

LES TUFFEAUX TURONIENS DE LA RÉGION TYPE ET LA DISPARITION DU TUFFEAU DE BOURRÉ ENTRE TOURS ET CHINON (INDRE-ET-LOIRE)

The Turonian tuffeaux of the type area and the disappearance of the Tuffeau de Bourré between Tours and Chinon (Indre-et-Loire)

Francis Amédéo

26 rue de Nottingham, 62100 Calais et Université de Bourgogne – Franche-Comté, UMR 6282 Biogéosciences, 6 boulevard Gabriel, F-21000 Dijon
francis.amedro@free.fr

Franck Lenouvel

9 impasse de la Verdonnerie, 37160 Descartes
cflenouvel@yahoo.fr

Francis Robaszynski

57 rue Desmortiers, 17100 Saintes
francis.robaszynski@outlook.fr

Fabien Graveleau

Université de Lille, CNRS, Université Côte d'Opale, IRD, UMR 8187, Laboratoire d'Océanologie et de Géosciences, F 59655 Villeneuve d'Ascq
fabien.graveleau@univ-lille.fr

Résumé

La région type de l'étage Turonien s'étend au sud du Bassin parisien depuis Saumur sur la vallée de la Loire, jusqu'à Montrichard sur la vallée du Cher. Les successions lithologiques différant considérablement entre les parties occidentale et orientale du stratotype, leur corrélation est restée imprécise durant plus de deux siècles. Les coupes décrites dans cet article aux abords de Chinon permettent pour la première fois de comprendre de quelle façon s'effectue la transition entre les dépôts du Saumurois et ceux de la Touraine. Dans le détail, le Tuffeau de Bourré, une formation épaisse d'une quarantaine de mètres aux abords de Tours et le long de la vallée du Cher, daté de la zone d'ammonites à *Romaniceras ornatissimum* du Turonien moyen, disparaît vers l'ouest aux abords de Chinon. Situé stratigraphiquement en dessous du Tuffeau de Bourré se trouve le Tuffeau de Saumur, également daté du Turonien moyen, mais qui est un peu plus ancien et livre des ammonites appartenant aux zones successives à *Kamerunoceras turoniense* et à *Romaniceras kallesi*. Le Tuffeau de Saumur n'affleure pas aux environs de Tours, ni dans la vallée du Cher, mais est recoupé sur une centaine de kilomètres à travers le Saumurois et la Touraine méridionale, jusqu'aux environs de Châtellerauld où l'on observe ici la superposition directe du Tuffeau de Bourré au-dessus du Tuffeau de Saumur, la limite entre les deux formations étant soulignée par un *hardground*. Dans les deux cas, il s'agit de tuffeaux micacés blancs et la distinction entre les deux formations est impossible dans des affleurements isolés. C'est la raison principale pour laquelle la transition entre les dépôts turoniens du Saumurois et de la Touraine est restée si longtemps obscure. Les levés lithologiques actuels, réalisés à la confluence entre la Loire et la Vienne, révèlent la présence à la limite supérieure du Tuffeau de Saumur, d'une importante discontinuité sédimentaire inconnue jusqu'à aujourd'hui, nommée ici *Surface d'Omission Chinon*. Cette surface d'omission surmonte un banc demi-métrique de tuffeau bioturbé et partiellement durci qui constitue le plafond de la plupart des carrières souterraines à Chinon et ses environs. La continuité de part et d'autre de la Vienne de ce niveau repère considéré comme isochrone permet pour la première fois d'envisager une corrélation précise entre les tuffeaux du Chinonais et ceux de la partie orientale du Saumurois. Si dans le Saumurois, la *Surface d'Omission Chinon* est située à la limite supérieure du faciès « tuffeau micacé blanc » (c'est-à-dire à la limite supérieure du Tuffeau de Saumur), dans le Chinonais quelques mètres de « tuffeau blanc » la surmontent encore. Ces quelques mètres de tuffeau micacé blanc sont interprétés ici comme la terminaison occidentale du Tuffeau de Bourré qui s'amincit entre Tours et Chinon en formant un biseau, puis disparaît au niveau de la confluence entre la Loire et la Vienne. Par ailleurs, plusieurs affleurements localisés dans le sud de la Touraine, aux environs de Châtellerauld, exposent à la base du Tuffeau Jaune de Touraine (une formation superposée au Tuffeau de Bourré) et sur plusieurs centaines de km², des sables calcaires à grandes stratifications entrecroisées. Il s'agit d'un empilement de dunes hydrauliques séparées par des surfaces d'érosion. Ces dunes se sont formées en domaine tidal le long de la bordure méridionale du Bassin parisien, aux abords du seuil du Poitou, à l'occasion d'une diminution momentanée du niveau marin observée dans toute l'Europe au sommet du Turonien moyen.

Abstract

The type area of the Turonian stage extends south of the Paris Basin from Saumur in the Loire valley to Montrichard in the Cher valley. Since the lithological successions differ considerably between the western and eastern parts of the stratotype, their correlation has remained imprecise for more than two centuries. The sections described in this article near Chinon allow us, for the first time, to understand how the transition between the Saumurois and Touraine deposits takes place. In detail, the Tuffeau de Bourré, a formation about

forty meters thick near Tours and along the Cher valley, dated from the *Romaniceras ornatissimum* ammonite zone of the Middle Turonian, disappears westwards near Chinon. The Tuffeau de Saumur, also Middle Turonian in age, is stratigraphically located below the Tuffeau de Bourré. This formation yields ammonites belonging to the successive *Kamerunoceras turoniense* and *Romaniceras kallesi* zones. The Tuffeau de Saumur does not outcrop near Tours, nor in the Cher valley, but is observed over a hundred kilometers through the Saumurois and southern Touraine, up to the vicinity of Châtellerault where the Tuffeau of Bourré is superposed above the Tuffeau de Saumur. The boundary between these formations is underlined by a hardground. In both cases, these formations consist of white micaceous tuffeau and the distinction between the two formations is impossible from isolated outcrops. This is the main reason why the transition between the Turonian deposits of the Saumurois and Touraine has remained unclear for so long. Current lithological surveys, carried out at the confluence of the Loire and Vienne rivers, reveal the presence of a significant unknown sedimentary discontinuity (called the Chinon Omission Surface) at the upper limit of the Tuffeau de Saumur. This omission surface overlies a half-meter bed of bioturbated and partially hardened tuffeau which constitutes the roof of most of the underground quarries in Chinon and its surroundings. The continuity of this marker bed on both sides of the Vienne River that we considered as isochronous has allowed us for the first time to draw a precise correlation between the tuffeaux of the Chinonais and the eastern part of the Saumurois. If in the Saumurois, the Chinon Omission Surface is located at the upper boundary of the "white micaceous tuffeau" facies (i.e., at the upper boundary of the Tuffeau de Saumur), in the Chinonais, a few meters of "white tuffeau" still overly it. These few meters of white micaceous tuffeau are interpreted as the western end of the Tuffeau de Bourré which thins between Tours and Chinon and then disappears at the confluence between the Loire and the Vienne Rivers. Furthermore, several outcrops located in southern Touraine, near Châtellerault, expose, at the base of the Yellow Touraine Tuffeau (a formation superimposed on the Bourré Tuffeau), and over several hundred square kilometres, calcareous sands with extensive cross-stratifications. This is a stack of hydraulic dunes separated by erosion surfaces. These dunes formed in the tidal domain along the southern edge of the Paris Basin, near the Poitou threshold, during a temporary drop in sea level observed throughout Europe at the top of the Middle Turonian.

INTRODUCTION

L'étage Turonien a été créé par Alcide d'Orbigny en 1842 dans le tome 2 de la *Paléontologie française, Terrains crétacés*, traitant des « Gastéropodes ». Réalisant cinq ans plus tard que deux faunes d'ammonites et de rudistes distinctes pouvaient être reconnues au sein de son étage Turonien, d'Orbigny en sépara la partie inférieure sous le nom d'étage Cénomani en 1847, dans le tome 4 de la *Paléontologie française, Terrains crétacés*, relatif aux « Brachiopodes ». Le concept de stratotype n'existant pas à l'époque, les définitions de 1842 et 1847 ne pouvaient l'indiquer. Néanmoins quelques années plus tard, dans le *Cours élémentaire de paléontologie*

et de géologie stratigraphiques, d'Orbigny (1852) nomma implicitement une région type à son étage Turonien « la Touraine (Turonion) en montrant le plus beau type depuis Saumur jusqu'à Montrichard ».

Au XIX^e siècle et au début du XX^e les travaux entrepris par plusieurs géologues précurseurs, en particulier Dujardin (1837), d'Archiac (1846), Courtiller (1868), de Grossouvre (1889, 1901) et Couffon (1936), ont permis d'établir les grandes lignes stratigraphiques à l'échelle régionale (fig. 1). Il s'agit, premièrement dans le Saumurois de la superposition « Craie marneuse à *Inoceramus labiatus*, Tuffeau de Saumur et Sables glauconieux à *Ostrea rouvillei* » et deuxièmement en Touraine de la succession « Craie marneuse sans silex, puis

		Ouest	SAUMUROIS		Chinon	TOURAINÉ		Est
			anciennes dénominations	dénominations actuelles		dénominations actuelles	anciennes dénominations	
TURONIEN SUPÉRIEUR			Craie glauconieuse Sables glauconieux à <i>Ostrea rouvillei</i>	Sables de Saint-Hilaire	Tuffeau Jaune de Touraine	Tuffeau Jaune de Touraine	Tuffeau Jaune de Touraine	
TUR. MOY.	Tm 3 <i>Romaniceras ornatissimum</i>	lacune					T. de Bourré	T. de Bourré
	Tm 2 <i>Romaniceras kallesi</i>		Tuffeau de Saumur	Tuffeau de Saumur	Tuffeau de Saumur			
	Tm 1 <i>Kamerunoceras turoniense</i>		Tuffeau de Saumur	Tuffeau de Saumur	Tuffeau de Saumur			
TURONIEN INFÉRIEUR			Craie marneuse à <i>I. labiatus</i>	Tuffeau des Ardilliers			Craie d'Amboise	Craie marneuse

Fig. 1. – Tableau de corrélation des formations du Turonien entre le Saumurois et la Touraine. La quatrième et dernière zone d'ammonite du Turonien moyen à *Romaniceras mexicanum* (Tm 4) n'est pas indiquée face au tableau des formations dans la mesure où elle n'a été identifiée qu'en une seule localité près de Langeais, à la base du Tuffeau Jaune de Touraine, associée à la partie élevée de la zone à *R. ornatissimum*.

Fig. 1. – Correlation table of Turonian formations between the Saumurois and Touraine areas. The fourth and last zone of ammonite from the Middle Turonian with *Romaniceras mexicanum* (Tm 4) is not indicated alongside the formation table since it has only been identified in a single locality near Langeais, at the base of the Yellow Tuffeau of Touraine, associated with the upper part of the zone with *R. ornatissimum*.

avec silex, Tuffeau de Bourré et Tuffeau Jaune de Touraine ». Ces premières observations ont été complétées à l'occasion des levés de la Carte géologique de France à 1/80 000, aboutissant à une première synthèse sur le Turonien de la Touraine présentée par Lecointre (1947, 1960). Ces publications, ainsi que les études ultérieures d'Alcaydé & Rasplus (1971) et Alcaydé et al. (1976) ont pérennisé les divisions établies par d'Archiac et de Grossouvre, avec toutefois la création par Riveline-Bauer (1965) du terme « Craie d'Amboise » pour la craie marneuse sans, puis avec silex, affleurant à Amboise.

Les travaux sur le Turonien du Saumurois et de Touraine ont ensuite marqué le pas durant quelques années, jusqu'au moment où la Commission Stratigraphique Internationale a réalisé la nécessité de préciser la définition des étages constituant l'échelle des temps géologiques. En effet, selon le Guide Stratigraphique International (Hedberg, édit. 1976), le stratotype d'un étage est une coupe type ou un ensemble de coupes types qui servent d'étalon pour la définition et l'identification de l'unité stratigraphique. Il s'agit du stratotype d'unité. Mais dans de nombreux cas, en particulier en ce qui concerne la partie moyenne du Crétacé, les limites d'étages coïncident avec des lacunes stratigraphiques. Or l'intervalle de temps correspondant à un étage est identifié par ses limites inférieure et supérieure. C'est la raison pour laquelle a été introduite la notion de stratotype de limite ou GSSP (pour *Global Stratotype Section and Point*) (Rawson, Dhondt, Hancock & Kennedy edit., 1996). Mais avant de définir un stratotype de limite de la base d'un étage, il convient de connaître le contenu de l'étage concerné, en particulier ses caractéristiques paléontologiques.

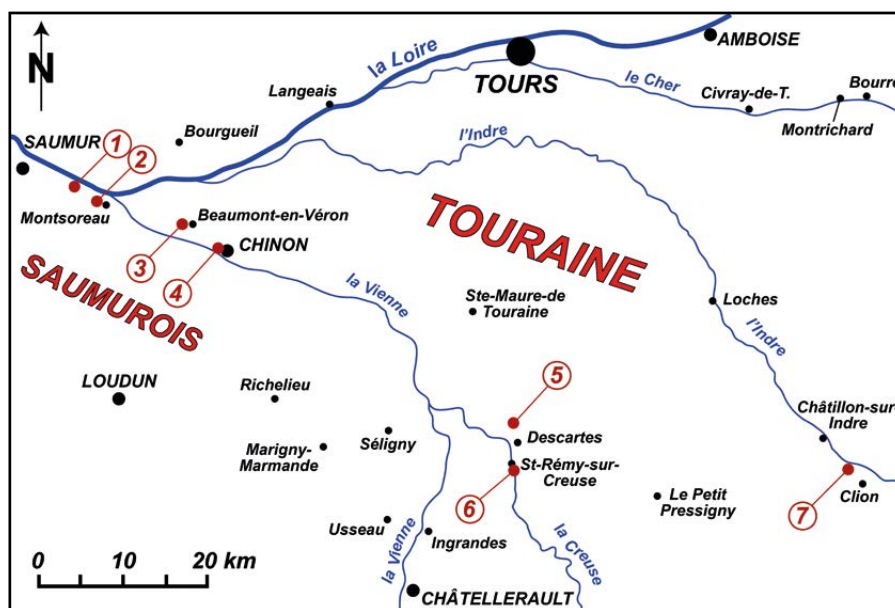
C'est dans cet esprit qu'ont été entreprises à partir de la fin des années 1970 deux séries d'études portant sur le stratotype du Turonien, c'est-à-dire sur le Saumurois et la Touraine. La première a consisté en la révision systématique des collections d'ammonites conservées dans les musées (Hancock *et al.*, 1977; Kennedy & Wright, 1979 a, b, 1981, 1984; Kennedy *et al.*, 1980 a, b, c). La seconde série de travaux a été entreprise par nous-mêmes (Francis Amédéo et Francis Robaszynski) en collaboration avec le Dr Guy Badillet. En tant que champignoniste et géologue amateur, Guy Badillet avait pu prospecter, durant plus de 40 ans et de façon systématique, les anciennes carrières souterraines de tuffeau des environs de Saumur dans le Maine-et-Loire, de Loudun dans la Vienne et de Bourré-Montrichard dans le Loir-et-Cher. Le résultat est la description de plus d'une quarantaine de coupes et la constitution d'une énorme collection paléontologique incluant près de 1 400 ammonites recueillies

en place (Amédéo & Badillet, 1978; Robaszynski coord. *et al.*, 1982; Amédéo *et al.*, 1988, 2003; Amédéo, 2009). La mise en conformité de la nomenclature des formations avec les règles édictées par le Guide stratigraphique international (Hedberg, 1976), en particulier l'adjonction d'un nom géographique à côté du terme lithologique, a conduit à cette occasion Amédéo *et al.* (2003) à remplacer les termes de « Craie marneuse à *Inoceramus labiatus* » et de « Sables glauconieux à *Ostrea rouvillei* » utilisés antérieurement dans le Saumurois par ceux de « Tuffeau des Ardilliers » et de « Sables de Saint-Hilaire », ce qui permet également de mieux décrire la nature lithologique des sédiments. L'ensemble de ces travaux a été synthétisé dans l'ouvrage « Stratotype Turonien » publié récemment (Amédéo, Matrimon & Robaszynski coord., 2018).

