

**Zeitschrift:** Eclogae Geologicae Helvetiae  
**Herausgeber:** Schweizerische Geologische Gesellschaft  
**Band:** 58 (1965)  
**Heft:** 2

**Artikel:** Géologie des Préalpes Médiannes dans le massif des Bruns partie occidentale (Préalpes fribourgeoises)  
**Autor:** Spicher, Jean-Pierre  
**Kapitel:** IV: Stratigraphie : la formation spathique (Sinémurien + localement Sinémurien à Toarcien inférieur)  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-163280>

### **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:** 05.04.2026

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

influençant l'une ou l'autre formation est probablement l'intensité de la force des courants marins. Un fort courant favorisera la formation de pseudoolithes, la présence de petits blocs remaniés, très fréquente dans les calcaires pseudoolithiques et rare dans les calcaires oolithiques semble en fournir la preuve.

«La différence de grandeur des oolithes reste pour le moment inintelligible.»  
(CAYEUX p. 222)

Comme au Rhétien, les grains de quartz sont plus abondants dans l'anticlinal II qu'au front de la nappe, leur origine est donc vraisemblablement la même (v. p. 630).

Sur le plan de la paléogéographie: le milieu marin s'affirme et se stabilise; durant l'Hettangien les eaux sont agitées et peu profondes; les courants tendent à se calmer vers la fin de l'étage (diminution puis disparition des pseudoolithes).

## CHAPITRE IV

### La formation spathique (Sinémurien + localement Sinémurien à Toarcien inférieur)

La limite formation oolithique – formation spathique a été définie au chapitre précédent (v. p. 631). La présence de la formation spathique s'identifie avec la plus grande facilité: la surface de la roche altérée est rugueuse (grains de quartz et débris de *Crinoïdes* en relief); à cassure fraîche, les calcaires revêtent l'éclat spathique caractéristique.

La limite supérieure a été tracée au sommet du niveau de la «brèche à *Bélemnites*» (v. p. 639) lorsque celle-ci est présente, ou sinon à l'apparition des calcaires siliceux. Nous verrons au chapitre suivant que le passage à la formation siliceuse sus-jacente peut être progressif.

### I. Lithologie

1. La brèche dolomitique: ce niveau, peu épais et rarement présent, est localisé à la base de la formation. Ce sont des calcaires gris-vert foncé toujours très altérés dans lesquels abonde un gravillon dolomitique; ces éléments dolomitiques, jaunes dans la partie altérée, vert pâle à l'intérieur de la roche, ont un diamètre variant de 0,1 à 10 mm, ils sont généralement arrondis. Les grains de quartz (diamètre 0,2 mm) sont rares. La pyrite est abondante; elle se présente en petits agrégats ou en gros cristaux cubiques. De rares galets calcaires ainsi que quelques débris de *Crinoïdes* dolomitisés et d'Algues diverses parsèment la roche. Le ciment est de calcite microgreune.

2. Les calcaires spathiques à débris de *Crinoïdes* (Encrinite and Crinoid-bearing rocks): homogènes dans l'ensemble, les calcaires spathiques peuvent présenter d'infinies variations de détails sur les points suivant:

- la couleur: noir, gris, jaune, blanc, rose, vert pâle sont les teintes principales,
- la texture: dans la description des affleurements j'ai toujours distingué les calcaires à grain fin, moyen ou grossier; c'était une appréciation relative, de terrain. Puis en travaillant les coupes minces de ces roches, j'ai constaté que la majorité des éléments dans les calcaires à grain fin mesure 0,1 à 0,3 mm, ceux des calcaires à grain moyen 0,4 à 0,5 mm et ceux des calcaires grossiers plus de 0,5 mm,
- l'abondance et la conservation des articles de *Crinoïdes*,

– la taille et la fréquence des grains de quartz; ceux-ci sont présents dans tous les bancs de la formation, mais en quantité variable. J'ai effectué plusieurs mesures de la teneur en quartz; il en résulte que le plus souvent le pourcentage est inférieur à 10% mais il peut atteindre et même dépasser 40%.

Horwitz (1914) parle d'intercalations de bandes de quartzite. Il fait certainement erreur; le pourcentage maximum que j'aie pu mesurer est de 43%, dans une roche à ciment calcaire, il s'agit donc d'un calcaire gréseux. N'ayant trouvé nulle part une indication concernant la quantité minimale de quartz requise pour permettre l'appellation «calcaire gréseux», je me suis proposé de la fixer à 15%.

– la présence généralement discrète de la glauconie et de la pyrite,  
 – exceptionnellement des pseudoolithes et plus rarement encore des oolithes sont observables en coupes minces,  
 – les cristaux de micas sont très rares,  
 – des petits grains de dolomie jaune sombre constellent très souvent les calcaires spathiques.

3. La brèche à *Bélemnites* est un horizon-repère marquant le sommet de la formation spathique. Le calcaire est lui-même spathique, gris-bleuté, très cohérent, glauconieux, à nodules de phosphate. Il est extrêmement riche en *Bélemnites*. Les autres fossiles sont également abondants, *Ammonites*, *Brachiopodes*, *Lamellibranches*; ils sont presque toujours phosphatés.

En coupe mince, on observe des grains de glauconie et de quartz, des débris de *Crinoïdes* et divers micro-organismes. Le ciment est calcaire, de structure cryptocristalline, argilo-phosphaté et un peu ferrugineux.

## II. Description des affleurements, paléontologie et âge

La région décrite ici ne présente aucune coupe complète, de sorte que les descriptions qui vont suivre ne retracent jamais qu'une partie de la formation. A la fin de ce paragraphe, le tableau III résumera la lithologie dans les différentes unités tectoniques et l'âge des horizons lorsqu'il m'a été possible de le définir (ce qui n'est pas souvent le cas!).

1. *Replisbordiers*: description et situation des affleurements à partir du SW vers le NE:

a) A l'E de «Les Ciernes», à 925 m, près du chemin: fontaine derrière laquelle un minuscule affleurement montre le contact calcaire spathique-calcaire siliceux.

b) La formation spathique entre les Fontanys et le ruisseau qui descend au N de l'Arsajoux: cette étendue se distingue par la rareté et la mauvaise qualité des affleurements. De ce fait, les limites avec les formations sus- et sous-jacentes sont imprécises.

Au SE du chalet «Les Pâles», à 1060 m, au-dessus d'un arbre isolé se trouve un gisement fossilifère déjà signalé par Horwitz (1926): c'est le niveau de la brèche à *Bélemnites*.

Calcaire spathique gris-bleuté, très cohérent, à nodules de phosphate. Les fossiles sont très abondants et tous phosphatés. Quantité innombrable de grains phosphatés (diamètre 0,2 à 0,5 mm); le diamètre des nodules de phosphate varie entre 5 et 20 mm, leur contour n'est pas franc. En CM: – les articles de *Crinoïdes* sont très nom-

breux et souvent phosphatés, le canal central est toujours visible, diamètre moyen 0,3 mm, maximum 0,5 mm. – La glauconie a épigénisé les *Bryozoaires*, moins souvent les *Foraminifères* et les articles de *Crinoïdes*; les grains de glauconie sont très abondants (diamètre 0,1 mm). – Les grains de quartz sont extrêmement rares. – Les oxydes de Fe soulignent les stylolithes, ils ont épigénisé des *Bryozoaires* et quelques articles de *Crinoïdes*. – Le ciment est calcaire, de structure cryptocristalline, argilo-phosphaté et un peu ferrugineux.

