

الدكتور ميخائيل معطي

أستاذ في كلية العلوم

في جامعة دمشق

الجيولوجيا التاريخية

١٤١٨ - ١٤١٩

١٩٩٧ - ١٩٩٨

١ منشورات جامعة دمشق



<

منهاج مقرر الجيولوجيا التاريخية

التأريخ الجيولوجي

١ - التأريخ النسبي.

- مبدأ تنضد الطبقات.
- مبدأ الاستمرار.
- مبدأ الهوية الباليونتولوجية.

٢ - التأريخ المطلق.

الأحقاب الجيولوجية:

- البريكمبري، مميزاته، تقسيماته وتوزعه.
- الحقب الأول، مميزاته، تقسيماته وتوزعه.
- الحقب الثاني، مميزاته، تقسيماته وتوزعه.
- الحقب الثالث، مميزاته، تقسيماته وتوزعه.
- الحقب الرابع، مميزاته، تقسيماته وتوزعه.



مقدمة

تهدف الجيولوجيا التاريخية إلى وصف تاريخ القشرة الأرضية وفهم سائر التطورات التي طرأت عليها، وذلك من خلال دراسة طبقات القشرة الأرضية، من حيث مسحنتات هذه الطبقات ومحتوياتها المنيروالوجية والباليونتولوجية، وعلاقات بعضها مع بعض في الزمان والمكان، بغية معرفة التسابع الزمني للأحداث التي أدت إلى تشكيلها، وللأفعال التي سببت التعديلات اللاحقة عليها. فالقشرة الأرضية هي بمثابة كتاب في التاريخ، صفحاته طبقات صخرية تتتابع بترتيب دقيق، وتنطوي على الأحداث التي عرفتها الأرض في تاريخها الطويل مدونة بلغات لا يعرفها إلا الجيولوجيون، هي لغات العلوم الجيولوجية، علوم الأرض: المنيروالوجيا، البتروغرافيا، الباليونتولوجيا..

من أجل معرفة تاريخ الأرض إذن يطبق الجيولوجيون الستراتغرافيون، بحسب الغاية المطلوبة، طرائق مختلفة تلتف حولها مبادئ مستقاة من البتروغرافيا والباليونتولوجيا، ومن توزع طبقات الصخور في بيئات تكونها الأصلية. كما أن تنسيق النتائج التي تردهم من هذه العلوم المختلفة، يقودهم من خلال عمل جماعي، إلى تصنيف التشكيلات الجيولوجية من العمود الطبقي في وحدات ستراتغرافية هي المنظومات والزمر والطوابق، وتتوافق هذه في الترتيب نفسه مع وحدات زمنية هي الأدوار والعصور والأعمار.

نميز إذن في هذا المجال اتجاهين رئيسيين:

- ١ - دراسة الطبقات في الزمان، بغية تأريخ التسلسل الزمني لتتابع الطبقات وتأريخ الأحداث الجيولوجية التي تعرضت لها القشرة الأرضية. وتعرف هذه الدراسة بالتأريخ أو الكرونولوجيا (Chronologie).

٢ - دراسة الطبقات في المكان، بغية التعرف إلى الجغرافيا القديمة للأرض في مختلف العصور، وذلك من خلال تغير سحنات الطبقات الرسوبية. وتعرف هذه الدراسة بالباليو جغرافيا (Paléogéographie).

هذا الكتاب هو ترجمة مكيفة عن مجموعة من الكتب التي تعنى بالستراتغرافيا، يحتل مركز الصدارة فيها كتاب «الستراتغرافيا والباليو جغرافيا» Stratigraphie et Paléogéographie للعالم الستراتغرافي المشهور Ch. POMEROL الأستاذ بجامعة باريس. ويقع الكتاب في ثلاثة مجلدات: يشمل المجلد الأول البريكميري أو دهر الحياة الخفية (الكربتوزوي: Cryptozoïque)، بالإضافة إلى حقبة الباليوزوي أو حقبة الحياة القديمة، الحقبة الأول من دهر الحياة الجليدية (الفانيروزوي: Phanéozoïque). يقع المجلد الأول في ٤٣٠ صفحة، ويشترك في كتابته العالم الجيولوجي CL. BABIN. ويشمل المجلد الثاني حقبة الميزوزوي أو حقبة الحياة المتوسطة، ويقع في ٣٨٣ صفحة. أما المجلد الثالث فيشمل حقبة السينوزوي أو حقبة الحياة الحديثة، ويقع في ٢٦٩ صفحة. ومن الكتب الأخرى التي أخذت منها:

- Stratigraphie J. AUBOIN, R. BROUSSE, J.P. LEHMAN.
- Stratigraphie N. THEOBALD و A. GAMA.
- Géologie Stratigraphie M. GIGNOUX.
- Principes de Stratigraphie et de géologie historique J. BOULIN.

أما ما يتعلق من هذا الكتاب بالجيولوجيا المحلية، فجزء منه يعود إلى الأعمال والدراسات التي قمت بها في مناطق متعددة من سوريا. وقد أفدت كثيراً في هذا المجال من الدراسات الجيولوجية التي قام بها جيولوجيون سوريون وأجانب، أخص بالذكر منهم الجيولوجي الفرنسي المشهور L. DUBERTRET. نظراً لندرة هذه الموضوعات في المكتبة العربية، توخيت أن أقدم للطالب العربي ما يمكنه التزود به من المعلومات الستراتغرافية المتعلقة بتاريخ الأرض.

الفصل الأول

التأريخ الجيولوجي

يهتم الستراتغرافي بمعرفة الأحداث الجيولوجية التي تتابعت على الكوكب الذي نعيش عليه منذ نشأته حتى العصر الحالي. من أجل ذلك، يتعين عليه التعرف على الترتيب الزمني الذي تظاهرت فيه تلك الأحداث، وهو ما يعرف بالتأريخ النسبي. أما التأريخ المطلق فهو تحديد الأعمار الزمنية للأحداث، أي الزمن الذي انقضى على حدوثها.

١- التأريخ النسبي

تمثل كل تشكيلة رسوبية جزءاً على الأقل من الزمن الذي تم فيه توضع الطبقات المتتابة في هذه التشكيلة. كما أنها تمثل الترتيب الزمني لتدخل الأحداث الجيولوجية التي تحمل التشكيلة بصماتها. وعليه فإن التشكيلة الرسوبية شاهد مباشر على الفترة الزمنية الموافقة من التاريخ الجيولوجي. غير أن انقطاعات الترسيب المتعددة والمتنوعة التي تشاهد في التشكيلة الرسوبية الواحدة تجعل جزءاً من هذا الزمن الجيولوجي غير ممثل بما يقابله من الرسوبات. وعندما يكون الانقطاع قصيراً جداً (عدة آلاف من السنين) يتم إهماله مقارنة مع الأزمنة الجيولوجية التي وحدة قياس الزمن فيها هي مليون سنة. ولكن الأمر مختلف جداً عندما يتعلق بانقطاع أعظمي، أي بانقطاع يتعلق بغمر قارة، أو بنهوض سلسلة جبلية أو اختفائها.

يقوم مفهوم التاريخ النسبي لحدث جيولوجي على تحديد ما إذا كان هذا الحدث أقدم أو أحدث من حدث آخر. ومن أجل إقامة هذا التاريخ النسبي، تستند الستراتغرافيا إلى الصفات الليتولوجية والصفات الباليونتولوجية للتشكيلات الصخرية.

إن الصفات الليتولوجية المستخدمة في التعرف على ترتيب تدخل الأحداث الجيولوجية المتتابة، يستند بعضها إلى تنضد الطبقات المكونة للتشكيلات الرسوبية المتتابة. ويستند بعضها الآخر إلى هندسة العلاقات التي قد توجد على مستوى سطح الانقطاع الذي يفصل جسمين رسوبيين متتابعين.

أما الصفات الباليونتولوجية المستخدمة في التعرف على ترتيب تدخل الأحداث الجيولوجية المتتابة، فتتعلق بتطور الكائنات الحية، وبخصائص هذا التطور الذي تحفظ طبقات التشكيلات الرسوبية شواهد عنه في صلبها هي بمثابة هويتها الباليونتولوجية.

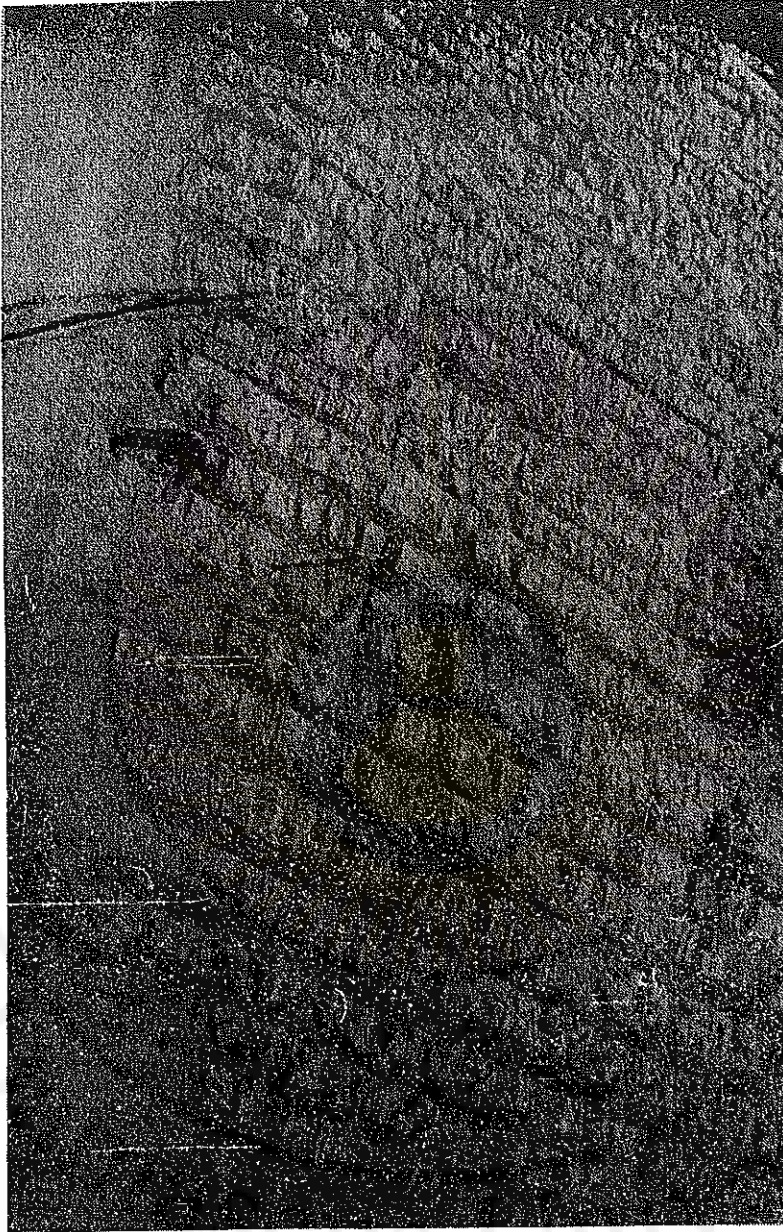
١ - ١ مبدأ تنضد الطبقات

في تشكيلة رسوبية متتابة خالية من التشوهات، تكون كل طبقة فيها أحدث من الطبقة التي تحتها وأقدم من الطبقة التي فوقها. وتستنتج هذه البديهة عن الظاهرة الرسوبية نفسها، وعلى وجه التحديد من الدور الحاسم الذي تلعبه الثقالة في هذه الظاهرة. وهو ما يعرف بمبدأ تنضد الطبقات الرسوبية أو مبدأ التنضد (Principe de superposition)، (شكل ١).

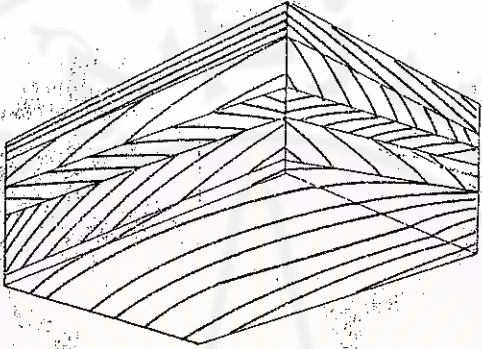
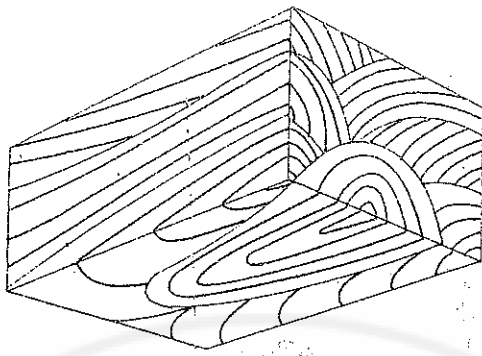
يتعرض هذا المبدأ إلى بعض الاستثناءات عندما تتدخل في توضع التشكيلات الرسوبية عوامل غير عامل الثقالة، أو عندما تصيب التشكيلات الرسوبية تشوهات تكتونية عنيفة.

عندما يخضع الترسيب إلى تيارات عنيفة جارفة أشد قوة من الثقالة، أي عندما يكون الوسط الرسوبي مضطرباً وذا طاقة عالية، وبخاصة عندما يتعلق الأمر بمحالات مائية ضعيفة العمق أو ذات قاع شديد الانحدار، فإن التوضعات المتتابة يرتصف بعضها إلى جانب بعض في تزايد جانبي تحت تأثير التيارات الحاملة لهذه

التوضعات (شكل ٢). وعليه فإن الرسوبات الواقعة على الخط الأفقي نفسه ليست متزامنة. ولا يمكن في هذه الحالة تطبيق مبدأ التضد.

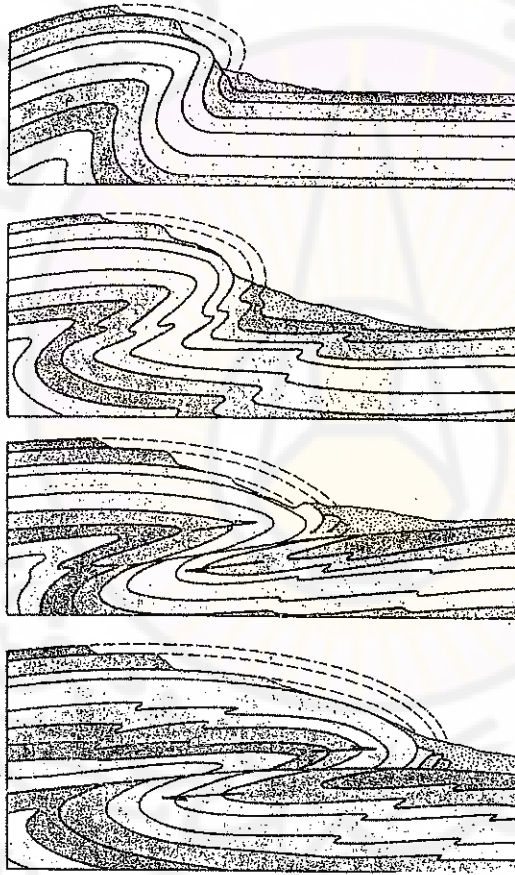


شكل - ١ - تضد طبقات كاسية متناوبة مع طبقات حارثية. (ا. لومبارد)

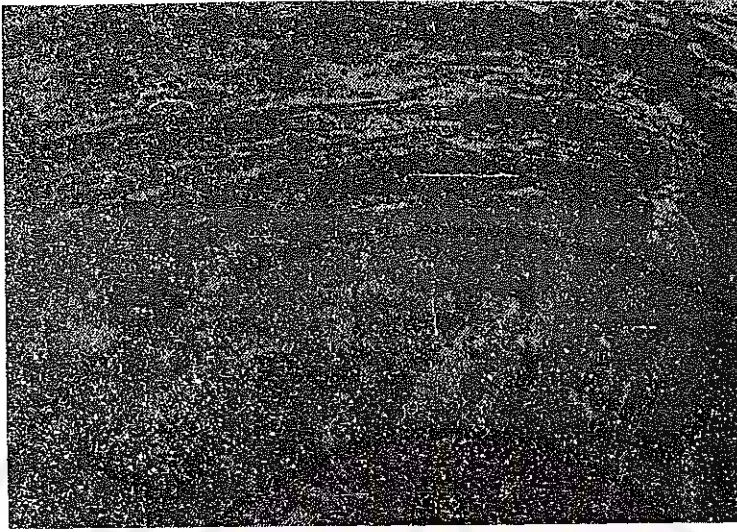


شكل - ٢ - التوضع المتصالي في الرسوبات

كما أن الحركات التكتونية التي تشوه وضعية التشكيلات الرسوبية وبخاصة الحركات العنيفة التي تؤدي إلى انقلاب التشكيلات (شكل ٣ و ٤)، فإنها تحول دون تطبيق مبدأ التناضح. وعليه ينبغي اللجوء في مثل هذه الحالات إلى قرائن الاستقطابية الرسوبية، كرسوم سطح الطبقات، والتصنيف الحبيبي الشاقولي، أو رسوم تقاطع سطوح التطبيق لكشف انقلابات قد تكون التشكيلات قد تعرضت لها، وعندها يصبح بالإمكان تطبيق مبدأ التناضح، ولكن بالمقلوب، إذا جاز التعبير.



شكل - ٣ - تراكب يعكس ظاهرياً مبدأ تناضح الطبقات



شكل - ٤ - طية منقلبة. ينعكس ظاهرياً فيها مبدأ تنضد الطبقات (د. ل. ليفين).

من الواضح أن كل ظاهرة جيولوجية توجد تأثيراتها مستحاثاً في رسوبات ما هي سابقة لتوضع هذه الرسوبات ولاحقة لأحدث الطبقات التي تحمل بصماتها. وهذه البدهية هي امتداد لمبدأ التنضد.

١ - ٢ مبدأ الاستمرار

ينص هذا المبدأ على أن للطبقة الواحدة عمراً واحداً في أي مكان وجدت فيه. من السهل التعرف على الطبقة الواحدة من الرسوبات إذا كانت الإحاطة بانتشارها الجغرافي ممكنة عن طريق النظر أو على مقياس الكشف. أما في حالة الطبقات التي لا يمكن الإحاطة بكامل انتشارها الجغرافي في المشهد العام، فلا يمكن تحديد انتشار هذه الطبقات إلا من خلال دراسة المقاطع وإقامة الترابط بينها، شريطة أن تكون محتفظة بسائر خصائصها الليتولوجية. وقد أدخل من أجل ذلك مفهوم التشكيلة (Formation). ولكن هذا الشرط عرضة للتغير والتبدل. وليست التشكيلات الرسوبية ذات الصفات الليتولوجية الواحدة مترامنة بالضرورة.

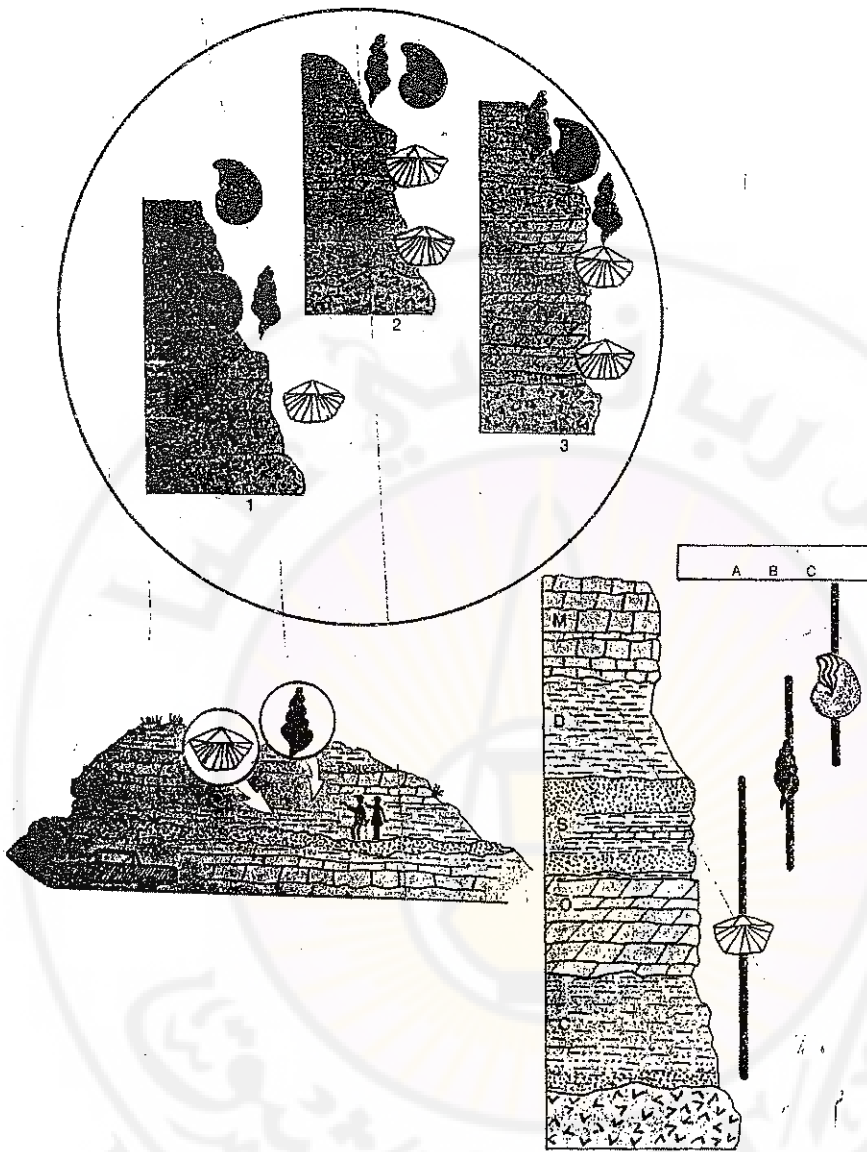
لحل هذه المسألة لابد من الاعتماد على الخصائص الباليونتولوجية للتطبيقات، وهو ما يعرف بالهوية الباليونتولوجية.

١ - ٣ مبدأ الهوية الباليونتولوجية:

إن الصفات الباليونتولوجية المستخدمة في التعرف على ترتيب تدخل الأحداث الجيولوجية المتتابعة وإقامة السلم الستراتغرافي تتعلق بتطور الكائنات الحية. فهذه الكائنات التي تعاقبت على سطح الأرض قد تغيرت مع الزمن. وهذا التغير تابع غير عكسي للزمن الماضي. وعليه فإن المستحاثات المحفوظة في صلب التشكيلات الرسوبية بإمكانها أن تحدد الترتيب الزمني لكل منها، وبالتالي تحديد العمر النسبي لها شريطة أن تكون تلك المستحاثات معاصرة لترسيب التشكيلات وليست منقحة، وأن يكن وجودها مقتصرًا على تلك التشكيلات، أي أن تكون مميزة لها ومحددة لهويتها، (شكل ٥).

من المهم أن نشير هنا إلى أن المستحاثات المميزة لتشكيلة رسوبية هي المستحاثات ذات العمر الزمني المحدود، والانتشار الجغرافي الواسع. وكلما كان المدى الزمني للمستحاثات قصيراً كانت أهميتها كبيرة في تأريخ دقيق للتشكيلة الرسوبية التي تحتويها، ويساعد انتشارها الجغرافي الواسع على إقامة ترابطات مع مناطق بعيدة. وهذه المستحاثات هي التي كانت تمتلك وسائل تنقل تسمح لها بقطع مسافات كبيرة، أو تلك التي لا تتأثر كثيراً بتبدلات الوسط وتستطيع العيش في بيئات متعددة.

لقد أعطت بعض المجموعات الحية وحدات عديدة من المستحاثات المميزة، كالزيلوليتات والغرابوليتات ورأسيات الأرجل... أما المنخربات ومتعضيات دقيقة أخرى فتستخدم على نطاق واسع كمستحاثات مميزة. ولقد سمحت هذه المجموعات المختلفة من المستحاثات المميزة بتقسيم الأراضي المستحاثية منذ أراضى الحقب الأول وحتى أراضى العصر الحالي في تنابع من النطاقات البيوستراتغرافية يتركز كل منها إلى مستحاثات مميزة. ويدعى تنابع هذه النطاقات في مكان معين بالسلم الباليونتولوجي.



شكل ٥ - استخدام المستحاثات في تأريخ الوحدات الصخرية (هـ. ل. ليفين).

يعتمد الستراتغرافيون عادة على مجموعة من المستحاثات المميزة من أجل إقامة سلم ستراتغرافي واسع، لأن مجموعاً من الأشكال هو بالتأكيد أكثر تمييزاً لمستوى رسوبي من شكل منفرد. ففي شريحة معينة من الرسوبات يمكن مبدئياً أن نجد أشكالاً ليست معروفة إلا في هذه الشريحة، ولكنها مؤهلة لأن تشغلها على نطاق واسع وتكون غزيرة فيها وذات دلالة.

إن الصفات الباليونتولوجية وحدها في الواقع، هي التي تسمح بإقامة سلم للتأريخ النسبي، أي السلم الستراتغرافي الذي يضم مجموع الأرمسة الجيولوجية منذ الكامبري على الأقل، وهي التي تسمح بتحديد موقع القطاع المدروس في الزمان، مهما كانت وضعيته على الأرض، وذلك بمقابلته مع هذا السلم. فالتأريخ النسبي في الستراتغرافيا يبدو هكذا، وكأنه من صنع الباليونتولوجيين.

٢ - التأريخ المطلق

يقوم مفهوم التأريخ المطلق لحدث جيولوجي على تقدير العمر الزمني لهذا الحدث، أي على تقدير الزمن الذي انقضى على حدوثه، لأجل ذلك ينبغي قياس تأثيرات ظاهرة يكون مسارها تابعاً للزمن. فتحديد العمر بهذه الطريقة هو التأريخ المطلق مقارناً مع التأريخ النسبي المقدر بوساطة البيوستراتغرافيا. ومن أهم الظواهر المتاحة التي تسمح بتقدير العمر المطلق توضع الرسوبات والنشاط الإشعاعي الطبيعي لبعض عناصر الصخور.

٢ - ١ ثخانة الرسوبات

يظن للوهلة الأولى أن ثخانة تشكيلة رسوبية تعكس الزمن الذي لزم لتوضع المواد المكونة لهذه التشكيلة. ولكن هذا التقدير خادع مع الأسف. فسرعة الترسيب تختلف من مكان لآخر ومن فترة لأخرى، فهي تتأثر سلباً أو إيجاباً، بعدد من العوامل الطبيعية المختلفة، كالمناخ، والتضاريس، بالإضافة إلى الانقطاعات الترسيبية

التي تتضمنها غالبية الزمر الرسوبية، والتي تعيق كثيراً الوصول إلى تقدير جيد للزمن، حيث أن المدى الحقيقي لتلك الانقطاعات صعب التقدير في أغلب الأحيان. ويعتقد بعضهم أن الزمن غير الممثل برسوبات في زمرة رسوبية معينة، قد يبلغ أحياناً ثلاثة أرباع الزمن الذي لزم حقيقة لتوضع هذه الزمرة. والخلاصة أن ثخانة زمرة رسوبية لا تعكس، بصورة عامة، كامل الزمن الذي لزم لتوضع هذه الزمرة.

٢ - ٢ النشاط الإشعاعي

يستند تقدير العمر المطلق بوساطة النشاط الإشعاعي إلى الخاصية الإشعاعية لبعض العناصر الكيميائية في بعض فلزات الصخور (شكل ٦)، وذلك من خلال العلاقة القائمة بين كمية العنصر المشع وكمية الجسم الإشعاعي الناتج عن هذا العنصر المشع. وهذه العلاقة هي تابع غير قابل للعكس للزمن الذي مضى على اندماج العنصر المشع في الفلز الذي يحتويه. فإذا عرفنا هذا التابع، أمكننا تحديد عمر الفلز الذي يحتوي على العنصر المشع الذي أجري عليه القياس، ومن ثم، المرور، ضمن بعض الشروط، من عمر هذا الفلز إلى عمر التشكيلة التي تحتويه. تستخدم في تقدير العمر المطلق عدة طرائق إشعاعية يقال لها طرائق التأريخ المطلق. منها: طريقة بوتاسيوم - أرجون، وطريقة يورانيوم - رصاص، وطريقة الكربون ١٤.

إن الفلزات الوحيدة في الغالب التي يعرف تقدير عمرها بالتأريخ الإشعاعي هي فلزات الصخور النارية والاستحالية فقط. وينبغي الإشارة إلى أنه إذا كان التأريخ الإشعاعي يعطي العمر المطلق لبعض الصخور النارية، فإنه فيما يتعلق بالصخور الرسوبية لا يؤدي، باستثناء حالات خاصة جداً، إلا إلى التأريخ النسبي، لأنه لا يسمح بصورة عامة، بتأريخ تشكيلة رسوبية إلا بالنسبة إلى تشكيلة اندساسية أو استحالية فقط.



شكل - ٦ - إثبات وجود نشاط إشعاعي في قنر السملا سكيت الأسود في شمال كارولينا.
إلى اليسار صورة عالية التبريد من القنر ، إلى اليمين صورة أسبالية تعرضت للإشعاع وهي في غطائها المائل عند وضع عينة القنر عليه.
وبالطريقة ذاتها اكتشف بيكريل عرضاً في العام ١٨٩٦ النشاط الإشعاعي (دنبار).



الفصل الثاني

الأصول

تختلط بداية البريكميري مع منشأ كوكبنا. لذا، قبل أن نناقش شرعية هذا التعبير، يبدو أن لا غنى عن تحديد عمر الأرض، ثم تحليل الفرضيات المتعلقة بولادتها وبظهور الحياة.

١ - عمر الأرض

ذكر الأقدمون أرقاماً مختلفة عن عمر الأرض، وكلها بعيدة جداً عن الواقع. فهي تدور حول بضعة آلاف من السنين، باستثناء الرقم الذي ذكره الهنود القدماء، والذي يقارب مليوني سنة (١٠١ ٩٤٧ ٩٧٢).

أطلق العالم بوفون (BUFFON) في منتصف القرن الثامن عشر فرضيته التي يقول فيها إن الأيام الستة في «سفر التكوين» حول نشأة الكون، ربما تكون ستة أدوار زمنية طويلة. ولقد أدين «بوفون» بسبب هذه الفرضية من قبل كلية اللاهوت في جامعة باريس، واتهم بالإلحاد، فاضطر إلى التراجع علناً عن فرضيته.

غير أن الشك حول تاريخ الأرض قد ترسخ في العقول. ومنذ نهاية القرن الثامن عشر، كتب كل من جيمس هوتون (J.HUTTON) في أيقوسيا، والكاهن جان لوي جيرو - سولاري (J.L.GIRAUD-SOULARIE) في باريس، أن الحوادث

الجيولوجية قد دامت ملايين السنين. وفي القرن التاسع عشر، أخذ الجيولوجيون يطرحون أرقاماً أكثر دقة: فالعالم ليبل (LYELL) قدّر عمر الأزمنة المستحاثية بـ ٢٤٠ مليون سنة. أما والكوت (WALCOTT) فقد اكتفى برقم أقل من ذلك بعشر مرات، وذلك بالاستناد إلى سرعة الترسيب. مع أن ريد (READE) في العام ١٨٩٠، واستناداً إلى المبدأ نفسه، قدّر الزمن الذي انقضى منذ الكمبري حتى الآن بـ ٦٠٠ مليون سنة، وهو رقم قريب جداً من المفهوم الحالي (٥٧٠ مليون سنة).

مع القرن العشرين تغير كل شيء، ففي العام ١٨٩٦، اكتشف بيكيريل (BECQUEREL) النشاط الإشعاعي الاصطناعي. وفي العام ١٩٠٣، درس كوري (CURIE) تفكك الراديوم. وفي العام ١٩٠٦ ارتأى زودرفورد (RUTHERFORD) أن عمر الصخور قد يحتسب من محصلة تراكم الهيليوم في الغازات المشعة.

على أنه، لكي تكون القياسات موثوقة، ينبغي أن تجرى ضمن منظومة مغلقة، لا يتسرب إليها أو يخرج منها شيء. لذلك كان تطبيق هذه الطريقة يتطلب دقة عالية، علماً أنها الدعامة الرئيسة في تأريخ البريكمبري.

في العام ١٩٣١، كتب هولمز (HOLMES)، استناداً إلى طريقة يورانيوم - رصاص، أن عمر الأرض يتعدى ١٤٦٠ مليون سنة، وإنه ليس، على الأغلب، أدنى من ١٦٠٠ مليون سنة، أو ليس أدنى بكثير من ٣٠٠٠ مليون سنة.

إن التقديرات الحديثة المستندة إلى طرائق عدة (Rb-Sr, U-Pb, K-Ar)، U^{238} - U^{235} والمتمتعة بدقة قياسات مطيافية الكتلة، قد أدت إلى نتائج مقاربة. فأقدم الأعمار المقيسة حتى الآن في صخور القشرة الأرضية تقرب ٣٨٠٠ مليون سنة، وكانت هذه على صخور الغنايس المجتمعة مع الصخور الخضر في الساحل الغربي لغروثلندا.

مع هذا، فقد أصبح مقبولاً من الجميع اليوم أن عمر الأرض ٤٦٠٠ مليون سنة. يقوم هذا الاعتقاد على تشابهين اثنين واستقراء واحد:

- العمر الإشعاعي U-Pb و Rb-Sr للنيازك هو كعمر صخور «خائق الشيطان» (Canyon Diablo) في أريزونا.
- أقدم الصخور المتشكلة على سطح القمر بعد تمييز قشرته، هي أيضاً من العمر نفسه.

- العلاقات الحالية Pb^{204} / Pb^{206} و Pb^{207} / Pb^{204} في خامات الرصاص على الأرض هي نفسها في النيازك التي يعود قدمها إلى ٤٦٠٠ مليون سنة. وتقود متابعة منحني تطور هذه العلاقات باتجاه أكثر الأزمنة قدماً إلى ما يقرب أيضاً من ٤٦٠٠ مليون سنة.

بهذا المنظار، تعني عبارة «عمر الأرض» البرهة التي أصبح التركيب النظيري لرصاص الأرض هو التركيب النظيري نفسه لرصاص الأجرام السماوية التي صدرت عنها النيازك، أي البرهة التي عرفت الأرض فيها فترتها الرئيسة في التمايز الكيميائي بين النواة والمعطف، وربما القشرة. وبالفعل، فإن عمر تفرد كوكب الأرض، وهو بعد سديمي، وعمر مراحل تناميته الأولى، هما أكثر قدماً في هذه الحالة.

منذ نحو ٣٧٠٠-٣٨٠٠ مليون سنة قبل الآن، قد تكون مرحلة مهمة من زوال الغاز قد سببت الفقر المدقع بالغاز النادر وبيورانيوم أقدم الصخور المؤرخة (MOORBATH). وخلافاً لما جرى على القشرة القمرية، فإنه لم يبق، في هذه الحالة، شيء تقريباً على الأرض من القشرة الأولية المؤلفة، بصورة أساسية، من البازلت والأنورتوز.

ولكن قبل أن نعيد رسم المراحل الأولى لتطور القشرة، ينبغي أن نناقش منشأ كوكبنا.

٢ - منشأ الأرض

عندما تم التأكد في القرن الثامن عشر من أن الأرض هي كوكب من المنظومة الشمسية، ظهرت فرضيتان حول تشكّل هذا الكوكب. تقول الفرضية

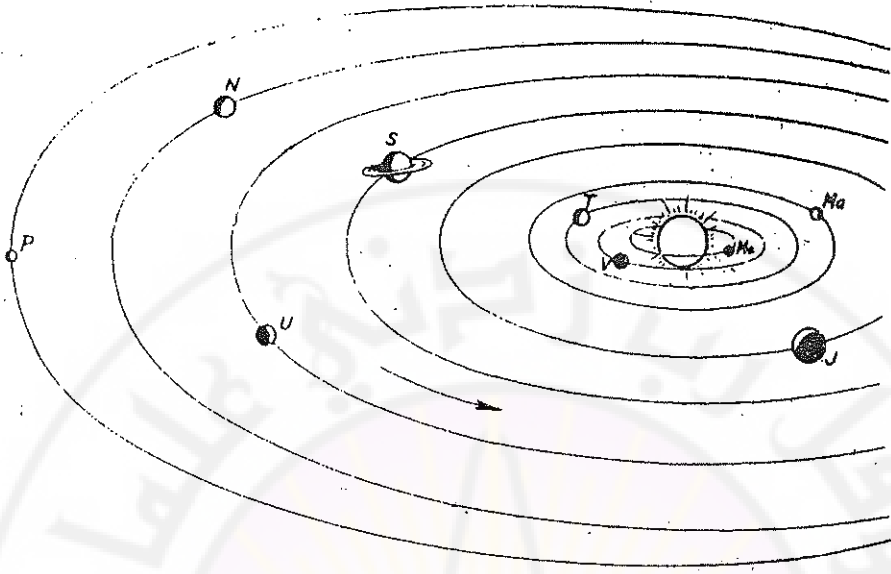
الأولى أن الشمس والكواكب من أصل واحد (LAPLACE, KANT). وتقول
الفرضية الثانية أن جسماً غريباً اصطدم بالشمس (BUFFON) أو احتك بها
(JENS, 1901) واقتلع منها المادة اللازمة لتشكيل الكواكب.

تميل المفاهيم الحديثة إلى الأخذ بالفرضية الأولى، مع أنها تعرضت إلى
انتقادات من طبيعة ميكانيكية (منها على الأخص، سرعة دوران الشمس الضعيفة
حول محورها خلال ٢٥ يوماً). وتأخذ هذه الفرضية بالوقائع التالية:

- كتلة الشمس الضخمة بالنسبة للكواكب (٩٩,٨٪).

- دوران الكواكب في المنحى ذاته، وفي المستوى ذاته تقريباً (شكل ٧). ويتم
دوران كل كوكب حول محوره في المنحى ذاته تقريباً أيضاً، باستثناء دوران كل من
أورانوس والزهرة، فهذان الكوكبان يتدوران باتجاه عقارب الساعة بالنسبة لمراقب
موجود في القطب الشمالي، حيث تشرق الشمس هناك من الغرب، ويدوم النهار
بالنسبة لكوكب الزهرة ٢٤٣ يوماً أرضياً. فدوران الشمس البطيء يتعارض مع
دوران المشتري، أول الكواكب الضخمة (أكبر بـ ١٠٠٠ مرة من الأرض)، حيث
يولد دورانه في عشر ساعات قوة نابذة أكبر بـ ٣٦٠ مرة من القوة النابذة للشمس.

إننا نعرف الآن أن دوران الشمس البطيء كان كدوران النجوم المشابهة
كافة، باستثناء الفتية جداً منها: فالشمس نتجت عن تكاثف وتقلص كتلة غازية في
حالة دوران، مؤلفة من ٧٠٪ هيدروجيناً، و٢٩٪ هيليوماً، و١٪ عناصر أخرى.
وقد كانت هذه الكتلة باردة بادئ الأمر، ثم ازدادت درجة حرارتها مع تقلص
الكتلة، حتى أصبحت درجة الحرارة المركزية كافية لكي تتم التفاعلات الحرارية
النووية. وكانت للأجزاء المحيطية للكتلة السديمية الأولية التي أصبحت عدسية
الشكل بسبب القوة النابذة، سرعة زاوية أضعف بكثير من سرعة الجزء المركزي،
فنتجت عن ذلك اضطرابات عنيفة. وانتهى بعض هذه الأجزاء إلى خلق حقل ثقالي
وإلى أن يتقلص بمعزل عن بعضه الآخر. وهكذا كانت نشأة الكواكب التي يمثل
المشتري بينها النموذج.



شكل - ٧ - رسم تخطيطي للمنظومة الشمسية (لا تقيد بالمقياس). دوران الكواكب في نفس المنحى وتقريباً في نفس المستوى. عطارد؛ Me: الزهرة؛ V: الأرض؛ Ma: المريخ؛ J: المشتري؛ S: زحل؛ U: أورانوس؛ N: نبتون؛ P: بلوتون (بحسب بيلير ويوميرول).

المشتري كوكب غازي (هيدروجين وهيليوم) ككل الكواكب التي أعقبته (شكل ٧) منذ ٤,٥ مليون سنة. تقلص وهو يدور حول نفسه بسرعة متزايدة بفعل المحافظة على البرهة الحركية. ولكن، بخلاف الشمس، لم يكن ارتفاع درجة الحرارة كافياً ليحرض إشعال التفاعلات الحرارية النووية، لأن كتلة المشتري ليست سوى ١/١٠٠٠ من كتلة الشمس. ففي الشمس، على العكس، يحرر انصهار ذرات الهيدروجين الذي يولد الهيليوم، كميات هائلة من الطاقة التي ترفع درجة الحرارة الخارجية إلى ٦٠٠٠ درجة مئوية، في حين تبلغ في المركز ٢٠ مليون درجة مئوية. ولا يصل إلى الأرض التي تبعد عن الشمس ١٥٠ مليون كم سوى ٢×١٠^{-٩}، وهي كمية كافية لإطلاق العمليات الجوية والبيولوجية التي ذروتها، دون شك، القنبلة الهيدروجينية، وهي محاكاة ساخرة للنشاط الشمسي.

تحرك كتلة الشمس هزات فجائية هائلة، مطلقة أحياناً غازات متوهجة على شكل بروزات ضخمة قد تبلغ ٣٠٠,٠٠٠ كم (تقريباً المسافة بين الأرض والقمر البالغة ٣٦٠,٠٠٠ كم). فانطلاق هذه البروزات المدعم بالحقول المغناطيسية المتعلقة بالشمس، هي التي سببت، شيئاً فشيئاً، تباطؤ سرعة دوران الشمس.

إن تطور الكواكب التلورية (عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ) قد بدأ منذ ٤٦٠٠ مليون سنة بطريقة تطور الكواكب الغازية نفسها، أي بتكاثف الغاز وتضخم الجزيرات الصلبة (أغبرة أو كويكبات). ولكن قربها من الشمس سبب انتشار الهيدروجين والهيليوم في الفضاء تحت تأثير الرياح الشمسية.

بعد انتهاء المرحلة الغازية على النحو الذي ذكر، استمرت الأرض بالتقص وبالتالي بالتسخن. وعدم تزايد درجة الحرارة تفكك العناصر المشعة التي كانت أكثر غزارة مما هي عليه اليوم، وبخاصة عنصر Al^{26} الذي تحول إلى Mg^{26} بفترة ٧٤٠,٠٠٠ سنة. وعند ذلك، شكل الحديد المنصهر في النوار خليطة مع النيكل ($NiFe$: نيفة) الموجودة في عدد من النيازك. والسيليكان وهي أقل وزناً وعاكسة، تصلبت آنذاك على السطح (القشرة البدائية) وخضعت كالقمر، في نحو ٤٠٠٠ مليون سنة، إلى قصف نيزكي عنيف وهي المرحلة القصوى من التضخم، والتي قادت إلى ما يمكن أن نسميه «تنظيف» الفضاء.

من وجهة النظر هذه، فإن القمر، وهو على الأرجح أخو الأرض التي كانت أكثر قرباً في الأصل، هو نموذج ثمين محفوظ كما كان منذ ٤٠٠٠ مليون سنة. ومن المرجح أيضاً، أن القمر عرف بفضل التفاعل $Al^{26} \rightarrow Mg^{26}$ ، وبعد تشكله بزمان قليل، مرحلة انصهار قصيرة كان من نتيجتها البركنة عليه، كما هي الحال بالنسبة لظواهر التصادم النيزكية لمرحلة القصف التي أشرنا إليها، وهي مرحلة امتحت كلياً من على سطح الأرض بفعل التطور اللاحق للقشرة الأرضية.

تتألف القشرة القمرية، بصورة أساسية، من الأنورتوزيت، والغابرو والبازلت. وهي خالية كلياً من الغرانيت، والسبينيت، والغنايس، والصخور الرسوبية غير البريش. وهي تمثل جيداً القشرة الأرضية منذ نحو ٣٥٠٠ مليون سنة.

والأنورتوزيت، بخاصة (صخور حبيبية ، ذات اسم غلط، لكونها خالية كلياً من الأنورتوز، ولكنها مؤلفة من البلاجيوكلاز، والأوليغوكلاز، والأنديزين وبخاصة اللابرادور، ومجتمعة مع البيروكسين بنسبة ضعيفة)، غزيرة جداً على القمر، وليست موجودة على الأرض إلا في نوى الدروع البريكمبرية. وعلى هذا النحو، يمكننا القول، بصورة تقريبية، أن تاريخ القشرة الأرضية يبدأ عندما ينتهي تاريخ القشرة القمرية...

لقد سمح حقل الجاذبية، الذي هو على الأرض أشد منه على القمر، بحجز غلاف جوي أولي ومرجع حول كوكبنا، مؤلف من غاز الكربون، والميثان، والأمونياك، وبخار الماء، وخال من الأوكسجين. وكانت تخترقه إشعاعات شمسية كثيفة. وهذا يقودنا في العام ٣٥٠٠ مليون إلى ولادة الحياة.

٣ = منشأ الحياة

إن البحث عن منشأ الحياة أو البيوجينيز (Biogenèse) لم يطرح إلا بعد أن دحضت نظرية التوالد الطوعي من قبل العالم «باستور» (PASTEUR)، منذ قرن تقريباً. وإذا كان قد ظهرت منذ ذلك الحين عناصر لحل هذه المسألة، فإنه ما يزال ينقص حلقات لكي تعد المسألة محلولة. ولكن قبل أي شيء، ما هي الحياة؟ إن الحياة بالنسبة لأرسطو هي فعل التغذية، والنمو والذبول. ويمكننا أن نضيف إلى هذا التعريف «التكاثر»، فنعرف هكذا الصفات الرئيسة للحياة.

قبل أن نواجه كيف تمكنت العضويات التي تملك مثل هذه الصفات من الظهور إلى الوجود، ينبغي أن نحاول إعادة تمثيل الوسط الفيزيائي - الكيميائي الذي كان مهد تلك الصفات.

أ) الوسط الفيزيائي - الكيميائي

أصبح مبتدلاً القول أن الغلاف الأحيائي صادر عن الغلاف الصخري، والغلاف المائي، والغلاف الجوي معاً. ولكن كيف كانت خصائص هذه

«الأغلفة» منذ ٣٥٠٠ مليون سنة؟ كنا قد تركنا في الفصل السابق ، القشرة السيليكاية في الفترة التي تصلبت فيها. ويمكن أن تقدم قشرة كوكب الزهرة نموذجاً حالياً لتلك الحالة. فهي قشرة صلبة ايضاً، إلا أنها تحتفظ بدرجة حرارة قدرها ٤٧٥ درجة مئوية، تمنع وجود الماء السائل، وتحول دون اتحاد الغاز الكربوني مع السيليكات. فالغلاف الجوي للزهرة مؤلف من ٩٧٪ CO_2 ، و ٢٪ آزوتاً، و ١٪، أو كسيجيناً، و ١٪ بخار ماء، و ٠,٠١٪ - ٠,١٪ أمونياكاً (تحاليل الزهرة ٨، ١٩٧٢)، والضغط الجوي على هذا الكوكب ٩٠ باراً. وقد خلق هذا الغلاف الجوي إطاراً واقياً يحفظ بصورة ثابتة تقريباً درجة حرارة القشرة حتى أثناء ليل الزهرة الذي مدته ١٢٢ يوماً أرضياً. هذا وإن درجة الحرارة المرتفعة، وشدة الأشعة الشمسية فوق البنفسجية (الزهرة على ثلثي المسافة بين الشمس والأرض تقريباً) سببتا تفكك بخار الماء، فانطلق الهيدروجين إلى الفضاء، وتثبتت الأكسجين على الصخور.

إن الغاز الكربوني وبخار الماء الناجمين عن زوال المرحلة الغازية للقشرة الأصلية، والمنتقلين دوماً بغزارة كبيرة من البركة، قد شكلا، على الأرجح، أساس الغلاف الجوي الأولي للكواكب التلورية.

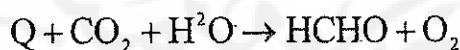
إن الأرض، وهي أكثر الكواكب التلورية بعداً عن الشمس، قد تيردت بصورة أسرع من الكواكب التلورية الأخرى. فثبتت الغاز الكربوني بكميات كبيرة على السيليكات السطحية، وأخذ الماء بالتكاثف منذ أن وصلت درجة الحرارة إلى ما دون النقطة الحرجة وهي ٣٧٤ درجة مئوية. وكان يكفي لذلك أن يكون الضغط ٢١٧ باراً. فالتحانة الوسطى للغلاف المائي المنتشر بصورة متجانسة على كرة كروية تماماً كانت في ذلك الحين ٢٥٠٠ م، أي ٢٥٠ باراً. وحتى لو أنه في هذا العصر لم تكن سائر المياه المتوفرة اليوم قد ظهرت على سطح الأرض، فإن الضغط كان مع ذلك كافياً، بفضل الغازات الأخرى، كغاز CO_2 الذي لم يكن بعد منتشراً في الفضاء، أو متحداً بالغلاف الصخري. فكمية الغاز الكربوني كلها تقريباً، والتي ماتزال حرة في الغلاف الجوي، قد انحلت في ماء الأقيانوسات.

إثر هذا الطوفان، تشكلت الأقيانوسات الأولية، فذوّب الماء فوراً الأملاح القابلة للانحلال (بما في ذلك الفوسفات)، والغازات (NH_3 , CO_2)، وسبب تشكل الفحوم الهيدروجينية بدءاً من الفحوم المعدنية. وهكذا، كانت البحار، منذ نشأتها دافئة، ومالحة، و«مغذية»، وذات حموضة (PH) أساسية قليلاً: وهذا هو «الحساء الأولي» على حد تعبير «هالدان» (HALDANE) (شكل ٨).

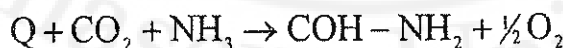
كان يسود فوق سطح الأرض غلاف جوي مرجع (N_2 , NH_3 , CO_2)، حيث لا شيء كان يوقف أشعة الشمس فوق البنفسجية. وخلافاً لما هو مألوف فإنه بتماس هذا الغلاف الجوي غير الملائم للحياة الحالية من ناحيتين (غياب الأوكسجين، وجرعة مهلكة من الأشعة فوق البنفسجية)، ولدت النماذج الأولية للعالم الحي.

ب (التراكيب الأولى

بافتراض أن الشروط الفيزيائية الكيميائية أصبحت معروفة، فإن البيوجينيز ينتقل هنا إلى المجال التجريبي. والمرحلة الأولى في هذا المجال هو تكوين المركبات العضوية (هذا لا يعني البيولوجية). وقد تمت المحاولة الأولى بنجاح منذ عشرات السنين، وذلك بفعل كل من الأشعة فوق البنفسجية، والحرارة، أو التفريغ الكهربائي في أوساط مرجعة، محددة مسبقاً («المنشأ الكيميائي الضوئي للحياة» بحسب دوفيليه (DAUVILLIER)). وهكذا تحقق منذ بداية القرن تركيب الفورمالديهيد (Formaldéhyde) بتعريض الماء الحاوي على CO_2 للأشعة فوق البنفسجية:



تم تركيب الأميد الفورمي.



وشيثاً فشيئاً، تم تركيب جواهر آخذة تدريجياً بالتعقيد: بوليبيبتيدات، بروتوئينات، نكليوتيدات، بوليسكارييدات.

وفي مرحلة لاحقة، أعطى مزيج البوليبيبتيدات والنكليوتيدات قطرات مرئية تحت المجهر (٢-٢٠٠ ميكرون). وهذه هي Coacervats (كواسيرفا) للباحث الروسي «أوبارين» (OPARIN) القابلة لامتصاص الحموض الأمينية، والغلوسيدات، والأنزيمات.

وانطلاقاً، هذه المرة، من البروتينويدات التي تم الحصول عليها بالتكاثف الحراري المتعدد (البروتينويد هو بروتئين غير بيولوجي)، حصل الأمريكي «فوكس» (FOX) على كريات دقيقة (Microsphères) يتراوح قطرها من ١ إلى ٨٠ ميكروناً، وتقرب أبعادها من أبعاد الجراثيم، وهي قابلة لتكون محاطة، بحسب درجة حرارة الحموضة PH، بغشاء متميز، وقابلة للنمو تحت تأثير مواد محرصة لبعض الـ Coacervats.

إن هذا الاستقلاب البدائي، والنمو الذي ينجم عنه، ومجموعة مختارة من قطرات متعددة الجواهر سريعة النمو (حفظ ذاتي: Autoconcentration)، تضع على طريق الحياة، دون أن تبلغ صفتها الأساسية، إمكانات التكاثف الذاتي. أما السؤال حول معرفة ما إذا كانت هذه الجواهر قابلة للمقارنة بالفيروسات، فليس بالأمر الأساسي، لأن الفيروس، بحد ذاته، غير قابل للنمو والتكاثر خارج خلية مضيفة، ولا يمكن، في هذه الحالة، أن يكون شبيهاً بكائن حي.

إن المرحلة اللاحقة، وهي مرحلة البروتوبيونت (Protobiontes) أو الأيوبونت (éobiontes)، بحسب «أوبارين» (OPARIN)، فهي أيضاً حدسية جداً، إذ أنها تفترض تعضي الـ Coacervats بعمليات أنزيمية ضابطة للنمو. ويعود هذا الأمر، بحسب رأي «أوبارين»، إلى المجموعة المختارة. فهو يكتب: «إن المنظومات الأكثر نمواً بدرجة كبيرة هي وحدها التي حُفظت من أجل تطور لاحق. والمنظومات لم تصبح ببساطة مستقرة ديناميكياً، وإنما أكثر ديناميكية. وبمكنا عدّ هذه الحادثة كمرحلة مهمة ثالثة في التطور الموجه للمنظومات الأصلية على طريق

«ظهور الحياة». ولكن الأمر هنا، كما يبينه بوضوح هذا النص، قليل الوضوح، يتعلق في الواقع باعتقاد أكثر مما يتعلق باستعراض.

هكذا، فإن من المؤكد اليوم، أن البيوجينيز أو نشوء الحياة، الذي حدث في وسط مائي يعلوه غلاف جوي مرجع، وتخرقه اشعة فوق بنفسجية كثيفة، مستحيل في الشروط الفيزيائية الكيميائية الحالية. ومن المؤكد أيضاً أن الأشكال الحية الأولى كانت متغاير التغذية (Hétérotrophe). ولكن المرور من البناء الجوهري المعقد إلى الحفظ الذاتي فالتكاثر الذاتي، مازال لغزاً. وقد كان يحدث هذا منذ ٣٥٠٠ مليون سنة، إنما ليس لدينا شواهد عليه. وبعد بضع مئات من ملايين السنين أصبحت البقايا العضوية الأولى سهلة المنال في الصخور. ويعقب مجال الوقائع عندئذ مجال التجريب، ويستلم الجيولوجي هنا الراية التي كان يحملها البيوكيميائي. ولكن كيف يتم اجتياز المرحلة البيئية الحاسمة التي تفصل بين التأمل والملاحظة؟



الفصل الثالث

البريكميري

I - تقسيماته وحدوده

البريكميري هو بالتعريف، الفترة الزمنية التي انقضت قبل الكميري، اي قبل بداية الباليوزوي (٥٧٠ مليون سنة).

مع البساطة التي يبدو عليها هذا التعريف، لابد من طرح التساؤلات التالية:

- هل البريكميري حقبة أو مجموعة أحقاب (دهر)؟

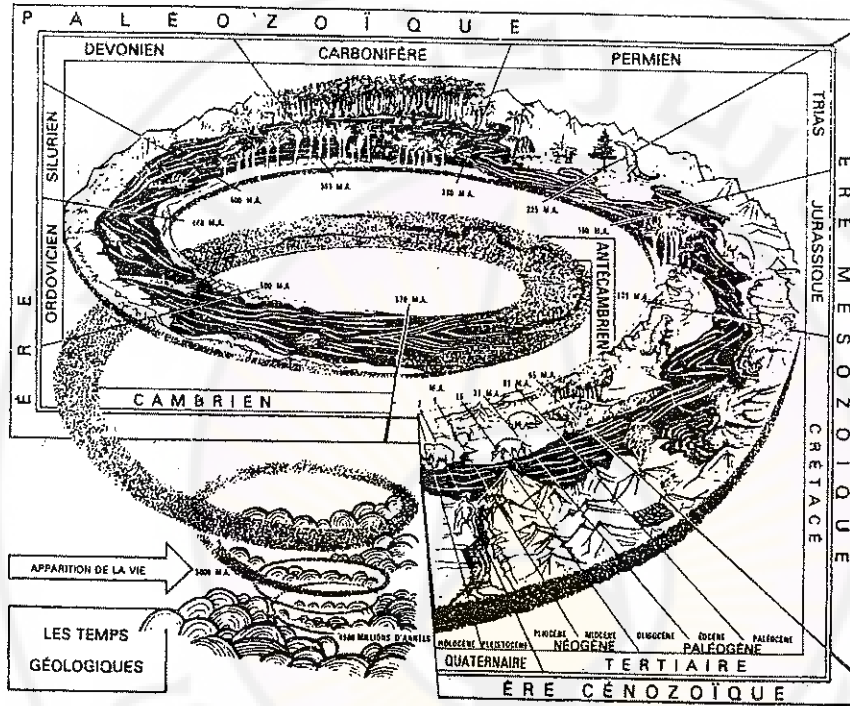
- هل تعبير البريكميري هو اختيار موفق؟

- أين يقع الحد الأدنى للبريكميري، وكيف تم تعيين حده الأعلى؟

١ - هل البريكميري حقبة أم دهر؟

إذا قورنت مدة البريكميري (٤٠٠٠ مليون سنة) بمدة الأحقاب الأخرى: الباليوزوي (٣٣٠ مليون سنة)، والميزوزوي (١٧٥ مليون سنة)، والسينوزوي (٦٥ مليون سنة)؛ وإذا استبعدت الـ ٨٠٠ مليون سنة (من ٤٦٠٠ إلى ٣٨٠٠ مليون سنة) التي لا نملك أية قرينة لها على الأرض، فإن مدة البريكميري تكون تسع مرات أطول من حقبة الباليوزوي، وخمس مرات أطول من ستائر الأحقاب الأخرى مجتمعة. وبما أن هذه الأحقاب قد جمعت في دهر، هو الفانيروزوي أو دهر الحياة

الجلية (Phanérozoïque)، فمنطقي إذن أن نفترض البريكميري أول دهر في تاريخ الأرض (شكل ١٠).



شكل ١٠ - الأزمنة الجيولوجية: تعاقب الأحقاب والأدوار مزيناً ببعض الوقائع الهامة. لم يؤخذ سلم الأزمنة بالاعتبار، وبخاصة الأدوار الحديثة جداً، بعض التواريخ تقريبية أيضاً، وبخاصة تاريخ الأوليفوسين (رسم بودزول).

٢ - هل أحسن اختيار تعبير البريكمبري؟

يقضي المنطق أن يكون لدهري تاريخ الأرض تعبيران متشابهان من حيث الأصل اللفظي. وبما أنه ليس بالأمر الجدي (ولن يصبح جدياً) أن يطلق على دهر الفانيروزوي التعبير غير اللائق وهو «ما بعد البريكمبري» (Post-Précambrien)، فإنه يتحتم إذن إيجاد كلمة للبريكمبري تنتهي بـ «زوي» (Zoïque). ونحن هنا أمام الحيرة في الاختيار: بروتوزوي (Protozoïque: الحياة الأولى) (MURCHISON 1838)، أزوي (Azoïque: غياب الحياة) (EVERNEUIL, 1845)، إيسوزوي (Eozoïque: بداية الحياة) (DAWSON, 1878)، أركيوزوي (Archéozoïque: الحياة الأقدم) (DANA, 1872)، اغنوستوزي أو اغنوتوزي (Agnostozoïque) وتكتب Agnôtozoïque: الحياة المجهولة) (IRWING, 1887)، وأخيراً كربتوزوي (Cryptozoïque: الحياة الخفية) (CHADWICK, 1930).

