Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 62 (1969)
Heft: 1

Artikel: Les calcaires urgoniens dans la région entourant Genève
Autor: Conrad, Marc A.
Kapitel: Milieux de sédimentation et microfacies
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-163689

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Le niveau 1 correspond aux niveaux 1–3 de la coupe du Pont-St.-Clair soit au milieu circalittoral inférieur. Les niveaux 2–10 correspondent à un talus établissant le raccord avec les milieux infralittoraux situés au NW. Contrairement à ce que l'on observe dans les niveaux 2–6 de la coupe du Pont-St.-Clair des biopelmicrites déposées en milieu circalittoral s'intercalent au sein de cette épaisse série de biosparites calibrées. Les niveaux 11–16 correspondent au milieu infralittoral moyen de la plateforme urgonienne. Les Marnes à Orbitolines (niveaux 17–19) ne renferment pas de macrofaune au Pas-du-Roc, ce qui est exceptionnel et indique probablement une aire de dépôt située en dehors de la zone d'influence des substrats indurés favorables aux Rudistes, aux Gastéropodes et aux Polypiers. L'absence des Oursins et des Brachiopodes s'explique par contre plus difficilement, car la microfaune qui leur est normalement associée (*Choffatella decipiens*, *Cuneolina hensoni*, etc.) est bien représentée. Les Calcaires urgoniens supérieur sont analogues à ceux du Parmelan et sont représentés ici par les niveaux 20–23.

MILIEUX DE SÉDIMENTATION ET MICROFACIES

J'ai classé les paléomilieux urgoniens en me basant sur la terminologie employée par PERES (1961) à propos des milieux actuels. Toutefois le terme d'étage (étage circalittoral, étage supralittoral, etc.) pouvant prêter à confusion dans le cadre d'une étude biostratigraphique, j'ai choisi de le remplacer par l'expression plus générale de milieu. Le tableau 1 donne la répartition d'un certain nombre d'organismes caractéristiques dans les différents milieux urgoniens.

Tableau 1 Distribution de quelques organismes caractéristiques dans les milieux urgoniens de sédimentation, au Barrémien et à l'Aptien inférieur. R = rare; P = présent; A = abondant; ? = déterminations incertaines.

MILIEUX:	circalittoral		infralittoral				médio-littoral	lacustre ou saumâtre
	inférieur	supérieur	externe	moyen	interne			
					abrité	confiné		
RUDISTES			R	A	R		?	
HUITRES	R	A	A	P	R			
POLYPIERS		R	A	P	P			
SPONGIAIRES		R	P					
BRYOZOAIRES	R	A	A	?				
ALGUES		R	A	A	P	R	R	A
Dasycladacées		R	A	P	P	?		
Lithocodium			A	P				
Thaumatoporella			?	R	R			
Clavator								A
FORAMINIFÈRES	P	A	A	A	A	R	R	R
Orbitolinidae		R	A	A	A			
Lenticulina	P	A	P	R	R			
Trocholina		?	A	P	P			
INCERTAE SEDIS								
Bacinella			A	A	?			
Cladocoropsis ?		R	A	P				
Aeolisaccus		?	P	A	A	?		

MILIEUX CIRCALITTORAUX

Selon PERES (1961, p. 30), l'étage circalittoral s'étend depuis la limite extrême de la vie des Phanérogames marines (ou des Algues photophiles) jusqu'à la profondeur extrême compatible avec la végétation des Algues les plus tolérantes aux plus faibles éclairements, c'est-à-dire les plus sciaphiles. Les milieux circalittoraux ne sont pas à proprement parler «urgoniens». Aussi n'en ai-je pas poussé la description ici. Les calcaires et les marnes qui encadrent les calcaires urgoniens se sont déposés dans des milieux circalittoraux.

Milieux circalittoraux inférieurs

Ils sont caractérisés ici par l'absence d'Algues fossiles, par la présence de Bryozoaires et par une sédimentation en un milieu tranquille et suffisamment profond pour être à l'abri de l'influence des vagues. A la limite Hauterivien-Barrémien, au NE du lac d'Annecy, des calcaires décrits par le microfacies no. 17 (pl. V, fig. 1) se déposaient sur des aires en très faible pente situées au SE des milieux circalittoraux supérieurs de la région jurassienne et au NW du talus externe du plateau continental. Ils comportent une fraction variable, généralement inférieure à 15% de sédiments terrigènes et sont affectés par une dolomitisation diffuse, d'origine incertaine. Ces sédiments renferment une faune peu diversifiée dont l'élément caractéristique est l'Oursin *Toxaster complanatus*, associé à des débris de Brachiopodes, de Serpulidae et de Bryozoaires. La glauconie est rare.

Milieux circalittoraux supérieurs

Ils sont caractérisés ici par un hydrodynamisme relativement élevé, des remaniements pénécontemporains et la présence de substrats indurés favorables aux Huîtres, aux Gastéropodes, aux Serpulidae etc. La prolifération des Bryozoaires et du Foraminifère *Lenticulina* est sans doute le fait d'une profondeur encore trop grande pour les Algues mais d'un renouvellement constant des apports nourriciers. La glauconie se formait *in situ* dans ces milieux. Quantitativement, elle représente moins de 1%.

MILIEUX INFRALITTORAUX

Selon PERES (1961, p. 29), dans les milieux actuels la limite inférieure de l'étage infralittoral est celle qui est compatible avec la vie des Zostéracées ou des Algues photophiles. J'ai distingué trois catégories: les milieux infralittoraux externes, moyens et internes.

Milieux infralittoraux externes

Ils correspondent ici à la partie externe, c'est-à-dire marginale, de la plateforme urgonienne en voie d'isolement au Barrémien inférieur. Ils sont caractérisés par la présence simultanée d'Algues photophiles (Dasycladacées, Codiacées, etc.) et de Bryozoaires, ces derniers indiquant le voisinage des milieux circalittoraux.

Dans les chaînes subalpines le soulèvement de la plateforme urgonienne correspond à une sédimentation de sables calcaires mécaniquement évolués, délavés et montrant

par endroits de la stratification oblique. C'est le microfacies no. 5 (pl. II, fig. 1). L'apparition et le développement progressif des Bryozoaires puis des Dasycladacées montre que la profondeur diminuait lentement. La forte usure et le calibrage du matériel biodétritique témoigne du rôle des courants dans la répartition des diverses fractions granulométriques. Ces sables calcaires se déposaient sur des aires en pente douce qui établissaient le raccord entre la plateforme urgonienne et les aires plus profondes et envasées de boue calcaire du milieu circalittoral inférieur (fig. 23, limite Hauterivien-Barrémien). Dans la coupe du Pas du Roc on observe à trois reprises la récurrence d'une sédimentation de pelmicrites analogues au microfacies no. 17 (pl.V, fig. 1). Ces retours temporaires à une sédimentation vaseuse s'observent aussi plus à l'est dans la coupe du Rocher-de-Cluses (CHAROLLAIS, travaux en cours) et pourraient provenir de pulsations bathymétriques. J'envisage plutôt des gauchissements du relief sous-marin et la formation de surfaces momentanément planes, à l'abri des apports de matériel biodétritiques.