Malgré l'importance des résultats acquis, quelques points restaient à éclaircir, en particulier la transition entre les dépôts du Saumurois et ceux de la Touraine car d'importantes variations de faciès et d'épaisseur existent entre les deux parties du stratotype. Par ailleurs, la mise en évidence de tempestites riches en ammonites du Turonien moyen à la base du Tuffeau Jaune de Touraine dans la vallée du Cher, ainsi qu'en Touraine méridionale, puis la découverte de dunes hydrauliques de même âge vers le seuil du Poitou (Amédéo *et al.*, 2020 a, b, 2023) incitaient à élargir les investigations dans le sud-est de la Touraine, vers Descartes, Saint-Rémy-sur-Creuse et Clion (fig. 2). Les observations présentées ci-dessous résultent d'une mission réalisée en octobre 2024.

Fig. 2. – Localisation géographique des affleurements étudiés à la confluence entre la Vienne et la Loire à Parnay (1), Montsoreau (2), Beaumont-en-Véron (3) et Chinon (4), ainsi que dans le sud de la Touraine à Descartes (5) Saint-Rémy-sur-Creuse (6) et Clion (7).

Fig. 2. – Geographical location of the outcrops studied at the confluence between the Vienne and the Loire at Parnay (1), Montsoreau (2), Beaumont-en-Véron (3) and Chinon (4), as well as in the south of Touraine at Descartes (5), Saint-Rémy-sur-Creuse (6) and Clion (7).



LA LIAISON ENTRE LES TUFFEAUX DU SAUMUROIS ET DE LA TOURAINE AUX ABORDS DE CHINON (INDRE-ET-LOIRE)

L'étage Turonien est représenté dans le Saumurois comme en Touraine par trois formations superposées (Amédro *et al.*, 2003) (fig. 1). Jusque dans les années 1970 (Alcaydé, 1970, 1975; Alcaydé & Rasplus, 1971; Alcaydé *et al.*, 1976) les formations ont été le plus souvent corrélées entre elles de la façon suivante, du haut vers le bas : Sables de Saint-Hilaire = Tuffeau Jaune de Touraine; Tuffeau de Saumur = Tuffeau de Bourré; Tuffeau des Ardilliers = Craie d'Amboise.

Pourtant, dès 1901, de Grossouvre avait montré que le Tuffeau de Saumur et le Tuffeau de Bourré ne contenaient pas les mêmes associations d'ammonites, suggérant que les équivalences admises ci-dessus étaient erronées. Le travail synthétique entrepris à l'occasion de la rédaction du « Stratotype Turonien » (Amédro, *et al.*, 2018) a permis de préciser les relations géométriques entre les formations présentes dans les parties occidentale (Saumurois) et orientale (Touraine) de la région type. Si l'équivalence Sables de Saint-Hilaire = Tuffeau Jaune de Touraine reste exacte, le couplet Tuffeau de Saumur-Tuffeau des Ardilliers passe latéralement à la Craie d'Amboise (fig. 2). Que devient alors le Tuffeau de Bourré lorsque l'on se déplace vers l'ouest, c'est à dire de la Touraine vers le Saumurois ?

Depuis le début de nos recherches géologiques dans l'aire stratotypique de l'étage Turonien, commencées pour l'un d'entre nous (F.A.) en 1977, nous avons eu l'occasion de réaliser de très nombreuses observations lithologiques le long des coteaux bordant la Loire et la Vienne entre Saumur, Montsoreau, Bourgueil et Chinon, ainsi que dans plus d'une vingtaine de caves champignonnières et viticoles situées en retrait des vallées. Jusqu'à présent, nous n'avions pas réussi à observer sur le terrain de quelle manière s'effectue la disparition du corps sédimentaire correspondant au Tuffeau de Bourré. Désormais, nos levés lithologiques récents permettent enfin de répondre à la question grâce à un faisceau d'indices que nous jugeons concordants.

Tuffeau de Saumur et/ou Tuffeau de Bourré : comment distinguer les deux formations ?

La principale difficulté à laquelle nous avons été confrontés durant un demi-siècle tient à l'impossibilité de distinguer sur le terrain, et dans des affleurements de petite taille, le Tuffeau de Saumur du Tuffeau de Bourré. Dans les deux cas, il s'agit d'un tuffeau finement micacé, homogène, blanc lorsque les coupes sont fraîches ou jaune pâle dans le cas d'affleurements légèrement altérés par l'action des agents météoriques. Certains intervalles sont très bioturbés, avec des pénétrations qui peuvent être parfois grésifiées. On pourrait être tenté de réunir le Tuffeau de Saumur et le Tuffeau de

Bourré dans une seule unité stratigraphique, mais il s'agit bien de deux prismes sédimentaires différents, ou plutôt de deux formations superposées comme l'indique leur contenu paléontologique (fig. 1). En effet, le Tuffeau de Saumur est plus ancien par le fait qu'il a livré des ammonites appartenant aux deux premières zones du Turonien moyen, successivement à *Kamerunoceras turoniense* (Tm 1) et à *Romaniceras kallei* (Tm 2). Le Tuffeau de Bourré est quant à lui plus récent par son association d'ammonites typique de la troisième zone du Turonien moyen à *Romaniceras ornaticissimum* (Tm 3).

Le fil conducteur permettant de préciser les relations géométriques entre les deux formations du Tuffeau de Saumur et du Tuffeau de Bourré est un niveau stratigraphique observé pour la première fois par l'un d'entre nous (F.A.) en 1977 à Montsoreau, à la limite supérieure du Tuffeau de Saumur. Son intérêt n'avait pas été soupçonné à l'époque dans la mesure où il s'agissait d'une observation ponctuelle. Aujourd'hui, nous révisons cette idée et considérons ce niveau comme un niveau repère essentiel et isochrone. Il est actuellement bien exposé dans une entrée de cave située à Beaumont-en-Véron, mais est aussi bien visible à mi-hauteur du coteau de Chinon où il est possible de le suivre sur une distance d'un kilomètre. Il s'agit d'une surface d'omission que nous nommons dans cet article **Surface d'Omission Chinon**. Cette surface est superposée à quelques décimètres de tuffeau abondamment bioturbé et légèrement durci, riche en petites huîtres centimétriques appartenant à l'espèce *Pycnodonta eburnea* (Coquand, 1869). Ce banc de tuffeau plus cohérent apparaît en relief dans les affleurements qui ont subi une certaine altération. Il ne s'agit cependant pas de sa seule particularité. En effet, les bioturbations, pour la plupart des *Thalassinoides* issues de la **Surface d'Omission Chinon**, ont été envahies par de la silice qui les a débordées, donnant naissance à un important lit de chenards (terme signifiant « *dur comme du chien* ») de teinte gris moyen. Le lit de chenards présente une épaisseur moyenne de 0,40 m, mais certaines bioturbations silicifiées, le plus souvent tubulaires avec un diamètre d'1 à 2 cm, descendent jusqu'à 0,80 m sous la **Surface d'Omission Chinon**. Ce niveau repère constitue le toit de la plupart des caves dans la région de Chinon, les « *perreyeurs* » ayant profité de sa solidité lors de l'extraction de la pierre du tuffeau.

Il convient de préciser que d'une coupe à l'autre et parfois sur une distance inférieure à un kilomètre, la cimentation des quelques décimètres de tuffeau bioturbé et légèrement durci sous-jacents à la **Surface d'Omission Chinon** varie sensiblement. À Beaumont-en-Véron la cimentation est faible, à Chinon elle est plus importante, à Montsoreau elle est encore plus marquée, la surface présentant alors l'aspect d'un fond semi-induré ou *firmground*. Dans la mesure où il s'agit de la même discontinuité sédimentaire, nous n'en modifions toutefois pas l'appellation.

En suivant la *Surface d'Omission Chinon* vers l'amont de la Loire à partir de Montsoreau, puis la Vienne jusqu'à Chinon, il devient alors possible d'apprécier la manière dont s'effectue la transition entre les tuffeaux turoniens du Saumurois et ceux de la Touraine. Les différentes coupes décrites dans la suite du texte sont situées, pour le Saumurois à Parnay ainsi qu'à Montsoreau (Maine-et-Loire) et pour la Touraine à Beaumont-en-Véron et à Chinon (Indre-et-Loire).

Le coteau de Parnay

La localisation exacte de la coupe décrite par Alcaydé *et al.* (1976) n'est pas connue. Le Tuffeau de Saumur affleure sur une quinzaine de mètres de hauteur dans la falaise formant le coteau. Il s'agit, sur les dix premiers mètres, d'un tuffeau blanc finement micacé et, sur les cinq derniers mètres, d'un tuffeau plus sableux et glauconieux, gris-verdâtre, contenant des bioturbations grésifiées (fig. 3). Cet intervalle glauconieux, dont la continuité spatiale est démontrée dans tout le Saumurois (Amédéo *et al.*, 1988), correspond au « *Tuf à noyaux siliceux* » de Couffon (1936). Suivant Alcaydé *et al.* (1976) et comme dans la plupart des coupes du Saumurois, la limite supérieure du Tuffeau de Saumur est soulignée dans le coteau de Parnay par un *hardground* pluridécimétrique. Plusieurs ammonites appartenant aux espèces *Romaniceras (R.) kallei* (Zázvorka, 1958) et *Lecointriceras fleuriausianum* (d'Orbigny, 1841) ont été recueillies par Guy Badillet dans des caves creusées dans la partie supérieure du Tuffeau de Saumur à Parnay.

Au-dessus de cette première formation, les auteurs indiquent la présence de 8 mètres de sables calcaires fins, glauconieux, verdâtres, à noyaux grésifiés (faciès comparable à celui des Sables de Saint-Hilaire du coteau du château de Saumur (Amédéo *et al.*, 2003), dans lesquels s'intercalent des bancs lumachelliques, pluridécimétriques, riches en bryozoaires et en huîtres (rappelant ce que l'on observe dans le Tuffeau Jaune de Touraine au sommet du coteau de Chinon; cf. Amédéo, Matrimon & Robaszynski coord., 2018).

On se trouve ici dans une zone de transition entre les faciès du Saumurois et de la Touraine pour ce qui concerne la partie supérieure des formations turoniennes, les Sables de Saint-Hilaire passant latéralement et de façon progressive au Tuffeau Jaune de Touraine (Amédéo *et al.*, 2020). En revanche, en dessous, la succession lithologique est typiquement celle que l'on observe dans l'ensemble du Saumurois avec la présence du Tuffeau de Saumur sous les Sables de Saint-Hilaire (Amédéo *et al.*, 1988).

La Rue des Moulins à Montsoreau

La description publiée par Amédéo (2009) est précisée dans le présent article en tenant compte des connaissances actuelles et des notes consignées sur le carnet de terrain de l'époque. Des travaux de voirie réalisés en 1977 à Montsoreau, tout le long de la Rue des Moulins (coordonnées GPS

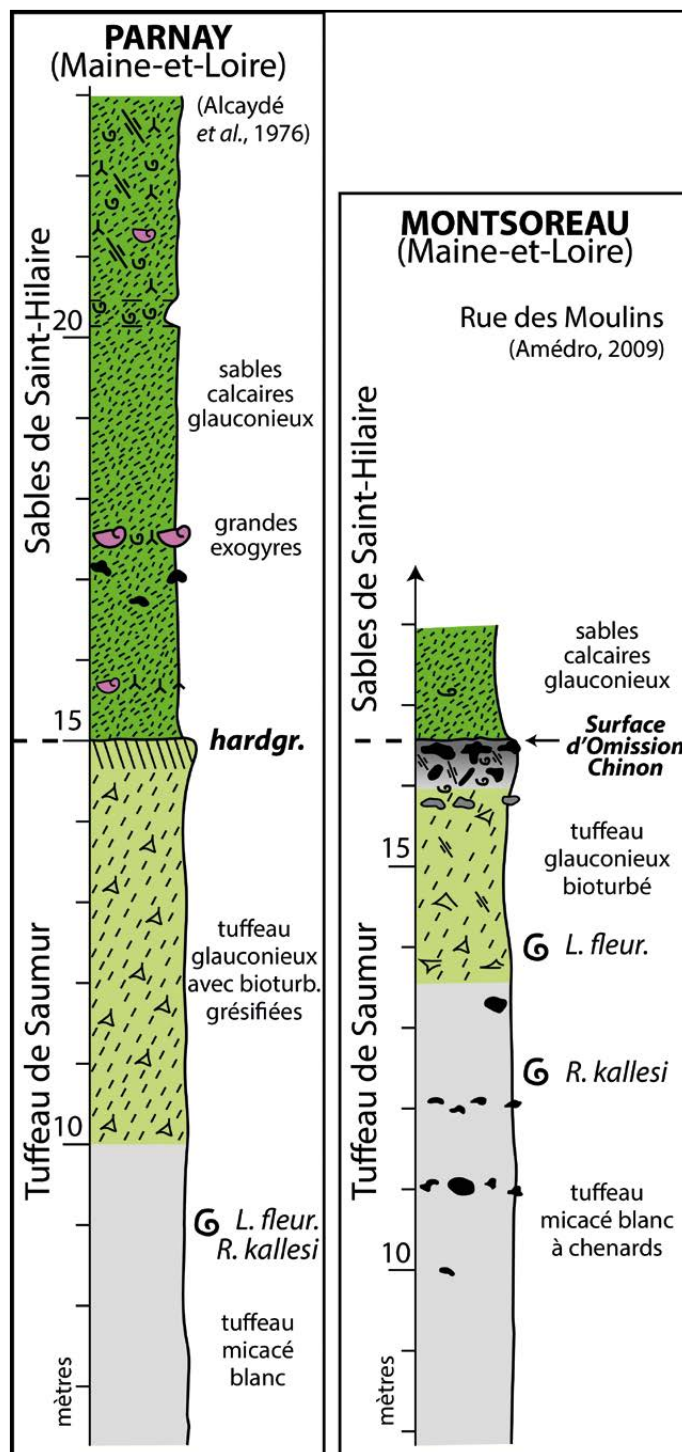


Fig. 3. – Coupes lithologiques de la partie supérieure du coteau turonien bordant la rive gauche de la Loire à Parnay et Montsoreau (Maine-et-Loire). La légende des figurés lithologiques est indiquée sur la figure 12. Fig. 3. – Lithological sections of the upper part of the Turonian hillside bordering the left bank of the Loire at Parnay and Montsoreau (Maine-et-Loire). The legend of the lithological figures is shown in Figure 12.

N 47.216458 et E 0.051205), ont entaillé le sommet du coteau jusqu'au plateau surplombant la Loire, fournissant une coupe de 18 m d'épaisseur à travers la partie supérieure du Tuffeau de Saumur et la base des Sables de Saint-Hilaire (fig. 3). Du bas vers le haut, l'affleurement a révélé la succession la suivante :

Tuffeau de Saumur (partie supérieure)

✧ 0 à 13,60 m : tuffeau (ou plus exactement calcarénite) blanc contenant quelques rares petits nodules siliceux branchus, gris, épars et deux horizons décimétriques plus riches en nodules situés à 2,70 m et 11,10 m. Seule la partie supérieure de cet intervalle est représentée dans la figure 3 ;

✧ 13,60 m à 16,00 m : tuffeau glauconieux gris-verdâtre, parsemé de nombreuses bioturbations grésifiées, parfois même silicifiées. Le tuffeau contient de fréquentes petites huîtres appartenant à l'espèce *Pycnodonta eburnea*, des bryozoaires et des radioles d'oursins réguliers. Cette unité lithologique et la suivante correspondent au « Tuf à noyaux siliceux » de Couffon (1936) de façon comparable à ce qui est décrit à Parnay. Une ammonite appartenant à l'espèce *Lecointricerias fleuriausianum* a été récoltée vers 14 m. Par ailleurs, un lit de nodules décimétriques constitués de tuffeau grésifié riche en petits coraux simples est présent à 15,80 m. Les prospections réalisées par Guy Badillet dans plusieurs caves creusées au sommet du Tuffeau de Saumur à Montsoreau, dans le tuffeau glauconieux gris-verdâtre décrit ici, ont livré 13 autres ammonites incluant *Lewesiceras peramplum* (Mantell, 1822) 5 exemplaires, *Romaniceras (R.) kallei* 3 ex., *Romaniceras (Y.) aff. ornatissimum* (Stoliczka, 1865) 1 ex. et *L. fleuriausianum* 4 ex. (Amédro, 2009). Cette association est typique du sommet de la deuxième zone d'ammonites du Turonien moyen, à *R. kallei* (Tm 2) ;

✧ 16,00 m à 16,60 m : tuffeau glauconieux gris-verdâtre comparable à celui décrit dans l'intervalle précédent, mais beaucoup plus riche en petites huîtres (*P. eburnea*) et en plus partiellement durci et consolidé. Ce niveau, épais de 0,60 m, est parcouru de nombreuses traces fossiles de type *Thalassinoides*. Certaines bioturbations sont silicifiées et se présentent sous l'aspect de chenards. La limite supérieure de cette unité lithologique est une discontinuité sédimentaire qui, par sa morphologie, correspond à la *Surface d'Omission Chinon*. La cimentation assez importante du tuffeau sous la surface perforée a conduit l'un d'entre nous (Amédro, 2009) à l'interpréter comme un *hardground*. Nous pensons aujourd'hui qu'il s'agit plutôt d'un fond semi-induré, c'est-à-dire d'un *firmground* dans la mesure où la cimentation du substrat n'est pas totale ;

Sables de Saint-Hilaire

✧ 16,80 m à 18,20 m (fin de la coupe) : sables carbonatés friables, très glauconieux, roux par altération.