يبدو من خلال هذا العرض أن تعبير الأركيوزوي هو، بلا جدال، التعبير الأكثر ملاءمة، لأن الأمر يتعلق جداً بالحياة الأقدم. وفي مفهوم التقسيم الثنائي للبريكمبري تمت محاولة إدخال تعبير الأركيوزوي للقسم الأقدم من هذا الدهر، مقابل البروتوزوي للقسم الأحدث منه، وبما أن قبول هذين التعبيرين لم يكرس بالاستخدام الذي فضّل دوماً تعبير الأركي، فإن بالإمكان اليوم أن نطلق تعبير الأركيوزوي، كما اقترح «هيدبرغ» (HEDBERG) على دهر البريكمبري بكامله دونما خوف من الالتباس.

نلاحظ مع ذلك، بأن كل التعابير المنتهية بـ «زوي» تحمل في ذاتها خطيئة أصلية، إذ تفترض على الأقل أن الحياة الحيوانية ذات جوهر أعلى من الحياة النباتية، وأنها تحتويها. وعادة لا يكون تعبير «أركيوفيتي» (Archéophytique: الحياة النباتية الأقدم) بدلاً من أركيوزوي (Archéozoïque: الحياة الحيوانية الأقدم)، وهو بالحقيقة أصح، لأن الحياة كانت في البداية نباتية. والأصح من هذا وذاك هو تعبير

مليون سنة): «أعداد سحرية» كما يسميها «هولمز» (HOLMES). يوافق الرقم الأخير فيها تجزؤ البانجيا (Pangea) الذي صيغ من قبل «فاغنر» (WAGNER) (انسحاق القارات، ١٩١٢) والموضح اليوم بنظرية «تكتونية الصفائح».

تعتبر هذه «الأعداد السحرية»: بحسب «رنكورن» (RUNCORN)، عن التغيرات من نمط الحملان الحراري في المعطف بتابعة علاقة نصف قطر النواة إلى نصف قطر الأرض، بافتراض أن الكرة الأصلية كانت باردة وأن المعطف كان يزداد ثخانة بصورة تدريجية.

إذا حاولنا أن نطابق هذه المعطيات الجيوفيزيائية الكبيرة مع معطيات الأحداث الأوروغينية، علينا أن نتذكر بأن دورة أوروغينية واحدة تدوم من ٢٠٠ إلى ٢٥٠ مليون سنة^(١). إنما الفواصل الزمنية هنا من ٨٠٠، ٨٧٠، ٤٣٠، ٤٧٠ مليون سنة. أي أنها تتضمن دورتين أو أربع دورات أوروغينية، وقد لوحظ أن عدة دورات منتشرة على شكل أقواس أحادية المركز ضرورية لبناء درع. وهذه هي الدورات الشيلوجينية (chélogénique) بحسب «سوتون» (SUTTON)، و (١٩٦٣) أو الدورات الكبرى (mégacycles) بحسب VINDOGRADOV و TUGARINOV (١٩٦١) التي، وإن كانت لا تتطابق تماماً، فإنها تأخذ بحسب الظاهرات، بحيث يكون من اللامبالاة عدم أخذها في الحسبان، حتى لو أننا لم نلاحظ لها تفسيراً واضحاً بعد. ومن المهم أيضاً أن نسجل بأن التقسيمات الكبيرة الأولى للبريكميري هي جيوفيزيائية، في حين أن تقسيمات الفانيروزوي (دهر الحياة الجلية) هي باليونتولوجية. وفي وجهة النظر الأولى تكون الأحقاب الكبرى في دهرنا هي: الكاليدوني (من الكميري إلى الديفوني)، والمهرسيني (من الكربوني إلى الترياسي)، والأليي (من الجوراسي إلى الحالي).

جرت محاولات عديدة لتحديد التقسيمات الكبرى للبريكميري. وقد تم، تبعاً للمدارس، وبحسب التأريخ الإشعاعي، تمييز ٤ إلى ٦ وحدات كبرى يشار إليها

(١) أي مخلوق عجيب هذا الكون الذي نعيش عليه! ... يتنفس مرة واحدة كل ٢٥٠ مليون سنة!...

(The plus of the earth, Umbgrov).

إما بأحرف (بريكميري Z, Y, X, W)، وإما بأرقام (بريكميري I, II, III, IV)، بدءاً من الأقدم حتى الأحدث. ولما كان الاتفاق ما يزال بعيد المنال بشأن الحدود بين هذه الوحدات، فمن غير المفيد الإشارة إليها في ضوء هذه المتغيرات كلها. وكما أشار «هدبرغ» (HEDBERG) بأن التخطيط نحو تصنيف البريكميري على نطاق القارة أو على النطاق العالمي سابق لأوانه، وغير حصيف.

سوف نعرض إطاراً استراتيجياً إقليمياً لكل من الدروع البريكميرية دون الاعتماد على تسمية كرونو استراتغرافية عالمية. وفي جميع الأحوال، هناك انقطاع كبير قد وقع منذ نحو ٢٥٠٠ - ٢٦٠٠ مليون سنة، ويوافق المرحلة النهائية لنشاط تكتوني - مغماتي (المرحلة الروديزية في إفريقيا، المرحلة الكيرونية في أمريكا الشمالية، المرحلة البيلومورية في أوراسيا)، وأعقب تصلب السطوح الأولى، ومن ثم تشكل أحزمتها الأوروجينية (SEMIKHATOV). وهذا على الأرجح، أفضل حد بين الأركي والبروتروزوي. وقد قسم الأخير إلى ثلاثة أجزاء. وفي قمة الجزء الأحدث من هذه الأجزاء الثلاثة تمايز فترة معروفة جداً على تخوم الكميري هي الأيوكميري (أو الأنفراكميري)، حيث لا يمكن دراستها منفصلة عن القطع الكبير الذي تمثله، وهو الحد بين الأركيوزوي والفانيروزوي.

٥ - الحد الأعلى للبريكميري

إن الحد بين الأركيوزوي والباليوزوي هو مفهوم مبهم أكثر منه قضية واضحة الصياغة. إنه يمتزج مع ظهور كثرات الخلايا الأولى التي تملك عضوية ذات وظائف جيدة التمايز ومحمية بقوقعة أو بقشرة، كالتزليوبيات (ثلاثيات افصوص)، وعضديات الأرجل. ولما كانت التزليوبيات هي الأكثر انتشاراً والأيسر تحديداً، فقد اقترح أن توسم قاعدة الكميري بظهور أول جنس منها وهو *Olenillus*، ولكن المبدأ بحد ذاته لمثل هذا النوع من الحدود محفوف بالخطأ:

- إن أشكال جنس *Olenellus* التي نراها تظهر في مكان ما، ليست هي نتيجة توالد طوعي، وإنما هي نهاية تطور سابق، تم التعرف عليه بالحقيقة من قبل

II - طرائق دراسة البريكمبري

البريكمبري، "كالقُب" الرابع، واقع على حواف سلم الأزمنة. لا تُسبر أغواره بطرائق الستراتغرافيا الكلاسيكية، لأن العوائق الرئيسة هي غياب وندرة وعدم موثوقية المستحاثات فيه التي تجعل تطبيق مبدأ الترابط الباليونتولوجي صعباً، وكذلك التحولات العميقة (الاستحالة، التكتونيك، الغرنتة) التي تقلب مبدأ التضسد. فاستخدام النطاقات الأحيائية، بصورة خاصة، ذات الأهمية الكبيرة في الفانيروزوي (دهر الحياة الجلية)، غير قابل للتطبيق البتة في البريكمبري، والليتوستراتغرافيا القائمة على العلاقات البنيوية بين التشكيلات، تأخذ هنا مكان البيوستراتغرافيا، مع أن بإمكان هذه الأخيرة، أن تقدم إسهاماً ليس بالقليل، بخاصة الستروماتوليت، في البريكمبري الأعلى على الأقل.

ولكن ينبغي ألا نداعب آمالاً زائفة، فجهاز طيف الكتلة أكثر فائدة من الجهر الإلكتروني في دراسة الأركيوزوئيست (Archeozoiste)، فهو يحصل على معلومات أكثر مع النظائر منها مع العوائق الدقيقة.

١ - الطريقة البنيوية - الليتولوجية

إن هدف هذه الطريقة بحسب M. GRAVELLE هو إظهار التتابعات الليتولوجية، والتعرف إلى الثغرات والاتفاقات.

أ) إظهار التتابعات الليتولوجية

إن الاستحالة في معظم الأحيان متماثلة الكيمائية (Isochimique)، أي أنها تدخل تحولات فلزية (تخريب الفلزات القديمة وتكوّن فلزات جديدة) دون أن يتبدل، بصورة جذرية، التركيب الكيميائي الأصلي للصخر. بالإضافة إلى ذلك،

فإن إعادة التبلور الاستحالي يَحْلَفُ في الغالب بقايا من البنيات والنسج الأصلية (وبخاصة، تجاعيد، رسوم حمولة، آثار تيار، تطبق مائل).

من خلال هذين السببين يمكن التعرف في الغالب على الطبيعة الأولية للصخور المكونة للمعقدات الاستحالية البريكلميرية. ويمكن، على الأخص في هذه المعقدات، تمييز الصخور ذات الأصل المغماتي (الابات قديمة أو اندساسات حبسية قديمة)، أو صخور مستقيمة المنشأ (Orthoderivées)، عن الصخور الرسوبية أو الصخور جانبية المنشأ (Paraderivées). وفي هذه الصخور الأخيرة يمكن، بالإضافة إلى ذلك، تمييز المجموعات الكبرى للرسوبات (حطامية، كيميائية أو بيوكيميائية)، وإعادة بناء البنيات (ترسب في نطاق تهابطي أو في نطاق سطحية مستقرة).

من الممكن أيضاً استخدام قرائن الاستقطابية (تطبق مائل، رسوم الحمولة، آثار التيار مثلاً) من أجل تحديد قاعدة المتتاليات وقمتها. ويمكن أيضاً تطبيق مبدأ التنضد، وتحديد التتابعات الليتوستراتغرافية.

ب) استخدام الثغرات والاتوافقات

في التتابعات الليتوستراتغرافية الظاهرة، يسمح وجود الثغرات، وبخاصة الاتوافقات، بإدخال قطوع كبرى. فهذه القطوع وتلك الاتوافقات تفسر بالحقيقة وجود مراحل تشوه وحتّ تفصل بين مراحل ترسب مختلفة.

وعلى وجه التحديد، يسمح التحليل الليتوستراتغرافي والبنوي للأراضي البريكلميرية في الحالات الملائمة، بإعادة بناء مسيرة مراحل الترسيب، والتشوهات، والحت، أي إعادة بناء تتابع الدورات الأوروغينية.

ج) حدود الطريقة البنيوية - الليتولوجية

إن تطبيق القرائن الليتولوجية والبنيوية يقدم أدلة قاطعة من أجل إقامة تقسيمات ليتوستراتغرافية. ولكن ينبغي ألا ننسى بأن التأريخ النسبي القائم على

وجود انقطاعات ستراتغرافية (ثغرات) وبنوية (لاتوافقات)، لا يمكن أن يكون له سوى قيمة إقليمية.

تظهر دراسة السلاسل الجبلية «الحديثة» (الكاليدونية، والهرسينية، والألبية) أن الحوادث التكتونية - الأوروغينية (التواءات ونهوض) لا تتناول في فترة معينة سوى جزء محدود في الغالب من القشرة الأرضية.

• إن مبدأ وحدة التشكل (Uniformitarisme) يقتضي أن يكون قد وُجد في البريكميري، كما في العصور الأحدث، وخلال كل دورة أوروغينية، مجالات مستقرة (سطيحات: Plate-formes) قبالة أحزمة حركية (أوروغينيات: Orogènes). وييدي كل من هذه المجالات على هذا الشكل متتاليات ستراتغرافية مختلفة. زيادة على ذلك، لا تحدث في أماكن متميزة، المراحل الأوروغينية بالضرورة في العصر نفسه، كما أنه ليس للثغرات المشاهدة بالضرورة المدة نفسها. ينتج من ذلك أنه من أجل إظهار التزامن بين الأوروغينيات المختلفة، وكذلك من أجل إقامة ترابطات بين السطيحات، فإن الطريقة البنيوية - الجيولوجية غير كافية. ومن هنا كان اللجوء الضروري للتأريخ الجيولوجي (الجيوكرونولوجيا).

٢ - الطرائق الجيوكرونولوجية

مبدأ هذه الطرائق

الجيوكرونولوجيا، أو التأريخ الجيولوجي، علم قائم على التفكك الإشعاعي لبعض العناصر الموجودة في الصخور. وهو يطور دون انقطاع طرائقه. ثلاث من هذه الطرائق قيد الاستخدام الشائع من أجل تأريخ الأراضي البريكمرية.

- طريقة الروبيديوم - سترونسيوم.

تطبق هذه الطريقة ($^{87}\text{Rb} - ^{87}\text{Sr}$) على صخر كلي (مسحوق طحيني)، وعلى فلزات متنوعة غنية نسبياً بالروبيديوم، مثل الميكا.

- طريقة البوتاسيوم - آرغون.

تطبق هذه الطريقة (208 Pb - 232 Th ; 207 Pb - 235 U ; 206 Pb - 238 U) على الزركون والأباتيت.

- طريقة اليورانيوم - رصاص، التورיום - رصاص.

أصبحت المسائل التقانية محلولة اليوم (مقياسية طيف الكتلة بعد تخفيف نظائري)، وأصبح بإمكان الجيوكرونولوجيين إذن ضمان دقة المعطيات التحليلية المستخدمة كقاعدة في حسابات الأعمار (قيمة العلاقة ^{87}Sr إشعاعي المنشأ على ^{40}Ar ; ^{87}Rb إشعاعي المنشأ على ^{40}k ، على سبيل المثال).

غير أنه ما تزال صعوبات قائمة حول تفسير هذه المعطيات، بخاصة ترجحتها إلى معلومات جيولوجية.

إذا كانت القياسات دقيقة، والتفسيرات مدعومة (أنموذج تطور وسط مختار بدقة)، فالعمر الذي يتم الحصول عليه (بملايين السنين) يؤرخ بالفعل بإغلاق المنظومة الكيميائية المؤلفة من العينة الصخرية المحللة.

إلا أنه يبقى أن يُحدد إلى أي حدث جيولوجي يوافق هذا الإغلاق. ففي حالة صخر غرانيت، يمكن أن يتعلق الأمر على الأرجح:

- بتبلور الماغما الغرانيتية.

- باجتياز عتبة حرارية خلال التبريد التدريجي لجسم غرانيتي أو لجهة الحركات التكتونية.

- بنهاية مرحلة استحالة إقليمية تناولت الغرانيت وسببت عودة انفتاح المنظمات الكيميائية المؤلفة من بعض الفلزات، و (أو) من صخر كلي. فصخر بيوتيت، على الأخص، مؤرخ بـ ٥٠٠ مليون سنة، يُحتمل جداً أن يكون عائداً إلى غرانيت عمره ٢٠٠٠ مليون سنة متعرض إلى تسخين لاحق.

من أجل الحصول على نتائج ذات مدلول، ينبغي:

١. اختيار المواد بعناية من أجل الدراسة. فالصخور المغماتية الحبيبية والحبيبية الدقيقة غير المتفسخة وحدها ملائمة. بينما الصخور البركانية بمعظمها، والصخور الاستحالية، وسائر الصخور الرسوبية، تمثل، على العكس، منظومات معقدة، من الصعب إعادة بناء نماذج تطور كيميائية ونظائرية لها..

٢. تطبيق القياسات بطرائق مختلفة، وعلى كل الأجزاء الصغيرة المتبقية من العينة الصخرية. وفي حالة حجر غرانيت، ينبغي، ما أمكن أيضاً، دراسة:

- الصخر الكلي (مسحوقاً طحينياً) بطريقة Rb - Sr.

- الميكا المعزولة بطريقتي Rb - Sr و K - Ar.

- الزركون والأباتيت بطريقتي U - Pb و Th - Pb.

٣. أخيراً، ينبغي أن تتم الدراسة الجيوكروونولوجية من قبل فريق متعدد الاختصاصات يضم جيولوجي حقل، وبتروغرافياً - منرالوجياً، وستراتغرافياً، وكيميائياً وفيزيائياً.

حسنت الطرائق الجيوكروونولوجية وسيئاتها

إذا كانت الشروط كافة التي سبق ذكرها محققة، فإن من الممكن عندها أن تؤرخ بدقة جيدة (بخطأ نسبي قدره $\pm 2 - 3\%$) مراحل المغمسة، وربما (في الحالات الملائمة) مراحل التَشَوُّه والاستحالة المبينة من قبل جيولوجي الحقل. ويمكن أن تستخدم هذه المراحل التكتونية - المغماتية كدالات في سلم الأزمنة الجيولوجية، وأن تشكل أداة رائعة للترابط على مسافة كبيرة بين المناطق، وأفضل أيضاً بين القارات.

وعلى العكس، تكون هذه الطرائق صعبة التطبيق من أجل إجراء الدراسات التفصيلية على المقياس المحلي. فهي تتطلب دوماً في الواقع اعمالاً مخبرية طويلة ومكلفة. بالإضافة إلى ذلك، فإن مرونتها ودقتها ليستا كافيتين لتسمحا بحل كل

حالة خاصة عند الطلب (بعض الصخور فقط يمكن أن يؤرخ بشكل قطعي. وقد يصل هامش الخطأ على أعمار من ٢ إلى ٣ مليار سنة إلى ١٠٠ مليون سنة).
إن الطريقة البنيوية - الليتولوجية والطريقة الجيوكرونولوجية تبدوان بالإجمال متكاملتين. ينبغي إذن تطبيقهما معاً:

- بوساطة الطريقة البنيوية - الليتولوجية، يمكن تحديد تتابعات ليتوستراتغرافية متميزة على المقياس المحلي، واستخلاص تأريخ نسبي لأحداث جيولوجية (مراحل ترسب وتشوه) كانت قد تناولت المنطقة المدروسة. عدا عن ذلك، فإن بالإمكان في الغالب إقامة الترابط، على المقياس الإقليمي، من مقارنة الوحدات الليتولوجية المحددة في مناطق مختلفة، ومن مقابلة بعضها ببعض.
- بوساطة التقانات الجيوكرونولوجية يمكن بدقة تحديد موقع بعض الأحداث الجيولوجية (تشكل غرانيت في موقعه، مرحلة استحالة، وربما مرحلة تكتونية) على سلم الزمن المطلق. وكنا قد رأينا من قبل أنه، انطلاقاً من قياس الأعمار الإشعاعية، تم إظهار الدورات الكبيرة في تاريخ الأرض.

إنما، نظراً لصعوبات تطبيق هذه التقانات، فإنه ليس بالإمكان ربط الوحدات الليتولوجية المميزة من قبل جيولوجي الحقل بأحداث مؤرخة. (ماتزال الأعمار الإشعاعية ذات المدلول نادرة جداً، ولا تتوافر منها في هذه الحالة، بصورة عامة، إلا دالات متفرقة).

نرى على وجه التحديد، أنه من الصعب تحديد نقاط التوافق الأكيدة لسلمين أحدهما ليتوستراتغرافي والآخر جيوكرونوستراتغرافي. كل ما نعرفه، هو المقابلة بينهما بصورة تقريبية.

٣ - الطريقة الباليونتولوجية

لفترة طويلة كانت الباليونتولوجيا تعدّ قاصرة في مجال دراسة اليريكيميري. ثم راحت تأخذ شيئاً فشيئاً موقعها، بخاصة في اليريكيميري الأعلى (البروتيروزوي).

فبعد البقايا غير المؤكدة، والمتفرقة في أراضي الأركي، يأتي ازدهار الستروماتوليت (Stromatolites)، بدءاً من السنين الـ ٢٠٠٠ مليون. وقد حدد تطور بنيات هذه الأشكال أنواعاً هي أساس النطاقية الأحيائية (Biozonation) المطبقة بنجاح في سيبيريا، وأستراليا، والصحراء الأفريقية. وفي البروتيروزوي الأعلى، أخذ بعض المستحاثات الدقيقة القريبة إلى الجراثيم والأشنيات السمر أهمية متزايدة. وتدعى الأشكال الجماعية لهذه المستحاثات «بالكاتاغراف» (Catagraphes). وتعدّ أشكال الـ Babétosphères في أدرار في موريتانيا، وأشكال *Chuararia* الواسعة الانتشار دالات ستراتغرافية جيدة للربيفيان الأعلى (من ١٠٠٠ مليون سنة حتى الكمبري).

أخيراً، إن كثرات خلايا من المجموع الحيواني في أدياكارا (٦٠٠ مليون سنة) تميز الأزمنة الإيوكمبرية في كل من أستراليا، وسيبيريا، ومنطقة البلطيق، وإفريقيا الجنوبية. ولا نجد لها أبداً في البريكمبري. سوف نقوم بشرح هذه المعطيات في الصفحات التالية المخصصة للحياة في البريكمبري.

III - الحياة في البريكمبري

لفترة طويلة من الزمن، ساد الاعتقاد بأن الكائنات الحية الأولى ظهرت في حقب الهاليوزوي. ومن هنا جاء اسم «الحقب الأول». وكانت هذه الكائنات الحية هي «المجموعة الحيوانية البدائية» التي اكتشفت ودرست من قبل J. BARRANDE في بوهيميا (١٨٥٢). ويعود عمرها، كما نعرف اليوم، إلى ٥٥٠ مليون سنة (حجر رمل الكمبري الأوسط). وقد كانت هذه المجموعة الحيوانية الكثيرة التنوع غنية بالتريلوبينات، بخاصة المترافقة مع الاسفنجيات، وعضديات الأرجل، وشوكيات

الجلد، والرخويات، والغرابوليات. وكان هذا التنوع يدعم آراء BARRANDE المتحمس جداً لفرضية الخلق.

وما لبثت «المجموعة الحيوانية البدائية» أن وجدت في كل مكان تقريباً في الأراضي القديمة. وقد لفتت الانتباه منذ العام ١٨٥٨، البنيات الصفائية ضعيفة التماوج المسماة *Eozoon canadense* من قبل McCULLOCH في الألغونكي في كندا. ومع أن هذه الأشكال قد عرفت فيما بعد بأنها معدنية صرفة، إلا أن السير في هذا المنحى قد انطلق. فقد أشير إلى وجود ستروماتوليت حقيقية من قبل WALCOTT في العام ١٨٨٣ في بريكميري أونتاريو.

إلى أي مدى يمكن السير في هذا الاتجاه؟ لقد تحققت في العام ١٩٦٣ حفرة هائلة في أعماق الزمن الماضي عندما اكتشف الجيولوجي الإنكليزي RAMSAY في شرائح رقيقة لحجر كلسي من مجموعة «Fig Tree Group» (منظومة سوازيلندا، في جنوب إفريقيا) بنيات بيضوية، فسرها كبقايا متعضيات حية. علماً بأن عمر المجموعة المذكورة هو ٣٢٠٠ مليون سنة. إن هذا الاكتشاف الذي يرجع ست مرات إلى الوراء، إن لم يكن ظهور المجموعة الحيوانية، فعلى الأقل ظهور «المجموعة النباتية البدائية»، سوف يثير موضوع جدوى دراسة تشكيلات البريكميري.

إنها وقائع مربكة بالنتيجة، إذ يبدو اليوم أن بعض أقدم الصخور المعروفة، والتي عمرها ٣٦٠٠ مليون سنة (الكاتاركي في شبه جزيرة كولا - شمال غرب روسيا، ومنظومة سوازيلندا في جنوب أفريقيا) تحتوي على آثار حياة مرتبطة «بالباينتولوجيا الجزئية» (CALVIN).

١ - الباليونتولوجيا الجزئية

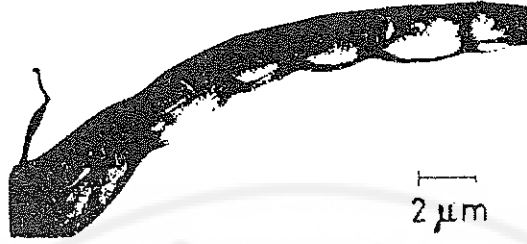
ينبغي الاحتراز كثيراً قبل القبول بأن الجزئيات المكتشفة في صخر ما هي حقاً آثار قديمة لنشاط عضوي. وينبغي التأكيد، بحسب SYLVESTER-BRADLEY، من الأمور التالية:

- أن الأمر متعلق حقاً بجزء عضوي المنشأ. فبعض الجزئيات، كالبورفيرين،
المعتبرة كمؤشرات بيولوجية، تم تركيبها مخبرياً فيما بعد.
- أنه لا يوجد تلوث من انتقال محاليل القشرة الأرضية.
- أن أقدم الجزئيات ليس متعارضاً مع ما نعرفه عن عمرها الكبير. فاستقرارية
الحموض الأمينية لا تتعدى، بحسب ABELSON، ١٠٠٠ سنة. ولكن
المسألة تبقى دوماً موضع جدل.

إلا أنه من النادر جداً أن لا نجد مثل هذه «المستحاثات الجزئية» في
الصخور الملائمة لحفظها (غضاريات، كربونات ناعمة الحبات) منذ العصر الحالي
حتى البريكميري، كما يشهد على ذلك وجود الحموض الدسمة والفحوم
الهيدروجينية الأليفاتية (الدهنية) في جنوب إفريقيا، في زمرة أنغرواكت، في قاعدة
منظومة سوازيلندا التي عمرها ٣٥٠٠ مليون سنة. ولقد عرفت «مرحلة الكرات
الدقيقة» فيما بعد في تشكيلة بولاوايان في روديسيا (٢٦٠٠ مليون سنة)، ولكن
الجراثيم والأشنيات الزرق كانت موجودة في هذا التاريخ (شكل ٩).

٢ - الكائنات الحية الأولى

تظهر الكائنات الحية الأولى ذات الخيوط الاسطوانية جرثومية المظهر
(*Eobacterium isolatum*) في الزمرة الثانية من منظومة سوازيلندا المسماة
"Fig Tree Group". كما تظهر كائنات حية أخرى كروية الشكل.
وتصادف سائر تلك الكائنات الحية في صخور الكوارتزيت النطاقيّة المسماة
«بالعصائب الحديدية» عندما تكون غنية بأكسيد الحديد (هيماتيت). فالأشنيات
الزرق الأولى تتعايش في مثل هذه البيئة مع الجراثيم، وهذه إشارة إلى أن
التركيب الضوئي (Photosynthèse) كان قد ظهر منذ نحو ٣٠٠٠ مليون سنة
(شكل ١١).



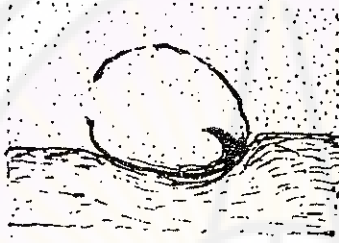
شكل - ١١ - خيوط طحالب مفصولة بالنقع من صخور كربونانية في جنوب أفريقيا (٢٨٠٠ م س) (بحسب أوبرليس وبراشنوفسكي).

على أية حال، فالتراكيب الضوئية الأولى لم تكن تؤدي، بحسب CLOUD، إلى انتقال الأكسجين إلى الغلاف الجوي، بل إلى اقتناصه في راسب من أكسيد الحديد مشتق من أملاح حديدية غزيرة، في المحاليل آنذاك. ومن الجدير بالذكر أن التشكيلات الحديدية النطاقية غزيرة بخاصة في الأركي وفي البروتيروزوي الأدنى (من ٣٢٠٠ إلى ٢٠٠٠ مليون سنة)، ففي جو مؤكسد تكون التشكيلات الحمراء هي الغزيرة، وكذلك الرمال الحمراء التي تعقبها بدءاً من البروتيروزوي الأدنى حتى ٢٠٠٠ مليون سنة. وما نزال نقلل اليوم من أهمية هذه المتعضيات الأولى في جو مرجع. فبعضهم يفكر بأنها قد تكون لعبت دوراً أساسياً في تركيز الذهب واليورانيوم في تشكيلات منظومة Witwatersrand في جنوب إفريقيا.

٣ - المستحاثات الدقيقة

إن معرفة المستحاثات الدقيقة في اليريكيميري هي حالياً في أوج ازدهارها. ولقد رأينا أن الجراثيم والأشنيات الزرق كانت موجودة في الأركي. وقد ازدهرت في البروتيروزوي الأدنى، حيث تم وصف جنس شبيه بجنس *Nosta* في صخور الأنتراسيت الهورونية في ميشيغان، كما وصفت أشكال كروية في بيرميان الصحراء

الأفريقية (٢٠٠٠ مليون سنة). وإلى هذا العصر يعود *Corycium enigmaticum* في الجاتوليان (سفيكوكاريليان) في فنلندا، وهو عبارة عن بنية فحمية على شكل كيس مرقق يعتقد أيضاً أنه ذو منشأ أشني (شكل ١٢). كما أن تكدر المتعضيات المشابهة هو الذي أدى، على الأرجح، إلى تشكل طبقة الشنجيت (Shungite)، وهي طبقة فحم السفيكوكاريليان في ضفاف بحيرة أونيجا، بالقرب من الحدود الروسية - الفنلندية (منذ نحو ١٨٠٠ مليون سنة).



شكل ١٢ - *Corycium enigmaticum* في شيسيت الجاتوليان في فنلندا (بحسب سيديرولم).

تظهر في البروتيروزوي الأوسط بنيات أكثر تعقيداً، كروية الشكل، كالأنكوليت والسبونجيوستروم القريبة من الستروماتوليت، أو أشكال جماعية تضم أفراداً من أشكال وقود مختلفة (Catagraphes)، مرتبطة بالأشنيات السمر والجراثيم. وتعدّ هذه البنيات والأشكال مستحاثات مرشدة محلياً حتى نهاية البريكميري. وتلحق بها في البروتيروزوي الأعلى بوغيات الشكل (Sporomorphes) وال Hystrichosphères وال Architarches.

وإلى جانب «الكاتاغراف» نشر إلى وجود الـ Babetosphères المكتشفة من قبل BOUREAU و MONOD في بروتيروزوي أدرار في موريتانيا، وهي أشكال قريبة من مثيلاتها في الريفيان الأعلى في سيبيريا.

ولنشر أخيراً إلى الشكل اللغز *Chuarja circularis* (شكل ١٣) الذي، بعد أن كان معدوداً من عضديات الأرجل البدائية، أو من الأشنيات، أو من المنحربات الكيتينية، أو غطاء في أشكال الهبوليتيدات (Hyolithidés)، أو بيضة تريلوبيتات، فهو يعد الآن من «الأكرينارش» كروي الشكل، قطره ٢-٥ مم، ويؤدي تجاعيد متحدة المركز بسبب السحق. ويمتد التوزع الستراتغرافي بهذا الشكل من الريفيان الأوسط (منذ نحو ١٠٠٠ مليون سنة) حتى بداية الكمبري. أما التوزع الجغرافي فواسع جداً. ويبدو على هذا النحو، أنه مؤشر ستراتغرافي جيد.

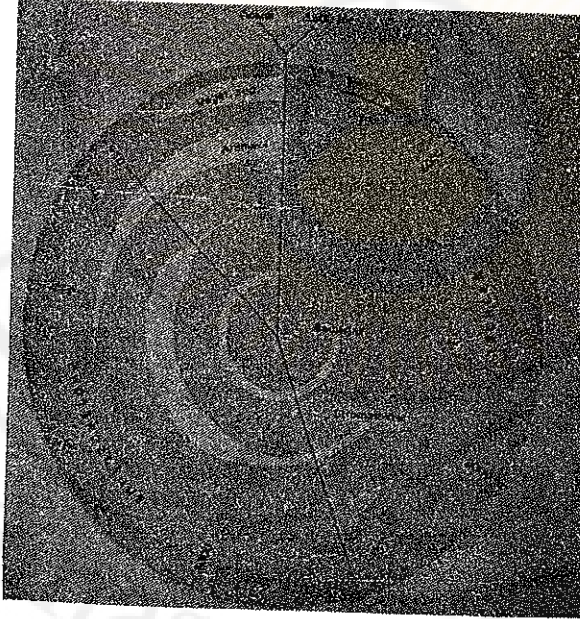
٤ - الستروماتوليت

الستروماتوليت هي أكثر الكائنات الحية البناءة انتشاراً في البريكمبري، وإذا كان الباليوزوي على نطاق واسع، هو حقب التريلوبيتات، فإن البروتيروزوي قد يكون حقب الستروماتوليت (شكل ١٤). فهذه الكائنات الحية هي أشنيات زرق كلسية ذات بنية متحدة المركز، تبني بيوهرمات (Biohermes) يبلغ طولها أحياناً عدة أمتار على السطوح الشاطئية (Cyonophyton). ويبلغ بعض المستعمرات أبعاداً غير عادية: ١٠ كم طولاً وعدة عشرات من الأمتار ارتفاعاً، في ديفونيا أستراليا الغربية وتبين بنيتها المدروسة على الأخص من قبل J.BERTRAND SARFATY تنوعاً كافياً لإقامة الخطوط الكبرى لتطورها (شكل ١٥).

تعود أكثر هذه العضويات قدماً إلى - ٢٩٠٠ مليون سنة (روديسيا). نذكر من بينها *Cryptozoon walcotti* في أنتاريو. وقد بلغت أقصى نموها في البريتوروزوي، ثم تراجعت بشكل كبير في نهاية البريكمبري، ولكنها استمرت مع ذلك حتى العصر الحالي. ومن بين الأسباب المفترضة لأفول هذه الكائنات الحية



شكل - ١٣ - *Chuarja circularis* من البريتمبري في إيران (بحسب فورد وبريد)

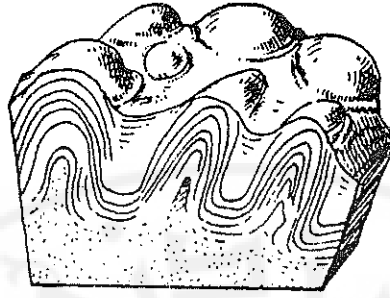


شكل - ١٤ - الأحداث الكبرى في تطورات الكائنات الحية في سلم الأزمنة الجيولوجية (بحسب غلينسر).

يبرز نمو الكائنات الحية المفترسة (أكلات العشب والثاقبة)، والمنافسة مع الأشنيات حقيقيات النواة (Eucaryotes) (الأشنيات الحمر والأشنيات الخضراء)، والنباتات التوالي؛ كما يبرز نمو التجمعات الحيوانية المرصعة. والرصفية كثيرة التنوع، أي الأحسن تكيفاً مع التغيرات المحلية لشروط الوسط. ونذكر أخيراً، بحسب MONTY، التحول العميق الذي لحق بالمنظومات البيئية البحرية في بداية الباليوزوي، وهذه نتيجة كل من التغيرات المناخية (تبرد) والباليوجرافية (انتقال خطوط الشواطئ). ولقد وازى هذا المؤلف بين أقول الستروماتوليت وأقول الدينوصورات، إذ سمح الأول بازدهار كثيرات الخلايا الحيوانية (المحرض ربما بانخفاض تركيز السموم المفترزة من الأشنيات الزرق)، في حين سمح الثاني بنمو الثدييات.

في المناطق التي تقدمت فيها دراسة الستروماتوليت، تم اعتماد هذه الكائنات الحية كمستحاثات ستراتغرافية جيدة. فقد حدد J. BERTRAND - SARFATY خمسة مستويات متتابعة في البريكمبري الأعلى في شمال غرب الصحراء الإفريقية (من ١٠٠٠ - إلى ٦٢٠ مليون سنة). جرت المحاولات الأولى في الاتحاد السوفييتي منذ العام ١٩٣٩، حيث وصف MASLOV في سيبيريا الجنس *Collenia* (شكل ١٦). ولقد قادت هذه المحاولات إلى نطاقية أحيائية مؤهلة أن تمتد إلى قارات أخرى بخاصة، أفريقيا وأستراليا (WALTER).

ينبغي مع ذلك أن نلاحظ أن بعض البنيات الستروماتوليتية هي جرثومية وليست اشنية، أو حتى كيميائية صرفة أحياناً، مثل ستروماتوليت سيليسية من جيزريت «يلوستون بارك»، ترصيعات أراغونيتية في الخليج العربي (PURSER)، حواجز متناوبة من سربنتين وكالسيت مقذوفات بركان فيزوف، الشبيهة بأشكال *Eozoon canadense* في البريكمبري التي وضعت اليوم في العالم المعدني. وفي الحقيقة، إن علماً غنياً جداً بالوعود قائماً على الحدود بين المجالات العضوية والمعدنية، هو علم آثار المستحاثات أو الإكتولوجيا (Ichnologie) الذي مازال يخلف أيضاً الكثير من الألغاز في التشكيلات البريكمبرية.



شكل - ١٦ - Collenia في الصخور الكلسية في سيبيريا الشرقية
(بحسب مسلوف).

٤ - الحيوانات التوالي

إن الأفراد الأولى المعروفة من الحيوانات التوالي هي أشكال مدوسانية في «تشكيله نلتنبوس» في شمال أستراليا (نحو - ١٦٠٠ مليون سنة). إن هذا العزو غير مؤكد، وينبغي انتظار البروتيروزوي الأعلى لكي تصبح بقايا محققة من الحيوانات التوالي مصنفة. فهي أولاً، منذ نحو الـ ٨٠٠ مليون سنة، آثار السكوليت (Scolites) (من اليونانية Skolitos) منسوبة إلى ديدان حلقية (أستراليا)، أركيوسياتيدات (Archeocyatidés) (جنوب أفريقيا)، معائيات جوف (Rangea, Charnia)، بناتوليدات (Pennatulidés) في جنوب أفريقيا وإنكلترا (- ٦٨٠ مليون سنة)، عضديات أرجل كالـ Lingulella في زمر Belt في مونتانا، وأخيراً شوكلات الجلد التي وُجدت صفائح منها في كندا، في طبقات «أنيميكى» بالقرب من البحيرة العليا.

إن أجمل التجمعات هي تلك التي اكتشفت في سيبيريا، وبخاصة تجمعات ادياكارا في جنوب أستراليا، حيث تم جمع ١٤٠٠ عينة، أكثر من نصفها مدوسانيات (شكل ١٧). ومن بين الأنواع الموصوفة توجد معائيات جوف

١ - مرحلة التحرك الشديد

(أركي، من - ٤٦٠٠ م س إلى - ٢٦٠٠ م س)

في مرحلة أولى انتهت منذ نحو ٣٤٠٠ مليون سنة، كانت القشرة من النمط القمري غنية بالأنارتوزيت والغابرو، بمثابة وعاء للأقيانوسات الأولى منذ أن انخفضت درجة حرارتها عن ٣٧٣°. وأخذت تتدخل على الفور عمليات الحث، والترسب، والتهابط، والاحتكاك والتصهر التي أدت إلى تشكل الغرانيت. ويتتابع تسلسل الأحداث عندئذ بصورة أسرع مما ستكون عليه في الفانيروزوي، لأن القشرة في هذه المرحلة أكثر رقة وأشد حرارة، ولا يمكنها تحمل ثخانات كبيرة من الرسوبات. وهذه هي مرحلة التحرك الشديد، بحسب BURKE و DEWEY. مع أنه، بدءاً من - ٤٠٠٠ مليون سنة، تظل النوى الغرانيتية والأنورتوزية الأولى موجودة في قلب الدروع القديمة.

إن هذه النوى محاطة بأحزمة عريضة حركية من صخور خضر، ومؤلفة من مواد بركانية ورسوبية، مطوية واستحالية، احتلت مواقعها منذ - ٣٤٠٠ حتى - ٢٦٠٠ مليون سنة تقريباً، أي حتى قمة الأركي. ومع أن القشرة في هذه الفترة أصبحت أكثر مقاومة، فهي لم تزال غير قادرة على تحمل وزن التشكيلات الرسوبية التي تتعدى ثخانتها ٧ كم (SUTTON).

٢ - مرحلة انتقالية

(بروتيروزوي، من - ٢٦٠٠ م س إلى - ١٩٥٠ م س)

تنقسم القشرة الغرانيتية في البروتيروزوي الأدنى لأول مرة إلى كتل مستقرة (صفائح) وأحزمة حركية. الأولى مؤهلة أن تتلقى رسوبات غير معرضة للاستحالة. أما الثانية فهي كثيرة ومبعثرة في منظومات متعددة، تبلغ ثخانتها عدة مئات من الكيلومترات تنظم حسب نمط إعصاري (DEARNLEY). وهي مخلعة بكسور تتغلغل فيها اندساسات أساسية، وتعكس على السطح حركات حملان المعطف،

المنحرفة بواسطة قوة «كوريساليس»^(١) (Corialis). ويرى بعض العلماء (H.G.TERMIER) أن قطر الأرض آنذاك كان أصغر من قطرها الحالي: فالكتل والأحزمة كانت تغطي كامل كوكب ذي جغرافيا متحركة، حيث أن حدود القارات هي دون انقطاع موضع تساؤل على أطراف حفر بحرية ضيقة وعميقة. إلى هذه الحفر الانهدامية (Rifts) المجهضة المملوءة بصخور خضر ورسوبات، أعطى HOFFMAN اسم «أولا كوجين» (Aulacogène) (من كلمة روسية تعني غورا: Graben). مثل هذه البنيات قد تكون سهلت في الـ ٢٠٠٠ مليون سنة تشكل خامات الحديد الغزيرة بخاصة على امتداد الشقوق التي يرسم بعضها ملامح تجاعيد وسط الأقيانوس الحالية (الضهرات الأقيانوسية) (بحسب GOODIN).

٣ - مرحلة تكتونية الصفائح

(البروتروزوي الأوسط والأعلى)

في البروتروزوي الأوسط (من - ١٩٥٠ إلى - ١٠٠٠ مليون سنة)، بدأت تتجلى معالم المجموعات القارية الكبرى مع بدايات تشكل الحفر الانهدامية والقشرة الأقيانوسية. وأصبحت الكراتونات (Cratons) منذ ذلك الحين صلبة لكي تحمل سلاسل الجبال المنتجة للسولاس. اثنان من هذه الكراتونات كانا قائمين، هما كراتون إفريقيا وكراتون أمريكا الجنوبية. وتجعلنا نتائج المغناطيسية القديمة نعتقد بأنهما أصبحا متحدين، وبأنهما سيظلان كذلك خلال ما يقرب من ملياري سنة، أي حتى نهاية الكريتاسي، حيث لم يدعيا مجالاً للبحار فوق القارية كي تغزوها، وإن من الممكن أن قارة غوندوانا بكاملها قد وجدت منذ ذاك العصر، إلا أن القياسات مازال غير كافية لإثبات ذلك.

(١) نظرية كوريساليس (١٩٣٦) تنص على أن التسارع الحاصل عن حركة نسبية هو قيمة أشعة تسارع الجر والتسارع النسبي وتسارع مكمل يساوي ضعف الحاصل الشعاعي لدوران الجر والسرعة النسبية. وهكذا فإن دوران الأرض من الغرب إلى الشرق (عكس حركة عقارب الساعة بالنسبة لمراقب موجود في القطب الشمالي) يحرف التيارات الهوائية وتحت السطحية باتجاه الدوران، أي نحو الشرق.

على العكس، فإن كراتون أمريكا الشمالية يظهر شيئاً من الاستقلالية، ماعدا الفترة من - ١٤٠٠ إلى - ١٠٠٠ مليون سنة، وهي الفترة التي أخذ فيها إقليم غرينفيل (Grenville) بالالتحام بالدرع الكندي (هذا الإقليم هو تقريباً شريط من الأرض عرضه ٣٠٠ كم، يحدّه في الشمال سان لوران وخليجه) (أنظر شكل ٢٢) موحداً على هذا النحو قارة لوراسيا مع قارة غوندوانا مكوناً بذلك المعالم الأولى لبانجيا الباليوزوي. خلال هذه الفترة يتطور تكتونيك التصادم الذي يبدي بنيات شبيهة ببنيات الهيمالايا، التي هي الأوروجين الوحيد من هذا النمط الذي مازال بحالة نشاط.

في البروتيروزوي الأعلى، من - ١٠٠٠ إلى - ٧٥٠ مليون سنة، تعرضت الصخور لتأثيرات عديدة بفعل الأحداث الأوروجينية التي كانت من النمط بين الكراتوني، باعتبار أن الحدث الأخير كان الأوروجينيز الكادومبي أو البايكالي. وانتشرت في الوقت نفسه بحار فوق قارية ملائمة لازدهار الستروماتوليت. وظهر عندئذ أن شيئاً من التفكك أخذ ينطلق في البانجيا. وإذا كانت أفريقيا وأمريكا بقتا متحدتين - وهذا وفاء لا مثيل له في التاريخ الجيولوجي - فإن الأطلسي الشمالي البدائي أخذ ينحفر بين الكراتون الكندي الذي ترتبط به غرونلندا وإيقوسيا، وبين الكتلة الأوروبية. وهذا هو المقعر الجيولوجي الكاليدوني مهد الأوروجينيز الأول ذي النمط الألبيني دون أدنى شك (سلاسل طويلة خطية ومقوسة على أطراف القارات)، في حين أن الأوروجينيز الهرسيني الذي يليه ليس سوى نسخة عن السلاسل البريكمرية بين الكراتونية.

إن المعطيات المناخية عن البروتيروزوي الأعلى متناقضة: فغزارة الكربونات والدولوميا والمنشآت الاشنية، تفترض مناخاً حاراً من جهة، ووجود التليث على النطاق الاستوائي (إيقوسيا كانت واقعة آنذاك على خط عرض ضعيف، ١٠° جنوباً) دعا إلى التفكير بوجود جليدية أو عدة جليديات عامة من جهة أخرى. فماذا عن هذه الجليديات في الواقع؟

إن الدراسة الشاملة التي قام بها SCHERMERHORN (١٩٧٤) تضع معتقد الأعمار الجليدية موضع الشك، وبخاصة عمر جليدية الأيوكميري المتمثلة برسوبات التلّيت واسعة الانتشار في الظاهر. ومع أن أعمار توضعات التلّيت هذه متنوعة جداً، فإن عمر تجمعين اثنين منها قد يكون صحيحاً، أحدهما تقريباً بين ٨٠٠- و ٧٠٠ مليون سنة، أي تحت التوضعات الكميرية بـ ١٠٠٠ م على الأقل، والآخر بين ٦٥٠- و ٦٠٠ مليون سنة. وتنتشر هذه التشكيلات على عدة مستويات. هذا ولا يوجد في أية حال أفق جليدي وحيد ذو انتشار أرضي واسع تحت الكميري مباشرة (شكل ١٨).



شكل ١٨ - توزيع التشكيلات الجليدية (التلّيت) والمكستيت في البروتيروزوي الأوسط.

إن الانتقادات التي صاغها SCHERMERHORN تنصب على هشاشة
العصبات التي تم قبولها من أجل وصف ما يدعى بالتليت. فتوضعات التليت الحقيقية
هي مورينات متصلبة، أي توضعات تكونت عبر جليدية على أرضية جليدية، أي
أرضية جليدية محززة. ولكن المنشأ الجليدي للتوضعات المعروفة بالتليت ليس مثبتاً
بالفعل في معظم الأحيان، أو أنه لا يصمد أمام تحليل معمق. ونذكر في هذا المجال
بعضاً من الأمثلة العديدة:

- السطح المحرز تحت تليت الإيوكمبري في منطقة بيغانغاريبا، في شمال
النروج. تعود التحزرات فيه إلى حصي مسحوبة على الرمل بفعل انزلاق في منطقة
غرينفيل (شمال غرب فرنسا) هي سيلان وحلي تحت مائي، متباين الحبات جداً،
حيث كانت الحصي قد تحزرت بحركة تفاضلية داخل اللحمية الصخرية
(VINTERER).

- توضعات التليت في منطقة دروكفيورد في شمال النروج التي اعتبرت لفترة
طويلة أنها توضعات تليت إيوكمبرية نموذجية، تبين لاحقاً أنها من عمر السيلوري.
وقد كتب FOYN آنذاك (١٩٦٧) ما يلي: «إن تعديل العمر (عمر التليت) يقضي
بأن يوضع منشأ الجليدية موضع الشك».

- يرى SCHERMERHORN أن تعبير «مكستيت» (Mixtite) الذي لا
يتضمن حكماً عن منشأ تلك التوضعات هو التعبير المفضل، لأن معظم التشكيلات
المسماة تليت ليست في الواقع كذلك. والمكستيت هي أغطية وحلية نهريّة أو
بحرية متداخلة في الغالب في رسوبات حطامية، متطبقة أو على شكل أسرة كلسية
أو دولوميتية، يمكن القبول بأنه إذا لم تكن الأرض متجلدة بكاملها في الإيوكمبري،
فقد كانت توجد محلياً أراض متجلدة تقدم مواد جليدية منقولة لتوضع في بيئة غير
جليدية. وتوضعات المكستيت هذه تكون غالباً متداخلة في تتابعات ثخينة جداً في
أحزمة حركية أو سطوحات غير مستقرة، في حين كان من المتوقع أن توجد في
المتباليات قليلة الثخانة في الدروع المستقرة، على شكل توضعات تليت حقيقية.

بانتظار أن تحمل إلينا دراسات جديدة معلومات دقيقة أخرى، يمكن الاستنتاج بأن البريكميري ينتهي بمناخ حار ورطب في جو غني ببخار الماء، ملائم لتشكيل الجليديات في المرتفعات. وقد يكون التزايد المتنامي لنسبة الأكسجين أحد عوامل ظهور حيوانات ذات قوقعة أو هيكل. كما أن فرضية «أزمة مناخية» على الحد بين البريكميري والكميري ينبغي أن توضع موضع الشك. والفائدة الوحيدة لهذه الفرضية هي في إظهار كيف أن معطيات غير مؤكدة في الليتوستراتغرافيا، معجمة بصورة مستعجلة، تعمل من الدلائل الهشة منشآت ضخمة واسعة الانتشار.

البريكميري في العالم

تظهر التكتشفات البريكمرية في الأماكن التي اتفق على تسميتها الدروع المنتشرة على القارات كافة. وقد كانت متحدة في الأصل في مجموعتين: لوراسيا وغوندوانا اللتين اتحدتا لفترة قصيرة من الزمن لتشكلا البانجيا، في بعض عصور البروتروزوي.

تمتد هذه الدروع بالطبع تحت تشكيلات الفانبروزوي لتظهر من جديد أحياناً في قلب جبال أحدث، كما هي الحال في «الجبال الصخرية» الأمريكية أو الكتلة المركزية الفرنسية وجبال الأمانوس وكتلة ماردين في سوريا. إن هذا الوجود الشامل للبريكميري في الأعماق يجعلنا نفترض بأنه يشكل ركيزة معظم القارات، ربما ما عدا مجال الأحزمة الخارجية جداً كمجال السلسلة الألبية.

٤ - ١ - الدرع الأفريقي

أفريقيا قطعة رئيسة في بنية قارة غوندوانا، وهي، مع أمريكا الشمالية، القارة التي نسبة الأراضي البريكمرية المتكشفة فيها أكبر منها في أي مكان آخر في العالم (٥٧٪). وبقايا النوى الأركية الأولى منتشرة اليوم في وسط كراتونات كانت قد

تصلبت خلال أحداث أوروجينية لاحقة، لتصح في نحو - ٥٠٠ م س كتلة واحدة ذات استقرار فريد.

إن المراحل الأوروجينية على مسار التطور الباليوجرافي لأفريقيا في البريكميري هي:

- الأوروجينيز الأزالي الذي شمل في الأركي، نحو - ٣٠٠٠ م س، منطقة ممتدة من تنزروف الشرقية حتى أدرار (LELUBRE)، وهي الكراتون الأول في غرب أفريقيا. وهذا الكراتون هو معقد من سحنات حبيبية كاملة الاستحالة، مع غنايس، شرنوكيت، لبيتينيت، كوارتزيت، وسيبولين.

- الأوروجينيز الإيوروني، الإيفواري أو البيريمي (نحو - ٢٠٠٠ م س)، وهو الذي شيد سلسلة ممتدة من الشمال إلى الجنوب عبر أفريقيا الغربية، من مناطق البربر حتى البرازيل. ولم يبق اليوم شيء من هذا الأوروجينيز سوى خط مساراته شمالاً جنوباً، وآثار التراكبات الكبرى المحترقة بانسدادات غرانيتية عديدة على شكل السباحات أو العناقيد، والمغطاة بانسكابات بركانية واسعة.

- الأوروجينيز الكياري (نحو - ١٠٠٠ م س) الذي شيد سلسلة كيارا - بورندي الكبرى (الكونغو)، والتي تحتوي على صخور بغماتيتية اندساسية. إنه أوروجينيز «ماتساب» في جنوب أفريقيا، المتميز بمكمن اليورانيوم في غاردونيا.

- الأوروجينيز الأفريقي العام (من - ٦٥٠ م س إلى - ٥٥٠ م س) الذي أدى إلى التحام الكراتونات الثلاث الكبرى في كتلة واحدة ضخمة عقب نهوض السلاسل الفاروزية والداهومية من المغرب إلى خليج غينيا، والسلسلة الكاتانغية من الموزامبيق إلى أنغولا. إن هذا الأوروجينيز الأساسي بالنسبة لتطور إفريقيا، يتجلى بتسخين دروع صلبة (مرحة تكنو - حرارية) مصحوب بإعادة تنشيط الركيزة الذي تدل عليه صخور البيوتيت. وتأخذ فيه صخور غرانيتية مواقعها، قاطعة بشكل دقيق تشكيلات قلبية أو حلقيه المظهر، مؤدية إلى تشكيل بنيات دائرية ذات انتظام مذهش بالنسبة لمراقب من طائرة أو من قمر اصطناعي (شكل ١٩).



شكل - ١٩ - بنية الريشة الدرقية من عصر البروتروزوي الأعلى والكبير (من مونتو وروميروول).

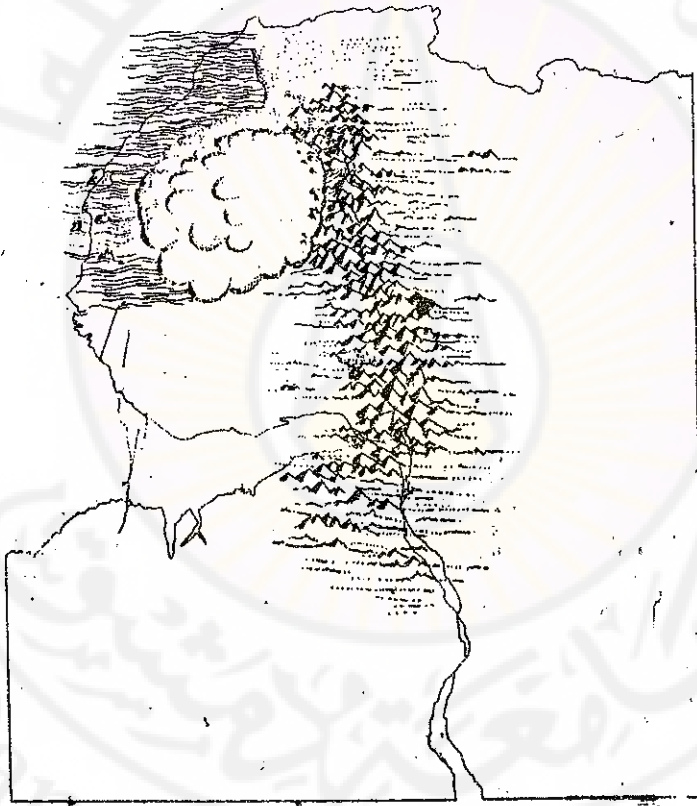
في منطقة الحجر، يأتي فوق تشكيلات الأزامي شديدة الاستحالة ما يلي:
- السُّغاري، تشكيلات مؤلفة من غنايس ذي بيوتيت، وميكاشيست ذي
سحنة أمفيبوليت، يعلوها مجموع بمعد تغلب فيه صخور الكوارتزيت والسيبولين.
- الفاروزي، تشكيلات لا متوافقة، هي تعبئة أحواض متطاولة بزممر رسوبية
(كوارتزيت، وصخور كلسية ذات ستروماتوليت)، أو زممر بركانية - رسوبية
(كونغولوميرا وريوليت)، تعلوها بلا توافق زمرة حطامية أرجوانية اللون ذات تليت.
ينتهي تاريخ البريكميري في منطقة الحجر بالمرحلة الإسكيلية المؤرخة بـ
٥٦٠ مليون سنة (كتلة أسكيل الغرانيتية)، وهي مرحلة واقعة على الحد تماماً بين
البريكميري والكميري.

في أفريقيا الغربية، في السُّغاري، تكون معظم التشكيلات حطامية في
الشرق، وتمر نحو الغرب إلى صخور كلسية ذات ستروماتوليت. وفي الفاروزي،
تكون الزمر رملية أو كلسية - بيليتية بصورة أساسية، مع تداخلات بركانية أساسية
عديدة. وإن وجود حصى محززة في عدة مستويات (CABY) يدل على أن
السلسلة الفاروزية كانت تتحمل بالقرب من القطب الشمالي في ذاك الحين،
جليديات لم تلبث أن سقطت كجبال جليدية في بحر الكميري المتجاوز على
الهامش الغربي للقبّة الجليدية (شكل ٢٠). وفي زمن الستروماتوليت نفسه أو قبل
ذاك، أي نحو ١٠٠٠ مليون سنة، كانت توجد كائنات حية مجهرية هي
البابيتوسفير (Babetosphères)، تم اكتشافها في أراضي البروتروزوي في أدرار التي
صعدت إلى مركز بنية «ريشا» الدائرية. وفي الغرب، تحتل السلاسل الموريتانية
مواقعها في الباليوزوي الأدنى.

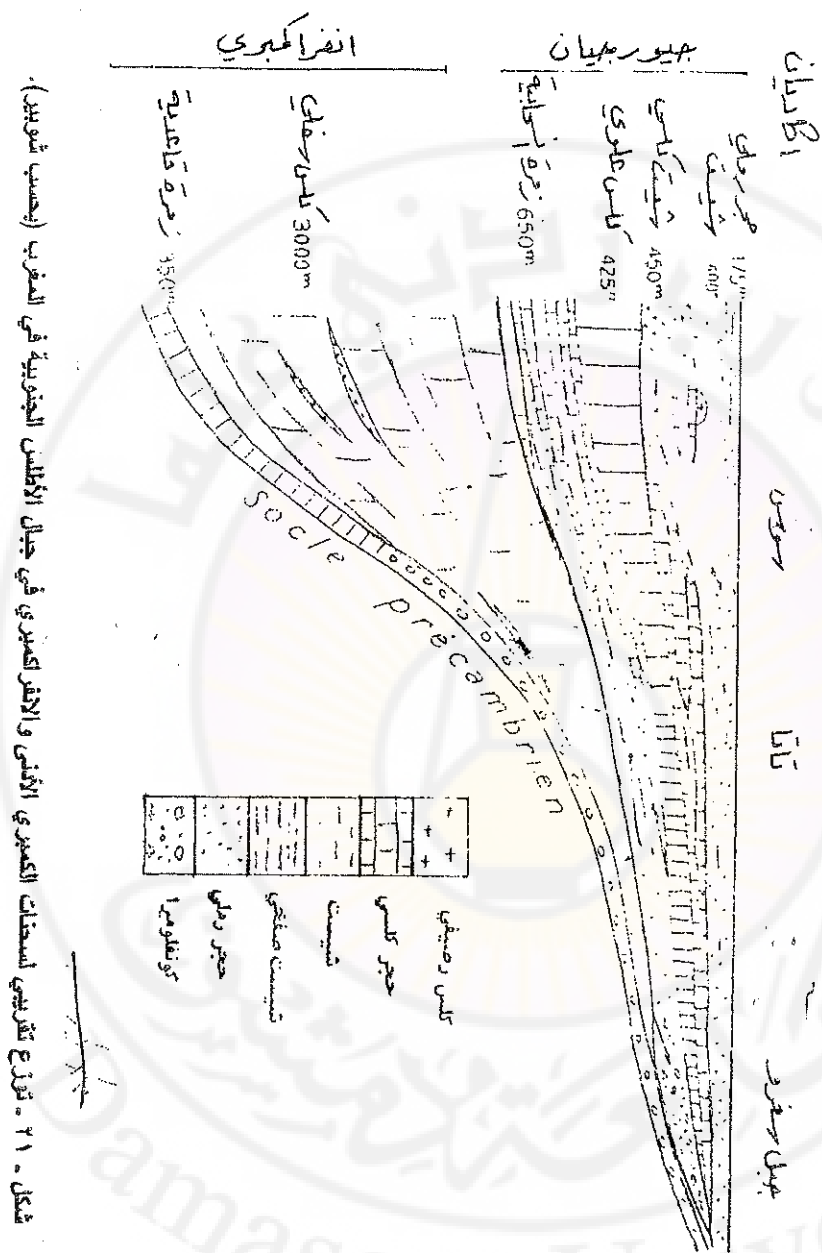
في منظومة «سوازيلندا» في جنوب إفريقيا، وجدت منذ الأركي، أي نحو
٣٥٠٠ مليون سنة، الآثار الأولى للحياة، ثم الاشنيات الزرق الأولى نحو ٣١٠٠
مليون سنة. ولقد درست تشكيلات البريكميري في جنوب أفريقيا بالتفصيل بسبب
غناها الكبير بالذهب واليورانيوم. وفي منطقة كميرلي، ثقت الركيزة البريكمبرية
دايكات (أو أنابيب) الكميرليت، وهي بيريدوتيت بريشي يحتوي محلياً على الألماس.