Micropaléontologie: les organismes sont abondants, leur microstructure est bien conservée, mais ils sont très fragmentés. Les *Bryozoaires* et les *Foraminifères* sont les plus nombreux. Les *Spongiaires* et les *Algues* sont plus rares. Certains organismes sont siliceux (calcédoine).

Macropaléontologie: collection Horwitz déterminée par moi-même:

*Paltechioceras bavaricum* (BÖSE)  
*Paltechioceras tenue* (FUCINI)  
*Paltechioceras* sp. *tenue* (FUCINI))  
 Fragments d'*Ammonites* du genre *Paltechioceras*  
*Gemellaroceras* sp.  
*Echioceras* sp. (?), plusieurs exemplaires  
*Epideroceras* sp. (aff. *steinmanni* (HUG)?)  
*Térébratules*  
*Lamellibranches*:  
*Chlamys* sp.  
*Lima* sp.

collection personnelle:

*Paltechioceras* sp. (nombreux exemplaires)  
*Epideroceras* sp. (aff. *lorioli* (HUG))  
*Epideroceras* sp. ? (2 exemplaires)  
*Echioceras* sp. (plusieurs exemplaires)  
*Nautile* (1 exemplaire)

c) Puis jusqu'au ruisseau qui descend au SE de Pra Perron, les affleurements sont très épars; des têtes de bancs de calcaire spathique ordinairement gris clair pointent irrégulièrement dans les pâturages et les forêts.

d) Dans le ruisseau au SE de Pra Perron, la roche affleure dès 1070 m, mais les bancs se suivent irrégulièrement, n'autorisant qu'une description sommaire:

- |   |         |       |   |
|---|---------|-------|---|
| 1. Calcaire à <i>Entroques</i> , à grain grossier, forte altération dolomitique de teinte jaune . . . . .         | environ | 10,00 | m |
| 2. Calcaire à <i>Entroques</i> blanchâtre, à grain grossier, . . . . .  | environ | 3,00  | m |
| 3. Un banc de calcaire gréseux gris . . . . .   |         | 0,50  | m |
| 4. Calcaire spathique noir . . . . .  | environ | 3,00  | m |
| 5. Brèche à <i>Bélemnites</i> , il faut dégager l'affleurement pour l'observer, épaisseur non mesurable . . . . . |         | ?     |   |
| 6. Formation siliceuse: calcaire siliceux gris-bleu avec quelques <i>Bélemnites</i> . . . . .                     | X       |       | m |

e) A l'E de ce ruisseau, les calcaires spathiques sont laminés entre la formation dolomitique et la formation siliceuse; à 400 m du ruisseau, les formations dolomitique et spathique n'affleurent plus.

f) Dans le Rio de la Chufry: à 1160 m, sur la rive droite, le premier banc de calcaire spathique constitue un profond rentrant:

- |   |        |
|---|--------|
| 1. Calcaire spathique beige clair, à grain grossier, nombreux débris dolomitiques peu de quartz et glauconie . . . . .  | 0,30 m |
| 2. Idem 1 . . . . .   | 0,60 m |
| 3. Idem 1, mais à grain plus fin, les grains de quartz sont également plus petits mais plus nombreux, leur dimension augmente vers le sommet du banc<br>environ   | 0,60 m |
| 4. Calcaire gréseux d'allure finement spathique, à grain fin, gris-beige, gravillon dolomitique, quartz très abondant. En CM: 43% de quartz en grains subanguleux, diamètre 0,3 à 0,4 mm. Un <i>Foraminifère</i> mal conservé ( <i>Miliolidae</i> ) | 0,80 m |
| 5. Les bancs ne sont plus discernables:   |        |
| a) idem 4.  |        |
| b) idem 4, avec sections de grandes <i>Entroques</i> (diamètre 2 à 3 mm) et concrétions de silex  |        |
| c) idem 4, diminution de la teneur en quartz.   |        |

Ces 5 niveaux constituent la base de la première falaise. Une deuxième falaise est séparée de la première par un ravinement dans lequel passe probablement une faille. Un peu plus haut, soit à 1165 m environ, dans le lit du ruisseau, les Couches de Kössen forment la base d'une petite chute dont le sommet est constitué par les calcaires spathiques. Au-dessus de cette chute, l'affleurement disparaît et ce n'est que quelques mètres plus loin que je peux décrire la succession rencontrée:

les bancs sont indiscernables, la direction de ceux-ci est environ E-W et le pendage est très irrégulier vers le S,

- calcaire grésospathique à grain fin, gris-beige, gravillon dolomitique jaune et vert pâle,
  - idem, mais avec grandes sections d'*Entroques*,
  - calcaire grésospathique à grain moyen,
  - calcaire spathique avec galets calcaires,
  - calcaire spathique gris, finement lumachellique,
  - calcaire à *Entroques* noir; la roche est absolument remplie d'articles de *Crinoïdes*; quelques nodules de phosphate. En CM: les sections de *Crinoïdes* (diamètre supérieur à 0,8 mm) sont souvent brisées, le canal central en est toujours visible, les formes pentagonales ne sont pas rares; minuscules et rares grains de quartz; ciment calcaire un peu argileux de structure cryptocrisalline; débris de *Foraminifères* . . . . . 1,00 m
  - idem, mais le grain s'affine et la couleur s'éclaircit . . . . . 3,00 m
  - calcaire très finement spathique gris foncé, glauconie, gravillon dolomitique 3,50 m
  - calcaire siliceux constellé de minuscules grains de glauconie (= formation siliceuse) . . . . . 4,20 m
- A 1,80 m de la base: 1 *Brachiopode* indéterminable

g) Dans la forêt des Reposoirs, un seul et minuscule affleurement de calcaire spathique: dans le Rio des Reposoirs (branche de droite), à 1115 m:

-calcaire spathique rose, à grain moyen et grossier, gravillon dolomitique, quelques grains de quartz.

Age des calcaires spathiques dans les Replis bordiers: je n'ai découvert qu'un seul gisement fossilifère, celui des Pâles déjà signalé par Horwitz. Ce gisement revêt une grande importance, non seulement parce qu'il est unique, mais aussi parce qu'il date le niveau de la brèche à *Bélemnites*, sommet de la formation.

La présence de nombreux *Paltechioceras* et d'*Echioceras* situe le gisement dans la zone à *Echioceras raricostatum*. Selon ARKELL, le genre *Epideroceras* n'apparaît

pas avant la zone à *Uptonia jamesoni*, mais DONOVAN en cite une espèce au Lange-neckgrat, dans la zone à *E. raricostatum*. La présence d'un *Gemmellaroceras* en compagnie de *Paltechioceras* et d'*Echioceras* est aussi quelque peu insolite; pourtant DONOVAN signale aussi ce genre dans la zone à *E. raricostatum*, au Langeneckgrat.