Dans le pli du Salève et dans la région jurassienne située au N du lac du Bourget, la succession des termes lithologiques suivants s'observe de bas en haut, à la base des calcaires urgoniens:

a) Calcaires plus ou moins marneux, à *Lenticulina* et Bryozoaires (milieu circalittoral supérieur).
b) Oösparites (milieu infralittoral externe).
c) Oömicrites.
d) Biomicrites à Algues encroûtantes, Bryozoaires, etc.
e) Biosparites à Bryozoaires et Dasycladacées.
f) Biomicrites à Foraminifères et Dasycladacées (milieu infralittoral moyen).

a) Les milieux circalittoraux sont décrits plus haut.

b) La sédimentation de calcaires oolithiques bien délavés (microfacies no 1, pl. I, fig. 1) indique l'apparition d'un milieu de bordure de plateforme. La transition avec les couches déposées en milieu circalittoral peut-être brusque (Rocher-des-Hirondelles) ou récurrente (Mont de Musiège). Au Salève, enfin, cette transition se fait très progressivement. La turbulence et la mobilité du substrat devaient entraver le développement de la faune et de la flore. Ceci explique que les noyaux des oolithes soient formés d'un matériel dérivé de sédiments déposés antérieurement, à l'instar de ce que l'on observe actuellement en bordure des bancs des Bahamas (NEWELL & al., 1960).

c) Avec l'éloignement vers le SE de la barre oolithique périphérique, l'aire de dépôt correspond à une zone plus interne, peut-être légèrement déprimée de la plateforme. Les matériaux (oolithes, boue calcaire), transportés à partir de la barre oolithique par les vagues et les courants provenant du large s'y accumulaient et nous voyons l'oösparite s'envaser progressivement et passer à une oömicrite (microfacies no. 15, pl. IV, fig. 3). Les grains s'agglomèrent les uns aux autres pour former des agrégats botryoïdes et les Bryozoaires rameux se développent en un milieu trop trouble encore pour les Algues mais déjà moins violemment agité.

d) La bordure de plateforme s'éloigne encore et un milieu favorable aux Algues et aux Bryozoaires encroûtants s'établit. La puissance de cette zone à Algues encroûtantes varie beaucoup. Au Mont de Musiège (0,7 m) les Algues prédominent,

formant une vraie biolithite à nodules coalescents comprenant une matrice de biomicrite. C'est le microfacies no. 13 (pl. IV, fig. 1). A la Perte de la Valserine (plus de 5 m) les nodules sont absents. Les Algues encroûtantes ne sont représentées que par des thalles isolés et les Bryozoaires encroûtants sont bien développés. Au Grand-Piton (20 m) la sédimentation de boue calcaire est très importante et la biophase dispersée. Les Algues ont pratiquement disparu, faisant place à des Bryozoaires encroûtants, des Spongiaires et des Polypiers isolés ou coloniaux. C'est le microfacies no. 14 (pl. IV, fig. 2). Du point de vue paléogéographique la signification des niveaux à Algues et Bryozoaires encroûtants est difficile à préciser. Les Foraminifères sont plutôt rares et souvent visiblement remaniés. La présence de quartz détritique et d'un peu d'argile écarte l'hypothèse de milieux particulièrement isolés. Ces niveaux à Algues encroûtantes se retrouvent plus haut dans la série urgonienne où ils en cadrent toujours des niveaux de biosparites et de biosparrudites. Toutefois, en milieu infralittoral moyen, les Bryozoaires ont disparu et les nodules enrobés de *Lithocodium* sont moins bien individalisés.

e) Le milieu s'isole presque complètement des apports de sédiments terrigènes en provenance du NW. Une intense activité biologique se développe sur des aires de production comportant des substrats indurés, situées à faible profondeur et bien éclairées. Le milieu évoque l'image de prairies sous-marines modérément battues par les courants et les vagues et peuplées de Bryozoaires rameux, de Dasycladacées, de Foraminifères, de Gastéropodes, de Pélécypodes et d'Echinides. Les matériaux biodétritiques, transportés à faible distance, s'accumulaient à un taux de sédimentation certainement élevé. Seule une faible quantité de boue calcaire avait le temps de se former par usure et biodégradation. En se cimentant ces sables et ces graviers calcaires donneront plus tard des biosparites et des biosparrudites. C'est le microfacies no. 6 (pl. II, fig. 2). L'épaisseur de ces sédiments est très variable: 3 m par exemple à Boge s/Confort, contre plus de 50 m au Rocher-des-Hirondelles, à 10 km de là (fig. 3). Cette diversité, toutefois, ne signifie pas nécessairement qu'il y ait eu de grandes différences dans le relief de la plateforme urgonienne. De faibles mouvements ou de légers gauchissements suffisaient, sans doute, à modifier la nature du substrat. La série de biosparites du Rocher-des-Hirondelles est encadrée par des niveaux à Algues encroûtantes. A sa base et à son sommet on note la présence de laminites formées par l'alternance centrimétrique de phases granulométriques distinctes et bien calibrées (pl. II, fig. 2). Enfin, une oolithisation superficielle monocorticale se développait en certains endroits à peine immergés et soumis à un hydrodynamisme plus considérable.

f) L'aire de dépôt correspond enfin au milieu infralittoral moyen.

Milieux infralittoraux moyens

Ils sont caractérisés ici par la présence d'Algues photophiles (Dasycladacées, Codiacées, etc.) et de Foraminifères ainsi que par l'absence ou du moins l'extrême rareté des Bryozoaires. Des colonies de Rudistes, de Nérinées et parfois de Polypiers se fixaient sur les substrats indurés. Pour le reste le tableau 1 donne les principales observations que j'ai pu faire. Les conditions de dépôt telles que l'hydrodynamisme, la nature du substrat et la vitesse de sédimentation étaient variables bien que toujours relatives à une profondeur réduite et à une salinité normale. Les figures 23 et 24

donnent la répartition schématique des milieux infralittoraux moyens au Barrémien et à l'Aptien.

Au Barrémien supérieur des biostromes de Rudistes occupaient la région subalpine. Le développement des Rudistes, lié sans doute à des hauts-fonds comportant des substrats indurés, est très important au Semnoz et au Parmelan. On peut admirer de grandes colonies aux contours lobés, atteignant 8 m de long et formées de touffes coalescentes d'individus du genre *Monopleura*. Entre ces colonies vivaient des individus isolés et de plus grande taille appartenant aux genres *Requienia*, *Toucasia*, etc. Ces biostromes de Rudistes alternent par endroits avec des colonies de Polypiers. Ces derniers ne forment toutefois jamais de biohermes.

A l'Aptien inférieur, les Marnes à Orbitolines se sont déposées en milieu infralittoral moyen et offrent une grande variété d'aspect lithologique. Les calcaires et les marnes à Rudistes, Gastéropodes, Echinides et Brachiopodes constituent le genre de dépôt le plus souvent rencontré. Entre les bancs de calcaires plus ou moins gréseux s'intercalent de minces niveaux argileux. Des colonies isolées de Polypiers sont présentes au Parmelan. Certaines d'entre elles atteignent 30 cm de haut. Au Semnoz comme au Parmelan, cette macrofaune sessile, déjà si bien développée dans les Calcaires urgoniens inférieurs, continue à prospérer durant le dépôt des Marnes à Orbitolines. La pérennité des facteurs favorables aux Rudistes, par exemple, était donc indépendante des apports de sédiments terrigènes. Périodiquement, le milieu était envahi par des arrivées d'argiles qui étouffaient les Rudistes et les Polypiers. Le trouble causé par ces colloïdes créait par contre un milieu favorable aux Brachiopodes, aux Oursins du genre *Heteraster oblongus* et à certains Foraminifères comme *Choffatella decipiens*, *Cuneolina hensoni* et *Palorbitolina lenticularis*.

