1990 dans l'emprise des travaux du Barrage-réservoir Aube : Richard Dauphin, Michel Duval, Michel Gouzy et Thierry Vanier.

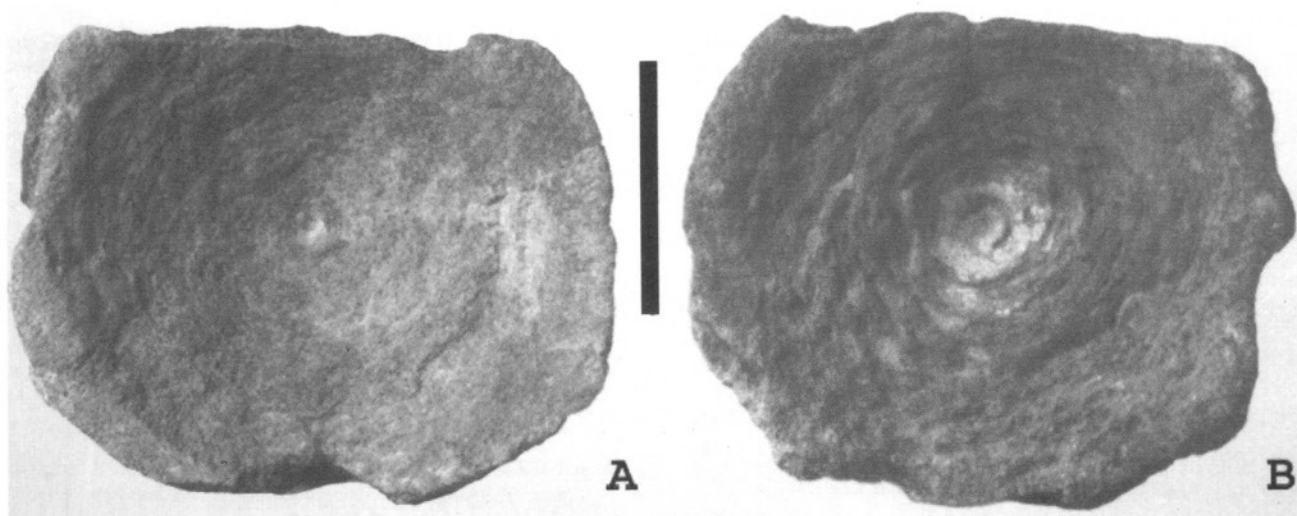


Fig. 7 : Valentigney, « La Côte d'Ossignoux », Aube. Albien remanié. Vertèbre d'ichthyosaure, vues des faces articulaires du centre vertébral (A et B). Barre d'échelle : 50 mm. Récolte et collection R. Tomasson. Cliché E. Buffetaut.