Conclusion: la brèche à *Bélemnites* des Pâles représente la zone à *Echioceras raricostatum* (sommet du Sinémurien). Par conséquent, les calcaires spathiques sous-jacents sont d'âge Sinémurien. N'ayant trouvé aucune *Ammonite* dans les niveaux de base, je ne suis pas en mesure de confirmer ou de démentir la lacune souvent présente de la base du Sinémurien dans les Replis bordiers. Je souligne cependant le fait que je n'y ai jamais rencontré le niveau basal de la brèche dolomitique. D'autre part l'absence de l'Hettangien laisse également supposer une lacune stratigraphique au Sinémurien inférieur.

2. *SE de l'anticlinal de Charmey*: les affleurements seront décrits dans l'ordre, partant de la vallée de l'Essert vers Charmey.

a) Dans le Rio de l'Essert: coupe faisant suite à celle de la formation oolithique (p. 633). Pendage moyen 80° vers le NW.

38. Base de la cascade, rive droite, à 1130 m: Brèche dolomitique <sup>1)</sup> : calcaire oolithique et spathique gris, grains de glauconie. A 0,15 m de la base: calcaire finement spathique gris avec nodules de silex; le sommet de ce niveau marque le sommet de la cascade . . . . .	0,75 m
39. Calcaire spathique glauconieux comprenant 3 rubans de silex . . . . .	0,52 m
40. Calcaire finement spathique gris, nombreux grains de quartz de petite taille, grains de glauconie, gravillon dolomitique jaune dans la zone altérée . . . . .	0,57 m
41. Idem 40, mais le grain est un peu plus grossier; très nombreux grains de glauconie	0,70 m
42. Les bancs ne sont pas discernables: calcaire spathique gris-beige clair à grain fin; la glauconie, très rare à la base, devient abondante vers le sommet du complexe. En CM: quelques pseudoolithes (diamètre 0,1 à 0,2 mm); quelques grains de quartz (diamètre 0,2 à 0,3 mm); les pseudoolithes ne sont présentes qu'à la base du complexe . . . . .	2,40 m
43. Calcaire spathique à grain moyen; les grains de quartz sont rares mais plus grands que dans les niveaux précédents; glauconie en grains ou diffuse, gravil- lon dolomitique jaune . . . . .	0,53 m
44. Idem 43, diminution de la teneur en glauconie vers le sommet du banc . . . . .	0,61 m
45. Calcaire spathique à grain fin, nodules et lentilles de silex . . . . .	0,13 m
46. Idem 43. . . . .	0,11 m
47. Calcaire spathique à grain fin, très nombreux grains de quartz, ruban de silex à la base et au sommet du complexe . . . . .	1,12 m
48. Idem 47, mais plus riche en quartz. En CM: calcaire gréseux, 26% de quartz en moyenne, certaines plages contenant jusqu'à 40% de quartz, diamètre des grains: 0,2 mm, ceux-ci ont un contour très découpé, quelques grains de glauconie. Forte diminution de la teneur en quartz au milieu du banc, puis de nouveau forte teneur dans la partie sommitale . . . . .	0,28 à 0,37 m
49. Idem 48, le quartz est très irrégulièrement distribué, plus forte teneur en glauconie . . . . .	0,50 m
50. Calcaire spathique à grain fin, très peu de quartz, gravillon dolomitique abon- dant. Puis le grain devient plus grossier et la teneur en quartz diminue encore. Au sommet quelques galets calcaires . . . . .	environ 1,00 m
51. Calcaire spathique à grain fin. En CM: 8% de quartz, diamètre moyen 0,5 mm, un peu de silice secondaire, gravillon dolomitique (diamètre 0,5 à 1 mm), quel- ques articles de <i>Crinoïdes</i> ; rares <i>Miliolidae</i> . . . . .	0,69 m

<sup>1)</sup> Brèche dolomitique sera dorénavant abrégé br. dol.

52. Idem 51 . . . . .	0,28 m
53. Idem 51, mais la teneur en quartz est plus faible . . . . .	0,55 m
54. Idem 51. A la base les grains de quartz sont petits et nombreux; au milieu du banc, ils sont plus grands et moins abondants; au sommet du banc ils sont de nouveau très nombreux . . . . .	0,79 m
55. Petite interruption; nous sommes aux pieds d'une petite falaise . environ	2,00 m
56. Idem base 54 . . . . .	0,32 m
57. Calcaire spathique à grain moyen, belles section de <i>Crinoïdes</i> . . . . .	0,65 m
58. Très faible teneur en quartz à la base, puis dès le milieu du complexe de nouveau forte teneur: en CM: 15% de quartz donc calcaire grésospathique, diamètre des grains de quartz 0,2 mm; nombreux éléments dolomitiques arrondis et allongés de même grandeur que les grains de quartz. Deux sections de <i>Bivalves</i> . . . . .	1,10 m
59. Les bancs ne sont pas discernables. Calcaire finement spathique avec passée plus grossière au milieu du complexe, très peu de quartz, glauconie abondante. <i>Chlamys</i> . . . . .	1,70 m
60. Idem 59, passées gréseuses dans la partie sommitale du complexe . environ	1,00 m
61. Base: calcaire grossièrement spathique, les grains de quartz sont peu fréquents et assez grands, sommet: grains de quartz plus petits et plus abondants . . . environ	1,20 m
62. Idem 61 . . . . .	0,70 m
63. Calcaire grossièrement spathique, peu de quartz, glauconie . . . . .	0,38 m
64. Calcaire spathique rose, peu de quartz, silex au sommet du banc . . . . . Puissance de la formation spathique: 22,54 m	0,68 m
65. Formation siliceuse: deux plaques de calcaire siliceux gris foncé, très finement spathique, glauconieux, fine altération terreuse . . . . .	0,13 m
66. Calcaire siliceux avec <i>Bélemnites</i> , également très finement spathique et glauconieux . . . . .	0,11 m
67. Idem 66 . . . . .	0,45 m
68. Calcaire gris foncé très finement spathique, non siliceux. En CM: 14% de quartz. grains inférieur à 1/10 mm, un peu de glauconie, gravillon dolomitique . . .	0,44 m
69. Idem 68 . . . . .	0,42 m
70. De nouveau calcaires siliceux avec fine altération terreuse . . . . .	X m

b) Coupe dans la forêt à l'W de Chapalleyre; le contact avec la formation oolithique n'est pas visible à cet endroit. Seule la partie supérieure de la formation est observable banc à banc:

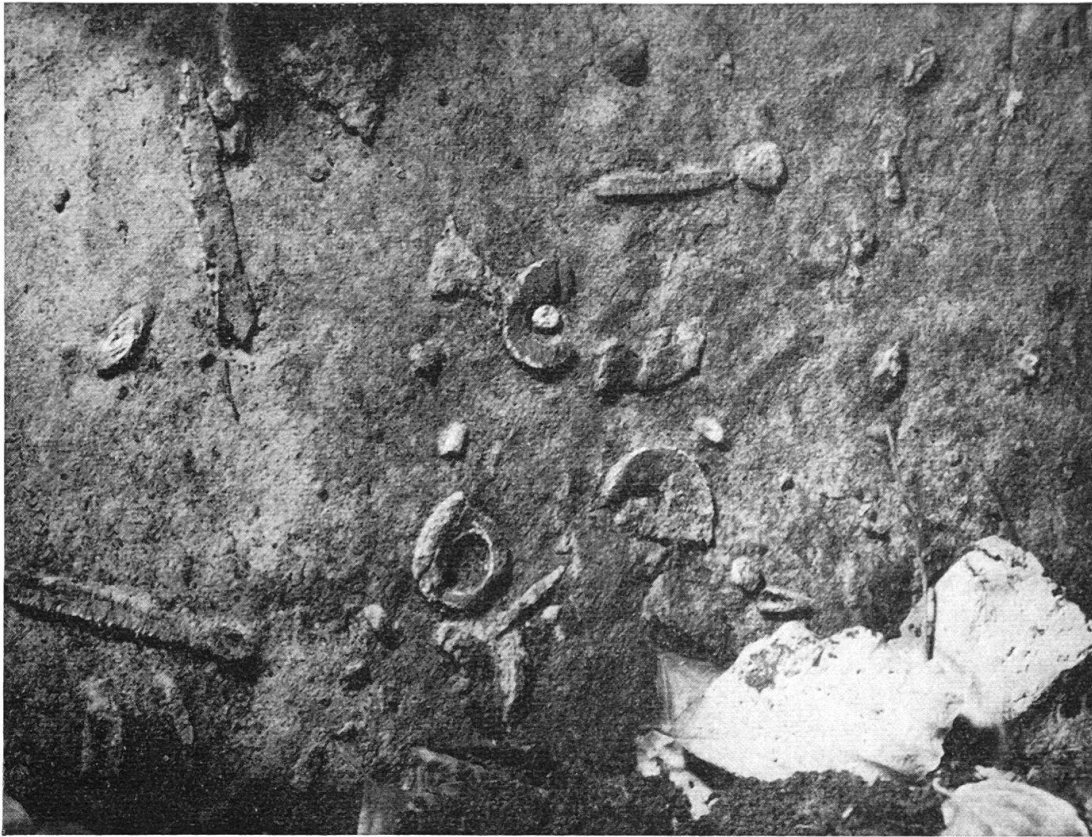
1. Calcaire spathique beige-rose à grain moyen; les sections de <i>Crinoïdes</i> peuvent atteindre 2 mm; quelques grains de glauconie, grains de quartz arrondis et peu nombreux, gravillon dolomitique; faunule de <i>Rhynchonelles</i> . . . . .	0,24 m
2. Légère coloration verte due à la glauconie diffuse. Les grains de quartz sont assez nombreux mais répartis irrégulièrement, certains atteignent 2 mm de diamètre . . . . .	0,25 m
3. Idem 1, mais de teinte grise, faunule indéterminable . . . . .	0,15 m
4. Idem 3 . . . . .	0,15 m
5. Idem 3 . . . . .	0,32 m
6. Calcaire oolithique et spathique gris clair. En CM: les oolithes et les sections d' <i>Entroques</i> ont plus ou moins le même diamètre: 0,5 mm; en plus de la structure concentrique, les oolithes présentent souvent la structure radiée; quelques pseudoolithes; gravillon dolomitique peu abondant; les grains de quartz sont peu nombreux, même diamètre que les oolithes; quelques coprolithes. Au milieu de la coupe, mince bande de 2 à 4 mm d'épaisseur dépourvue d'oolithes et à matériel plus fin . . . . .	0,18 m
7. Calcaire grésospathique à grain très fin . . . . .	0,23 m
8. Idem 7, mais à grain un peu moins fin. Puis (peut-être un deuxième banc) calcaire spathique à grain moyen, moins de quartz . . . . .	0,55 m

9. Interruption évaluée à . . . . .	1,00 m
10. Calcaire spathique à grain moyen, gris clair, très peu de glauconie, nombreux grains de quartz, gravillon dolomitique abondant . . . . . Pendage 85° vers le NW	0,44 m
11. Base du banc: idem 10. Puis le grain devient fin et la pâte beige très clair, les grains de quartz sont rares et minuscules mais ils peuvent constituer des plages gréseuses . . . . .	0,50 m
12. Calcaire spathique beige clair à grain fin, quartz très rare, gravillon dolomitique très fin mais abondant; trois bancs de 0,17 0,26 et 0,25 m . . . . .	0,68 m
13. Base du banc: idem 12. Dès le milieu du banc les grains de quartz deviennent plus nombreux constituant même quelques plages gréseuses. Au sommet du banc le grain devient plus grossier . . . . .	0,40 m
14. Calcaire spathique beige clair à grain fin, quartz et glauconie abondants mais irrégulièrement distribués . . . . .	0,23 m
15. Déplacement latéral de quelques mètres vers l'W: idem 14, mais dès le milieu du banc: calcaire gréso-spathique. La base du banc est finement lumachellique . . . . .	0,65 m
16. Calcaire gréso-spathique beige . . . . .	0,29 m
17. Idem 16, le milieu du banc n'est toutefois pas gréseux et le grain y est plus grossier . . . . . environ	0,55 m
18. Base du banc: calcaire gréseux sommet du banc: calcaire spathique à grain grossier, très forte diminution de la teneur en quartz . . . . .	0,30 m
19. Calcaire spathique à grain moyen, avec galets de calcaire cryptocristallin noir (diamètre supérieur à 2 mm). En CM: limite particulièrement nette entre 1. Calcaire à <i>Entroques</i> à grain moyen; les articles sont très nombreux (diamètre jusqu'à 2 mm) et leur canal central est très bien conservé. Grains de quartz assez rares mais aussi grands que les articles d' <i>Entroques</i> . Ciment de calcite grenue. Rares coprolithes et sections de <i>Mollusques</i> et 2. Calcaires pseudoolithique et gréseux; grains de quartz très abondants (diamètre 0,2 mm), nombreuses fausses oolithes, quelques sections d' <i>Entroques</i> (diamètre maximum 1 mm). Nombreux débris de <i>Foraminifères</i> et de <i>Mollusques</i> . Au milieu du banc, passée (1 cm) de calcaire beige d'aspect compact dont le mur et le toit présentent une très forte teneur en glauconie . . . . .	0,30 m
20. Calcaire spathique et lumachellique ( <i>Térébratules</i> et petits <i>Chlamys</i> ) gris-beige clair, à grain très fin. Nombreux grains de quartz de très petit diamètre. De nouveau, passée de calcaire beige-jaune d'aspect compact, fortement entourée de glauconie . . . . .	0,11 m
21. Idem 19, galets calcaires dans la partie inférieure du banc; la passée de calcaire compact fait défaut. Certains grains de quartz atteignent 0,6 mm, forte teneur en glauconie . . . . . environ	0,20 m
22. Niveau de la brèche à <i>Bélemnites</i> (Fig. 11): 4 bancs respectivement de 0,17 0,22 0,32 et 0,31 m. Calcaire très finement spathique gris; quartz et glauconie en grains très fins; minuscule gravillon dolomitique jaune dans la partie altérée du calcaire. En CM: diamètre des grains de quartz et glauconie 0,1 mm teneur en quartz: 10%, granulométrie très homogène. Le mur et le toit de chacun des 4 bancs présentent un grand nombre de <i>Bélemnites</i> de grande taille et d' <i>Ammonites</i> malheureusement toutes indéterminables; l'intérieur des bancs est tout à fait stérile. . . . .	1,02 m

c) Vers le bas de la falaise au N-NW du point 1382,4, vers 1270 m d'altitude, affleure le niveau de la brèche dolomitique (base de la formation spathique):

la roche extrêmement altérée, de couleur brun-jaunâtre, ne permet pas d'obtenir une cassure fraîche. Les éléments dolomitiques jaunes, tantôt arrondis, tantôt anguleux, diamètre variant de 2 à 10 mm, constituent l'élément principal du calcaire.