L'intérêt de cette coupe est qu'il s'agit du premier affleurement où, en allant de Saumur vers Chinon, le *hardground* habituellement présent à la limite supérieure du Tuffeau de Saumur (Amédro *et al.*, 1988, 2003) est remplacé latéralement par une discontinuité sédimentaire moins marquée, en l'occurrence la *Surface d'Omission Chinon*. Celle-ci apparaît toutefois encore sous l'aspect d'un *firmground* en raison de la cimentation assez importante, mais incomplète du tuffeau. En revanche, on observe toujours à Montsoreau, comme dans le reste du Saumurois, la superposition Tuffeau de Saumur-Sables de Saint-Hilaire sans intercalation du Tuffeau de Bourré entre les deux formations.

La Cave aux fièvres à Beaumont-en-Véron

La localisation géographique des affleurements décrits sur la rive droite de la Vienne, à Beaumont-en-Véron et à Chinon, est indiquée sur la figure 4.

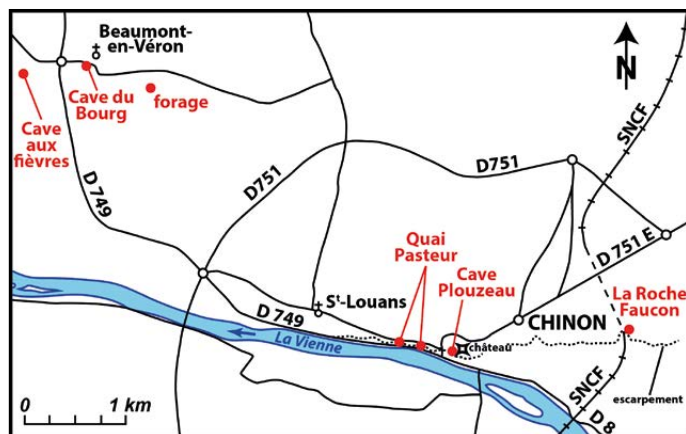


Fig. 4. – Localisation géographique des affleurements étudiés à Beaumont-en-Véron et Chinon (Indre-et-Loire).

Fig. 4. – Geographical location of the outcrops studied in Beaumont-en-Véron and Chinon (Indre-et-Loire).

Le lieu-dit « les Caves aux fièvres » est situé à 500 m à l'ouest du village (coordonnées GPS : N 47.192811 et E 0.177774). L'entrée de cave décrite ici se trouve en retrait d'une quarantaine de mètres par rapport au bord de la route. Il s'agit d'une coupe récente dans la mesure où le bord du coteau a été raboté, suite à la destruction partielle d'une ancienne cave. De ce fait, le front de taille n'a pas encore subi d'altération liée à la pluie ou au gel. La coupe levée en octobre 2024 est la suivante, du bas vers le haut (fig. 5) :

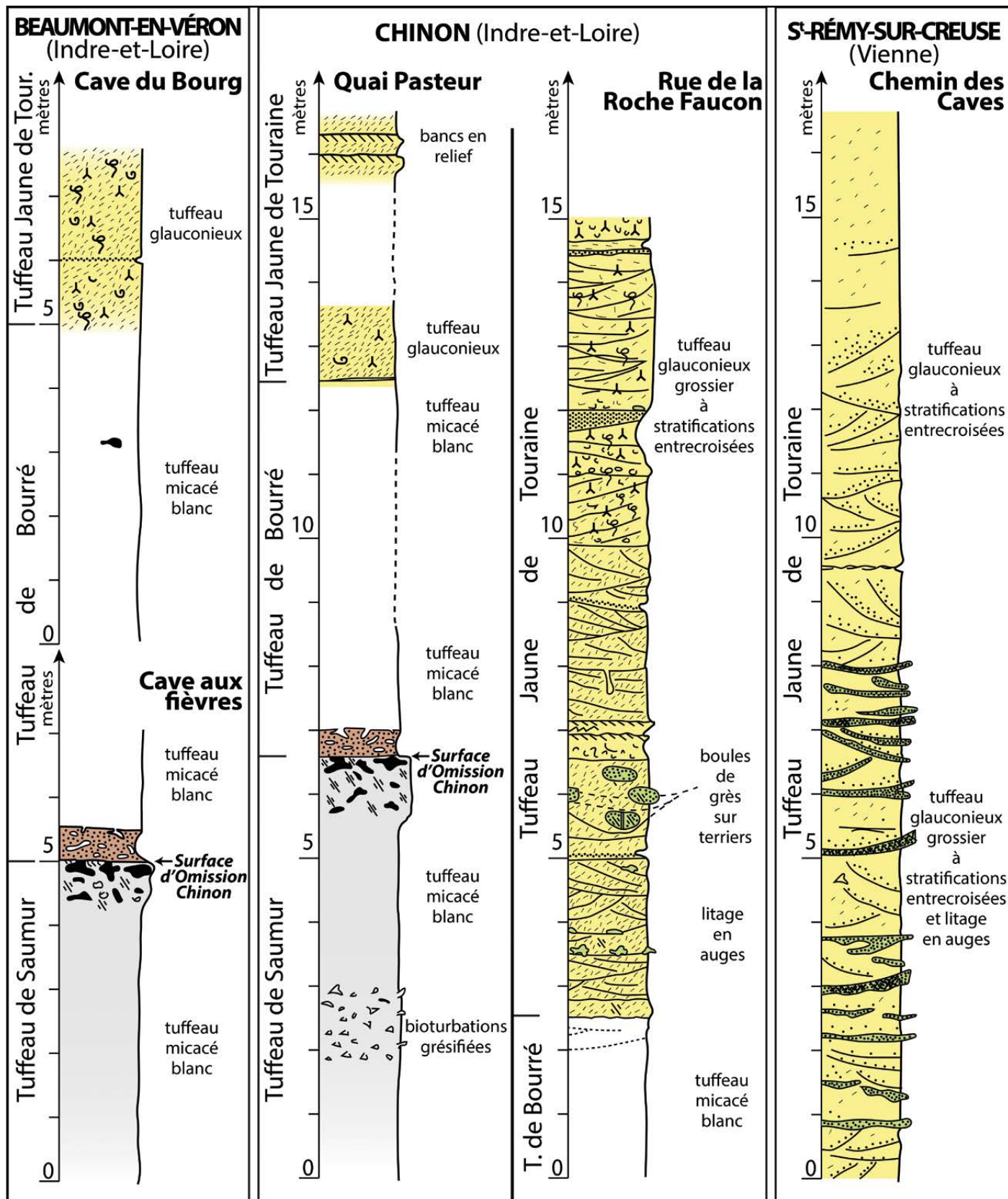


Fig. 5. – Coupes lithologiques prises au sein des tuffeaux turoniens à Beaumont-en-Véron et Chinon (Indre-et-Loire), ainsi qu'à Saint-Rémy-sur-Creuse (Vienne). La légende des figurés lithologiques est indiquée sur la figure 12.
 Fig. 5. – Lithological sections taken within the Turonian tuffeaux at Beaumont-en-Véron and Chinon (Indre-et-Loire), as well as at Saint-Rémy-sur-Creuse (Vienne). The legend of the lithological figures is shown in Figure 12.

Tuffeau de Saumur

- ✧ 0 à 4,50 m : tuffeau micacé, blanc-gris, assez fin, tendre, paraissant homogène. Les macrofossiles semblent peu fréquents et seule une trigonie appartenant à l'espèce *Pterotrignia scabra* (Lamarck, 1812) a été observée à 4,25 m ;
- ✧ 4,50 m à 5,00 m : tuffeau comparable au précédent, mais plus cohérent, légèrement durci et riche en petites huitres centimétriques (*Pycnodonta eburnea*) dont les coquilles sont souvent fragmentées. La limite supérieure de l'unité lithologique est une surface perforée avec des terriers de type *Thalassinoides* qui descendent jusqu'à 0,50 m de profondeur et sont entièrement silicifiés. Dans les 0,20 m supérieurs, la silice a débordé les bioturbations, donnant naissance à un important lit de chenards de teinte gris moyen (fig. 6 et 7). Cette discontinuité est le témoin d'un important arrêt dans la sédimentation. Il s'agit de la *Surface d'Omission Chinon* ;



Fig. 6. – Entrée de la Cave aux fièvres à Beaumont-en-Véron (Indre-et-Loire). La Surface d'Omission Chinon, prise comme limite entre le Tuffeau de Saumur (en dessous) et le Tuffeau de Bourré (au-dessus) coïncide avec le sommet du lit de concrétions silicifiées grises (chenards) visible au plafond de la carrière souterraine.

Fig. 6. – Entrance to the « Cave aux fièvres » in Beaumont-en-Véron (Indre-et-Loire). The « Surface d'Omission Chinon », taken as the boundary between the Tuffeau de Saumur (below) and the Tuffeau de Bourré (above) coincides with the top of the bed of grey silicified concretions (« chenards ») visible on the ceiling of the underground quarry.

Fig. 7. – La Cave aux fièvres à Beaumont-en-Véron. Vue rapprochée de la Surface d'Omission Chinon. La silice a d'abord envahi les bioturbations (*Thalassinoides*) issues de la surface d'omission, puis les a débordées, donnant naissance à un important lit de chenards. Il s'agit d'un excellent niveau repère que l'on peut suivre visuellement au toit de la plupart des caves du Chinonais.

Fig. 7. – The « Cave aux fièvres » in Beaumont-en-Véron. Close-up view of the « Surface d'Omission Chinon ». Silica first invaded the bioturbations (*Thalassinoids*) from the Omission Surface, then overflowed them, giving rise to a large bed of chenards. This is an excellent landmark level that can be visually followed on the roof of most of the cellars in Chinon.

Tuffeau de Bourré

- ✧ 5,00 m à 5,50 m : tuffeau très fin, ou plutôt silt carbonaté, de teinte gris-beige, parcouru de nombreuses bioturbations de type *Thalassinoides* issues de la couche sus-jacente et remplies de tuffeau plus clair, blanchâtre ;
- ✧ 5,50 m à 7,20 m (fin de la coupe) : tuffeau micacé blanc, assez fin.

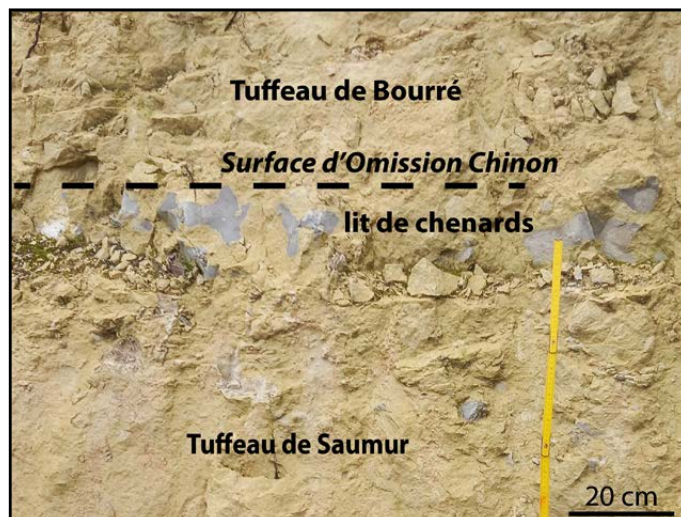
La localité de Beaumont-en-Véron est géographiquement la première où, en se déplaçant de l'ouest (Saumurois) vers l'est (Touraine), du tuffeau micacé blanc est présent, non seulement en dessous de la *Surface d'Omission Chinon*, mais également au-dessus. Selon notre interprétation, il s'agit de l'apparition du Tuffeau de Bourré au-dessus du Tuffeau de Saumur.

La Cave du Bourg à Beaumont-en-Véron

Toujours à Beaumont-en-Véron, l'entrée de la Cave du Bourg se trouve à 75 m à l'ouest de l'église, sur la gauche en se dirigeant vers la D 749 (coordonnées GPS N 47.193773 et E 0.185227). Cette cave est localisée à 650 m à l'est de la Cave aux fièvres décrite précédemment. Les deux entrées de caves sont situées sensiblement à la même altitude (42 m pour la Cave aux fièvres, 45 m pour la Cave du Bourg), mais elles entament des niveaux différents en raison, probablement, du pendage de 2 à 3° qui affecte les couches. Du bas vers le haut, la succession lithologique visible à l'entrée de la Cave du Bourg est la suivante (fig. 5) :

Tuffeau de Bourré

- ✧ 0 à 5,00 m : tuffeau micacé fin, blanc-gris, apparemment homogène et dépourvu de chenards. Seule une petite concrétion siliceuse branchue a été observée à 3,15 m. Les 0,10 m supérieurs soulignent une transition progressive et rapide avec le tuffeau jaune situé au-dessus, mais sans discontinuité sédimentaire ;



Tuffeau Jaune de Touraine

✧ 5,00 m à 8 m (fin de la coupe) : tuffeau jaune, ou plutôt calcirudite glauconieuse, à passées grossières, riche en serpules, bryozoaires et petites huîtres (*Pycnodonta eburnea* et *Curvostrea rouvillei*). Un lit pluricentimétrique constitué de tuffeau plus fin et plus riche en glauconie est présent à 6,00 m.

À la différence de la Cave aux fièvres où l'on observe la limite Tuffeau de Saumur-Tuffeau de Bourré, la Cave du Bourg expose la limite Tuffeau de Bourré-Tuffeau Jaune de Touraine, c'est-à-dire un niveau sensiblement plus élevé. En revanche, en l'absence de niveau repère commun aux deux affleurements, il est impossible de connaître l'épaisseur du Tuffeau de Bourré à Beaumont-en-Véron à partir des observations réalisées dans ces deux caves.

Cette difficulté peut néanmoins être partiellement contournée de manière indirecte grâce à un forage d'alimentation en eau réalisé au sein de la localité en 1980. Celui-ci a été implanté à 575 m au sud-est de l'église de la commune, au lieu-dit « les Moulins du Puy Prieur », où se trouve maintenant une station de pompage (coordonnées GPS N 47.191743 et E o. 19411). Le forage, référencé BSS001HMUP par la banque du sous-sol gérée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (<http://infoterre.brgm.fr>), a été décrit par Cl. Martins du BRGM d'Orléans. Selon la fiche établie par les sondeurs, il aurait traversé, entre le Tuffeau Jaune de Touraine du Turonien « supérieur » et les Marnes à ostracées du Cénomaniens supérieur, 55 m de « craie micacée » (Tuffeaux de Bourré et de Saumur indifférenciés) et de « craie à inocérames » (Tuffeau des Ardilliers). Sachant que l'épaisseur du Tuffeau des Ardilliers est constante dans l'ensemble du Saumurois, en moyenne une quinzaine de mètres et celle du Tuffeau de Saumur environ 25 m, et ceci jusqu'aux abords de Montsoreau, à 10 km à l'ouest du secteur étudié ici, on peut envisager raisonnablement que la puissance du Tuffeau de Bourré pourrait être d'environ 15 m à Beaumont-sur-Véron.

