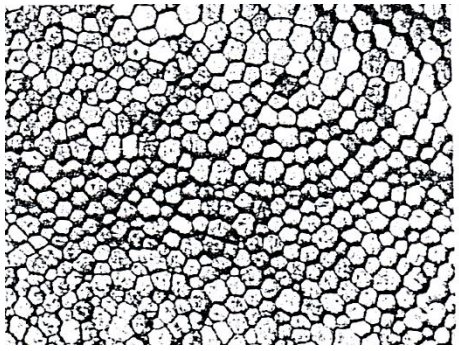
ثامناً الرخويات Mollusca

الزمر التي تتمتع بأهمية بتروغرافية من الرخويات هي خاصة زورقيات الأرجل، صفيحيات الغلاصم، معديات الأرجل ورأسيات الأرجل

1- صفيحيات الغلاصم Lamellibranches (ذوات المصراعين):

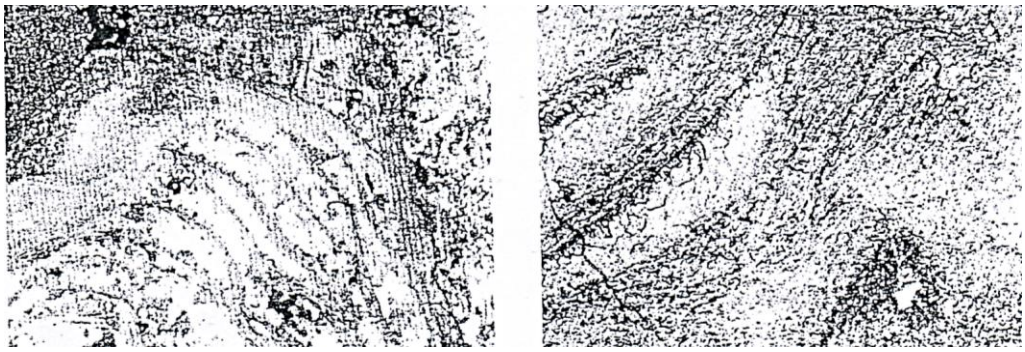
- **الأجزاء المتمعدنة أو المتفلزة**: قوقعة مكونة من مصراعين.
- **المينرالوجي**: أراغونيت وكالسيت.
- **البنية المجهرية**: بحسب بنية القوقعة وهندستها يمكن أن نميز عدة نماذج:
  - **النموذج الأول**: ذي طبقتين آراغونيتين، وضمنه يميز نوعان رئيسيان:
    - طبقة خارجية ليفية (أو ليفية شعاعية في بعض القواقع) وطبقة داخلية صدفية (الصدف: يتكون من صفيحات ناعمة رقيقة من الآراغونيت تتجمع في وريقات ناعمة (1-1.5 ميكرون) متعاقبة مع وريقات من الكونكيولين (مادة عضوية معقدة) بسماكات مختلفة.)
    - طبقة خارجية ليفية، وداخلية متصالبة أو متقاطعة.
  - **النموذج الثاني**: طبقة خارجية موشورية من الكالسيت، وطبقة داخلية صدفية آراغونيتية.



في اليمين مقطع عرضي يوضح البنية الموشورية للكالسيت لقواقع صفيحيات الغلاصم

في اليسار مقطع عرضي عمودي على البنية الموشورية الكالسيتية في قوقعة لصفيحيات الغلاصم

- **النموذج الثالث**: صفيحيات الغلاصم ذات بنية نسيجية مورفولوجياً متقاطعة أو المتصالبة من الآراغونيت، مثل الاوستريا Ostreides والبكتن Pectinides.