في جنوب المغرب (جبال الأطلس الجنوبية الغربية)، وفي مقطع أموسليك الكلاسيكي (على طرف سهل سوس)، وفي مقطع إسافين (جنوب أرهيم)، يمكن تمييز الطبقات التالية ذات التريلوبيات الصغيرة. وقد وصف ليتولوجيا من قبل CHOUBERT (شكل ٢١)، من الأسفل إلى الأعلى:

- زمرة أموسليك الشيستية - الكلسية ذات *Fallotaspis* (النطاقات I إلى III).
- زمرة أسافين الشيستية (النطاقات IV إلى VI).
- زمرة حجر رمل الصغير (نطاق VII).
- شيست أوريلين (نطاق VIII).



شكل ٢٠ - القبة الجليدية الأولى على السفوح الغربية للجبال الفاروسية في غرب إفريقيا في البروتيروزوي الأعلى (منذ نحو ٦٠٠ م س) (بحسب هابر).



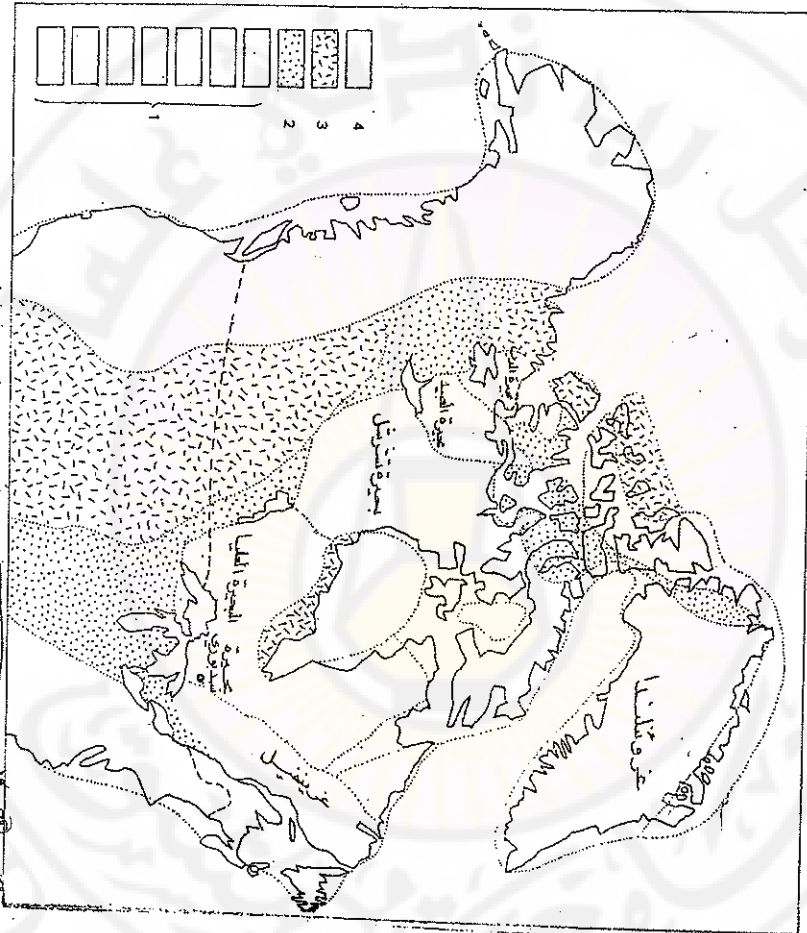
يميل اتجاه الرأي حالياً إلى وضع الحد بين البريكميري والكميري تحت النطاق ذي *Fallotaspis* و *Bigotina*. غير أنه توجد أيضاً تريلوبيتات صغيرة في مستوى أخفض يقابل على الأرجح المستويات ذات *Profallotaspis* في لينا.

في مدغشقر، يحتل البريكميري ثلثي مساحة الجزيرة. ويتألف من صخور استحالية كلسية أو سيليسية المنشأ، غنايس، كوارتزيت وميكاشيست ذي غرانيت وسيبولين مع صخور غرانيتية اندساسية.

تحتوي غالبية التشكيلات البريكميرية في أفريقيا ومدغشقر على اليورانيوم، وبخاصة في جنوب أفريقيا، والكونغو والنيجر والغابون. وفي هذا البلد الأخير، فإن شذوذات تراكيز اليورانيوم ٢٣٥ في اليورانيوم الطبيعي (٠,٥٪ بدلاً من ٠,٧٪) المجتمعة مع وجود الزمر النادرة الناتجة عن الانشطار النووي (نيوديم، ساماريوم، أوروبيوم، سيريوم) سمحت باكتشاف ظاهرة خارقة في نحو - ١٧٠٠ مليون سنة. فالنحتوى العالي من اليورانيوم ٢٣٥ في مكمن «أوكلو» سبب إغناء طبيعياً باليورانيوم من رتبة ٣٪، ووضع على الدرب مولداً (مفاعلاً) طبيعياً ضعيف الاستطاعة خلال مدة تقدر بمليون سنة. وإن ما اعتقده الإنسان عن اكتشافه في العام ١٩٤٢، لم يكن في الحقيقة سوى إعادة الاكتشاف: فالمفاعل الذري كان يعمل في البريكميري.

٤ - ٢ - الدرع الكندي

يمثل الدرع الكندي أكبر الأراضي البريكميرية المعروفة مساحة (يقرب من ٨ ملايين كم^٢، أي ١٥ مرة مساحة فرنسا، شكل ٢١). إن ثلاثة أرباع هذه السطحية متزامية الأطراف مؤلف من الغرانيت - الغنايس. وهي تمتد تحت تشكيلات الفانيروزوي في الولايات المتحدة، لتظهر، بفعل عمليات الحفر الطبيعي العميق، في أودية خائق كولورادو، في أريزونا. والطرف الجنوبي للدرع الكندي هو اليوم حدّ حتمي، إنه خط «غلينت» (Glent) الذي تمثله كويستة. ويزداد تضريس هذا الحد كثيراً بالقرب من حدود الولايات المتحدة بسبب الحفر الجليدي السذي نجمت عنه منخفضات تحتلها جزئياً اليوم البحيرات الكبرى.



شكل - ٧٧ - خارطة الأقاليم النباتية للدرع الكندي (١) ومجموعات النباتات الرئيسية في أمريكا الشمالية:
 ٧ - باليوزوي مسطح؛ ٣ - ميوزوي وسينوزوي مسطحين؛ ٤ - فالتيوروزي فالتي (بحسب كومبلا).

يقسم الدرع الكندي إلى عدة أقاليم تتظاهر فيها أحداث أوروغينية متتابعة، دون أن يكون من السهل دوماً إقامة ترابط بينها. على أن الآراء متفقة على تقسيم أعظمي واقع على حد الأركي - البروتيروزوي نحو - ٢٥٠٠ مليون سنة، ومميز بلا توافق كبير على كامل امتداد الدرع.

الأركي ممثل بـ ١٠,٠٠٠ م من تشكيلات رسوبية استحالية (زمر كيواتان). وهي صخور شيسية خضر شديدة الاستحالة، وصخور سيليسية (جسبيليت) مجتمعة إلى مقذوفات بركانية ثخينة ذات بنية وسادية (بيلولافا). والمجموع شديد الالتواء (الأوروغينيز الكيرون)، ويخترقه الغرانيت اللورنسي الأقدم من ٢٥٠٠ مليون سنة.

في كل مكان، يرتكز البروتيروزوي، الذي كان يدعى سابقاً بالألفونكي، دون توافق على الأركي، وهو مؤلف من ٢٠,٠٠٠ م من الكوارتزيت، والحجر الكلسي، والشيسيت، والغرواك، والأركوز، والكونغلوميرا، وخامات الحديد الاستحالية نوعاً ما. وتكون الصخور البركانية فيه أقل مما هي عليه في الأركي. إنما يلاحظ فيه عدة لاتوافقات، أي أحداث أوروغينية ليست دوماً سهلة الترابط من إقليم إلى آخر. ويقسم البروتيروزوي الكندي اليوم إلى قسمين: الأفيي (من ٢٥٠٠ - ١٦٠٠ مليون سنة)، والهيليكي (من ١٦٠٠ - ٩٠٠ مليون سنة). وفي فترة الهيليكي كان القسم الأعظم من الدرع الكندي قد تصلب.

في المنطقة المجاورة لبحيرة «هورون»، وإلى الغرب من «البحيرة العليا»، تشاهد زمرة ثخينة (٣٠٠٠ م) من الكوارتزيت، والحجر الرملي والكونغلوميرا (الهوروني) وفي مجموعة الكونغلوميرا، كان قد اعتقد أنه تم التعرف على الحصى المحززة الأولى (تليت غوغاندا).

تشكل زمر «كيوينان» المجموع الثاني الكبير في البروتيروزوي في منطقة البحيرة العليا. وتميز هذه الزمر سحنتان بتوغرافيتان: الطبقات الحمر واللابات. تبلغ ثخانة الأولى ٥٠٠٠ م، وهي مؤلفة من صخور رملية، وماران متورق وكونغلوميرا. أما اللابات، فإنها تخترق الطبقات الحمر وتغطيها، حيث تبلغ ثخانتها

٨٠٠٠ م. وهي صبات بازلتية، حويصلية أو لوزية، مختلفة عن البيلولافا، فقد سالت على سطح قاري. وتشتق هذه الزمر أجسام مفصليّة أساسية، أهمها باتوليت الغابرو في منطقة «دولوث» الذي تم تأريخه بـ ١١٠٠ مليون سنة.

في جنوب أونتاريو، على بعد عدة كيلومترات من «زمر غرينفيل»، توجد «بنية سودبوري» الممكن الضخم للنحاس والنيكل، والتي أشير إليها لفترة طويلة على أنها «لوبيوليت» نموذجي، وهي في الواقع ناجمة عن ارتطام نيزك ضخم منذ نحو ١٧٠٠ مليون سنة، وهي أقدم ما هو معروف من هذه البنيات على سطح الأرض (شكل ٢٣).

كانت «زمر غرينفيل» في مقاطعة كيبيك الجنوبية (شكل ٢٢) تعد لفترة طويلة من الأركي، بسبب درجة استحالتها العالية، وتشوهات الشديدة، ووجود عدد كبير من الاندساسات الغرانيتية. ولكن التوزيع المتوافقة لعمليات تأريخ إشعاعي عديدة بينت أن هذه الزمرة أحدث من الأركي، وأنها معاصرة «لزمرة كيوبيناوان» في البحيرة العليا. هذا، وقد سبب احتلال «زمرة غرينفيل» موقعها منذ نحو ١٠٠٠ مليون سنة التحام قسارتي لوراسيا وغوندوانا، وتشكيلهما معاً قارة البانجيا الأولية.

في المناطق التي فيها الدرع الكندي مغطى بأراضي الفانبروزوي، توافر إمكانان طبيعيان لبلوغ أراضي الدرع: نهوض الجبال من جهة، وحفر الأودية بعمق من جهة أخرى. فالإمكان الأول تحقق في «الجبال الصخرية»، والثاني في خائق كولورادو الكبير.

أ في قلب «الجبال الصخرية» في الشمال وحتى الكولورادو في الجنوب، توجد تشكيلات صخرية شديدة الاستحالة والفرنّة، هي من بين أقدم التشكيلات المؤرخة في أمريكا الشمالية (-٣١٠٠ مليون سنة). تأتي فوقها «زمر بيلت» أو «البلي» التي ثخانتها ٨٠٠٠ م والمؤلفة من صخور رملية ناعمة، وغضاريات متورقة، ومن طبقات ثخينة جداً (١٠٠٠-١٥٠٠ م) من حجر كلسي رصيفي ذي ستروماتوليت، وهي توضعات سطحية قارية تهابطية غذتها مجلوبات حطامية ناعمة.

شكل - ٢٣ - تفصيل

بجانبه بمسودتي

بدءاً من ارتطام

النيزك منذ نحو

١٧٠٠ مليون سنة

(بحسب فريش).

١ - سقوط النيزك

(سرعة النيزك

مقدرة ب ١٥ كم/ثا،

طاقة محركة

2×10^{21} إرج).

٢ - تبخر النيزك

والصخور الأرضية،

ثم انصهار وارتجاج

الصخور.

٣ - الصخور

المنصهرة التي أدت

إلى صخور متكسرة

(الأسهم). النطاق

المنصهر يقترب من

قاعدة القشرة التي

كانت أقل ثخانة

آنذاك. ٤ - انهيار

طرف فوهة الحفرة

الحاصلة. ٥ - تمايز

الصخور المنصهرة

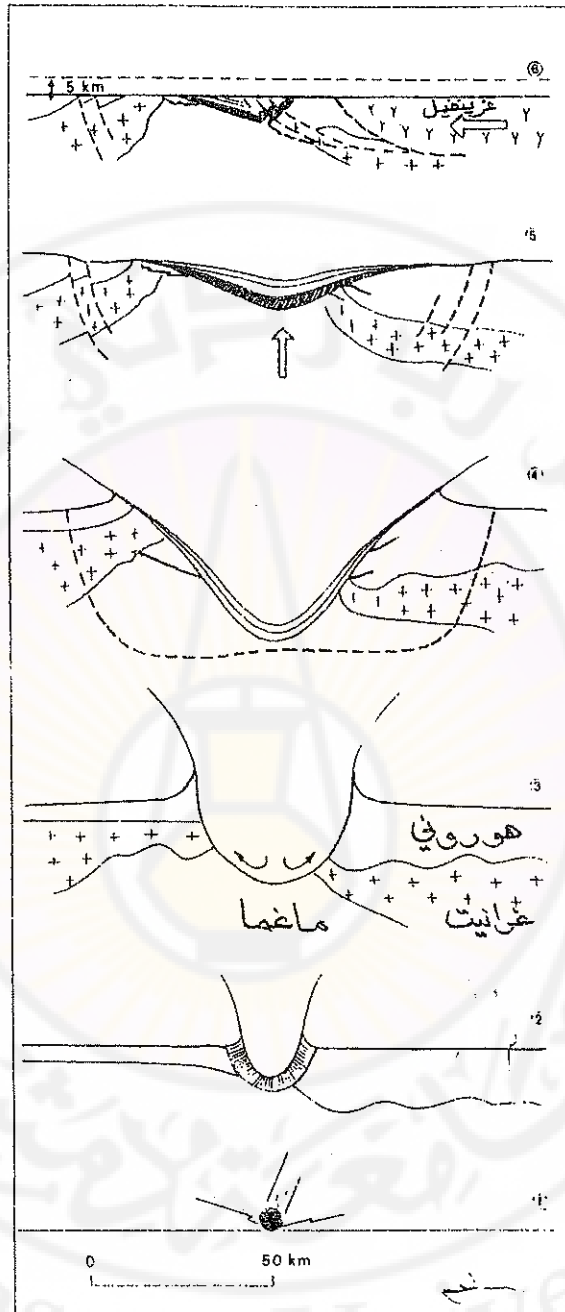
على شكل نوريت

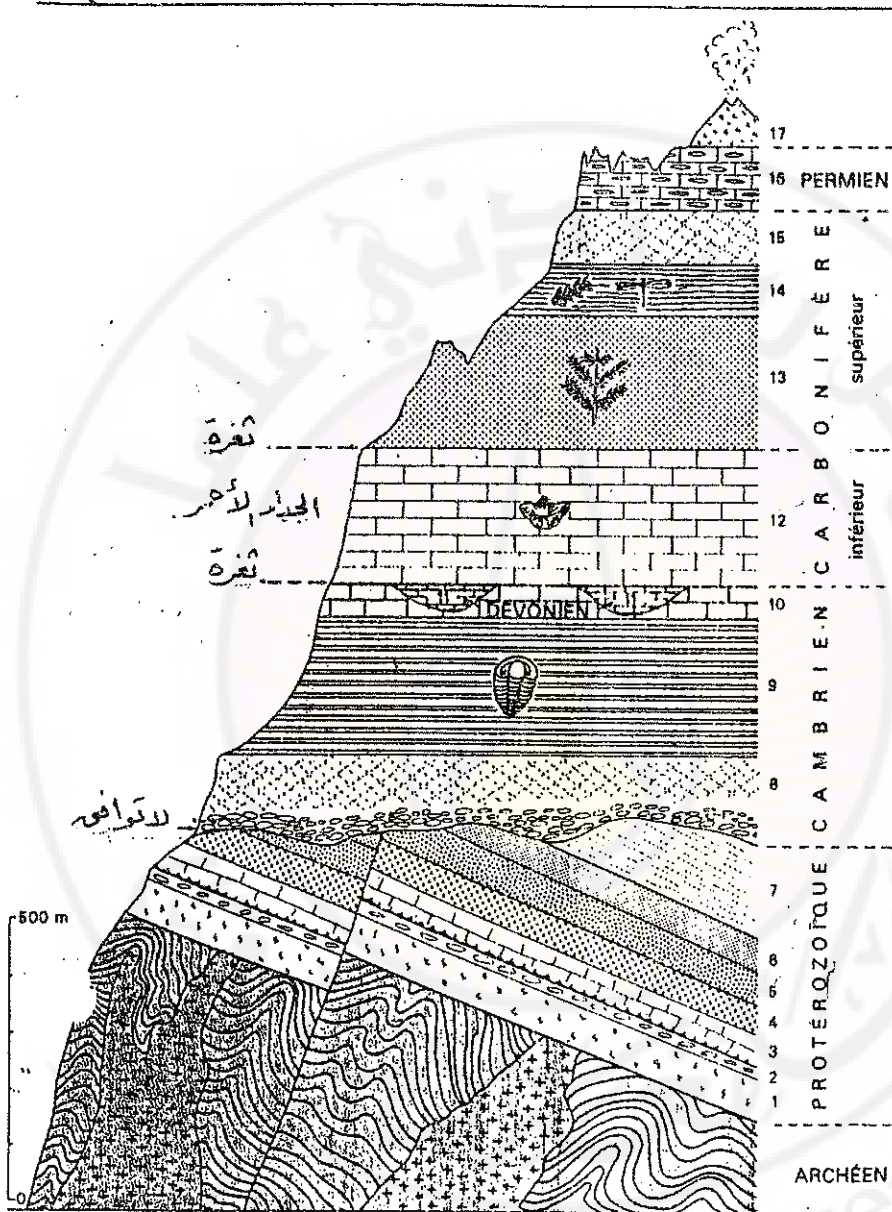
نيكلي وبغلاتيت

دقيق. ٦ - تراكيب

غرينفيل (منذ نحو

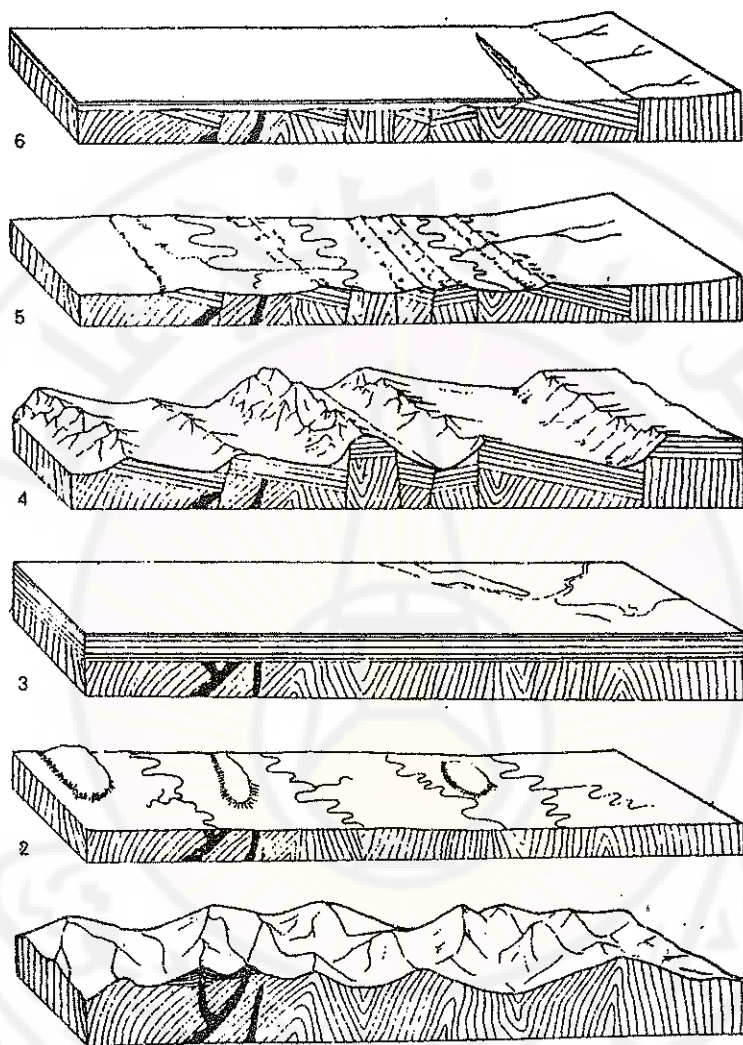
١٠٠٠ م س).





شكل - ٧٤ - مقطع خائق نهر الكولورادو الكبير

شكل - ٢٥ - مراحل مختلفة لبللجف الأقي منطقة خالق كولورادو الكبير في الترياسي (بحسب ديتل وراج).



أظهر سرير نهر الكولورادو، في عمق الخائق الكبير، معقداً مجمداً تتعاقب فيه أسرة من الميكاشيست الكوارتزي أو سحنات الأمفيوليت، والكوارتزيت، والغنايس (شكل ٢٤). وتشير بنيات هذا المعقد إلى منشأ رسوبي تتداخل فيه اندفاعات بركانية. وهذه هي زمر الأركي الثخينة (٨٠٠٠م) المتعددة الطي، والمقطوعة أخيراً بغرانيت عمره من ١٦٠٠ إلى ١٨٠٠ مليون سنة.

تغطت منطقة أريزونا في البروتروزوي بمعقد دلتاوي أو شاطئي، ثخائته ٣٠٠٠م، يدعى «زمرة الخائق الكبير». تبدأ هذه الزمرة بكونغلواميرا حمراء، تليها طبقات كلسية، وشيست مرقش، وكوارتزيت، وحجر رملي ناعم ذو *Cryptozoon*. ويوجد فوق هذه الزمرة مجموع رسوبي أكثر ثخانة مؤلف من مارن متورق (شكل ١٩). وتؤكد شقوق الجفاف وآثار قطرات المطر على سطوح بعض الطبقات أنها إشارات طفو لا يقبل الجدل. فقد ارتفع هذا المجموع، وتشوه قليلاً، وتجزأ إلى كتل جبلية بفوالق كبيرة. وتجعلنا بعض الاعتبارات الهندسية نفكر بأن هذه الكتل الجبلية كانت ترتفع إلى أكثر من ٣٠٠٠م فوق سطحها الحالي. وهذا السطح هو مستوى حتم تشكل أثناء البروتروزوي الأعلى، قبل التجاوز الكميري (شكل ٢٥).

لن نترك قارة أمريكا الشمالية قبل أن نشير إلى غنى الدرع الكندي بالمعادن وهي: الذهب، الفضة، الحديد، النحاس، النيكل. ومن أجل هذين المعدنين الأخيرين، رأينا أن الإنسان كان يرجع ظهورهما إلى سقوط نيزك «سودبوري»، حيث يشير مظهر ارتطامه الواسع بالأرض، والذي يعود إلى ١٧٠٠ مليون سنة، مظهر «البخار» القمرية من حيث شكله، وأبعاده، أو محتواه.

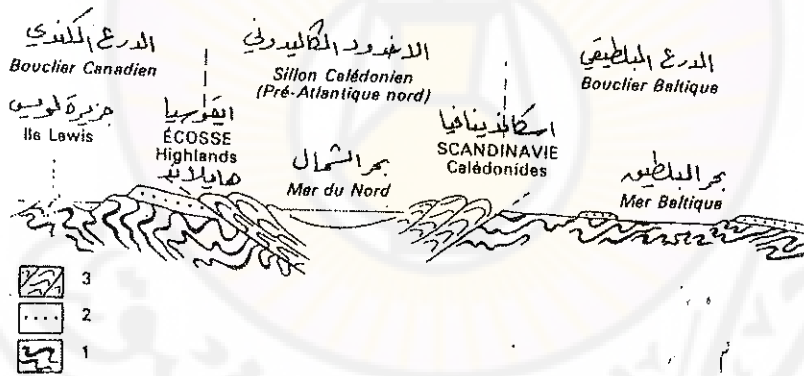
٤ - ٣ - البريكميري في المناطق المستقرة في أوروبا

المنطقة الكميرية الوحيدة المستقرة في أوروبا اليوم هي الدرع البلطقي. تغطي هذا الدرع توضعات الفانيروزوي المتباينة في ثخاناتها. فهو يمتد هكذا تحت هذه التوضعات باتجاه الجنوب الشرقي مشكلاً عماداً سطحية أوروبا الشرقية الكبيرة (سرماتيا). ولا يظهر على السطح إلا في أكرانيا (شكل ٢٦).

إن هذا المجموع الواسع المستقر، الذي لم يتشوه إلا قليلاً منذ ١٠٠٠ مليون سنة، تأثرت أطرافه بعد هذا التاريخ بأحداث أوروغينية هي على التوالي:

- الأوروغينيز الأسنتي أو الهايكالي أو الكسادومي، بخاصة في الشرق (الأورال)، والشمال الشرقي (تيمان)، في البروتيروزوي الأعلى.
- الأوروغينيز الكاليدوني في الشمال الغربي (سكاندينافيا)، وفي الغرب (إيرلندا، إيقوسيا، إنكلترا)، في الباليوزوي الأدنى.
- الأوروغينيز الهيرسيني في الجنوب، أي في المناطق الحركية في أوروبا، في الباليوزوي الأعلى.

لإتمام هذه النظرة الشمولية، ينبغي الإشارة إلى قطعة صغيرة من الدرع الكندي (أقصى الشمال الشرقي من إيقوسيا وجزر الهيريد) تبعت المصير الأوروبي بعد الانفتاح النهائي للأطلنطي الشمالي في السينوزوي (شكل ٢٧).



شكل ٢٧ - مقطع تخطيطي عبر الحفرة الكاليدونية بين إيقوسيا، وكانت
ما تزال متصلة بالدرع الكندي، وبين سكاندينافيا.

١- بريكميري الدرع؛ ٢- البروتيروزوي الأعلى وكميري الدرع؛
٣- البروتيروزوي الأعلى وكميري الحفرة الكاليدونية.

٤ - ٤ - الدرع البلطقي

تشكل الدرع البلطقي من تزايد القشرة السيلية مع الأحداث الأوروغينية المتتابعة من الشرق نحو الغرب، وهي:

- الدورة الأولى، وفيها نوى وبقايا صخور بلورية، كصخور غنايس ذات المغنيتيت القديمة جداً (أركي، من ٢٦٠٠ إلى ٣٥٠٠ مليون سنة).

- الدورة الثانية، التي نتجت عن اتحاد جزئين واسعين وسلاسل مجمدة شديدة الاستحالة في كتلة واحدة تغطي القسم الأكبر من السويد وفنلندا وكاريليا الروسية. وتحتوي الطبقات الشيستية في فنلندا على المستحاثات الشهيرة *Corycium enigmaticum*. وفي كاريليا، وجدت طبقة الشنجيت (*Shungite*)، وهي طبقة فحمية استحالية، ثخانتها ٢م، وهي وسط بين الغرافيت والانترايسيت. كما وجدت صخور دولوميتية ذات بنية عصائية (*Carelozoon jatulicum*) وذات ستروماتوليت (*Collenia*) من شبه جزيرة كولا). وهذه التشكيلات القديمة (١٨٠٠ مليون سنة) هي إشارة إلى حياة نباتية كثيفة، قديمة جداً، في البحار فوق القارية في الدرع البلطقي.

- الدورة الثالثة، وهي تقابل نشاطاً مغماتياً كبيراً جداً، وضع في المكان صخور غرانيتية اندساسية رافقتها صخور بركانية حامضية. وفي نهاية هذه الدورة توضع صخور رملية قارية حمراء.

- الدورة الرابعة، وقد أدت في الجنوب إلى سحنات استحالية عميقة (أنارتوزيت).

- الدورة الخامسة، وهي نهاية أزمنة البريكميري، تقابل في سكاندينافيا فترة هدوء أوروغيني كبيرة.

يبدو الأيوكميري بمعناه الضيق كفترة انتقالية إلى الباليوزوي. فهو يبدأ في شمال سكاندينافيا بتوضعات التليت المستقرة بلاتوافق خفيف على رسوبات

البريكمبري الأخيرة. وتلي ذلك مرحلة جليدية ثانية عمّت كل سكاندينافيا مشكلة أفقاً مستمراً من الشمال إلى الجنوب.

٤ - ٥ - الألب السكاندينافية

تعرف في جبال الألب السكاندينافية زمراً مقعراً جيولوجياً من عمر الكمبري والسيلوري. وتوجد في قاعدة هذه الزمر صخور استحالية (غنايس) ورسوبات حطامية (بريش، كونفلوميرا، أركوز) تعرف تحت اسم صخور «الساباراغميت» التي هي بمعظمها من عمر البريكمبري. وتمثل هذه المنطقة مقعراً جيولوجياً، استمر الترسب فيه خلال الباليوزوي الأدنى، هو المقعر الجيولوجي الكاليدوني (شكل ٢٧).

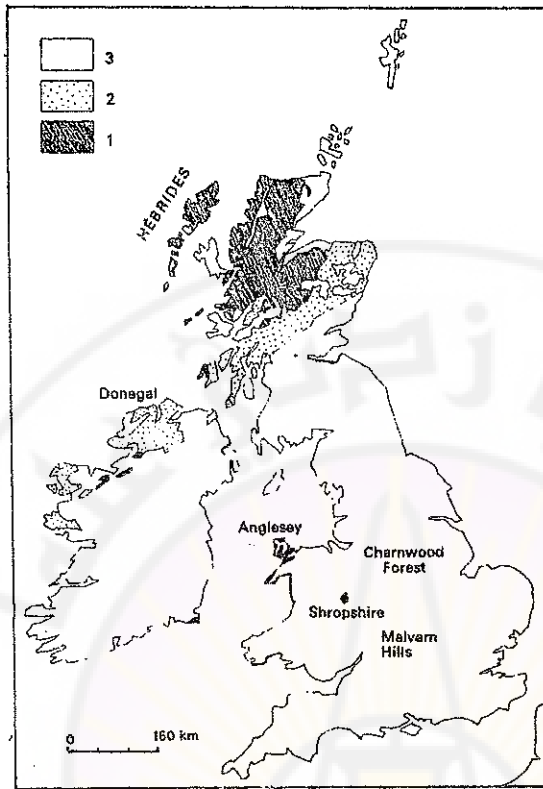
٤ - ٦ - الجزر البريطانية

تتكشف الأراضي البريكمبرية في الجزر البريطانية في إيقوسيا وفي شمال غرب إيرلندا (شكل ٢٨).

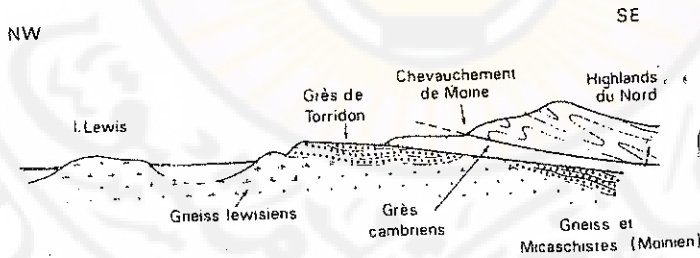
في سلاسل الهيريد (جزر لويس)، وعلى امتداد الساحل الشمالي الغربي لإيقوسيا، تتكشف صخور قديمة من الغنايس، تعرف باسم «الغنايس اللويسية»، تعلوها طبقات من حجر رملي خشن (حجر رمل توريدون)، ضعيفة التجمع. وبمجموع هذه الصخور مغطى دون توافق بحجر رملي أبيض اللون، شبه أفقي، حاو على مستحاثات من التريلوبيات العائدة للكمبري الأدنى.

على امتداد خط التخلع الممتد من مدينة توريدون حتى مدينة لوش إيريسول، تكون التشكيلات السابقة مغطاة بمقعد من الغنايس والميكاشيست (المواني). وتحرر هذه نحو الأعلى إلى شيست في الحقب الأول.

ينبغي أن نميز إذن في شمال إيقوسيا زمريتين من أراضي البريكمبري، كان لكل واحدة منها تطور مختلف:



شكل - ٢٨ - البريكمبري في بريطانيا: ١- البريكمبري. ٢- أراضي الانتقال من البريكمبري إلى الكمبري. ٣- الفانيروزي.



شكل - ٢٩ - مقطع تخطيطي لجزر الهيريد في هايلاند إيقوسيا يبين تراكيب شيست المواني على رمل الكمبري.

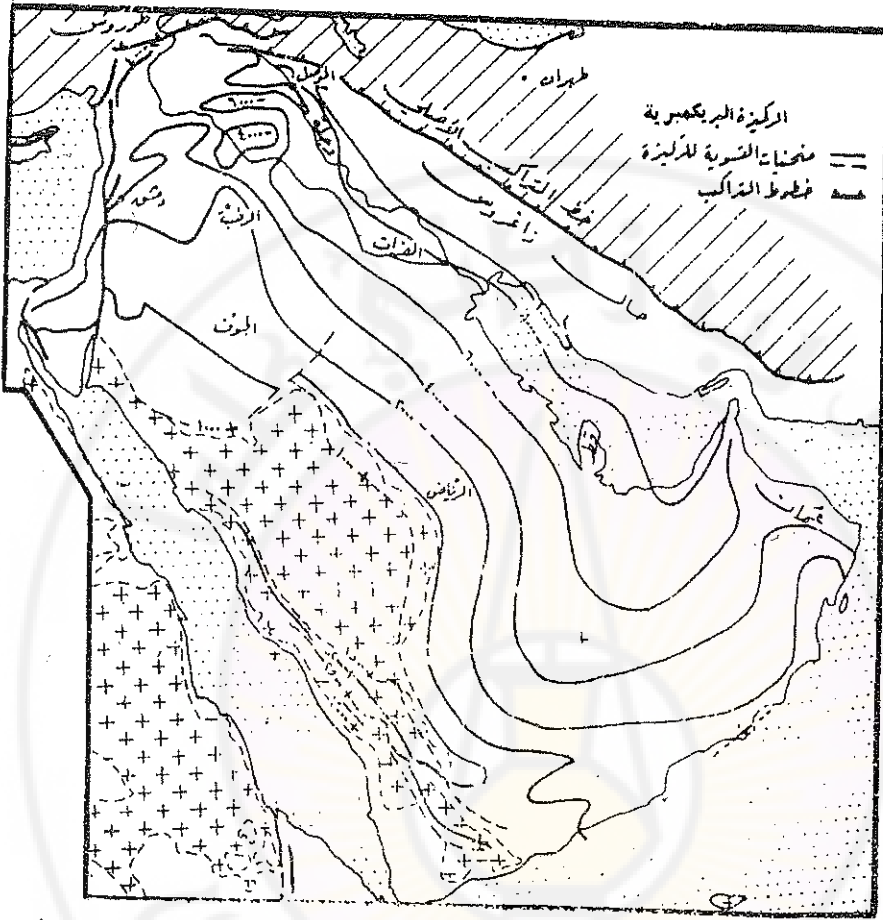
أ - زمرة من الغنايس اللويسية، مجمدة بطي بريكميري، ومغطاة بتوضعات كميرية شبه أفقية. وهذا يدل على أن منطقة الهريد هذه، كانت تشكل منذ نهاية البريكميري جزءاً من ركيزة قارية، لم تتعرض بعد ذلك للطي أبداً. وتعرف هذه الركيزة القديمة بالدرع اللويسية (شكل ٢٩).

ب - معقد صخور الغنايس والميكاشيست (المواني) في منطقة هايلاند من عمر البريكميري أيضاً، وهو مغطى بالأراضي الكميرية - السيلورية المجددة. وقد تعرض مجموع هذه الأراضي للحرف والتحميل في الاتجاه الشمالي الغربي فوق الزمرة اللويسية. فمنطقة «هايلاند» استمرت تلعب خلال الحقب الأول دور حوض رسوبي أو مقعر جيولوجي، ولم تدخل في المجال القاري إلا في نهاية السيلوري. فهي تنتسب إذن إلى مجال المقعر الجيولوجي الكاليدوني، مهد السلاسل الكاليدونية المقبلة.

٤ - ٧ - البريكميري في سوريا والمناطق المجاورة

تستند الصخور الرسوبية في شبه الجزيرة العربية إلى ركيزة مؤلفة على العموم من الغرانيت. وتظهر هذه الركيزة على السطح، على امتداد شواطئ البحر الأحمر وخليج العقبة (الدرع الأفريقي أو الطرف الشمالي الشرقي من الدرع الأفريقي). وتتقدم هذه الركيزة بعيداً داخل شبه الجزيرة العربية حتى مسافة ٦٥٠ كم من الشاطئ الشرقي للبحر الأحمر (الدرع العربي). وتظهر أجزاء منها على امتداد الشواطئ الجنوبية لشبه الجزيرة العربية، في اليمن وعدن وظفار (شكل ٣٠). ويستمر تكشف الركيزة الغرانيتية نحو الشمال، على امتداد حافة الهضبة الأردنية، حتى الطرف الجنوبي الشرقي للبحر الميت، حيث يختفي بعد ذلك تحت الصخور الرسوبية.

يتميز في غرانيت الركيزة العربية نوعان: غرانيت رمادي شديد التفسخ، غني بالبيوتيت، وجرانيت وردي فقير بالبيوتيت والأوليغوكلاز. والجرانيت الرمادي أقدم من الغرانيت الوردي.



شكل - ٣٠. رسم تقريبي يبين مناطق تكشف الركيزة الغرانيتية في شبه الجزيرة العربية. الإشارة + تشير إلى مناطق الركيزة على الخريطة (الدرع العربي).

تعلو هذه الركيزة الغرانيتية في الجنوب الشرقي من البحر الميت، صخور مؤلفة من بريش وكونغلوميرا ذات حصي ولاميد من الغنايس والغرانيت والغابرو... تعرف باسم «تشكيلة ساراموج»^(١). وتخترق هذه التشكيلة قواطع عديدة من الدوليريت (شكل ٣١ و ٣٢).

(١) نسبة إلى وادي ساراموج الواقع في الجنوب الشرقي للبحر الميت.

تغوص الركيزة العربية تحت طبقات الفانيروزوي باتجاه الشرق والشمال الشرقي والشمال. ولا تظهر بعد ذلك على السطح إلا في أقصى الشمال، في المنطقتين التاليتين:

- على السفح الشرقي لجبال الأمانوس، حيث يكون قسمها العلوي مؤلفاً من شيسيت رملية، شبه شاقولي. وتستقر فوقه دون توافق، زمرة رسوبية غير مجمدة شبه افقية، ذات مستحاثات كميرية من التريلوبيات.

- بالقرب من ديريك، على بعد ٤٠ كم إلى الغرب من ماردين. ويكون القسم العلوي من الركيزة مؤلفاً من حجر رملية كوارتزي، تستقر فوقه زمرة رسوبية من الكميري شبيهة بمثلتها في جبال الأمانوس.

لقد بين التأريخ الإشعاعي لصخور الأمفيوليت في المعقد الأفوليتي في منطقة البسيط، في الشمال الغربي من سوريا، أنها من دور الكريتاسي. وقد كان يعتقد من قبل أنها من البريكميري.

الفصل الرابع

الباليوزوي

صفات عامة

إن حقبة الباليوزوي أو حقبة الحياة القديمة (من اليونانية، باليوس: قديم، زوون: كائن حي) يدشن الدهر المسمى بالفانيروزوي أو دهر الحياة الجليّة (من اليونانية: فانيروس: جليّ)، أي الأزمنة المستحاثية. مدته ٣٥٠ مليون سنة، فهو بذلك ليس الحقب الأطول مدة بين أدوار دهر الفانيروزوي فحسب، وإنما يمثل وحده مدة أكبر بكثير من مجموع حقبة الميزوزوي (حقبة الحياة المتوسطة) وحقبة السينوزوي (حقبة الحياة الحديثة) مجتمعين. من المناسب أن تبقى هذه الأرقام حاضرة في ذهن لکي نقدر بصورة أفضل أهمية الأحداث والتبدلات التي أثرت خلال الباليوزوي، في تطور الكرة الأرضية، وكذلك تطور العالم الحي.

يقابل حقبة الباليوزوي في الواقع دورتين أوروجينيتين كبيرتين: الكاليدونية والمهرسينية، أي كم من التغيرات الباليوجغرافية العميقة تعاقبت خلال هذا الحقب. وإنه لمن المستحيل تقريباً التصدي لإعادة بناء دقيقة لهذه الأزمنة البعيدة.

إن الترسيب الباليوزوي متنوع، إلا أنه يمكن أن يلحظ بأن الترسيب الحطامي كان غالباً بصورة عامة في الباليوزوي الأدنى، في حين أصبحت التوضعات الكلسية أكثر غزارة في الباليوزوي الأعلى. وينبغي أن يكون هذا التنوع الزمني للترسيب تابعاً

بشكل خاص لنمو الغطاء النباتي القاري وإلى تزايد عدد الكائنات الحية المثبتة لكاربونات الكالسيوم. ويشكل الإطار المناخي دون شك عاملاً مهماً في هذا التنوع، إلا أن المناقشة حول المناخ القديم في الباليوزوي تظل حديثة. من الناحية البيولوجية تبدي نباتات وحيوانات الباليوزوي طابعاً بدائياً. إلا أن هذا الحقب يمثل مع ذلك فائدة كبرى لتطور الحياة. فالكائنات الحية هي في الواقع مختلفة في الوقت نفسه عن كائنات البريكميري وعن الكائنات الحالية، ولكن الشعب الكبرى تكون ممثلة قبل نهاية الباليوزوي، حيث تظهر وتتطور في هذا الحقب خفيات إلقاح وعائية، جليات إلقاح عريانة البذور، الشعب المختلفة للحيوانات التوالي، صفوف عديدة من الفقاريات (عديمات الفكوك، الأسماك، البرمائيات، الزواحف). وتحقق مجموعات كبرى كامل تطورها حتى انقراضها خلال الباليوزوي: الفوزولينات، الأركيوسياتيدات، التتساكيلوئيدات، التريلوبيتيات، النيسستوئيدات، الغرابتوليتات، ... إلخ.

I - التقسيمات والحدود

يقسم حقب الباليوزوي إلى ستة أدوار: الكميري، الأوردوفيشي، السيلوري، الديفوني، الكربوني، والبرمي. تقابل الأدوار الثلاثة الأولى الدورة الكاليدونية، وتقابل الأدوار الثلاثة التالية الدورة الهرسينية. الحد الأدنى للباليوزوي أصبح موضع جدال ومناقشات منذ أن تعددت الاكتشافات الباليونتولوجية في نهاية البريكميري. فحتى العام ١٩٥٠، كانت قاعدة الباليوزوي تختلط مع قاعدة النطاق ذكي *Olenellus*، أي عملياً مع ظهور التريلوبيتيات. وكانت الأراضي الأقدم تعد من أراضي الكربتوزوي، وهو مفهوم، لا يمكن التمسك به، كما رأينا ذلك في مجال دراسة البريكميري.

الحد الأعلى أو الحد بين البرمي والترياسي، هو أيضاً غير دقيق، سواء لوجود استمرارية في الترسيب من النمط القاري، أو سواء ما يلاحظ في مجال بحر التيتس من وجود نطاق انتقالي تنوجد فيه عناصر من حيوانات برمية وترياسية. مع ذلك،

فالبرمي على العموم ختم نهاية فترة كبيرة من تاريخ الأرض، هي المرحلة البالاتينية، وأنهى في أوروبا الدورة الأوروجينية الهرسينية، وسوف يعرف العالم الحي الذي أصبح فقيراً جداً انطلاقة جديدة خلال الترياسي.

سوف نتفحص المنظومات المختلفة في إطار الدورتين الأوروجينيتين الكبيرتين معتبرين دور الديفوني بتقريب أولي، كمرحلة انتقالية بينهما. ولا يقوم العمل بهذه الطريقة على تحليل بنيوي للسلسلتين الكاليدونية والهرسينية، ولكنها تسمح، في منظار ديناميكي، بمواجهة الخصائص الرسوبية والباليونتولوجية لمرمر الباليوزوي في أوروبا وشمال أفريقيا.

المراحل التكتونية	عمر بدء الوحدة	المدة بملايين السنين	منظومات أو أدوار
الأوروجينيز الهرسيني	٢٨٠	٤٠	برمي
	٣٦٠	٨٠	كربوني
الأوروجينيز الكاليدوني	٤١٠	٥٠	ديفوني
	٤٤٠	٣٠	سيلوري
	٥١٠	٧٠	اردوفيشي
	٥٧٠	٦٠	كمبري

جدول - ١ - التقسيمات الرئيسية للباليوزوي

II - لمحة بالباليونتولوجية

إن سائر مجموعات الحيوانات اللافقارية كانت موجودة منذ بداية الباليوزوي. أما الحيوانات الفقارية (باستثناء الطيور والثدييات) فكانت تنوع



من أكثر المستحاثات الكبيرة المعتمدة حالياً، يمكن أن نذكر من بين الحيوانات الكبيرة، التريلوبيات (منذ الكامبري)، الغرابوليات (سيلوري بشكل خاص)، عضديات الأرجل (سيلوري، ديفونى)، الغونياتيات (ديفوني، كربوني)، ومن بين الحيوانات الدقيقة، المنخربات (برمو - كربوني)، الكونودنتات، Acritarches، والحيوانات الكيتينية.

تمهر نهاية الباليوزوي، على المستوى البيولوجي، بأزمة حقيقية، ناتجة في الغالب، جزئياً على الأقل، من تغيرات مهمة باليوجرافية ومناخية قديمة تغلق الدورة البرسنية. ويتجلى إفقار الحيوانات البرمية بالنسبة لبعض المجموعات بتغير ضئيل مع نماذج خاصة جداً أحياناً (Lythoniidae و Richthofeniidae من عضديات الأرجل)، وبتقهقر غير عكوس لبعضها الآخر (سقفيات القحف)، أو بانقراضه (التريلوبيات، الغونياتيات، السيستوثيدات).

III - لمحة باليوجرافية

تبدي المخططات الباليوجرافية الموضوعة للباليوزوي صفة شديدة البدائية، وينبغي عدّها كفرضيات عمل. وتنجم هشاشة هذا البنيان من أسباب متنوعة: - فضائية: في إطار الفرضية الحركية المقبولة حالياً (توسع القيعان الأفيانوسية)، من الصعب إعادة بناء العلاقات الدقيقة في الباليوزوي للمجالات الجغرافية المتنوعة الحالية.

- مؤقتة: إن التقسيمات الكبيرة لأزمنة الباليوزوي حيث لكل طابق مدة زمنية طويلة جداً، تؤدي إلى تنضد أوضاع غير متزامنة ومتباعدة زمنياً أحياناً، في التراكيب الباليوجرافية.

إن المحاولات الباليوجرافية لهذه الأزمنة البعيدة، على مقياس كبير كمقياس الأرض مثلاً، ينبغي أن تكون موضع تحفظ. ولقد سمح تفسير المعطيات الباليومغناطيسية هذه السنوات الأخيرة بوضع نماذج لخرائط مفيدة، مع أنها افتراضية جداً، لكونها تبين بوضوح أن الترتيب النسبي للكتل القارية الحالية، وبالتالي التوضعات التي تحملها هذه

الكتل، كانت مختلفة بشكل أساسي خلال الباليوزوي. وفي مجالات أضيق، كمجال الصفائح الأوراسية الحالية مثلاً، تكون موثوقة تلك البنى متغيرة بحسب المناطق. فالتطور التكتوني المعقد في أوروبا الغربية مع كل الانضغاطات التي يفترضها والإزالات التي يسببها، يجعل هذا البناء حدسي في الحالة الراهنة من المستندات المتاحة. على العكس، فإنه في إطار أحواض الباليوزوي غير الأوروجينية (السطيحة الروسية)، تكتسي المحاولات الباليوجرافية صفة أقل حدساً.

تتميز بالباليوجرافية الباليوزوي بصورة إجمالية، باتساع المجالات القارية إثر اندماج سلاسل جبلية واسعة ناجمة عن الأوروجينيز الكاليدوني ثم الأوروجينيز الهرسيني حول الكراتونات البريكلمرية. وهذا المخطط التقريبي، العام بالحقيقة، نظراً لكون التغيرات العديدة للبحار فوق القارية على المجالات الكراتونية يُعطي أنماطاً من الباليوجرافيا حركية جداً في تفاصيلها. إنه مخطط مبسط إلا أنه يشير إلى اتساع المساحات القارية (قارة شمال الأطلنطي مثلاً) التي يشكل غزوها فترة حاسمة في تطور العالم الحي.

تظل التغيرات المناخية القديمة صعب إعادة بنائها. فآثار الجليديات معروفة في مراحل مختلفة في الباليوزوي. فبعد المرحلة الجليدية الإيوكمبرية التي أنهت الأزمنة البريكلمرية، والتي كانت عامة كما يبدو، عُرفت آثار جليديات أقل أهمية في الأردوفيشي الأعلى والكربوني. فتوضعات الأردوفيشي الأعلى الجليدية (تليت) كبيرة بخاصة في الصحراء الإفريقية، إلا أنه توجد أيضاً شواهد متنوعة في المغرب، وجنوب أفريقيا، وأمريكا الجنوبية وأوروبا الغربية (إسبانيا، النورماندي)، أما جليديات الكربوني الأعلى، فيبدو أنها بلغت بحال قارة غوندوانا فقط (القطب الجنوبي، جنوب أفريقيا، أمريكا الجنوبية، أستراليا، مدغشقر، شبه جزيرة الهند). وقد حدثت هذه الجليديات بين الفترات الحارة نسبياً في الواقع. وهكذا، فإن الباليوزوي، على الرغم من هذه المراحل الجليدية، يعطي بمجملة الانطباع بحقب حار مع تدرج حراري منخفض في خطوط العرض على ما يبدو. والتسائج الباليوجرافية لذلك هي ظاهرياً تشكل أقاليم متميزة في الغالب.

الأزمة الكاليدونية

تقابل الدورة الأوروجينية الكاليدونية (من كاليدونيا، الاسم اللاتيني لإيقوسيا) الباليوزوي الأدنى (٢٠٠ مليون سنة) المقسم إلى ثلاثة أدوار: الكميري (من كميريا، الاسم اللاتيني لبلاد الغال)، والأردوفيشي والسيلوري (أسماء من الشعوب القديمة لبلاد الغال: الأردوفيش والسيلور). وواقع أن المنظومات الثلاث قد تم تحديدها في بريطانيا يشير إلى الأهمية التي اكتسبتها أوروبا الشمالية الغربية من أجل إقامة ترابطات ستراتغرافية في الباليوزوي الأدنى.

I - الحدود والتقسيمات

يطرح الباليوزوي الأدنى في قاعدته مسألة الحد مع البريكميري، وفي قمته مسألة الحد بين السيلوري والديفوني التي تدخل من أجل حلها قرار دولي (١٩٧٢). وتبدي تقسيمات كل منظومة صعوبات أخرى سوف نتعرض لها باختصار.

١ - الكميري

طُرح اسم هذه المنظومة من قبل SEDGWICK في العام ١٨٣٥ على الأراضي المفترض بأنها سابقة لأراضي السيلوري التي كان MURCHISON قد أطلق عليها التتوهذا الاسم. وقد سبب غموض متعلق بتعاقبات الزمر الرسوبية وبالمستحاثات المدروسة من قبل SEDGWICK خلافاً على الحد بين المنظومتين. وفي النهاية، فإن الكميري، كما هو محدد اليوم، يقابل بالكاد الكميري الأدنى المحدد من قبل SEDGWICK (١٨٥٢).

الحد الأدنى للكميري يظل موضع جدل ومناقشات عرضنا لها عند دراسة البريكميري.

ويتعرض الحد الأعلى للكميري كذلك إلى تفسيرات متنوعة. فكان لـ SEDGWICK رؤية أوسع للكميري. فهو يُدخل فيه الأراضي كافة المنسوبة للسيلوري الأدنى من قبل MURCHISON. وعندما أوجد LAPWORTH الأردوفيشي في العام ١٨٧٩، اقترح لحدّه الأدنى قاعدة "آرينيغ". وبالاستناد إلى هذه الأولوية التاريخية، يضع الستراتغرافيون البريطانيون الحد الكميري — الأردوفيشي بين "تريمادوك" و"آرينيغ". ولكنه تم مؤخراً (١٩٧٢) إظهار أن LAPWORTH كان له على الأرجح مفهوم عن "آرينيغ" يختلف عن المفهوم المقبول حالياً، لأنه كان يُدخل فيه التريمادوك الأعلى. فالحد الأعلى للكميري يتوافق هكذا مع قاعدة التريمادوك الأعلى. واقترح علماء آخرون بوضع النطاق ذي *Dictyonema flabelliform*، أي التريمادوك الأدنى في الأردوفيشي، الأمر الذي يُنزل الحد الأعلى للكميري تحت مجموع الزمر التريمادوسية.

اعتمد الستراتغرافيون البريطانيون الوضع الأول، ويبدو أن معظم العلماء الأوروبيين الآخرين يعتمدون الوضع الثالث. وتدعم هذا الوضع الأخير الصعوبات القائمة في بريطانيا من أجل تحديد حدود دقيقة، باعتبار أن الزمر التريمادوسية محاطة فيها بثغرات، وأنه ضروري الرجوع، لحل هذه المسألة، إلى مناطق توافر رسوبات كمبرو-أردوفيشية مستمرة (مثل سكاندينافيا).

وتقسيمات منظومة الكميري هي أيضاً موضع نقاشات كثيرة، فمنذ العام ١٨٩١، اقترح WALCOTT سلماً ثلاثي التقسيم للكميري: أدنى وأوسط وأعلى. وقد استخدمت عدة تسميات لكل زمرة من هذه الأقسام في أمريكا الشمالية، وتمسك الأدب الجيولوجي الفرنسي والعديد من الدول في العالم بالتعابير الأمريكية وهي: الجورجيان والأكاديان والبوتسداميان ومقرين لها بصورة غير صحيحة قيم الطوابق. ويأخذ الاتجاه الآن إلى إهمال هذه التسميات. فتعبير الجورجيان (من جورجيا مدينة في الولايات المتحدة الأمريكية) استخدم من قبل WALCOTT منذ العام ١٨٩١ لتسمية الكميري الأدنى المقابل للنطاق ذي *Olenellus*. وبغية تجنب الخلط مع استخدام سابق للكلمة (شيست جورجيا من الأردوفيشي الأدنى)

استبدل WALCOTT في العام ١٩٢٢ بهذا التعبير تعبير فوكوبيان. ولكن مراجعة مقطع «فوكوبيا» بينت أن هذه المنطقة تمثل مرجعاً سيئاً. أما الأكاديان (من أكاديا في كندا) الذي اقترحه DAWSON (١٨٦٧) فيدل على مجموع لا يغطي تماماً الكميري الأوسط المتميز بمستحاثات الـ *Paradoxides*. وأما البوتسداميان، فيقابل معجر رمل بوتسدام (ولاية نيويورك) الذي يبدي ثغرات عدة، ولا يمكن أن يمثل بصورة مقبولة الكميري الأعلى. ومع أن الكرواكسيان بحسب زمرة أكثر اكتمالاً (ULRICH, ١٩١١)، وادي سانت - كروا، مينيسوتا، الولايات المتحدة) فإنه لا يبدو هو الآخر قادراً أن يكون المرادف الكامل للكميري الأعلى.

اقترح الستراتغرافيون البريطانيون حديثاً زمراً جديدة في بلاد الغال:

كميري أعلى	زمرة تريعادوك
كميري أعلى	زمرة ميريونيث
كميري أوسط	زمرة سان ديفيد
كميري أدنى	زمرة كوملي

مع الأسف فإن هذه الزمر غير المحددة بصورة كاملة ليست معروفة باستمراريتها. من المفضل إذن في الوقت الحاضر، من أجل تجنب التعقيدات اللفظية، استخدام التسمية البسيطة: الكميري، الأدنى والأوسط والأعلى.

إن المميزات الباليونتولوجية لهذه الأقسام الثلاثة قائمة بصورة عامة، على تحدد مستحاثات التريلوبيات: *Olenellus* للقسم الأدنى، *Paradoxides* للكميري الأوسط، و *Olenus* للعصر الأعلى. على أن توزع التريلوبيات محكوم بتوزع أقاليمي. فيمكن مثلاً، تمييز مجالين واسعين في الكميري الأدنى، أحدهما ذو *Olenellidae* والآخر ذو *Redlichiidae*. ويمكن التعرف في صلب المجال الأول على إقليمين: إقليم أكادي - بلطقي (القسم الشرقي من أمريكا الشمالية، أوروبا، المغرب)، ويتميز بوجود *Holmia, Callavia*؛ وإقليم باسيفيكي ويتميز بوجود

Nevadia و *Olenellus*. وهكذا فإن الترابطات الباليونتولوجية ليست ميسرة على الرغم من وجود مستحاثات خليطة في بعض مناطق مميزة (سيبيريا، المغرب). وفي الكميري الأوسط، تنقص الـ *Paradoxides* في المجال الباسيفيكي، وفي الكميري الأعلى يغيب الجنس *Olenus* في هذا الإقليم ذاته. ونعتمد هنا التقسيم القائم بصورة أساسية على مستحاثات الإقليم الأكادي - البلطقي بوضع الحد بين الكميري الأدنى والكميري الأوسط والكميري الأعلى في قاعدة النطاق ذي *Paradoxides oelandicus*، والحد بين الكميري الأوسط والكميري الأعلى في قاعدة النطاق ذي *Agnostus pisiformis*. ويبدو أن الترابطات مع المناطق الباسيفيكية مازال غير قائمة بشكل مقبول.

إن الانتباه الموجه نحو التريلوبيات طغى نهائياً على الفائدة الستراتغرافية المقدمة من المجموعات الأخرى. فالتطور المورفولوجي للآركيوسياتيدات في الكميري الأدنى مثلاً يتضمن مراحل متميزة الآن. وقد أقيم حديثاً في سيبيريا سلم رباعي التقسيم، يبدو أنه قابل للاستخدام بصورة مفيدة في مناطق مختلفة من العالم.

٢ - الأردوفيشي

تم تحديد هذه المنظومة من قبل LAPWORTH في العام ١٨٧٩ للدلالة على «الطبقات الموجودة بين قاعدة اللاندوفيري الأدنى وطبقات الآرينغ الأدنى». وكان هذا بمثابة حل وسط من أجل وضع حد للخلاف الذي لا ينتهي بين SEDGWICK و MURCHISSON، ثم بين أتباعهما على حد الكميري وحد السيلوري.

الحد الأعلى للمنظومة أثار بعض الجدل في بريطانيا. فالعلماء البريطانيون اتفقوا بصورة عامة في الواقع على اعتبار قاعدة السيلوري هي قاعدة النطاق ذي *Glyptograptus persculptus*. ولكن هذا الاتفاق لم يكن مع ذلك بمنأى عن كل انتقاد، بسبب بعض التناقضات القائمة في توزيع مستحاثات السحنات القوقعية.