Le Quai Pasteur à Chinon

Le Quai Pasteur est situé au pied de la falaise bordant la rive droite de la Vienne à la sortie de la ville de Chinon, en direction de Beaumont-en-Véron. La partie inférieure du coteau (intervalle 0 à 8 m de notre levé lithologique) est bien exposée à l'entrée de la Cave Monplaisir située à 800 m à l'ouest du pont franchissant le cours d'eau (coordonnées GPS : N 47.169012 et E o.222435) (fig. 8 et 9). La hauteur de la falaise ne permet malheureusement pas d'accéder à la partie supérieure du coteau. Le jardin d'un domicile privé localisé également quai Pasteur, à mi-chemin entre la Cave Monplaisir et le centre de la commune, offre en revanche la possibilité d'observer des niveaux un peu plus élevés allant jusqu'à la mi-hauteur de la falaise (jusqu'au niveau 15 m de notre coupe) grâce, d'abord à un escalier taillé à flanc de coteau, puis à un éboulis. Le levé composite réalisé à partir des deux affleurements apparaît comme suit, du bas vers le haut (fig. 5) :

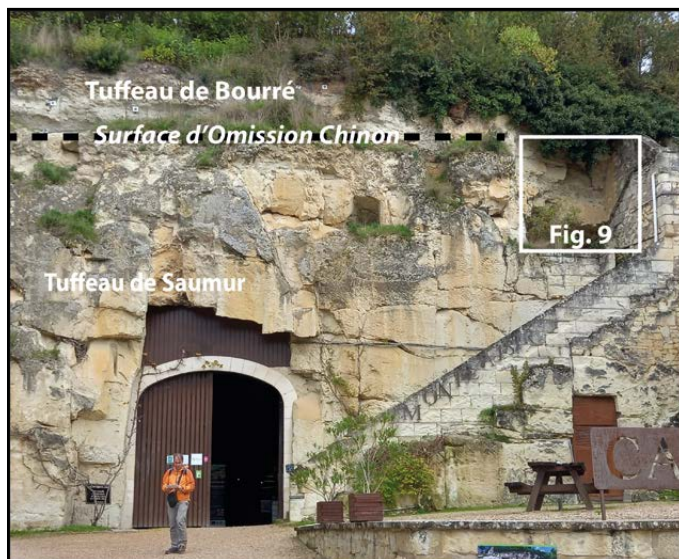


Fig. 8. – Entrée de la Cave Monplaisir située Quai Pasteur à Chinon (Indre-et-Loire). Le banc proéminent de tuffeau bioturbé plus cohérent, limité au sommet par la Surface d'Omission Chinon, constitue le plafond de la cave.
Fig. 8. – Entrance to the Monplaisir cellar located on Quai Pasteur in Chinon (Indre-et-Loire). The prominent bench of more coherent bioturbated tuffeau, limited at the top by the Surface d'Omission Chinon, constitutes the ceiling of the cellar.

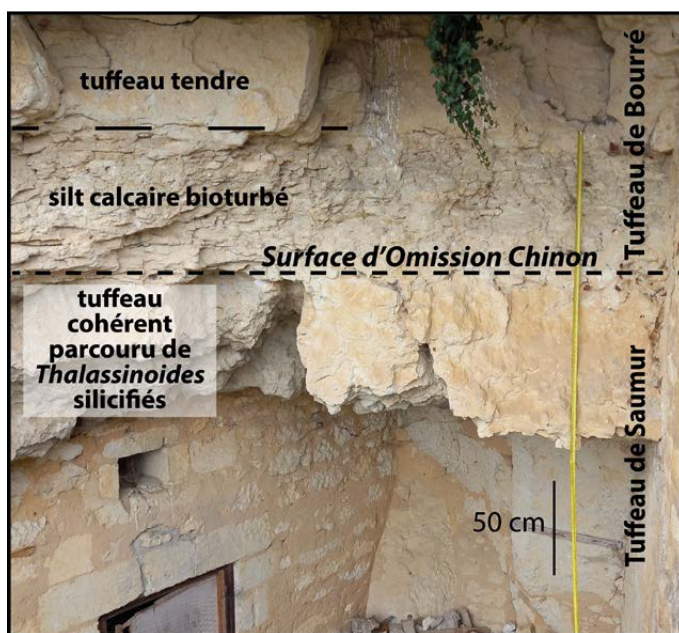


Fig. 9. – Détail du plafond de la Cave Monplaisir, montrant la Surface d'Omission Chinon qui coïncide dans le Chinonais avec la limite Tuffeau de Saumur-Tuffeau de Bourré. Le banc proéminent jaunâtre situé sous la surface perforée est traversé de nombreux terriers dont la plupart sont envahis de silice. Le niveau gris-beige en creux présent juste au-dessus est un lit de silt carbonaté parcouru de nombreuses bioturbations de type *Thalassinoides* issues de la couche sus-jacente et remplies de tuffeau plus clair, blanchâtre.
Fig. 9. – Detail of the ceiling of the Monplaisir cellar, showing the Chinon Omission Surface which coincides in the Chinon region with the boundary between the Tuffeau de Saumur and Tuffeau de Bourré boundary. The prominent yellowish bench below the perforated surface is crossed by numerous burrows, most of which are invaded by silica. The hollow grey-beige level just above is a bed of carbonate silt crossed by numerous *Thalassinoides*-type bioturbations from the overlying layer and filled with lighter, whitish tuffeau.

Tuffeau de Saumur

✧ 0 à 5,70 m : tuffeau micacé jaune pâle, paraissant homogène. Quelques rares petits chenards branchus, gris pâle, sont disséminés au sein du tuffeau. Le coteau ayant été rafraîchi à l'entrée de la cave, l'altération n'a pas eu le temps de faire son œuvre. En revanche, une passée bioturbée métrique est bien visible en plusieurs points du coteau, environ 3 m sous le sommet de l'unité lithologique, en particulier au niveau de l'entrée de la cave Plouzeau située sous le château de Chinon (fig. 10) ;

✧ 5,70 m à 6,40 m : tuffeau identique au précédent, mais plus cohérent, livrant de nombreuses petites huîtres centimétriques (*Pycnodonta eburnea*) et surtout parcouru par un important réseau de bioturbations (*Thalassinoides*). La limite supérieure du banc est perforée et correspond à la *Surface d'Omission Chinon* vue ici dans sa localité type. De façon comparable à ce qui est décrit à la Cave aux fièvres à Beaumont-en-Véron, les bioturbations sont remplies de silice et celles situées au sommet du banc forment un lit de chenards. Celui-ci n'est cependant pas repérable à première vue dans la falaise dans la mesure où les chenards ne sont pas sectionnés, mais apparaissent en relief, entourés d'une gangue de tuffeau blanchâtre. En revanche, le caractère bioturbé de l'unité lithologique est bien visible et le banc lui-même est légèrement proéminent dans la falaise (fig. 9). Sa dureté a d'ailleurs conduit les « perreyeurs » à l'utiliser comme toit de la cave lors du creusement des galeries. Il en est d'ailleurs de même dans les autres caves que nous avons eu l'occasion de visiter et en particulier à la Cave Plouzeau à Chinon.

Aucune ammonite n'a été recueillie dans la Cave Monplaisir. En revanche, les collections de l'Université de Poitiers hébergent un très beau spécimen de *Collignoniceras woollgari woollgari* (Mantell, 1822) préservé dans un tuffeau blanc, micacé, provenant de « Chinon – Indre-et-Loire » [n° d'inventaire A.1943]. Ce moule interne, illustré par Amédro *et al.* (2020, p. 12, text-fig. 6), provient très probablement de l'intervalle 0 à 5,70 m dans la mesure où, selon nos observations, toutes les caves de Chinon semblent creusées dans le tuffeau micacé blanc situé sous la *Surface d'Omission Chinon*. *C. woollgari woollgari* est une espèce dont l'extension verticale est limitée aux deux premières zones d'ammonites de la base du Turonien moyen, successivement à *Kamerunoceras turoniense* (Tm 1) et *Romaniceras kallei* (Tm 2) et qui est typique du Tuffeau de Saumur ;

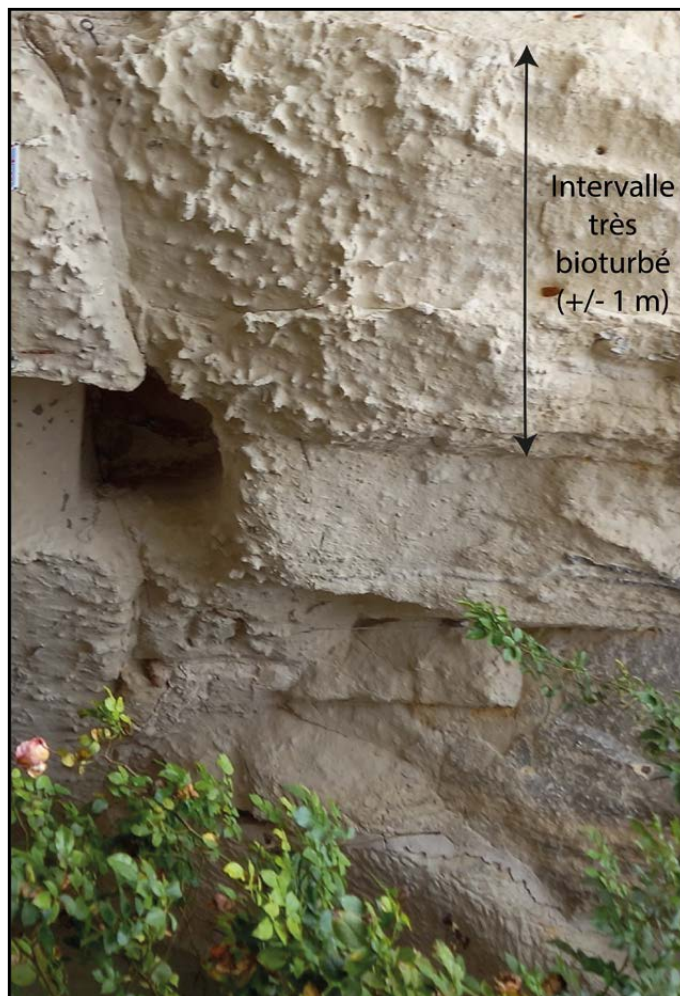


Fig. 10. – Entrée de la Cave Plouzeau située sous les remparts du château de Chinon. Un intervalle métrique, très bioturbé, est visible à environ 3 m sous le plafond de la cave (il s'agit d'un équivalent latéral de l'intervalle 1,80 m à 3 m de la coupe du Quai Pasteur ; cf. fig. 5). Les cavités des anciens terriers ont été calcifiées lors de la diagenèse précoce du sédiment. Comme à la Cave Monplaisir, les perreyeurs ont utilisé comme toit des galeries d'exploitation le banc de tuffeau cohérent, sous-jacent à la *Surface d'Omission Chinon*.

Fig. 10. – Entrance to the Plouzeau cellar located under the ramparts of the Château de Chinon. A metric interval, very bioturbated, is visible about 3 m below the ceiling of the cellar. The cavities of the old burrows were calcified during the early diagenesis of the sediment. As at the Monplaisir cellar, the quarrymen used the coherent tuffeau bench underlying the *Surface d'Omission Chinon* as the roof of the galleries.

Tuffeau de Bourré

✧ 6,40 m à 7,00 m : silt calcaire beige, friable, légèrement en creux dans le coteau, parcouru de nombreuses bioturbations de type *Thalassinoides* issues de la couche sus-jacente. Ces terriers sont remplis de tuffeau plus clair, blanchâtre et apparaissent sous une forme ovale en section (fig. 9). Nous avions pensé en raison de la couleur plus sombre et du côté friable et tendre de la roche qu'il pouvait s'agir d'un niveau un peu plus marneux. Il n'en est rien. La diffraction par les rayons X d'un échantillon prélevé à 6,50 m montre une très

forte proportion de calcite, très peu d'argile (smectite) et un peu d'illite-mica, d'opale CT et de quartz. Le gypse est probablement d'origine secondaire (fig. 11) ;

◇ 7,00 m à 8,50 m : tuffeau micacé blanc.

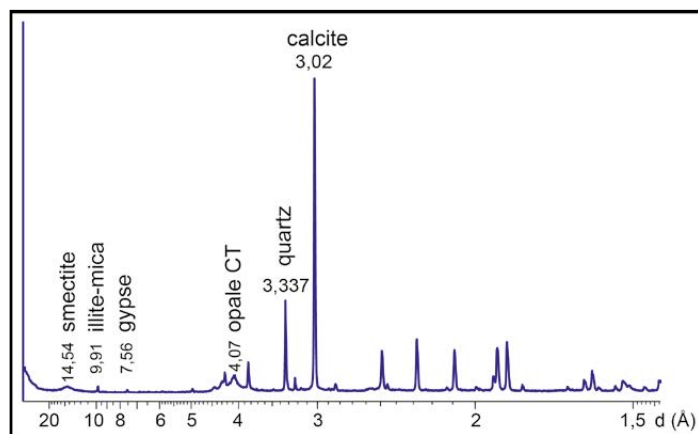


Fig. 11. – Diffractogramme d'un échantillon prélevé à la base du Tuffeau de Bourré à la cave Monplaisir à Chinon, au niveau 6,50 m. La diffraction des rayons X permet d'identifier les minéraux qui sont ici largement dominés par la calcite. La teneur en argile (smectite) est très faible. d (Å) : distance réticulaire en angstrom.

Fig. 11. – Diffractogram of a sample taken at the base of the Tuffeau de Bourré at the Monplaisir cellar in Chinon, at the 6,50 m level. X-ray diffraction makes it possible to identify the minerals that are largely dominated by calcite. The clay content is very low.

C'est ici que s'arrête le levé lithologique réalisé à la Cave Monplaisir. Une coupe complémentaire prise le long du coteau à environ 200 m à l'est, dans le jardin d'un domicile privé, montre la même succession tout en permettant d'observer, au moins partiellement, 8 m supplémentaires et d'atteindre la base du Tuffeau Jaune de Touraine.

◇ 8,50 m à 11,50 m : intervalle inaccessible en raison de la présence de nombreux buissons. L'observation de la falaise faite à quelques mètres de distance montre cependant que celle-ci est toujours constituée de tuffeau micacé blanc ;

◇ 11,50 m à 12,40 m : tuffeau micacé blanc comparable au précédent ;

Tuffeau Jaune de Touraine

◇ 12,40 m à 13,50 m : tuffeau glauconieux jaune riche en bioclastes (bivalves, serpules et bryozoaires). Il n'y a pas de discontinuité apparente entre le Tuffeau de Bourré et le Tuffeau Jaune de Touraine, la transition entre les deux formations s'effectuant sur une dizaine de centimètres ;

◇ 13,50 m à environ 17 m (fin de la coupe métrée, mais la falaise monte plus haut) : intervalle hors de portée. Néanmoins, deux bancs décimétriques durcis constituent un niveau continu, nettement en relief, dans l'intervalle

15,80 m-16,40 m. L'observation du coteau à l'aide de jumelles montre la présence de stratifications entrecroisées (litage en auges) au sein du Tuffeau Jaune de Touraine.

Malgré la discontinuité des affleurements, le principal intérêt de cette coupe composite est de permettre un suivi visuel de la *Surface d'Omission Chinon* le long du coteau et d'apprécier l'épaisseur de tuffeau micacé blanc qui la surmonte, c'est-à-dire selon notre interprétation du Tuffeau de Bourré. L'épaisseur de la formation serait ici d'environ 6 m.