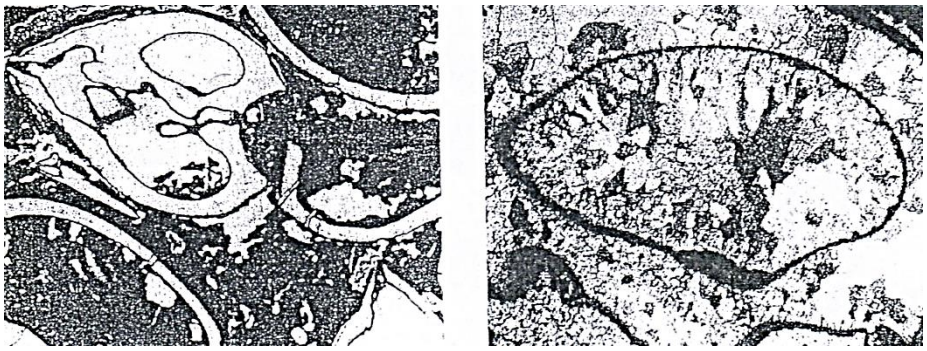


صفيحية غلاصم من نوع الاوستريا Osteria، تلاحظ بنية القوقعة الصفائحية الليفية والإملاء الكالسيتي السباريتي (على اليمين تكبير للصورة على اليسار توضح الإملاء السباريتي ضمن الفجوات)

مقطعين لأجزاء من قوقعة الاوستريا Osteria بلون أصفر

- **الاستحاثة**:
  - **تحول نوع من الكربونات إلى آخر**: الآراغونيت يعطي عموماً بتحوله بلورات كبيرة من الكالسيت. الكالسيت نظراً لثباته، يحفظ خصائصه عموماً ويمكن أحياناً أن يحصل له إعادة تبلور. أما الكونكيولين فمن النادر أن يحفظ.

حجر كلسي مع بقايا غزيرة من بقايا الرخويات بشكل خاص مصراعي صفيحيات الغلاصم (قطع القواقع الطويلة والمستقيمة تعود لصفيحيات الغلاصم) مع ملاحظة انحلال الآراغونيت تاركاً فراغات مُلئت أثناء الدياجينيز بالملاط السباريتي



قواقع صفيحيات الغلاصم آراغونيتية الهيكل بالأصل مملوءة بكالسيت سباريتي لاحقاً لانحلال القوقعة والصورة على اليمين هي تكبير وتفصيل جزئي للصورة على اليسار حيث يلاحظ سباريت استبدال القوقعة وسباريت إملاء فجوة الوقعة بكالسيت من طورين مختلفين (نموذج إملاء فراغ)

- **تحولات أخرى للقوقعة**: انحلال كلي أو جزئي، وخاصة للطبقة الآراغونيتية، في النموذج الثاني يمكن أن تحدث أبجنة متنوعة، أكثرها شيوعياً السيلسة الجزئية أو الكلية بشكل كوارتز أو سيليس ليفي.

- **العلاقات مع الملاط السباريتي**: إن بعض قواقع البوزيزنوميا Posidonomyes من أعمار مختلفة تتكون من قواقع متشابكة والتي هي بالأصل كروية نوعاً ما، لذا يتبقى بينها مسامية عالية وبالتالي تملأ لاحقاً بالكالسيت الليفي أو النامي بشكل بلورات طولية، والذي يكون له نفس الاستطالة لبنية القوقعة الليفية الشعاعية.

- **الأهمية**: علاوة على الأهمية الستراتيغرافية فإن لصفيحيات الغلاصم أهمية ليتوجينيتيكية وإيكولوجية مهمة:
  - **الأهمية الليتوينيتكية**:
    - يمكن للقواقع أن تتجمع وتكون نوعاً ما، وتلتحم ببعضها بملاط وتشكل بالتالي "**اللوماشيل**".
    - المواشير المعزولة لقواقع الاينوسيراموس Inoceramos يمكن أن تشكل عنصراً سائداً في بعض الصخور الكربوناتية للكريتاسي الأعلى (الكامانيان).
    - يمكن لبعض صفيحيات الغلاصم الكبيرة (Pernides - Astartides) أن تتراكم وتكون صفوفاً صخرية هامة، وتكون بها بوضع حياتها نفسه.
    - املائها الرسوبي ضمن فجوة القوقعة، فإن صفيحيات الغلاصم يمكن أن تعبأ برسوبات متنوعة للغاية في قوقعتها، عندما يكون هذا الاملاء غير كامل، فالقواقع يمكن أن تعطي صفة القطبية، وكذلك فإن ملاحظة عدد كبير من مصاريعها، يمكن أن تعطي معلومات من نفس النوع.
    - بعض صفيحيات الغلاصم يمكن لها أن تثقب الصخور، مشكلة ثقوباً بيوضية الشكل ضمنها يوجد غالباً المصراعين الرقيقين للقوقعة. ووجودها