Rares sections d'*Entroques*. Très rares grains de quartz. Le niveau est très riche en *Cardinia*, il contient aussi quelques *Gryphées*.



(Photo F. Nasel)

Fig. 11. La brèche à *Bélemnites* du niveau 22. L'échelle est donnée par la feuille de hêtre

d) Dans le Rio de la Chappalleyre, un système de failles ne laisse affleurer, sur la rive droite, que 5 à 6 mètres de calcaire spathique dont on ne peut distinguer les bancs.

e) Entre le Rio de la Chapalleyre et le décrochement au NW de Tichenuva. Nous avons vu, au chapitre précédent, (p. 632) que la barre rocheuse au SE de la Chaux du Vent est constituée de calcaire oolithique (Hettangien).

Au-dessus de ces calcaires oolithiques, la formation spathique affleure d'une manière très discontinue.

1. Dans la partie orientale de ce secteur, à 1270 m d'altitude, la limite formation oolithique – formation spathique est visible: sur un banc de calcaire oolithique beige, oolithes rondes ou subarrondies, diamètre moyen 1 mm, nous trouvons un banc calcaire spathique gris à grain fin, pas de quartz, quelques grains de glauconie, gravillon dolomitique abondant. On ne peut suivre la formation banc par banc; on trouvera des calcaires spathiques fortement gréseux, les grains de quartz apparaissant alors en relief sur la roche altérée (le diamètre des grains de quartz peut atteindre exceptionnellement 4 mm).

2. Dans la partie occidentale de ce secteur, j'ai souvent rencontré des blocs de brèche à *Bélemnites* en éboulis, mais je n'ai trouvé ce niveau en place qu'à un seul endroit: sur la bordure E du couloir d'éboulis qui descend au SE de la Chaux du Vent,

à 1425 m d'altitude: c'est un calcaire gris-beige, finement spathique avec nodules de phosphate (diamètre environ 1 cm). En CM: environ 10% de quartz en grains de 0,1 à 0,2 mm, quelques grains de glauconie, gravillon dolomitique de même grandeur que les grains de quartz, rares sections d'*Entroques*, 1 article de *Pentacrinus* (diamètre 1 cm), *Textulaires*.

L'affleurement que j'ai pu dégager est minime; ma récolte d'*Ammonites* est de ce fait misérable:

*Echioceras* sp. (1 exemplaire)

*Cymbitinae* (?)

*Ammonites* indéterminables (4 exemplaires)

f) Entre le décrochement de Tichenuva et celui au N de La Poutarse: dans ce secteur les affleurements sont minimes et dispersés; les limites inférieure et supérieure sont donc imprécises, je les ai tracées en traits-tirés sur la carte.

g) Au SW du décrochement de La Poutarse: la formation spathique suit la crête du Vanil Blanc jusqu'à 1330 m, altitude à laquelle elle disparaît en profondeur, pincée entre les Couches de Kössen et la formation siliceuse.

La brèche dolomitique affleure à 1370 m; le niveau est très altéré, il contient de nombreux petits *Chlamys*. Un banc, probablement le plus inférieur de la formation, présente une coloration rouge-brunâtre et verdâtre.

h) Vers le SW, la formation ne fait plus qu'une seule et timide apparition sur le versant N du Vanil Blanc, à l'W du point 1085,5, entre 1060 et 1070 m d'altitude: quelques bancs spathiques pointent dans le pâturage.

#### Age des calcaires spathiques de l'anticlinal de Charmey

La brèche dolomitique (base de la formation) signalée aux affleurements c) et g) m'a livré des *Gryphées*, des *Cardinia* et des *Chlamys*, mais malheureusement aucune *Ammonite*. La présence des *Gryphées* et la comparaison avec le même niveau, dans l'anticlinal de la Tsintre (voir p. 646) permettent de considérer la brèche dolomitique d'âge Sinémurien inférieur.

La grande masse des calcaires spathiques est stérile, mis à part quelques *Brachiopodes* et *Lamellibranches* sans valeur biostratigraphique.

La brèche à *Bélemnites* n'a pas pu être datée à l'affleurement b), les *Ammonites* étant indéterminables. A l'affleurement e) partie occidentale, un *Echioceras* me permet d'attribuer le niveau à la zone à *E. raricostatum*. (HORWITZ (1926, p. 576) signale la zone à *Aegoceras bifurum* (= *O. oxynotum*) aux rochers du Poyet Riond et dans le bois à droite de la Chaux du Vent; ces affleurements correspondent probablement à ceux que j'ai décrits aux paragraphes b) et e). La «brèche à *Bélemnites*» étant un dépôt de «condensed deposit», il est très possible qu'elle représente les zones à *O. oxynotum* et à *E. raricostatum*.

HORWITZ (1926) signale encore un gisement de la zone à *E. raricostatum* au NE de Charmey (croquis de la figure 1, p. 572); l'affleurement a dû être recouvert depuis lors car je ne vois absolument pas où il pourrait se trouver.

En conclusion: bien que les *Ammonites* soient très rares dans l'anticlinal de Charmey, il est logique de considérer l'ensemble de la formation spathique d'âge Sinémurien.

3. *Anticlinal de la Tsintre*

La formation spathique est sensiblement plus puissante que dans l'anticlinal de Charmey; elle est visible sur une distance de 1200 mètres. Un seul affleurement mérite d'être mentionné, celui de la butte Plioumont, au NE du décrochement supposé; le contact avec la formation oolithique n'est pas visible à cet endroit. L'affleurement est discontinu et les bancs ne sont pas toujours bien discernables; le niveau des brèches dolomitiques est mieux développé que partout ailleurs et c'est là que réside l'intérêt de l'affleurement :