والسحجات الغرابولية. ولما كان نطاق الانتقال أردوفيشي - سيلوري سيء العرض ومؤلفاً من سحجات قوقعية في بلاد الغال، فقد تم مؤخراً اقتراح تحديد موقع الطابق الأنموذج لهذا النطاق في مجموع شيسيتي ذي غرابوليتات في «دوبسليين» (إيقوسيا)، ولكن هذا لا يحل مسألة العلاقات الحقيقية المجهولة دوماً، لمستحاثات السحجات القوقعية في ذروة الأردوفيشي ومثيلاتها في السيلوري الأدنى. يبدو أن الأبحاث الحديثة تشير إلى أن ظهور أشكال *G. persculptus* الأولى قد تم في تجمعات مستحاثية من السحجات القوقعية المميزة لذروة الأردوفيشي. وهذا يؤكد نتائج الباحثين السوفييت في كازاخستان، حيث تعرف تجمعات من *Dalmanitina mucronata* (تريلوبيتة من السحجات القوقعية في ذروة الأردوفيشي) ومن *G. persculptus* تدفع هذه الوقائع إذن إلى إحلال النطاق ذي *persculptus* في الأردوفيشي. غير أننا، بصفة انتقالية، نبقي على هذا النطاق في قاعدة السيلوري ريثما توضح تحاليل أكثر دقة الترابطات بين المجموعتين السحجيتين.

إن إقامة تقسيمات في الأردوفيشي صعبة، لأن المقاطع الأنموذج منفصلة جغرافياً، ومؤلفة من سحجات مختلفة. وإذا ضمنا «التريمادوك» إلى قاعدة المنظومة، أمكننا أن نميز فيها ست مجموعات: ترومادوك، آرينيغ، لانفيرن، لنديلو، كارادوك وأشجيل. وهناك تعابير أخرى، مستعملة أحياناً، ينبغي استبعادها: «سكدأو» المستعملة غالباً كمرادف لآرينيغ، لها في الحقيقة تحديد أوسع لأنها كانت تضم النطاق ذا *bifidus*؛ و«بالا» التي استخدمت للدلالة على الأردوفيشي الأعلى (كارادوك وأشجيل حالياً) تقابل تعاقب طبقي غير كامل.

يعطي العلماء البريطانيون إلى هذه التقسيمات الستة قيمة الزمر، في حين تستعمل في الغالب بمفهوم الطوابق من قبل ستراتغرافيين آخرين. ونحن نتبنى هنا التفسير البريطاني مع أنه معترض عليه من قبل علماء آخرين.

إن الحدود بين مختلف هذه الزمر دقيقة نوعاً ما في إطار النطاقات الغرابولية. وقد وضع حديثاً في بريطانيا جدول لنطاقات الغرابوليتات بالنسبة للزمر الأردوفيشية، ويكرس هذا الجدول أسماء الطوابق الشائعة في بريطانيا.

من المناسب أن نضيف بأن استخدام التقسيم الثلاثي للأردوفيشي، كثير الاستعمال في فرنسا وفي بلدان أخرى: أدنى (تريبادوك، آرينغ)، وأوسط (لانفيرن، لانديلو)، وأعلى (كارادوك، أشجيل)، لا يتجاوب مع أية اعتبارات دقيقة؛ فالستراتيجيون البريطانيون يفضلون عليه تمييز أردوفيشي أدنى يضم الزمر القاعدية الأربع، وأردوفيشي أعلى للزمرتين العلويتين.

ليس من السهل في كل مكان استخدام المقياس الستراتيجرافي المقام في بريطانيا. ففي كل من أوروبا الوسطى والجنوبية، وفي شمال أفريقيا (الإقليم الميديتراني)، يكون قسم كبير من المستحاثات مختلفاً عنه في أوروبا الشمالية. لهذه الأسباب، اقترح علماء عديدون استخدام زمر أوطوابق محلية. ولم تكتسب هذه التسمية سوى صفة مرحلية. وقد يغطي التينطق القائم على الكونودنتات على الأخص النقص في السلم الغرابوليقي.

٣ - السيلوري

أدخل MURCHISSON تعبير السيلوري في العام ١٨٣٥ للدلالة على الأراضي الواقعة تحت الرمال الحمر العتيقة في بلاد الغال. وقد أشرنا كيف أن مدلول هذا التعبير قد تحدد تدريجياً من تعريف الكميري، ثم من تعريف الأردوفيشي. ولقد قام بعض الالتباس والغموض حتى السنوات الأخيرة في استخدام تعبير «السيلوري» الذي استخدم غالباً للدلالة على اسم مزدوج «أردوفيشي - غوتلندي» فيه الغوتلندي معادل للسيلوري المحدد في بريطانيا؛ وينبغي أن يستبعد إذن هذا التفسير.

الحد الأدنى للسيلوري يمكن أن يتوافق مؤقتاً مع الحد الأدنى للنطاق ذي

Glyptograptus persculptus.

الحد الأعلى للسيلوري - الديفوني كان موضع نقاشات حادة خلال سنين عديدة. وقد تقرر باتفاق دولي في العام ١٩٧٢ أن تكون قاعدة الديفوني متوافقة مع قاعدة النطاق ذي *Monograptus uniformis*.

تتضمن التقسيمات التي أقيمت في بريطانيا بصورة أساسية ثلاث زمر كلاسكية. تشكل زمرة لاندوفيري المقترحة من قبل MURCHISSON في العام ١٨٥٩، الزمرة الدنيا. وتعبّر الفالانسي (من فالنسيا: اسم روماني قديم في جنوب إيقوسيا) الذي استخدم طويلاً كمرادف لزمرة لاندوفيري، يميل إلى السقوط حالياً لعدم الاستخدام. وأطلق WOOD (١٩٠٦) اسم Tarannon على القسم العلوي من زمرة لاندوفيري، وقد أهمل هذا التعبير. وقد تم مؤخراً (١٩٧٠) تقسيم هذه الزمرة إلى أربعة طوابق، ولكن تطبيق تقسيمات هذا السلم على مناطق أخرى يتطلب المزيد من التدقيق على ما يبدو.

الوينلوك (MURCHISSON، ١٨٣٤) يؤلف زمرة تظل ترابطات عديدة فيها بحاجة للتدقيق بين السحنات من النمط القوقعي (سحنة المنطقة الأنموذج لهذه الزمرة) والسحنات الغرابولية المستخدمة في التمنطق.

اللودلو (Ludlow) (١٨٥٤، MURCHISSON) كان موضع تحاليل أكثر دقة خلال السنوات الأخيرة. ويقسم حالياً إلى أربعة طوابق. ولكن وضعه قاعدته ليست خالية من الغموض. وقد أهمل تعبير السالوبي (Salopien) المستخدم أحياناً للمجموع وينلوك - لودلو.

II - الخصائص الباليونتولوجية

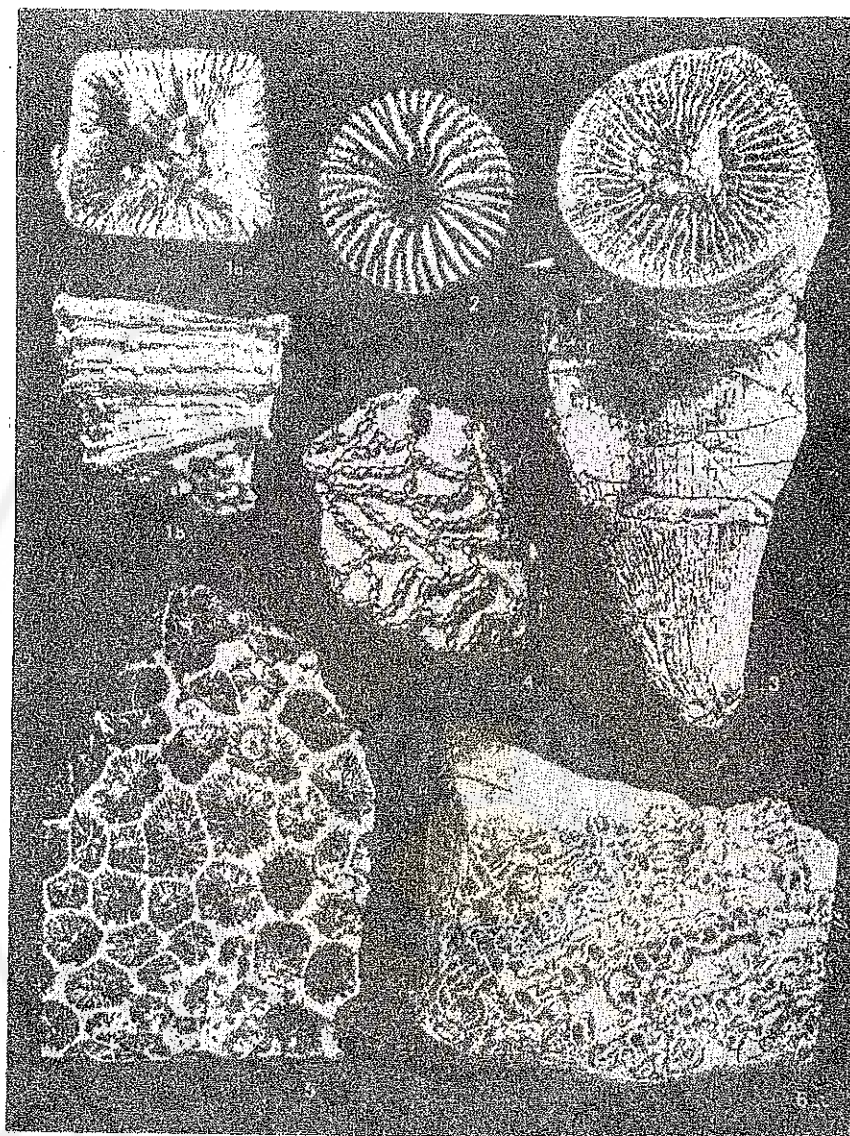
١ - لمحة عامة

مع القفزة الفجائية للحيوانات المجهزة بهيكل، أي القابلة للاستحاث، يكشف الباليوزوي الأدنى عن عالم حي متنوع جداً ولكنه بدائي. تستخدم البيوستراتغرافيا بخاصة التريلوبيات والغرابوليات وكائنات حية دقيقة متنوعة في دراسة هذه الفترة الزمنية.

- المستحاثات النباتية: تظل معرفة هذه المستحاثات سيئة. والأزمة الكاليدونية تنتسب بشكل عريض إلى الحقب الإيوفيقي أو حقب الاشنيات الذي يمتد من البريكمبري الحديث إلى قاعدة السيلوري الأعلى. ويمكن الشك بوجود النباتات الوعائية قبل نهاية هذا الحقب الإيوفيقي، ولكن سائر الأشياء التي أرجعت إليه مشكوك فيها، مثل *Aldanophyton antiquissimum* من الكميري الأوسط في سيبيريا، و *Musciphyton* من الأردوفيشي البلطقي. وتمت غالباً محاولة إثبات وجود أبواغ ثلاثية التفرع (انطباع لثلاثة فروع ينشق البوغ حسبها عند الانتاش) في التوضعات القديمة من أجل استنتاج وجود النباتات الوعائية. ولكن هذا النوع من الأبواغ قد يعود إلى نباتات غير وعائية، ويبدو، عدا عن ذلك بأن ظهور الانطباع على شكل Y على الأبواغ ثلاثية التفرع الحقيقية قد سبق ظهور اللحاء في البنيات النباتية. والبقايا الأولى المؤكدة للنباتات الوعائية هي «طبقات بريدولي» (السيلوري الأعلى في تشيكوسلوفاكيا)، حيث توجد قطع من *Cooksonia* مجمعة إلى مستحاثات حيوانية بحرية ذات *Pristiograptus ultimus*. ولقد جمعت بقايا من فصيلة *Cooksoniaceae* كذلك من مستوى مشابه إلى حد كبير في ليبيا. وقد يتعلق الأمر بأقدم النباتات الأرضية الخصبة.

- الأركيوسياتيدات والراديوسياتيدات (*Archeocyathidae*, *Radiocyathidae*)
تقدم مثلاً نموذجاً للمجموعات البدائية التي ما تزال صلات نسبها الصحيحة موضع نقاش. هل دورها كان رئيساً في بداية تطور الحيوانات التوالي؟ يميل الاتجاه إلى عدّها كائنات هلامية، قد تكون قريبة من الحيوانات الأوالي. ولما كانت الأركيوسياتيدات محصورة في الكميري الأدنى، فهي تلعب دوراً لا يمكن إهماله في البيوستراتغرافيا.

- معائيات الجوف والديدان تنتشر بكثرة في بحار الباليوزوي الأدنى. بدءاً من الأردوفيشي، تنتشر بكثرة معائيات الجوف الرصيفية ذات الهيكل الكليني، وهي الـ *Stromatoporoidae*، صلات نسبها غير مؤكدة، وكذلك الـ *Chaetetidae*، والـ *Tabulata* والمرجانيات الرباعية (شكل ٣٤).



شكل - ٣٤ - مرجانيات ريعية في الباليوزوي

- عضديات الأرجل مسيطرة في الكمبري من خلال الأشكال غير المتمفصلة (Obolacae, Lingulacae). وبعد الانفجار الفجائي للأشكال المتمفصلة في الأردوفيشي (Orthacae, Dalmanellacae...), تصبح هذه الأشكال المكونات الكبرى لقاعيات (benthos) «السحنات القوقعية».

- الحيوانات الطحلبية تتكاثر أيضاً في الأردوفيشي حيث تبلغ هذه المجموعة ذروتها.

- الرخويات تظل غير معروفة جيداً في الكمبري، مع أن الشعبة ممثلة منذ الكمبري الأدنى بمعديات أرجل. وتصبح غزيرة ومتنوعة بدءاً من التريمادوك.

- مفصليات الأرجل (Arthropoda) تضم إلى جانب التريلوبيتيات عدداً كبيراً من الأشكال الأخرى. ومنذ الكمبري الأدنى، عُرفت الـ Xiphosures والـ Crustacea (القشريات)؛ ومن هذه الأخيرة الـ Ostracoda (الاستراكوندا) التي أخذت بسرعة انطلاقة كبيرة، وشكلت منذ الأردوفيشي مستحاثات ستراتغرافية مهمة مع تنوع كبير في الأشكال. في السيلوري، تظهر الـ Merostomes ومعها بخاصة الـ Gigantostrea (Pterygotus, Eurypterus)؛ وفي الوقت نفسه ظهرت العقارب الأولى.

- شوكيات الجلد (Echinodermata)، يبدأ تاريخها منذ الكمبري الأدنى مع بعض أشكال من الـ Edrioasteroidea. ويتميز هذا التاريخ بالظهور التدريجي لتنوع مهم في البنيات: Eocrinoidea و Carpoidea منذ الكمبري الأوسط، Crinoidea و Diploporites في «زمرة آرينينغ»، Amphorites، Crinoidea (زنبقيات)، Blastoides (البرعمانيات) في «زمرة لانفيرن»، والـ Echinoides (قنافذ البحر) في السيلوري.

- والفقاريات تظهر أخيراً في الباليوزوي الأدنى. وأقدم الـ Agnatha (اللافكيات) المعروفة هي الـ Ostracodermes (قوقعيات الجلد) في أردوفيشي أمريكا الشمالية (Astraspis). وتنوع في السيلوري. وفي الفترة نفسها كانت

تعيش الـ Gnatostomes (فكيات الفم) وهي الـ Placodermes (صفائحيات الجلد)، مثل *Nostolepis* (يعود إلى شجرة نسب الأسماك).

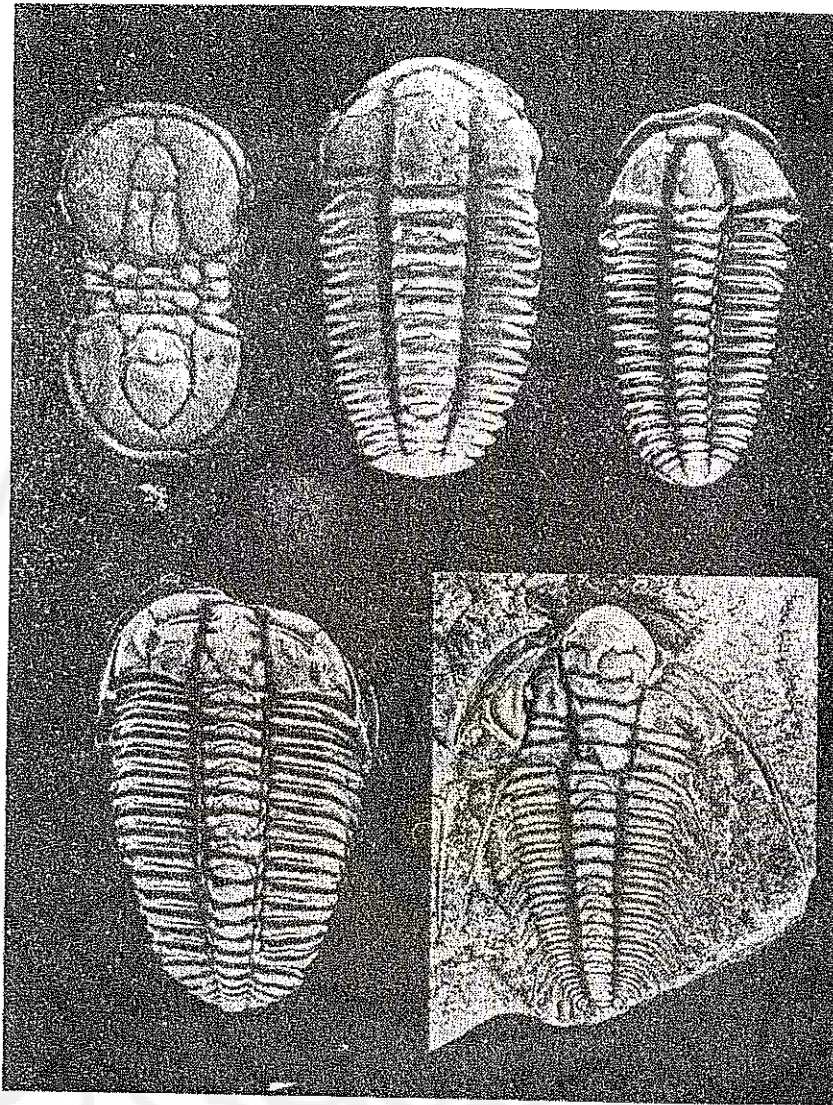
٢. التريلوبيات (Trilobites)

ظهرت التريلوبيات في قاعدة الباليوزوي الذي تم استخدامها في تحديده. وهي تلعب دوراً أساسياً في ستراتغرافية الكامبري (شكل ٣٥)، وتشكل قرائن ثينة خلال الأردوفيشي والسيلوري. تتميز بخاصة الميوميرات (miomères) الكامبري بشكل خاص. وتبين الجداول الموضوعة أن قاعدة الكامبري الأعلى يمكن أن تتحدد بوجود *Agnostus pisiformis*.

للبوليميرات (polymères) بيجيديوم صغير القدر. وتستند النطاقات الأساسية للأراضي الكامبرية إلى هذه التريلوبيات: *Callavia*, *Holmia*, *Olenellus*, *Protolenus*, *Redlichia*... من أجل الكامبري الأدنى. وتميز أشكال الـ *Paradoxides* الكامبري الأوسط (شكل ٣٦). أما الكامبري الأعلى فتميزه الأجناس: *Olenus*, *Ctenopyge*, *Peltura*. وتنوع البوليميرات في الأردوفيشي، وتميل إلى اكتساب بيجيديوم أكبر. وتضم اللوائح المستحاثية عدداً كبيراً من: *Niobe*, *Euloma*, *Asaphus*, *Trinucleus*, *Dalmanitina*، إلخ... وفي السيلوري تميل إلى الانقراض الكلي، ولكنها تبدي بعض التجدد في الشكل مع غزارة في الأشكال كثيرة التزيينات: *Odontopleura*, *Deiphon*، وظهور للأجناس عالمية الانتشار مثل *Phacops*.

٣. الغرابتوليتات (Graptolites)

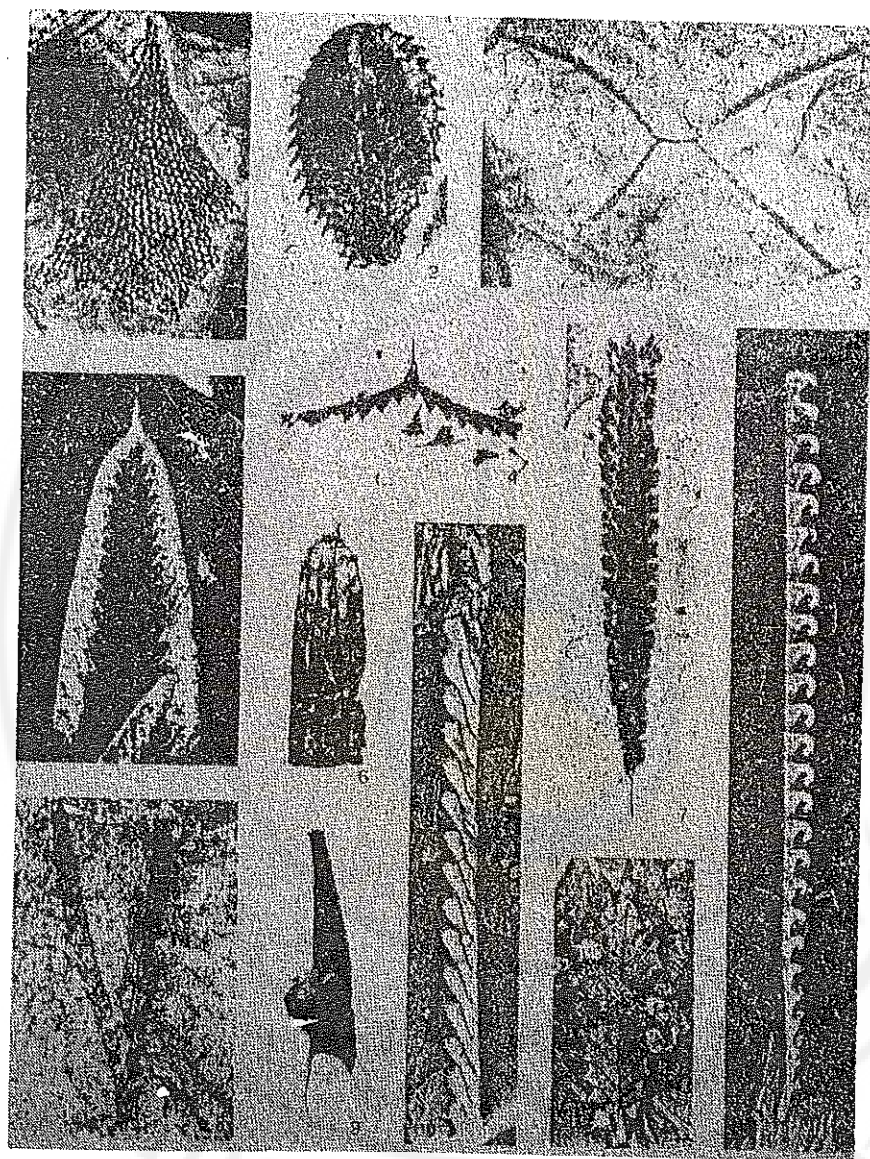
الغرابتوليتات تتواصل بشكل ما مع التريلوبيات في البيوستراتغرافيا، لأن ظهورها يبدأ منذ فجر الأردوفيشي، في حين تأخذ التريلوبيات بالانقراض البطيء. وقد أصبح دورها قاطعاً منذ صدور الموسوعة الشهيرة عن الغرابتوليتات في بريطانيا من قبل ELLES و WOOD من عام ١٩٠٦ إلى عام ١٩١٣، والذين أقاموا منها نطاقات ظلت الأساس للأمور الستراتغرافية في الأردوفيشي والسيلوري.



شكل - ٣٥ - تريلوبيتات من الكمبري



شكل - ٣١ - تريلوبينات في الكمبري الأوسط. Paradoxides (الشكل الكبير) و Elipsocephalus (الشكل الصغير) منتشرة على قاع مائية عليه اسفنجيات سيليسية ومفروش بالثنيات تسبح فوقها بعض الدوسات (أو غسقا ووبريان).



شكل - ٣٧ - بعض غرابتوليتات الباليوزوي الأدنى

بصورة عامة، بعد انتشار الأشكال المتفصنة (Dendroïdes) التي ظهرت في الكمبري الأعلى واستمرت حتي الكربوني (بينها النوع *Dictyonema flabelliform* الذي يميز الترمادوك)، جاءت الأشكال العنقودية (Graptoloïdes) مستعمرة وبيلاجية، وقدمت بتطورها السريع وتوزعها الواسع مادة من النخب الأول للبيوستراتغرافيا. تكثر أشكال *Didymograptus* في زمرتي آرينغ ولانفيرن، وتليها في الأرذوفيشي أشكال *Glyptograptus* و *Diplograptus*. ويتميز بخاصة السيلوري بأشكال فصيلة الـ *Monograptidae* وهي أشكال ذات ريدوزوم (rhapsosome) بسيط، أحادي السلسلة: *Monograptus*، *Cyrtograptus*. كان يعتقد من قبل أن الغرابتوليتات انقرضت في نهاية السيلوري. ولكن الأبحاث الحديثة بينت أنها مستمرة أيضاً في الأراضي الديفونية في بلاد الغال وفي مناطق أخرى من العالم.

٤ . الكائنات الحية الدقيقة

منذ أكثر من ثلاثين عاماً أخذت الدراسات المكروبايونتولوجية في رسوبات الباليوزوي الأدنى انطلاقة كبيرة، وكشفت عن غزارة في المستحاثات الدقيقة، الغامضة على العموم بالنسبة لمداولها البيولوجي، إنما مهمة بالنسبة لارتباطاتها الستراتغرافية. فالكونودنتات، وهي فكوك دقيقة من فليور - أباتيت كربوناتية، معروفة منذ الكمبري الأعلى، ويُرجع إليها كثيراً من أجل إقامة نطاقات جديدة في الأرذوفيشي والسيلوري. كذلك الحيوانات الكيتينية والـ *Achritarches*، فهي كثيرة في الأرذوفيشي والسيلوري.

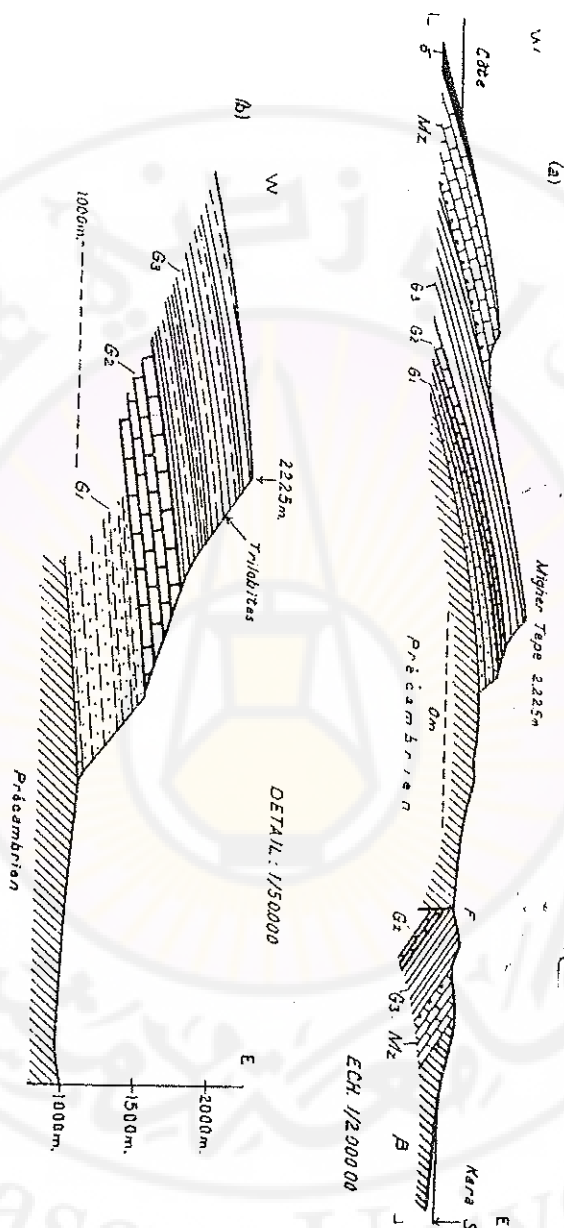
III . لمحة باليوجغرافية

إن إقامة تتابع من لمحات باليوجغرافية خاطفة للكرة الأرضية على مدى أزمنة الباليوزوي مازال في مجال المراهنة. وإذا كانت الأبحاث الحديثة عن التحركية (Mobilisme) تسمح بدراسات عن التطور الزمني للأبحاث القارية والأقيانوسية

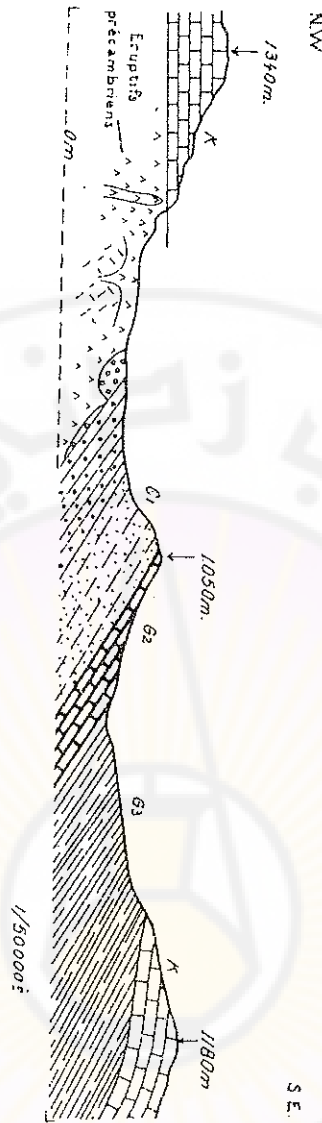
شكل ٣٨ - مقطع عرضي في جبال الأمانوس مار بقمة مغرقة:

(a) مقطع إجمالي يبين لاتوافق الكمبري (G) مع البريكمبري المجمع، وتجاوز الميزوزوي (Mz) على الكمبري، وأخيراً بازالت (B) حفرة القره صو.

(b) مقطع تفصيلي للكمبري: كوارتزيت وردي (G1)، حجر كلسي (G2)، وتعاقب صخور كوارتزيتية، وشيستية، وكلسية (G3). تريلوبيتات كمبرية في G3 (بحسب ل. دويرتريه).



شكل ٣٩ - مقطع بنوية
مساردين. - بروزات
اندفاعية بريكمبرية مع
ترصيعات من
الكونفلوميرا، فحم
الكميري (G1-3) مع
تريلوبيات من الكميري
الأوسط في قسمه
العلوي، وأخيراً حجر
كلسي رصيفي من
الكريتاسي (K) بوضعية
لاتوافق. مقطع الكميري
مماثل لمقطع جبال
الأمانوس (بحسب ن.
تولين).



هذا، أوتبين سحنات الصخور أن الأراضي السورية كانت تخضع خلال
الكميري إلى شروط حوض بحري قليل العمق. أما أراضي الأردوفيشي والسيلوري،
فهي تتكشف في جبال الأمانوس (شمال غرب سوريا). وهي كونفلوميرا وحجر
رملي وشيست ذو مستحاثات مميزة. وتبلغ ثخانة هذه الأراضي هناك ١١١٥ م.
وتهبط هذه الثخانة بسرعة باتجاه الجنوب الغربي حتى تصل إلى ٨٥ م.

تشير العناصر الحطامية الكبيرة في توضعات هذه الفترة إلى وجود مناطق
حنية قريبة من منطقة الأمانوس ذات علاقة بتضاريس اليريكيري.
أما الآبار العميقة التي بلغت توضعات الأردوفيشي والنيلوري، فقد كشفت
عن سحنة غضارية شيسية مع مستويات رملية رقيقة غنية بالمستحاثات. وتختلف
هذه السحنة كثيراً عنها في منطقة الأمانوس.



دور انتقالي : الديفوني

أردنا من تحديد فصل خاص بالديفوني الإشارة إلى المكان المتفرد والدور المتميز الذي لعبه في تاريخ الباليوزوي. فالديفوني كدور انتقالي بين دورتين أورو جينيتين كبيرتين، الكاليدونية والمهرسينية، كان مسرحاً لبعض حركات أورو جينية، من الصعب في الغالب أن نقول فيما إذا كانت حركات فجائية لنهاية الدورة الكاليدونية أو تظاهرات أولية للدورة المهرسينية، نظراً لكون الأشكال التخطيطية القديمة للأحداث الأورو جينية الكبرى التي تضم مراحل محددة جيداً ومتزامنة في كل مكان لا تغطي الحقيقة أبداً.

على المستوى البيولوجي، يوافق الديفوني تحولاً أساسياً في التطور، حيث سمح ظهور بنيات جديدة لعدد كبير من الكائنات الحية النباتية والحيوانية بغزو حاسم للقارة. والديفوني أخيراً، كان خلال الربع قرن الأخير حقلاً لمناقشات حادة تتعلق بمسائل الحد المختلفة. وكان أكثر الجدل شهرة - على مستوى التعاون الدولي - هو المتعلق بالحد السيلوري - الديفوني الذي لم تحسم نهايته إلا في العام ١٩٧٢ في المؤتمر الجيولوجي الدولي بمونترال، عقب عشرات السنين من النقاش.

I - الحدود والتقسيمات

١ - الحد السيلوري - الديفوني

وضع تعبير الديفوني من قبل MURCHISON و SEDGWICK في العام ١٨٣٩ للدلالة على التشكيلات البحرية في مقاطعة ديفونشير (جنوب غرب بريطانيا) التي تتداخل بين تشكيلات منظومتين محددين من قبل، السيلوري والكربوني. وقد بين هذا العالمان بعد مناقشات حادة مع باحثين آخرين، بأن

التشكيلات البحرية المقابلة والأكثر تطوراً موجودة خارج المنطقة النموذج، وعلى وجه التحديد في كتلة الأردن - الرينان وفي المارتز. وتم على هذا الأساس إقامة طوابق الديفوني في منطقة الأردن بفرنسا.

غير أن الصعوبات المتعلقة بالحد السيلوري - الديفوني كانت غير متلازمة مع هذه التحديات ذاتها. فالمنظومتان كان قد تم تحديدهما في المناطق التي خضعت لتأثير الأحداث الأورو جينية الكاليدونية. ففي بريطانيا ينتهي السيلوري بميل نحو الطفو مترافق مع افتقار ملحوظ للمستحاثات البحرية (لم يعد يوجد أبداً غرابتوليتات في نهاية السيلوري البريطاني). أما في الأردن، فإن قاعدة الديفوني توافق تجاوزاً بحرياً على الركيزة المجمدة. وهذا يشير إلى وجود ثغرة بين المنظومتين.

تبني الستراتغرافيون البريطانيون كقاعدة للديفوني، قاعدة «الرمال الحمر العتيقة». ولكن هذا الحد لم يكن يسمح بأي ترابط مع المناطق الأخرى. وكانت الفكرة السائدة أن الغرابتوليتات انقرضت بصورة عامة قبل نهاية السيلوري. ولكن الستراتغرافيا الحديثة لا يمكنها أن تكتفي بمثل هذه الأمور التقريبية. وكان ينبغي تحديد الانتقال بين السيلوري والديفوني في زمرة بحرية بصورة مستمرة.

مناطق عديدة تتوافر فيها مثل هذه الزمر. فبعد العام ١٩٦٠ (مؤتمر بون)، كلفت لجنة دولية بفحص مختلف المستندات المطروحة وتحديد مقطع النموذج. وقد انتسب الستراتغرافيون التشيك بصورة فعالة لحل هذه المسألة. فبعد أن حددوا في البداية (١٩٦٠) طوابق نوعية لنهاية السيلوري وبداية الديفوني، عرضوا في العام ١٩٦٤ نقلة حادة نحو الأعلى للحد السيلوري - الديفوني بالاعتماد على الأدلة الباليونتولوجية المبنية على الاختفاء المفترض للغرابتوليتات بعد النطاق *Monograptus hercynicus*، وعلى ظهور الغونياتيتات الأولى.

وقد أصبحت مناقشة هذا الموضوع زائلة بعد اكتشاف مستحاثات جديدة من الغرابتوليتات في مستويات أعلى. فمنذ العام ١٩٦٤ وصف PLANCHON في بئر في الصحراء الجزائرية النوع *Monograptus belketaiefensis* الموجود مع

تريلوبيتات وتانناكوليتات. وتتابع الاكتشافات، وغدا وجود الغرابتوليتات في كل الديفوني الأدنى معروفاً بسرعة.

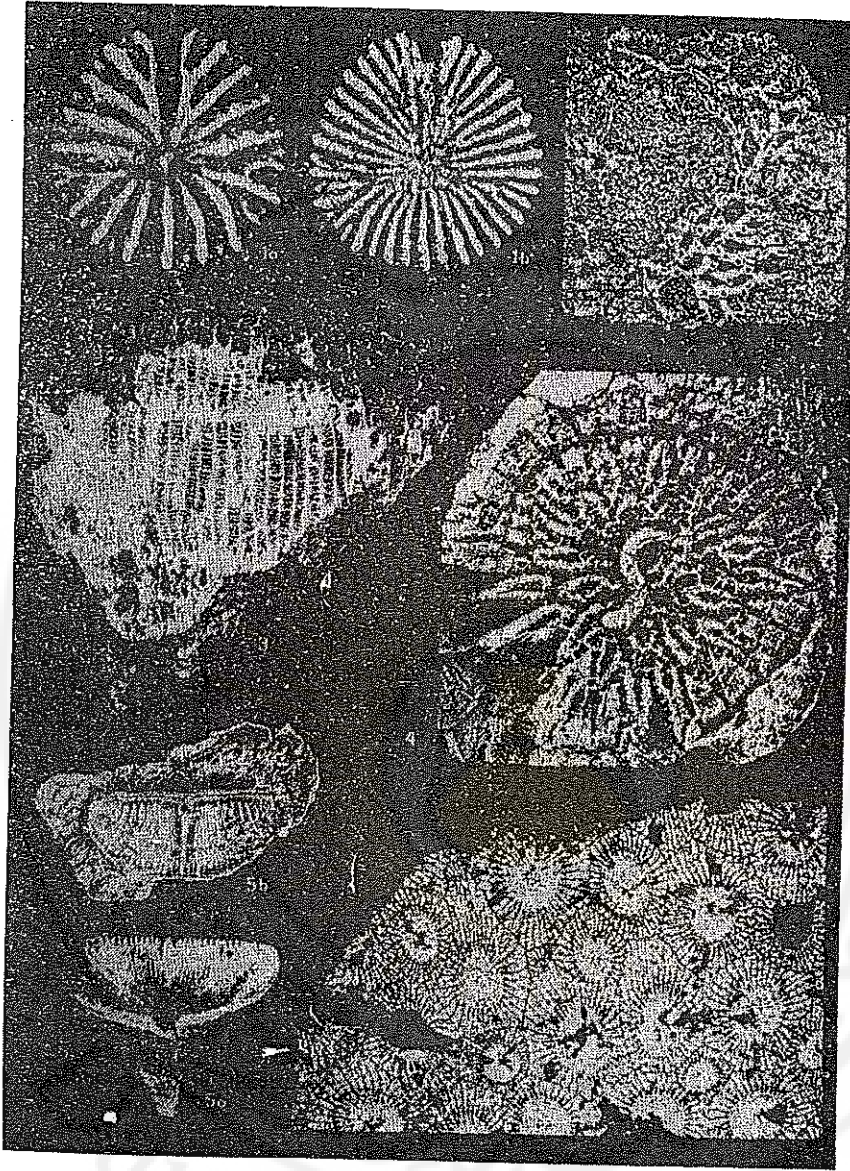
II - الخصائص الباليونتولوجية

من أجل فهم تطور العالم الحي خلال الديفوني ينبغي وضع هذا الدور في إطاره الباليوجغرافي. فانتشار الأراضي الطافية عقب الأوروجينيز الكاليدوني والميل إلى الانسحاب في نهاية السيلوري ساهما في انتشار المتعضيات القارية. تمثل هذه الفترة إذن دور المفصلة الحقيقية في التطور البيولوجي، كما تشكل انتقالاً بين الدورين الأوروجينيتين الكاليدونية والمهرسينية.

١ - الكائنات الحية البحرية

إن احتلال شروط بيئية ومناخية في الديفوني أكثر تنوعاً منها في السيلوري شجع على ازدهار الحياة. وتشهد مكامن عديدة على تزايد الكائنات البحرية. العوالق الدقيقة متميزة باستمرارية الحيوانات الكيتينية والـ *Acritarches* وبظهور الـ *Andothyridae* الكلسية عند المنخربات. متعضيات دقيقة أخرى غزيرة، مثل *Scolecodontes*، وبخاصة الـ *Conodontes* تشكل في الغالب دالات ستراتغرافية رائعة.

معانيات الجوف غزيرة في سحنات مختلفة، وبخاصة الكلسية منها. في السحنات القوقعية مستعمرات صغيرة من الـ *Tabulata* أو المرجانيات الرباعية المنفردة (*Calceola sandalina*) هي عناصر عادية مبتذلة (شكل ٤٠). ولكن بخاصة الظاهرة الرصفية هي التي اكتسبت مدى واسعاً وشكلت تجمعات بيولوجية هامة. ففي المياه المضطربة، تكونت أشكال كتلية من الستروماتوبورات بشكل خاص (*Actinostroma*)، والـ *Tabulata* (*Favosites* , *Alveolites*) التي ساهمت في هذا البناء. وفي وسط هادئ وأكثر عمقاً بقليل، انتشرت إلى جانب



شكل - ٤٠ - مرجانيات رباعية وصفاتحيات من الديفوني

الستروماتوبورات المتشعبة (Amphipora)، كانت الأشكال الرئيسة البناة هي الـ Tabulata المتفصنة. وساهمت الاشنيات في إشادة هذه الأرضفة بدور لا يمكن إغفاله تجلى بوجود الاشنيات الزرق (Girvanella... إلخ)، وأيضاً بظهور الازهار الكلسي الغريب الناتج دون شك عن نشاط الاشنيات.

الحيوانات الطحلبية كثيرة أيضاً في السحنات الكلسية. ولكن العنصر المهم في مجموعة القاعيات الديفونية يتمثل، دون معارضة، بعصديات الأرجل التي استخدمت لنطاقات مختلفة. وقد أعطت الفصائل العديدة فيها أنواعاً كثيرة جداً، وقدمت الأنماط البنيوية الرئيسة لهذا الصف. وتضم المجموعات القاعية أيضاً ممثلين عن مجموعات أخرى. وتتنوع الرخويات ثنائيات المصراع: Paleotaxodontes منتشرة، والـ Cryptodontes كثيرة. وتجد معديات الأرجل أحياناً مواقع ملائمة لنموها وتطورها. والـ تريلوبيتات التي لم تتوقف أهميتها عن التناقص منذ الأردوفيشي، فإنها ظلت في بعض الأوساط -زدهرة وثمينة القيمة في الستراتغرافيا. غزارة كبيرة في الاستراكوندا، وينتهي ظهور الـ Giphosures ببيان أهمية مفصليات الأرجل البحرية. أما عند شوكلات الجلد، فإن الرنقانيات هي التي تقدم التنوع الحقيقي.

تقدم الحيوانات السبيحات - الـ بيلاجية مجموعتين مهمتين للستراتغرافيا مع ذوات اللوامس والرخويات رأسيات الأرجل. ونذكر منها البكتريتيويدات والأمونويديات الطلائع. فالغونياتيات الأولى تظهر منذ الديفوني الأدنى بأنواع عديدة ممثلة مستخاثات ممتازة. ولكن لمجموعة الكليمينيات (Clymenies) الخاصة (الأمونويديات بينية المص) قيمة ستراتغرافية ممتازة كذلك. وتكمل الأسماك هذه المجموعات الأساسية البحرية.

٢ - الحياة القارية

إن غزو العالم الحي للقارات قطع مرحلته الحاسمة في الديفوني. فبالنسبة للعالم النباتي (شكل ٤١)، يشكل انتشار الـ Trachéophytes العنصر الجازم لهذا الاستعمار.

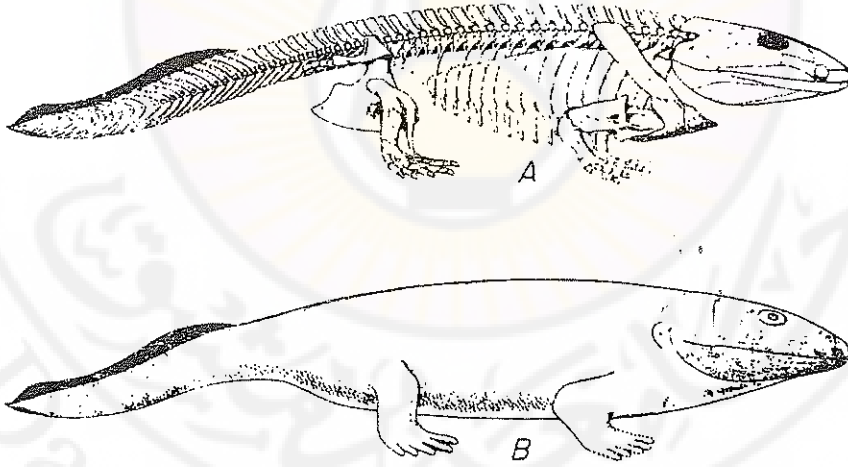


شكل ٤١ - مشهد طبيعي من الديفوني الأوسط.

كانت القارات خلال الديفوني خاضعة بصورة عامة لشروط مناخ قاحل جاف، تنتشر فيها اللاغونات، حيث نمت على ضفافها نباتات متنوعة جداً معظمها من خفيات الإلقاح الوعائية، وتطورت في تلك اللاغونات أنواع غريبة من الأسماك، كالأسمك المدرعة.

<i>A: Asteroxylon</i>	<i>O: Osteolepis</i>	<i>E: Eospermatopteris</i>
<i>N: Coccosteus</i>	<i>F: Articulées</i>	<i>D: Dipterus</i>
<i>P: Psilophyton</i>	<i>X: Callixylon</i>	<i>R: Rhynia</i>

أما الـ *Psilophytes* التي ظلت قريبة من الماء، فهي معروفة بخاصة بنماذجها المتسلسلة في مناجم الطورب في إيقوسيا. وينبغي أن يكون الغطاء النباتي في الديفوني مشابهاً لطبقة العليق في المناطق نصف القاحلة الحالية، حيث تكثر الـ *Lycopodophytes* في البراري المعشبة وتظهر مجموعات مفصليات الأرجل الأرضية الكبرى. وتنتشر عديمات الفكوك (*Cephalaspis* , *Pteraspis*) في المياه العذبة، انطلاقاً من مياه الخلجان النهرية والمياه الدلتاوية التي كانت تعيش فيها خلال السيلوري. ولكن بخاصة الأسماك على وجه الخصوص، هي التي ظهرت في السيلوري، والأشكال حديثة العهد (*Dipneustes*) هي التي تشكل العناصر الأصلية لتلك الحيوانات. أما رباعيات الأرجل الأولى التي خرجت من أسماك الـ *Crossopterygiens* في الديفوني الأعلى، وهي سقفيات حلق برمائية، فهي تعطي، رغم اقتصرها على الوسط المائي، الانطلاقة إلى مغامرة كبيرة، هي الفقاريات الأرضية (شكل ٤٢).



شكل - ٤٢ - جنس *Ichthyostega*، أول شكل معروف من رباعيات الأرجل (ديفوني أعلى، غرونتلندا) (بحسب يارفيك).

III - لمحة باليوجغرافية

تتميز باليوجغرافية أوروبا بصورة أساسية بوجود قارة الرمال الحمر العتيقة التي أنهت تشكلها في الديفوني الأدنى والتي سعى البحر مباشرة بالتجاوز عليها. والتغيرات الباليوجغرافية هنا هي التغيرات المرتبطة بتقدم بحر الميزوجي وتراجعها على قارة الرمال الحمر العتيقة هذه من جهة، وعلى أطراف قارة غوندوانا من جهة أخرى. وخطوط الشاطئ هي بالتالي متأرجحة.

ويميز الميل إلى التجاوز الذي تمّ بعد ترددات عديدة في بداية الديفوني الجزء الأعظم من هذا الدور، ولكنه ينعكس في نهاية الديفوني. وإن بالإمكان وضع خرائط باليوجغرافية عديدة لأوروبا وشمال أفريقيا خلال الديفوني. وينبغي أن تضم هذه الخرائط القسم الشرقي من أمريكا الشمالية التي كانت على الأرجح مجاورة لأوروبا.

إن حث المجالات القارية الواسعة في الديفوني الأدنى قد غدّى ترسباً مهماً أرضي المنشأ. وسحنة الحجر الرملي الكلسي (المسمى خطأً بالغرواك في الأدب الفرنسي) التي نشأت عن هذا الحث، تحتوي على مجموع مهم من الكائنات تكثر فيه عضديات الأرجل، ثنائيات المصراع، تريلوبيتات، استراكودات...

تظل المعطيات المناخية صعبة التفسير. مناخ نصف قاحل وحار في الديفوني الأدنى والأوسط، زيادة في الأمطار في الديفوني الأعلى، هذه هي في الغالب المميزات المقبولة. وإن تميز نطاقات نباتية مقترحة من قبل بعض العلماء يفترض وجود نطاقات مناخية أيضاً. أما بالنسبة للإقليمية عند الحيوانات البحرية، فيختلف مداها باختلاف المجموعات؛ في حين يستطيع اختصاصيو عضديات الأرجل تمييز ثلاثة أقاليم كبرى؛ إقليم العالم القديم، والإقليم الأبالاشي والإقليم المالفيو - كفريقي (أمريكا الجنوبية، إفريقيا الجنوبية، وقارة القطب الجنوبي). أما الغونياتيات فلها انتشار عالمي واسع.

١ - الديفوني في الميزوجي والمناطق المجاورة

أ - قارة الرمال الحمر العتيقة

تؤلف التشكيلات الديفونية غير البحرية حالياً تكشفات واسعة في كل شمال غرب أوروبا (بريطانيا، النرويج، سبيتزبرغ). وتوجد في الطرف الآخر من الأطلنطي (غروثلندا، كندا، بنسلفانيا). ولكنها تمتد أيضاً نحو الشرق على المجال البلطقي وعلى بعض النقاط من السطحة الروسية. ولقد أطلق GIGNOUX على هذه التكشفات الواسعة تعبير قارة «الرمال الحمر العتيقة» التي تشكلت عقب الأحداث الأوروغينية الكاليدونية. وقد كان لهذه القارة تضاريس مختلفة. ولقد خضعت لتجاوزات وانسحابات بحرية عديدة. وعلى هذا الأساس، ينبغي أن يفسر تعاقب التوضعات القارية والتوضعات البحرية على امتداد أطراف هذه القارة.

سحانات «الرمال الحمر العتيقة» هي، بصورة أساسية، رسوبات حطامية، كونغلولميرا، حجر رملي وشيست. وتعود الألوان الحمراء الغالبة فيها إلى حادثات الأكسدة المهمة، كالتى تحدث في مناخ جاف أو نصف جاف. وتبلغ ثخانة هذه التوضعات في بعض الأماكن ٦٠٠٠ م.

يشير التطبيق المتصالب ووجود الرسوم المختلفة على سطوح الطبقات، كتجاعيد الأمواج، وشقوق الجفاف... إلى نظام ترسب متقلب. وتشهد قشرات صحرافية ومستويات ملحية عديدة على وجود اللاغونات. ويكون لون الحجر الرملي في الزمر العليا أفتح منه في الزمر السفلى، كما تكون الحصى ذات الوجوه فيه أكثر انتشاراً. وهكذا يبدو أن المناخ نصف الجاف الذي كان سائداً في بداية الديفوني قد تطور إلى مناخ جاف في نهايته.

ب - المقعر الجيولوجي الهرسيني أو الميزوجي الشمالي

توضعات المقعر الجيولوجي الهرسيني ذات سحانات متنوعة من الديفوني، وينبغي الإشارة بخاصة إلى السحانات التالية:

- السحانات البيلاجية ذات الغونيايتات في حفرة الأرموريكان المركزية وفي كتلة الرينان الشيستية.

- السحانات النيريتية الحطامية الغنية بعضديات الأرجل وبالتداخلات الكلسية الرصيفية.

تداخل السحانات من نمط الرمال الحمر العتيقة بين السحانات النيريتية في مناسبات عديدة مشيرة بذلك إلى الاقتراب من الشاطئ، إلا أنها لا تبلغ أبداً السحانات البيلاجية التي توضع بعيداً عن الشاطئ.

يمتد المقعر الجيولوجي الهرسي على الطرف الجنوبي لقارة «الرمال الحمر العتيقة». وينبغي أن نلحق به مجالات الديفوني في كتلة الأرموريكان، وفي شمال الكتلة المركزية، وفي الفوج وبوهيميا، التي هي بقايا نطاق المحذب الجيولوجي القديم لأوروبا الوسطى الذي ييدي مجموعة ثغرات ستراتغرافية. هذا، وإن تنوع السحانات وكثرة الثغرات الستراتغرافية تجعل من هذا المقعر الجيولوجي الهرسي، الذي ما يزال يسمى بالميزوجي الشمالي، شكلاً متعارضاً مع الميزوجي الجنوبي الذي يتتابع فيه الترسيب بطريقة أكثر استمراراً، من السيلوري حتى الكربوني.

جـ - الميزوجي الجنوبي

يمتاز الديفوني في الجبل الأسود (جنوب فرنسا) بتوضعاته الكلسية ذات رأسيات الأرجل التي تستقر دون توافق على أراضي السيلوري.

ييدي النطاق المحوري لجبال البيرينيه، كما في الجبل الأسود، زمرة ديفونية متوافقة مع السيلوري وذات سحنة بيلاجية. ويكون الديفوني في جبال الأطلس العليا كاملاً وذا سحنة بيلاجية. ويكون في الميزيتا المغربية كاملاً أيضاً وغنياً بالمستحاثات. ويتداخل في زمره السفلى والوسطى غرواك وحجر كلسي عضوي المنشأ. وتدل توضعات الديفوني الأعلى على نظام بيلاجي في المناطق الشرقية من الميزيتا.

وفي منطقة القبائل، لا يعرف سوى الديفوني الأعلى التجاوزي والذي يحتوي على توضعات من حجر رملي وحجر كلسي ذي مرجانيات وزنبقانيات وعضديات أرجل (*Spirifer verneuilli*).

وفي الصحراء الشمالية الغربية، تكون زمرة الديفوني ممثلة بكاملها من جديد. وهي تضم توضعات نيريتية مستحاثية، وشيست ذا غونياتينات (وجدت حقول مهمة من الغاز الطبيعي في الحجر الرملي الديفوني). وبعيداً إلى الجنوب كان يمتد الدرع الصحراوي.

٢ - الديفوني في سوريا

تتكشف أراضي الديفوني على السفوح الجنوبية الغربية لجبال طوروس، وفي جبال الأمانوس، حيث تكون مؤلفة من حجر كلسي مرجاني غني بعصديات الأرجل، ومن شيست غضاري. لقد كشفت الآبار العميقة في مناطق عدة من سوريا عن توضعات رملية قارية ضعيفة الثخانة نسبها الجيولوجيون إلى الديفوني دون أي دليل مستحاثي. غير أنه لم يعثر في أماكن عديدة على مثل تلك التوضعات. وهذا دعا إلى الاستنتاج بوجود حركات تكتونية في تلك الفترة، أدت إلى نهوض المنطقة وانسحاب البحر عنها، وبالتالي إلى تعرضها لشروط قارية.

Gattendorfia subinvoluta (من الغونياتينات). في مقطع Oberrodtinghausen. ولكنه توجد في هذا المقطع ثغرة بين كلس الديفوني ذي *Wocklumeria* وكلس الكربوني ذي *Gattendorfia*. وظهر أخيراً أن حوض «دينان» (بلجيكا) يمكن أن يقدم أفضل المقاطع في أوروبا الغربية من أجل تثبيت هذا الحد. ولقد أولى اهتمام متزايد بالحقيقة، في السنوات الأخيرة، للمحتوى الباليونتولوجي لطبقات الانتقال الديفونية - الكربونية. وقد قدمت المنخربات، وبخاصة الكونتودنتات، مستندات قيمة، في حين شكلت الأبواغ الأداة الوحيدة في الترابط بين السحنات البحرية والسحنات القارية.

يميل الاختصاصيون الآن إلى الإعلان عن حدٍ يستند إلى مستحاثات الكونتودنتات: فقاعدة الكربوني تمتزج مثلاً، مع قاعدة النطاق ذي *Siphonodella*. وتقسيمات الكربوني هي الأخرى موضع مناقشات عديدة. والمخطط المؤقت المستخدم في أوروبا الغربية يمكن اختصاره بالجدول - ٢ - .

إن الاتفاق ليس إجماعياً على الترتيب التسلسلي للوحدات الكرونوستراتغرافية المختلفة، باعتبار أن مفهوم «تحت منظومة» ليس صحيحاً في الواقع. وبعيداً عن هذه المناقشات، ينبغي على الأخص الاتفاق على محتوى كل قسم.

استخدم الدينانسيان (من دينان في زادي الموز)، من قبل - MUNIER -
A. DE LAPPARENT و CHALMAS (١٨٩٣) للدلالة على «حجر كلس الكربوني» المحدد من قبل GOSSELET (١٨٦٠) الذي كان قد قسمه إلى «طابق كلس تورنيزي» الذي أصبح فيما بعد طابق التورنيزيان، وإلى «طابق كلس فيزي» الذي أصبح طابق الفيزيان. وتتميز قاعدة الفيزيان بظهور مجموعة كبيرة من عضديات الأرجل (*Productus*, *Delepinia*, *Chonetes*)، والمنخربات (أشكال أولية من *Fusulinacea*).

المرحلة التكوينية	اورعيا الغربية				روسيليا		المرحلتان المتحدتان الأمريكيتان	
	تحت منظومة الظلومة	زمرقة	طابق	زمرقة	طابق	زمرقة	تحت منظومة	
المرحلة الامستورية	ستيلينيان (= الخفي)	ستيلينيان	ك ستيلينيان ج ستيلينيان ب ستيلينيان م ستيلينيان	غزيليان	ستيلينيان كاربونيان ستيلينيان ستيلينيان	بنسلانديان	بنسلانديان	
المرحلة الارثوثيرية		وستالمان	د وستالمان ج وستالمان ب وستالمان م وستالمان	مركوبيان	دستالينيان اتوكيان	بنسلانديان		
		نامورينيان	كادونيان ماردنيان كيسر كوكوبيان المورتيان	بكيليان	مورديان			
		غزيريان	شوكوبيان ارثوثيريان ستيليان	فاموريان	بسيليان			
		ديانسانيان		فيليان كوزيريان	مرايديان اوسايجيان ليدر هوليان			
المرحلة السويدية						ميسينيان	ميسينيان	

جدول ٢٠ - التقسيمات الرئيسية لمنظومة الكربوني

اقترح الناموريان (من نامور في بلجيكا) منذ العام ١٨٨٣ من قبل PURVES. ولكن إدخاله في الأدب الجيولوجي فقد تم بالحقيقة من قبل STAINIER في العام ١٩٠١. وبعد مفاهيم متنوعة، تم تحديد الناموريان على أساس مستحاثات الغونياتينات. فالحد الأدنى للناموريان يقابل الحد الأدنى للنطاق ذي *Cravenoearas leion*، أما الحد الأعلى فيقع تحت النطاق ذي *Gastioearas subcrenatum*.

الويستفاليان (من ويستفاليا بألمانيا) تم تحديد حدّه الأدنى منذ العام ١٩٢٧ في مؤتمر هيرلين الأول. ووضع هذا الحد في قاعدة النطاق ذي *Gastrioceras subcrenatum*. وتم تقسيمه كذلك إلى أربعة طوابق. كما تم اختيار قاعدة كل من هذه الطوابق في حوض السرور، بالتوافق مع قاعدة مستويات التوضعات البحرية. ومنذ ذلك الحين ظلت تقسيمات الويستفاليان موضع جدل. والسيء في هذا الأمر أن نماذج هذه التقسيمات محصورة في أعمال المنجمين. ويسدو من الضرورة بمكان التوجه نحو تحديد مواقع أنموذج أخرى تكون التشكيلات فيها قابلة للملاحظة على التكشف (جنوب بلاد الغال مثلاً).