سيدل بالتالي على وجود ركيزة صخرية متكشفة، بناء أو إشادة عضوية، أو تصلب معاصر للترسيب.

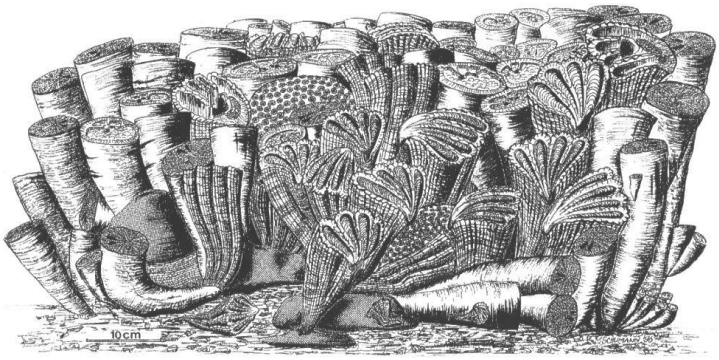
- **الأهمية الإيكولوجية**:

- صفيحيات الغلاصم يمكن أت تكون بحرية، أو تعيش في مياه مالحة أو متغيرة الملوحة أو عذبة.
- طبيعة القاع الرسوبي يمكن أن يستدل عليها من أشكال صفيحيات الغلاصم المحددة والمدروسة. فالأشكال الحرة ذات الممص الكبير أو الصغير توافق غالباً قيعاناً رملية أو وحلية، والقيعان الوسطية بينها. والأشكال التي تتثبت بجهاز، تدل على وجود مكان صلب تتثبت عليه.
- الأشكال المتثبتة تدل أيضاً على قيعان صلبة أو متصلبة قليلاً.
- أشكال المياه العذبة كلها آراغونيتية بعضها حر وبعضها يثبت بجهاز خاص وبعضها مثبت القوقعة بشكل دائم على قاع صلب.

زمرة الروديست (رتبة ثخينات الأسنان) من صفيحيات الغلاصم

1- **الأجزاء المتمعدنة أو المتفلزة**: الروديست هي صفيحيات غلاصم متثبتة بقمة أحد المصراعين وبالتالي فالمصاريع ملتفة بشكل قرن (Diaceras, Caprines) غير متناظر إلى حد ما. المصراع الحر هو الذي يكون أقل نمو عادة ويتحول إلى ما يشبه غطاء بسيط (Radiolites) وفي هذه الحالة فإن المصراع المثبت يكون غالباً مخروطي الشكل كما هو الحال في الجنس (Hippurites).

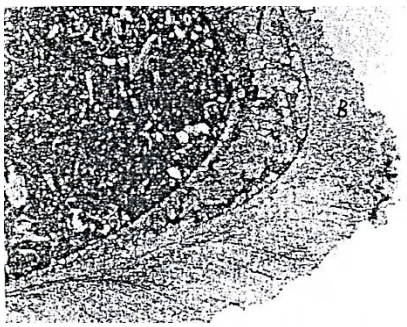
2- **المينرالوجي**: كالسيت وآراغونيت.