BIBLIOGRAPHIE

- AMÉDRO F. & DESTOMBES P. (1984) - Présence du genre *Knemiceras* (Ammonoidea, Engonoceratidae) dans l'Albien moyen de l'Aube (France). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*. Vol. 21, n° 4, 1984, p. 21-25.
- AMÉDRO F., MAGNIEZ-JANNIN F., COLLETÉ Cl. & FRICOT Cl. (1995) - L'Albien type de l'Aube, France : une révision nécessaire. *Géologie de la France*, n° 2, 1995, p. 25-42.
- AMÉDRO F., MATRION B., TOMASSON R., MAGNIEZ-JANNIN F. & COLLETÉ Cl. (2003) - L'Albien supérieur de Vallentigny dans la région stratotypique (Aube, France) : Nouvelles données et révision de l'Ammonite *Mortoniceras* (sous-genre) *Mortoniceras Inflatum* (J. Sowerby, 1818). *Bull. Trim. Soc. Géol. de Normandie et des Amis du Muséum du Havre* (à paraître).
- ANDREWS C.W. (1910) - A descriptive catalogue of the marine reptiles of the Oxford Clay. Part I. British Museum (Natural History), 205 p.
- BARDET B., PEREDA SUBERBIOLA X. & BADILLET G. (1996) - Primitif chelonoid turtle from the late Cretaceous of Touraine, France. *Bull. Soc. Géol. France*, t. 167, p. 257-262.
- BIDDLE J.-P. & LANDEMAINE O. (1988) - Contributions à l'étude des Sélaciens du Crétacé du Bassin de Paris. Découverte de quelques nouvelles espèces associées à une faune de type wealdien dans le Barrémien supérieur (Crétacé inférieur des environs de Troyes (Aube). Publications du Musée de Saint-Dizier. Cahier n° 2, 22 p.
- BRÄM H. (1965) - Die Schildkröten aus dem oberen Jura (Malm) der Gegend von Solothurn. *Schweiz. Paläont. Abh.*, 83, p. 1-190.
- BUFFETAUT E. (1994) - The significance of dinosaur remains in marine sediments : an investigation based on the French record. *Berliner geowiss. Abh.*, E, vol.13, p.125-133.
- BUFFETAUT E. (1995) - Dinosaures de France. Orléans, Editions du BRGM, 144 p.
- COLLETÉ Cl., DESTOMBES P., FRICOT Cl. & PIÉTRESSON DE SAINT AUBIN J. (1982) - Les fossiles de l'Albien de l'Aube. Sainte-Savine. *Assoc. Géol. Aubeoise*, p. 94, pl. 30, n° 3b et 4.
- COLLETÉ Cl. & FRICOT Cl. (1989) - Une coupe continue de l'ensemble du Crétacé inférieur dans le département de l'Aube. *Bull. Assoc. Géol. Aubeoise*, n° 11 et 12, 1988- 1989, p. 77-85.
- COLLETÉ Cl., FRICOT Cl., MATRION M., TOMASSON R. & TREFFOT G. (1995) - La Géologie du département de l'Aube. Essai de synthèse. Sainte-Savine. Troyes. *Assoc. Géol. Aubeoise*, [1996], 213 p.
- CORROY G. (1922) - Les Reptiles néocomiens du Bassin de Paris. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.174, p.1193-1194.
- DESTOMBES P. & DESTOMBES J.-P. (1965) - Distribution zonale des Ammonites dans l'Albien du Bassin de Paris. Colloque sur le Crétacé inférieur. Lyon. 1963. *Mém. BRGM*. n° 34, 1965, p. 255-270.
- DESTOMBES P. & MONGIN D. (1976) - L'Albien moyen de Courcelles (Aube). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol. 13, n° 2, p. 33-40.
- DIEDRICH C. (1999) - Ein Humerus der Chelonide *Rhinochelis* (?) cf. *Carusiana* (Geinitz 1872-75) aus dem Mittl-Cenoman von Halle/Westf. (NW-Deutschland). *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, 1999 (9), p. 541-550.
- FRICOT Cl., COLLETÉ Cl., DUBUS B. & PIÉTRESSON DE SAINT AUBIN J. (1983) - Le Barrémien de l'Aube dans les travaux du canal d'aménée du Barrage-Réservoir Aube. *Bull. Assoc. Géol. Aubeoise*, p. 16-33.
- GEINITZ H. B. (1872-75) - Das Elbthalgebirge in Sachsen. Zweiter Theil. Der mittlere und obere Quader. *Palaeontographica*, vol. 20, p. 1-245.
- HIRAYAMA R. (1992) - Humeral morphology of chelonoid sea turtles ; its functional analysis and phylogenetic implications. *Bull. Hobetsu Mus.*, n° 8, p. 17-57.
- HIRAYAMA R. (1997) - Distribution and diversity of Cretaceous chelonoids. In CALLAWAY, J. M. & E. L. NICHOLLS (Eds), *Ancient Marine Reptiles*, Academic Press, San Diego, p. 225-241.
- HIRAYAMA R. (1998) - The oldest sea turtle. *Nature*, vol. 392, p. 705-708.
- JANENSCH W. (1950) - Die Wirbelsäule von *Brachiosaurus brancai*. *Palaeontographica Supplement VII*, 3, p. 31-93.
- JOYCE W.G. (2000) - The first complete skeleton of *Solnhofia parsonsi* (Cryptodira, Eurysternidae) from the Upper Jurassic of Germany and its taxonomic implications. *J. Paleont.*, 74, p. 684-700.
- KNOLL F., BUFFETAUT E. & DUBUS B. (1998) - Un ostéoderme d'ankylosaure (Ornithischia) dans l'Albien de l'Aube (France). *Bull. Ass. Géol. Aubeoise*, vol.19, p.61-65.
- KNOLL F., COLLETE C., DUBUS B. & PETIT J.L. (2000) - On the presence of a sauropod dinosaur (Saurischia) in the Albien of Aube (France). *Geodiversitas*, vol.22, p.389-394.
- LAPPARENT A.F. de & STCHEPINSKY V. (1968) - Les Iguanodons de la région de Saint-Dizier (Haute-Marne). *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 266, p.1370-1372.
- LAPPARENT DE BROIN F., LANGE-BADRÉ B. & DUTRIEUX M. (1996) - Nouvelles découvertes de tortues dans le Jurassique supérieur du Lot (France) et examen du taxon Plesiochelyidae. *Revue Paléobiol.*, vol. 15, p. 533-570.
- LARCHER Ch., RAT P. & MALAPRIS M. (1965) - Documents paléontologiques et stratigraphiques sur l'Albien de l'Aube. Colloque sur le Crétacé inférieur. Lyon. 1963. *Mém. BRGM*, n° 34, p. 237-253.
- LORTET L. (1892) - Les reptiles fossiles du Bassin du Rhone. *Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, t. 5, p. 3-139.
- LYDEKKER R. (1889a) - Catalogue of the fossil Reptilia and Amphibia in the British Museum (Natural History). III. Order Chelonia. p. 1-239. London
- LYDEKKER R. (1889b) - On remains of Eocene and Mesozoic Chelonia and a tooth of (?) *Ornithopsis*. *Quart. J. geol. Soc. London*, XLV, p. 227-246
- MAGNIEZ-JANNIN F. (1975) - Les Foraminifères de l'Albien de l'Aube : paléontologie, stratigraphie, écologie. *Cahiers de Paléontologie*, 416 p.
- MAGNIEZ-JANNIN F. (1984) - Signification biostratigraphique et paléocéologique des associations de Foraminifères de l'Hauterivien-Barrémien du Sud-Est du Bassin de Paris (France). *Benthos' 83 ; 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera* (Pau, April 1983), p. 401-408. Pau and Bordeaux, March 1984.
- MAGNIEZ-JANNIN F. (1989) - *Everticyclammina minuta* n. sp., foraminifère nouveau de l'Hauterivien-Barrémien du Bassin de Paris. *Géobios*, n° 22, fasc. 1, p. 81-99.
- MARTIN V. & BUFFETAUT E. (1992) - Les Iguanodons (Ornithischia - Ornithopoda) du Crétacé inférieur de la région de Saint-Dizier (Haute-Marne). *Rev. Paléobiologie*, vol.11, p.67-96.