- |   |       |   |
|---|-------|---|
| 1. Br. dol. : les éléments dolomitiques, jaunes dans partie altérée, vert pâle dans la roche saine, sont extrêmement abondants; leur diamètre moyen varie de 0,5 à 1 mm, les plus grands atteignant 4 mm; minuscules grains de pyrite . . . . .   | 0,30  | m |
| 2. Idem 1, les éléments dolomitiques sont cependant moins nombreux; quelques grains de quartz et de glauconie . . . . .   | 0,37  | m |
| 3. Idem 2 . . . . .   | 0,14  | m |
| 4. Base: idem 2<br>sommet: la pâte devient plus fine, le diamètre des éléments dolomitiques atteint 1 cm. Il s'agit probablement de 2 bancs différents . . . . .  | 0,40  | m |
| <i>Rhynchonella plicatissima</i> QUENSTEDT  |       |   |
| 5. Idem sommet 4, pyrite en petits cubes isolés ou en agrégats très altérés; puis le grain devient plus grossier . . . . .  | 0,25  | m |
| 6. Br. dol., comme dans les niveaux précédents, le calcaire est finement spathique; granules de pyrite . . . . .  | 0,30  | m |
| 7. Idem 6, quelques petits grains de quartz . . . . .   | 0,15  | m |
| 8. Idem 7 . . . . .   | 0,27  | m |
| 9. Banc de silex . . . . .  | 0,35  | m |
| 10. Calcaire blanchâtre très finement spathique, lardé de silex . . . . .   | 0,30  | m |
| 11. Interruption: très grosse racine, épaisseur évaluée à . . . . .   | 0,65  | m |
| 12. Br. dol., les éléments dol. sont extrêmement abondants, les plus grands ont 1 cm de diamètre. En CM: diamètre moyen des éléments dol. 0,1 à 0,3 mm, les plus grands sont souvent traversés par des veines plus ou moins parallèles de calcite; rares grains de glauconie (diamètre 0,2 mm); ciment de calcite microgrenue. Sections d' <i>Algues</i> et de <i>Foraminifères</i> . . . . . | 0,20  | m |
| <i>Coroniceras</i> sp.  |       |   |
| 13. Idem 12, plus quelques sections d' <i>Entroques</i> . Comme dans les niveaux précédents, les cristaux de pyrite sont fréquents . . . . .  | 0,36  | m |
| 14. Idem 13 . . . . .   | 0,38  | m |
| 15. Idem 13, l'arête de certains cubes de pyrite atteint 1 cm; quelques minuscules grains de quartz . . . . .   | 0,36  | m |
| 16. Idem 13 . . . . .   | 0,20  | m |
| 17. Les éléments dolomitiques sont beaucoup moins abondants, c'est un calcaire finement spathique . . . . .   | 0,20  | m |
| 18. Br. dol. idem 13. Quatre bancs respectivement de 0,23; 0,13; 0,20 et 0,20 m   | 0,76  | m |
| 19. Br. dol., le nombre des éléments dol. diminue vers le sommet du banc . . .  | 0,25  | m |
| 20. Idem 19. Dans les bancs 19 et 20, la teneur en glauconie a augmenté . . .   | 0,33  | m |
| Les niveaux 1 à 20 représentent l'horizon des br. dol., puissance totale:<br>X + 6,52 m   |       |   |
| 21. Calcaire spathique avec quelques gros éléments dolomitiques, très nombreux grains de glauconie . . . . .  | 0,055 | m |
| 22. Calcaire finement spathique beige clair, glauconie et pyrite. Le mur du banc fait saillie, son aspect est celui de la cornieule, les cavités ayant contenu de la dolomie . . . . .  | 0,45  | m |

23. Idem 22, mais gris, quelques petits grains de quartz . . . . .	0,26 m
24. Idem 23, mais de teinte plus sombre . . . . .	0,34 m
25. Idem 24, certaines sections d' <i>Entroques</i> atteignent 2 mm de diamètre . . . . .	0,28 m
26. Calcaire spathique gris à grain fin . . . . .	0,44 m
Remarque : depuis la disparition des br. dol., la teneur en pyrite et en glauconie a considérablement diminué.	
27. Calcaire spathique gris, petits galets calcaires. En CM: galets de calcaire cryptocristallin (diamètre 2 à 4,5 mm) contenant des spicules mono- et triaxes ainsi que des sections d' <i>Algues</i> ; grumeaux et pseudoolithes (diamètre 0,1 à 0,2 mm); grains de quartz subarrondis, diamètre < 0,1 mm. Débris organiques: <i>Miliolidae</i> , <i>Bryozoaires</i> , <i>Spirilline</i> (1 ex.), <i>Algues</i> . 2 bancs respectivement de 0,45 et 0,20 m . . . . .	0,65 m
28. Calcaire spathique gris-beige à grain fin. Croûte de silex au toit du banc . . . . .	0,47 m
29. Idem 28 . . . . .	0,42 m
30. Banc de silex avec passées spathiques à grain fin . . . . .	0,25 m
31. Banc de silex avec une passée (5 mm d'épaisseur) de calcaire très finement spathique . . . . .	0,10 à 0,13 m
32. Calcaire finement spathique avec de nombreux petits grains de quartz . . . . .	0,17 à 0,23 m
33. Idem 32, mais la teneur en quartz augmente et la teinte du calcaire devient plus sombre . . . . .	0,095 m
34. Idem 31 . . . . .	0,15 m
35. Calcaire spathique, grain fin à moyen, rares grains de glauconie, grains de quartz . . . . .	0,30 m
36. Calcaire finement spathique, gris clair. En CM: quelques sections de <i>Crinoïdes</i> atteignent 5 mm de diamètre; éléments dolomitique de 0,2 à 3 mm; nombreux éléments circulaires ou ovoïdes de calcaire cryptocristallin, contours dentelés; certains éléments présentent une vague structure concentrique dans leur partie extérieure; ces éléments représentent le passage entre la structure grumeleuse et la structure pseudoolithique, diamètre 0,1 à 0,2 mm; grains de quartz subarrondis, diamètre 0,2 à 0,3 mm; rares grains de glauconie, diamètre 0,1 à 0,2 mm; quelques sphérolithes de calcédoine; ciment de calcite microgrenue; débris organiques . . . . .	0,24 m
37. Idem 30 . . . . .	0,43 m
38. Idem 30 . . . . .	0,47 m
39. Calcaire finement spathique; forte teneur en quartz et glauconie . . . . .	0,26 m
40. Idem 36 . . . . .	0,125 m
41. Calcaire finement spathique gris foncé . . . . .	0,19 m
42. Calcaire spathique gris clair, à grain fin, pseudoolithes (?). En CM: pseudoolithes de structure cryptocristalline, diamètre $\pm$ 0,2 mm; grains de quartz subarrondis, diamètre 0,2 à 0,5 mm; quelques éléments dolomitiques, diamètre > 1 mm; débris de <i>Foraminifères</i> et d' <i>Algues</i> ; ciment de calcite microgrenue et grenue; 2 bancs respectivement de 0,19 et 0,10 m . . . . .	0,29 m
43. Idem 30, le silex représente plus de la moitié de l'épaisseur du banc . . . . .	0,35 m
44. Idem 30 . . . . .	0,27 m
45. Calcaire finement spathique beige clair . . . . .	0,17 m
46. Idem 36 . . . . .	0,23 m
47. Banc hétérogène: 0,03 m silex calcaire finement spathique silex lenticulaire, 0,04 m au maximum calcaire finement spathique 0,04 m silex . . . . .	0,20 m
48. Silex sur 0,04 m puis calcaire finement spathique gris. En CM: macles de calcite, diamètre $\pm$ 0,5 mm (= débris de <i>Crinoïdes</i> ); éléments de calcaire cryptocristallin réalisant le type intermédiaire entre la structure grumeleuse et la structure pseudoolithique; grains de quartz subarrondis, diamètre $\leq$ 0,1 mm, teneur 6,4%; ciment peu important de calcite microgrenue; stylolithes . . . . .	0,20 m