La Rue de la Roche Faucon à Chinon

En partant de la gare SNCF implantée près de la Vienne, la Rue de la Roche Faucon permet de monter jusqu'au plateau surmontant la ville en longeant la tranchée de chemin de fer. Les deux tiers inférieurs de la tranchée sont aujourd'hui végétalisés. En revanche, la partie supérieure exposait en 2016 un bel affleurement de Tuffeau Jaune de Touraine et son contact avec le Tuffeau de Bourré situé en dessous (coordonnées GPS : N 47.169753 et E 0.256749) (fig. 5). Sur le flanc opposé de la tranchée de chemin de fer, la Rue du Coteau Sainte-Radegonde, parallèle à la Vienne, permet d'observer sur une distance de plusieurs centaines de mètres des niveaux équivalents au sein du Tuffeau Jaune de Touraine. Cette coupe, décrite sommairement par Alcaydé *et al.* (1976), a fait l'objet d'un levé détaillé par nous-mêmes en 2016 avec illustrations de l'affleurement (Amédéo, Matrimon & Robaszynski coord., 2018, p. 119, fig. 91). La description lithologique précise n'ayant pas été publiée, nous la présentons ici, soit du bas vers le haut :

Tuffeau de Bourré

◇ 0 à 2,50 m : tuffeau micacé fin, blanc-crème, apparemment dépourvu de chenards ;

Tuffeau Jaune de Touraine

◇ 2,50 m à 5,00 m : tuffeau glauconieux grossier riche en bioclastes, jaune-verdâtre, présentant un litage en auges et incluant de nombreux galets mous silicifiés. Le passage du Tuffeau de Bourré au Tuffeau Jaune de Touraine est progressif, mais rapide et s'effectue sur une dizaine de centimètres ;

◇ 5,00 m à 5,30 m : tuffeau glauconieux fin, meuble, limité à la base et au sommet par des surfaces d'érosion obliques ;

◇ 5,30 m à 6,50 m : tuffeau glauconieux présentant des chenaux et incluant des boules de grès fins reliées à des terriers verticaux de type *Skolithos* ;

◇ 6,50 m à 7,15 m : tuffeau glauconieux, grossier et friable, riche en débris d'huîtres et incluant à 6,90 m et 7,15 m deux bancs décimétriques durcis, en relief dans la coupe. Un

lit d'huîtres plates de grande taille (5 à 8 cm) est présent à 7,30 m, tandis que plusieurs huîtres plissées du genre *Rastellum* ont été observées à 7,00 m ;

◇ 7,15 m à 10,00 m : tuffeau glauconieux à grain moyen et à stratifications entrecroisées. La partie inférieure de l'intervalle montre plusieurs terriers verticaux de 20 à 60 cm de profondeur appartenant à l'ichnogre *Skolithos* ;

◇ 10,00 m à 15 m (fin de la coupe) : tuffeau glauconieux grossier, de type « falun de Continvoir », à litage en auges, riche en bryozoaires, serpules, radioles d'oursins et fragments de coquilles de bivalves. Des dragées de quartz sont présentes à la base de plusieurs structures en auges. Un lit pluricentimétrique de tuffeau glauconieux très fin, est présent à 14,45 m.

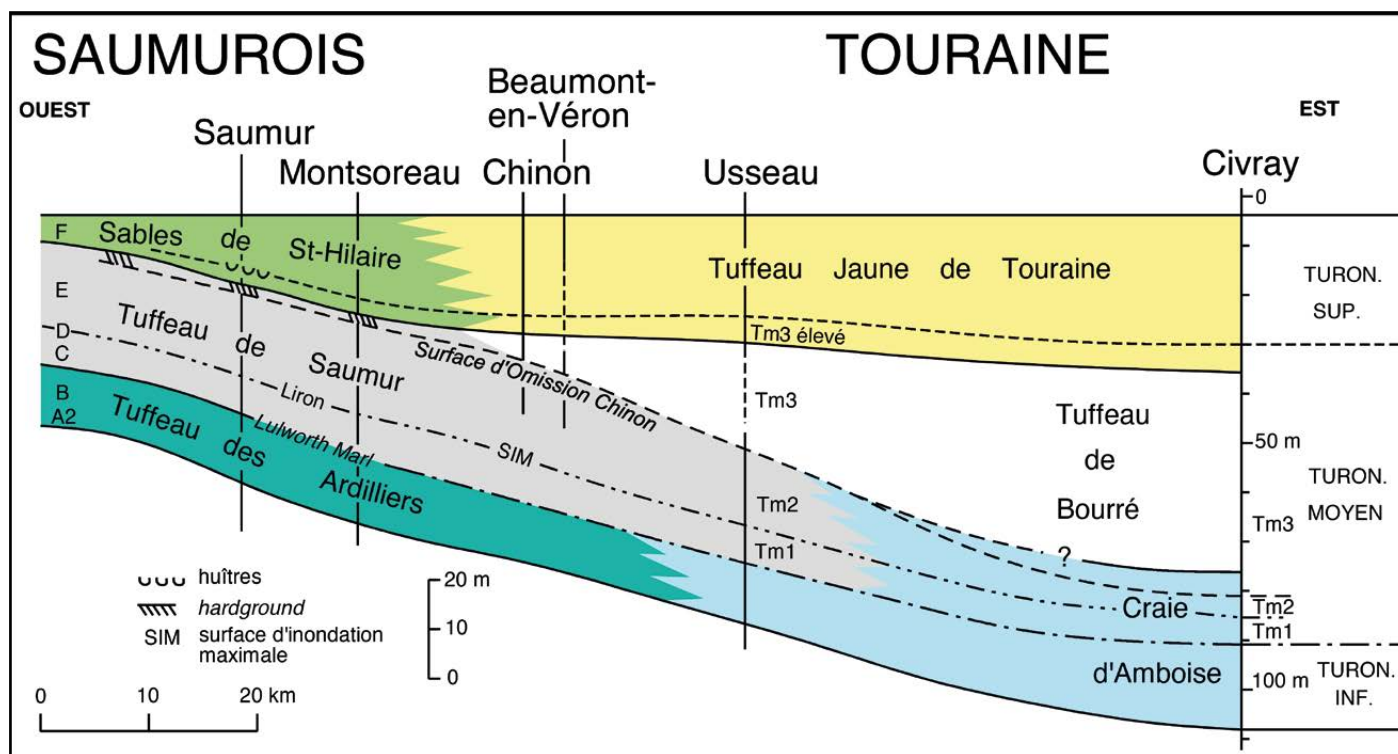
Cet affleurement expose un empilement de dunes hydrauliques entrecoupées de surfaces d'érosion qui sont autant de surfaces de réactivation liées à la houle et aux courants de marée. Cela témoigne d'un milieu de dépôt très peu profond, devant un champ de dunes subtidales, au niveau de l'avant-plage (*shoreface*).

Le Tuffeau de Bourré aux abords de Chinon : géométrie du prisme sédimentaire

Les relations géométriques entre les formations turo-niennes du Saumurois et de la Touraine sont restées incomprises durant plus de deux siècles, jusqu'à la présentation d'un premier schéma interprétatif dans la synthèse sur le « stratotype Turonien » (Amédro, Matrimon & Robaszynski coord., 2018). Ce modèle a été affiné à deux reprises quelques

années plus tard (Amédro *et al.*, 2020a, 2024). La figure 12 présente l'organisation des prismes sédimentaires en fonction des connaissances actuelles, ainsi que l'évolution latérale des couches. En partant du bas vers le haut, le Tuffeau des Ardilliers du Saumurois, épais d'une quinzaine de mètres, passe latéralement à des faciès crayeux lorsqu'on s'éloigne de la bordure du Massif armoricain. Il s'agit de la moitié inférieure de la Craie d'Amboise. La situation est identique pour le Tuffeau de Saumur dont l'équivalent latéral est représenté par la moitié supérieure de la Craie d'Amboise, mais qui présente une extension géographique supérieure à celle du Tuffeau des Ardilliers. Superposé au Tuffeau de Saumur et plus jeune que lui, le Tuffeau de Bourré, épais de 40 m dans le sondage de Civray-de-Touraine, s'amincit considérablement en allant de la Touraine vers le Saumurois et disparaît entre Chinon et Montsoreau. Le Tuffeau de Bourré est actuellement interprété comme un corps sédimentaire déposé en grande partie au cours d'une période de régression liée à un abaissement du niveau marin (Amédro, Matrimon & Robaszynski coord., 2018). Enfin, au-dessus de cet empilement complexe de couches, les Sables de Saint-Hilaire du Saumurois sont relayés à l'est par le Tuffeau Jaune de Touraine.

Fig. 12. – Du Saumurois à la Touraine : relations géométriques entre les formations du Turonien (d'après Amédro, Matrimon & Robaszynski, coord., 2018, modifié). SIM : Surface d'Inondation Maximale.
Fig. 12. – From Saumur to Touraine: geometric relationships between Turonian formations (after Amédro, Matrimon & Robaszynski, coord., 2018, modified). SIM: Maximum Inundation Surface



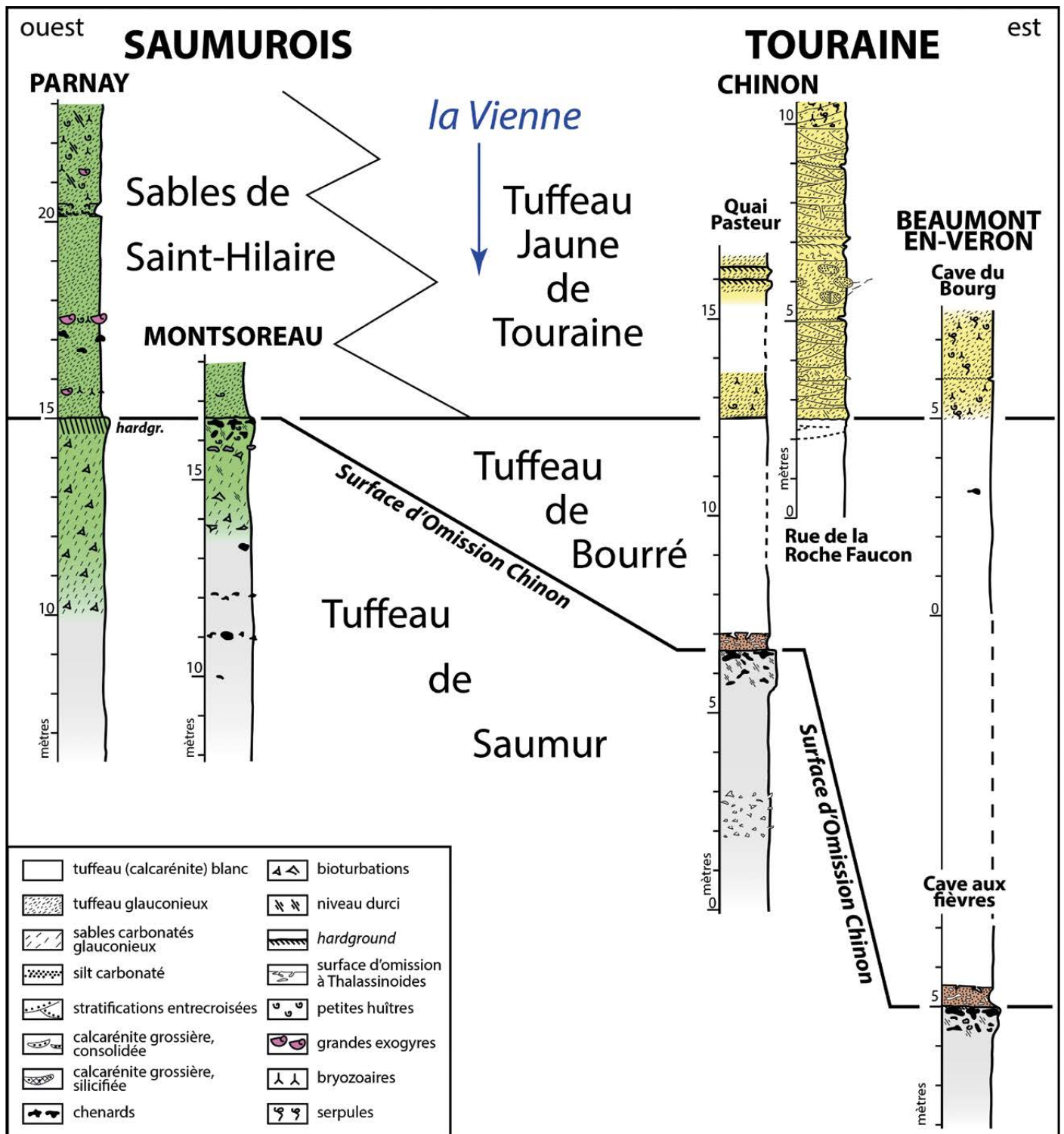


Fig. 13. – Corrélation des coupes étudiées dans la partie moyenne du Turonien entre Parnay (Maine-et-Loire) et Beaumont-en-Véron (Indre-et-Loire), à l'articulation entre le Saumurois et la Touraine. Leur comparaison montre l'amincissement, puis la disparition du Tuffeau de Bourré en allant de l'est vers l'ouest.

Fig. 13. – Correlation of the sections studied in the middle part of the Turonian between Parnay (Maine-et-Loire) and Beaumont-en-Véron (Indre-et-Loire), to the articulation between Saumur and Touraine. Their comparison shows the thinning and then the disappearance of the Tuffeau de Bourré as it goes from east to west.

L'intérêt des coupes actuelles est de mieux apprécier la géométrie du Tuffeau de Bourré de part et d'autre de la Vienne aux abords de Chinon et son évolution latérale : disparition vers l'ouest et développement vers l'est (fig. 13). À Parnay, on trouve la succession classique observée dans l'ensemble du Saumurois avec la superposition Tuffeau de Saumur-Sables de Saint-Hilaire. Comme dans la plupart des coupes, un *hardground* est présent à la limite supérieure du Tuffeau de Saumur. La succession est quasi identique à Montsoreau, sauf en ce qui concerne le sommet du Tuffeau de Saumur où le *hardground* est remplacé par une discontinuité moins marquée (un *firmground*) qui correspond géométriquement et par sa description à la *Surface d'Omission Chinon*. Ce niveau repère est le fil conducteur des corrélations de part et d'autre de la Vienne en passant du Saumurois à la Touraine. À Chinon, au Quai Pasteur, un intervalle d'environ 6 m de tuffeau micacé blanc s'intercale entre, d'une part la *Surface d'Omission Chinon* qui coïncide avec la limite supérieure du Tuffeau de Saumur et, d'autre part la base du Tuffeau Jaune de Touraine. Il s'agit selon notre interprétation du Tuffeau de Bourré qui s'insinue entre les deux formations et dont il s'agit de la première observation en se déplaçant de l'ouest vers l'est. La situation est identique 4 km au nord-ouest, à Beaumont-en-Véron, mais le Tuffeau de Bourré mesure ici une quinzaine de mètres d'épaisseur. Soixante-cinq kilomètres plus à l'est, au forage de Civray-de-Touraine, l'épaisseur de la formation atteint une quarantaine de mètres. C'est ainsi que le Tuffeau de Bourré vient s'intercaler géométriquement en Touraine entre, en dessous, le Tuffeau de Saumur ou la Craie d'Amboise et, au-dessus, le Tuffeau Jaune de Touraine.

Dans toutes les coupes du Chinonais où nous avons pu observer la superposition Tuffeau de Saumur-Tuffeau de Bourré, la limite entre les deux formations est soulignée par la *Surface d'Omission Chinon*. Cette discontinuité sédimentaire tend à s'atténuer vers l'est (Beaumont-en-Véron), en se dirigeant vers la partie centrale du bassin où la tranche d'eau était plus importante. À l'inverse, elle est de plus en plus marquée vers l'ouest (Montsoreau) en allant vers la bordure du bassin. Si l'on élargit le cadre géographique, on note que les coteaux bordant les vallées de la Loire, du Cher et de l'Indre au-delà d'une ligne allant de Bourgueil à Chinon jusqu'à Tours et Montrichard exposent uniquement le Tuffeau Jaune de Touraine, sans recouper les formations antérieures. Aucune information ne peut être obtenue dans la partie septentrionale de la Touraine. La situation est en revanche différente si l'on se dirige vers la bordure sud-ouest du Bassin parisien. À Usseau et à Saint-Rémy-sur Creuse près de Châtellerauld dans le département de la Vienne, le Tuffeau de Saumur et le Tuffeau de Bourré affleurent en continuité. Chaque formation est également bien datée grâce à la récolte d'ammonites caractéristiques : *Romaniceras kallesi*

et *Lecointriceras fleuriausianum* pour le sommet du Tuffeau de Saumur, *Romaniceras ornatissimum* pour le Tuffeau de Bourré (Amédro *et al.*, 2020, 2024). Et que voit-on à la limite supérieure du Tuffeau de Saumur dans les deux cas localités : un *hardground* ! On retrouve, à 50 km au sud-est de Chinon et dans la même position stratigraphique, un équivalent de la *Surface d'Omission Chinon*.

En définitive, la comparaison de toutes les coupes étudiées dans le Chinonais et la Touraine méridionale révèle que la limite entre le Tuffeau de Saumur et le Tuffeau de Bourré coïncide avec une importante discontinuité sédimentaire que l'on peut suivre le long de la bordure sud-ouest du Bassin parisien. En termes de stratigraphie séquentielle, cette discontinuité pourrait être interprétée comme une limite de séquence eustatique de 3^e ordre et le Tuffeau de Bourré représenterait dans ce cas un prisme de bas niveau.