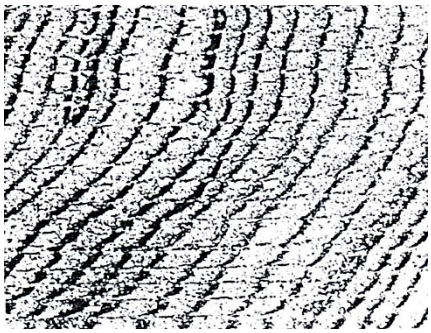
رسم تخطيطي يظهر أنواع مختلفة للروديست

3- البنية المجهرية والاستحاثة:

- تنجم الروديسيت عن تطور مجموعة من صفيحيات الغلاصم ذات بنية آراغونيتية غالباً متصالبة، في الديفوني – الريسيان واعتباراً من قمة الجوراسي يظهر مشاركة الكالسيت بالنية المجهرية.
- في الروديسيت الأكثر تطوراً، الطبقة الداخلية متطورة بشدة غالباً، ويجب أن تكون آراغونيتية حيث تتمثل بفراغ أو بكالسيت سباريتي.
- القسم الخارجي من الهيكل هو كالسيتي، مع بنيات مجهرية شديدة التنوع.
- في بعض الروديسيت بنية خلوية موشورية في الطبقة الكالسيتية. وأحياناً تملأ يالكالسيت اللاحق (موازييك كالسيتي) كما في الجنس (Radiolites).



منظر عام من هيكل روديست يوضح طبقتي الهيكل الداخلية (a) وهي آراغونيتية، استبدلت بسباريت خشن وطبقة خارجية كلسية (b)



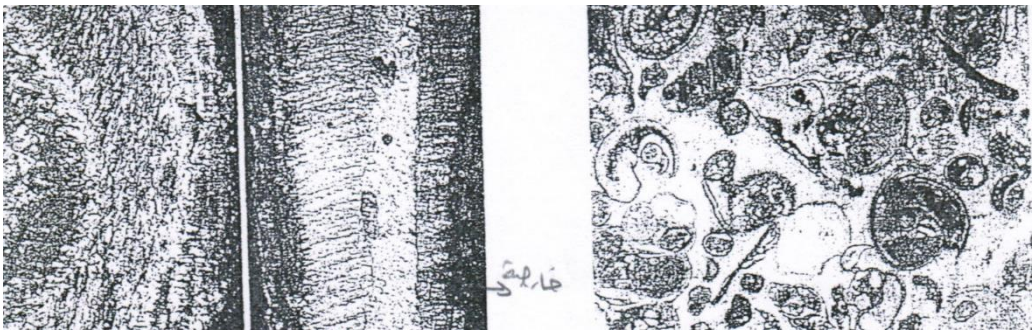
تفصيل لبنية قوقعة روديست (الطبقة الخارجية الخلوية الموشورية الكالسيتية لقوقعة الجنس Radiloites)

مقطع في قوقعة هيبوريتس Hippurite ذو طبقة آراغونيتية داخلية (a) مع طبقة متقاطعة أو متصالبة (b) وطبقة كالسيتية خارجية موشورية (c) وتتابع بطبقة خلوية موشورية (d)

4- الأهمية: علاوة على أهميتها الستراتيغرافية لها، فإن لها أهمية ليتوجينيتيتكية كعضويات بناءة "كلس مشاد ذو (Hippurites)". كذلك فإن حطام قواقعها يمكن أن يشكل رسوبات كالكارينتية، وفي العديد من الأرصفة نجد أن المستعمرات تمتزج مع بقايا الروديست وبخاصة تجمعها مع المرجانيات والاشنيات. حجوم الروديست كبيرة نوعاً ما وكونها يمكن أن تشكل تشكيلات صخرية مبنية بالعضويات ومثالها في سورية روديست العديد من أراضي الكريتاسي (الألبيان – السينومانيان – التورونيان).