49. Idem 30, trois passées spathiques; deux bancs respectivement de 0,48 et 0,26 m	0,74 m
50. Calcaire finement spathique gris avec lentilles de silex dans la moitié supérieure du banc	0,43 m
51. Silex, banc ou rognon (?)	0,13 m
52. Calcaire finement spathique beige clair; 3 bancs respectivement de 0,21; 0,12 et 0,14 m	0,47 m
53. Calcaire finement spathique beige très clair; silex entre le 5e et le 13e cm	0,23 m
54. Calcaire finement spathique beige clair, forte teneur en quartz	0,28 m
55. Idem 54, mais moins de quartz	0,17 m
56. Idem 54	0,14 m
57. Calcaire gris finement gréseux, très fin gravillon dolomitique. En CM: grains de quartz subanguleux, diamètre 0,1 à 0,2 mm, teneur 30%; pseudoolithes de calcaire cryptocristallin, quelquefois un grain de quartz en occupe le centre, diamètre 0,1 à 0,2 mm; ciment peu important de calcite microgenue. Conclusion: calcaire gréseux et pseudoolithique	0,24 m
58. Idem 57	0,21 m
59. Calcaire finement spathique, nombreux grains de quartz, très fin gravillon dolomitique	0,34 m
60. Calcaire grésospathique gris	0,12 m
61. Calcaire finement spathique, très petits grains de quartz, sections de <i>Brachiopodes</i> . Probablement 2 bancs	0,47 m
62. Calcaire finement spathique gris	0,26 m
63. Sur 9,20 m environ, il n'est plus possible de décrire la formation banc par banc. Ce sont toujours des calcaires spathiques, à grain fin ou moyen	9,20 m
64. Lumachelle à <i>Brachiopodes</i> , le ciment est un calcaire spathique blanchâtre à grain grossier	0,35 m
Un deuxième banc identique n'est pas mesurable	
<i>Terebratula cf. punctata</i> Sow.	
<i>Terebratula</i> sp. (3 formes différentes)	
<i>Rhynchonella</i> sp.	
65. Interruption sur	environ 5,20 m
66. Calcaire spathique, grain moyen à grossier, très forte teneur en glauconie, pyrite, très peu de quartz; cinq bancs respectivement de 0,13 - 0,09 - 0,13 - 0,10 et 0,12 m	0,57 m
67. Calcaire spathique à grain grossier, diminution de la glauconie par rapport à 66; plages finement lumachelliques	0,115 m
68. Idem 67, mais la teneur en glauconie diminue encore	0,09 m
69. Calcaire spathique et lumachellique à grain grossier	0,07 m
70. Idem 69, mais à grain moyen	0,05 m
71. Calcaire spathique à grain grossier gris foncé, peu de quartz, quelques grains de glauconie	0,22 m
72. Idem 81, mais finement lumachellique	0,15 m
73. <i>Formation siliceuse</i> : calcaire siliceux gris-bleu très foncé, très rares grains de glauconie, petites concentrations bleu ciel de silice	0,28 m
Les bancs pendent en moyenne de 45 degrés vers le SE.	

Age de la formation spathique à l'anticlinal de la Tsintre: le *Coroniceras* livré par le niveau 12 ne peut être attribué à un des sous-genre de DONOVAN. Le genre *Coroniceras* est cité dans toute la zone à *Arietites bucklandi* et à la base de la zone à *Arnioceras semicostatum*. L'horizon des brèches dolomitiques est donc certainement d'âge Sinémurien inférieur.

*Rhynchonella plicatissima* QUENSTEDT (niveau 4.) est très souvent citée au Sinémurien.

Le niveau 64 de la coupe est farci de *Brachiopodes*, essentiellement de *Térébratules*. La détermination des espèces est pratiquement impossible. Je cite à ce propos

PETERHANS (1926): «... ainsi la détermination des *Térébratules* s. l. du Lias inférieur est une sorte de jeu de hasard. Le niveau stratigraphique décide en dernier lieu de l'attribution d'une forme à l'une ou l'autre des espèces en question.» On ne peut donc pas compter sur les *Brachiopodes* pour dater les couches.

Je peux distinguer au moins 4 formes différentes dont une offre beaucoup de ressemblance avec *Terebratula punctata* Sow., à propos de laquelle HAAS (1884) dit: «je ferai encore une fois remarquer que la *Terebratula punctata* appartient, en général au Lias moyen, couches dans lesquelles elle se retrouve aussi en Angleterre.» DESLONGCHAMPS cependant dit qu'elle se trouve aussi bien dans la partie supérieure du Lias inférieur. Quoiqu'il en soit, il est très probable que ces bancs à *Térébratules* soient dans la partie supérieure du Lias inférieur, car à moins de 7,00 m, nous avons les calcaires siliceux datés latéralement du Lias moyen.

Le niveau 64 contient aussi des *Rhynchonelles* mais en petite quantité, elles sont de petite taille.

La brèche à *Bélemnites* n'affleure pas dans les limites de mon terrain, mais sur la rive gauche de la Jogne, à moins de 700 m de l'affleurement décrit précédemment; HORWITZ (1919) et CHATTON (1947) y signalent une faune de la zone à *E. raricostatum*.

La formation spathique cartographiée à l'anticlinal de la Tsintre (calcaire à *Entroques* inférieur d'HORWITZ<sup>1</sup>) est donc d'âge Sinémurien.

#### 4. Anticlinal II

La discontinuité et la dispersion des affleurements ainsi que les conditions tectoniques (flanc renversé, tassement différentiel, petites failles) sont très défavorables à l'étude de la formation. Je n'ai pu lever aucun profil de détails.

1. Le meilleur affleurement est situé au S-SE de Schoresberg, à l'intérieur de la forêt, entre 1200 et 1240 m d'altitude; et pourtant même là les bancs ne sont pas discernables. La description qui suit est donc sommaire; elle ne peut tenir compte des épaisseurs:

a) calcaire spathique à grain généralement moyen, la teinte dominante est le rose pâle, la teneur en quartz est très variable, les plages franchement gréseuses ne sont pas rares, certains horizons présentent de minuscules galets calcaires, les éléments dolomitiques par contre sont abondants, parfaitement arrondis, leur diamètre varie de 0,5 à plus de 2 mm.

b) Série de calcaire très finement spathique gris, plus ou moins glauconieux, un peu siliceux; (pour une description plus détaillée voir J.-D. ANDREY, description du Loosligraben). En CM: les grains de quartz sont nombreux, subanguleux, diamètre plus ou moins 0,1 mm; la glauconie est en grains de 0,1 mm ou a épigénisé des débris organiques (*Textulaires*, *Milioles*, *Bryozoaires*), la pyrite est abondante, en agrégats de 0,1 à 0,2 mm; quelques débris recristallisés de *Crinoïdes*; le ciment de calcite microgrenue et grenue est peu important; quelques galets arrondis de calcaire cryptocristallin (diamètre environ 0,2 mm).