الستيفانيان (من سان - إتيان) تم تحديده من قبل - MUNIER CHALMAS و A. de LAPPARENT لينطبق على «الطبقات الحاوية على النباتات الفحمية... في أحواض الفحم كافة في شرق الهضبة المركزية».

صعوبات ستراتغرافية كبيرة تمت مصادفتها في الزمر الفحمية في أوروبا الشمالية الغربية مصدرها عدم دقة الطوابق الأنموذج المأخوذة في مجموعات قارية صرفة.

ينبغي الإشارة إلى أن من بين السلام الستراتغرافية الأخرى المستخدمة للكربوني سلام الاتحاد السوفييتي والولايات المتحدة الأمريكية (جدول ٢). فالسلم الأول يختلف عن سلم أوروبا الغربية بدءاً من الناموريان؛ فالبحر الذي استقر آنذاك على السطحية الروسية سمح بإقامة تقسيمات الستيفانيان على أساس المنخربات.

ونشير هنا أن طابق الأوراليان الذي اقترحه A. de LAPPARENT (١٩٠٠) ولاقى القبول من جهات عديدة، قد اختفى من التسمية. أما سلم أمريكا الشمالية فيقترح منظومتين للكربوني.

إن الترابط بين مختلف هذه السلاسل مازال غير مؤكد. ولقد تم في المؤتمر الجيولوجي المخصص للكربوني الذي انعقد في موسكو عام ١٩٧٥، اقتراح مخطط عمل جديد، تجري بدءاً منه أعمال تهدف إلى تعيين الحدود في مناطق مختلفة.

١ - ٢ - البرمي

وضع هذا التعبير في العام ١٨٤١ من قبل MURCHISON. واستخدم الأدب الجيولوجي الألماني أحياناً، كمزادف للبرمي، تعبير «دياس» (Dyas) (على نمط تسمية الترياس) للمجموعتين الكبيرتين في البرمي الألماني (Rotliegende و Zechstein). ومع أن مدة البرمي (٤٠ مليون سنة تقريباً) ليست بالقصيرة، فإنه لا يضم سوى عدد قليل من القسيمات (جدول ٣)، الأمر الذي يدل على أن المعلومات بشأن هذه المنظومة ما تزال ضئيلة. وتشير إلى الغموض فيها التجمعات التي تناولتها أحياناً: فالتسمية الثنائية البرمو - كربوني تجمع البرمي إلى الدورة الهرسينية وقد شهد مرحلتها الأخيرة. وتشير التسمية الثنائية البرمو - ترياس إلى أن البرمي، في بعض الحالات، يعلن عن خصائص أزمنة الميزوزوي الأولى. كل هذا يدل على أن حدود البرمي ما تزال موضع جدل.

السجلات القارية (أوروبا الغربية)		السجلات البحرية (روسيا)
تورنجيان		كازانيان
سكسونيان		كنغوريان
أوتونيان		ارتنسكيان

جدول ٣ - تقسيمات البرمي في أوروبا

ذكرنا من قبل أن تثبيت الحد الكربوني - البرمي، ما يزال بحاجة إلى المزيد من التقدم. يبدأ البرمي مبدئياً بالمستوى ذي *Schwagerina* (منخرية) في التتابعات البحرية. ولكن تفسير ذلك يظل متغيراً. وتبدو الصعوبة أكبر أيضاً في الزمر القارية. أما الحد الأعلى فينبغي تعيينه في المناطق التي لم تتأثر بأية تحركات أوروغينية، وحيث الترسيب البرمي - ترياس البحري فيها مستمر. ومثل هذه الحالة موجودة في غروثلندا، وفي منطقة حفلة على الحدود الإيرانية - الأرمنية، وفي الجبال الملحية في الباكستان.

٢ - الخصائص الباليونتولوجية

كانت الحياة مزدهرة في الدينانسيان والناموريان. فالكائنات الحية البحرية غزيرة ومتنوعة بفضل المياه المتجاوزة، ذات الحرارة الدافئة أحياناً. وقد استخدمت لإقامة نطاقات مختلفة الأشكال من معائيات الجوف وعضديات الأرجل التي تتميز سحنات عديدة. والمعطيات المتعلقة بالنباتات والحيوانات القارية مجزأة ولكن التحريات مستمرة بفعالية في هذا المجال. في الكربوني الأعلى، الرسوبات القارية هي المهمة لغناها بالمستحاثات. وقد سمح العدد الكبير من بقايا النباتات بإعادة بناء «الغابة الفحمية» (شكل ٤٣). كما أن غزارة الرخويات، والعدد الكبير من مفصليات الأرجل، وبقايا البرمائيات، والزواحف، تقدم صورة عن عالم قاري مضياف ومستعمر على نطاق واسع؛ أما في البحار، فعلى العكس، سببت الانسحابات والتبريد انقراض غالبية المجموعات، وبخاصة الحيوانات النيريتية، وهذه بداية الأزمة البرمية التي ضربت مجموعات مختلفة، ووصلت ببعضها إلى الانقراض (التريلوبيات).

أ - الحياة في البحار

تحتل المنخرات حيزاً متميزاً بين وحيدات الخلية. وتطورها السريع عمل منها مستحاثات ستراتغرافية ممتازة. أهم فصائلها الرئيسة هي: *Endothyrida*، *Schwagerinidea*، *Fusulinidea*.



شكل - ٤٣ - الحياة في غابات الكربوني: ضفدرينات مدرعات القحف (٢،١)
حشرات بدائية (٤،٣).

Lepidodendron (5) *Sigillaria* (6) *Calamites* (7)
Annularia (8) *Cordaites* (13)

تكثر معانيات الجحوف في بحار الدينانسيان، وقد استخدمت في التمنطق في بلاد الغال. وهي إما أشكال منفردة (*Cyathoxonia*, *Zaphrentoides*) أو مستعمرات (*Lithostrotion*). في البرمي، تتراجع الأشكال التجمعية وتسيطر الأشكال المنفردة الصغيرة.

وتعرف عضديات الأرجل ازدهاراً كبيراً في الدينانسيان. فصيلة الـ *Productacea* (*Productus*, *Linoproductus*, *Gigantoproductus*) تشكل فيها عنصراً طاعياً، غير أن مجموعات أخرى منها تكون مثلية بكثافة: *Spiriferidea*, *Strophomenacea*, *Athyrida*... ويبدأ تراجعها منذ الكربوني الأعلى، مع أنه تظهر فيها أشكال نائية (*Prorichtofenia*). وفي البرمي، تسيطر عضديات الأرجل عبر الـ *Productidea* ذات الأشواك الطويلة في الغالب (*Horridonia*) وبأشكال مسخنة تكيفت مع الحياة الرصفية (*Richtofenia*).

الرخويات متنوعة في الكربوني، تكثر معديات الأرجل في السحبات الكلسية. وتشكل صفحيات الغلاصم طبقات حقيقية في المياه الشباطية. وتشكل رأسيات الأرجل المجموعة الأكثر أهمية بين الرخويات بالنسبة للستراتغرافيين، فأشكال الغونياتينات مختلفة في الكربوني عنها في الديفوني. فهي غنية جداً منذ التورنيان؛ وتبدي الدروز غالباً تعدداً في الفصوص والسروج. ويتتابع التطور إلى الكربوني الأعلى مع ظهور فصائل جديدة، يمر عدد كبير منها إلى البرمي. وتسجل نهاية هذه الفترة الأخيرة أفول الأمونوييدات التي تأخذ الأشكال المتحدرة منها في الترياس خصائص درزية جديدة.

يشهد عالم مفصليات الأرجل البحرية، على العكس، تراجعاً واضحاً في الكربوني. وإذا كانت الأوستراكودا تظل موجودة فإن التريلوبيات على العكس، أخذت تنقرض بسرعة.

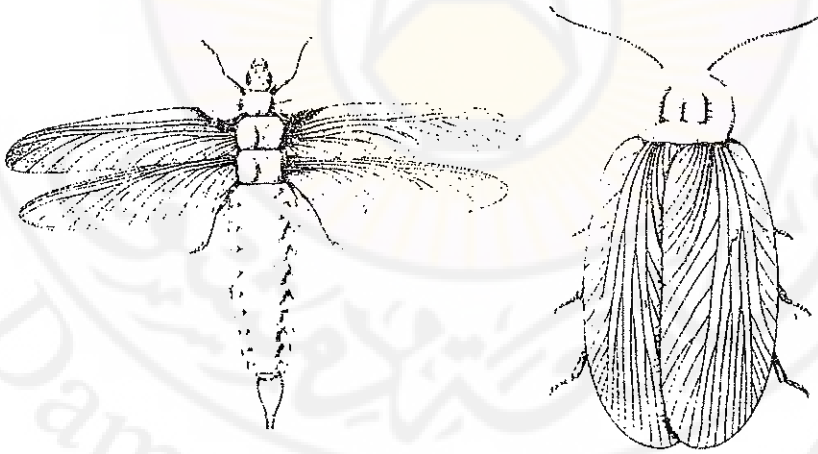
يمثل ظهور الزواحف حلقة أساسية جديدة في تطور رباعيات الأرجل: تنفس رئوي ولواحق جنينية تؤمن بدءاً منها الاستقلال بالنسبة للوسط المائي الذي كانت رباعيات الأرجل الأولى رهينة فيه.

ب - الحياة على سطح القارات

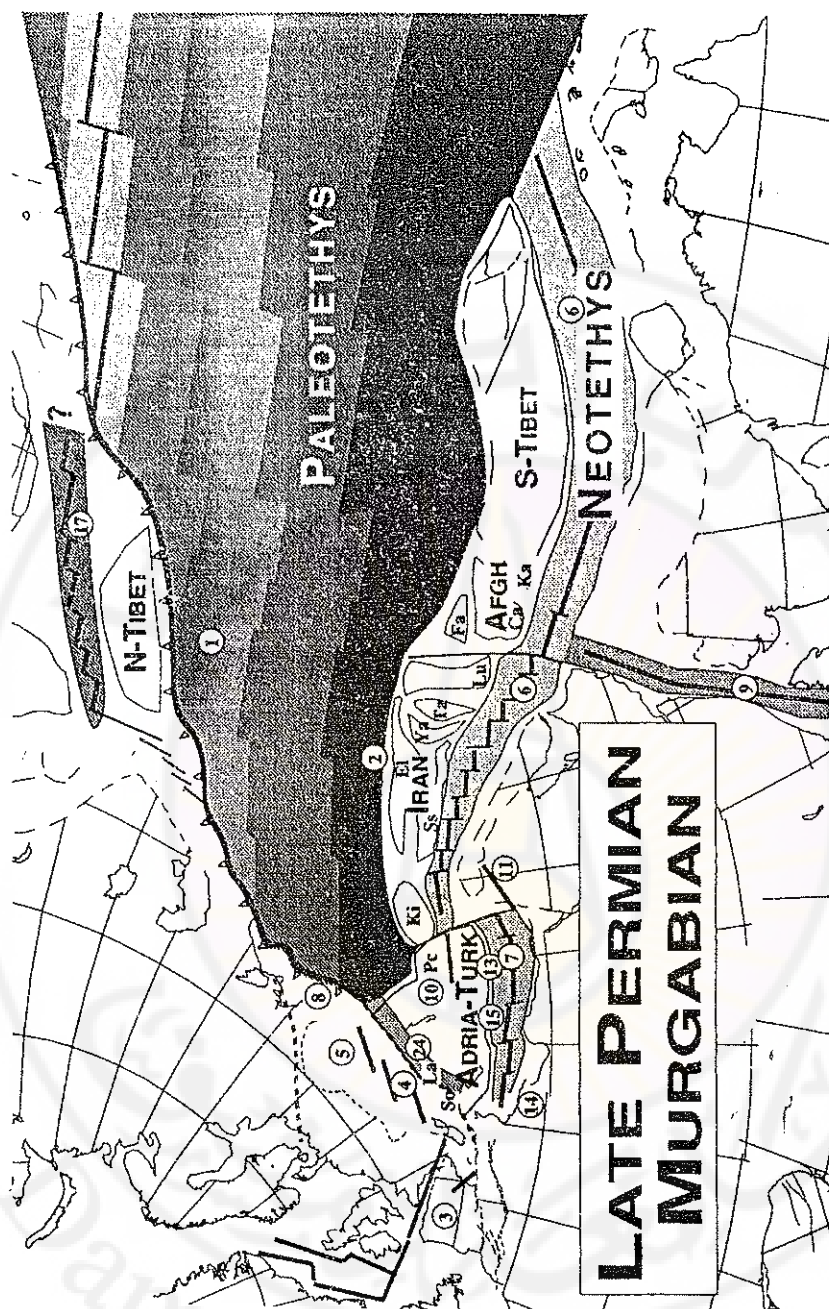
تشكل النباتات عنصراً أساسياً في عالم الحياة على سطح القارات. ومع أن الصورة غير مكتملة في الدينانسيان، إلا أن شروط الاستحاثات الرائعة في الأزمنة الفحمية تعطي صورة أمينة عن ازدهار الحياة النباتية القارية خلال الكربوني. غير أن شروطاً أقل ملاءمة في البرمي سببت تراجع بعض المجموعات.

الروخويات تكيفت بسرعة مع المياه العذبة القارية. معظمها من معديات الأرجل (*Carbonispira*)، وكذلك من صفيحيات الغلاصم (*Carbonicola*). وتابعت مفصليات الأرجل بنجاح غزوها للوسط القاري. والظاهرة الأكثر بروزاً تكمن في التنوع السريع للعنكبوتيات (*Arachnides*) وبخاصة الحشرات (شكل ٤٤).

أما الفقاريات فقد اجتازت عتبات أخرى حاسمة من تطورها. فالبرمائيات أخذت تميل إلى التخصص: تضاءل الذيل، وزالت معظم عظام الأدمة عند بعضها، وأصبح بعضها الآخر مائئاً، متكيفاً بشكل كامل مع الحياة القارية.



شكل - ٤٤ - حشرات بدائية من الدينسلفاتيان (بحسب دونبار).



شكل - ٤٥ - إعادة بناء التتيس في نهاية البرمي (دركور وآخرون).

وفي المنطقة الجنوبية لبحر الميزوجي في شمال أفريقيا، تستمر سحنة «كولم» العميقة في المغرب خلال الدينانسيان والناموريان. وتوجد في الميزيتا المغربية وفي جبال الأطلس الأعلى مستحاثات غنية من رأسيات الأرجل التي سمحت بإجراء مقارنات مع روسيا وأمريكا الشمالية. وعلى أطراف الصحراء الشمالية الأفريقية الغربية، يعلو هذه السحنات ويستفاليان كامل من النمط البحري (الفحمي في كولومب بيشار)، وستيفانيان قاري مع تداخلات حمراء. وتمثل هذه الأخيرة التأثيرات البعيدة للدرع الأفريقي.

٣ - ٢ - الكربوني والبرمي في سوريا

حلق نهر شاكيت العميقة في جبال طوروس هي خير مكان معروف فيه الكربوني على السطح.

أما في جبال الأمانوس، فلم يحدد فيها الكربوني بشكل مؤكد. وفي وصف بروزات الباليوزوي في منطقة ماردين، لم يرد ذكر للكربوني هناك.

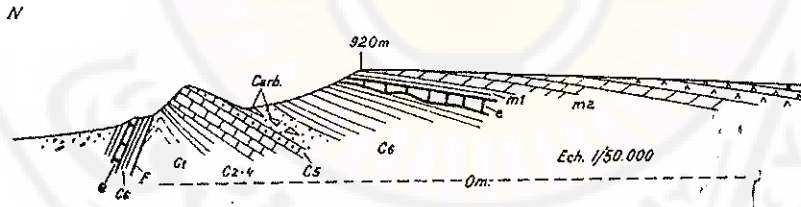
وفي منطقة جبال الكرد (الكرداغ)، أظهر الجفر العميق (بئر بفليون) غياب الكربوني حيث تستقر طبقات الميزوزوي مباشرة فوق طبقات الاردوفيشي. ولقد أشار DUBERTRET إلى اللاتوافق الزاوي الشديد في هذه المنطقة.

وفي قلب جبل عبد العزيز، في النقرة، يظل الوجود الغريب للكربوني غير مفسر بشكل جيد. فهو مرتبط بفالق عميق اتجاهه غرباً - شرقاً، بدأ تحركه منذ التورونيان على الأقل، شفته الشمالية مخبأة تحت الركاب والحصي.

النطاق المحصور بين الماستريختيان والتورونيان مغطى بكتل مبعثرة وتائهة مؤلفة من كوارتزيت ذي غرافيت وحجر كلسي استحيالي وتوجد في الأودية السيلية في المنطقة كتل صغيرة مؤلفة من حجر كلسي حديدي، رملي أحياناً، يبلغ طولها عشرات الأمتار، وكتل أخرى أقل أهمية مؤلفة من حجر رملي ميكاي. ولقد فقدت هذه الجلاميد وتلك الكتل ارتباطاتها الستراتغرافية، فهي منساقة جزئياً في بريش قاعدة الماستريختيان (قاعدة الكامبانيان الأعلى حسب التحاليل الحديثة).

تذكر جلاميد الكوارتزيت ذي الغرافيت بالباليزوي الأدنى. أما كتل الحجر الكسبي الرملي الحديدي فقد أعطت مستحاثات من التورنيزيان، منها *Spirifer tornacensis*. كما أعطى الحجر الرملي الميكايوي مستحاثات نباتية عائمة، تعود إلى التورنيزيان أيضاً، هي: *Lepidodendron aff. veltheimianum*، *Archeosigillaria aff. vanuxemi*.

إن ظهور هذه الكتل من الكربوني في قاعدة الماستريختيان (في الكامبانيان الأعلى على الأصح) يظل لغزاً. هذا وإن السحنات الرملية في قمة التورنيزيان وأهمية كتل الكربوني الكلسية الحديدية والرملية أو الرملية الميكايوية تدعو إلى التفكير في منشأ متقارب جداً لهذه المواد، وبالتالي في وجود بروز من الكربوني الأدنى مرتفع بعض الشيء أثناء تجاوز الكامبانيان - الماستريختيان. إلا أن الأمر قد يكون أيضاً ظاهرة انزلاق (Slumping) على مسافة ما: ويمكن عني هذا الأساس تفسير تباین منشأ المواد المجمعة، إذا كانت تمثل حقاً مستويات مختلفة. ولكن هذا الأمر لم يثبت بشكل دقيق.



شكل ٤٦ - مقطع عرضاني في نواة جبل عبد العزيز في النقرة. حرقفة كريتاسية من C1 إلى C5، تعلوها توضعات الماستريختيان التجاوزية (C6)، ثم توضعات الأيوسين الأعلى (e) فتوضعات الميوسين (m). كتل من التورنيزيان والفيزيان (كربوني Carb) في قاعدة الماستريختيان (بحسب ل. دوبرتريه).

وفي منطقة البحر الميت تتألف توضعات الباليوزوي بصورة عامة من زمرة رملية
ثخينة تستمر حتى الميزوزوي تعرف تحت اسم "زمرة البترا الرملية" (شكل ٣١).
ليس البرمي معروفاً على السطح في منطقتنا، ولقد أشار إلى وجوده في الآبار
العميقة. وهو مؤلف بصورة عامة، من شيبست غفاري وحجر رملي كوارتزي.





الفصل الخامس

حقب الميزوزوي

صفات عامة

رسم حقب الميزوزوي (من اليونانية؛ ميزوس: متوسط) أو الحقب الثاني، تاريخ الأرض منذ نهاية الباليوزوي (-٢٢٥ مليون سنة) حتى بداية السينوزوي (-٦٥ مليون سنة). دام هذا الحقب ١٦٠ مليون سنة تقريباً. فهو يمثل فترة أقل من نصف فترة الباليوزوي (٣٤٥ مليون سنة) وأكثر من ضعف فترة السينوزوي (٦٥ مليون سنة). في الميزوزوي تبدأ الدورة الأوروجينية الألبية التي ستبلغ ذروتها في السينوزوي، وهذا يدعو إلى جمع هذين الحقبين في حقب واحد. إنما لكي يقابل هذا الدور الجديد تماماً الدورة الأوروجينية الألبية، يكون من الضروري فصل الترياس منه (٤٥ مليون سنة) الذي شهد خمود الأوروجينيز المهرسين. عندئذ سيكون هناك حقب باليوزوي مدته ٣٩٠ مليون سنة، يليه حقب ميزوزوي - سينوزوي مدته ١٨٠ مليون سنة، ويكون هكذا لكل دورة أوروجينية أقل من ٢٠٠ مليون سنة بقليل.

الثخانة الإجمالية لتشكيلات الميزوزوي، حيث تسود الصخور الكلسية هي من رتبة ٣٥ كم. أكثر بقليل جداً من ثخانة تشكيلات السينوزوي (٣٠ كم) الغنية بالمواد الحطامية الناتجة عن حت السلاسل الألبية.

كانت المناخات في حقب الميزوزوي أكثر حرارة (من النمط المداري) وأكثر تجانساً من المناخات الحالية. ففي البحار التي كانت درجة حرارتها أعلى بـ ١٠° من البحار المعتدلة الحالية، انتشرت عوالق كثيرة العدد (منخربات، كوكوليتات) غذت قطعان الأمونيتات والبلمينيات، في حين عرفت الزواحف آكلات العشب أو اللحم، في الماء أو على اليابسة، انطلاقة هائلة هزت أجيالاً من الباليونتولوجين واثارت حماسهم. فبدءاً من فروع الزواحف انعقد مصير الحياة على الأرض مع الثدييات الأوائل التي سوف تزدهر في حقب السينوزوي، في الوقت نفسه مع النباتات جليات الألقاح التي ظهرت هي الأخرى في الميزوزوي.

أخيراً، إن تفجر البانجيا الذي حدث في الترياس الأعلى، منذ نحو ٢٠٠ مليون سنة، مع ولادة أقيانوس الأطلنطي، أطلق عملية التباعد الأقيانوسي المستمرة في الزمن الحاضر (شكل ٥٠ و ٧٩). إن هذا الحدث الدرامي المتمثل بالتصور المسبق للعالم الحديث، هو مرور إضافي لجمع أزمنة ما بعد الباليوزوي في جسم واحد (حقب واحد).

I - التقسيمات والحدود

يقسم حقب الميزوزوي إلى ثلاثة أدوار (أو منظومات):

- الترياس، وقد سمي هكذا في العام ١٨٣٤ من قبل VON ALBERTI للدلالة على تتابع ثلاث تشكيلات كبيرة تميز في ألمانيا الوسطى هذا الدور (٤٠ مليون سنة، من - ٢٤٠ إلى - ٢٠٠ مليون سنة).

- الجوراسي، اقترح هذا الاسم من قبل BRONGNIART في العام ١٨٣٤، وهو ليهن سنوى جمع لعبارة «أراضي الجورا» التي عرفت لأول مرة في سويسرا في العام ١٧٩٥ من قبل VON HUMBOLDT (٦٠ مليون سنة، من - ٢٠٠ إلى - ١٤٠ مليون سنة).

- الكريتاسي، وقد وضع هذا التعبير في العام ١٨٨٢ من قبل Omalius d'HALLOY لتمثيل أراضي «الحوار» (من اللاتينية: كريتيا) في شمال فرنسا وبلجيكا (٧٥ مليون سنة، من - ١٤٠ إلى - ٦٥ مليون سنة).

قُسم كل من هذه الأدوار إلى عصور، سوف نقوم على تحديدها بدقة في الفصول القادمة.

المرحلة التكتونية الرئيسية	عمر بدء الوحدة	المدة بملايين السنين	الزمر أو العصور	المنظومات أو الأدوار
التيوسيميرية	١٠٠	٧٥	كريتاسي أعلى	كريتاسي
	١٤٠		كريتاسي أدنى	
السيميرية	٢٠٠	٦٠	جوراسي أعلى = ملم جوراسي أوسط = دوغر جوراسي أدنى = لياس	جوراسي
البالاتينية	٢٤٠	٤٠	كوبر موشلكالك بونتسندشتاين	ترياس

جدول - ٤ - تقسيمات الميزوزوي

الحد الأدنى

مع أن الباليوزوي، مجموعه متميز بوضوح عن الميزوزوي، فإنه ليس من السهل دوماً زسّم الحد بين هذين الحقبين. فالترياس يبدو غالباً وكأنه استمرار للبرمي، وبخاصة في أوروبا الغربية وأمريكا. مع ذلك، فالحد الأدنى للميزوزوي هو مبدئياً، باليونولوجي وأوروجيني في آن واحد، لأنه يوافق تواصل الدورة الهرسينية مع الدورة الألبية.

مع ذلك، فالأمور ليست تخطيطية في تفاصيلها. فالأوروجينيز الهرسيني ينتهي في أوروبا الغربية مع المرحلة السّالية في نهاية الكربوني. وتلي ذلك فترة طويلة من تراكم المواد الخطامية ذات اللون الأحمر، والتي تتعدى الحد بين الحقبين، وتستمر في

الترياس: وهذا هو البرمو - ترياس بالنسبة للجيولوجيين الفرنسيين، و«الرمال الحمراء الحديثة» بالنسبة للجيولوجيين الإنكليز.

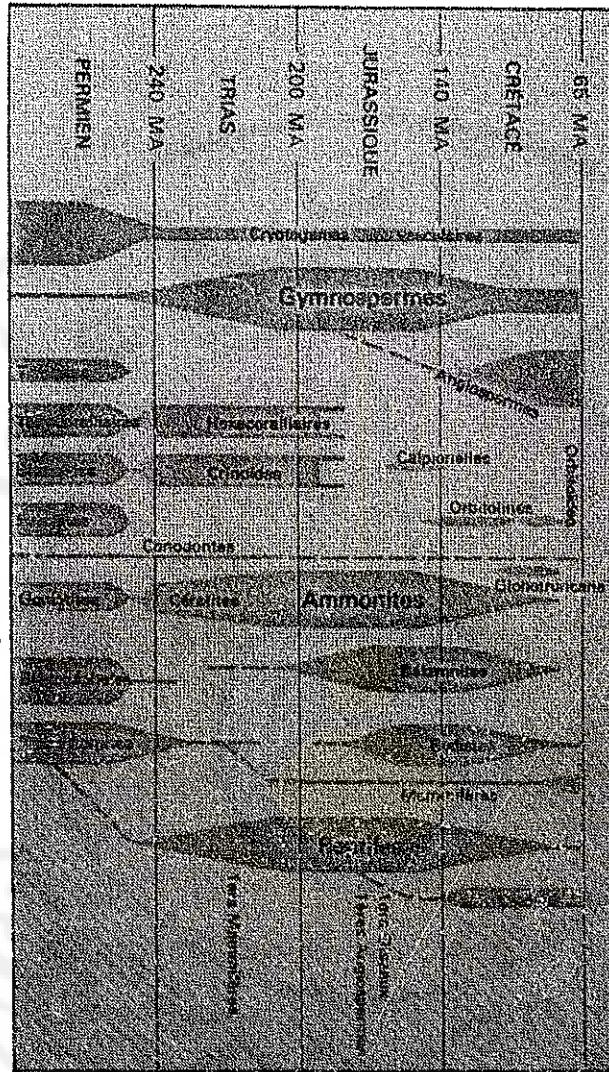
إذا ذهبنا باتجاه الشرق، نلاحظ في ألمانيا لاتوافقاً خفيفاً بين البرمي والترياس، يزداد في أوروبا الشرقية وفي روسيا حيث تشهد المرحلة الأوروجينية البالاتينية، على الحد بين الحقبين، نهوض سلسلة الأورال. والترياس هنا يتجاوزي بشكل واضح وبحري، ولكن يوجد هذه المرة ثغرة بينه وبين البرمي. ومع أن الحد ظاهر إلا أنه ليس حقيقياً لأنه يوافق انقطاعاً في الرسوبات، أي مجالاً زمنياً طويلاً.

المناخات حارة بشكل منتظم، تعاقبت فيها فصول جافة مع فصول رطبة، وتلت في البرمو - ترياس مناخات أكثر تنوعاً (ذهبت حتى الجليدية) في الكربوني، فسببت في الغالب أضراراً جسيمة لمجموعات كاملة من الكائنات الحية.

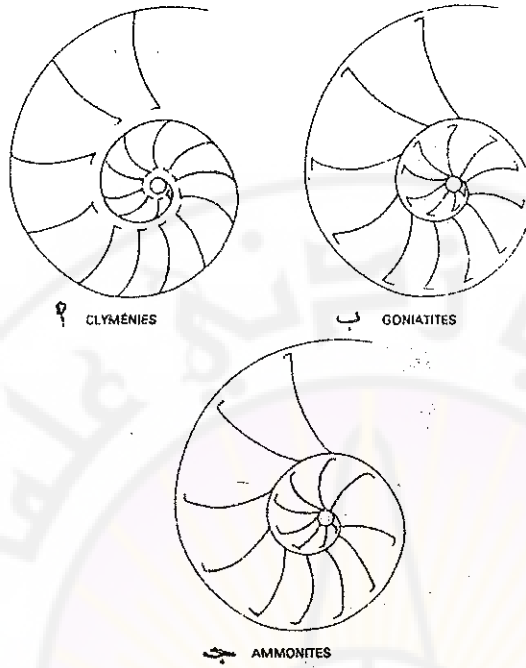
بعض من هذه المجموعات انقرض كالزيليبيات التي تركز عليها الأمور الأساسية في ستراتغرافية الباليوزوي، وكالفوزولينات وهي منحربات من البرمو - كربوني اعتمدت في تحديد نطاقات أحيائية لهذين الدورين. وبعضها الآخر من هذه المجموعات تميل إلى نهايتها: المرجانيات الرباعية تتبعها المرجانيات السداسية، والسيراتينات تحل محل الغونياتينات (شكل ٤٨)؛ وتنقرض في الترياس الضفدعيات سقفيات القحف والزواحف وحشيات الشكل.

الحد الأعلى

ثم إذا كان الحد بين الكريتاسي والحقب الثالث غير مميز نظرياً، لأنه وقع داخل الدورة الألبية، وأنه لا يمكن في هذه المرة إدخال الأوروجينيز في هذا المجال، فإن هذا الحد هو في الواقع أكثر الحدود وضوحاً في تاريخ الأرض بسبب الانقطاع البيولوجي الذي يميز هذا الحد، سواء في البحار أو على سطح القارات. والسبب الأساسي هو تبرد عام يعود إلى الاتصال الأول والمؤقت على ما يبدو، بين بحر الشمال وخليج الأطلنطي الشمالي عبر مضيق جزر Faeroe.



شكل - ٤٧ - المعالم المميزة في التطور الباليونتولوجي في الحد الأدنى للميزوزوي وخلال هذا الحقب.



شكل - ٤٨ - التنظيم التخطيطي لفرع الامونيتات: أ - (ديفوني)، ب - (ديفوني - برمي)، ج - (ترياس - كريتاسي).

سبب تبرد المياه هذا موتاً جماعياً للكائنات الحية العوالق والكوكوليتات والمنخرات التي تحمل فيها الـ *Globorotalia* محل الـ *Globotruncana*. وتنقرض الأمونيتات في نهاية تطورها، والبلمنيتات، وكذلك عدد من مجموعات أخرى من الرخويات كالـ *Rudistes* والـ *Inocerames*. والاختفاء الأكثر استعراضية يتعلق بالزواحف الكبيرة في الماء وعلى اليابسة حيث زادت الانسحابات البحرية في نهاية الكريتاسي من الطبيعة القارية للمناخ.

إن بعض الاعتبارات التشريحية (بنية عظام من نمط "هافرس"، (شكل ٤٩) التي تفترض ري غزير، وأطراف كالأعمدة أي كقوائم الفيلة، منتصبه تحت أجسادها وليست ملقاة على الجانب كما عند التماسيح) والفيزيولوجية (حياة

القطيع، ضرورة إنتاج كمية كبيرة من الطاقة) تدعو، بهذا الصدد، إلى التفكير بأن هذه الكائنات الحية بلغت مرحلة الحرارة الداخلية الثابتة. وبعيداً عن تشبيهها بحيوانات برمائية كفرس الماء، كانت تتصرف على ما يبدو «كفيلة رأسها في طرف خرطومها». ونفهم عندئذ أن غياب الكساء الجلدي (شعر أو ريش) ليقبها من البرد، وعدم قدرتها على «سبات الشتاء» بسبب قدها الكبير، جعلها على الأخص سريعة التأثير بالانخفاض الكبير في درجة الحرارة.



شكل ٤٩ - نسيج عظمي لأحد دينوصورات الكريتاسي (بحسب ريكليس).

II - لمحة باليونتولوجية

وحيدات الخلية التي هلك القسم الأكبر منها في اليرمو - ترياس، أخذت انطلاقة جديدة في الجوراسي وغزت المجال النيرتي في الكريتاسي إلى حد شكلت بتجمع هياكلها بكميات تفوق حد القياس الجزء الأساسي لبعض السحجات

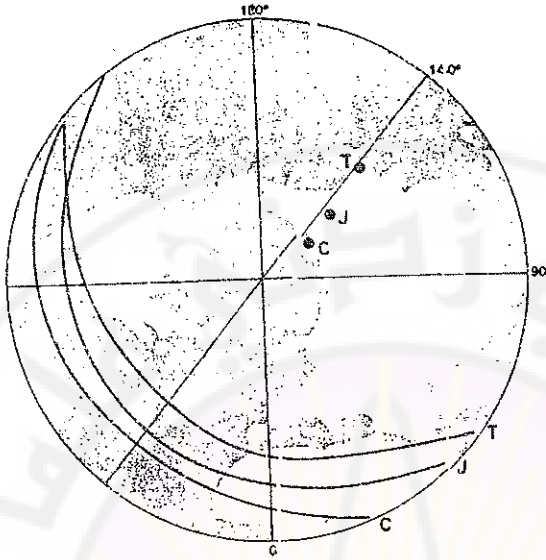
التي من نتائجها تشكّل توضعات الفليش (فليش التيتونيان). ولكن الحركات تزداد في الكريتاسي الأوسط دون أن تبلغ أوجها (المرحلة النمساوية)، وتزداد توضعات الفليش، وتتحرك أحداثات التحميل والتراكب الأولى، وتشدّد الاستحالة بخاصة، في النطاق المحوري لجبال البيريني، وفي آسيا الصغرى وفي جبال الكاربات. وكانت جبال الألب الغربية، طافية بأكملها في نهاية الكريتاسي، وتظهر لا توافقات في كتلة ديفولوي بهذه الجبال (المرحلة الأرفنشية).

٣ - المناخات القديمة

المناخات في الميزوزوي هي بمحملها أكثر دفئاً وأقل تنوعاً من المناخات في الباليوزوي، إذ لا يوجد في الرسوبات أي أثر للتجلد، ودرجة حرارة المياه البحرية التي وجدت قرائنها محفوظة في الصخور بفضل نظير الأكسجين ١٨، هي أعلى بمسرح درجات من درجة حرارة البحار المعتدلة الحالية.

تنشط هذه المياه الحارة تشكّل الصخور الكلسية عضوية المنشأ (لوماشيل من الرخويات، سحنات أشنية من Dasycladaceae)، الصخور الكلسية البيوضية والصخور الكلسية الرصفية التي تزحف نحو الجنوب مع انتقال القطبين وخط الاستواء. في بداية الميزوزوي، كان القطب الشمالي الذي عُرف موقعه من اتجاه المغناطيسية القديمة في الصخور، واقعاً في الأقيانوس الباسيفيكي على ١٤٠° خط طول و ٤٠° خط عرض شمالي (شكل ٥١)، بحيث كانت الكتل القارية الكبرى واقعة في النطاقات المدارية أو الاستوائية حيث يسود حزام تبخري واسع (شكل ٥٩). مع ذلك، فقد كان من نتائج هجرة خط الاستواء نحو الجنوب انخفاض طفيف في درجة الحرارة في أوروبا خلال الكريتاسي، في حين يصبح بحر الشمال بارداً.

إذا كانت لوراسيا قد تبرّدت فإن غوندوانا قد تسخّنت. فالحزام التبخري بلغ شمال أفريقيا. وذابت جليديات البرمو - كربوني في جنوب أفريقيا والقارات المجاورة تحت تأثير مناخ معتدل ثم حار. وقد عرفت المناطق القطبية في هذا العصر مناخاً لطيفاً ورطباً ملائماً لازدهار الغابات الفحمية (سبيريا، سيبتربرغ، غروثلندا).



شكل - ٥١ - هجرة القطب الشمالي وخط الاستواء خلال
الميزوزوي (بحسب لوتس وغرين).
T: ترياس؛ J: جوراسي؛ C: كريتاسي.

وكان من نتائج ضعف التضاد بين المناخات اتساع النطاقات المتوسطة بين المناطق المدارية والمناطق القطبية، أي نطاقات التبخرات. طبقة التفسخ في المناطق المدارية هي أثنى بقدر ما تكون القارات مستقرة (فترات بيوسنتاتية). وقد كانت عمليات التبيكمت (bauxitisation) كثيفة في كل أوروبا الوسطى، من الأورال حتى جنوب فرنسا مروراً بهنغاريا.

هذه المعيشة اللطيفة التي كانت في أزمنة الميزوزوي، تناخمت مع صفة عدم الاكتراث لدى الزواحف الكبيرة التي كانت سيدة عالم أوسع من عالمنا، لأنه بسبب غياب القبعات الجليدية، كانت الأراضي الطافية كافة تحت تصرفها. وقد اضطرت، بسبب عدم قدرتها على تحمل قساوة المناخ في نهاية الكريتاسي، أن تتخلى عن مكانها لحيوانات صغيرة لم تكن تعيرها دون شك أي اهتمام، ولكن تلك الحيوانات الصغيرة

كانت تملك زيادة عنها ثلاث أفضليات كبيرة الأهمية: حرارة داخلية ثابتة بصورة مطلقة، كساء جليدي وولودية مشيمية. هذه الحيوانات هي الثدييات التي لم تكن تنتظر سوى هذه الفرصة لتترك لطاقتها التطورية التفتح والازدهار.



الترياس

من بين أدوار الحقب الثاني الثلاثة تكون مدة الترياس (٤٠ مليون سنة) والجوراسي (٦٠ مليون سنة) أقصر من مدة الكريتاسي التي تبلغ ٧٥ مليون سنة. وُضعت تسمية الترياس في العام ١٨٣٤ من قبل VON ALBERTI للدلالة على ثلاث تشكيلات كبيرة تميز هذا الدور في ألمانيا: الحجر الرملي المبرقش (Buntsandstein)، والكلس القوقعي (Muschelkalk)، والمارن القزحي اللون (Keuper).

في أوروبا، يبدو الترياس الجرمانى كوسط بين الترياس الميزوجي البحري الصريح والترياس القاري للرمال الحمر العتيقة في بريطانيا. وقد عرفت كلها، هنا وهناك، مناخاً مدارياً مع ميول تبخرية.

إذا كان الترياس الجرمانى، من وجهة النظر المكانية، يمثل نطاق انتقال بين المجالات البحرية والمجالات القارية، فإنه بمجمله، من وجهة النظر الزمنية، يمثل المرور من -حقب الباليوزوي إلى حقب الميزوزوي. وهو نقطة تفصل الدورة الهرسينية مع الدورة الألبية، في فترة تسارع في تطور العالم النباتي وازدهار في الحياة البحرية التي كانت كثيفة ومتجددة ومولدة لتشكيلات كلسة ثخينة كتشكيلات الألب الدولوميتية.

I - حدود وتقسيمات

١ - الحدود

يمتزج الحد الأدنى الذي يفصل البرمي عن الترياس مع الحد الأدنى لحقب الميزوزوي. وهو يوافق المرحلة البالاتينية، آخر نهضة للأوروجينيز الهرسيني في

أوروبا الوسطى والشرقية، ويتوافق في العالم الحي بانقراض بعض المجموعات وظهور مجموعات أخرى (شكل ٤٧). وهذا الحد ظاهر بوضوح في الأحواض النيريتية من المجال الألبى حيث يكون الترياس تجاوزياً، إلا أنه يكون من الصعب أحياناً التعرف عليه في الأوساط القارية (غرب أوروبا) أو البحرية الصريحة (الميزوجي).

الحد الأعلى، بين الترياس والجوراسي موضع جدل بين الستراتغرافيين، لأن هذين الدورين يتنازغان طابق الريسيان المنسوب سابقاً إلى الجوراسي والموضوع من ثم في الترياس. حيث أن الريسيان في فرنسا أكثر بحرية من الكوبر، وأنه لهذا السبب قيل إنه تجاوزي. ولكننا نعرف اليوم أن الكوبر - بمعناه الفرنسي - تقدم بعيداً نحو الغرب فوق أوروبا الغربية على شكل تجاوز لاغوني على قارة لا تضاريس فيها. بحيث لا يوجد أي تعارض في الانضمام إلى الرأي العام من أن الريسيان، سواء في ألمانيا أو الألب، ينتسب بمستحاثاته إلى الترياس الأعلى أو الكوبر (جدول ٥). مع ذلك فإن الريسيان في فرنسا وإنكلترا يميز تقليدياً عن الكوبر بمعناه الضيق، بسبب سحناته الأكثر بحرية.

مع أن الجوراسي هو تجاوزي بصورة عامة على الترياس، فليس هناك أية مرحلة تكوينية في أوروبا تشير إلى الحد الأعلى للترياس. في حين أنه في القرم، وجنوب شرقي آسيا، والصين وحافة الباسيفيك، يتجلى الحد الترياس - الجوراسي باللاتوافق السيميري، أول تظاهرات الأوروجينيز الألبى.

على الضعيف الباليونتولوجي، لا يظهر فحص الشكل ٤٧ انقطاعاً مهماً. ومع أن التكديات والنباتات مغلفة البذور كانت قد ظهرت في الترياس فهي لم تبلغ بعد أوجها. ولقد انقرضت الزواحف وحشيات الشكل، أما الزواحف بمعناها الضيق فقد ازدهرت، كما فعلت النباتات عريانة البذور (شكل ٤٧).

من أجل الوصول إلى أوضح قطع، ينبغي البحث لدى الرخويات رأسيات الأرجل، فالسيراتينات تختفي لتترك المكان حراً للأمونيات الحقيقية التي تكون غط حواجزها في الترياس (شكل ٤٨) لدى مجموعات لم يجتز معظمها الحدود، ماعداً

بمجموعة الـ Monophillitidea. ومع أن طلائع البلمينيات ظهرت في الكربوني فإن انتشارها وتنوعها في الجوراسي جعلها كالأمونيتات أدوات ستراتغرافية قيمة.

العصور	المجال الجغرافي	المجال الألبى	المناطق الأخرى	المرحل التنوعية
جوراسي 200 MA	لياس ريسان كومبر (فرنسا) (ألمانيا) (النمسا)	ريسان نوربان كارفان لديفان	الألب البرية الألب النورية (النمسا) الألب المادية (إيطاليا) منطقة لادان (سويسرا)	السيبرية
ترياس أعلى	ريسان كومبر (فرنسا) (ألمانيا) (النمسا)	نوربان كارفان لديفان	الألب النورية (النمسا) الألب المادية (إيطاليا) منطقة لادان (سويسرا)	السيبرية
ترياس وسط	موشكالك	انغريان أو فرغوريان	نوربان (النمسا)	السيبرية
ترياس أدنى	بوتاشناين	دريفيان أو سيبان	دريفيان منطقة التيروك (النمسا)	السيبرية
برمي أعلى 240 MA	زيمشناين	تورنجيان		السيبرية

جدول - 5 - تقسيمات الترياس

٢ - التقسيمات

تستند ستراتغرافية الترياس إلى مقابلة سلمين، أحدهما في سحنات لاغونية وقارية (الترياس الجرمانى)، والآخر في سحنات بحرية (الترياس الألبى) (جدول -٥-). والسلم الأول هو الأقدم، ويتألف من ثلاث مجموعات: الحجر الرملي الميرقش (Buntsandstein)، الحجر الكلسي القوقعي (Muschelkalk) والمارن القزحي اللون (Keuper). ومع أن هذه المجموعات السحنية الثلاث قد تأسست على خصائص ليتولوجية خاصة بمنطقة معينة، فقد أظهرت أنها صحيحة بما يكفي لتحفظ بحدود عام - وهذه الحالة استثنائية تنقل فيها تقسيمات ليتوستراتغرافية دونما عائق إلى البيوستراتغرافيا أو حتى إلى الكرونوستراتغرافيا.

توجد مع ذلك خلافات بين العلماء الألمان من جهة، والعلماء الإنكليز والفرنسيين من جهة أخرى، حول مدلول الكوبر (جدول -٥-).

أما السلم الستراتغرافي في مجال بحري، فقد تمت إقامته في جبال الألب الكلسية الشرقية من قبل جيولوجيين ألمان وغساوين اعتماداً على مستحاثات دالة: أمونيتيدات منذ القرن الماضي، ومنحربات وكونودنتات اليوم.

«الحجر الرملي الميرقش» يقابل الورفينيان (VON ALBERTI, 1834)، وهو تشكيلة رملية في منطقة «ورفن»، ٤٠ كم ج.ج.ش سالزبورغ في النمسا أو السيسيان (بلاد Scythes في شمال القرم) بعد أن وجدت في آسيا مستحاثات من الأمونيتات أغنى بكثير من مستحاثات «ورفن» وأفضل حفظاً وتزييناً. ويطلق «الحجر الكلسي القوقعي»:

- الفرغلوريان (BORNE MANN, 1889)، حجر كلس جبل فرغلوريا (النمسا) أو الأنيزيان، حجر كلس منطقة التيرول النمساوية التي يرويها نهر أنس (باللاتينية: أنيزوس).

- اللادينيان المحدد من قبل BITTNER (١٨٩٢) في منطقة «غريزون» (بلاد لإدان)، وهي مقاطعة في سويسرا الشرقية بين إيطاليا والنمسا.

في «الكوبر» (المارن القزحي اللون) تنتضد الطوابق التالية:
 - الكارنيان (MOJSISOVICS, 1873)، دولوميا «رييل» (جبال الألب
 الكارنية) ومارن كلسي في منطقة سان - كاسيان (جبال الدولوميت).
 - النوريان (MOJSISOVICS, 1873)، كلس ودولوميا جبال الألب النورية
 في جنوب سالزبورغ في النمسا.
 أخيراً الريسيان، وقد أشير إليه لأول مرة في العام ١٨٦١ من قبل جيولوجي
 إنكليزي، MOORE، تحت اسم «Rhaetic Beds» (جبال الألب الربيّة، في منطقة
 غريزون في شرقي سويسرا). ثم رفع إلى طابق من قبل GUMBEL في العام
 ١٨٦٤.

II - الخصائص الباليونتولوجية

١ - النباتات

عرفت الأشنيات الخضراء (Chlorophyceae من فصيلة Dasycladaceae)
 تكاثراً خارقاً في البحار الحارة وقليلة العمق، كالميزوجي. ولقد بنت
 الـ Diplopores والـ Gyroporelles ذات المشرة المشربة بالكلس، وحدها
 أو مشتركة مع مرجانيات وبيوض قسماً كبيراً من صخور ترياس الميزوجي
 الكلسي.
 وفي حين لا يتجاز السراخس من جنس *Gangamopteris* (شكل ٦٠) أبداً
 الحد الأعلى للبرمي، فإن أشكال جنس *Glossopteris* تستمر فوق قارة غوندوانا
 وتصبح نادرة تدريجياً حتى نهاية الترياس. وتحل محلها شيئاً فشيئاً الـ
Pteridospermés (سراخس ذات بذور) من جنس *Dicroidium*، الذي خلط في
 السابق مع جنس *Thinnfeldia* المعروف في الترياس الأعلى وفي الجوراسي.

أشجار ضخمة بقي منها اليوم جذوع متسلسلة في غوندوانا (الهند، جنوب أفريقيا) ذات نطاقات نمو توحى ببنية *Araucarias*. ولكن موقعها التصنيفي لم يحسم بعد بشكل كامل (أشكال أخيرة من الـ *Cordaitales*).

تذكر بنية هذه الأشجار الضخمة ببنية جنس *Voltzia*، من فصيلة *Araucariaceae* من الصنوبريات التي تأخذ في الترياس محل الـ *Walchia* في البرمي. وتنتشر الـ *Cycadales* أخيراً في الترياس الأعلى في كل قارة لوراسيا وبخاصة في آسيا.

توجد أيضاً مجموعة من النباتات التي تمر أحياناً دون أن تسترعى الانتباه، ولكنها تلعب دوراً أساسياً في نمو الحياة لأنها في أصل السلاسل الغذائية، هي العوالق النباتية (*Phytoplankton*)، العنصر الأساسي في توازن المنظومات البيئية. إن الشروط المناخية على الحد البرمي - الترياس، كالملوحة الفائقة في نطاق المتبخرات (شكل ٥٩) أو تبرد المياه البحرية ولو فترة قصيرة نسبياً، سببت ندرة هذه العوالق النباتية، الأمر الذي كان بمثابة مأساة بالنسبة للأنواع القاعية المثبتة أو المتحركة التي كانت تتغذى بها الحيوانات الطحلبية وعضديات الأرجل، ومعائيات الجوف، والبرعمانيات والزنبقانيات. أما القاعيات الحرة (معديات الأرجل وصفيحيات الغلاصم)، وبالتأكيد الأشكال السابحة العوالق أو السبيحات (رأسيات الأرجل) فإنها كانت أقل تضرراً.

٢ - اللافقاريات

المنخربات هي الأولى التي عانت من تدني شروط الحياة في البحار. فبعد انقراض الفصيلتين الكبيرتين اللتين ازدهرت أنواعهما في البرمو - كربوني: الـ *Endothyridae* والـ *Fusulinidea*، كان الانفجار المهم الوحيد هو فصيلة الـ *Lagenidea*. وتظهر كذلك فصيلة الـ *Miliolidea*. وهذه المنخربات كانت تعيش في بحار ترياس الميزوجي القليلة العمق وذات الترسيب الكلصي. أما في السحنات الحطامية فقد كانت تكثر الـ *Arenacea*.

والكونودونيات قدمت مساهمة هامة إلى ستراتغرافية الترياس. وهذه مثلاً،
حالة *Condolella* في الترياس الأوسط.

بعد اختفاء المرجانيات الرباعية من معانيات الجوف في البرمي الأعلى
ومعظم الـ *Tabulata*، استعمرت المرجانيات السداسية في الترياس الأوسط، أرضفة
منطقة الدولوميت، مشتركة مع بعض الاسفنجيات الكلسية الشاطئية.

صفيحيات الغلاصم ومعديات الأرجل كانت أقل تضرراً من معانيات الجوف
بمناخ البرمو - ترياس. وقد ظلت كثيرة في النطاق الشاطئي. وقد تكون دالات ممتازة
للسحنات، وأحياناً دالات ستراتغرافية جيدة كـ *Myophoria* في الترياس الأوسط.
وفي السحنات الشاطئية، تصادف كثيراً الأجناس التي ماتزال موجودة في أيامنا هذه،
مثل *Pecten*, *Lima*, *Ostrea*, *Avicula*, *Mytilus*, *Arca*...

صفيحيات الغلاصم في السحنات المارنية في الترياس الميزوجي ذات قوقعة رقيقة
(*Daonella*, *Pseudomonotis*)؛ أما تلك التي تعيش على الأرضفة، فهي على
العكس، ذات قوقعة ثخينة (*Diceratocardium*, *Megalodus*). وتصادف هذه مع
أشكال جنس *Bellorophon* المتحدرة من الـ *Pleurotomariidea* في الكربوني.

نشاهد عند رأسيات الأرجل في الترياس الألبى تباين الرسم الأمونييتي
للحواجز وتنوعه (فصوص، سروج جببية). في حين تسود السيراتيات في الترياس
الجرماني (الكلس القوقعي) حيث الفصوص وحدها مفروضة.

تمت إقامة نطاقات أحيائية في الترياس الألبى بالاستناد إلى الأمونيات، انتهى
معظمها مع نهاية الترياس، باستثناء مجموعة الـ *Monophyllites* التي استمرت إلى
الجوراسي.

عند عضديات الأرجل التي كانت تعيش في الأوساط الشاطئية، كانت
تساكن مجموعات متحدرة من الكربوني مثل *Spirifer* مع أشكال حديثة من
فصيلتي الـ *Rhynchonellidea* و *Terebratulidea*.

بعد أن فقدت شوحيات الجلد البلاستويديات ومعظم الكرينويديات أخذت
تبنى شيئاً فشيئاً مجموعتها مع أشكال الـ *Cidaris*، (قنافذ بحر منتظمة من الترياس

الألي)، وبخاصة مع الكربونيدات التي انتشرت كمروج واسعة الامتداد في الترياس
الجرماني الأوسط. والنوع الأكثر انتشاراً هو *Encrinus lilliformis* الذي يشكل
تجمع فقراته مع الرسوبات السحنة المعروفة تحت اسم «كلس ذو Entroques».

٣ - الفقاريات

أ - الأسماك

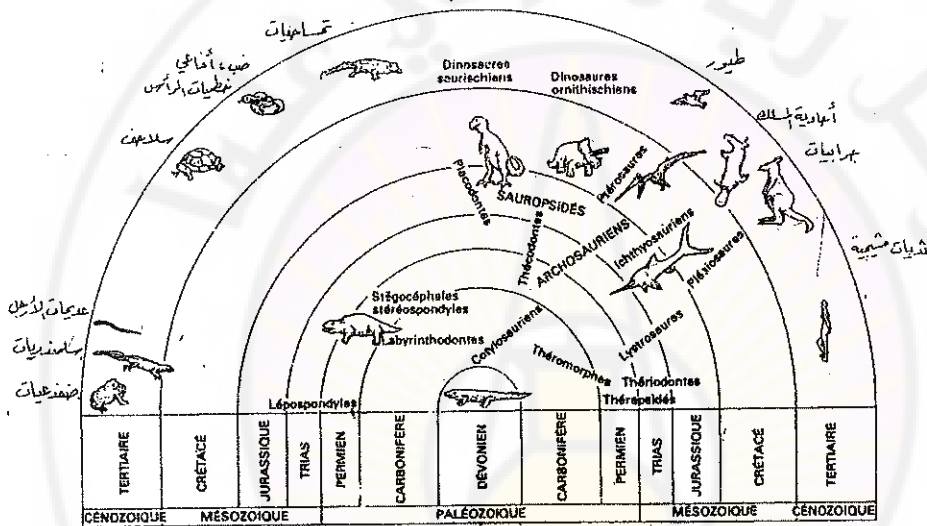
ما من حدث مهم طرأ على أرومة الأسماك المتميزة منذ السيلوري -
الديفوني. بعضها تابع مسيرته بهدوء، وبعضها، كالـ *Crossopterygiens* تخطى عين
القارة ليرجع إلى وسطه البحري الأصلي بتحول الرئتين عنده إلى أكياس سباحة.

ب - الضفدعيات أو البرمائيات

تعود هذه دوماً إلى مجموعة الـ *Stégocéphales* (سقفيات القحف) التي
يرجع اسمها إلى وجود صفائح عظمية ثخينة على جمجمتها. أكثرها تطوراً وأكبرها
حجماً هي الـ *Stereoespondyles* (طول جمجمة أجد أشكالها م١). وبسبب
الجيوب المتعرجة الكثيرة في عاج أسنانها سميت أيضاً بالـ *Labyrinthodontes*
(تيهيات الأسنان). ولقد انقرضت هذه في الترياس، ولكن من أرومتها خرجت الـ
Cotylosauriens أجداد الزواحف. وينبغي الإشارة إلى أنه كانت تعيش في
الترياس ضفدعيات صغيرة الـ *Micro-sauriens* التي هي أصل الضفدعيات الحالية.

ج - الزواحف

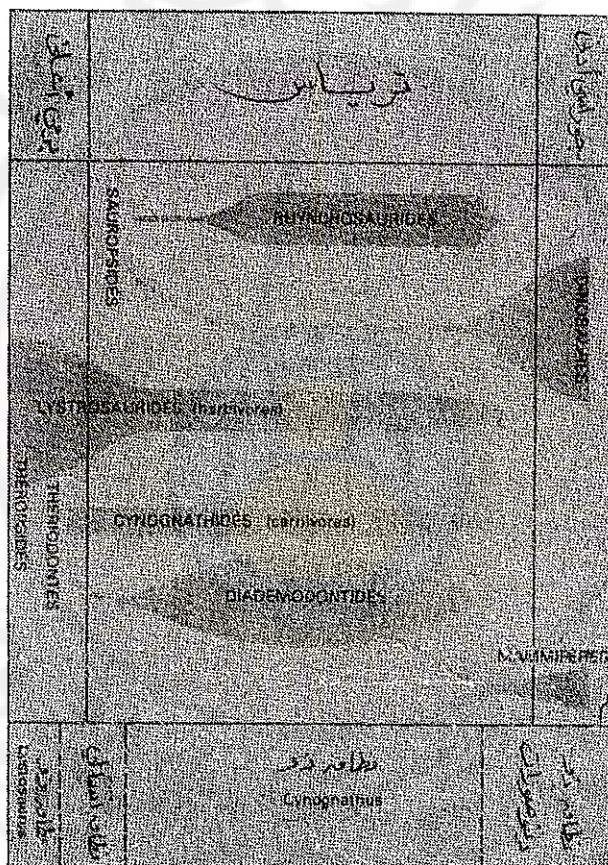
في حين عرف البرمي بداية تمايز الزواحف انطلاقاً من الـ *Cotylosauriens*،
المنشقة من الضفدعيات تيهيات الأسنان التي كانت تعيش في الكربوني (شكل
٥٢)، فقد شهد الترياس تنوعها وكثرتها.



شكل - ٥٢ - شجرة نسب رباعيات الأرجل

تبدي الزواحف كافة تقريباً صفات هي في آن واحد من الضفدعيات والثدييات، وهذه هي الـ Theriodontes المتحدرة من الـ Theromorphes أو الـ Thérapsidés في البرمي.

أ) الزواحف الثديية أو الـ Thérapsidés: ذات توزيع واسع جداً، ليس فقط على قارة غوندوانا، وإنما في أنحاء العالم كافة. وهي تلعب دوراً كبيراً في ستراتغرافية البرمو - ترياس القاري (شكل ٥٣).



شكل - ٥٣ - رسم تخطيطي لتطور الزواحف من البرمي حتى الجوراسي الأدنى (بحسب اندرسن).

- الـ **Thériodontes**: ومنها انطلقت صفة تفصل الفكوك عند الثدييات. منها ظهر التضاد لأول مرة في تاريخ الحيوانات رباعيات الأرجل بين الحيوانات اللاحمة والحيوانات العاشبة مصحوباً بتطور مهم في طريقة التغذية: الحيوان الزاحف يبلع فريسته دون أن يمضغها، أما الحيوان الثديي فإنه يمضغ فريسته قبل أن يبلعها. إضافة إلى ذلك فالأطراف متوضعة تحت الجسم الذي يرتفع فوق الأرض.

- الـ **Anomodontes**: وهي تنسب إلى المجموعة الكبيرة الـ **Théropsidés** أو الـ **Synapsidés** (نافذة قحفية واحدة). وهي حيوانات عاشبة، انقرضت كلها في الترياس ما عدا الـ **Lystrosauridés** في قارة غوندوانا، وقد استمرت حتى نهاية الترياس.

(ب) الزواحف اللاثدية: في حين لا تعدى الـ **Cotylosauriens** الترياس الأوسط، فإن مجموعات أخرى نمت وانتشرت. بعضها انقرض في الكريتاسي، وبعضها الآخر استمر حتى العصر الحالي.

- الـ **Ichthyosauriens**: وقد ظهرت بأشكال بحرية صغيرة ذات ذيل طويل ومستقيم.

- الـ **Pseudosuchiens**: حيوانات لاحمة، أطرافها الأمامية أقصر بكثير من أطرافها الخلفية.

- الـ **Phytosaures**: أشكال ذات حجم طويلاً تذكر بمظهر التمساح.

- الـ **Placodontes**: وهي أيضاً زواحف بحرية ترياسية ذات أسنان في قبة الحنك قادرة على سحق قوقعة الرخويات أو قوقعة مفصليات الأرجل. تمتاز بأشكال أسنانها: الأمامية مدببة أو على شكل ملعقة، والخلفية مسطحة. مظهرها العام يذكر بمظهر السلحفاة.