Des calcaires rubéfiés, dépourvus d'intercalations marneuses, constituent un type de sédimentation particulier que l'on rencontre à Chaumontet dans le membre des Marnes à Orbitolines. Au sein de calcaires rouges sombres, assez gréseux et pétrographiquement variés, on rencontre des encrinites mécaniquement très évoluées qui témoignent de la violence des courants qui balayaient par endroits la plateforme urgonienne. La rubéfaction doit avoir eu pour origine le voisinage de terres émergées. Il est possible que l'aire de production des sédiments déposés à Chaumontet ait été située au voisinage d'un seuil sous-marin.

Les Calcaires urgoniens supérieurs se sont également déposés en milieu infralittoral moyen. Ils correspondent à une sédimentation relativement uniforme de sables biodétritiques plus ou moins envasés de boue calcaire. Les substrats indurés favorables aux Rudistes étaient rares. Au Semnoz, à la Chambotte et à Chaumontet les Calcaires urgoniens supérieurs sont surmontés par la Lumachelle du Gault qui représente un brusque retour au milieu circalittoral supérieur

Milieux infralittoraux internes

Ils sont caractérisés ici par un hydrodynamisme très réduit, une forte sédimentation de boue calcaire et un enfouissement sur place ou presque de la biophase. Certains organismes tels que les Bryozoaires, les Spongiaires, *Lithocodium* et *Bacinella* sont si rares que l'on peut les considérer comme virtuellement absents. Pour le reste le tableau 1 résume les observations que j'ai pu faire.

Milieux infralittoraux internes et abrités

Ils sont caractérisés ici par des conditions de salinité normale et par le foisonnement des Foraminifères, aussi variés qu'abondants. Ces milieux sont représentés dans les Calcaires urgoniens inférieurs et dans les Calcaires marneux de La Rivière. Du fait de leur enfouissement rapide les Foraminifères sont exceptionellement bien conservés et ont les loges simplement cimentées de calcite secondaire. On peut distinguer un milieu influencé par le voisinage de substrats indurés et caractérisé par la présence de Gastéropodes et de Dasycladacées. C'est le microfacies no. 20 (pl. V, fig. 4). Une autre variante, celle du microfacies no. 21 (pl. VI, fig. 1), comporte des substrats meubles, une très forte sédimentation de boue calcaire et, peut-être, des eaux troubles. Les Foraminifères sont assez abondants et de grande taille. Leur éventail taxonomique est toutefois assez restreint et comporte surtout des formes spécialisées telles que *Choffatella decipiens*, *Nautiloculina* sp. 1, *Melathrokerion praesigali*, etc., en plus des Orbitolinidae. Le microfacies no. 21 est caractéristique des Calcaires marneux de La Rivière mais se rencontre également parfois dans les chaînes subalpines. Dans la coupe du Parmelan, par exemple, le niveau 6 (partie supérieure des Calcaires urgoniens inférieurs) est formé de micrites analogues à celle que l'on rencontre dans la coupe du Fort l'Ecluse. Dans les deux cas, ces niveaux de micrites et de biomicrites montrent à leur base la présence d'importantes silicifications. Ces dépôts correspondent sans doute à la formation du lagune abritée, au sein d'une plateforme battue par les courants.

Milieux infralittoraux internes et confinés

Ils sont caractérisés ici par la disparition partielle ou totale de la biophase à la suite du développement de conditions impropres à la vie. On rencontre ces milieux dans les calcaires déposés au Barrémien supérieur dans la partie NW, c'est-à-dire interne, de la plateforme. Un premier exemple est celui du microfacies no. 22 (pl. VI, fig. 2) qui comporte des pistes d'organismes fouisseurs, des traces d'échappement gazeux analogues aux «Birds-eyes», une faune très restreinte de petits Foraminifères et quelques microgastéropodes. Je n'ai jamais observé de concrétionnements stromatolitiques mais ce genre de dépôt correspond à une profondeur très réduite, peut-être même à la zone de balancement des marées (milieu médiolittoral). Le taux de sédimentation était probablement faible. Sous le microscope il n'y a pas trace de dolomitisation.

Un autre exemple est celui du microfacies no. 23 (pl. VI, fig. 3) qui pose un problème difficile à résoudre. La biophase ne comprend que quelques débris incertains: Ostracodes, Pélécypodes?, Foraminifères? Il n'y a ni macrofaune ni trace de bioturbation. Ce microfacies est localisé au sommet des Calcaires marneux de La Rivière, dans la coupe du Rocher-des-Hirondelles.

MILIEUX MÉDIOLITTORAUX

Ils comportent des émersions périodiques et correspondent de ce fait à la zone de balancement des marées. Un exemple est peut-être fourni par le microfacies no. 22 qui peut, sous toute réserve être classé dans la catégorie des dépôts médiolittoraux. Un autre exemple est constitué par une coquinite présente au mur d'un niveau char-

bonneux émersif, dans les Calcaires urgoniens inférieurs de la carrière de Thônes (fig. 7). C'est le microfacies no. 11 (pl. III, fig. 3) qui représente probablement un dépôt de plage.

MILIEUX SUPRALITTORAUX

Ils comportent des émersions prolongées et sont rarement représentés dans les calcaires urgoniens. Un premier exemple est formé par un niveau de micrite charbonneuse et pratiquement azoïque que l'on rencontre dans le Barrémien supérieur de la carrière de Thônes (fig. 7). Cet accident émersif ne correspond pas à un apport de sédiments terrigènes et représente sans doute la formation temporaire d'une île entourée de bancs de Rudistes. Une dolomitisation *per descensum* affecte sur quelques mètres les calcaires sous-jaçants.

Un autre cas est constitué par des masses arrondies atteignant 8 cm de diamètre et formées de micrite pure et parfaitement azoïque. Ces «Mud-balls» sont présents dans le niveau 6 de la coupe d'Etrembières, dans le Barrémien inférieur du Petit-Salève. Ils sont associés à des colonies espacées de Polypiers et représentent probablement des fragments remaniés à faible distance de croûtes calcaires déposées temporairement en milieu intrarécifal aérien.

MILIEUX LACUSTRES OU SAUMÂTRES

A la limite Barrémien-Aptien, un niveau de calcaires d'eau douce à *Clavator* est présent à la base des Marnes à Orbitolines de la Montagne du Semnoz (coupe de Leschaux, niveau 8). Des galets remaniés de calcaires d'eau douce sont également présents dans le niveau 2 de la coupe de la Perte-du-Rhône décrite par JAYET (1926, p. 165), dans une position stratigraphique analogue. Le niveau 8 de la coupe de Leschaux est encadré par des sables quartzeux friables contenant des galets anguleux de calcaire marin et d'eau douce. Ces sables se déposaient sans doute sur une plage, le long d'un cordon à l'abri duquel les eaux douces provenant de la terre ferme pouvaient s'accumuler. Ces bassins paraliques étaient probablement isolés.

COMPORTEMENT DU QUARTZ DÉTRITIQUE

Dans les calcaires urgoniens, l'abondance du quartz détritique est une fonction du degré d'isolement du milieu de dépôt. Dans le détail, la teneur en quartz des calcaires dépend de facteurs locaux tels que le délavage par hydrodynamisme et le relief sous-marin. Le diamètre des grains de quartz est généralement compris entre 0,02 et 0,2 mm. La forme, le degré d'usure et les extinctions des grains varient considérablement.