- MISKOVSKY J.-Cl. (1963) - Les sédiments du gisement paléolithique de Vallentigny. *Bull. Soc. Préhist. Française*, t. LX, 7-8, p. 512-527.
- NORMAN D.B. (1980) - On the ornithischian dinosaur *Iguanodon bernissartensis* of Bernissart (Belgium). *Mém. Inst. roy. Sc. nat. Belgique*, 178, p. 1-105.
- OWEN R. (1853) - Monograph on the fossil reptiles of the Wealden and Purbeck formations. Part 1. Chelonia. London, Palaeontographical Society, p.1-12.
- PICTET F. J. & CAMPICHE G. (1858-1860) - Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix. Genève, J. Kessmann and H. Georg, 380 p.
- RAT P., MAGNIEZ-JANNIN F., CHATEAUNEUF J.-J., DAMOTTE R., DESTOMBES P., FAUCONNIER D., FEUILLÉE P., MANIVIT H., MONGIN D. & ODIN G. (1979). - L'Albien de l'Aube in Les Stratotypes français, vol. 5. Paris. Ed. du CNRS, 446 p.
- SAUVAGE H.E. (1879) - Etude sur les poissons et les reptiles des terrains crétacés et jurassiques supérieurs de l'Yonne. *Bull. Soc. Sc. hist. nat. Yonne*, vol.33, p.20-84.
- TOMASSON R. & J. (1963) - Le gisement du Paléolithique moyen de "La Côte d'Ossignoux", Vallentigny (Aube). *Bull. Soc. Préhist. Française*, t. LX, p. 489-511.
- TOMASSON R. (1966) - Découverte de deux poissons nouveaux dans l'Albien supérieur de Vallentigny. *Bull. Mens. Soc. Acad. Aube*. XXXVII^e année, n° 4, avril 1966, p. 60-62.
- TOMASSON R. (1994) - Construction des Barrages-réservoirs Seine, Marne et Aube. Géologie et Paléontologie. Esquisse des découvertes et des premières études. *Le Balbuzard des Barrages*. Bull. de liaison du personnel de l'Institution Interdépartementale des Barrages réservoirs du Bassin de la Seine. Paris, n° 5, avril 1994, 8 p. n.p.
- TOMASSON R. (1995) - Le Quaternaire in COLLETÉ Cl., FRICOT Cl., MATRION M., TOMASSON R. & TREFFOT G. La Géologie du département de l'Aube. Essai de synthèse. Troyes - Sainte-Savine. Assoc. Géol. Audoise, p. 91-125.
- TOMASSON R. (1997) - Géomorphologie, géologie et paléontologie des terrains sédimentaires du territoire de Clérey (Aube). *Le Cléricien*. Bulletin municipal, n° 4, 1997, 8 p.
- WENZ S. (1965) - Les poissons albiens de Vallentigny (Aube). *Annales de Paléontologie. (Vertébrés)*, t. LI, fasc. 1, 1965, p. 3-23. Paris. Masson et Cie.
- WENZ S. & FRICOT Cl. (1985) - Présence de *Pachyrhizodus salmo-neus* (Günther), Pisces, Teleostei, Pachyrhizodontidae, dans l'Albien moyen de l'Aube (France). *Bull. Inf. Géol. Bass. Paris*, vol.22, n° 4, p. 7-10.
- ZANGERL, R. (1953) - The vertebrate fauna of the Selma Formation of Alabama. Part. IV. The turtles of the family Toxochelyidae. *Field. Geol. Mem.*, vol. 3, p. 137-277.