- الـ **Sauropsidés**: بدأت هذه المجموعة التي سوف تسود عالم الزواحف بالتمايز في الترياس. فرعان منها: الـ **Thécodontes** في لوراسيا،

وال Rhynchosaures في غوندوانا انقرضا في نهاية الترياس. وفي الوقت نفسه ظهر منها غمطان رئيسان ازدهرا لاحقاً في الجوراسي والكريتاسي، وهي الدينصورات: ال Saurischiens وال Ornithischiens. وبدءاً من الأشكال البدائية لهذين النمطين تبرعم الفرع الصغير ال Pterosauriens (الزواحف الطائرة) والفرع الكبير، الطيور (شكل ٥٢).

قبل أن نترك عالم الزواحف، ينبغي الإشارة إلى أن انطباعات أقدامها المعروفة في توضعات الحجر الرملي الناعم قدمت خدمات مهمة للستراتغرافيين وعلماء البيئات القديمة، دون أن يكون بالإمكان دوماً إرجاعها إلى نوع محدد.

د - الثدييات

صف مشتق من ال Theriodontes، غير معروف إلا بدءاً من الجوراسي. مع ذلك، فقد كانت توجد منذ الترياس الأعلى ثلاث رتب متميزة بنمط أسنان الرحي لديها.

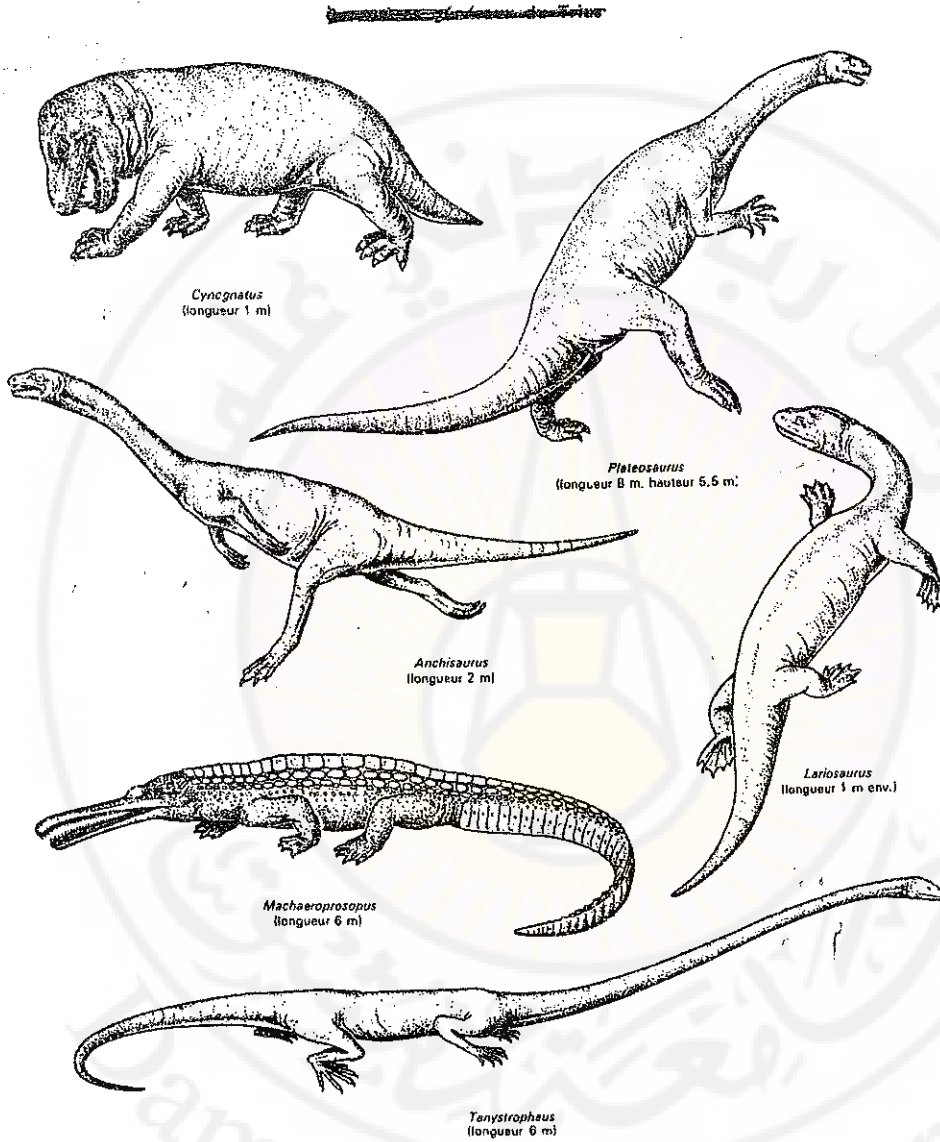
لم تبلغ هذه الثدييات نهاية حقبة الميزوزوي. وقد كانت حيوانات عاشبة ذات قد صغير (بضعة سنتيمترات)، لذا دُعيت بالثدييات الدقيقة. من الأحداث البارزة في التطور خلال الترياس نذكر، من وجهة نظر عامة، بأن التغيرات في النباتات والحيوانات حدثت في آن واحد تقريباً على ثلاثة مستويات:

- قريباً من قمة البرمي (إنما تحت النطاق ذي *Lystrosaurus*).

- في النصف الأول من السيسيان (أو الورفينيان).

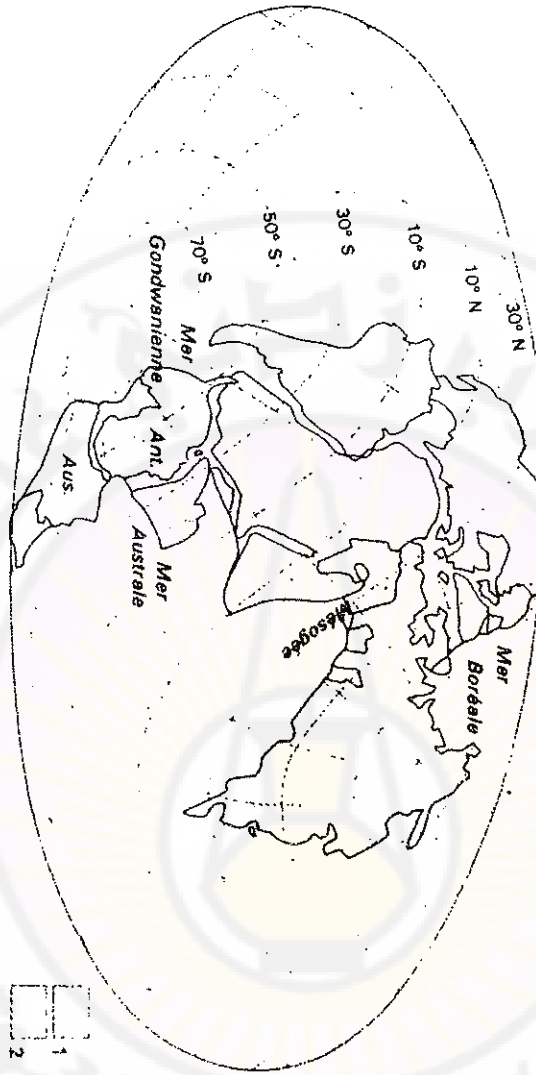
- قريباً من قاعدة الريسيان.

ولكننا لا نستطيع بعد أن نقدر سرعة هذه التغيرات، ولا نعرف فيما إذا كان تطور النباتات مرافقاً لتطور الفقاريات، أو إذا كان سابقاً أم لاحقاً له.



شكل - ٥٤ - زواحف من الترياس (من الانسيكلوبيديا أونيفرساليس)

شكل - ١ - العالم في الترياس (بحسب كوكس). Ant : منطقة القطب الجنوبي، Aus : أستراليا



٢ - انسياح القارات، البركنة، الأوروجينز

إن توزع القارات والبحار ليس بالأمر الثابت. فمنذ الترياس الأوسط افترقت قارة أستراليا - القطب الجنوبي والهند عن أفريقيا. وجاء دور مدغشقر في الترياس

الأعلى، في حين كانت شقوق عريضة من نمط Rift-valley الحالي تعلن انفتاح أقيانوس الأطلنطي الذي اكتمل في الجوراسي.

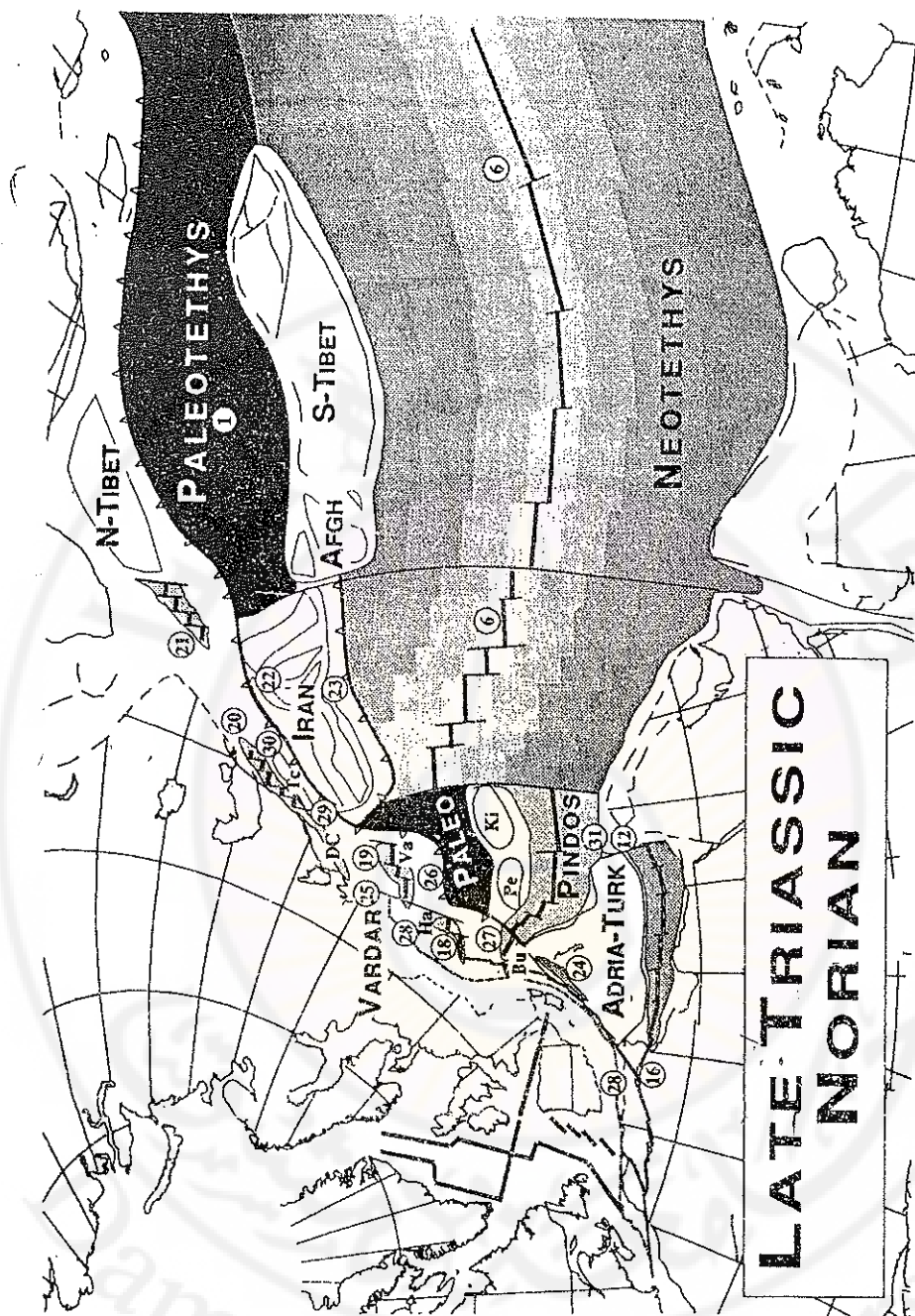
كان من نتيجة تشقق الكتل هذا وما لحق به من تمدد القيعان الأقيانوسية ظهور بركنة شقية بازلتية وأنديزيتية أصابت بعض الأطراف من أجزاء غوندوانا وأمريكا الشمالية، وامتدت بشكل حارق إلى جنوب أفريقيا وأمريكا الجنوبية، بخاصة البرازيل، حيث بلغت الصبات البازلتية ضعف مساحة فرنسا تقريباً.

بدأت بين الكراتون الأوروبي والكراتون الإفريقي - الأيبولي مرحلة شد في الميزوجي الغربي على امتداد عرف وسط - تيتيسي مجزأ بفوالق تحولية. وكان من نتيجة مرحلة التباعد في الميزوجي هذه التي أخذت مداها في الجوراسي تصلب قشرة أقيانوسية من طبيعة أفيوليتية.

إذا لم يكن في الميزوجي أوروغينز شديد، فإن المجال الألبى بدأ يتحرك: لا توافقات عديدة صغيرة تظهر في جبال الألب الشرقية، والكاربات والبلقان، مصحوبة بالتواءات تحت بحرية وبريش يبني التشكل (Intraformationnelles). ويتجلى هذا التكتونيك المعاصر للترسيب ببركة زاخرة بالطف والسينريت (رماد بركاني).

على حد الترياس - الجوراسي لاتوافق واضح بلغ الهامش الجنوبي والشرقي من آسيا، ومن القرم إلى الصين (الأوروغينز السيميري). ولم يعرف هذا البلد الأخير غزوات بحرية لاحقة أبداً.

منذ نهاية البرمي، سبب انتقال البانجيا نحو الغرب حركة انغراز (أو تحت تحميل) على الطرف الأمريكي للباسيفيكي. وهكذا، نتج عنه في الجبال الحبالية الكندية، في البرمي وفي الترياس الأدنى، قوس من الجزر. وقد تطور هذا القوس، بحسب DERCOURT، مع تزايد الانغراز خلال الترياس، مصحوباً بانسكابات بازلتية، وبطفو سلسلة من الجزر من الجهة الخارجية، يفصلها عن التجعيد الترياسي «للجبال الصخرية» أخدود بركاني - رسوبي.

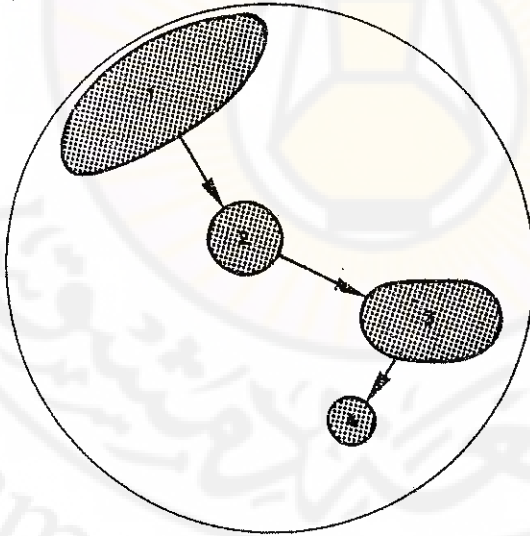


شكل - ٥٧ - إعادة بناء التيتس في الترياس الأعلى (نوريان) (دركور وآخرون).

٣ - المناخات

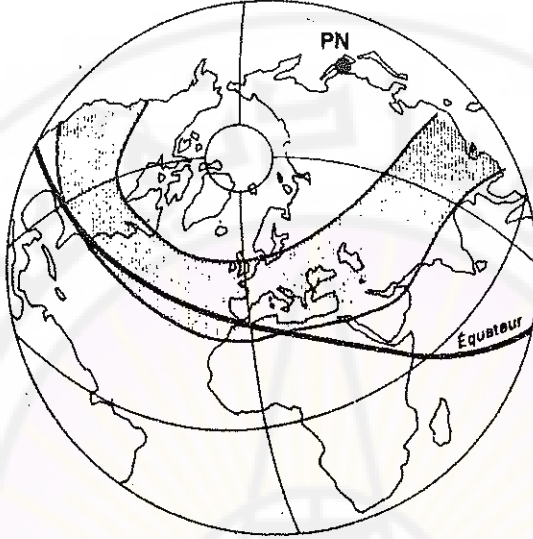
لقد أكدنا من قبل على التعديلات المناخية اليرمو - ترياسية. فهي متعلقة بأسباب كونية وبالبيوجغرافية.

أول هذه الأسباب هو هجرة القطبين وبالتالي هجرة خط الاستواء نحو الجنوب (شكل ٥٨). وقد نتج عن ذلك ذوبان الجليديات الغوندوانية، والانتشار الواسع للسحبات الحطامية في البلدان المعتدلة. على العكس فإن المناخ الاستوائي في الكربوني ترك مكانه في أوروبا الوسطى في اليرمو - ترياسي لمناخ مداري يتعاقب فيه الفصول. ساعدت هذه الشروط على تفسخ صخور الغرانيت والغنايس الطرسينية وتجمع حاصلات التفسخ على شكل كتل ضخمة من كونغلوميرا وحجر رملي وبيليت ذات لون أحمر مميز. واجت النشاط الذي سحب معه العناصر منذ أن أصبحت مفككة منع بلوغ المرحلة الأخيرة من التفسخ: تشكل الكاولان والبوكسيت (التكولين والتبكست).



شكل - ٥٨ - هجرة القطب الجنوبي المغناطيسي خلال الباليوزوي والترياس (بحسب غريز).
١ - الباليوزوي أدنى؛ ٢ - الباليوزوي أوسط؛ ٣ - الباليوزوي أعلى؛ ٤ - ترياس.

ومع تقدم انتقال خط الاستواء نحو الجنوب، تشكل حزام تبخري واسع في الترياس الأعلى امتد عرضاً من أوروبا حتى شمال أفريقيا مؤدياً إلى تكسث تشكيلات جصية وملحية (شكل ٥٩).



شكل - ٥٩ - الوضعية التقريبية للقطب الشمالي وخط الاستواء، ونطاق المتبخرات في الترياس (بحسب لوتس وغرين).

إن درجة حرارة البحار مقدرة من معايرة O_{18}/O_{16} هي 25° ، وهذا شرط ملائم لنمو وانتشار الاشنيات الكلسية والمرجانيات التي عمرت البحر الألبى. إنما يتعلق الأمر هنا بتجدد الكائنات الحية البحرية الذي ينبغي ألا ينسبنا الانقراض الواسع الذي حصل على حد البرمي - الترياس باختفاء العوالق النباتية (Phytoplankton). كان كافياً لذلك تبرد المياه البحرية خلال عشرات الألوف من السنين، كالذي حدث في الحقب الرابع، وهي أزمة مناخية قصيرة جداً على المقياس الجيولوجي لم تخلف أثراً البتة في الرسوبات، والتي حدثت من جديد على حدود البريتاسي - الحقب الثالث.

أما القطب الجنوبي الذي كان قاريا خلال فترة الباليوزوي كلها، فقد ترك غوندوانا وأصبح بحرياً في الترياس (شكل ٥٨). وكان القطب الشمالي في تلك الفترة بحرياً أيضاً. ومن المحتمل أن هذا الاقتزان في موقع القطبين قد سبب تبرد المياه قبل أن يعدل تفجر غوندوانا وتخلع البحر الأبيض المتوسط المصحوبان بهجرة القطب الشمالي إلى سيبيريا، شروط التوازن الحراري في البحار وفي الجو. ولنعترف مع ذلك بأن هذه الفرضية تأملية وستبقى كذلك مادامنا لا نعرف طبيعة الرسوبات الترياسية في قاع الأقيانوسات.

٤ - قارة غوندوانا

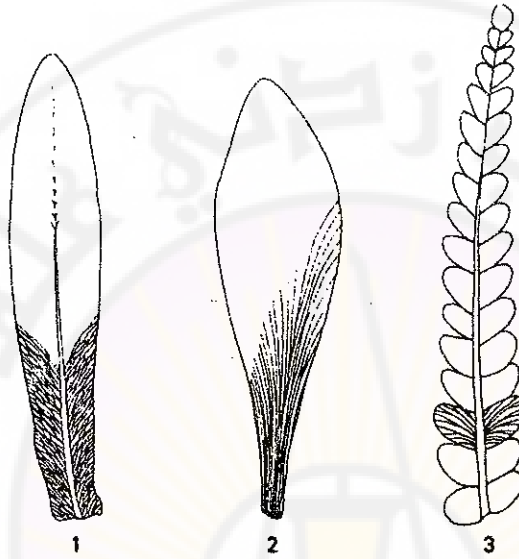
يبدو الترياس الجرمانى والترياس الألبى كسحنات نيريتية وبيلاجية في لوراسيا. وفي الفترة نفسها، في نصف الكرة الجنوبي، كان يتطور عالم آخر، أكثر برودة، هو مملكة الجليديات والتشكيلات القارية التي تحيط به.

قارة غوندوانا مثال للجيولوجيين. فمنذ زمن بعيد نعرف، من وجود مورينات متصلبة أو تليت، بأن تجلداً قديماً كان قد أصاب قبل نهاية حقبة الباليوزوي (الكربوني والبرمي) مناطق متباعدة جداً بعضها عن بعض اليوم: أمريكا الجنوبية، أفريقيا الجنوبية، مدغشقر، الهند وأستراليا.

إلى هذا التقارب الباليوجغرافي كان يضاف تقارب آخر، نباتي هذه المرة: في كل هذه البلدان كانت تتكاثر سراخس تبدو غير معروفة في البرمو - كربوني في نصف الكرة الشمالي: *Glossopteris* و *Gangamopteris* (شكل ٦٠).

كم كان من الصعب القبول بأن الاتساعات الأقيانوسية الهائلة التي تفصل اليوم بين القارات تنهار فجأة. من جهة أخرى، ونظراً للتشابه في الشكل بين أمريكا الجنوبية وغرب أفريقيا، كم أقحم مفهوم كون هذه القارات ملتحمة في الأصل، في بداية القرن ووجد صيغته في فرضية WAGNER (١٩١٢). إننا نعرف أن الجيوفيزيائيين حاربوا هذه الفكرة، ثم أصبحوا من أشد أنصارها حماساً بعد أن

تم التيقن من حركة القارات باكتشاف المغناطيسية القديمة وبتمدد قاع
الاقيانوسات.



شكل - ٦٠ - سرائس مميزة لغوندوانا:

١ - *Glossopteris*؛ ٢ - *Gangamopteris*؛ ٣ - *Dicroldium*.

ولكن يبدو عندئذ إضافة قارة خامسة إلى القارات الأربع، هي قارة القطب
الجنوبي، وهكذا يعيد الجيوفيزيائيين الكرة إلى الجيولوجيين. ولم يتأخر هؤلاء
بالإمساك بها بفضل الاكتشافات المتلاحقة في سلاسل عبر قارة القطب الجنوبي،
وهي: تلييت، *Glossopteris*، وأخيراً *Cystrosaurus* وهو من زواحف
Therapsidés الذي يميز الترياس الأدنى في غوندوانا.

إن حقيقة قارة غوندوانا اليوم (غوندوانا لاند) من اسم إقليم في الهند شمال
Dekkan، لا يعترض عليها أحد.

٥ - الترياس في سوريا

تتكشف الأراضي الترياسية في الشمال الغربي من سوريا (منطقة البايير والبيسط) (دوبرتريه ١٩٣٧) وفي سلاسل الجبال الرئيسة: الحرمون، السلسلة التدمرية والجبال الساحلية (معطي ١٩٧٦، ١٩٩٠، ١٩٩٧)، وفي غرب العراق وشماله (الرطبة وكرديستان)، كما تتكشف في الأردن (وادي الزرقا) وفي شبه جزيرة سيناء (عريف النجا).

في منطقة البايير والبيسط، تبدو الصخور الترياسية على شكل كتل متفرقة فوق جسم ضخيم من صخور اندفاعية تحت بحرية هي صخور الأفيوليت، وهذه الصخور هي جزء من القشرة الإقيانوسية التي خرجت لابات من قلب أقيانوس التيتس، وانحرفت مع الرسوبات المتوضعة فوقها على الطرف الشمالي من السطحية العربية في فترة السينونيان الأعلى. وتشير المعطيات الحديثة إلى أن وصول صخور الأفيوليت إلى مواقعها الحالية كان مع بداية السينونيان. وتتألف الكتل الترياسية من طبقات من حجر كلسي رملي، رمادي قاتم اللون، متراص، على شكل صفائح رقيقة تحتوي على مستحاثات مميزة للترياس الأعلى (نوريان) من صفائح الغلاصم (*Halobia, Daonella*).

تتكشف الصخور الترياسية في قلب محذب الحرمون. وهي مؤلفة من تناوب طبقات كلسية رقيقة سوداء إلى قائمة اللون، مع مستويات مارنية عديدة ذات منخربات مميزة من عمر نوريان (*Aulotortus Sinuosus*) (تشكيلة ريمة). وبالمقارنة مع سلسلة لبنان الغربية، من المرجح أن تكون قاعدة الزمر الرسوبية في حلق نهر إبراهيم ترياسية.

كما تتكشف الصخور الترياسية على السفوح الشرقية للجبال الساحلية. وهي مؤلفة من طبقات دولوميتية ثخينة إلى كتلية، رمادية اللون. تتخللها في قسمها العلوي طبقات كلسية دولوميتية ذات منخربات مميزة من عمر النوريان (*Galeanella laticarinata, Trochammina alpina*) (تشكيلة الجويحات).

وتتكشف الصخور الترياسية أيضاً في نوى محددات السلسلة التدمرية الجنوبية. وهي مؤلفة من توضعات لاغونية من الجص والانهيدريت (تشكيلة جص هيان) أكدت عمرها التحاليل الباليولوجية (كارنيان - نوريان) (شكل ٦٣). وقد بينت الدراسات الحديثة أن الجزء القاعدي من الزمرة الكلسية البحرية التي تعلو «جص هيان» هي ترياسية أيضاً وذات منخربات مميزة من عمر النوريان - الريسيان (*Aulotortus sinuosus*).

قدمت الآبار العميقة في عدد كبير من المناطق في سوريا معلومات مهمة عن صخور الترياس تحت السطح. فهذه الصخور مؤلفة بصورة عامة من توضعات كربوناتيّة وتبخيرية، مختلفة النخانة من مكان لآخر: نخينة في الشمال الشرقي وتتناقص بصورة عامة نحو الغرب والجنوب.

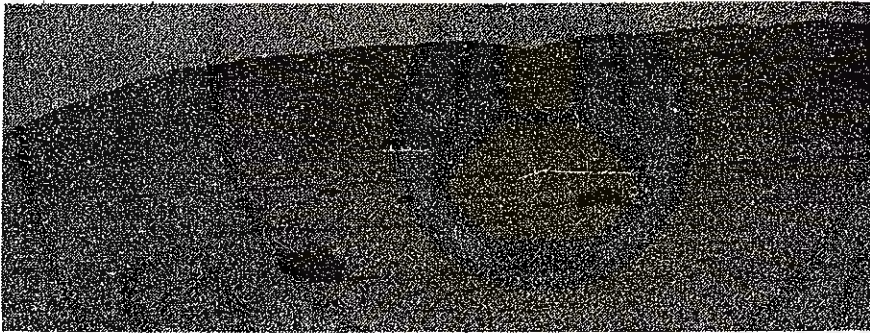
تتميز توضعات الترياس الأدنى بسحنة تبخيرية ضحلة، دلتاوية أو قارية في بعض المناطق. أما توضعات الترياس الأوسط فهي لاغونية، شاطئية أو رصيفية، تتداخل فيها أحياناً توضعات بحرية ضحلة. ويتميز الترياس الأعلى بتوضعات مختلفة السحنة، ولكن السحنة التبخيرية اللاغونية هي السائدة، وتمر في الأعلى إلى سحنة بحرية نيريتية (شكل ٦٤). وقد تم الاعتماد على الأبوغ بصورة أساسية في تحديد سويات الترياس الستراتغرافية المختلفة في الآبار العميقة، بالإضافة إلى بعض المنخربات وأشكال مميزة من الرخويات (راسيات أرجل، صفيحيات غلاصم، معديات أرجل...).

وفي منطقة الرطبة (العراق) الواقعة في منتصف المسافة بين دمشق وبغداد، فإن أراضي الترياس فيها مؤلفة من مارن وشل في الأسفل (تشكيلة النجيلي)، تليه طبقات من أحجر رملي خشن ذي تطبيق متصالب أحياناً (حجر رمل القعرة)، وحجر كلسي كتلي ناعم التطبيق في الوسط، مع تداخلات رملية ومارنية في الأعلى (تشكيلة الملوسة). وتتوج توضعات الترياس في هذه المنطقة طبقات مارنية حصية مع تداخلات كلسية وكلسية دولوميتية (تشكيلة زور حوران).

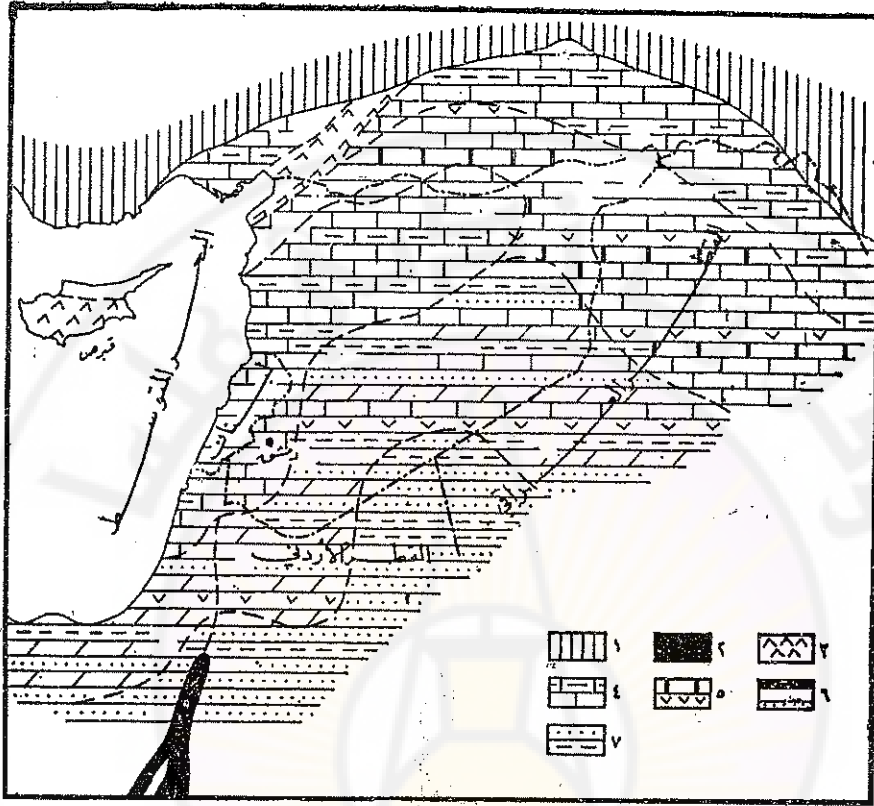
في الأردن، تتكشف الأراضي الترياسية في مناطق عديدة على الجانب الشرقي من فائق البحر الميت (الجزء الجنوبي من فائق المشرق الكبير). وهي مؤلفة من توضعات

سلتية وكونغلو ميراتية أرضية المنشأ في الأسفل، ومن توضعات كلسية ذات سحنة ضحلة، تليها تشكيلات جصية متوجة بتوضعات غضارية قارية ذات بقايا نباتة.

وفي فلسطين، تتكشف الأراضي الترياسية في الجنوب، وتختلف عن مثيلاتها في الأردن بسحاناتها الأكثر عمقاً وبشخاناتها الكبيرة نسبياً، وبخاصة السحانات التبخرية الجصية التي قد تبلغ أحياناً ٢٠٠م، والمتوجة بطبقات كربوناتية بحرية قليلة الشحانة. والأراضي الترياسية في فلسطين أقرب للمقارنة مع التوضعات الترياسية في السلسلة التدمرية الموجودة على السطح وتحت السطح. وقد يكون في هذا انعكاسات على تقصّي حركة فائق المشرق.



شكل - ٦٣ - جبل الأبتز، السلسلة التدمرية (ترياس أعلى - كريتاسي أوسط)، وتبدو واضحة في نصفه الأدنى طبقات الترياس الجصية



شكل - ٦٤ - خارطة تبين توزع سحنات الترياس في سوريا (يونيكاروف).
 ١- منطقة حفرة المقعر الجيولوجي. ٢- الركيزة الغرانيتية. ٣- سحنات صخور نارية.
 ٤- سحنات بحر مفتوح (كلس، كلس مارني). ٥- سحنات شاطئية أو لاغونية. ٦- تعاقب
 سحنات شاطئية ولاغونية. ٧- سحنات قارية.

الجوراسي

الجوراسي هو الدور الأوسط في حقب الميزوزوي، منذ - ٢٠٠ حتى - ١٤٠ مليون سنة، استمر أكثر بقليل من الترياس (٦٠ مليون سنة). وبمجموع هذين الدورين أكبر بقليل من الكريتاسي الذي استمر على مدى ٧٥ مليون سنة.

تعبير الجوراسي مشتق من «الجورا» الجبال الفرنسية السويسرية الألمانية التي تتمثل فيها الأراضي التي من عمر الجوراسي بشكل جيد.

إذا كان تعبير «الجوراسي» قد أدخل من قبل BRONGNIART في العام ١٨٨٩، فإن مفهوم «أراضي الجورا» كان قد استخدم قبل ٣٥ عاماً من قبل VON HUMBOLT (١٧٩٥) في جبال الجورا السويسرية. لم يكن يتعلق الأمر آنذاك إلا بتعبير وصفي دون دلالة ستراتغرافية. ويعود إلى A. BOUÉ مؤسس الجمعية الجيولوجية الفرنسية في العام ١٨٣٠، الفضل في معرفة موقع الجوراسي في سلم الأزمنة الجيولوجية في العام ١٨٢٩، قبل عدة أشهر من استخدام BRONGNIART لهذا التعبير.

يظل الجوراسي في ذهن كل ستراتغرافي المثال الساطع لفترة تجلّى فيها مفهوم النطاقات المستند إلى الأمونيات بموثوقية فريدة. ليس لأن معظم الـ ٣٣ نطاقاً من الأمونيات الموصوفة من قبل OPPEL في العام ١٨٥٦ في جبال الجورا تحتفظ بصلاحياتها وتسمح بترايطات دقيقة، ولكن واقع أن هذه النطاقات تنوجد في تشكيلات من العمر نفسه ومن سحنات مختلفة (hétéropiques) سمح لـ D'ORBIGNY أن يفصل مفهوم الطابق عن مفهوم السحنة: وهذا هو التمييز العقلاني الأول بين ما نسميه اليوم البيوستراتغرافيا والليتوستراتغرافيا.

في حين كانت القارات ملتحمة في بداية الترياس، فإن تجزؤ غوندوانا الذي انطلق في الترياس الأعلى استمر خلال الجوراسي. وتابعت القارات المنفصلة

تباعدها في حين راحت تظهر طلائع الأطلسي الجنوبي على شكل «ريفت»
تنسكب منه صبات بازلتية. أما الأطلسي الشمالي الطليعي (Protoatlantique)
فكان صلة الوصل بين البحر الكاريبي والميزوجي وهما بحر أن فتيان، ويُبعد دوران
إسبانيا شفتي خليج غاسكونيا.

في هذا العالم الذي كان فيه المناخ حاراً خلال الترياس، حيث أعطت الحياة
منظومات بيئية جديدة، تظاهرت البركنة والحادثات الأوروجينية بشدة أكبر مما
كانت عليه في بداية الميزوزوي. وإذا كانت أوروبا لم تعرف آنذاك سوى
الارتعاشات الأولى للحركات الألبية، فإن أمريكا الجنوبية متقدمة بطابق واحد على
رفقتها أمريكا الشمالية التي كانت تتلقى على حدودها الشرقية نتائج انغراز
الصفحة الباسيفيكية: وهذه هي المرحلة الأوروجينية الأندينية في الجوراسي الأعلى
(الكميريدجيان)، التي سبقت بقليل المرحلة النيفادية في أمريكا الشمالية في نهاية
الجوراسي (البورتلانديان).

I - حدود وتقسيمات

١ - الحدود

من الناحية الباليوجرافية، حدود الجوراسي واضحة في المجال النيريتي،
ولكنها أقل من ذلك بكثير في المجال البحري الصريح.

في أوروبا الغربية، لاحظنا الغموض في قمة الترياس في طابق الريسيان. على
العكس، فإن البحر ينطلق من أول حركة تجاوزية في الهيتانجيان أول طابق في الجوراسي
فسوف تستمر هذه الحركة حتى الجوراسي الأوسط، ثم بعد فترة تردد، يحدث التراجع
العام في الجوراسي الأعلى. ويخلف البحر وراءه عند انسحابه سحنات قارية دُعيت
بالبوربيكيان، تزداد شدة في الكريتاسي الأدنى (سحنة ويلديان).

	أوروبا EUROPE DE L'OUEST الغربية		مجال ألبيني Domaine alpin	مجال شمالي Domaine boréal
	مجال قاري Domaine continental	مجال بحري Domaine marin		
كريتاسي أدنى CRÉTACE INFÉRIEUR	Wenaldien	lacune ثغرة	Berriasien	Ryazanian
جوراسي أعلى JURASSIQUE SUPÉRIEUR	Purbeckien	Portlandien Portlandien inférieur Kimmeridgien	Tithonique	Volgian

جدول - ٦ - وضعية الحد الجوراسي - الكريتاسي بالنسبة للطوابق الأوروبية.

في آسيا أيضاً، يرتبط الحد الأدنى بالبنية: لأن حركة أوروغينية (المرحلة السيميرية) في الترياس الأعلى أقصت البحر نهائياً في بعض الأماكن (الصين مثلاً) خارج القارة.

في البحر الألبيني، تكون الأمور معقدة. ففي قاعدة الجوراسي، لم يتم التعرف على الريسيان في كل مكان: فتارة يكمل مرحلة الكوبر الأعلى الانسحابية، وتارة أخرى يعلن سحنات الجوراسي الأدنى. وفي قمة الجوراسي، تمر تشكيلات التيتونيان الكلسية بصورة غير محسوسة إلى تشكيلات الكريتاسي الأدنى (الريازيان)، وحدها نطاقات الأمونيتات بإمكانها حسم الموضوع بشأن الحد، بعدها أفضل وسيلة في ستراتغرافية الجوراسي. فبالاعتماد عليها، يبدأ الجوراسي بالنطاق ذي *Planorbis* (أول نطاق في الهيتانجيان)، وينتهي بالنطاق ذي *Giganteus* (في البورتلانديان الأعلى).

إن ترابط هذا النطاق الأخير مع نطاقات التيتونيان التي تنتهي بالنطاق ذي *Durangites*، ليس موضوعاً بصورة واضحة، ويدخل الستراتغرافيون هنا مجموعة أخرى هي الـ *Calpionelles* (شكل ٦٦). فنطاقات الجوراسي الأعلى هي نطاقات الجنس *Calpionella*، والحد الجوراسي - الكريتاسي هو داخل هذه النطاقات.

أما بالنسبة للمجموعات الأخرى، وبخاصة الزواحف، فهي لا تعطي سوى دلالات متفرقة جداً ليس باستطاعتها تقديم مساعدة كبرى في هذا المجال. فلن نتقدم كثيراً في رسم الحد بين الجوراسي والكريتاسي عندما نقول أنه في التيتونيان في بافاريا بألمانيا تم اكتشاف انطباعات الـ *Archaeopteryx*، أول طائر له صفات زواحف، وأنه أشير إلى وجود مغلفات البذور الأولى في البوريكيان.

نشير أخيراً إلى وجود حد بنيوي بين الجوراسي والكريتاسي يعود إلى الأحداث الأوروغينية النيوسيمرية في آسيا، والنيغادية في أمريكا الشمالية.

إذا كان الجوراسي يبدو كدورة رسوبية على مقياس كبير، لأنه يبدأ بتجاوز في اللياس وينتهي بانسحاب في نهاية البورتلانديان - البوريكيان على القارات كافة التي تحد ببحاراً نيريتية، فليس الأمر كذلك في المجالات البحرية الأكثر عمقاً، وذات الترسيب المستمر (الألب مثلاً). وفي جميع الحالات، من الصعوبة بمكان تعيين الحدود بدقة.

طابق	نطاقات الامونيات		نطاقات الكالبيونيل
	فلاجنجيان	برياريان	
كريتاسي أدنى		<i>Thurmanniceras pertransiens</i>	<i>Calpionellopsis</i>
		<i>Fauriella (Berriasella) bolssieri</i>	<i>Tintinnopsella</i>
جوراسي أعلى		<i>Tirnovella occitanica</i>	<i>Calpionella</i>
		<i>Pseudosubplanites (Berriasella) grandis</i> <i>Berriasella jacobii</i>	<i>Crassicolaria</i>
	تيتونيان	<i>Durangites</i> <i>Microcanthoceras microcanthum</i>	<i>Chitinoidea</i> <i>Saccodromids</i> ادوسيد كالبيونيل
		<i>Microcanthoceras ponti</i> <i>Semiformiceras fallauxi</i> <i>Semiformiceras semiforme</i>	

جدول - ٧ - الترابط بين نطاقات الامونيات والكالبيونيل.

٢ - التقسيمات

بعد وقت قصير من صدور مفهوم تعبير الجوراسي (١٧٩٥)، ولكن قبل ولادة الدور (١٨٢٩)، كان William SMITH (١٧٩٩) قد ميز قسمين فيما سمي بعد

ذلك بالجوراسي. وقد دعاهما «لياس» (Lias) و «أووليت» (Oolite). وفي ألمانيا، قسم Leopold DE BUCH الجوراسي (١٨٣٩)، من القاعدة إلى القمة، إلى: جورا أسود، جورا بني، وجورا أبيض، بحسب اللون الغالب على الصخور. وقد استبدلت بهذه التسميات فيما بعد (OPPEL, 1856) «لياس» (Lias) و «دوغر» (Dogger) و «مالم» (Malm) [تعايير كانت مستخدمة من قبل عمال المقالع الإنكليز للدلالة على أنواع معينة من الطبقات الصخرية]. إلى جانب هذا التقسيم، توجد نطاقات أحثائية قائمة بصورة أساسية على الأمونيتات.

العصر	MA	طباق	الموقع الانموذج	التقسيمات الأخرى	المرادف إنكليزية
الجوراسي الأعلى لحم = جورا أبيض	140	بورتندزيان	كلنس ورمل بورتلاند	بورتنديان فونجيان تيفنديان	النيوسيميرية أو النيماتية الاندن
		كيريديزيان	مارن كيريديج الأسود	كيريديزيان سيكوفانيان سيكوفانيان أدنى	
		أكفورديان	مارن أكفوردي الأسود	سيكوفانيان أدنى روراسيان ارغوفنيان أكفورديان	
الجوراسي الأوسط دوش = جورا بني	155	كالوفنيان	كلنس كيلافايز الرملي		
		باتونيان	كلنس باتون لوروليتي الأبيض		
		باجورسيان	كلنس باجوردي (كالفايوس)		
		آلينيان	مارن آكن (موتنبرغ)		
الجوراسي الأدنى اللياس = جورا أسود	175	توارسيان	كلنس توراس المارني		
		دوميريان	مارن وكلنس موفت - دومار (إيطاليا)	بليانسبارسيان (ألمانيا)	
		كاريلسيان	مارن كاريلسيا		
		سينيورديان	كلنس سينيور الأسود	لوتبارسيان سينيورديان	
		هيتانجيان	رمل هيتانج		السييرية
	200				

جدول ٨ - تقسيمات الجوراسي

II - الخصائص الباليونتولوجية

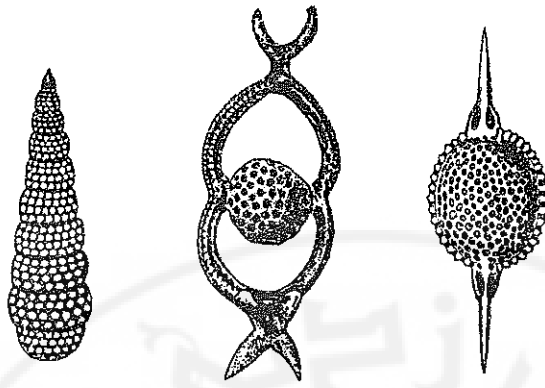
انقرض عدد من الكائنات الحية في بداية الجوراسي. وربما يرجع السبب في ذلك إما إلى انخفاض في ملوحة البحار بسبب التكسد الكبير للمتبخرات في الكوبر (الترياس الأعلى)، وإما إلى ارتفاع في درجة حرارة مياه البحار نتيجة الموقع القاري لكل من القطب الشمالي (في سيبيريا) أو القطب الجنوبي (في قارة القطب الجنوبي)، أو لسبب آخر ما يزال مجهولاً. ولكن حالياً بعد انطلاقة التجاور البحري البلياسي، ازدهرت الكائنات الحية وتنوعت أشكالها في البحار أو على القارات.

١ - النباتات

كثرت الاشنيات الخضراء من مجموعة *Dasycladaceae*، ملكات البحار الترياسية، في الجوراسي، في الأوساط الكلسية الشبيهة بأوساط الترياس. وعلى معظم القارات الخاضعة لمناخ حار، انتشرت السراخس ذات البذور ثم النباتات عريانة البذور بشكل كثيف جداً غزت معه الأحواض الفحمية بخاصة في آسيا. والمجموعات الرئيسة فيها هي: *Coniferales*، *Ginkgoales*، *Cycadales*، *Bennettitales* و *Caytoniales*.
للأبواغ والمستحاثات القزمية دور مهم في الجوراسي من الناحيتين الستراتغرافية والسحنية.

٢ - اللافتقاريات

انتشرت الشعاعيات بفضل الإندفاعات البركانية تحت البحرية الحاملة للسيليس. وشكل تكديسها صخور الراديولاريت (شكل ٦٥).
ال *Calpionelles*، ازدهرت في نهاية الكامبريدجيان وحتى بداية الكريتاسي (بريازيان - فالانجنيان). والمنخرات، سمحت بإقامة نطاقات جيدة للجوراسي إلى جانب نطاقات الأمونيات. الاسفنجيات السيليسية، شكلت توضعات مهمة في الاكسفورديان؛ السبونفوليت.



شكل - ٦٥ - شعاعيات (رادولاريا) الجوراسي.

من اليسار إلى اليمين: *Saŕturnalis dicranacanthus*, *Stiphocapsa beckmanni*, *Ellipsoxiphus botaurus* (بحسب ترمييه).

معائيات الجوف كثيرة الانتشار في بحار الجوراسي. وتظل في رسوبات هذا الدور مستحاثات سحنة.

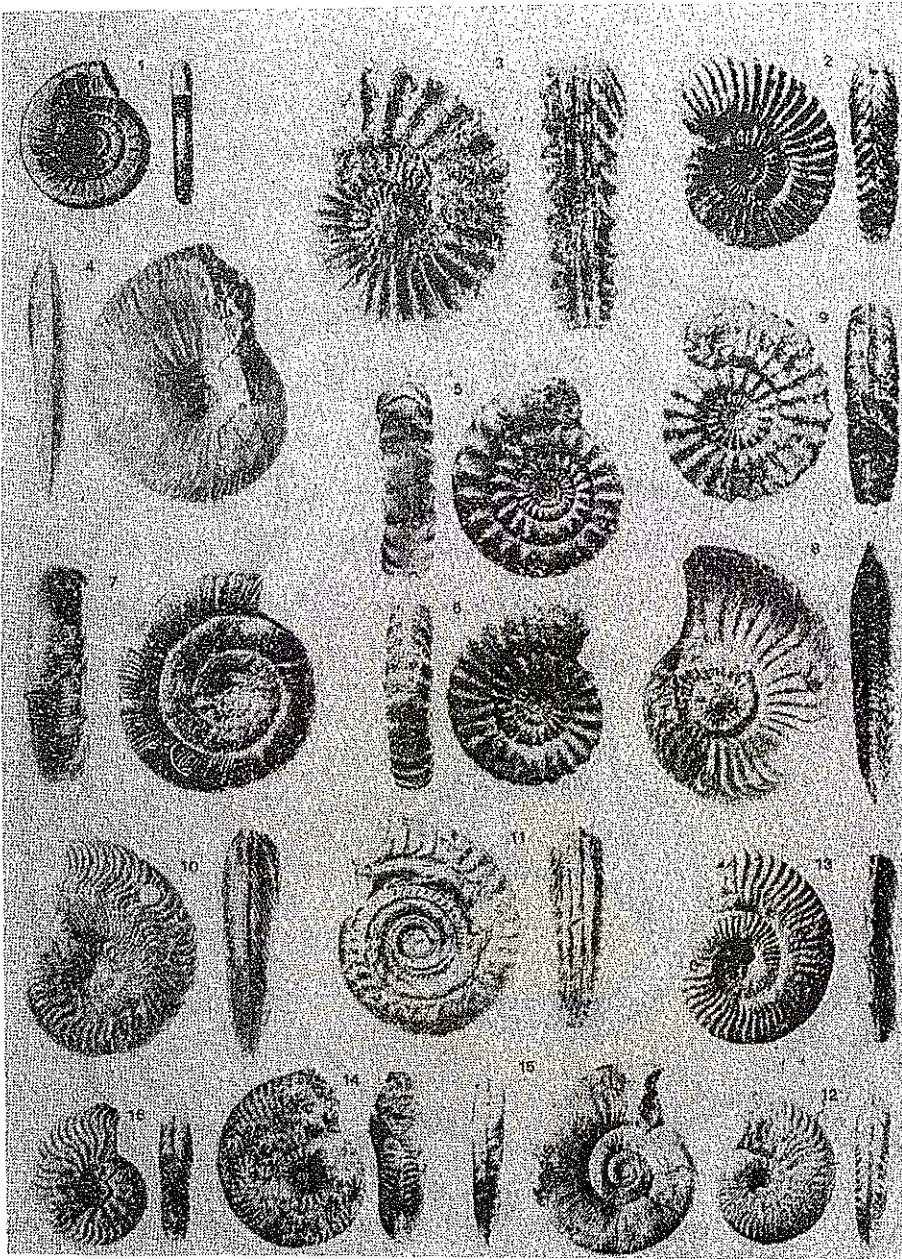
من بين الرخويات، تحتل رأسيات الأرجل مركزاً مميزاً، وبخاصة الأمونيتات التي أقيم على أساسها نطاقات بالغة الدقة (شكل ٥٠). فهذه المستحاثات هي أفضل وسيلة، على مقياس العالم، لترباط الأراضي الجوراسية. أما البلمينيات فهي أقل تنوعاً، وليس لها ذات القيمة الستراتغرافية.

شوكيات الجلد واسعة الانتشار في بحار الجوراسي الحارة، بخاصة بالقرب من الأرضفة. الكرينويدات أعطت الكلس ذا entroques في الدوغر، وقدمت فصيلة الـ *Saccocomidés*، وهي كرينويدات بيلاجية، في نهاية الاكسفورديان وبداية البورتلانديان الأعلى ذات الخدمات الستراتغرافية التي قدمتها الـ *Calpionelles* التي سبقتها. أما قنافذ البحر فقد تنوعت وأصبحت غير منتظمة (*Dysaster*).

عضديات الأرجل كانت تعيش في معظم الأوساط، وتوزعت كالأمونيتات في أقاليم فونية. وهي في آن واحد مستحاثات نطاقية ومستحاثات سحنة. أخيراً، نشير إلى أهمية الاستراكدات في الجوراسي على الصعيدين الستراتغرافي والسحي.



شكل - ٦٦ - كالبينويل مصورة عن
المجهر الالكتروني الماسح (تكبير
٨٠٠ مرة) (عن مانيفيت).



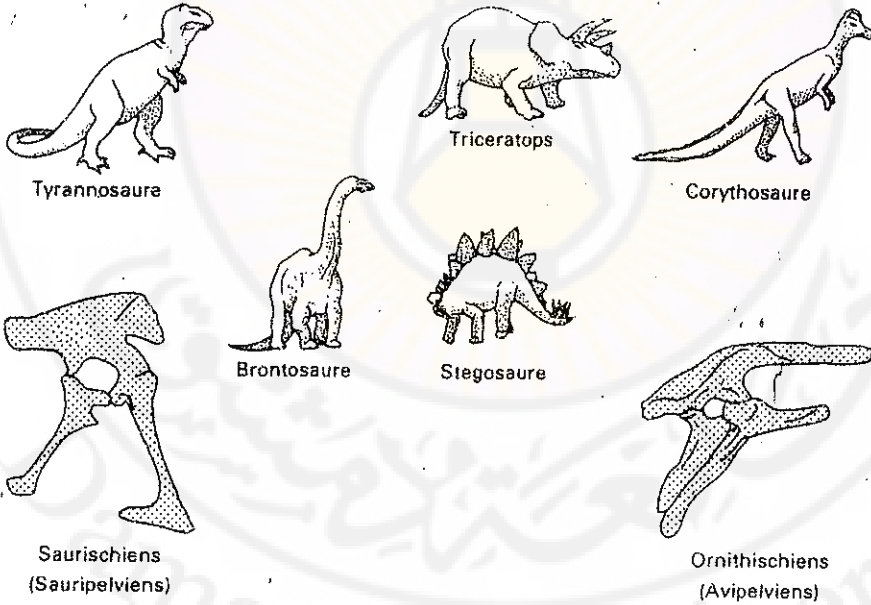
شكل - ٦٧ - أمونيات الجوراسي الأدنى:

- 1- *Psiloceras*, 2- *Schlotheimia*, 3- *Arietites*, 4- *Oxynoticeras*, 5- *Echioceras*,
 6- *Aeoceras*, 7- *Prodactylioceras*, 8- *Amaltheus*, 9- *Pleuroceras*,
 10- *Harpoceras*, 11- *Hildoceras*, 12- *Haugia*, 13- *Grammoceras*,
 14- *Hammatoceras*, 15- *Pleydellia*, 16- *Dumortiera*

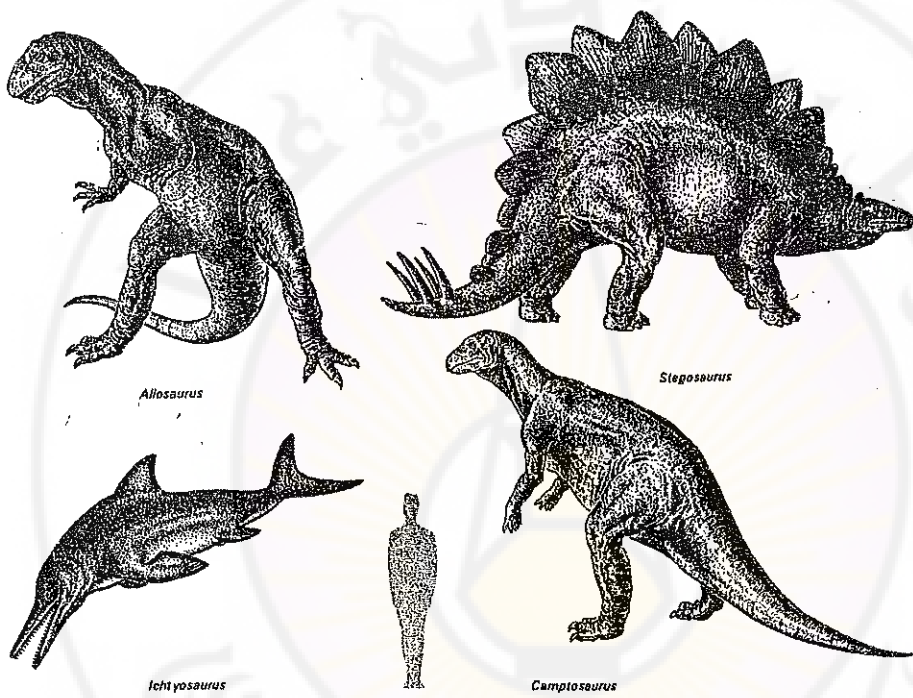
٣ - الفقاريات

حفظت طبقات الحجر الكلسي الليتوغرافي في بعض المناطق في فرنسا وألمانيا، نماذج رائعة من الأسماك، وهي إما أسماك قرش متكيفة مع الحياة القاعية أو هي أسماك عظمية.

الزواحف هي التي سادت من بعيد كل الفقاريات، وبخاصة على سطح القارات، ومنها الدينوصورات (كلمة تعني «الضب الرهيب») التي أخذت مداها في مناخ مداري كان سائداً في القارات الكبرى كافة تقريباً. وقد تمايزت الدينوصورات في مجموعتين: مجموعة الـ Avipelviens (أو الـ Ornithischiens) ومجموعة الـ Sauripelviens (أو الـ Saurischiens) (شكل ٦٨). وتضم هذه المجموعة الأخيرة سلالة من الأشكال اللاحمة (*Tyrannosaurus*) وسلالة عاشبة. وهي أضخم حيوانات حملتها الأرض (*Brontosaurus*، *Diplodocus*، ٢٠م و ٣٠ طناً، أي ستة أضعاف وزن الفيل). أما المجموعة الأولى فكلها عاشبة: *Stegosaurus* من الجوراسي، له صفائح مثلثة الشكل.



شكل - ٦٨ - مخطط تطوري مبسط للدينوصورات في الجوراسي (بحسب كوميل).



شكل - ٦٨ مكرر - زواحف من الجوراسي (من مجموعة الدينوصورات).
 Allosaurus - حيوان مفترس جداً، له شكل قريب من Tyrannosaurus الذي ظهر في
 الكريتاسي؛ Camptosaurus، وهو شكل قريب من الشكلين السابقين؛ Stegosaurus،
 طوله ٧م، ذو صفائح ظهرية ضخمة، مترتبة اشفاعاً، وتصبح شوكية في نهاية الذيل؛
 Ichthyosaurus، حيوان بحري لاحم (من الاسيكلوبيديا أونيفرساليس).

غزت الزواحف الفضاء (الزواحف الطائرة Pterosauriens) والجناس فيها غشائي. أما الزواحف البحرية الرئيسة فهي *Ichtyosaurus* التي بلغ طولها في اللياس ٥٠ م، والـ *Plésiosaurus* ولها رأس صغير في نهاية رقبة طويلة جداً.

تم اكتشاف بقايا ثلاث مستحاثات للطائر القديم (*Archaeopteryx*) في الجوراسي الأعلى (البورتلانديان) في منطقة بافاريا بألمانيا، وذلك في الأعوام ١٨٦١، ١٨٧٧ و ١٩٥٦. وهي تمثل الطيور الأولى (ريشاً، عظاماً بحوفة، عظم العانة متجهاً إلى الوراء)، ولكنها تحتفظ بعدد من صفات الزواحف (أسنان، عظم قص بدون عرف متوسط، فقرات رقبية مقعرة الوجهين، المشط في الأطراف غير ملتحم، ذيل عظمي متطاوّل) (شكل ٦٩ و ٧٠).

أما مجموعات الثدييات التي ظهرت في الترياس فإنها تستمر في الجوراسي. وثدييات الجوراسي هي دوماً حيوانات صغيرة (بضعة سنتيمترات)، وليست بشيء تجاه الزواحف العملاقة التي كانت تسيطر عليها.

III - لمحة باليوجغرافية

تأتي باليوجغرافية الجوراسي، دونما ثغرة مهمة، استمراراً لباليوجغرافية الترياس. فالعمليات التي انطلقت، بخاصة تجزؤ غوندوانا وتمدد قاع الأقيانوسات، ازدادت كثافة أثناء مرحلة شد غطت الجزء الأكبر من زمن الجوراسي، مصحوبة بانسكابات أفوليتية واسعة.