Dans la région jurassienne, au Barrémien inférieur, des barres oolithiques se formaient en bordure de la plateforme urgonienne en voie de soulèvement. Le quartz et les argiles provenaient du NW et, chassés par hydrodynamisme, s'accumulaient sur le versant SE des hauts-fonds ainsi créés. C'est ainsi que peut s'expliquer le dépôt de certains niveaux très gréseux situés à l'extrême base des Calcaires urgoniens (coupe du Rocher-des-Hirondelles, niveau 1; coupe du Crêt-du-Châtillon, niveau 5). Puis, avec l'isolement du milieu, la présence de quartz n'est plus qu'épisodique. Dans les Calcaires urgoniens inférieurs on le rencontre à titre exceptionnel, par exemple dans certains niveaux de biomicrites à Polypiers intercalés entre des biostromes à Rudistes (coupe du Parmelan, niveau 1).

Le quartz refait son apparition, mais en quantité très inférieure à 1 %, dans les bancs de micrites et de biomicrites des Calcaires marneux de La Rivière (Barrémien supérieur). Ce retour des sédiments terrigènes est un signe avant-coureur des invasions plus importantes qui surviendront au Barrémien sommital avec le dépôt des Marnes à Orbitolines. L'envahissement de la plateforme urgonienne se fait alors progressivement avec, à la base, des récurrences de calcaires non gréseux (coupe du Parmelan, dès le niveau 8). Dans la coupe de Leschaux, à la base des Marnes à Orbitolines, des sables quartzeux friables et peu calcarifères, probablement côtiers, encadrent un niveau de calcaires lacustres ou saumâtres. Dans les Marnes à Orbitolines le diamètre moyen du quartz atteint 0,3 à 0,8 mm. L'usure des gros grains est considérable.

Avec le dépôt des Calcaires urgoniens supérieurs, les apports de quartz commencent par diminuer puis augmentent vers le haut de la série jusqu'à former des niveaux de grès d'épaisseur variable, interstratifiés dans des biosparites gréseuses bien calibrées (microfacies no. 7, pl. II, fig. 3).

COMPORTEMENT DE LA GLAUCONIE

La glauconie est rare dans les Calcaires urgoniens. On la rencontre parfois dans les Marnes à Orbitolines où sa présence semble liée soit à la teneur en quartz du sédiment soit à l'hydrodynamisme. Au sommet des Calcaires urgoniens supérieurs, quelques grains sont présents dans les laminites gréseuses qui s'y trouvent intercalées. Selon PORRENGA (1967, p. 500) la glauconie ne se forme guère au-dessus d'une température de 15° C. La glauconie est bien représentée, toujours en grains très frais, dans les Marnes de La Russille, les couches à *Toxaster* et la Lumachelle du Gault.

COMPORTEMENT DE LA DOLOMITE

Seule la dolomite automorphe, en rhomboèdres reconnaissables sous le microscope, entre ici en considération. Dans les chaînes subalpines, au NE du lac d'Annecy, ce minéral peut être abondant dans les biopelmicrites et les biosparites calibrées de la première partie des Calcaires urgoniens inférieurs (coupes du Pont-St.-Clair et du Pas-du-Roc). Dans les biosparites les cristaux de dolomite ont des dimensions inférieures à 0,2 mm et sont disposés en lits épais de quelques millimètres, généralement le long de surfaces séparant deux phases granulométriques. Les phénomènes de stratification oblique, fréquents dans ces biosparites, sont ainsi soulignés par la dolomite dont la teinte foncée ressort à l'affleurement. (coupe du Pont-St.-Clair, niveaux 2 et 3). Dans les biopelmicrites la dolomitisation est généralement diffuse en nuages irréguliers. L'origine de cette dolomitisation est difficile à préciser.

Les niveaux de biomicrites à Algues et Bryozoaires encroûtants, si caractéristiques de la base des Calcaires urgoniens inférieurs du Jura et du Salève, sont parfois dolomitisés. Cette dolomitisation n'est jamais très importante sauf au Salève (coupe du Gd-Piton, niveaux 5–10) où le phénomène prend une ampleur considérable et la roche devient saccharoïde. Ici encore, en l'absence de toute trace d'émersion ou de «tidal flats», le problème de l'origine de cette dolomite reste en suspens.

Le problème est plus simple en ce qui concerne la dolomitisation que l'on observe dans les Calcaires urgoniens inférieurs de la carrière de Thônes (fig. 7), dans des calcaires à Rudistes sur lesquels repose un niveau charbonneux. Les cristaux de dolo-

mite sont de grande taille (jusqu'à 0,6 mm). Sur 3 m environ, ils envahissent progressivement, de bas en haut, un biostrome de Rudistes dont la surface supérieure est nécrosée et recouverte par une coquinite et une micrite charbonneuse. Il s'agit là sans conteste d'une émersion. On sait qu'actuellement des croûtes dolomitiques se forment sur les surfaces alternativement inondées et exondées des aires de sédimentation carbonatée du Golfe Persique, de la Floride, des Bahamas, etc. (SHINN et al., 1965). Des flux magnésiens d'hypersalinité se forment à partir de ces surfaces et imprégnent *per descensum* les sédiments sous-jacents.

MICROFACIES

Méthode

Dans le cadre relativement restreint de la région genevoise les microfacies peuvent être utilisés sans autre pour établir des corrélations ayant au moins la valeur d'un sous-étage. La fig. 8 illustre la classification de 24 microfacies choisis et caractéristiques de milieux bien définis. J'ai adopté la classification de FOLK (1959, 1962) pour désigner les lithofacies. J'ai ajouté aussi quelques termes proposés par d'autres auteurs. Les paramètres lithologiques employés ci-dessous et représentés quantitativement à la pl. 7 correspondent aux définitions suivantes:

– les pellets sont des grains d'un diamètre allant de 30 à 150 microns, formés de calcite microcristalline (micrite). Leur origine n'entre pas en considération. Cette définition correspond à celle des peloids de MCKEE (in BATHURST, 1967, p. 92).

– les intraclastes sont des fragments pénécontemporains de sédiment carbonaté mal consolidé et micritique (FOLK, 1962, p. 63). Les colloclastes, définis par SANDER (1967), sont des agrégats botryoïdes d'organismes, d'oolithes, etc., rendus cohésifs par une matrice de boue calcaire. Ils sont équivalents aux grapestones actuels des Bahamas (ILLING, 1954) et aux lumps de LEIGTON & PENDEXTER (1962).

– Selon FOLK (1962, p. 65) le diamètre des grains de la micrite varie de 1 à 4 microns. Cette définition est trop stricte pour un usage pratique, sur le terrain en particulier. J'ai adopté les limites proposées par DUNHAM (1962): tous les débris ou grains de calcite dont les dimensions sont inférieures à 20 microns entrent dans la catégorie des micrites.

– je me suis limité à reconnaître la dolomite sous le microscope.

Description

Microfacies no. 1 (pl. I, fig. 1)

Lithofacies: Oösparite calibrée autour de 0,4 mm. Nombre et épaisseur très variables des cortex oolithiques. Présence de rares colloclastes. Une faible fraction du sédiment (essentiellement des débris de Pélécypodes) n'est pas oolithisée. Le quartz, rare, est présent dans le ciment de sparite et dans les nuclei. La glauconie, rare, est altérée et sans doute remaniée. Les nuclei sont généralement organo-détritiques, parfois formés de pellets.