CARTES ET PLANS DE LOCALISATION DES GISEMENTS

Carte Michelin au 1/200 000^e, n° 61 pour tous les gisements

Dolancourt et Unienville : Carte topographique au 1/25 000^e, 2917 E. Brienne-le-Château, éd. 4. IGN. 1993. Carte géologique au 1/50 000^e, 299. Brienne-le-Château, par J.-N. Hatrival *et al.* BRGM. 2003. Notice explicative.

Barrage-réservoir Aube. Commune d'Unienville. Plan parcellaire n° 2 au 1/2000^e.

Plan n°A 1.27/3 au 1/2000 du canal d'amenée du barrage-réservoir Aube. 1982.

Canal d'amenée. Profils en travers 78, 79, 84 et 91 au 1/200^e. 1987.

Entreprise Pertuy ; Maxéville.

Courcelles (Commune de Clérey) : Carte topographique au 1/25 000^e, 2818 E. Clérey, éd. 3. IGN. 1995. Carte géologique au 1/50 000^e, 333. Bouilly, par Morfaux *et al.* BRGM. 1974. Notice explicative.

Vallentigny : Carte topographique au 1/25 000^e, 2916 E. Chavanges, éd. 3. IGN. 1990. Carte géologique au 1/50 000^e, 263. Chavanges par F. Ménillet *et al.* BRGM. 2002. Notice explicative.

SOMMAIRE

MÉGNIEU (Claude).....	3
CHOMARD-LEXA (Annette). – La controverse de l'Hettangien	8
AMEDRO (Francis), ROBASZYNSKI (Francis) et BADILLET (Guy). – Le coteau de Saumur : une coupe de référence pour le Turonien du Saumurois	19
BUFFETAUT (Eric), TOMASSON (Raymond) et TONG (Haiyan). – Restes fossiles de grands reptiles jurassiques et crétacés dans l'Aube (France)	33

Prix du fascicule : 14 €
Dépôt légal : 2^e trimestre 2003
Commission paritaire n° 61540

Directeur de la publication : M. J. Roulet
Directeur adjoint : D. Obert