2- معديات الأرجل Gastropoda:

- **الأجزاء المتمعدنة أو المتفلزة**: قوقعة ملتفة، شكلها يساعد في تمييز الصفائح المجهرية.
- **المينرالوجي الأصلي**: أراغونيت وأحياناً آراغونيت وكالسيت. القواقع الفتية للجنس Helix تكون غنية بافوسفات.
- **البنية المجهرية**: طبقة خارجية ليفية البنية، وطبقة داخلية متقاطعة أو متصالبة وهذه الطبقة الداخلية تنقسم إلى ثلاث طبقات عموماً. يختلف بها توجيه الصفيحات الناعمة المتصالبة.



اليمين: مقاطع عديدة لقواقع معديات الأرجل (الجوراسي)، تظهر إعادة التبلور وإملاء برسوبات متنوعة.

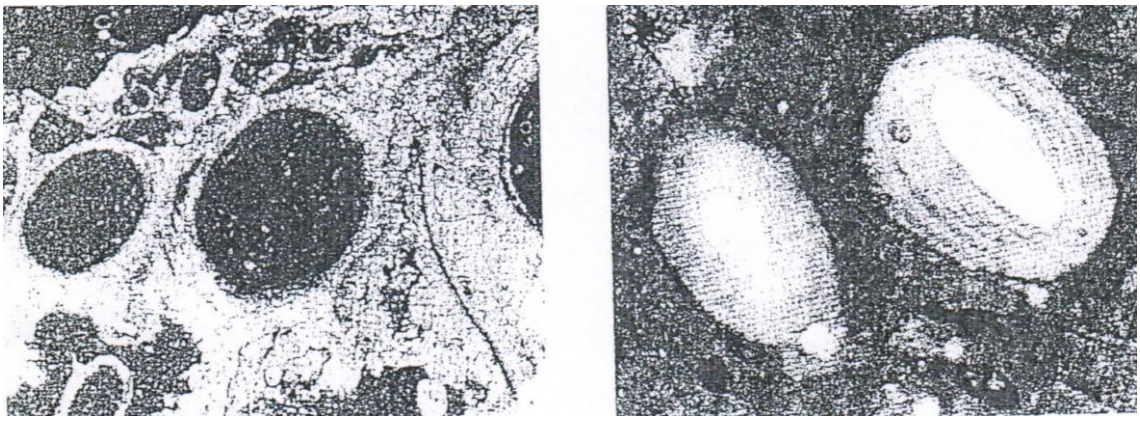
اليسار: مقاطع عرضية لقواقع معديات الأرجل (العصر الحالي) تظهر الطبقات الآراغونيتية المتتالية والمتباينة التوجيه (بنيات متقاطع)

مقاطع طولية (أسفل يمين) وعرضية (أسفل يسار) لقواقع معديات الأرجل مُلئت بالملاط ببلورات الكالسيت السباريتي

مقاطع في قواقع كبيرة لمعديات الأرجل

- **الاستحاثة**: يمكن أن يحصل بها:
  - إعادة تبلور للأراغونيت إلى كالسيت، تحتفظ ضمنه البنية غالباً أشباح البنية الأراغونيتية الأصلية.
  - إنحلال الأراغونيت والفراغ الناجم عن ذلك يعبأ بالرسوبات وخاصة الكالسيت بشكل موازييك املاء جيودي كامل الفراغ. ويمكن أن يحصل الاملاء بطورين:
    - الطور الأول: طبقة من الكالسيت على جدار الفراغ بشكل مواشير أو بلورات مجهرية تاركة أحياناً فراغ محوري. وهذه الطبقة نظامية ويجب عدم خلطها واعتبارها كطبقة أصلية بالهيكل.
    - الطور الثاني: هو املاء بكالسيت خشن موزاييكي في مركز الفراغ.
- **الأهمية**: إن الدور الليتوجينيتيكي لمعديات الأرجل محدود،
  - يمكن لبعض أجناسها أن تتوجه بحسب اتجاه التيارات مثل Turritelles.
  - بعض أنواعها تساهم في تشكل حبات الكوبروليت Fecal Pellets (مخترجات حيوانية في الرسوبات الوحلية الناعمة (الميكريت)).
  - معظمها قاعية وبعضها سابحة.