LES DUNES HYDRAULIQUES À LA BASE DU TUFFEAU JAUNE DE TOURAINE À DESCARTES (INDRE-ET-LOIRE) ET À SAINT-RÉMY-SUR-CREUSE (VIENNE)

La Formation du Tuffeau Jaune de Touraine est une calcarénite finement glauconieuse qui présente une texture de sables moyens à grossiers, parfois même de graviers. L'importance du détritisme terrigène et la présence de nombreux bioclastes au sein de l'unité lithologique indiquent un dépôt à proximité du continent, au niveau de l'avant-plage et de la plate-forme littorale (*shoreface* et *upper offshore*), sous quelques mètres à quelques dizaines de mètres de profondeur (Bréhéret *in* Amédro, Matrion & Robaszynski coord, 2018). L'aire de sédimentation du Tuffeau Jaune de Touraine est située au sud-ouest du bassin parisien et coïncide sensiblement avec la partie du bassin parisien comprise entre, premièrement l'axe du Merlerault qui est le reflet d'une déformation (flexure) du socle en profondeur (Juignet, 1974) et, deuxièmement le seuil du Poitou (fig. 14). Traditionnellement attribué dans sa totalité au Turonien supérieur par la présence de très rares *Romaniceras deverianum* (d'Orbigny, 1841), le Tuffeau Jaune de Touraine a un âge qui vient d'être précisé grâce aux nouvelles récoltes d'ammonites réalisées à la base de la formation près de Bourgueil (Indre-et-Loire) ainsi qu'en Touraine méridionale, à Marigny-Marmande et Descartes (Indre-et-Loire) (Amédro *et al.*, 2020a, 2020b, 2023 et ce travail). En réalité, les premiers mètres de la formation appartiennent encore à la zone d'ammonites à *Romaniceras ornatissimum* (Tm 3) datant le Turonien moyen. Le Tuffeau Jaune de Touraine affleure dans la plupart des vallées de la Touraine. Dans le Saumurois, la formation fait place aux Sables de Saint-Hilaire déposés dans une tranche d'eau un peu plus faible, au niveau de l'avant-plage et à proximité de la ligne de rivage.

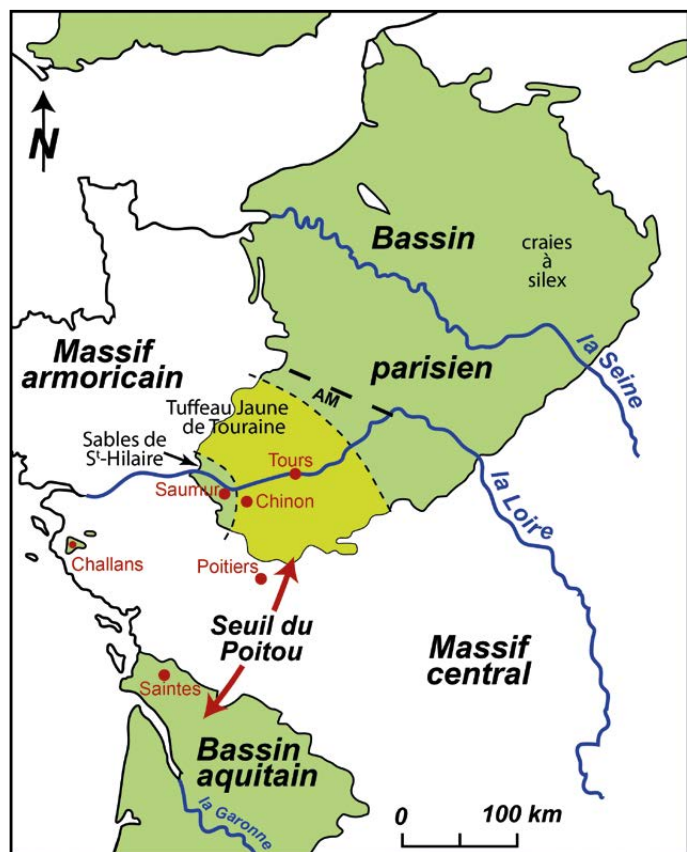


Fig. 14. – Limite d’extension actuelle des dépôts du Turonien supérieur au sein du Bassin parisien et du Bassin aquitain et localisation géographique de la région étudiée dans la partie sud-ouest du Bassin parisien. La flèche montre la connexion existant au Turonien entre le sud-ouest du bassin parisien et le bassin aquitain. AM : axe du Merlerault.

Fig. 14. – Limit of current extension of Upper Turonian deposits within the Paris basin and the Aquitaine basin and geographical location of the region studied in the southwestern part of the Paris basin. The arrow shows the connection between the south-west of the Paris basin and the Aquitaine basin. AM: Merlerault axis.

Médioni (1974) est le premier à avoir décrit l’existence de changements latéraux de faciès au sein du Tuffeau Jaune sur l’aire de la carte géologique à 1/50 000 de Châtelleraut. En se déplaçant du nord vers le sud, il observe d’abord des calcarénites jaunes à litage oblique à la confluence entre les vallées de la Vienne et de la Creuse, puis des calcarénites à stratifications irrégulières passant à des sables beiges et enfin des sables quartzeux, légèrement glauconieux en se rapprochant de Châtelleraut. Un demi-siècle plus tard, des dunes hydrauliques sont identifiées par nous-mêmes à Séligny (fig. 1), à 6 km au sud-ouest de la confluence Vienne-Creuse, sous l’aspect de tuffeau grossier, de type « falun » (biocalcirudite) à litages obliques (Amédéo *et al.*, 2020). Les observations actuelles conduisent à agrandir d’une dizaine de kilomètres vers l’est l’aire de distribution géographique de ces dunes hydrauliques, jusqu’à Descartes et Saint-Rémy-sur-Creuse.

Le lieu-dit le Cheval blanc à Descartes

L’affleurement est une ancienne carrière utilisée ultérieurement comme décharge et aujourd’hui entièrement comblée (coordonnées GPS : N 46.994976 et E 0.685328). Seule une petite portion du front de taille reste accessible (figure 15). Les quatre mètres de Tuffeau Jaune de Touraine visibles sont constitués de calcarénite grossière à grandes stratifications entrecroisées. Suivant les niveaux, le sédiment peut être friable ou au contraire cimenté par des cristaux de calcite. Quelques traces de bioturbation sont observées çà et là. Les macrofossiles sont rares, représentés surtout par quelques bivalves. Suite à de longues recherches, l’un d’entre nous (F.L.) a pu toutefois récolter, au niveau 1 m, un moule interne d’ammonite appartenant à l’espèce *Romaniceras (Yubariceras) ornatissimum* (Stoliczka, 1865) (caractérisée par la présence de 11 rangées de tubercules sur les côtes longues). Cette découverte confirme l’attribution de la base du Tuffeau Jaune de Touraine au Turonien moyen élevé, de façon comparable à ce qui vient d’être démontré aux abords de la confluence Vienne-Creuse à Marigny-Marmande (Amédéo *et al.*, 2020 b), ainsi que sur la rive droite de la Loire entre Bourgueil et Langeais (Amédéo *et al.*, 2023).



Fig. 15. – Vue partielle du front de taille de l’ancienne carrière transformée aujourd’hui en décharge, située au lieu-dit Le Cheval blanc à Descartes. L’affleurement expose de façon spectaculaire une succession de stratifications entrecroisées correspondant à un empilement de dunes hydrauliques lingoïdes, séparées par des surfaces d’érosion.

Fig. 15. – Partial view of the quarry face of the old quarry, now transformed into a landfill, located at a place called the Cheval Blanc in Descartes. The outcrop spectacularly exposes a succession of cross stratifications corresponding to a stack of lingoid hydraulic dunes, separated by erosion surfaces.

Cet affleurement qui entaille la base du Tuffeau Jaune de Touraine expose de manière spectaculaire un empilement de dunes hydrauliques lingoïdes ou rides « 3D » (à crêtes sinueuses), séparées par des surfaces d’érosion. La dominance des auges, ou festons de dunes, indique globalement un courant un peu oblique par rapport au front de taille,

d'orientation avant droite vers arrière gauche (figure 16). On se trouve en domaine tidal. En revanche, il est difficile de trancher entre subtidal qui n'émerge pas à marée basse ou intertidal qui émerge à marée basse. Le secteur géographique incluant les localités de Descartes et de Saint-Rémy-sur-Creuse est en effet situé aux abords du seuil du Poitou, sur une zone haute à sédimentation réduite et en bordure de rivage, dans un environnement où se mélangent des apports marins et continentaux, comme l'atteste la découverte de débris végétaux associés à des échinides spatangoides près d'Ingrandes (Moreau *et al.*, 2018).

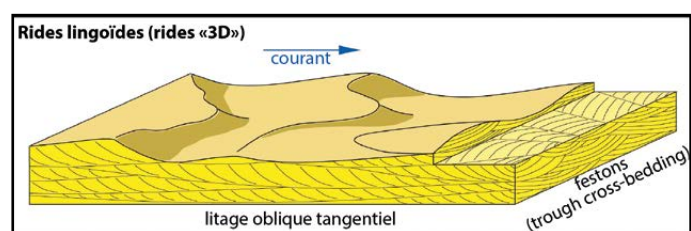


Fig. 16. – Schéma montrant la stratification des dunes hydrauliques lingoïdes ou rides « 3D » (à crêtes sinusoïdes) selon le plan de coupe (d'après Harms *et al.*, 1975). Ce schéma est valable pour les petites rides de courant comme pour les dunes de plus grande taille.

Fig. 16. – Diagram showing the stratification of the "3D" (sinuous ridged) lingoïd or ridge hydraulic dunes according to the cross-sectional plan (after Harms *et al.*, 1975). This pattern is valid for small ripples as well as for larger dunes.

Le chemin des Caves à Saint-Rémy-sur-Creuse

Le village de Saint-Rémy-sur-Creuse est surmonté par une imposante falaise de Tuffeau Jaune de Touraine dans laquelle sont creusées de nombreuses habitations troglodytiques. Le contact avec le Tuffeau de Bourré sous-jacent n'est pas visible, mais doit être assez proche de la base de l'affleurement par comparaison avec ce que l'on observe latéralement. Le Tuffeau de Bourré mesure ici une dizaine de mètres d'épaisseur (Amédro *et al.*, 2024). Du bas vers le haut, la coupe observée le long du chemin des caves menant à une petite chapelle nommée « Notre-Dame-de-Lourdes » (coordonnées GPS : N 46.950766, E 0.694872), est la suivante (figures 17, 18 et 19) :

Tuffeau Jaune de Touraine

✧ 0 à 8 m : tuffeau jaune constitué d'une calcarénite grossière, légèrement glauconieuse, souvent friable, à stratifications obliques. Quelques petits bivalves sont disséminés au sein du sédiment. De nombreuses passées consolidées, plus carbonatées, apparaissent en relief sur la falaise. Certaines d'entre elles, très dures et de teinte brunâtre, sont silicifiées ;

✧ 8 m à 16,50 m (fin de la coupe) : tuffeau jaunâtre, légèrement glauconieux, paraissant plus fin qu'en dessous et présentant de nombreuses stratifications entrecroisées.

À 9,50 m, on observe sur une hauteur de 5 cm trois filets onduleux de silt argileux carbonaté blanchâtre qui apparaissent en creux.

Comme à Descartes, on se trouve devant un ensemble de dunes hydrauliques déposées en milieu tidal. Les filets de silt argileux présents à 9,50 m constituent quant à eux un bel exemple de drapage d'étales sur rides de vagues.

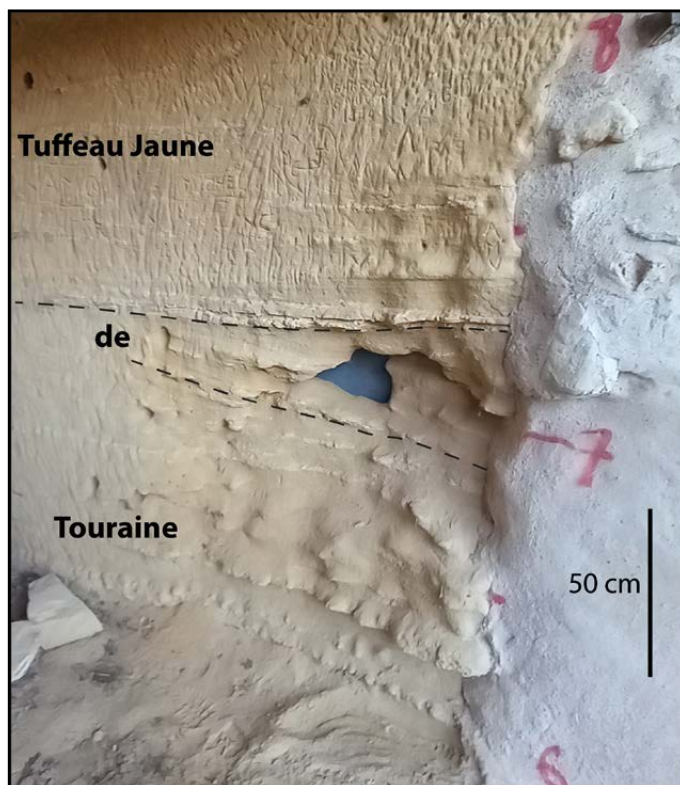
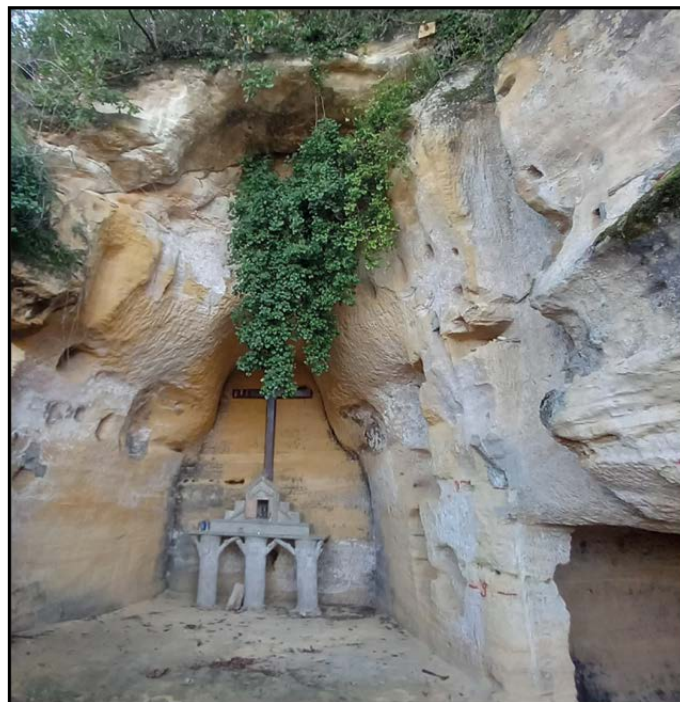


Fig. 17. – (page précédente en haut à droite) La chapelle Notre-Dame de Lourdes, sur le chemin des caves à Saint-Rémy-sur-Creuse (Vienne), est creusée dans la partie inférieure du Tuffeau Jaune de Touraine.

Fig. 17. – (previous page on the righth top corner) *The chapel of Notre-Dame de Lourdes on the way to the cellars in Saint-Rémy-sur-Creuse (Vienne) is dug in the lower part of the Tuffeau Jaune de Touraine.*

Fig. 18. – (page précédente en bas à droite) Vue partielle d'un flanc de la chapelle Notre-Dame de Lourdes à Saint-Rémy-sur-Creuse. La succession visible montre de grandes stratifications obliques dans l'intervalle 6 m-7,30 m, puis une stratification plane au-dessus. La présence de niveaux clairs dans la stratification oblique plaide en faveur de drapages de sédiment fin, d'étales de marée, dans la progression (progradation) d'une dune hydraulique. En revanche, il n'est pas possible de préciser si cette dune hydraulique de courant de marée s'est construite en milieu intertidal (qui découvre à marée basse) ou subtidal (qui ne découvre pas à marée basse). La présence de drapages fins dans l'unité supérieure à stratification horizontale confirme un dépôt sous l'influence de la marée.