Biofacies: Débris d'Echinodermes, Pélécypodes, Gastéropodes, Bryozoaires et Brachiopodes. Foraminifères: *Lenticulina* sp., *Glomospira* spp., Textulariidae, petits Miliolidae, *Nautiloculina* sp. 1, etc.

MILIEUX	circalittoral		infralittoral				médio-littoral	lacustre ou saumâtre
	inférieur	supérieur	externe	moyen	interne			
					abrité	confiné		
Oösparites			1	2				
Biosparites		3 - 5	6	7				
Biosparites mal délavées				8 - 9				
Biomicrites compactes		10					11	
Biomicrites à "Algal - balls" etc.			12 - 14					
Oömicrites			15	16				
Pelmicrites	17							
Biomicrites				18 - 19	20 - 21	22 - 23		24
LITHOLOGIE SOMMAIRE	NUMÉRO D'ORDRE DES MICROFACIES							

Fig. 8 Classification des microfacies. Les symboles lithologiques sont inspirés du «Carbonate textural spectrum» de FOLK (1962, p. 76).

Milieu: Infralittoral externe. Rides situées en bordure de la plateforme urgonienne. Contact entre les eaux chaudes et saturées de $CaCO_3$ de la plateforme et les eaux fraîches, plus riches en CO_2, provenant du large (NEWELL & al., 1960). Hydrodynamisme puissant, substrats mouvants, profondeur très réduite. Le matériel formant les noyaux des oolithes est probablement remanié à partir d'oömicrites et de biomicrites déposées précédemment en milieu moins agité.

Localisation: Base des Calcaires urgoniens inférieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (3. Oösparites etc.). Barrémien inférieur.

Microfacies no. 2 (pl. I, fig. 2)

Lithofacies: Oösparite passant à une oömicrite. Oolithes: diam. 0,2–0,6 mm; 1–3 cortex oolithiques, nettement fibro-radiés. Une fraction variable des allochems n'est pas oolithisée. Quartz: moins de 1%. Pas de glauconie. Colloclastes très rares.

Biofacies: Analogue à celui du microfacies no. 19. Le calibrage par voie hydraulique élimine souvent la fraction grossière de la biophase.

Milieu: Infralittoral moyen. Hauts-fonds agités par des eaux turbulentes et limpides. Substrats mobiles, défavorables aux Algues. Profondeur très réduite.

Localisation: Ce microfacies est caractéristique des Marnes à Orbitolines. On le recontre surtout dans le pli du Salève. Aptien basal.

Microfacies no. 3 (pl. I, fig. 3)

Lithofacies: Biosparite comprenant une fraction variable d'oolithes remaniées. Bon calibrage, variant entre 0,2 et 0,4 mm. Les oolithes portent les traces de plusieurs

remaniements successifs et sont du même type que celles du microfacies no. 1. Allochems essentiellement biodétritiques. Quartz: moins de 1 % en général, arrondi variable, diam. 0,02–0,2 mm. Glauconie rare et fraîche.

Biofacies: Débris abondants de Brachiopodes, Bryozoaires et Echinodermes. A l'exception de *Lenticulina* sp., abondante, les Foraminifères sont de taille réduite et taxonomiquement peu variés: *Pyrgo* sp., *Quinqueloculina* sp., *Haplophragmoides* spp., *Textularia* spp., *Dorothia* ? spp., *Glomospira* spp. sont toujours présents. *Trocholina* spp. et *Lituola* sp. ou *Ammobaculites* sp. peuvent être présents comme épibiotes, avec des débris de Pélécypodes, de Dasycladacées et de Polypiers solitaires.

Milieu: Circalittoral supérieur. Milieu de dépôt agité, profond de plusieurs dizaines de mètres.

Localisation: Marnes de La Russille, Couches à Panopées. Limite Hauterivien-Barrémien ou Barrémien basal, dans la région délimitée par la figure 25 (1. Biosparites, etc.).

Microfacies no. 4 (pl. I, fig. 4)

Lithofacies: Biosparite fortement délavée. Allochems organo-détritiques pour la plupart, fortement usés et calibrés entre 0,5 et 0,7 mm. Débris micritisés d'origine incertaine. Débris phosphatés. Quartz: environ 1 %; diam. moyen 0,2 mm. Glauconie: moins de 1 %, très fraîche.

Biofacies: Forte concentration, d'origine mécanique, de débris d'Echinodermes. Bryozoaires, Pélécypodes, *Lenticulina* sp., Brachiopodes, Serpulidae.

Milieu: Circalittoral supérieur. Milieu trouble, soumis à un hydrodynamisme violent. Matériel dérivé de substrats indurés et de hard grounds (phosphates).

Localisation: C'est le microfacies caractéristique de la Lumachelle du Gault qui couronne les Calcaires urgoniens supérieurs dans la région délimitée par la fig. 25 (15. «Lumachelle», etc.). Bédoulien supérieur.

Microfacies no. 5 (pl. II, fig. 1)

Lithofacies: Biosparites et biosparrudites. Matériel biodétritique bien délavé, souvent fortement usé et calibré. Quartz et Glauconie très rares.

Biofacies: Foraminifères: Miliolidae, «*Valvulammina*» sp. 1, *Trocholina* cf. *friburgensis*, *Textularia* sp., *Dorothia* spp., *Paleodictyoconus cuvillieri* et *P. barremianus*, *Urgonina alpillensis*, *Eopalorbitolina* ? sp., *Orbitolinopsis* cf. «gr. *flandrini*», etc. Débris abondants de Pélécypodes, Echinodermes et Brachiopodes. Bryozoaires plus rares. Algues assez rares, représentées par quelques Dasycladacées.

Milieu: Circalittoral à infralittoral. Talus externe de la plateforme infralittorale (voir fig. 23, Barrémien inférieur). Hydrodynamisme difficile à évaluer, l'usure du matériel pouvant être causée par le transport d'une biophase peu renouvelée. Bathymétrie variable.

Localisation: Partie inférieure des Calcaires urgoniens inférieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (4. Biosparites calibrées). Dans la coupe du Pont-St-Clair, par exemple, le microfacies no. 5 et ses variantes se développe sur 50 m d'épaisseur. Barrémien inférieur et (?) moyen.

Microfacies no. 6 (pl. II, fig. 2)

Lithofacies: Biosparite à biosparrudite. Localement: intrabiosparrudite. Les allochems sont modérément à peu usés. Par endroits ils sont calibrés et forment des laminites. Une fraction variable du sédiment est superficiellement oolithisée. Les intraclastes sont dérivés de biomicrites.

Biofacies: Nombre élevé de taxa. L'association de nombreux débris de Bryozoaires et de Dasycladacées est caractéristique. Dépris de Pélécypodes, Echinodermes, Microgastéropodes et, parfois, de Polypiers solitaires. Foraminifères: Miliolidae, «*Valvulammina*» sp. 1, *Trocholina* cf. *friburgensis*, «*Pfenderina*» sp. 1, Textulariidae, *Paleodictyoconus cuvillieri* et *P. barremianus*, *Eopalorbitolina* ? sp., *Urgonina alpillensis*, *Orbitolinopsis* cf. «gr. *flandrini*», *Paracoskinolina sunnilandensis*, etc.