- قسم منها يتواجد في المنطقة الشاطئية الصخرية بين المد والجزر مثل Patelles. ويمكن لبعض منها أن تتبعد جداً عن الماء.
- بعضها يعيش في المناطق العشبية
- بعضها يعيش في الأرصفة أو على قيعان رملية أو وحلية، كربوناتية عموماً لمياه حارة.
- هناك حالة شاذة لمعديات أرجل مثبتة ملتفة وهي للجنس Vermets.



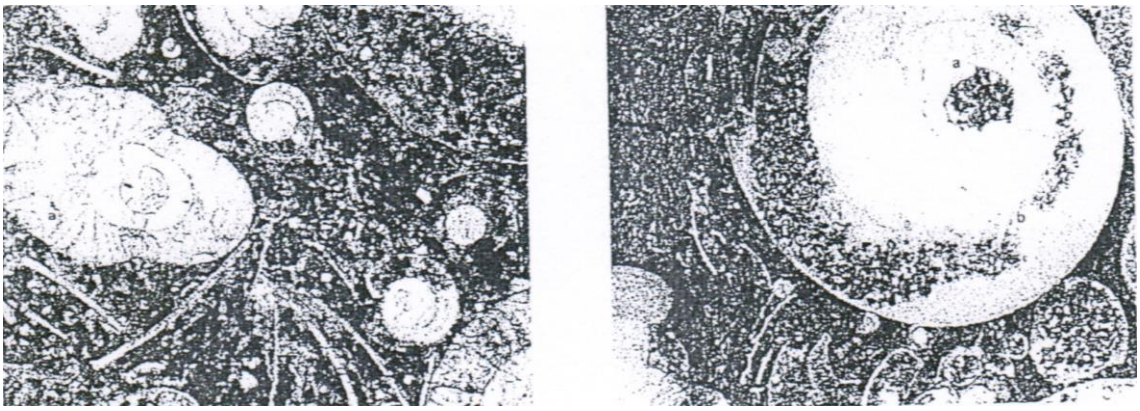
اليمين: مقاطع لقواقع الجنس Vermets من العصر الحالي مثبتة كقشرة مغلفة على بساط إشني

اليسار: تفصيل محلي للصورة على اليمين

3- رأسيات الأرجل Cephalopoda: هناك ثلاث زمر منها تمثل أهمية بتروغرافية وهي النوتيليتات، الأمونيتات والبلمنيتات.

النوتيليتات والأمونيتات

- **الأقسام المتمعدنة**: القوقعة مقسمة بحواجز إلى حجيرات متتابعة يسكن الحيوان في آخراها.
- **المينرالوجي الأصلي**: آراغونيت أما في Aptycus فهي كالسيتية.
- **البنية المجهرية**: نادراً ما نجد القوقعة سالمة البنية. فأحياناً نجد طبقة وأحياناً أخرى نجد طبقتين. الطبقة الداخلية تتمتع ببنية متورقة مميزة بصفيحات رقيقة ناعمة (طبقة صدفية لونها أبيض). الطبقة الخارجية هي ليفية محدودة السماكة وعلى العموم نجد طبقة واحدة فقط.



اليمين: قواقع أمونيتات تطورت هياكلها بالدياجينيز (سباريت استبدال الهيكل وإملاء الممرات a ومحلياً بالأوبال b. اليسار: مقاطع أمونيتات من الباليوزوي تلاحظ فيها بنية الهيكل وحواجزه بوضوح محلياً

- **الاستحاثة**:
  - إن البنية المجهرية للقوقعة نادراً ما تبقى محفوظة ويلاحظ عموماً الكالسيت فقط ذي البلورات النامية أو المحدودة النمو.