Un horizon de calcaire spathique rose à grain moyen, de l'ordre de quelques décimètres, apparaît au milieu de cette série. A la fin de ce complexe, un niveau de 10 cm d'épaisseur présente des débris de *Crinoïdes* de grande taille et des plages argilo-gréseuses noires, ainsi que des *Bélemnites*.

c) Série de calcaire spathique idem a).

d) Série idem b) mais beaucoup moins épaisse et plus riche en grains de quartz.

e) Calcaire spathique à grain fin ou moyen, avec de brèves intercalations de calcaire du type b); cette série constitue la petite falaise sous le chalet Schoresberg.

<sup>1</sup>) Nous verrons au chapitre suivant qu'il existe une récurrence spathique (calcaire à *Entroques* supérieur d'HORWITZ) au sein de la formation siliceuse; ces calcaires spathiques supérieurs n'existent qu'à l'anticlinal de la Tsintre; ils ne sont pas cartographiables.

L'affleurement est interrompu sous le chemin, ce dernier est construit exactement sur la limite formation spathique – formation calcaréo-argileuse.

2. Il convient de mentionner la coupe levée par C. SCHWARTZ-CHENEVART (1945) dans une galerie, bétonnée par la suite, au-dessous et au SW du chalet Stützli, aux environs de 950 m d'altitude. L'auteur donne un croquis de l'affleurement à la page 35 et une description sommaire (page 36) que je reproduis ici:

- I Calcaire spathique dont la base est semblable au calcaire spathique de la rive gauche, mais dont le sommet présente avec lui de notables différences. (Environ 3,50 m d'après le croquis)
- II Banc de 3 cm d'une marne jaunâtre fortement pyriteuse.
- III Schistes noirs.
- IV Calcaire noir plus ou moins marneux pouvant être assez compact. C'est dans ce niveau que s'ouvre la galerie. Les bancs inférieurs peuvent atteindre 25 cm d'épaisseur, mais leur puissance diminue peu à peu et ils passent insensiblement à V. (Environ 6,00 m d'après le croquis)
- V Schistes marneux noirs entrecoupés de bancs calcaires. (Environ 6,00 m d'après le croquis).

Age de la formation spathique à l'anticlinal II:

Bien que je n'aie pu voir l'affleurement 2 puisqu'il est maintenant recouvert de béton, je pense, en me référant au travail de J.-D. ANDREY (partie orientale du Massif des Bruns), que les calcaires spathiques du niveau I datent du Toarcien inférieur et que les niveaux schisteux et marneux sont du Toarcien moyen ou supérieur (zone à *L. jurensis* ou *P. aalensis*). Il est très regrettable que SCHWARTZ-CHENEVART n'ait pas pu récolter de fossiles car cet affleurement, montrant avec précision le passage de la formation spathique à la formation calcaréo-argileuse, était unique.

A part les *Térébratules*, *Rhynchonelles* et *Bélemnites* sans valeur biostratigraphique, les fossiles font défaut dans les limites de mon terrain. C'est en me référant aux travaux de L. HORWITZ et de J.-D. ANDREY que j'attribue la formation spathique aux étages Sinémurien, Pliensbachien et Toarcien inférieur. La série des calcaires très finement spathiques, glauconieux, un peu siliceux, avec *Bélemnites* présente une certaine analogie avec les calcaires siliceux décrits au front de la nappe; ces calcaires sont peut-être Pliensbachien et le complexe spathique supérieur représenterait alors une partie du Pliensbachien supérieur et la base du Toarcien. Mais, je le répète, ce ne sont là que des hypothèses de corrélation, les *Ammonites* faisant défaut.

### III. Conditions de sédimentation et paléogéographie

Mes observations sur les grains de quartz concordent avec celles de L. PUGIN (1952): la dimension des grains est toujours plus ou moins semblable à celle des débris spathiques. De plus, j'ai constaté 1) que plus le grain est fin, plus la teneur en quartz est élevée et 2) que la répartition des grains à l'intérieur des bancs est généralement très inégale, soit verticalement, soit latéralement; on remarque souvent des zones ou plages à plus forte concentration, mais jamais je n'ai observé de granoclasement.

Le problème de l'origine du quartz, posé depuis 1922 par HORWITZ demeure sans solution. Sa présence constante, du front de la nappe à l'anticlinal II, est due aux courants marins; sa très inégale répartition à l'intérieur même des bancs en fournit la preuve.

Les débris dolomitiques sont aussi omniprésents, leur dimension comme celle des grains de quartz varie selon la taille des débris spathiques. Deux théories peuvent expliquer la provenance de ce gravillon dolomitique : il peut s'agir de galets triasiques ou de débris de *Crinoïdes* dolomités (CHATTON, 1947). La première hypothèse est peut-être valable pour la brèche dolomitique dont les éléments atteignent 1 cm. Mais pour les grains de dolomie dans les calcaires spathiques je préfère la seconde hypothèse, du fait qu'ils ont la même dimension que les sections de *Crinoïdes*.

Durant le Lias inférieur, le fond de la mer était affecté de forts courants; ce fait qui n'est pas nouveau est prouvé par la fragmentation des prairies de *Crinoïdes*, par l'abondance des grains de quartz et leur répartition inégale, enfin par la présence de quelques micro-galets calcaires. La tranche d'eau devait être faible, à peine plus épaisse qu'à l'Hettangien; H. BADOUX (1962) conçoit une profondeur de quelque 10 à 20 m au maximum.

L'épaisseur de la formation est nettement plus importante dans l'anticlinal II et, d'une manière générale, l'épaisseur des calcaires spathiques augmente progressivement du front de la nappe vers le SE. Cet épaissement peut être attribué à une subsidence plus active dans la partie actuellement méridionale des Plastiques.

Quant à la question des lacunes, s'il en existe (cf p. 642), il est possible qu'elles soient dues aux courants marins.

#### *Commentaires du tableau III*

Le tableau III (p. 653) résume la succession lithologique dans les différentes unités tectoniques. Il s'en dégage 4 faits importants :

1. dans l'anticlinal de Charmey et dans l'anticlinal de la Tsintre, la brèche dolomitique se trouve à la base de la formation et appartient au Sinémurien inférieur;
2. des replis bordiers à l'anticlinal de la Tsintre, la brèche à *Bélemnites* se trouve au sommet de la formation et appartient au Sinémurien supérieur;
3. entre la brèche dolomitique et la brèche à *Bélemnites*, la granulométrie des calcaires spathiques est irrégulière, et ne fournit aucun renseignement d'ordre stratigraphique, les horizons gréseux sont plus fréquents dans la partie inférieure de la formation;
4. la succession lithologique observée à l'anticlinal II ne peut pas être mise en corrélation avec celle des autres unités tectoniques: la brèche dolomitique et la brèche à *Bélemnites* n'existent pas. L'extension biostratigraphique de la formation ne se limite pas au Lias inférieur mais s'étend jusqu'au Toarcien moyen (zone à *L. jurensis* non comprise) (voir J. D. ANDREY).

### CHAPITRE V

#### **La formation siliceuse (Pliensbachien)**

La formation siliceuse joue un rôle important au point de vue morphologique; en effet, par sa résistance à l'érosion, les calcaires siliceux constituent l'armature du relief au NW des Dents Vertes.

La limite avec la formation spathique sous-jacente a été définie au chapitre précédent. (p. 638).