Milieu: Infralittoral externe. Aire de production située à quelques mètres de profondeur et comprenant des substrats indurés. Probablement: taux élevé de renouvellement de la biophase. Aire d'accumulation située en un milieu suffisamment agité pour interdire le dépôt de la boue calcaire. Taux élevé de sédimentation. Faible transport.

Localisation: Partie inférieure des Calcaires urgoniens inférieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (3. Oösparites; biosparites, etc.). Barrémien inférieur. Ce microfacies se développe sur des épaisseurs très variables: 50 m au Rocher-des-Hirondelles, contre 3 m seulement à Boge s/Confort, à 10 km de là. Il est généralement encadré, stratigraphiquement, par des biomicrites à Algues encroûtantes, du type des microfacies no. 12–14.

Microfacies no 7 (pl. II, fig. 3)

Lithofacies: Biosparite modérément délavée et irrégulièrement envahie de quartz détritique. Allochems relativement peu usés, parfois micritisés. Glauconie rare mais fraîche.

Biofacies: Analogue à celui du microfacies no. 19. Concentration mécanique d'une biophase de taille réduite. Absence des organismes ayant vécu en milieu trouble tels que *Palorbitolina lenticularis*, *Cuneolina hensoni*, *Choffatella decipiens* et les Brachiopodes.

Milieu: Infralittoral moyen. Hydrodynamisme modéré. Eaux limpides et bathymétrie réduite à quelques mètres.

Localisation: Calcaires urgoniens supérieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (13. Biosparites, etc.). Bédoulien inférieur et moyen.

Microfacies no. 8 (pl. II, fig. 4)

Lithofacies: Biosparite mal délavée passant à une biomicrite compacte. Limites floues entre le ciment de sparite, les allochems et la micrite. Le lithofacies est une bonne illustration de ce que CAYEUX (1935, p. 271) appelait une structure «grumeleuse». Calibrage faible. Degré d'usure très variable des allochems. Quartz absent.

Biofacies: Foraminifères abondants mais taxonomiquement peu variés: Miliolidae, Textulariidae, *Glomospira* spp., «*Valvulammina*» sp. 1, *Sabaudia minuta*. Débris de Pélécypodes, Echinodermes et Ostracodes. Dasycladacées très rares. Bryozoaires absents.

Milieu: Infralittoral moyen. Substrats meubles dans l'aire de production. Hydrodynamisme modéré et profondeur réduite.

Localisation: Calcaires urgoniene inférieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (6. Biomicrites, etc.). Barrémien moyen et supérieur.

Microfacies no. 9 (pl. III, fig. 1)

Lithofacies: Intrabiosparite passant à une intrabiomicrite. Forte hétéroclasticité. Matériel généralement peu usé. Intraclastes abondants, dérivés de biomicrites. Quartz absent ou extrêmement rare.

Biofacies: Foraminifères abondants et variés: Miliolidae, Textulariidae, « *Valvulammina* » sp. 1, *Glomospira* spp., Orbitolinidae, *Nautiloculina* sp. 1, *Sabaudia minuta*, *Pseudotextulariella* ? *scarsellai*, etc. Algues plutôt rares: Dasycladacées, *Thaumatoporella* sp. *Aeolisaccus* spp. abondants. Rares débris de Microgastéropodes et d'Echinodermes.

Milieu: Infralittoral moyen. Remaniements pénécontemporains à faible distance de biomicrites. Topographie sous-marine accidentée ? Voisinage de substrats indurés, dans les aires de production.

Localisation: Calcaires urgoniens inférieurs. Barrémien.

Microfacies no. 10 (pl. III, fig. 2)

Lithofacies: Biomicrite à biomicrudite échinodermique. Matrice de micrite fine, très peu marneuse. Allochems compacts (grain support) et très irrégulièrement usés. Quartz: moins de 1%; diam.: 0,01–0,15 mm. Glauconie rare et fraîche. Quelques intraclastes dérivés d'oömicrites.

Biofacies: Forte concentration de débris d'Echinodermes (entroques surtout). Bryozoaires rameux, Pélécypodes, Microgastéropodes, Brachiopodes, *Lenticulina* sp. Quelques encroûtements de *Girvanella* sp. Très rares Dasycladacées.

Milieu: Circalittoral supérieur. Aire de production comprenant des substrats indurés. Aire d'accumulation soumise à un hydrodynamisme léger et à un taux élevé de sédimentation. Bathymétrie: plusieurs dizaines de mètres. Luminosité atténuée.

Localisation: Marnes de La Russille et couches à Panopées, dans la région délimitée par la fig. 25 (1. Biosparites, etc.). Limite Hauterivien – Barrémien.

Microfacies no. 11 (pl. III, fig. 3)

Lithofacies: Biomicrudite à débris de Rudistes. Biophase fortement usée. Orientation parallèle des gros débris. Quartz absent. Correspond à une coquinite.

Biofacies: Débris de Rudistes (abondants) et d'Echinodermes (rares). Foraminifères très rares et sans doute remaniés.

Milieu: Médiolittoral. Dépôt de plage dans la zone de balancement des marées. Taux réduit de sédimentation et hydrodynamisme modéré. Anomalie de salinité ?

Localisation: Carrière de Thônes, à l'emplacement indiqué par la fig. 25. Voir la coupe de ce nom (fig. 7), le microfacies no. 11 étant localisé dans le niveau 2. Barrémien supérieur.

Microfacies no. 12 (pl. III, fig. 4)

Lithofacies: Biomicrite compacte, à nodules d'Algues encroûtantes. Dans la matrice, les allochems sont très abondants, modérément usés et comportent une fraction variable d'oolithes remaniées. Encroûtements alguaires parfois jointifs,

subsphériques à botryoïdes, atteignant plusieurs centimètres de diamètre. Quartz: moins de 1 %. Glauconie absente.

Biofacies: Les nodules sont de véritables «Algal-balls», formés de concrétions désordonnées et successives de *Lithocodium aggregatum*, *Bacinella irregularis* et tubes de Vermidiens. *L. aggragatum* forme généralement le cortex periphérique. Dans le matériel biodétritique de la matrice on rencontre: Bryozoaires rameux et encroûtants, débris de Pélécypodes et d'Echinodermes, Ostracodes. Les Dasycladacées et les Foraminifères (*Lenticulina* sp.) sont rares en général.

Milieu: Infralittoral externe. Les facteurs favorables aux Algues encroûtantes demeurent difficiles à préciser. Peut-être la combinaison des facteurs suivants est-elle favorable, en particulier, à la formation de nodules: apports nutritifs provenant du large, en bordure de plateforme; profondeur réduite autorisant la photosynthèse; hydrodynamisme modéré.

Localisation: Base des Calcaires urgoniens inférieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (3. Oösparites, etc.). Dans la région du pli du Salève, toutefois, le microfacies no. 12 est remplacé par le microfacies no. 14, à Bryozoaires encroûtants, *Cladocoropsis*, etc. (coupes du Gd.-Piton et de La Caille). Les microfacies no. 12 et 13, à Algues encroûtantes, sont situés, stratigraphiquement, au-dessus de calcaires oolithiques (microfacies no. 1 et 15) et au-dessous de biosparites à Bryozoaires et Dasycladacées (microfacies no. 6). La coupe du Rocher-des-Hirondelles (milieu du niveau 5, échantillons 313–319, voir pl. VII) donne un exemple caractéristique de cette succession. Une variante atténuée du microfacies no. 12, à Algues encroûtantes mais sans nodules, se rencontre plus haut dans la série mais toujours dans le Barrémien inférieur ou moyen, au-dessus des biosparites à Bryozoaires et Dasycladacées et au-dessous des biomicrites et des biosparites des milieux infralittoraux internes (Rocher-des-Hirondelles, niveau 11; Boge s/Confort, niveau 15).