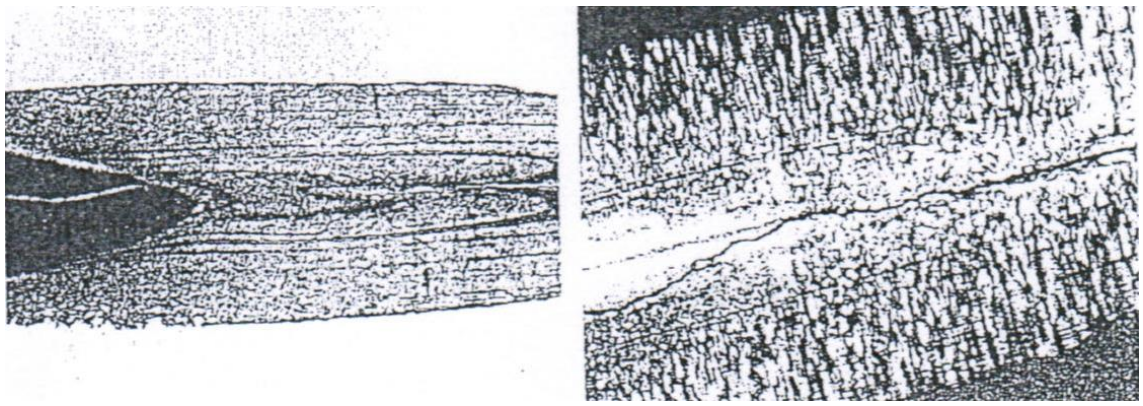
- يعتقد أن الأمونيت البريتية (يتشكل البيريت في وسط عميق ومرجع ومن ثم يتأكسد عند حدوده العليا إلى هيماتيت أو أكاسيد حديد أخرى) قد تشكلت بعملية إملاء لحجيرات القوقعة بالبريت، والذي يتحول غالباً إلى أكسيد حديد.
- قواقع الأمونيتات، يمكن أن تخضع للحوادث والتطورات التالية:
  - توضع مع تركيز عالي للقواقع في طبقة، شائع جداً في السطوح المتصلبة Hard Ground ضمن أمية ناعمة عموماً.
  - إملاء الحجيرات بأمية ناعمة، وانغمار خلال طور فعال من الترسب.
  - تأثير تسطح وانحلال، يؤثر في البدء على الرسوبات المغطية للقوقعة، ثم على القوقعة نفسها بإملائها الداخلي.

– **الأهمية**: علاوة على أهميتها الستراتيغرافية الكبرى، فإن لها أهمية ليتوجينيتيكية وإيكولوجية:

- **الأهمية الليتوجينيتيكية**: يمكن أن تساهم هذه العضويات في تكوين العديد من الزمر الرسوبية، وتكون غنية بها: مثل الكلس ذو Orthoceras، سحنات الأمونيت الجوراسية، مارل ذو أمونيت بيريتية.
- **الأهمية الإيكولوجية**:
  - تنتمي هذه الكائنات إلى العضويات السابحة (النيكتون)، باستثناء بعض الحالات النادرة التي تكون فيها مثبتة.
  - إمكانية عوم القواقع، يسهل انتقالها بعد موت الحيوان بواسطة التيارات، لذا فإنه يمكن أن نجدها في الرسوبيات البحرية المتنوعة السحنة جداً، مما يقلل من تدقيق وتحديد الأهمية الإيكولوجية إلا أنه يساهم في تعظيم دور الأهمية الستراتيغرافية.

البلمينتات

- **المينرالوجي الأصلي**: آراغونيت فيما عدا أنبوب البلمنتيلا Belemnitida فهو كالسيتي.
- **البنية المجهرية**: بنية موشورية كالسيتية همودية على السطح وشعاعية.
- **الأهمية**: أهمية بتروغرافية محدودة، أحياناً تتجمع بوفرة ويدل أنابيبها على اتجاه التيارات. وهذه التراكمات شائعة على السطوح المتصلبة.



اليمين: جزء من قوقعة البلمنيتات، يظهر وضعية المواشير الكلسية

اليسار: مقطع طولي في البلمنيتات، الفجوة العضوية مملوءة برسوبات ناعمة، المواشير الكلسية تظهر آثار أطوار النمو المتتالية.