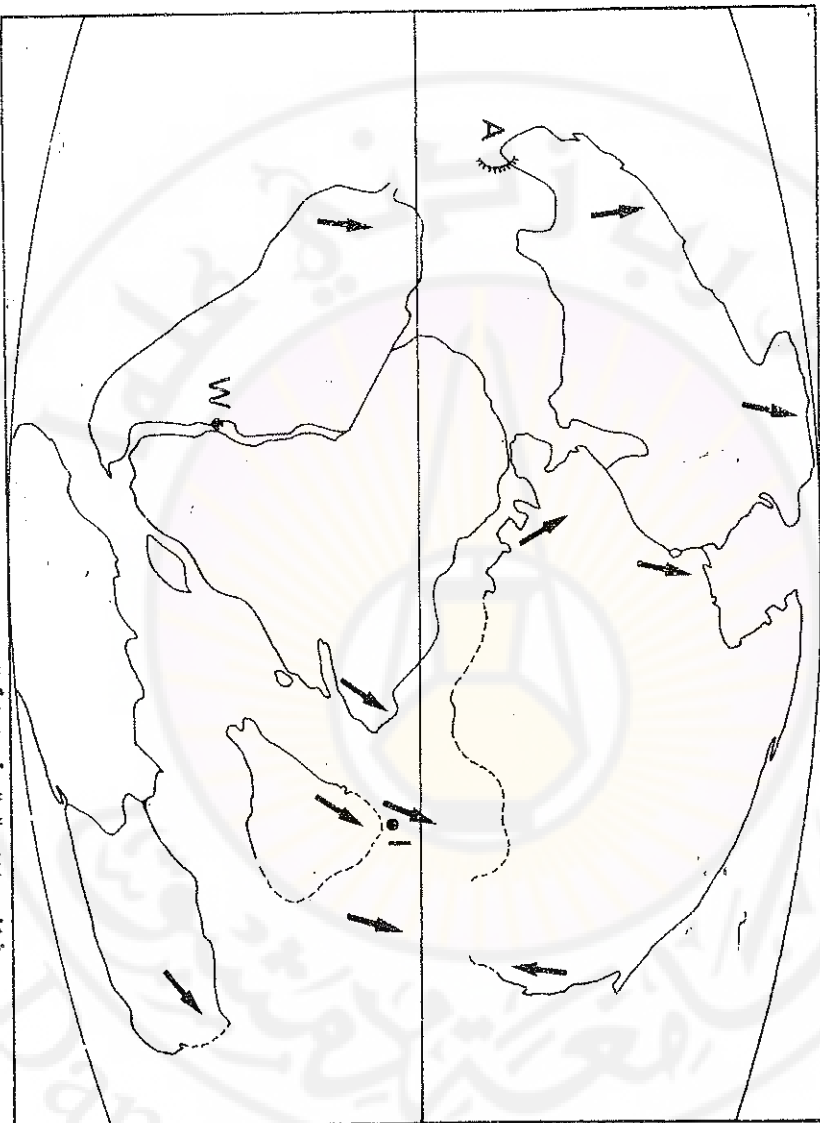
من مقارنة الشكلين ٧١ و ٥٠ نلاحظ أن الهند، بالنسبة لنهاية الترياس، استمرت في حركتها نحو الشمال مما أدى إلى توسع الأقيانوس الهندي وانفتاح قناة الموزامبيق في اللياس، وأن الأطلسي الشمالي قد ابتداءً: إن شق البحر الكاريبي يكون معاصراً في هذه الحالة لشق الميزوجي. ولكن الأطلسي الجنوبي مازال مطموساً وأستراليا مازالت ملتحمة مع قارة القطب الجنوبي.



شكل - ٦٩ - هيكل Archaeopteryx في الحجر الكلسي الطباعي في بافاريا.



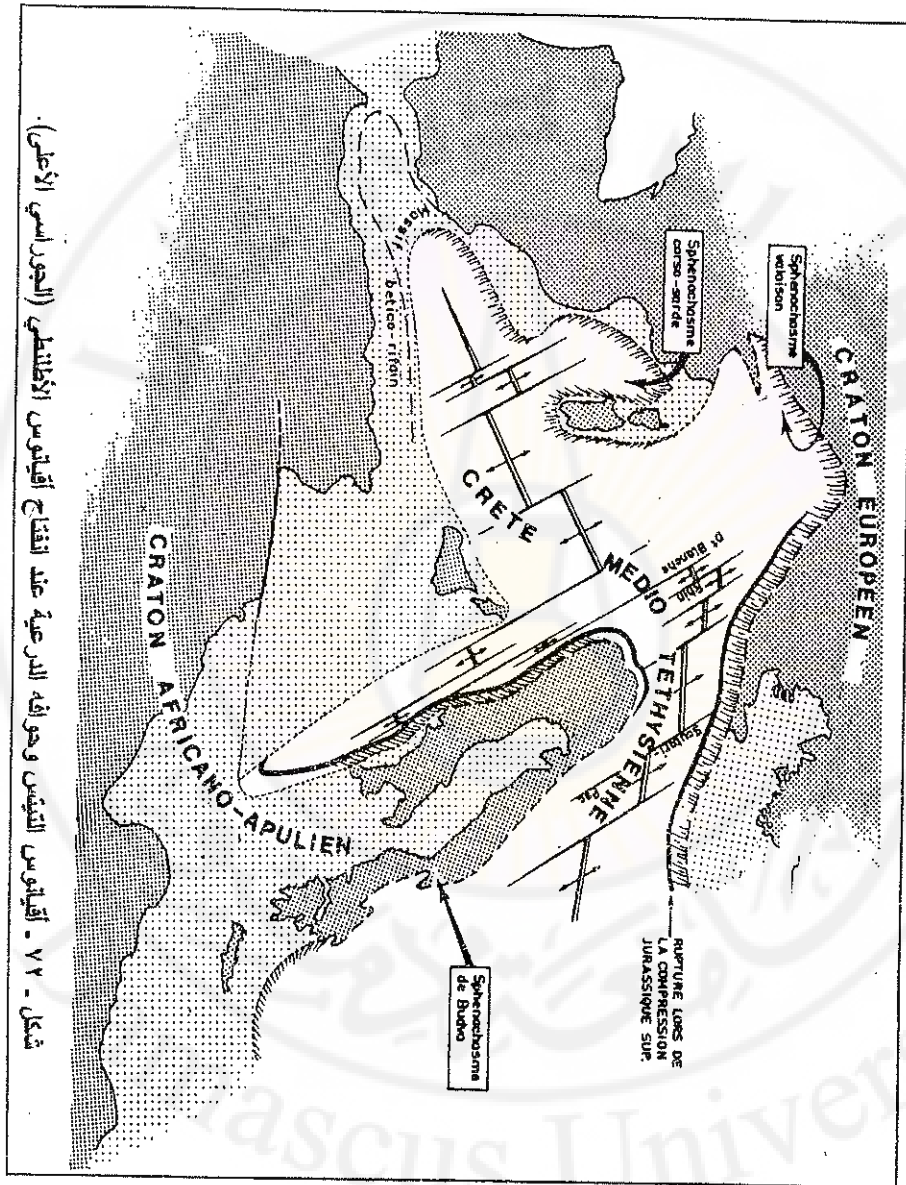
شكل - ٧٠ - طائر الـ Archaeopteryx بعد أن تم ترميم شكله في الوضعية التي استحات فيها. يلاحظ المنقار المجهز بأسنان، والأصابع الثلاث المجهزة بمخالب في مقدمة الجناحين (متحف بال).



شكل - ٧١ - العالم في نهاية الجوراسي (نحو - ١٣٥ م س) (بحسب ديتر هولاند):

حفرة أخدودية المظهر بين أفريقيا وأمريكا الجنوبية (بداية الأطلسي الجنوبي)؛ بورتان بركتيان | و W

إن الميزوجي الذي نشأ عن عمليات الشد الترياسية، طوّر بنياته في الجوراسي، وقدم على أطرافه في الغالب، في مواقع السلاسل المستقبلية، كما هي الحال بالنسبة لجبال الألب الغربية، مجمعاً بنيويا مؤلفاً من أحدودين (مقعرين جيولوجيين) يفصل بينهما تجعيد أو نهوض.

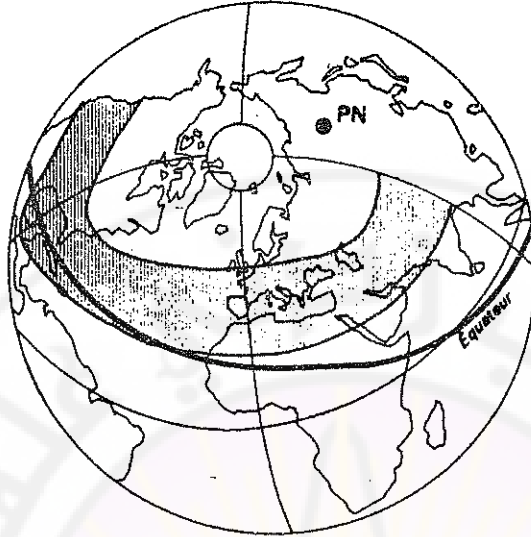


شكل - ٧٧ - أقيانوس التيس وحوافه الدرعية عند افتتاح أقيانوس الأطلنطي (الجوراسي الأعلى).

ويصحب هذا التمدد انسكابات أفبولىتية تشكل عند تصلبها القشرة الأقيانوسية التي سوف تنقطع أجزاء منها وتنحرف خلال مرحلة الانضغاط التي سوف تبدأ في الجوراسي الأعلى. هذه المرحلة الأوروجينية النيوسيميرية هي وراء منشأ توضعات الفليش الأولى (الفليش التيتوني) بسبب طفو المناطق التي شكلتها. كانت الأحداث الأوروجينية أكثر فعالية على الطرف الأمريكي للباسيفيكي: منذ الكمبريدجيان في أمريكا الجنوبية (المرحلة الأندينية)، ثم في البوتلانديان في أمريكا الشمالية (المرحلة النيفادية): مرحلتان مصحوبتان باندساسات غرانيتويدية وانسكابات انديزيتية.

أخذت البحار فوق القارية أهمية كبرى خلال الجوراسي. فقد حولت أوروبا إلى شكل أشبه بالأرخبيل، مما أدى إلى فصل انغارا عن الكراتون السكندينيافي. كما حدث تماوازن متميزان بمداهما الكبير الذي بلغ عدة مئات من الكيلومترات: بحر لوغان في غرب الولايات المتحدة، والخليج الصحراوي الكبير الذي غزا شمال الكراتون الأفريقي. وقد انسحب معظم هذه البحار في الجوراسي الأعلى، وكان الانتقال من الجوراسي إلى الكريتاسي يتم في أغلب الأحيان في وسط قاري.

المناخات في الجوراسي حارة بصورة عامة. لذلك كثرت في هذا الدور التشكيلات الرصفية والبيوضية والدولوميتية في البحار، والتشكيلات الفحمية (آسيا) والبروكسيتية (الميزوجي) على القارات. وانتقل خط الاستواء والحزام التبخري قليلاً نحو الجنوب (خليج المكسيك، الصحراء الأفريقية، شبه الجزيرة العربية) (شكل ٧٣). وأصبح المناخ في جنوب أفريقيا وفي قارة القطب الجنوبي معتدلاً، وتمايز في شمال أوروبا إقليم شمالي تقابل المجموعة الحيوانية فيه (*Clyindroteuthis*, *Cardioceras*، حالية) مثيلتها في الميزوجي ذات الصفة المدارية (*Diceras*, *Duvalia*, *Oppelia* ومرجانيات). المجموعة الأولى «فولجية» والثانية «تيتونية». وكان يتم الاتصال بين الإقليمين عبر الحوض الباريسي وإنكلترا.



شكل - ٧٣ - الوضعية التقريبية للقطب الشمالي وخط الاستواء ونطاق المتبخرات في الجوراسي (بحسب لوتس وغرين).

الجوراسي في سوريا

تتكشف أراضي الجوراسي في محددات السلاسل الجبلية الكبرى: سلسلتي لبنان الشرقية والغربية، السلسلة الساحلية، جبال الكردداغ، جبل الأقرع والسلسلة التدمرية.

ثخانة الزمر الجوراسية هي من مرتبة ١٢٠٠ م في الحرمون (الجزء الجنوبي الغربي من سلسلة لبنان الشرقية)، وتنخفض إلى ٣٠٠ م في الجبال الساحلية، وإلى ١٠٠ م في السلسلة التدمرية حتى تصل إلى بضعة أمتار في القسم الجنوبي الأوسط من هذه السلسلة.

تتألف الأراضي الجوراسية بصورة أساسية من صخور كلسية وكلسية دولوميتية، ودولوميتية. وتدخلها بعض المستويات المارنية والمارنية الكلسية التي تكون ثخينة جداً في بعض المناطق.

١ - الحرمون: قبة كلسية جوراسية شديدة الثخانة، ترتفع إلى علو ٢٨١٤م في الطرف الجنوبي لسلسلة لبنان الشرقية، اتجاهها جنوباً غرباً - شمالاً شرقاً. ويشرف الحرمون في الشمال الغربي على ممر البقاع، وفي الجنوب الشرقي على هضبة حوران البازلتية.

الجانب الشرقي من القبة مكسور ومنهار، ويدي المنحدر المعرّى على هذا النحو زمرة رسوبية تمتد من الترياس حتى الكالوفيان (شكل ٧٤). وفي كعب القبة، على أطراف بازلت حوران، بالقرب من مجدل شمس، تنتشر حالة من تشكيلات غضارية ورصيفية تمتد من الكالوفيان حتى الكمبريدجيان. والتيتونيان (قمة الجوراسي) غائب، وتمثله ثغرة ستراتغرافية مهمة استمرت حتى الجزء القاعدي من الكريتاسي الأدنى.

٢ - جبل لبنان: يقابل المقطع الأساسي للحرمون مقطع نهر إبراهيم في جبل لبنان. ففوق ١٣٠٠م من الدولوميا والحجر الكلسي الممتد من الترياس؟ حتى الكمبريدجيان الأدنى تأتي تشكيلات ذات مواد بازلتية (تشكيلة بخنس البركانية)، يعلوها جدار كلسي ذو عقد صوانية، ثم تعاقب كلس بيوضي ومارن، يعود إلى الكمبريدجيان الأعلى. ولا يوجد ما يؤكد وجود التيتونيان (البورتلانديان)، والأرجح أنه غائب بثغرة ستراتغرافية.

٣ - الجبال الساحلية: تقع في الشمال الغربي من سوريا، وترتفع إلى ما يزيد عن ١٥٠٠م. الجوراسي في هذه السلسلة مؤلف بصورة أساسية من حجر كلسي ذي سحنة نيريتية، وحجر كلسي دولوميتي، ودولوميا مع تداخلات مارنية ثخينة أحياناً (شكل ٧٥). ثخانة توضع الجوراسي بضع مئات من الأمتار تتميز فيها عدة تشكيلات ليتولوجية تم تأريخها من الجوراسي الأدنى (اللياس) حتى الكمبريدجيان. التيتونيان غائب، بسبب الثغرة الستراتغرافية المهمة التي شملت مناطق واسعة، وبخاصة مناطق الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط.

٤ - جبل الأقرع: على بعد ٥٠ كم شمال شمال شرق اللاذقية، يرتفع مباشرة فوق الشاطئ المحروط الكلسي لجبل الأقرع. قسمه المركزي العالي جوراسي، وأسفل سفوحه كريتاسي.



شكل - ٧٤ - الجوراسي في الحرمون (لباس - كالوفيان).
الجدار الكلسي الدولوميتي في قاعدة الزمرة الرسوبية والتوضعات المارنية الغضارية تحته
هي من الترياس الأعلى.



شكل - ٧٥ - الجوراسي الأوسط الكلسي ذو انمظهر الكارستي الخرائطي في السلسلة
الساحلية. يبين المشهد البعيد الكريتاسي، تعلوه توضعات الباليوجين المارنية البيلاجية
الحوارية (التلال على الأفق).

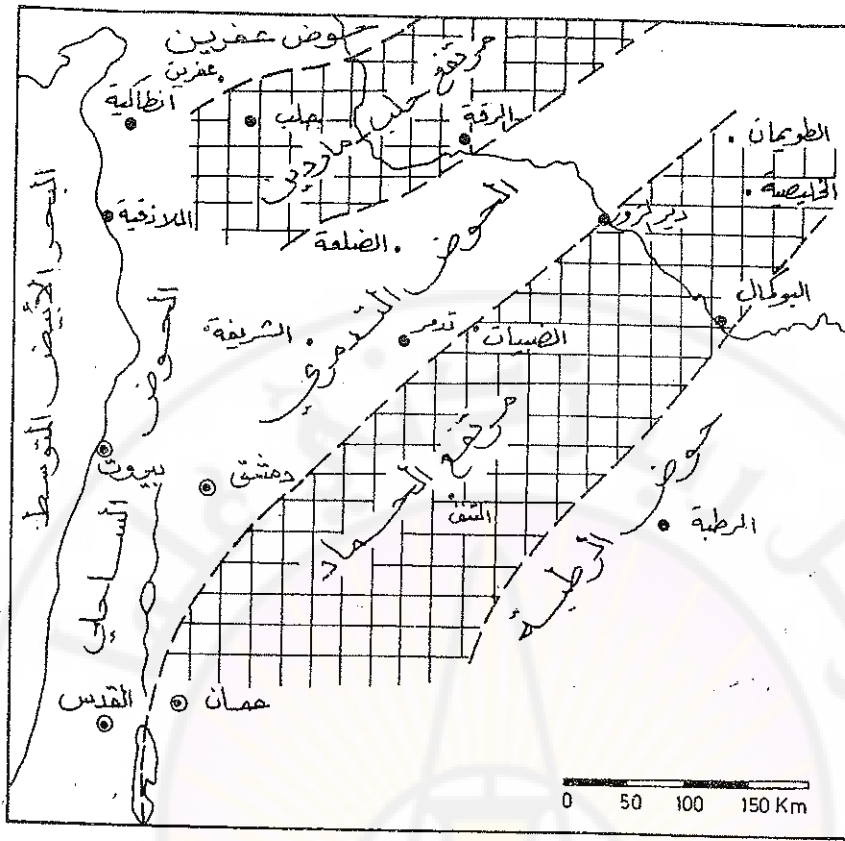
٥ - جبل الكرداغ: يقع على بعد ٣٥ كم شرقي الاسكندرون. تتألف أراضي الجوراسي في هذا الجبل من صخور كلسية ذات *Lytiotis* (صفيحيات غلاصم كبيرة ومستطحة) مميزة للجوراسي الأدنى، ومن صخور كلسية دولوميتية ودولوميتية تعود إلى قاعدة الجوراسي الأوسط (الأكينيان). الجوراسي الأعلى كله غائب هنا، وكذلك معظم الجوراسي الأوسط، وتمثلها ثغرة ستراتغرافية كبيرة جداً.

٦ - السلسلة التدمرية: تقع السلسلة التدمرية في وسط سوريا، وهي مؤلفة من مجموعة من المكدبات المتطاولة حسب اتجاه جنوباً غرباً - شمالاً شرقاً. بنيتها غير متناظرة: الجوانب الشمالية لمكدباتها ذات ميول لطيفة نسبياً، والجوانب الجنوبية على العكس، شديدة الميل، شاقولية أو منقلبة أو فالقية في أماكن الالتواءات الشديدة للمكدبات (التي لها شكل ظهر الحوت) بسبب الدفع الديايري الثاقب للخص الترياسي.

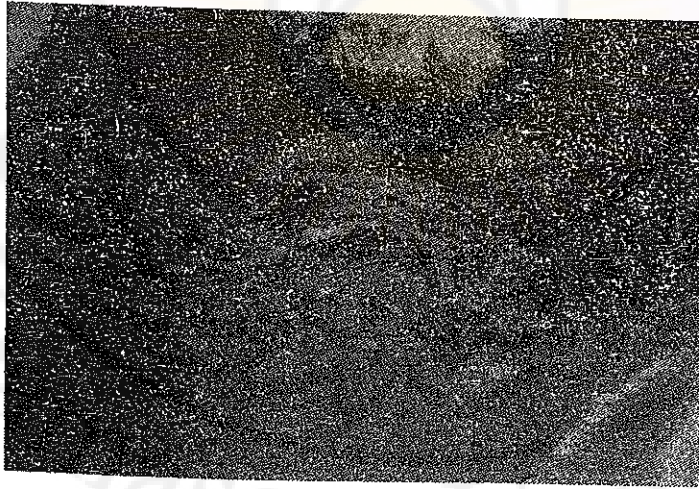
الجوراسي في السلسلة التدمرية مؤلف من زمرة كربوناتية يطلق عليها اسم «تشكيلية السطح» نسبة إلى جبل السطح في أقصى الشمال الشرقي من السلسلة. وتقع هذه التشكيلية بصورة عامة بين زمرة تبخرية من الجص والأنهيدريت من عمر الترياس الأعلى (حص هيان)، وزمرة حطامية رملية من الكريتاسي الأدنى (حجر رمل الأساس أو حجر رمل تدمر).

تم تحديد عمر تشكيلية السطح بالاستناد إلى المنخربات وعضديات الأرجل بصورة أساسية، فهي من عمر اللياس - الدوغر. المالم (الجوراسي الأعلى) غائب بسبب ثغرة ستراتغرافية هامة، بلغت بصورة تدريجية الجزء القاعدي من الجوراسي الأدنى (اللياس) وحتى الترياس في الجزء المركزي الجنوبي من السلسلة.

أظهر الترابط مع المناطق المجاورة (العراق والأردن) وجود بنية قديمة مهمة في جنوب السلسلة التدمرية وموازية لها، هي «مرتفع الحماد» الذي كان يفصل خلال الجوراسي الحوض التدمري في الشمال الغربي من هذا المرتفع عن حوض الرطبة الواقع في الجنوب الشرقي منه، وبنية أخرى مهمة في شمال السلسلة التدمرية وموازية لها أيضاً، هي هضبة حلب - مرتفع ماردين، التي كانت تفصل الحوض التدمري خلال تلك الفترة عن حوض عفرين في الشمال الغربي شكل (٧٦).



شكل - ٧٦ - الوضع الباليوجغرافي في سوريا خلال الجوراسي.



شكل - ٧٧ - طبقات الراديولاريت الجوراسية في المعقد البركاني - الرسوبي في الجسم الافوليتي في منطقة البائر - البسيط (شمال غرب سوريا).

عصر	طابق	الموقع الامتوذج	تقسيمات أخرى	مراحل تكتونية
65 MA	ماسترختيان كامبانيان	هوار ماسترختية كلس رامبانيا الحاربي	اتوريان	المدرامية
	سانتونيان	كلس برانة الحاربي	امشيريان	
	كوفياسيان	كلس كوفيا الم		
	توروسيان	هوار توروسية	انغوميان ليجيريان	
	سينومانيان	رمال مانس		
100 MA	ألبسيان	ريال وفخضاريات اللون	فراكوميان البليان اوسط البليان ادنى	الغداوية
	أبسيان	مارن أبت	غلديسيان عزقازيان بيدوليان	
	بارميان	كلس باريم الحاربي		
	هوتريفيان	كلس هوتريف الماربي		
	فالانجينيان	كلس فالانجان الماربي	نيوكوميان	
140 MA	بريانيان	كلس بريان الماربي	(ريانانيان)	السياسيمية

جدول - ٩ - تقسيمات الكريتاسي

العراب الرئيس لطوابق الكريتاسي. Alcide D'ORBIGNY، وقد اختارها نحو منتصف القرن الماضي، في السلاسل تحت الألية أو في الحوض

الباريسي. والسلم الذي وضعه كان موجزاً، وقد تم إكماله في جبال الجورا السويسرية وفي منطقة شامبانيا في مقاطعة شارانت بفرنسا.

II - الخصائص الباليونتولوجية

على الرغم من الانسحاب البحري الكبير في نهاية الجوراسي، فإنه لا يوجد انقطاع مهم في العالم الحي، والانتقال إلى الكريتاسي تحقق بهدوء. والرخويات التي اختفى ٣/٢ من أنواعها هي وحدها التي تأثرت من تراجع البحار فوق القارية. الـ Calpionelles استمرت في حياتها ولم تنقرض إلا في الفالانجنيان. واجتازت النباتات مرحلتها الأخيرة مع ظهور مغلفات البذور في الجوراسي ودخلت بمنافسة مع عريانات البذور على مدى الكريتاسي قبل أن تؤكد سيطرتها النهائية في الحقب الثالث.

١ - النباتات

الاشنيات البحرية التي كانت مزدهرة في الترياس، عرفت تراجعاً ملحوظاً في بحار الكريتاسي. ومع ذلك فإن بعضها، مثل الكاروفيتات (Charophytes) في تشكيلات الوليدان، لا غنى عنها في تأريخ الأراضي القارية. تعادل الكائنات الحية النباتية الدقيقة الاشنيات في تكوينها للصخور الكربوناتها. وهي تنتسب إلى الـ Cocolithophoridés. فالعناصر المنفصلة عن الـ Coccosphere (الكوكوليتات والرابدوليتات) هي المكونات الأساسية للحوار (قد يصل عددها حتى ١٠ ملايين في الملمز المكعب). وتشترك معها، من الكريتاسي الأدنى حتى الكامبانيان، الـ Nannoconus، وهي بقايا كائنات حية ما يزال موقعها التصنيفي غير مؤكد.

تقع على حدود المملكة الحيوانية والمملكة النباتية «العوالق الدقيقة» (Microplankton)، وهي مستحاثات دقيقة غير كلسية ذات هيكل مؤلف من مادة عضوية قريبة من الكيتين، ومنها الاسم «الحيوانات الكيتينية» الذي نسب

إليها. وهي الـ Périidiniens التي منها مجموعة الـ Dinoflagellés المعروفة بكيساتها كثيرة الانتشار في صوان الحوار، ومجموعة الـ Acritarches وهي كائنات حية مجهولة النسب، تضم بخاصة كيسيّات اثنية.

ما تزال السراخس كثيرة على سطح القارات (Osmondalis). وقد تضاءلت السراخس ذات البذور، ثم اختفت في نهاية الكريتاسي.

عرفت بعض عريانات البذور، الـ Cycadales، Ginkgoales، Coniferales فترات ركود وتراجع، في حين عرفت الـ Bennettitales، وهي المجموعة المفصل بين عريانات البذور ومغلفات البذور، ذروة انتشارها في الكريتاسي الأدنى، ثم انقرضت بعد ذلك في السينوميان. وتابعت بعدها مسيرة الازدهار مغلفات البذور التي كانت قد ظهرت في الجوراسي.

٢ - اللاقاريات

في عالم الكائنات العوالق، تحتل الشعاعيات جزءاً مهماً في تشكيل صخور الراديولاريت على الرغم من أنها أقل عدداً مما كانت عليه في الجوراسي (شكل ٦٥). والـ Calpionelles (شكل ٦٦) وهي نقاعيات عوالق ذات أهداب من مجموعة الـ Tintinnoides، عاشت من التيتونيان حتى الفالانجنيان الأعلى.

المنخربات ممثلة بغزارة في الكريتاسي. أجناس عديدة منها لعبت دوراً أساسياً في البيوستراتغرافيا بسبب قصر مدتها، وسرعة تطورها، واتساع انتشارها، وذلك على قدم المساواة مع الأمونيات ذات الأعداد الأقل. ونذكر من المنخربات: الـ Orbitolines (بارميان - سينوميان)، الـ Préalveolines (سينوميان - باليوجين)، الـ Orbitoides (كامبانيان - راس تريختيان)، والمنخربات العوالق، وبخاصة الـ Globotruncanides (كريتاسي أعلى).

الاستراكودات، قشريات دقيقة، مجهرية، مفيدة في البيوستراتغرافيا. الاسفنجيات السيليسية ليس لها أهمية ستراتغرافية كبيرة ولكنها تسهم بشويكاتها في تشكيل الصوان والسبونغوليت وسحنات الحوار السيليسي.

كانت معاليات الجوف غزيرة في البحار الحارة، وموزعة في أقاليم مناخية كالرخويات. وكانت مجتمعة في الغالب مع الـ Rudistes، وهي صفيحيات غلاصم كبيرة مثبتة، ذات مصراعين ثخينين، غير متناظرين بشدة. ومن أجناسها: *Toucasia* و *Requienia* (أورغونيان)، و *Hippurites* و *Radiolites* (كريتاسي أعلى).

وتساهم صفيحيات غلاصم أخرى، وبخاصة الـ *Inocerames* بإقامة نطاقات أحفائية في الكريتاسي الأعلى.

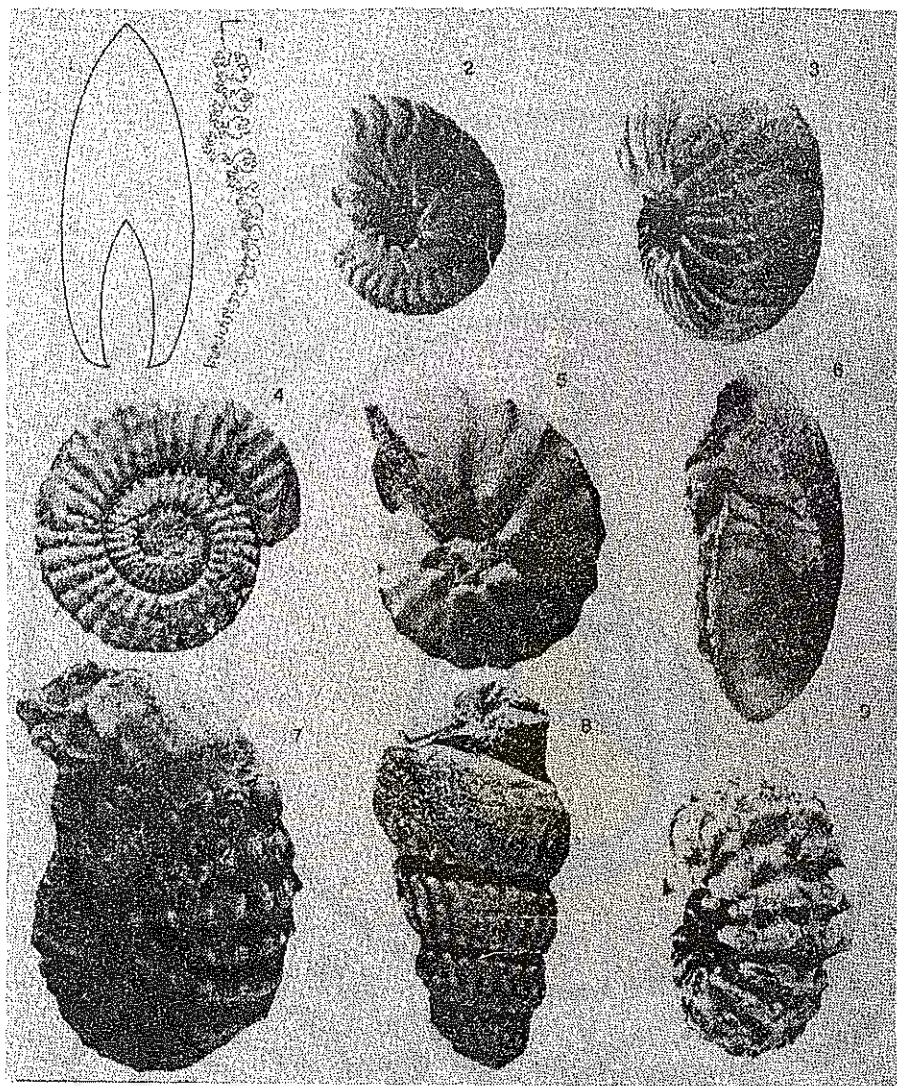
معديات الأرجل ذات القوقعة الثخينة مثل مجموعة الـ *Nerinees* تنتسب إلى البيوتوب الرصيفي نفسه الذي للـ *Rudistes* ومعاليات الجوف.

تحتل الأمونيات كما في الجوراسي مركزاً مهماً في بيوستراتغرافية الكريتاسي (شكل ٧٨). وهي تبدي منذ الكريتاسي الأدنى اتجاهين غريبيين في التراجع: التحرر من الالتفاف (*Macroscaphites*، *Crioceras*، ثم *Turrilites*) في الكريتاسي الأعلى، والبساطة في الخط الدرزي كما لدى السيراتينات في الترياس (*Neolobites*، *Tissotia*) في الكريتاسي الأعلى. وفي الوقت نفسه، يميل عدد الفصائل إلى التناقص: ٢٢ في السينومانيان، ١٦ في الكونياسيان، و ١١ فقط في الماسترختيان.

ولعبت البلمنيتات هي أيضاً دوراً ليس بقليل. من أهم أجناسها: *Actinocamax* (سينومانيان — سانتونيان)، *Goniotheutis* (كامبانيان) و *Belemnitella mucronata* (ماسترختيان).

عضديات الأرجل ممثلة بالـ *Rhynchonellidés* والـ *Térébratulidés* في الحوار، في حين كانت تعيش الأشكال الصغيرة في النطاق الساحلي للتوضعات الكلسية الحطامية العضوية في الماسترختيان.

شهدت شوكميات الجلد أخيراً ازدهار قنفاذ البحر غير المنتظمة، في حين أمّحت كرينوثيدات (أشباه الزنبق) الجوراسي. من القنفاذ غير المنتظمة: (*Toxaster*) (نيوكوميان)، *Heteraster* (بارميان). وظلت بعض القنفاذ المنتظمة في السحنات الكلسية (*Cidaris*).



شكل - ٧٨ - أمونيات من الكريتاسي.

- 1- Sphenodiscus; 2- Hoplitoplacenticeras; 3- Anapachydiscus;
 4- Texanites; 5- Barroisiceras; 6- Tissotia; 7- Romaniceras;
 8- Turrilites cf. costatus; 9- Mantelliceras.

من هذه الأشكال التي لها أهمية أساسية في البيوستراتغرافيا نذكر الأمونيات
البلمنيتات، قنأذ البحر، الـ *Inocerames*، الـ *Calpionelles*، الـ *Orbitolines*،
الـ *Globotruncanidea*.

٣ - الفقاريات

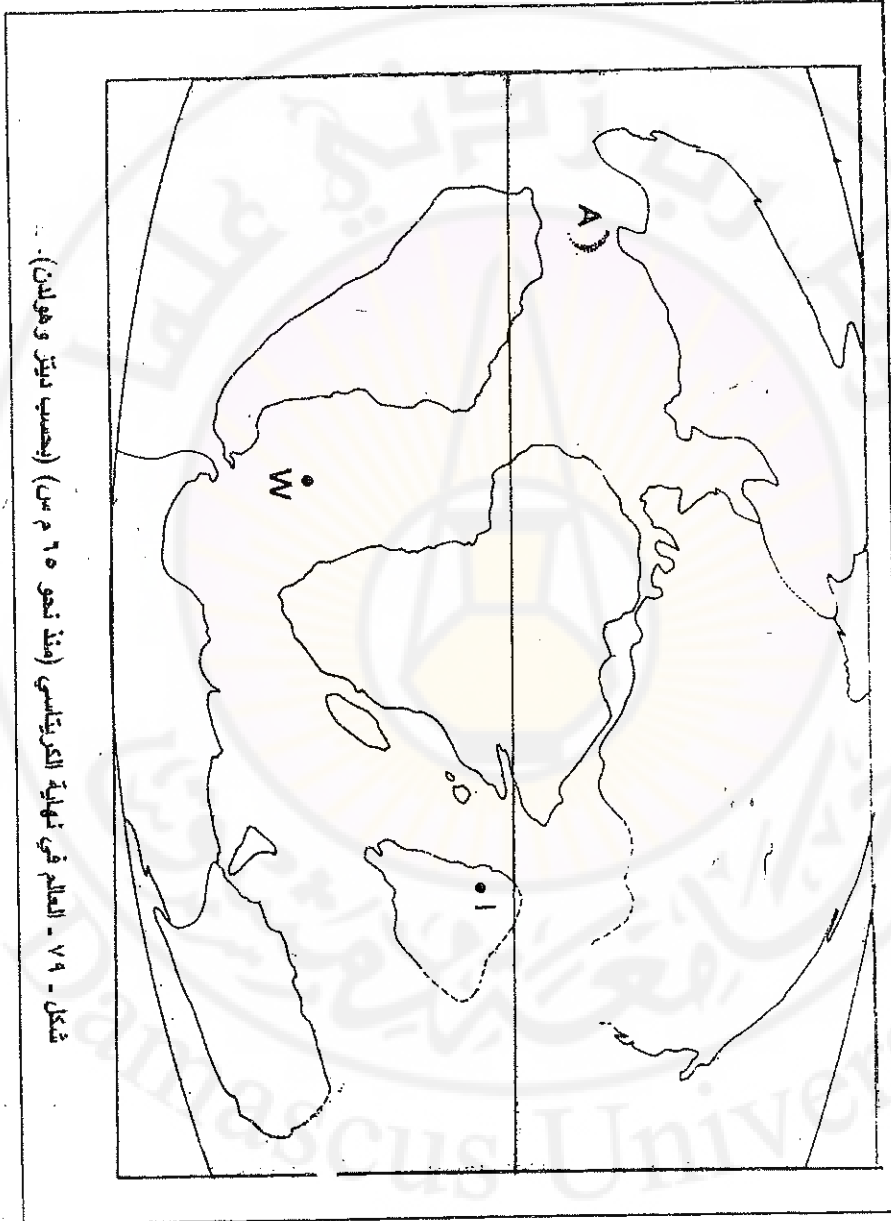
سيطرت الزواحف في الكريتاسي على عالم الفقاريات كما كانت في
الجوراسي. وفي البحار، أخذت الـ *Ichthyosaures* بالأفول لحساب الـ *Plésiosaures*.
الزواحف الكبيرة العاشبة كانت تتغذى بأوراق غابات أشجار مغلفات
البذور (السنديان، الصفصاف)، ومنها جنس *Iguanodon* و جنس *Triceratops*
المجهز بقرون أمامية كان بحاجة لها للدفاع عن نفسها تجاه الـ *Sauripelvians*
اللاحمة القوية التي من أشهرها *Tyrannosaurus* ذو الأسنان العديدة المترصة
التي يبلغ طول إحداها ٢٠ سم. أما الزواحف الطائرة أو الـ *Ptérosauriens*
فكانت مجهزة إما بأسنان كما في الجوراسي (*Ptérodactyle*)، وإما بمنقار
كالـ *Pteranodon*.

اختفت كل هذه الأشكال العملاقة في نهاية الكريتاسي: بحزرة شملت
الأمونيات، البلمنيتات، الـ *Rudistes*، الـ *Inocerames*، الـ *Globotruncanidea*،
وعددًا من الكوكوليتات، كانت على الأغلب بسبب أزمة مناخية، أو بسبب
سقوط أحد الأجرام الفلكية على سطح الأرض.
لقد ترك انقراض الزواحف الضخمة المجال حراً لانتشار الثدييات التي مع
أنها كانت في الكريتاسي أكثر تنوعاً منها في الجوراسي، ظلت صغيرة القامة داخل
أعشاش بيئية ضيقة.

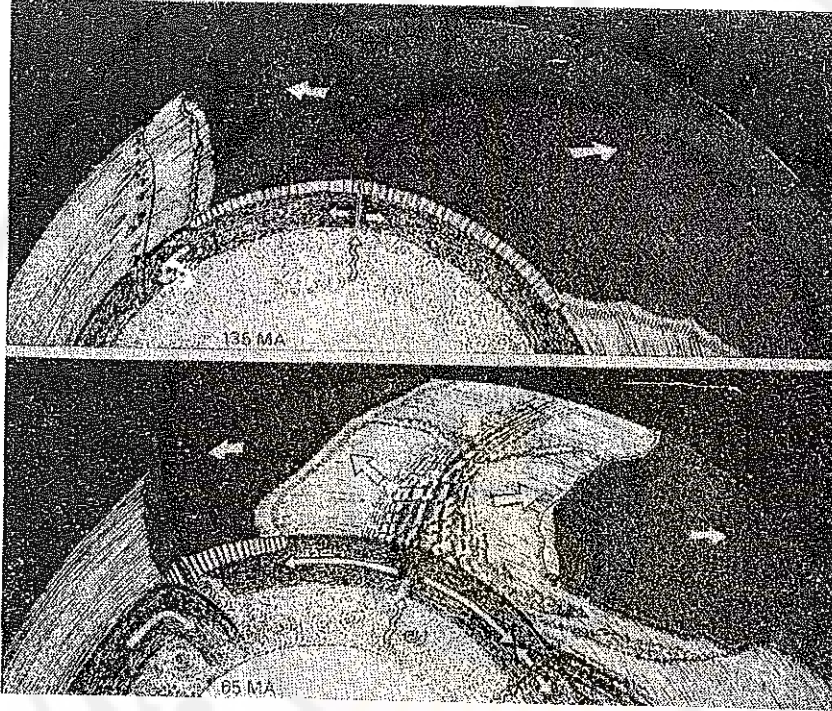
III - لمحة باليوجغرافية

إن مقارنة الشكلين ٧٩ و ٨٠ بليغة جداً. فهي تبين على مدى الكريتاسي
انقسام العالم إلى مجموعتين، أحدهما شمالي مفصول عن الثاني في نصف الكرة

الجنوبي بالأطلنطي الطبيعي والتيتس الذين كانا متصلين في الغالب عبر مضيق جبل طارق، ولكنهما كانا أحياناً منفصلين عندما أصبح هذا المضيق برزخاً على نحو ما هو معروف في التورونيان.



يلاحظ أيضاً أنه خلال الكريتاسي كانت غوندوانا تزيد من توجهاتها النابذة:
الهند تتقدم نحو الشمال مارة فوق نقطة حارة تشحنها بكتلة ضخمة من البازلت التي
سوف تحملها على ظهرها حتى تصادمها مع آسيا الجنوبية في الميوسين (شكل ٨٠).



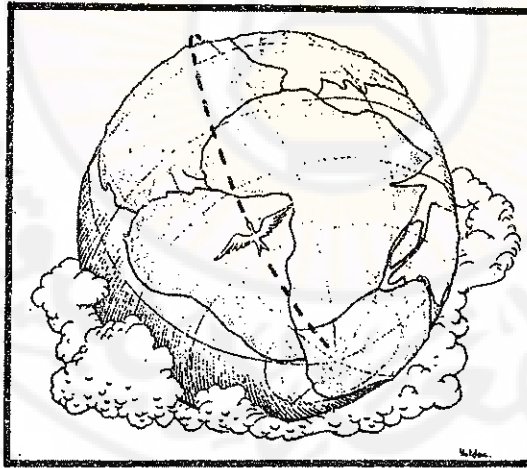
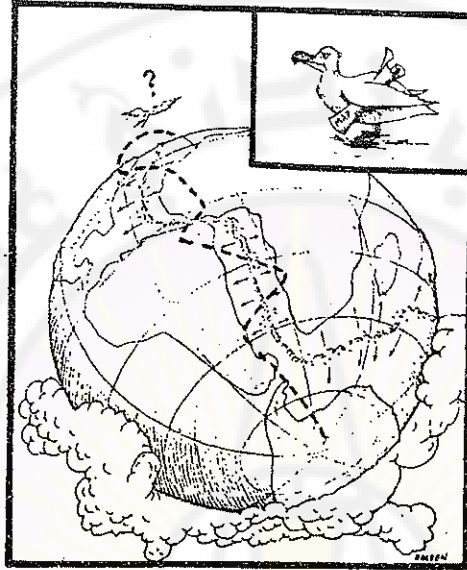
شكل - ٨٠ - ولادة الأطلنطي الجنوبي وتوسعه. في الأعلى، تشكل حفرة أخدودية بين أفريقيا
وأمریکا الجنوبية (نحو - ١٣٥ م س، الحد جوراسي - كريتاسي). انغراز الصفیحة الأمريكية
تحت الصفیحة الباسیفیکیة. في الأسفل، في نهاية الكريتاسي (نحو - ٦٥ م س)، تباعدت
القارتان ٣٠٠ كم، انعكست جهة الانغراز: فالصفیحة الباسیفیکیة أصبحت تغوص تحت الصفیحة
الأمریکیة. يبلغ عرض الأطلنطي حالياً ٦٥٠٠ كم، ويتوسع بمقدار ٤ سم في السنة (بحسب
المجلة الجغرافية الوطنية، ١٩٧٣، رسم بيتزولد).

قناة الموزامبيق التي بدأت في اللباس، وظلت ضيقة حتى نهاية الجوراسي، أخذت مداها في الكريتاسي، في حين أن أستراليا، في نهاية هذا الدور، وكانت مازال متحدة مع تسمانيا ونيوزيلندا نحو - ٨٠ مليون سنة، تنفصل عن الأطلنطي. ولكن الحدث الأكثر استعراضاً هو توسع الأطلنطي الجنوبي الذي كان عبارة عن «ريفت» في الجوراسي، فقد عرف تسارعاً واضحاً في الكريتاسي الأوسط، بين - ١١٠ إلى - ٨٥ مليون سنة وأصبح أقيانوساً عرضه ٣٠٠٠ كم في فجر أزمنة الحقب الثالث. على العكس، إذا كان الأطلنطي الطليعي الشمالي قد استمر في اتساعه، فإنه لم يتصل بعد مع البحار القطبية الشمالية، بحيث أن الإقليمين الشمالي والجنوبي يظلان قائمين خلال الكريتاسي.

ظلت قارتا أمريكا منعزلتين، ولم تتحداً إلا بصورة مؤقتة على الحد الكريتاسي - الباليوجين مع الأوروجينيز اللارامي الذي أثر في الطرف الباسيفيكي للأمريكيتين. ودون أن يكون للأوروجينيز الكريتاسي الصفة العمومية التي للأوروجينيز في الحقب الثالث فإنه يظل مع ذلك أكثر وضوحاً من الأوروجينيز في الجوراسي. فبعد المرحلة النيوسيميرية في نهاية الجوراسي ينطلق الأوروجينيز في الكريتاسي الأدنى، ويأخذ مدى كبيراً في الكريتاسي الأوسط (المرحلة النمساوية)، ويظل على شدته خلال الكريتاسي الأعلى. بهذا السبب يبدو مفهوم «المراحل» اللامستمرة غير ملائم. وبالفعل، كان الأوروجينيز مستمراً في أمريكا خلال الكريتاسي، ومن الأفضل التحدث عن «نوبة لارامية» وليس عن «مرحلة لارامية» في نهاية الكريتاسي - بداية الحقب الثالث.

رافق هذا الأوروجينيز تشكّل توضعات فليش بالانغراز على امتداد مستوى بنيف في الغرب الأمريكي، وتشكّل حادثات غرته وانسكابات بركانية بلغت في تشيلي ثخانات هائلة (أكثر من ١٠ كم). وتوجد صخور الفليش هذه في الميزوجي كدليل على النشاط الأوروجيني للمنطقة الثانية المخلفة من الكرة الأرضية، حيث سحبت حركات الانضغاط الأولى معها أجزاء من القشرة الأقيانوسية الترياسية - الجوراسية وهي الصخور الخضراء المتكشفة اليوم بارزة خارج مجموعات شبيهة بالفليش تحتويها وأكثر طراوة منها.

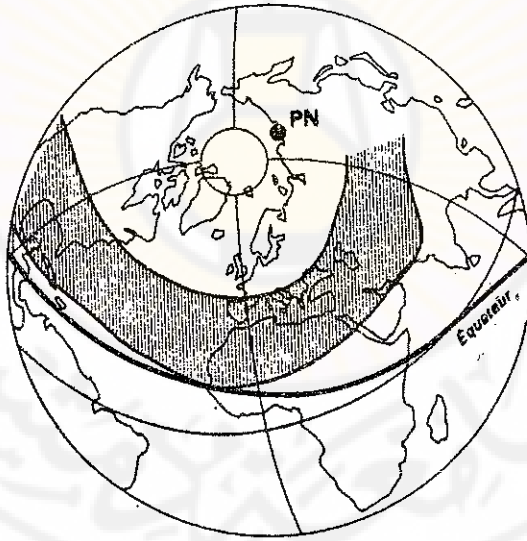
بالإضافة إلى تشكل الفليش، توجد نتيجتان للنشاط الأوروجيني تميزان الكريتاسي. إحداها وهي مثبتة، هي تكلس نواتج حطامية قارية بخاصة في أمريكا الشمالية، وفي الصحراء الأفريقية، وفي أوروبا الغربية (الويلديان)، مقبرة الزواحف التي تشغل اليوم متاحف العالم كله.



شكل - ٨١ - هجرات طائر *Puffinus oceanicus* حسب خطوط الطول دليل على انسياب القارات (بحسب ديتز وهولدن).

أما النتيجة الثانية فصعب شرحها، وهي التجاوز المعسم الذي أطلق عليه بصورة حصرية «التجاوز السينوماني» الذي انطلق من الألبان واستمر في التزايد حتى السينونيان، تجاوزاً يجعل من أوروبا أرخبيلاً أكثر انغمراً مما كان عليه في الجوراسي، ويقطع كتلتي أفريقيا وأمريكا الشمالية إلى قسمين لأول مرة وآخر مرة في تاريخهما.

كان عمر خط الاستواء آنذاك في منطقة الكاريبي والسينيغال (شكل ٨٢)، أي بفارق ٢٠° درجة عما هو عليه اليوم. ومنه تناولت حادثة التبكست سائر الأراضي الطافية من بحال التيتس، والتشكيلات الرائعة الزاخرة ببقايا الزواحف على الحد الكريتاسي - الباليوجين في جنوب فرنسا وإسبانيا. وفي الشمال، على العكس، بينت سحنات الحوار التي أعقبت التوضعات الكلسية البيوضية والرصفية الجوراسية أن هجرة خط الاستواء نحو الجنوب تُرجمت بتبرد المناطق الشمالية من أوروبا.



شكل - ٨٢ - الوضعية التقريبية للقطب الشمالي وخط الاستواء ونطاق المتبخرات في الكريتاسي (بحسب لوتس وغيره).

الكريتاسي في سوريا

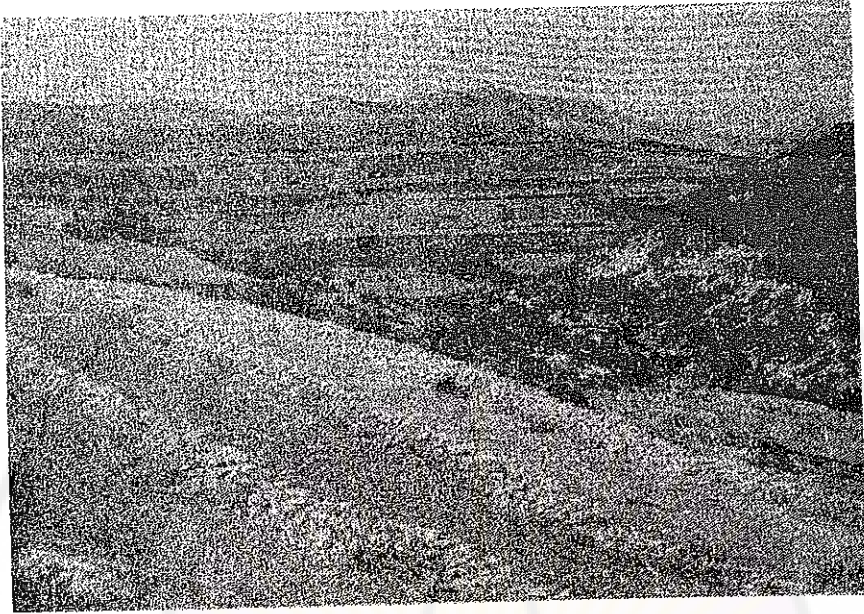
تتكشف أراضي الكريتاسي في سلاسل الجبال الرئيسة: الجبال الساحلية، جبل الأقرع، جبال الأمانوس، سلسلي جبال لبنان الغربية والشرقية، السلسلة التدمرية، وفي قلب جبل عبد العزيز وجبل سنجار وجبل الكر داغ، وفي سلاسل جبال المناطق المجاورة من الشرق في العراق، ومن الجنوب والجنوب الغربي في الأردن وفلسطين. وتلعب مجموعات الليتولوجية الكبرى دوراً مختلف أهميته بحسب المناطق. وتبدو هذه المجموعات في الطبيعة على النحو التالي:

- قسم أدنى، قاعدته رملية بصورة عامة، وقسمه العلوي مؤلف من توضعات غضارية قارية. ومن صفوف كلسية حطامية أو بيوضية أو رصيفية، مع توضعات حديدية ورملية في الأعلى. الطبقات الكلسية بحرية متوضعة في مياه شاطئية قليلة العمق، أما التوضعات الحطامية الغضارية والرملية فهي قارية، بحرية أو دلتاوية أحياناً. ويضم غالباً في قاعدته بقايا صبات واندياعات بركانية.

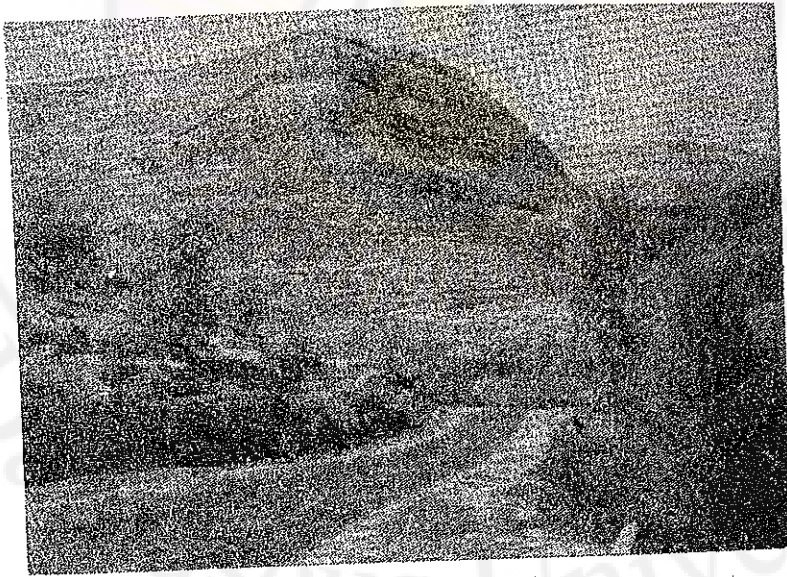
- قسم أوسط، كلسي وكلسي دولوميتي بصورة أساسية مع مستويات مارنية أو مارنية كلسية ثخينة أحياناً، وبخاصة في مناطق الجبال الساحلية. وهي توضعات بحر فوق قاري واسع الانفتاح ضعيف العمق ولكنه أعمق من قبل بشكل واضح.

- قسم أعلى، حواري ومارني حواري بصورة عامة. تضم قاعدته في القسم الداخلي من البلاد (السلسلة التدمرية) مستويات كلسية قوقعية وصوانية تتداخل معها مستويات فوسفائية ثخينة أحياناً (مناجم خنيفس والصوانة). يستخدم جيولوجيو الشرق الأوسط بصورة عامة تقسيماً ثلاثياً للكريتاسي، على النحو التالي: وذلك على غير ما هو متبع عالمياً في الوقت الحاضر:

- كريتاسي أدنى (حطامي رمل وعضاري مع صفوف مارنية وكلسية محدودة في قسمه العلوي)، يمتد من قاعدة الكريتاسي حتى قمة طابق الأبيسيان.



شكل - ٨٣ - تشكيلات الكريتاسي الأوسط الكلسية المنطبقة تعلوها تشكيلات الكريتاسي الأعلى والباليوجين المارنية الحوارية (السلسلة الساحلية).



شكل - ٨٤ - مارن الابسيان الفضاري (تشكيلة باب جنة) تعلوه طبقات الالبان الكلسية تشكيلة عين البيضاء) في السلسلة الساحلية (وادي العيون).

- كريتاسي أوسط (كلسي وكلسي دولوميتي بصورة أساسية)؛ البيان -
تورونيان.

- كريتاسي أعلى (حواري بصورة أساسية)؛ سينونيان (كونياسيان -
ماسترينجيان).

تم في أراضي كل من السلسلة الساحلية والسلسلة التدمرية تمييز مجموعة من
التشكيلات والوحدات الليتوستراتغرافية. كما تم تحديد أعمارها بدقة بالاستناد إلى
المستحاثات الكبيرة (أمونيات، قنافذ بحر...) والمستحاثات الدقيقة (المنخربات:
Globotruncanidea، Orbitolines، ...).

الفصل السادس

حقب السينوزوي

صفات عامة

يضم حقب السينوزوي (من كايнос: حديث، ويقال أيضاً كايونوزوي) تاريخ الأرض من نهاية الكريتاسي حتى الحالي، أي خلال مدة ٦٥ مليون سنة تقريباً.

هو أقصر الأحقاب الجيولوجية. لم يدم أكثر من بعض أدوار الأحقاب الأخرى (الكميري أو الكريتاسي ٧٠ مليون سنة). تعادل مدته مدة الكربوني (٦٥ مليون سنة)، وهي ليست أطول من مدة الأردوفيشي (٦٠ مليون سنة). وهي لا تمثل سوى خمس حقب الباليوزوي، وبالكاد أكثر من ثلث حقب الميزوزوي. الشخانة العظمى لتوضعات السينوزوي هي ٣٠ كم تقريباً، أقل بقليل من ثخانة توضعات حقب الميزوزوي (٣٥ كم). شهد حقب السينوزوي نهوض السلاسل الالبية، وأيضاً بداية تدهمها الذي نتج عنه غزارة التشكيلات الحطامية (رمالاً وغضاريات) التي أضيفت إليها توضعات كربونانية مهمة في المجالات المستقرة. وتنحو الباليوجغرافيا خلال السينوزوي نحو الجغرافيا الحالية: يفتح الأطلنطي الشمالي بشكل كامل، في حين يستمر الأطلنطي الجنوبي بالتوسع عرضاً. ولا يأخذ الميزوجي مظهره المألوف إلا في البليوسين.

في الأشكال الحيوانية والنباتية لهذا الحقب ملامح العالم الحي الحالي. التفجر الحيوي الكبير الوحيد هو تفجر النباتات أحادية الفلقة، في براري واسعة كانت ترعى فيها الثدييات التي تميزت بالتطور السريع والانتشار الواسع، والتي تمثل بالنسبة للتشكيلات القارية أهمية ستراتغرافية تقابل أهمية الزواحف في الحقب الثاني. ولكن المقارنة تقف عند هذا الحد، لأن إحدى الأرومات التطورية للثدييات قادت إلى ظهور الإنسان.

I - التقسيمات والحدود

يقسم حقب الميزوزوي عموماً إلى ثلاثة أدوار: الباليوجين أو النموليتي، النيوجين والرابعي (جدول ١٠). إن الرابعي عمدته القصيرة نسبياً (٢ إلى ٣ مليون سنة) غير قابل للانفصال عن الحقب الثالث الذي يضم الدورين الأولين. نتكلم غالباً أحياناً عن الحقب الثالث (تم اقتراح هذا الاسم في العام ١٨١٠ من قبل BRONGNIART للدلالة على الأراضي التي تعقب الحوار)، وعن الحقب الرابعي مع أن هذه التسمية كانت قد أدينت في المؤتمرات الجيولوجية الدولية. وبالفعل، فإن الرابعي المميز بظهور الإنسان فيه، وتتابع المراحل الجليدية، ليس، من الناحية الباليوجرافية، سوى انعكاس النيوجين في الأزمنة الحالية.

يقسم كل من هذه الأدوار إلى عصور: ثلاثة منها وضعت من قبل Ch. LYELL في العام ١٩٣٣ (أيوسين، ميوسين وبلوسين). وكانت في الأصل التقسيمات الثلاثة للحقب الثالث الذي استبعد منه الرابعي الذي كان يدعى آنذاك «ديلوفليوم» (Diluvium). في العام ١٨٥٤ أدخل BEYRICH الأوليغوسين إلى القسم العلوي من الأيوسين بمعناه الضيق. وفي العام ١٨٧٤ أدخل SCHIMPER الباليوسين إلى قاعدته. وفي الوقت نفسه كان هناك شعور بالحاجة إلى التجميع فجمع الميوسين والبلوسين في النيوجين من قبل HOERNES (١٨٥٣) وجمعت العصور الثلاثة السفلى في الباليوجين (NAUMANN, 1866) أو النموليتي (RENEVIER, 1873).

منظومات أو أعمار Systèmes ou périodes	سلسلة أو عصور Séries ou époques	الزمن Durée en millions d'années	عمر الوحدة Age du comman- cement de l'unité	المرحلة التكتونية Phases tectoniques (orogénèse alpine)
الرباعي QUATERNAIRE	<i>Molécène</i> (holos : تأريخ : kaino : (جديد))	0,01 (10 000 ans)		
	<i>Pleistocène</i> (الذكفر : pleistos)	2	2	valache = valaque ou pasadénienne
	<i>Pliocène</i> (اللي : pleios)	3	5	rhodanienne attique styrienne
	<i>Miocène</i> (ميس : meios)	20	25 ?	· save helvète
	<i>Oligocène</i> (فيليا : oligos)	12 ?	37 ?	pyrénéo-provençale
الثالثي TERTIAIRE	<i>Éocène</i> (يوس : eos)	18	55	pré-pyrénéenne ou illyrienne
	<i>Paléocène</i> (عديم : palaeos)	10	65	laramienne ou arvinche
المرتبعة CRÉTACE				

جدول - ١٠ - التقسيمات الرئيسية للحقب البليستوسيني

أخيراً قسّم الرباعي (DESNOYERS, 1829) إلى عصرين: البليستوسين (LYELL, 1839) الذي يضم القسم الأعظم من الدور، والهولوسين (GERVAIS, 1867) الذي لا يشمل سوى عشرة آلاف سنة الأخيرة لفترة نهاية التجلد وما بعدها.