Microfacies no. 13 (pl. IV, fig. 1)

Lithofacies: sédiments variés (biomicrites, biomicrites compactes, etc.) disposés en masses très irrégulières rendues cohésives par des Algues encroûtantes. Pas d'«Algal-balls». Silicifications sporadiques. Quartz: moins de 1 %. Glauconie absente.

Biofacies: *Lithocodium aggregatum*, *Cladocoropsis*, *Bacinella irregularis*, Bryozoaires encroûtants, Spongiaires. Dasycladacées abondantes. Foraminifères variés: Miliolidae, Orbitolinidae, *Glomospira* spp., *Sabaudia minuta*, *Nautiloculina* sp. 1, etc. Débris de Pélécypodes et d'Echinodermes. Ostracodes.

Milieu: Analogue à celui du microfacies no. 12.

Localisation: Coupe du Mont-de-Musiège, niveau 17 (0,7 m) dans un calcaire légèrement marneux et noduleux. Barrémien inférieur.

Microfacies no. 14 (pl. IV, fig. 2)

Lithofacies: Biomicrite à Bryozoaires encroûtants. Allochems en proportion variable. Usure et calibrage pratiquement nuls. Quartz rare, glauconie très rare. Dolomitisation très irrégulière. Localement: passage à une dolomie.

Biofacies: Bryozoaires encroûtants et rameux, *Cladocoropsis*, Spongiaires, Polypiers solitaires ou en colonies isolées, Brachiopodes, Huîtres. Quelques débris

d'Echinodermes et d'Ostracodes. Foraminifères dispersés: *Trocholina* cf. *friburgensis*, *Choffatella decipiens*, *Reophax* sp., *Nautiloculina* sp. 1, Miliolidae, Orbitolinidae. Dasycladacées très rares.

Milieu: Infralittoral externe, sans doute analogue à celui du microfacies no. 12. La disparition presque complète des Algues indique soit une profondeur plus élevée, soit encore une luminosité atténuée par le trouble de l'eau. Substrats meubles et hydrodynamisme modéré.

Localisation: Base des Calcaires urgoniens inférieurs, dans le pli du Salève. Barrémien inférieur. Dans la coupe du Gd. Piton, ce microfacies et ses variantes se développent sur 20 m d'épaisseur.

Microfacies no. 15 (pl. IV, fig. 3)

Lithofacies: Oömicrite à colloclastes. Distribution irrégulière des allochems. Une fraction importante de la biophase n'est pas oolithisée. Quartz: moins de 1 %. Pas de glauconie.

Biofacies: Analogue à celui du microfacies no. 1. Développement *in situ* de Bryozoaires rameux.

Milieu: Infralittoral externe. L'aire de production est en grande partie celle du microfacies no. 1. L'aire d'accumulation correspond à une zone située à l'arrière des dunes oolithiques. Profondeur réduite à quelques mètres, luminosité très atténuée, hydrodynamisme modéré et, probablement, taux élevé de sédimentation.

Localisation: voir microfacies no. 1.

Microfacies no. 16 (pl. IV, fig. 4)

Lithofacies: Biomicrite très hétéroclastique. Une fraction importante du sédiment est constituée par des oolithes de grande taille et d'un type particulier: cortex mal définis, peut-être effacés par micritisation; formes très variables, généralement assymétriques; dimensions variables et calibrage nul. Ces oolithes présentent certaines analogies avec celles qui ont été décrites par FREEMAN (1962) dans les milieux à basse énergie de la Laguna Madre, au Texas. Usure irrégulière, généralement faible, de la biophase. Quartz: 1–2 %. Pas de glauconie.

Biofacies: Analogue à celui du microfacies no. 19.

Milieu: Infralittoral moyen. Profondeur réduite. Hydrodynamisme léger en milieu sursaturé de $CaCO_3$.

Localisation: Marnes à Orbitolines, dans le pli du Salève (Chez-le-Tournier, Chez Fumex, Chaumontet) et au Semnoz (Leschaux). Bédoulien inférieur.

Microfacies no. 17 (pl. V, fig. 1)

Lithofacies: Pelmicrite plus ou moins dolomitique. Pellets: 0,02–0,1 mm. Biophase dispersée, très peu usée. Quartz: 1–3 %; diam.: 0,02–0,06 mm. Glauconie très rare mais fraîche. Dolomite automorphe: jusqu'à 20 %.

Biofacies: Foraminifères de petite taille, taxonomiquement peu variés mais assez abondants: Miliolidae, *Glomospira* spp., « *Valvulammina* » sp. 1, Textulariidae. Débris anguleux de Brachiopodes, de Serpulidae et d'Echinodermes.

Milieu: Circalittoral inférieur, situé à l'abri des apports biodétritiques provenant des hauts-fonds urgoniens. Faibles apports réguliers de sédiments terrigènes. Hydrodynamisme réduit. Bathymétrie présumée: 100 à 200 m.

Localisation: Soubassement des Calcaires urgoniens inférieurs dans la région délimitée par la fig. 25 (2. Pelmicrites à *Toxaster*). Passage Hauterivien-Barrémien.

Microfacies no. 18 (pl. V, fig. 2)

Lithofacies: Biomicrite ou biomicrudite. Grande hétéroclasticité. Usure irrégulière, généralement modérée, des allochems. Localement: intraclastes. Passages latéraux à des biosparites mal délavées. Quartz extrêmement rare.

Biofacies: Rudistes et Gastéropodes abondants. Débris d'Echinodermes. Dasycladacées et, parfois, Algues encroûtantes (*Marinella lugeoni*, *Bacinella irregularis*, *Thaumatoporella* sp.). Foraminifères abondants et variés: Miliolidae, Orbitolinidae (surtout *Paleodictyoconus barremianus* et *Eopalorbitolina* sp.), *Trocholina* cf. *friburgensis*, «*Valvulammina*» sp. 1, «*Pfenderina*» sp. 1, *Sabaudia minuta*, etc. *Aeolisaccus* spp. bien représentés. Bryozoaires totalement absents. Sporadiquement: Polypiers solitaires ou coloniaux.

Milieu: Infralittoral moyen. Profondeur réduite. Substrats indurés. Eaux limpides et hydrodynamisme modéré à faible.

Localisation: Partie supérieure des Calcaires urgoniens inférieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (6. et 7.). Barrémien moyen et supérieur.

Microfacies no. 19 (pl. V, fig. 3)

Lithofacies: Biomicrite passant à une intrabiomicrite. Biophase faiblement à modérément usée. Quartz: 5 à 40%; diam. moyen 0,06 mm. Glauconie rare et fraîche. Silicifications sporadiques.