Fig. 18. – (previous page on the righth bottom corner) *Partial view of a flank of the Notre-Dame de Lourdes chapel in Saint-Rémy-sur-Creuse. The visible succession shows large oblique stratifications in the 6 m-7,30 m interval, then a flat stratification above. The presence of clear levels in the oblique stratification argues in favor of fine sediment drapes, from slack tide, in the progression (progradation) of a hydraulic dune. On the other hand, it is not possible to specify whether this hydraulic dune of tidal current was built in an intertidal environment (which is uncovered at low tide) or subtidal (which is not uncovered at low tide). The presence of fine drapes in the upper unit with horizontal stratification confirms a deposit under the influence of the tide.*



Fig. 19. – Détail d'un flanc de la chapelle Notre-Dame de Lourdes à Saint-Rémy-sur-Creuse illustrant un bel exemple de drapage d'étales sur rides de vagues (à 9,50 m). Les drapages de sédiment fin de teinte claire nappant des rides sableuses sombres indiquent un milieu de dépôt soumis à la marée.

Fig. 19. – *Detail of a side of the Notre-Dame de Lourdes chapel in Saint-Rémy-sur-Creuse illustrating a fine example of slack-water draping on wave ripples (at 9,50 m). The light-colored fine sediment draping covering dark sandy ripples indicates a depositional environment subject to the tide.*

LE TUFFEAU JAUNE DE TOURAINE AU PETIT PRESSIGNY (INDRE-ET-LOIRE)

En décembre 1977, Guy Badillet a conduit l'un d'entre nous (F.A.) au Petit Pressigny où il avait découvert, au cours de ses nombreuses prospections à travers le Saumurois et la Touraine, une petite carrière localisée à 400 m au nord du village, le long de la route départementale D 50 (coordonnées GPS : N 46.926271 et E 0.917843). Cette carrière, creusée au sein du Tuffeau Jaune de Touraine, présentait un front de taille d'environ 7 m de hauteur et exposait trois

bancs demi-métriques de tuffeau bioturbé, durci, limités au sommet par des *hardgrounds* situés respectivement à 1 m, 2 m et 5,50 m. Aucune coupe détaillée n'avait été levée faute de temps. En revanche, les ouvriers ont donné au fil des ans à Guy Badillet un lot conséquent d'ammonites provenant des niveaux indurés. Il s'agit de 14 spécimens attribués à deux espèces : *Lewesiceras mantelli* Wright & Wright, 1951 (4 exemplaires) et *Coilopoceras requienianum* (d'Orbigny, 1841) (10 ex.). Quand on sait que seules 32 ammonites ont été inventoriées jusqu'à présent dans le Tuffeau Jaune de Touraine à l'échelle régionale, soit *L. mantelli* (2 exemplaires), *C. requienianum* (12 ex.) et *Romaniceras deverianum* (d'Orbigny, 1841) (18 ex.) (Amédéo, Matrimon & Robaszynski, 2018), cette découverte est exceptionnelle. L'ensemble du matériel est aujourd'hui déposé au sein de la collection Badillet dans les locaux de l'Université de Bourgogne – Franche-Comté à Dijon.

L'absence de *R. deverianum* dans le matériel provenant du Petit Pressigny suggère que l'affleurement entaillait la partie sommitale du Tuffeau Jaune de Touraine qui est attribuée dans l'Indre, l'Indre-et-Loire et la Sarthe à la zone d'ammonite à *Subprionocyclus bravaisianus* [= *neptuni* auct.] (Amédéo *et al.*, 2023). Il est probable que les ouvriers n'ont pas repéré dans les roches extraites de la carrière la présence d'éventuels *Subprionocyclus* dont le diamètre ne dépasse pas généralement 15 mm, à la différence des *Lewesiceras* et *Coilopoceras* dont certains exemplaires atteignent 20 cm.

LA PIERRE DE CLION (TURONIEN SUPÉRIEUR) DANS SA LOCALITÉ TYPE (INDRE)

Le terme de « pierre de Clion » a été créé au XIX^e siècle par les ouvriers qui exploitaient un ensemble de bancs calcaires très durs situés dans le Tuffeau Jaune de Touraine et ceci dans une série de carrières implantées dans la localité éponyme. Cette pierre de taille de qualité, appréciée pour sa dureté, était extraite de la butte de la Haute-Chaise située à 2 km au nord-ouest de Clion, dans le département de l'Indre.

Selon d'Archiac (1846) qui, le premier, a publié le vocable, les bancs calcaires fournissant la « pierre de Clion » sont situés à une dizaine de mètres au-dessus de la base du Tuffeau Jaune de Touraine et surmontent un tuffeau riche en bivalves, « *peu dur, avec des points verts et des taches de même couleur* » (probablement de la glauconie). Les « pierres de Clion » (ici au pluriel) « *sont des calcaires en général subcristallins, poreux, plus ou moins durs. [...] Ces diverses couches, de 8 à 9 m d'épaisseur totale, sont exploitées sur tout le pourtour de la colline où elles fournissent de très belles pierres d'appareil qui sont exclusivement formées de très petits fragments de coquilles, d'annélides et de polypiers, enveloppés et agglutinés par une infiltration très abondante de calcaire spathique. . . La partie tout-à-fait supérieure, très dure, présente de nombreuses*

tubulaires, et sa surface a été fortement usée ou corrodée » (d'Archiac, 1846). Cette description suggère la présence d'un *hardground* à la limite supérieure de la « pierre de Clion ».

Quelques décennies plus tard, de Grossouvre (1889, 1901) ajoute qu'au sommet des carrières apparaissent des couches tendres, à texture sableuse, qui débutent par un banc fossilifère riche en huîtres, en particulier des *Ostrea columba gigas* [= *Rhynchostreon suborbiculatum* (Lamarck, 1801) suivant l'appellation actuelle], mais qui a aussi livré quelques ammonites du Turonien supérieur dont la détermination a été révisée par Kennedy *et al.* (1980a) et Kennedy & Wright (1984). Celles-ci appartiennent à trois espèces, *Romaniceras deverianum* (d'Orbigny, 1841), *Coilopoceras requienianum* (d'Orbigny, 1841) et *Subprionocyclus bravaisianus* (d'Orbigny, 1841). Des couches sableuses succèdent à ce niveau fossilifère. Elles sont elles-mêmes surmontées par un « *second massif de calcaires durs, moins cohérent que la pierre de Clion, mais à grain sableux plus fin. De grands silex tabulaires, ovoïdes ou aplatis, de couleur jaune cire, s'isolent au milieu des bancs. [...] Au-dessus de ces calcaires durs supérieurs à silex tabulaires se trouvent des marnes grumeleuses dans lesquelles on trouve la faune de Villedieu* ». On se trouve ici dans le Coniacien.

À la différence de son prédécesseur d'Archiac, de Grossouvre ne donne aucune indication quant à l'épaisseur des couches successives. Malgré cette imprécision, il ressort des descriptions précédentes que le Tuffeau Jaune de Touraine semble constitué à Clion par une dizaine de mètres de tuffeau glauconieux relativement tendre, surmontés par deux ensembles de bancs calcaires durs séparés par un intervalle moins consolidé. La « pierre de Clion » correspond au premier ensemble de bancs calcaires durs et sa limite supérieure semble être un *hardground*.

L'étude récente du forage de Civray-de-Touraine implanté dans la vallée du Cher, à une trentaine de kilomètres à l'est de Tours (fig. 1), a révélé la présence de deux séries de niveaux indurés (*hardgrounds* et *firmgrounds*) situées dans les parties inférieure et supérieure du Tuffeau Jaune de Touraine (Amédro, Matrimon & Robaszynski coord., 2018). Ces niveaux durcis sont situés dans une position géométrique comparable à ce qui est décrit ci-dessus dans la butte de la Haute-Chaise à Clion, 45 km plus au sud. Cette observation a conduit à nous interroger sur la nature de la « pierre de Clion ». Cette succession de bancs de calcaires spathiques très durs ne correspondrait-elle pas à un faisceau de *hardgrounds*? La butte de la Haute-Chaise est aujourd'hui très végétalisée et les carrières exploitées au XIX^e siècle ont totalement disparu. Seules quelques portions de fronts de taille subsistent çà et là dans ce qui est devenu une forêt. Il y a un peu plus de trois décennies, Rasplus *et al.* (1989) ont eu néanmoins l'opportunité d'observer une coupe éphémère sur le flanc de la butte à l'occasion de l'élargissement d'un chemin forestier. La coupe relevée par les auteurs à partir de

l'intersection avec la route départementale D 943, reproduite ci-dessous, apparaissait comme suit, du bas vers le haut :

- ✧ « 0 à 2 m : calcaire gréseux fossilifère à débit en dalles (*Trigonia scabra*, *Pycnodonta eburnea*), échinides, bryozoaires;
- ✧ 2,00 m à 2,50 m : calcaire blanchâtre à bryozoaires;
- ✧ 2,50 m à 3,00 m : marne avec intercalations calcaires. Présence de *Trigonia scabra*;
- ✧ 3,00 m à 4,50 m : calcaire noduleux blanchâtre;
- ✧ 4,50 m à 4,75 m : marne blanchâtre avec nodules calcaires;
- ✧ 4,75 m à 5,95 m : calcaire jaunâtre assez tendre en petits bancs séparés par des lits de marne blanche;
- ✧ 5,95 m à 6,55 m : marne sableuse micacée de couleur jaune;
- ✧ 6,55 m à 6,95 m : calcaire gréseux assez dur à moules internes de lamellibranches;
- ✧ 6,95 m à 8,95 m : calcaire gréseux et glauconieux ocre avec lentilles de marne sableuse;
- ✧ 8,95 m à 14,95 m : calcaire spathique en gros bancs, faciès « pierre de Clion », avec surfaces durcies, présence de bryozoaires et moules internes de bivalves;
- ✧ 14,95 à 17,45 m : calcaire gréseux jaune alternant avec des marnes sableuses;
- ✧ 17,45 m à 19,95 m : marne sableuse blanche;
- ✧ 19,95 m à 20,65 m : calcaire noduleux;
- ✧ 20,65 m à 21,35 m : marne sableuse jaune » (fin de la coupe).

Seules quelques portions discontinues de cet affleurement subsistent aujourd'hui. Fort heureusement, la dureté de la « pierre de Clion » fait qu'un ancien front de taille localisé au sommet de la butte de la Haute-Chaise (coordonnées GPS : N 46.957554 et E 1.21454) expose toujours de façon partielle ce faciès particulier du Tuffeau Jaune de Touraine sur une hauteur de quatre mètres, soit du bas vers le haut (fig. 20) :

- ✧ de 0 m à 0,70 m : succession de quatre bancs décimétriques à pluridécimétriques de calcirudite à calcarénite bioclastique grossière, rêche, jaune pâle, ponctuée de fins granules de glauconie. Les bioclastes sont cimentés par de la calcite recristallisée. Des passées centimétriques plus grossières, légèrement onduleuses, apparaissant en creux, séparent les bancs calcarénitiques;
- ✧ entre 0,70 m et 4,00 m (sommet de l'affleurement) : suite de bancs massifs métriques à demi-métriques, identiques aux précédents dans leur nature lithologique, séparés par des lits centimétriques de calcirudite friable, plus grossière et en creux. De nombreux bioclastes sont visibles à la loupe (débris de serpules, bryozoaires, bivalves). Quelques macrofossiles, en particulier des *Pterotrigonia scabra*, sont également disséminés dans la roche.

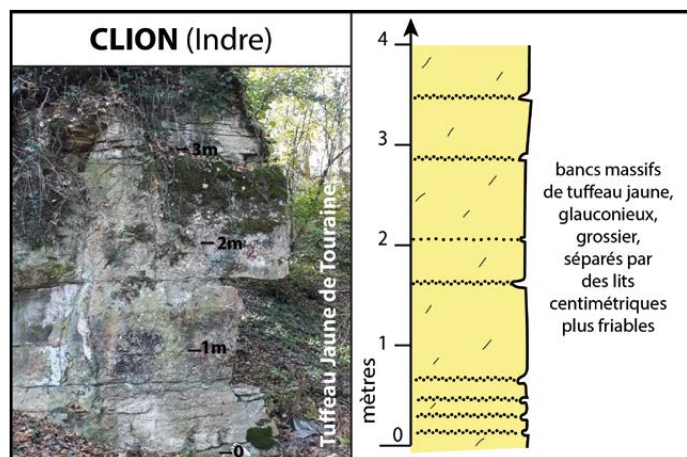


Fig. 20. – La « pierre de Clion » dans sa localité type (Indre). Photographie et coupe lithologique de l’affleurement actuel visible au sommet de la butte de la Haute-Chaise à Clion (Indre). Fig. 20. – The “Pierre de Clion” in its type locality (Indre). Photograph and lithological section of the current outcrop visible at the top of the Haute-Chaise mound in Clion (Indre et Loire).

Même si la limite supérieure de la « pierre de Clion » n’est pas visible, ce petit affleurement montre que la « pierre de Clion » n’est pas une succession de niveaux indurés (*hardgrounds* et *firmgrounds*). Il s’agit d’une série de bancs massifs de calcirudite et calcarénite bioclastiques, séparés par des lits centimétriques plus grossiers et friables. L’observation de plusieurs lames minces (fig. 21) montre que l’on se trouve en présence d’un calcaire bioclastique à serpules, gastéropodes, bryozoaires, fragments d’échinodermes, foraminifères agglutinants, avec de nombreux péloïdes, quelques grains de quartz et un peu de glauconie. La présence de bryozoaires suggère un milieu relativement turbide et la fragmentation des fossiles un milieu relativement agité.

Une dernière remarque concerne la position géométrique de la « pierre de Clion » au sein du Tuffeau Jaune de Touraine. En 1984, Jarvis & Gale ont corrélé la « pierre de Clion » avec la série de *hardgrounds* situés au sommet du Tuffeau Jaune de Touraine, une opinion que nous avons adoptée (Amédéo, Matrimon & Robaszynski coord., 2018). Cette interprétation était inexacte. Ainsi que de Grossouvre (1889, 1901) l’a clairement indiqué, le faciès « pierre de Clion » n’est pas situé au sommet du Tuffeau Jaune de Touraine, mais à la base.

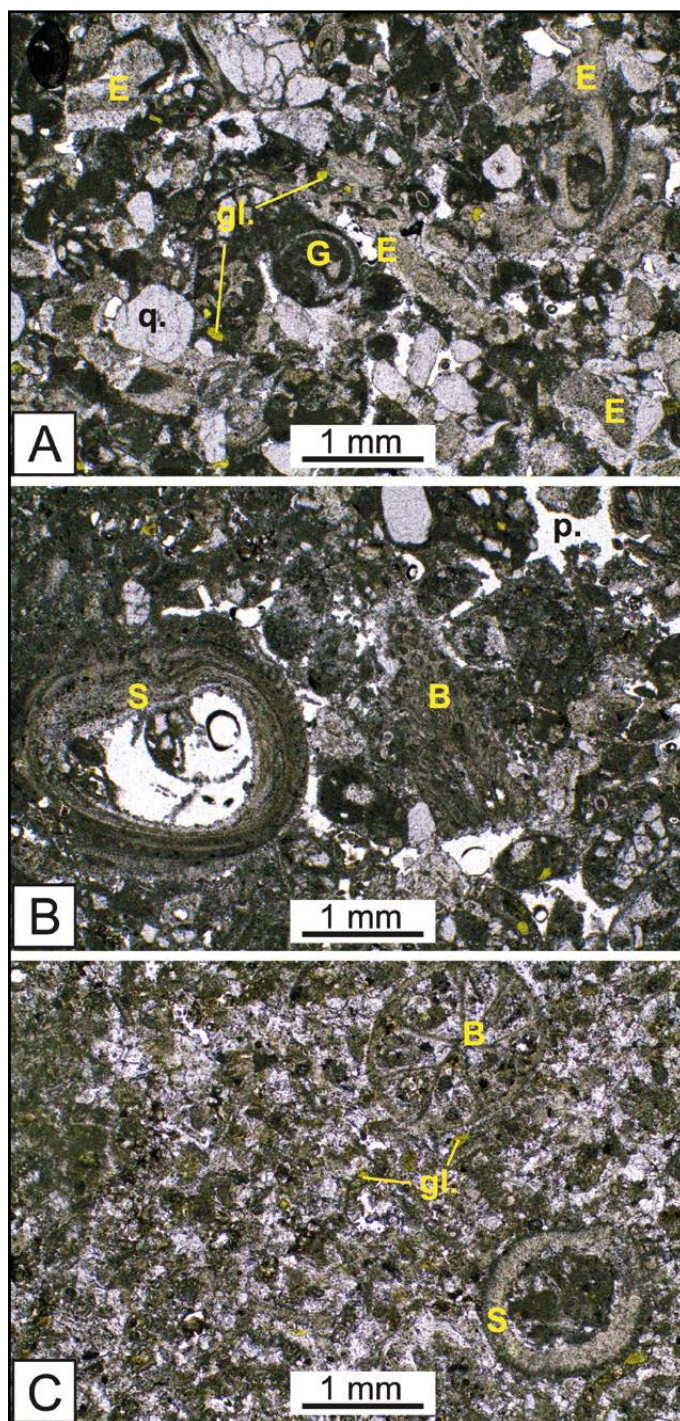


Fig. 21. Photographies de lames minces d’échantillons provenant de la pierre de Clion. A. FL2 : prélèvement réalisé au sommet de la carrière, juste au-dessus du front de taille étudié. Calcaire bioclastique (biopelsparite) à nombreux gastéropodes (G), débris d’échinodermes (E), bryozoaires, incluant également de rares foraminifères de type miliolidès. Nombreux péloïdes. Les bioclastes sont généralement fragmentés. Présence de grains de quartz (q.) ainsi que de minuscules grains vert clair à jaunâtre de glauconie (gl.). B. FL3 : prélèvement réalisé dans la carrière au niveau 1,20 m. Calcaire bioclastique présentant une forte porosité (p.) Les principaux bioclastes sont composés de débris d’échinodermes, de serpules (S), de bryozoaires (B) et de foraminifères agglutinants. Présence de grains de quartz ainsi que de minuscules grains vert clair à jaunâtre de glauconie. C. FL1 : prélèvement réalisé dans le chemin d’accès à la carrière. Calcaire bioclastique à serpules (S), bryozoaires (B), rares foraminifères et bivalves (huîtres). Nombreux péloïdes. Présence de minuscules grains vert clair à jaunâtre de glauconie.