Biofacies: Foraminifères abondants et variés: *Orbitolinopsis elongata*, *O. kiliani*, *O.* sp. gr. 2, *Palorbitolina lenticularis* (fréquent seulement dans la partie supérieure des Marnes à Orbitolines), *Paracoskinolina sunnilandensis*, Miliolidae, *Lituola* ou *Ammobaculites* sp., *Reophax* sp., *Glomospira* spp., *Trochamminoides* sp. 1, *Choffatella decipiens*, *Cuneolina hensoni*, *Textularia* sp. 1, «*Valvulammina*» sp. 1, *Nautiloculina* sp. 1, *Sabaudia minuta*, *Cyclogyra* ? sp. 1, *Pseudotextulariella* ? *scarsellai*. Des formes telles que *Trocholina* cf. *friburgensis* et *Lenticulina* sp. sont plus rares. Algues: Dasycladacées toujours présentes, *Thaumatoporella* sp. *Aeolisaccus* sp. 1 et *A.* sp. 2 abondants. Débris d'Ostracodes, Gastéropodes, Pélécypodes, Echinodermes et Brachiopodes. Localement: Polypiers solitaires ou coloniaux.

Milieu: Infralittoral moyen. Profondeur réduite. Hydrodynamisme modéré. Voisinage de substrats indurés. Apports nutritifs liés sans doute aux sédiments terrigènes. Luminosité atténuée.

Localisation: C'est le microfacies le plus souvent rencontré dans les Marnes à Orbitolines, dans la région délimitée par la fig. 25 (9. et 13.). Bédoulien inférieur et moyen.

Microfacies no. 20 (pl. V, fig. 4)

Lithofacies: Biomicrite à Foraminifères. Pas de quartz. Quelques rares intraclastes et colloclastes. Traces d'organismes fouisseurs.

Biofacies: Foraminifères très abondants et variés. *Paleodictyoconus barremianus*, *Valserina brönnimanni brönnimanni*, *Orbitolinopsis* sp. 1, *Paracoskinolina sunnilandensis*, *Sabaudia minuta*, «*Pfenderina*» sp. 1, «*Valvulammina*» sp. 1, Miliolidae, Textulariidae, *Glomospira* spp., *Pseudotextulariella* ? *scarsellai*, *Trocholina* cf. *friburgensis*, etc. Par contre, des formes telles que *Choffatella decipiens*, *Nautiloculina* sp. 1 et *Cuneolina hensoni* sont beaucoup plus rares. Algues toujours présentes: Dasycladacées et *Thaumatoporella* sp. *Aeolisaccus* sp. 1 et sp. 2 sont abondamment représentés. Quelques débris d'Echinodermes, de Pélécypodes, d'Ostracodes et de Microgastéropodes. Bryozoaires absents.

Milieu: Infralittoral interne et abrité. Hydrodynamisme faible et taux de sédimentation réduit. Bathymétrie réduite à quelques mètres. Apports nourriciers. Substrats meubles dans l'aire d'accumulation.

Localisation: Partie supérieure des Calcaires urgoniens inférieurs. Assez rare: coupes du Rocher-des-Hirondelles (niveaux 15–17), de Boge s/Confort (niveau 33) et du Val de Fier (niveau 12). Barrémien moyen ou supérieur.

Microfacies no. 21 (pl. VI, fig. 1)

Lithofacies: Biopelmicrite à Foraminifères. Quartz très rare. Proportion très variable de la biophase. Plus les organismes sont rares, mieux ils sont conservés. Sédimentation régulière, sans pistes ni intraclastes.

Biofacies: Eventail plus restreint que dans le cas du microfacies no. 20. Orbitolinidae abondants. Miliolidae plus rares. Développement des formes vivant en milieu trouble: *Choffatella decipiens*, *Cuneolina hensoni*, *Reophax* sp. 1, *Nautiloculina* sp. 1. Ostracodes abondants. Tests entiers de Brachiopodes.

Milieu: Infralittoral interne et abrité. Taux élevé de sédimentation. Bathymétrie réduite et luminosité très atténuée. Hydrodynamisme réduit.

Localisation: Calcaires marneux de La Rivière, dans la région délimitée par la fig. 25 (5.). Localement: coupe du Parmelan (niveau 6). Barrémien supérieur.

Microfacies no. 22 (pl. VI, fig. 2)

Lithofacies: Dismicrite passant à une micrite ou à une biomicrite. Structures analogues aux «Birds-eyes», éventuellement aux «Stromatactis», selon les définitions de Bissel & Chilingar (1967). Pistes d'organismes fouisseurs.

Biofacies: Nombre de taxa réduit. Petits Miliolidae, «*Valvulammina*» sp. 1, Ostracodes, *Girvanella* (?) sp. et rares Microgastéropodes.

Milieu: Infralittoral interne et confiné. Peut-être: zone de balancement des marées avec anomalies de salinité.

Localisation: Partie supérieure des Calcaires urgoniens inférieurs, dans la région délimitée par la fig. 25 (6. Biomicrites, etc.). Barrémien supérieur.

Microfacies no. 23 (pl. VI, fig. 3)

Lithofacies: Micrite ou biomicrite très peu marneuse. Usure nulle d'une biophase très réduite. Quartz rare. Sédimentation très régulière.

Biofacies: Débris d'Ostracodes, d'Echinodermes et de Pélécypodes (?) à test lisse et fin. Foraminifères ?

Milieu: Infralittoral interne et confiné. Anomalie de salinité ? Probablement: forte sédimentation de boue calcaire. D'après le contexte général: profondeur réduite.

Localisation: Coupe du Rocher-des-Hirondelles (niveau 32, dans les Calcaires marneux de La Rivière). Barrémien supérieur.

Microfacies no. 24 (pl. VI, fig. 4)

Lithofacies: Biomicrite à Charophytes. Usure nulle des allochems. Quartz rare.

Biofacies: *Clavator* sp. (détermination E. GASCHE) très abondant. Les parties végétatives de la plante sont particulièrement bien conservées. Ostracodes abondants. Quelques très rares Foraminifères remaniés.

Milieu: Eau douce ou saumâtre. Profondeur réduite et hydrodynamisme très faible.

Localisation: Extrême base des Marnes à Orbitolines, dans les localités indiquées par la fig. 25 (10), c'est-à-dire dans les coupes de Leschaux (niveau 8) et de la Perte du Rhône (niveau 2). Limite Barrémien-Aptien.

MICROPALÉONTOLOGIE

FORAMINIFÈRES

Cette étude n'a pas la prétention d'être exhaustive. En dehors de quelques cas particuliers, déjà traités en partie dans des publications antérieures, le but recherché ici est moins de faire de la taxonomie que de reconstituer les milieux sédimentaires dans lesquels ces organismes ont prospéré. J'ai adopté la classification que LOEBLICH et TAPPAN (1964) nous proposent dans le *Treatise on Invertebrate Paleontology*, en raison de la très grande difusion de cet ouvrage. Pour la famille des Orbitolinidae, cependant, je me suis basé sur les travaux de R. SCHROEDER. Pour faciliter la lecture, j'ai simplement indiqué la famille à laquelle chaque genre est censé se rattacher. J'ai groupé enfin certaines formes d'attribution incertaine.

Familie **Ammodiscidae**

Genre *Glomospira* Rzehak, 1885

Glomospira spp.

fig. 9a, c, d, e

Plusieurs formes appartenant à ce genre se rencontrent dans les calcaires urgoniens. Aucune cependant n'a une signification particulière. Les Glomospires sont relativement ubiquistes et toléraient les milieux relativement profonds et troubles.

Leur habitat préféré coincidait avec celui des Miliolidae, dans des zones peu profondes et abritées, envasées de boue calcaire.