Fig. 21. Photographs of thin sections of samples from the pierre de Clion. A. FL2: sample taken at the top of the quarry, just above the studied working face. Bioclastic limestone (biopelsparite) with numerous gastropods (G), echinoderm debris (E), bryozoans, also including rare miliolid-type foraminifera. Numerous peloids. The bioclasts are generally fragmented. Presence of quartz grains (q.) as well as tiny light green to yellowish glauconite grains (gl.). B. FL3: sample taken from the quarry at the 1,20 m level. Bioclastic limestone with high porosity (p.) The main bioclasts are composed of debris from echinoderms, serpules (S), bryozoans (B) and agglutinated foraminifera. Presence of quartz grains as well as tiny light green to yellowish glauconite grains. C. FL1: sample taken from the quarry access road. Bioclastic limestone with serpules (S), bryozoans (B), rare foraminifera and bivalves (oysters). Numerous peloids. Presence of tiny light green to yellowish glauconite grains.

CONCLUSIONS

Cet article conclut un cycle d'études sur le Turonien du Saumurois et de la Touraine débuté en 1977. La publication en 2018 de l'ouvrage « Stratotype Turonien » (Amédro, Matrion & Robaszynski, coord.) dans la série des stratotypes français éditée par le Muséum national d'Histoire naturelle de Paris a constitué un point d'étape majeur. Mais les corrélations stratigraphiques entre le Saumurois et la Touraine restaient incomplètes. Ce n'est plus le cas aujourd'hui suite à la découverte de la *Surface d'Omission Chinon* au sommet du Tuffeau de Saumur à la confluence entre la Loire et la Vienne. Les coupes décrites dans le présent article permettent de comprendre pour la première fois l'articulation géométrique des formations à la limite Saumurois-Touraine et la manière dont s'effectue la disparition du Tuffeau de Bourré aux abords de Chinon lorsqu'on se déplace d'est en ouest. Au sommet du Turonien moyen, une réduction de la tranche d'eau marine conduit à un amincissement du Tuffeau de Bourré qui disparaît en biseau vers l'ouest aux abords de Chinon. Par ailleurs et dans le prolongement temporel de ce bas niveau marin, des dunes hydrauliques à faciès tidal se mettent en place vers le seuil du Poitou aux confins de la limite Turonien moyen-Turonien supérieur pour y former le Tuffeau Jaune de Touraine.

Remerciements. Monsieur Serge Ferry (Briançon et professeur émérite à l'Université de Lyon) nous a apporté une aide précieuse dans l'interprétation sédimentologique des niveaux à stratifications entrecroisées observés à la base du Tuffeau Jaune de Touraine à Descartes et Saint-Rémy-sur-Creuse. Monsieur Jean-François Deconinck (professeur émérite à l'Université de Bourgogne – Franche-Comté à Dijon) a réalisé plusieurs lames minces, ainsi qu'une diffraction aux rayons X (DRX) d'un échantillon de silt carbonaté prélevé juste au-dessus de la Surface d'Omission Chinon dans la localité type. Monsieur Bertrand Matrion (Troyes) a dessiné à l'ordinateur une des figures. Madame Dominique Maret, propriétaire d'une villa à Chinon, Monsieur Rodolphe Raffault, viticulteur à Chinon (Cave Monplaisir), Monsieur Wilfrid Rousse, viticulteur à Beaumont-en-Véron (Cave aux fièvres) et Monsieur Jonathan Theneguain, également viticulteur à Beaumont-en-Véron (Cave du Bourg), nous ont réservé le meilleur accueil et facilité l'accès à leurs caves et aux coteaux situés dans l'enceinte de leurs propriétés. Nous les en remercions tous chaleureusement, ainsi que les deux rapporteurs, l'un anonyme, l'autre étant Monsieur Romain Jattiot (MNHN), pour leur lecture critique du manuscrit.

BIBLIOGRAPHIE

- ALCAYDÉ G. (1970). – Carte géologique de la France à 1/50 000, notice explicative de la feuille de Saumur. BRGM, Orléans : 1-15.
- ALCAYDÉ G. (1975). – Carte géologique de la France à 1/50 000, notice explicative de la feuille de Chinon. BRGM, Orléans, **486** : 1-25.
- ALCAYDÉ G., CADET J.-P., GIGOUT M., LORENZ J., BROSSÉ R., DEBRANT-PASSARD S., LORENZ C., RAMPNOUX J.-P. & RASPLUS L. (1976). – Guides géologiques régionaux : Val de Loire, Anjou, Touraine, Orléanais, Berry. Édit. Masson, Paris. 1-191.
- ALCAYDÉ G. & RASPLUS L. (1971). – Compte rendu des journées de l'Association des Géologues du Bassin de Paris en Touraine, du 20 au 22 mai 1971. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **29** : 151-206.
- AMÉDRO F. (2009). – Deux ammonites turoniennes rares du Tuffeau de Saumur (Maine-et-Loire) : *Romaniceras (Romaniceras) kalesi badilleti* subsp. nov. et *Romaniceras (Yubariceras) aff. ornatissimum* (Stoliczka, 1864). *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **46** (3) : 23-32, pls 1-2.
- AMÉDRO F. & BADILLET G. (1978). – Répartition des ammonites dans quelques coupes du Turonien des environs de Saumur (Maine-et-Loire). *Compte Rendus de l'Académie des Sciences (Paris)*, série D, **286** : 323-325.
- AMÉDRO F., BADILLET G. & ROBASYNSKI (1988). – Le Turonien de l'Anjou : corrélations dans le Saumurois et le Baugeois. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **25** (2) : 5-14.
- AMÉDRO F., GUÉVEL B., MATRION B., ROBASYNSKI F. & CHÂTELIER H. (2023). – Quelques ammonites rares du Turonien type, dont *Romaniceras mexicanum* et *Subprionocyclus bravaisianus* près de Langeais et Azay-le-Rideau (Indre-et-Loire). *Annales de la Société Géologique du Nord*, **30** (2^e série) : 17-40, pls 1-4.
- AMÉDRO F., LENOUEL F. & GRAVELEAU F. (2024). – Un nouvel affleurement de Tuffeau de Saumur à Saint-Rémy-sur-Creuse (Vienne) : témoin de la vaste extension géographique d'une formation du Turonien moyen le long de la bordure sud-ouest du Bassin parisien. *Géologie de la France*, **1** (2024) : 1-12.
- AMÉDRO F., MATRION B. & ROBASYNSKI F. coord. (2018). – Stratotype Turonien. *Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris; *Biotope*, Mèze, 1-416.
- AMÉDRO F., ROBASYNSKI & BADILLET G. (2003). – Le coteau de Saumur : une coupe de référence pour le Turonien du Saumurois. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **40** (2) : 19-32.
- AMÉDRO F., ROBASYNSKI F., CHÂTELIER H., FERCHAUD P., MATRION B. & BRÉHÉRET J.-G. (2020 a). Des nouveautés sur les tuffeaux du Turonien moyen et sur leurs faunes d'ammonites en Touraine méridionale. *Bulletin d'Information des Géologues du Bassin de Paris*, **57** (2) : 3-33, pls 1-4.
- AMÉDRO F., ROBASYNSKI F., CHÂTELIER H., FERCHAUD P. & MATRION B. (2020 b). – Identification d'un biohorizon d'ammonites à *Romaniceras (Romaniceras) marigniacum* sp. nov. (Turonien moyen) à la base du Tuffeau Jaune de Touraine (France). *Carnets de Géologie*, **20** (4) : 37-89, pls 1-11, DOI 10.4267/2042/70720.

- ARCHIAC A. D' (1846). – Études sur la formation crétacée des versants sud-ouest, nord et nord-ouest du plateau central de la France. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Paris, 2^e série, **2** : 1-148.
- COUFFON O. (1936). – La Période Crétacée en Anjou. *Revue d'Hydrogéologie angevine*, 5^e année, 1-128.
- COURTILLER A. (1868). – Les terrains crétacés des environs de Saumur. *Annales de la Société linnéenne du Maine-et-Loire*, **10** : 88-94.
- DUJARDIN F. (1837). – Mémoire sur les couches du sol en Touraine et description des coquilles de la craie et des faluns. *Mémoires de la Société Géologique de France* (1^{re} série), Paris, tome II, n° **9** : 211-311, pls 15-21.
- GROSSOUVRE A. DE (1889). – Sur le terrain crétacé dans le sud-ouest du Bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, **18** : 475-525, pl. 12.
- GROSSOUVRE A. DE (1901). – Recherches sur la Craie supérieure, 1 : Stratigraphie générale. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Paris, 1013 p.
- 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. *Paleontological Society of Japan, Fukuoka, Special Papers* **21** : 151-168.
- HARMS J.C., SOUTHARD J.B., SPEARING D.R. & WALKER R.G. (1975). – Depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists (S.E.P.M.), Lecture Notes for Short Course*, **2** : 1-161.
- HEDBERG H.D. (1976). – International stratigraphic guide: a guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. Edit. John Wiley & Sons, New York, 1-22.
- JARVIS I. & GALE A.S. (1984). – The Late Cretaceous transgressions in the SW Anglo-Paris Basin : stratigraphy of the Craie de Villedieu Formation. *Cretaceous Research*, London, **5** : 195-224.
- JUIGNET P. (1974). – *La transgression crétacée sur la bordure orientale du Massif armoricain. Aptien, Albien, Cénomaniens de Normandie et du Maine. Le stratotype du Cénomaniens*. Thèse, Université de Caen, 1-810, 28 pls.
- KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1979a). – Vascoceratids ammonites from the type Turonian. *Palaeontology*, London, **22** : 665-683, pls 82-86.
- KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1979b). – On *Kamerunoceras* Reyment, 1954 (Cretaceous Ammonoidea). *Journal of Palaeontology*, Tulsa, **53** : 1165-1178.
- KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1981). – Desmoceratacean ammonites from the type Turonian. *Palaeontology*, London, **24** : 493-506, pls 74-76.
- KENNEDY W.J. & WRIGHT C.W. (1984). The Cretaceous ammonite *Coilopoceras requienianum* d'Orbigny, 1841, *Palaeontology*, London, **27** : 281-293, pls 35-37.
- KENNEDY W.J., WRIGHT C.W. & HANCOCK J.M. (1980 a). – The European species of the Cretaceous ammonite *Romaniceras* with a revision of the genus. *Palaeontology*, London, **23** : 325-362, pls 39-50.
- KENNEDY W.J., WRIGHT C.W. & HANCOCK J.M. (1980 b). – Colli- gnoniceratid ammonites from the Mid-Turonian of England and northern France. *Palaeontology*, London, **23** : 557-603, pls 62-77.
- KENNEDY W.J., WRIGHT C.W. & HANCOCK J.M. (1980 c). – Origin, evolution and systematic of the Cretaceous ammonite *Spathites*. *Palaeontology*, London, **23** : 821-837, pls 104-106.
- LECOINTRE G. (1947). – La Touraine. Édité. Hermann, Paris, 1-250, pls 1-4.
- LECOINTRE G. (1960). – Le Turonien dans sa région type : la Touraine. In Colloque sur le Crétacé supérieur français. *Comptes Rendus du Congrès des Sociétés savantes à Dijon, 1959*, Édité. Gauthiers-Villars, Paris : 415-423.
- MACAIRE J.-J. & BRÉHÉRET J.-G. (2018). – Curiosités géologiques de Touraine. Éditions BRGM, Orléans, 120 p.
- MÉDIONI R. (1974). – Carte géologique de la France à 1/50 000, notice explicative de la feuille de Châtellerault. BRGM, Orléans, **541** : 1-33.
- MOREAU J.-D., AIRVAUX J. & HERISSON D. (2018). Turonian flora from the fossiliferous flints of Châtellerault (Western France). *Comptes Rendus Palevol*, **17** : 435-442.
- ORBIGNY A. D' (1840-1842). – Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome I : Céphalopodes, Édité. Masson, Paris : 1-120 (1840); 121-430 (1841); 431-662 (1842), 151 pls.
- ORBIGNY A. D' (1842). – Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome II : Gastéropodes, Édité. Masson, Paris : 1-224, pls 152-236.
- ORBIGNY A. D' (1847). – Paléontologie française. Terrains Crétacés. Tome IV : Brachiopodes, Édité. Masson, Paris : 1-32, pls 513-599.
- ORBIGNY A. D' (1852). – Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques. Édité. Masson, Paris, tome II, fasc. **2** : 1-464.
- RASPLUS L., ALCAYDÉ G., LABLANCHE G. & MACAIRE J.-J. (1989). – Carte géologique de la France à 1/50 000, notice explicative de la feuille de Buzançais. BRGM, Orléans, **543** : 1-39.
- RAWSON P.F., DHONDT A.V., HANCOCK J.M. & KENNEDY W.J. edit. (1996). Proceedings « Second International Symposium on Cretaceous Stage Boundaries » Brussels 8-16 September 1995. *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique*, Bruxelles, supplément **66**, 1-117.
- RIVELINE-BAUER J. (1965). Étude sédimentologique des principaux faciès du Turonien de Touraine. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, **7** : 323-326.
- ROBASZYNSKI F. coord., ALCAYDÉ G., AMÉDRO F., BADILLET G., DAMOTTE R., FOUCHER J.-C., JARDINÉ S., LEGOUX O., MANIVIT H., MONCIARDINI C. & SORNAY J. (1982). – Le Turonien de la région type : Saumurois et Touraine. Stratigraphie, biozonations, sédimentologie. *Bulletin des Centres de Recherche, Exploration-Production d'Elf-Aquitaine*, Pau, **6** : 119-225, pls 1-18.

LE CADRE DE VIE EST UN BIEN COMMUN

Avec le CAUE du Nord, participez ensemble
à construire vos lieux de vie.

Je suis
membre d'une
association,
je développe des initiatives
grâce aux ressources
locales.

Je suis
technicienne,
je découvre des
expériences ancrées
dans leur contexte.

Je suis
enseignante,
je développe une
pédagogie active en
relation avec le
territoire.

Je suis
habitant,
je conçois un projet
d'habitat qui s'intègre
dans mon cadre de
vie.

Je suis
élu,
je réussis un projet
adapté à mon
territoire.

Je suis
enfant,
je comprends
l'évolution de mon
environnement.

Je suis
professionnel,
j'exerce mon activité en
connaissance des
enjeux locaux.



ACCOMPAGNER LES PROJETS
CONTRIBUER AU DÉBAT PUBLIC
DIFFUSER LES EXPÉRIENCES
FACILITER LES COOPÉRATIONS

POUR UNE ÉCOLE PERMANENTE DU CADRE DE VIE