الحد الأعلى للسينوزوي هو ادق الوحدات الستراتغرافية كلها لأنه يوافق اللحظة الحاضرة، وهو أكثرها حركة أيضاً لأنه يتقدم كل يوم ٨٦٤٠٠ ثانية، وهو أخيراً أكثرها غير يقيني، فلا أحد يستطيع القول على أي أساس سوف يفتح حقب جديد، متمنين ألا يكون هذا الحقب خالياً من الحياة (آزويًا) من جديد (تم بالاتفاق تثبيت حد العصر الحالي بالعام ١٩٥٠).

مع الحد الأدنى للسينوزوي، نجد على العكس النقاشات الغالية على قلوب الستراتغرافيين. من ناحية شمولية كان لدى الجيولوجيين إحساس مبكر بوجود قطع أعظمي بين الميزوزوي والسينوزوي هو فترة اختفاء الزواحف الضخمة، والأمونيات والبلمنيات والروديستات؛ وهو فترة تحدد واضح للسحجات مع غزارة في التوضعات القوقعية النيريتية؛ وهو أيضاً، فترة تجاوزات بحرية جديدة على الهوامش القارية بعد الانسحاب البحري الكبير في نهاية الكريتاسي وهو، من الناحية الأوروجينية، فترة إنهاء الأوروجينيز اللارامي وبداية الأوروجينيز الألبى. ولكن ينبغي القبول بأن انقطاعاً ما ليس حداً، لأنه يوافق بالضرورة مجالاً من الزمن. ومن هنا، فالطابق المتنازع في أمره، الدانيان الذي وضعه DESOR في العام ١٨٤٦ في الدانمارك، للدلالة على الصخور الكلسية عضوية المنشأ الغنية بالحيوانات الطحلبية والتي تعلقو الماسترختيان في «فاكس» إلى الجنوب من كوبنهاغن، يبدو أنه بوضعية مستمرة مع الكريتاسي، على الرغم من وجود لاتوافق خفيف.

مع ذلك، فلا يصادف فيه لا أمونيات ولا بلمنيات ولا Inocerames أو *Globotruncana*. وشوكيات الجلد والحيوانات الطحلبية وعضديات الأرجل فيه هي أقرب إلى مثيلاتها في المونسيان (الباليوجين) منها إلى الماسترختيان. أخيراً، في الدانيان تظهر الكائنات العوالق الأولى المميزة للسينوزوي، والمنخربات (*Globorotalia* و *danica* و *G. pseudobulloides*) والعوالق القزمة (*Markalius astroporus*). وتشكيلات الدانيان، من جهة أخرى، لا يتبعها انسحاب بحري، وهي مغطاة بشكل مستمر بتوضعات الحقب الثالث المارنية. لهذا السبب تم وضع الدانيان في قاعدة السينوزوي. ويوافق قسمه العلوي بالحقيقة للمونسيان في بلجيكا، وهو طابق من الحقب الثالث لا جدال فيه.

الزواحف الكبرى التي كانت قد سيطرت على العالم الحي في الميزوزوي انقرضت فجأة. وخلال فترة ركود مدتها عشرة ملايين من السنين (بالْيوسين) بدأت الثدييات بالتثبت قبل تنوعها الكبير في بداية الأيوسين. ومع تزايد قامتها الذي حصل بخاصة في النيوجين، سيطرت الثدييات على العالم الأرضي، ولم تتحلَّ عن مكانتها في النهاية إلا في الرباعي بالأرومة الأخيرة التي ولدتها وهي الإنسانيات (Hominidés) (شكل ٨٥).

في البحار، لم يكن تجدد المجموعة الحيوانية بأقل استعراضاً: ليس فقط بسبب اختفاء بعض المجموعات (البلمينيات، الأمونيات، *Rudistes*, *Inocerames*، *Rugoglobigerina*, *Globotruncana*) وإنما بسبب مجموعات استمرت متأثرة بعمق بهذا التجدد. فمن بين الكوكوليتات، خمسة أشكال كريتاسية فقط يبدو أنها استمرت، في حين ظهرت الـ *Discoaster*. زمن بين المنخربات العوالق كان ظهور الـ *Globorotalia* وتجدد في الـ *Globigerines*.

إن انقلاباً بيولوجياً من هذا النوع هو الوحيد الأكثر بروزاً في تاريخ الأرض، ويعود على ما يبدو إلى تبرد مناخي (سبب كوني، أو اتصال مؤقت للأطلنطي الشمالي مع أقيانوس القطب الشمالي) مصحوب بتغير باليوجغرافي (تسارع في التوسع الأقيانوسي، تعمق الأطلنطي، انفصال الأمريكيتين وتسرب مياه الباسيفيك الفقيرة جداً بالكربونات إلى الأطلنطي). بالإضافة إلى النتائج المباشرة لانخفاض درجة الحرارة على نمو أو تكاثر الحيوانات ذات درجات الحرارة المتغيرة كالزواحف، فإن هذه الحوادث قد زعزعت بشدة السلاسل الغذائية وأدت إلى ندرة العوالق التي سببت، على سبيل المثال اختفاء الرخويات البيلاجية.

ويعتقد، من جهة أخرى، أن سبب اختفاء بعض المجموعات يرجع إلى سقوط أجزاء وقطع ضخمة من نيازك سبب اضطراب السلاسل الغذائية وبالتالي انقراض بعض المجموعات الحية.

فيما يتعلق بخاصة بالزواحف الكبيرة في الكريتاسي، فإن بعض الأدلة تجعلنا نفكر بأن هذه الحيوانات قد بلغت مرحلة ثبات درجة الحرارة الداخلية

(Homéothermie) جزئياً على الأقل. وهذه الأدلة هي: تشريحية (بنية العظام) أطراف أعمدة كأطراف الفيلة قائمة تحت الجسم وليست مرمية على الجانب كأطراف التماسيح)، وفيزيولوجية (حياة القطيع، ضرورة إنتاج كمية كبيرة من الطاقة). هذا وأن غياب الكساء الجلدي (شعراً أو ريشاً) الواقى من البرد، وعدم قدرتها على «سبات الشتاء» بسبب قامتها الكبيرة جعلها سريعة التأثر بالانخفاض الشديد لدرجة الحرارة.

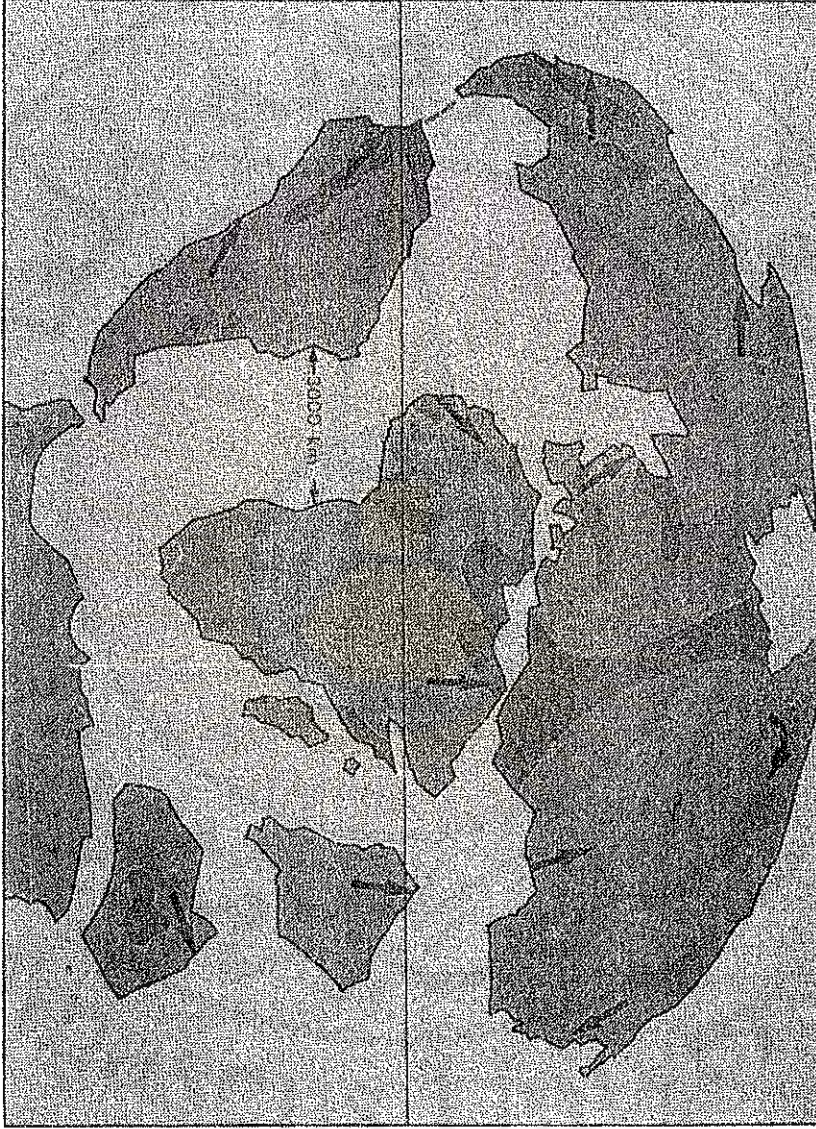
يستند تحديد طوابق السينوزوي من قبل المؤلفين القدامى بقسط كبير إلى مستحاثات شوحيات الجلد، ومعديات الأرجل وصفحيات الغلاصم (أحصي أكثر من ١٠٠٠ نوع في طابق اللوتيسيان في غرينيون بفرنسا). بالمقارنة مع الميزوزوي، تمر نسبة معديات الأرجل من ٣٠ إلى ٦٠٪ من الحيوانات ذات القوقعة، وتهبط نسبة رأسيات الأرجل من ٢٠ إلى ١٪، ونسبة عضديات الأرجل من ١٥ إلى ١٪. ومع أن الرخويات تقدم خدمات كبرى، كما هي الحال بالنسبة لـ Pectinidés في الميوسين، ينبغي القبول من الآن فصاعداً أنه ليس بالإمكان العمل على تقدم ستراتغرافية السينوزوي دون اللجوء إلى المستحاثات الدقيقة.

لا تعني المستحاثات الدقيقة وحيدات الخلية فقط، وبخاصة المنخربات، نضيف إليها اليوم الأستراكودات (قشريات)، غبار اطلع، Hystricosphères، «الثدييات الدقيقة» (أسنان آكلات حشرات وقواضم) وبخاصة الكائنات العوالق الدقيقة: منخربات كـ Globigerines والـ Globorotalidés والعوالق القزمية، التي تضم الكوكوليتات أيضاً. وكان قد استعين من قبل بالمنخربات الكبيرة كمجموعة النموليتات التي ظهرت في الباليوسين الأعلى وانقرضت في نهاية الأوليغوسين، وقد أعطت اسمها إلى الدور الأول في السينوزوي.

يلجأ الستراتغرافيون دوماً إلى المنخربات الكبيرة، ليس للبحث في إقامة زمر تطورية عند النموليتات فقط، وإنما عند الـ Orthophragmines والـ Assilines في الأيوسين، وعند الـ Lépidocyclines في الأوليغوسين، والـ Miogypsine في الميوسين والـ Alvéolines في الباليوجين كله.

III - لمحة باليو جغرافية

إن توسع القيعان الأفيانوسية، وكل من الأوروجينيز الألبى والارامي تمهر بطابع عميق تطور الميزوزوي الذي شهد استمرار أو إنهاء العمليات التي انطلقت في الميزوزوي (شكل ٨٦).



في الماسٲرختيان (- ٧٠ مليون سنة) قبل الحد الميزوزوي - السينوزوي بقليل، استمر الأطلنطي بالانفتاح نحو الشمال. وفي الباليوسين، تم التباعد أول الأمر بين كندا وغروثلندا، ثم، في الأيوسين، بين غروثلندا وسكاندينافيا، ورافق ذلك تجزؤ قارة أوروبا. وترافقت هذه الحركة بانزلاق أوراسيا نحو الجنوب الشرقي، الأمر الذي أدى إلى حركات انزياح وانضغاط في الميزوجي وهي حركات الأوروجينيز الألبني.

بلغت هذه المرحلة الانضغاطية ذروتها في الحد الايوسين - الأوليغوسين (إنهاء تشكل البيريني وذروة الحركات الألبية)، وهي توافق جمود حركة الصفائح الذي أوقف مؤقتاً توسع الأطلنطي الشمالي. (التدييات التي كانت تهاجر خلال الباليوسين والأيوسين الأدنى من أمريكا الشمالية إلى أوروبا عبر القارة الشمالية أصبح بإمكانها الانتقال عبر برزخ بيرينغ الذي عرف بعض التقلبات والتغيرات في السينوزوي)، وانتهى بحر الأورال بشكل مناسب في نهاية الأوليغوسين.

نشط التوسع الأقيانوسي من جديد في الميوسين الأعلى بسرعة ٢ إلى ٤ سم في السنة، مؤدياً اليوم إلى منظومة من ست صفائح رئيسة: الصفيحة الأفريقية، صفيحة أوراسيا، الصفيحة الأمريكية، الصفيحة الباسيفيكية وصفيحة القطب الجنوبي (شكل ٨٧).

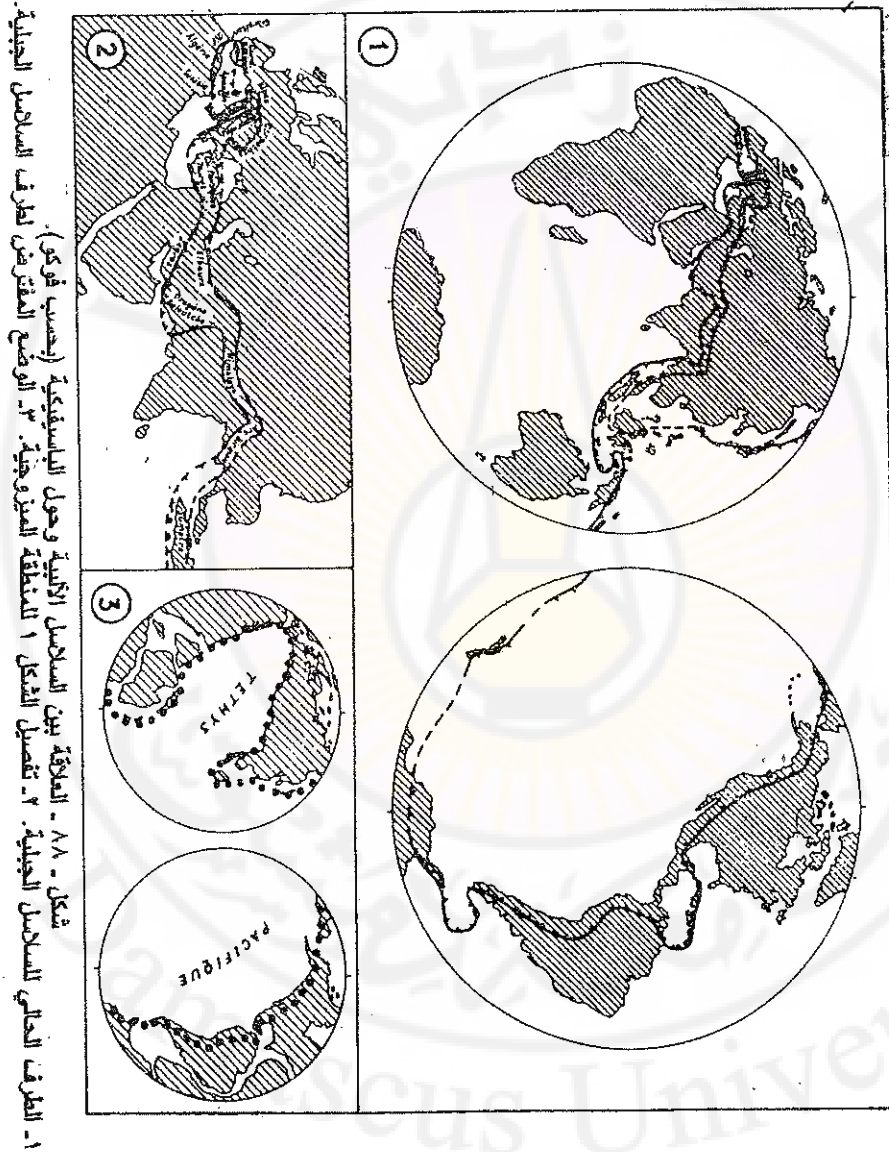
أدى الأوروجينيز الألبني في مجال الميزوجي إلى إزالة تيتس الميزوزوي الواسع الذي كان يمتد قبل أقيانوس الأطلنطي، من جبل طارق إلى جنوب شرق آسيا، ومنها إلى السلاسل حول الباسيفيكية. وتشكل هذه السلاسل الأخيرة بحسب FOUCAULT، منظومة وحيدة على شكل عصاة أوروجينية مستمرة (شكل ٨٨). إن إغلاق الجزء التيتسي من هذه المنظومة خلال السينوزوي أدى بالضرورة إلى دوران أفريقيا بالنسبة لأوروبا في المنحى اليساري حول منطقة جبل طارق، حيث يجد التقوس الشديد تفسيراً في هذه الحركة. وكانت نتيجة هذه العملية في نهاية الميوسين (منذ نحو ٦ مليون سنة) الإغلاق الكامل للبحر الأبيض المتوسط، الحوض التبخري الواسع الذي لم يجد منفذا للاتصال مع الأقيانوس إلا في البليوسين، عقب تكسر برزخ جبل طارق.

شكل - ٨٧ - منظومة الصفائح الست الرئيسية التي نجت عن توسع القيعان الأتلسية (بحسب بولان).



يتجلى الأوروغينيز الأتي في أمريكا الشمالية بتضيّق المجال الكاريبي وبنهوض سييرا نيفادا، ثم سلسلة الجبال الساحلية (نهوض مستمر حتى الآن)، وفي أمريكا الجنوبية، بسلسلة جبال الأنديس التي كانت قد بدأت طلائعها في الميزوزوي. ونشير هنا إلى أنه على حافة هذه النطاقات التكتونية النشطة، إنما في مجالات قليلة

الالتواء، تشكلت أضخم المكامن النفطية المعروفة (كاليفورنيا، تكساس، فنزويلا، ليبيا، شمال الكربات، القفقاز، شبه الجزيرة العربية، إيران ...). أما الحركات الأوروغينية على الحافة الغربية للقارة الأمريكية فقد ترافقت بفوالق كبيرة وبركنة شديدة، يعرف العالم الحالي تظاهراتها.



إن هذا الأوروجينيز الشديد البروز في الباليوجين استمر في النيوجين والرابعي بحركات إيروجينية كبيرة السعة، في حين كانت تتكدس في الأحواض القارية أو الهامشية كميات ضخمة من المواد الحطامية تجاوزت ثخانتها عدة آلاف من الأمتار، سواء في المجال الميزوجي أو في الغرب الأقصى للقارة الأمريكية. وما يزال هذا التكتونيك حياً اليوم، ليس فقط في كاليفورنيا (حركة انزياح فالتق سان - أندرياس، هي بمحدود ٢ سم في السنة)، وفي عفار، على تخوم أثيوبيا، حيث تزداد الرمية الشاقولية لبعض الفوالق بمقدار ٢ سم في السنة.

إن الحركات التي أدت في النهاية في البليوسين إلى التحام الأمريكيتين، سمحت للتدنيات المشيمية العليا بغزو قارة أمريكا الجنوبية.

إن اختفاء بحر الأورال فوق القاري الذي سمح بتغيير منحى هجرة التدنيات من أمريكا نحو أوروبا في نهاية الأوليغوسين، يقودنا إلى إثارة موضوع البحار الأخرى من هذا النمط الرابضة على هوامش القارات الكبرى في مواقعها نفسها في الميزوزوي تقريباً، إنما أقل اتساعاً (شكل ٨٦). وقد بلغت أقصى حد لانتشارها في الأيوسين والأوليغوسين، ثم تراجعت بعد ذلك. ومن بين الأحواض الرسوبية التي امتلأت بالرسوبات، أحواض أوروبا الغربية التي تحتوي على توضعات مستحاثية رائعة. وكانت هذه الأحواض إحدى ملهفات الجيولوجيا التاريخية، كما يشهد بذلك العدد الكبير من الطوابق النموذج التي تم اختيارها في هذه المناطق.

إذا كانت باليوغرافية الميوسين تبتعد عن تلك التي ألفناها، فإن باليوغرافية البليوسين، التي تأثرت بعمق على الهوامش القارية بحركة التجاوزات والانسحابات التوازنية نتيجة لجليديات الرباعي، تقترب كثيراً منها. وقد قدم الإنسان في الهولوسين بعض اللمسات عندما فتح برزخي السويس وبمنا، معيداً إلى قارتي نصف الكرة الجنوبي عزلتها التي لم تفقدها إلا في البليوسين. ولكن إذا كان بمقدور الإنسان السيطرة على بعض الحوادث الجيولوجية العنيفة (فيضانات، حادئات مد استثنائية)، أو تدجين حادئات أخرى (المجري المائية، انبثاقات الأبخرة)، والتنبؤ ببعضها (اندفاعات بركانية، هزات أرضية)، فهو عاجز كلياً أمام نبضات الأرض الكبيرة التي تتجلى هنا وهناك

بحركات إبيروجينية (البحر الأبيض المتوسط)، أو أمام الفوالق النشطة دوماً (حافة الباسيفيك الأمريكية، «ريفت» شرق إفريقيا)، أو أمام أوروغينيز مايزال حياً (حافة الباسيفيك الآسيوية - الكاريبي)، نتيجة حركة الصفائح التي تتباعد بدءاً من الضهرات الأقيانوسية، أو التي تتراكب على حافة القارات.

تطورت المناخات كثيراً خلال السينوزوي بتأثير اعتدال خفيف لمحور القطبين ووجود جليديات بليو - رباعية. وفي الباليوجين، كانت المناخات من النمط المداري في النطاقات المعتدلة الحالية. فمنطقة الكاريبي هي للترسب الكربوناتي في أيامنا هذه نموذج جيد للمحوض الباريبي في الأيوسين. ومنذ نهاية هذا العصر أخذت تظهر ملامح تبرد طفيف وميل إلى الأجواء القاحلة: فحزام المتبخرات شغل أوروبا الوسطى وانتقل نحو الجنوب في النيوجين (ميزوجي) لكي يبلغ الصحراء الأفريقية في الرباعي (شكل ٩٠). وأصبحت المناخات حارة من جديد في الميوسين، ثم تنوعت منذ البليوسين من خلال الجليديات التي أوائلها نيوجينية بالتأكيد.



الباليوجين

الباليوجين هو أول أدوار حقبة السينوزوي، ولكنه أطولها أيضاً (٤٠ مليون سنة)، بين قمة الكريتاسي الأعلى (الماسترختيان ينتهي حوالي -٦٥ مليون سنة) وقاعدة النيوجين التي تقع نحو -٢٥ مليون سنة. وُضع تعبير الباليوجين من قبل NAUMANN في العام ١٨٦٦ لجمع الإيوسين والأوليغوسين معاً. وقد استبعد من الأول المونسيان (ومن باب أولى الدانيان)، وضم إلى الثاني الشاتيان والأكيتانيان. كمرادف للباليوجين استخدم في أوروبا تعبير النموليتي في بداية القرن الماضي تحت عبارة «التشكيلة النموليتية» من قبل d'ARCHIAC، وحددت بدقة من قبل RENEVIER (١٨٩٦) الذي وضع في هذا الدور الأراضي الممتدة من المونسيان حتى الستامبيان؛ واعتمدت من قبل HAUG (١٩٠٧). على أية حال، فالتعبيران غير متعادلين، بحيث أن RENEVIER كان قد عدل المعنى بإضافة المونسيان إلى النموليتي، ولم يكن ذلك وارداً في الأصل. وماتزال حدود الباليوجين وتقسيماته موضع مناقشات عديدة حتى اليوم.

I - الحدود والتقسيمات

قسم الباليوجين إلى ثلاثة عصور: الباليوسين (SCHIMPER, 1874) مدته ١٠ مليون سنة، من -٦٥ إلى -٥٥ مليون سنة، والايوسين (LYELL, 1837) مدته ١٨ مليون سنة، من -٥٥ إلى -٣٧ مليون سنة، والأوليغوسين (BEYRICH, 1854) (ومدته ١٢ مليون سنة، من -٣٧ إلى -٢٥ مليون سنة). وقد تم تحديد هذه العصور الثلاثة من قبل مؤلفين مختلفين، وفي مناطق مختلفة، بالاستناد، تارة إلى تشكيلات بحرية، وتارة أخرى إلى تشكيلات قارية، الأمر الذي نجمت عنه نقاشات ماتزال قائمة حتى الآن. فالعصر الأول، وهو الباليوسين، يعده بعضهم (في فرنسا وإيطاليا) القسم الأدنى من الأيوسين، إنما يعده معظم الجيولوجيين عصرًا متميزًا.

الظهور والانقراض	طوابق بحرية (كالمغربيين)	طوابق قارية (كالمغربيين)	عوائق قزمة	فخريات عوائق	طابق (أوروبا الغربية)	عصر
ظهور انقراضهم والحيوانات المدعمة	إسبانيان				إبريزيان سبارفانديان البرديان	إيوسين أدنى
ظهور Nummulites Assilines			Marthasterites contortus	Globorotalia velascoensis		55 MA
			Discoaster multiradiatus			
		كلافيونيان	Heliolithus riedeli	Globorotalia pseudomenardii	سبارفانديان لانفزيان	
			Discoaster gemmeus		ثانيان	
			Heliolithus kleinpei	Globorotalia pusilla pusilla		
		ثيمانيان	Fasciculithus tympaniformis	Globorotalia angulata		
				Globor. uncinata	دافو-موفتيان	
		توريوجونيان	Cruciplacolithus tenuis	Globorotalia trinidatensis	موفتيان	
				Globorotalia pseudobulfoides et Globigerina daubjergensis	دافيان	
		بيريسيان دراغونيان	Markalius astroporus	Globigerina eugubina		65 MA
ظهور Globorotalia						
انقراض Globotruncana, Ammonites, Bélemnites, Rudistes			Arkhangelskiella	Globotruncanella mayaroensis Globotruncana gansseri	لاستروغونيان	كيتاسي أعلى

جدول - ١١ - مقابلة النطاقات الأحيائية الرئيسية وطوابق الباليوسين.

عصر	طابق (أوروبا الغربية)	مضربان عوائق	عوائق قزمة	مخوليتات	ألفوليين
أوليغوسين 37 MA ?	سباميان أدف (سافونازيان)	<i>Hastigerina micra</i> <i>Cassigerinella</i> <i>chipolensis</i>	<i>Helicopotonsphaera</i> <i>reticulata</i>	<i>N. intermedius</i>	
ايوسين أعلى	بريا بونيان أو بروتونيان	<i>Globigerina gortanii</i> ou équivalent <i>Globorotalia</i> - <i>cerroazulensis</i> <i>Globigerapsis</i> <i>semiinvoluta</i>	(<i>Ericsonia subdisticha</i>) <i>Isthmolithus recurvus</i>	<i>N. retiatius</i> <i>N. fabianii</i> s. str. <i>N. aff. fabianii</i>	<i>Neoalveolina</i>
ايوسين أوسط	أعلى أو بياسيزيان أو أدنى	<i>Truncorotaloides rohri</i> <i>Porticulasphaera</i> <i>mexicana</i> ou équivalent <i>Globorotalia lehneri</i> <i>Globigerapsis kugleri</i> <i>Hantkenina aragonensis</i>	<i>Discoaster tani nodifer</i> <i>Chiphragmolithus aiatus</i>	<i>N. brongniarti</i> <i>N. perforatus</i> <i>N. carpenteri</i> <i>N. aturicus</i> <i>N. sordensis</i> <i>N. laevigatus</i> <i>N. manfredi</i>	<i>A. elongata</i> <i>A. prorecta</i> <i>A. munieri</i> <i>A. stipes</i> <i>A. violae</i>
ايوسين أدنى	كوزيان أو أدنى	<i>Globorotalia palmerae</i> <i>Globorotalia aragonensis</i> <i>Globorotalia formosa formosa</i> <i>Globorotalia aequa</i> <i>G. subbotinae = G. rex</i> <i>Globorotalia velascoensis</i> <i>Globorotalia pseudomenardii</i>	<i>Discoaster sublodoensis</i> <i>Discoaster lodoensis</i> <i>Marthasterites</i> <i>tribrachiatatus</i> <i>Discoaster binodosus</i> <i>Marthasterites contortus</i> <i>Discoaster multiradiatus</i>	<i>N. praelaevigatus</i> <i>N. planulatus</i> <i>N. involutus</i> <i>N. exilis</i> <i>N. praecursor</i> <i>N. fraasi</i>	<i>A. dainellii</i> <i>A. oblonga</i> <i>A. trempina</i> <i>A. corbarica</i> <i>A. moussoulensis</i> <i>A. ellipsoidal</i> <i>A. cucumiformis</i> <i>A. levis</i> <i>A. primaeva</i>
55 MA باليوسين	تانيان				

جدول ١٢ - المقابلة بين النطاقات الأحيائية الرئيسة في طوابق الإيوسين

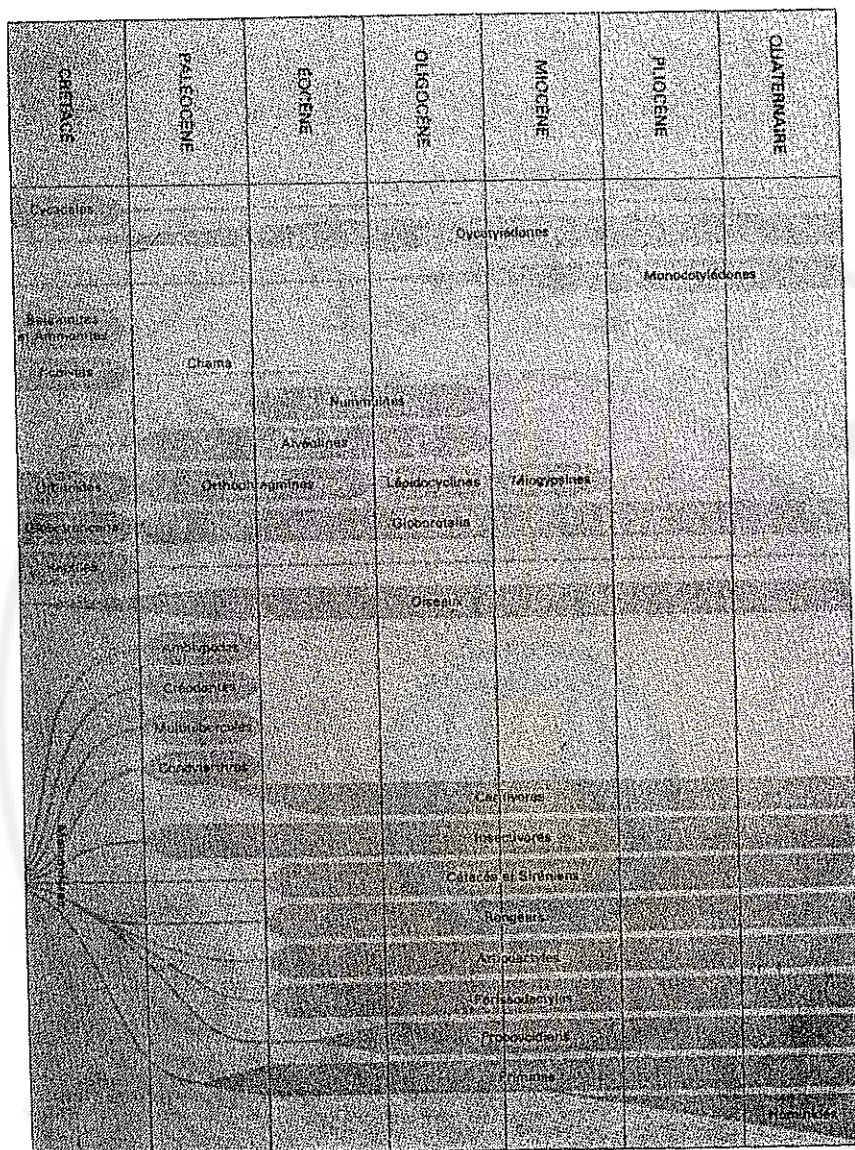
يقسم الأيوسين إلى ثلاثة أقسام: أدنى (من ٥٥ م س إلى ٤٩ م س) وهو طابق الابريزيان، وأوسط (من ٤٩ م س إلى ٤٣ م س)، وهو طابق اللوتيسيان، وأعلى (من ٤٣ م س إلى ٣٧ م س) وهو طابق البريابونيان في المناطق الميزوجية. يختلط الحد الأدنى للبايوجين مع الحد الأدنى لحقب السيروزوي، وكنا قد ناقشنا هذا الحد في حينه، عند مناقشة الحد الأعلى للميزوزوي.

أما الحد الأعلى، فقد كان وما يزال موضوعاً لمناقشات حادة بسبب السحنات المتباينة في المناطق الأنموذج، والتي تتركز على طابق الأكيتانيان. ففي المناطق الميزوجية، يمثل الأكيتانيان بداية التجاوز الميوسيني، فهو إذن قاعدة الميوسين، (مناطق حوض البحر الأبيض المتوسط). أما في المناطق التي يكون فيها الباليوجين مثلاً بسحنات قارية، فالأكيتانيان يمثل، في هذه الحالة، سحنات انسحابية، وهو إذن ذروة الأوليغوسين. يميل علماء البيوستراتغرافيا إلى إلحاق الأكيتانيان بالأوليغوسين نظراً لاحتوائه على مستحاثات الـ *Lépidocyclines*.

II - الخصائص الباليونتولوجية

كانت مجموعات العالم الحي الحالي كافة ممثلة في بداية الباليوجين، باستثناء النباتات أحادية الفلقة التي كانت ماتزال نادرة جداً، ولكنها ازدهرت بعد ذلك في الأوليغوسين. وقد عرفت الثدييات ازدهاراً كبيراً، إلا أنها ظلت مع ذلك صغيرة القامة خلال تلك الفترة. وبالإضافة إلى أهمية النباتات والحيوانات من الناحية الستراتغرافية، فإن أهميتها كبيرة أيضاً من الناحية البيئية، فهي (الاشنيات، المنحربات، الحيوانات الطحلبية، الأسفركودات...) في هذا المجال، تقدم معلومات ثمينة عن عمق المياه، اضطرابها، إنارتها، درجة حرارتها، ملوحتها (شكل ٨٩).

الرخويات ذات أهمية خاصة. ويعرف عن الحقب الثالث بأنه حقب القواقع. ونع أن دورها من الناحية الستراتغرافية ضعيف نسبياً، بالمقارنة مع الكائنات الدقيقة، فإن العثور عليها في الطبيعة يدخل البهجة والسرور إلى قلوب الجيولوجيين، كما أن وجودها يسهل على جيولوجي الحقل التعرف إلى الرحلات الليتولوجية بسرعة



شكل - ٨٩ - شكل تخطيطي لتطور المجموعات المميزة للحد بين الميزوزوي والسينوزوي وخلال
السينوزوي. فهذا الحقب الأخير شهد ازدهار النباتات أحادية الفلقة. وإذا كانت الثدييات قد ظهرت في
الميزوزوي وأخذت بالتنوع في الباليوسين، فإن الازدهار الانفجاري للصفوف الرئيسة للثدييات لم
يتظاهر إلا في الأيوسين. الإنسانيات عرفت ازدهاراً واسعاً في البليستوسين (يوميرول).

ترافق الرخويات في السحنات النيريتية شوكلات الجلد (*Echinolampas*)،
مرجانيات سداسية (*Eupsammia*)، وحيوانات طحلبية، واشنيات كلسية
(*Dactylopora*).

الحشرات لم تحفظ إلا في شروط استثنائية جداً: توضعيات الينابيع، وصمغ
البليطيق (أوليغوسين).

الحيوانات الفقارية، وبخاصة الثدييات منها، هي اليوم أفضل الوسائل
البیوستراتغرافية في الباليوجين. ولقد وضعت على أساسها سلام ستراتغرافية مختلفة.
ونشير هنا إلى ظهور فصيلة الخيليات (*Equidés*) في الأيوسين الأدنى في
أمريكا الشمالية عبر الجنس (*Eohippus*) (ثلاثة أصابع في الأطراف الخلفية، وأربعة
في الأطراف الأمامية، وله قدّ التغلب، شكل....).

وكذلك، بالنسبة للكائنات الدقيقة، وبخاصة المنخربات: *Globorotalidés*،
Orthophragmines، *Alveolines*، *Nummulitidés*. بالإضافة إلى العوالق القزمية
والشعاعيات.. وقد أقيمت سلام ستراتغرافية ونطاقات أحيائية بالاستناد إليها.

III - لمحة بالبيوجغرافية

بدأت تأخذ الأرض في الباليوجين الملامح العامة لمظهرها الحالي. ففي هذه
الفترة، كانت ثلاث قارات كبرى موجودة، أمريكا الشمالية، أمريكا الجنوبية
وأفريقيا (ومعهما شبه الجزيرة العربية). ولكن أمريكا الشمالية كانت ماتزال
ملتحمة بغروثلندا التي هي بتماس مع بريطانيا حيث كان الاتصال بين أقيانوس
القطب الشمالي والأطلنطي في طريقه إلى التوسع، ولن يصبح فعالاً إلا في الحد بين
الأيوسين والأوليغوسين.

على العكس، فإن القارتين الأمريكيتين المتحدتين مؤقتاً في بداية الباليوسين
سوف تظلان بعد ذلك منفصلتين تماماً خلال فترة الباليوجين كلها. وينجم عن ذلك،
في هذه الفترة التي كان تطور الثدييات فيها سريعاً، «أروع عزل» في تاريخ أزمنة دهر
الحياة الجليّة (الفانيروزوي). وقد أدى هذا العزل إلى الحفاظ على أشكال حيوانية بدائية.

في الأيوسين، كانت آسيا ذات شكل غير عادي، فالهند منفصلة عن غوندوانا، والأقيانوس الهندي مستمر في الاتساع، حيث انفصلت استراليا في الباليوسين عن قارة القطب الجنوبي، الأمر الذي أدى إلى لاتوافق في التشكيلات البحرية لهذا العصر. وتظل آسيا منفصلة عن أوروبا ببحر الأورال الذي لا يتغلق إلا في نهاية الأوليغوسين، ولكنها تظل ذات اتصالات ضعيفة جداً مع أمريكا الشمالية عبر ما يسمى تارة برزخ بيرينغ وتارة أخرى مضيق بيرينغ.

الجزء الجنوبي من أوروبا ليس بالإمكان التعرف عليه، فأفريقيا منفصلة تماماً عن أوروبا ببحر الميزوجي. وكان يتصل هذا البحر بالأطلنطي عبر مضيقين على جانبي قارة كانت تحتل موقع مضيق جبل طارق الحالي. تأخذ طلائع السلاسل الألبية بالبروز من قلب الميزوجي. وقد سبب الحث اللاحق تشكل توضعات الفليش.

في بداية الإيوسين، أخذت سلسلة البرينيه تحتل موقعها، وبدأت طيات الجرف والتحميل تتطور في جبال الألب والديناريد، وقد استثمرت حتى الأوليغوسين. فالأيوسين بصورة عامة هو فترة انضغاط أعقبتها مرحلة تراخ في الأوليغوسين.

بسبب الحركات التكتونية وتطور الأقيانوسات، طغت التجاوزات فوق القارية على حواف شواطئ القارات كافة، وبسبب الغنى الهائل لهذه البحار بالكائنات الحية، والتنوع المدهش بالمنخربات القاعية، وفي مقدمتها النموليتات، عُدَّت التوضعات النيريتية في المناطق الميزوجية، منذ قرنين تقريباً، مهد الجيولوجيا التاريخية.

كانت تقابل هذه الغزارة بالكائنات البحرية، غزارة في النباتات المدارية على سطح القارات مشيرة إلى مناخ حار ورطب عرف منذ الأيوسين الأعلى فترات جفاف أدت إلى تشكل توضعات ملحية: حصص، ملح صخري، ملح البوتاس. وقد أخذ «الحزام التبخري» بالتحرك نحو الجنوب منذ الأيوسين حتى الأوليغوسين لكي يسود في الميوسين العالم الميديتراني (شكل ٩٠).

في نهاية الأوليغوسين تخلت البحار فوق القارية عن المجال الشمالي، كما تخلت عن جنوب إنكلترا والحوض الباريسي إلى غير رجعة.



شكل - ٩٠ - انتقال حزام المتبخرات خلال السينوزوي (بحسب لوتس).

الباليوجين في سوريا

تنتشر التوضعات الباليوجينية على نطاق واسع في سوريا والمناطق المجاورة. وهي مؤلفة بصورة عامة من توضعات مارنية غضارية وحوارية ذات لون أبيض. تتميز في منتصفها بصفوف رقيقة من الصوان الأسود تعرف تحت اسم «صوان الارك»، وفي أعلاها بطبقات ثخينة من الكلس الحواري والكلس، تمرّ مستوياتها العليا محلياً إلى توضعات حطامية رملية.

تم تقسيم توضعات الباليوجين إلى عدد من الوحدات الليتولوجية أو التشكيلات. ونظراً لغنى هذه الأراضي بالمنخربات فقد تم تمييز مجموعة من النطاقات الأحيائية من قبل عدد من الباحثين. ونذكر فيما يلي هذه الوحدات الليتولوجية الموضوعة في المنطقة التدمرية:

تشكيلة الباردة: تتألف هذه التشكيلة من المارن والمارن الكلسي ذي اللون الأبيض المصفر أو الرمادي الفاتح، المخضر أحياناً. وتكون هذه السحنة أكثر كلسية في القسم الأدنى من التشكيلة الذي يعود إلى الماستريختيان، في حين يكون أكثر غضارية في قسمها الأوسط (الباليوسين)، وتتخللها عدسات غلوكونيتية رقيقة بالإضافة إلى أقراص حديدية صفحائية الشكل.

يتميز في هذه التشكيلة عشرة نطاقات أحيائية مستندة إلى المنحربات وهي:

- نطاق ذو *Gansserina (Globotruncana) gansseri* (ماستريختيان أدنى)
- نطاق ذو *Abathomphalus mayaroensis* (ماستريختيان أعلى)
- نطاق ذو *Globorotalia pseudobulloides* (باليوسين أدنى)
- نطاق ذو *Globorotalia trinidadensis* (باليوسين أدنى)
- نطاق ذو *Globorotalia compressa* (باليوسين أوسط)
- نطاق ذو *Globorotalia angulata* (باليوسين أوسط)
- نطاق ذو *Globorotalia pseudomenardei* (باليوسين أعلى)
- نطاق ذو *Globorotalia velascoensis* (باليوسين أعلى)
- نطاق ذو *Globorotalia subbotina* (إيوسين أدنى)
- نطاق ذو *Globorotalia formosa formosa* (إيوسين أدنى)

إن غنى هذه التشكيلة بالمنحربات البيلاجية يدل على أنها توضع في بحر مفتوح. وقد حافظت على صفاتها الليتولوجية في سائر الأراضي السورية بصورة عامة. علماً بأن بعض النطاقات تغيب محلياً، ويعود السبب في ذلك إلى التيارات تحت البحرية على الأرجح.

تشكيلة صوان الأرك

تتألف هذه التشكيلة من تناوب صفوف رقيقة من الحجر الكلسي المارني والمارن الكلسي مع صفوف رقيقة من الصوان. ويعدّ صفوف الصوان الصفرة

الرئيسة المميزة لهذه التشكيلة التي تحتوي محلياً على آفاق محدودة من الفوسفات، وفي قاعدتها على سويات من الغلوكونيا.

نعدّ هذه التشكيلة مستوى دلالة مهماً بالنسبة للجيولوجيين، وبخاصة في أعمال المسح الجيولوجي، نظراً للتضاد الليتولوجي واللوني بينها وبين التشكيلتين المارنيتين اللتين تحصرانها.

يتميز في هذه التشكيلة نطاقان أحياثيان:

- نطاق ذو *Globorotalia aragonensis* (إوسين أدنى)
- نطاق ذو *Globorotalia pentacamerata* (إوسين أدنى)

لا تبدي «تشكيلة صوان الارك» تغيراً كبيراً في السحنة في المنطقة التدمرية، ولكنها على العكس، تبدي تغيرات كبيرة في الثخانة. أما خارج إطار السلسلة التدمرية، فالتغيرات السحنية واضحة، إلى درجة تختفي فيها السحنة الصوانية، وتفقد التشكيلة هويتها الليتولوجية المميزة في الشمال والشمال الشرقي من البلاد. أما في الجنوب والجنوب الغربي، فتتمثل الصفوف الصوانية بعقد متفرقة. وفي منطقة دمشق، تبدي السحنات الكربوناتيّة تغيرات سريعة من مكان لآخر، فتغنى بالكلس محلياً، وتنتشر فيها النموليتات.

يستدل على موقع هذه التشكيلة في العراق من السحنات الصوانية في «تشكيلة الدمام»، وفي الأردن في «تشكيلة سارة الحوارية».

مجموعة الأبيض

تتألف هذه المجموعة من ثلاث تشكيلات متميزة ليتولوجياً:
- تشكيلة سفلى، مؤلفة من صخور مارنية كلسية تغلب عليها السحنة الحوارية، تتداخل فيها محلياً بعض المستويات الغلوكونيتية والكلسية.
يتميز في هذه التشكيلات مجموعة من النطاقات الأحياثية وهي:

<i>Hantkenina aragonensis</i>	- نطاق ذو
<i>Globorotalia Kugleri</i>	- نطاق ذو
<i>Globorotalia lehneri</i>	- نطاق ذو
<i>Hantkenina alabamensis</i>	- نطاق ذو
<i>Truncorotaloides rohri</i>	- نطاق ذو

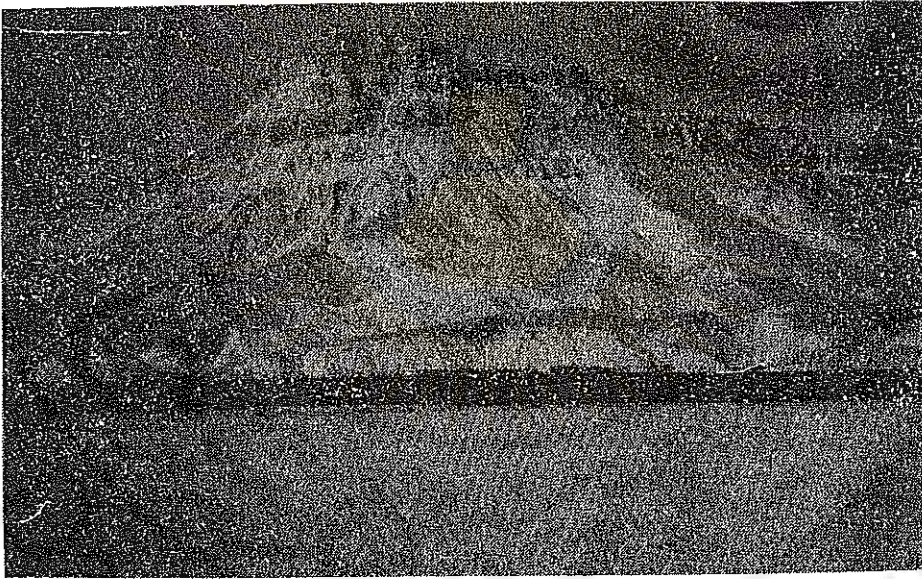
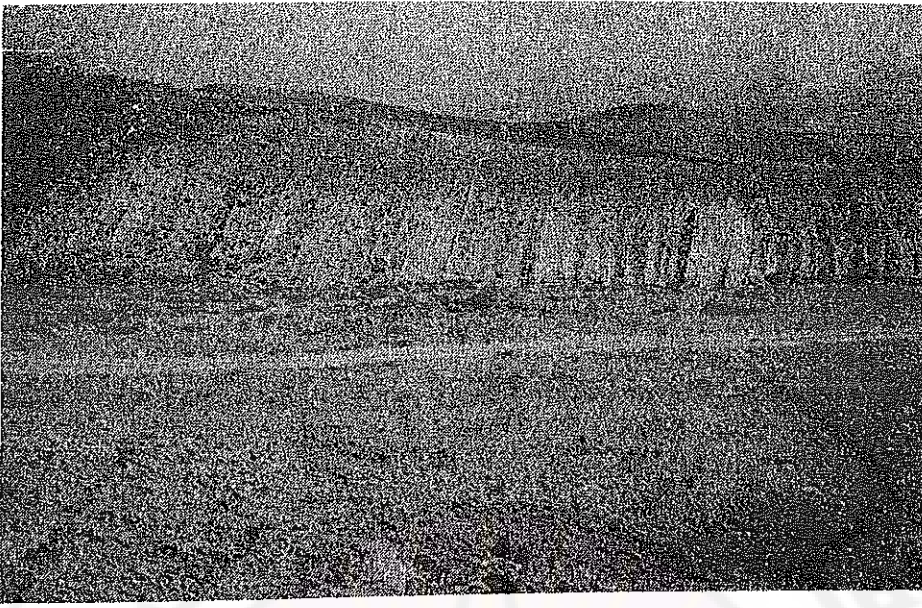
تعود هذه التشكيلة إلى الأيوسين الأوسط. وتمر جانباً باتجاه الغرب، بصورة جزئية، إلى سحنات كلسية ذات *Nummulites gizehensis*. تشكيلة وسطى، مؤلفة بصورة رئيسة من حجر كلسي تتداخل فيه محلياً مستويات من الكلس المارني الحواري. وتمر جانبياً إلى سحنات متنوعة، وبخاصة في مستوياتها العليا، رصفية، كلسية مارنية حبسية. وتتميز هذه التشكيلة في قاعدتها بطبقة غلو كونييتية فوسفاتية بصورة عامة.

تحتوي المستويات المارنية على منخربات بيلاجية: *Globigerapsis* *T. centralis*, *Turborotalia cocoensis*, *semiinvoluta* ... في حين تحتوي الطبقات الكلسية على مستحاثات من النموليتات أهمها: *Nummulites fabianii* المميزة للأيوسين الأعلى.

- تشكيلة عليا، تضم هذه التشكيلة سحنات متنوعة جداً: مارنية، غضارية، كلسية، حطامية رملية ... وتميز هذه السحنة الأخيرة قاعدة التشكيلة بصورة عامة، كما تتميز قسمها العلوي محلياً (رمال البشري).

تشتهر بغناها بالمستحاثات من صفيحيات الغلاصم وعضديات الأرجل وشوكيات الجلد، وبالمنخربات الكبيرة، وبخاصة النموليتات مثل *Nummulites intermedius* الذي يميز الأوليغوسين.

تتميز أراضي الباليوجين في سوريا بالتتابع المستمر للتوضعات الغنية بالمنخربات العوالق. لذا، فهي تعد نموذجاً مهماً جداً لتحديد النطاقات البيوستراتغرافية في طوابق الباليوجين المختلفة.



شكل - ٩٢ - تشكيلة الأبيض (إيوسين أوسط - أوليغوسين) في السلسلة التدمرية (جبل
عنتر) يتوجها جدار الأونيغوسين الكلسي.

النيجين

النيجين هو الدور الثاني من حقبة السينوزوي. وضع من قبل HOERNES في العام ١٨٣٥ بسبب ظهور أشكال جديدة من الحيوانات فيه استمرت مع بعض التطور حتى الأزمنة الحالية. ويضم هذا الدور عصرين هما: الميوسين والبليوسين. وتعتبر النيجين مرادف لتعبير الميديتراني الذي وضع من قبل SUESS في الفترة بين العامين ١٨٩٧ و ١٩٠١. مدة النيجين ٢٥ مليون سنة، لذا فإنه يبدو أقصر الأدوار الجيولوجية.

I - الحدود والتقسيمات

يقسم النيجين إلى عصرين: الميوسين والبليوسين اللذين وضعهما LYELL في العام ١٨٣٣.

١ - الميوسين

يتحد الحد الأدنى للميوسين مع الحد الأعلى للأوليغوسين الذي سبق أن ناقشناه. الحيوانات البحرية فيه قريبة جداً من الحيوانات الحالية. أما بالنسبة للمنخربات فإن الأوليغوسين ينتهي مع انقراض النموليتات، وأن الميوسين يبدأ مع ظهور كل من الـ *Miogypsines* والـ *Globigerinoides*. وهذا يقضي أن يكون الحد تحت طابق الأكتينيان النموذج بـ ١-٢ مليون سنة.

يتميز الحد بين الميوسين والبليوسين، على صعيد المنخربات العوالق بازدهار أشكال جنس *Sphaeroidinellopsis* وظهور *Globorotalia margaritae*. إلا أن الحد في المناطق الميزوجية هو على الأخص حد باليوجرافي واضح. فالميوسين في هذه المناطق ينتهي بالتوضعات التبخرية للمسيين التي تمتد على بحال ميديتراني جاف قبل أن يقلب تجاوز بحري شامل مصحوب بتخلعات، توزع البحار واليابسة

بشكل كامل. فترة «تملح» شديد متبوعة «بثورة» في التضاريس، هذا هو الحد بين الميوسين والبليوسين في المناطق الميزوجية.

٢ - البليوسين

لم يعد لهذا العصر أكثر من معنى طابق، مدته ٣ ملايين سنة تقريباً. وهي أقصر من مدة معظم طوابق الميزوزوي أو الباليوجين (جدول - ١٤ -).

الحد الأعلى للبليوسين كانت وماتزال موضع نقاش بين العلماء. يمكن تعيين هذا الحد بعدة أحداث ثابتة وهي: انقلاب في الاستقطابية المغناطيسية، العمر بالقياس الإشعاعي وقاعدة تشكيلية بحرية مميزة أو بأحداث كانت مفروضة أول الأمر ثابتة، إنما تبين مع تقدم البحث أنها ليست كذلك، وهي ظهور الإنسان وبداية الجليديات.

إننا نعلم اليوم أن الأشكال الأولى للإنسان (Hominiens) ظهرت منذ ٤ ملايين سنة على الأقل، وأن الجليديات التي لم تبلغ بالحقيقة سوى المناطق القطبية، تعود إلى ٩ ملايين سنة. وعليه، فإن الحد بين البليوسين والبلستوسين لا يمكن تعيينه إلا في تشكيلية من التوضعات البحرية. وقد اقترح أن يكون هذا الحد في قاعدة الكالابريان المتمثل بتجاوز بحري متميز في الميديتراني بظهور «حيوانات باردة» ذات *Arctica (Cyprina) islandica* و *Hyalina (Anomalina) baltica*. يقابل هذا الحد عمراً قدره ٢ مليون سنة تقريباً، وحادثة «أولديواي» (عودة قصيرة إلى استقطابية نظامية خلال فترة «ماتوياما» الانعكاسية) في الستراتغرافيا المغناطيسية، واختفاء الـ *Discoaster* في مجموعة العوالق القزمة، وظهور *Hyalina baltica* من المنخربات القاعية و *Globorotalia truncatulinoides* من المنخربات العوالق (جدول ١٣).

II - الخصائص الباليونتولوجية

تقدم الثدييات والكائنات الحية الدقيقة أدلة ستراتغرافية مهمة في النيوجين. وتساعد المجموعات الأخرى على تقديم الدعم في الأوساط النيريتية واللاغونية والعذبة.

عصر	طابق (اورباليثية)	مخبرات صانق	علائق قزمة	طوائف con d'a قارية	طابق بحرية
PLIOCÈNE — 5,3 MA —	Tabanien ou Zancéen	Globorotalia margaritae	Ceratolithus triconiculus	Hemphillien	Reptilien
MIOCÈNE SUPÉRIEUR	Massinien Tortonien	Globorotalia menardii	Discoaster quingueramus Discoaster calcaris	Clarendonien	Delmontien Mohnien
MIOCÈNE MOYEN	Serravallian ("Helvétien") Langhien	Globigerina nepanthes Globorotalia fohsi Orbulina surirells	Discoaster kugleri Discoaster exilis Sphaerolithus heteromorphus	Barstovien Henningfordien	Lusitan Relizien
MIOCÈNE INFÉRIEUR	Burdigalien Aquitainien	Globigerinita dissimilis Globigerinoides primordius	Discoaster drugli Triquetrorhabdulus carinatus	Arikarsen	Saucesien
— 26 MA ? — OLIGOCÈNE	Chastien ? Stampien supérieur	Globorotalia kugleri	Sphaerolithus cipercensis	Orellien	Zemorrien

جدول - ١٣ - مقابلة النطاقات الأحيائية الرئيسة مع طوائف الميوسين.

T	M	Epoques	Etages		Foraminifères planctoniques	Nannoplancton
			marins	continentaux		
2	Matuyama inv.	PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR	Calabrien	Villafraanchien supérieur	<i>Globorotalia truncatulinoides</i>	<i>Pseudammina lacunosa</i> fin des Discoasters
2,5	Olduvai (1,9)		Plaisancien	Villafraanchien inférieur	<i>Globorotalia inflata</i> <i>Globorotalia crassaformis</i>	<i>Discoaster brouweri</i>
3	Gauss norm.		Asténien ou Tabariénien ou Zancléen	Ruscinién	<i>Globigerinoides obliquus extremus</i> fin des Sphaeroidinellopsis	<i>Discoaster surculus</i>
3,3	Gilbert inv.				<i>Globorotalia margaritae</i> <i>Sphaeroidinellopsis</i> à la base en Mésogée	<i>Ceratolithus rugosus</i> <i>Ceratolithus tricorniculatus</i>
5,3	Période V (normale)	MIOCÈNE SUPÉRIEUR	Messinien ou Andalousien	Turolien ou Pikémien	<i>Globorotalia menardii</i>	<i>Discoaster quinquemurmus</i>

جدول - ١٤ - تقسيمات الجيوسياسية
العصر بدائيين السفلى : T : العصر بدائيين السفلى : M : العصر بدائيين السفلى : T

عندما تغطت الأراضي الطافية بالسهول المغشبة ازدهرت الثدييات (بإستثناء الإنسان). وعرفت ذروة انتشارها في النيوجن، قبل أن تعرف انخفاضاً ملحوظاً في نهاية البليوسين يزداد في الرباعي.

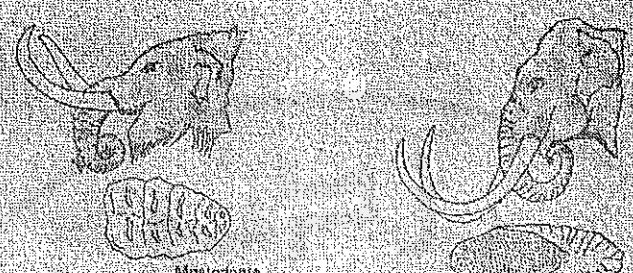
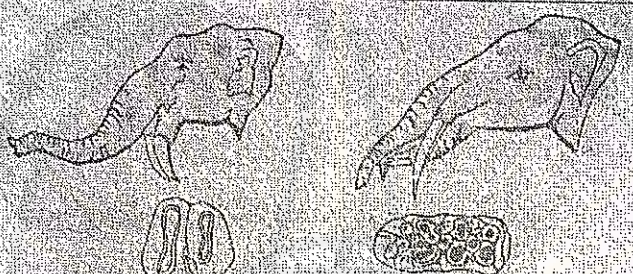
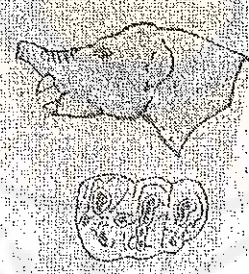
إن تنوع الـ Proboscidiens وازدياد قامتها كبيران جداً. وتظهر الأشكال التالية:

- في الميوسين، تظهر الـ Mastodontes ذات أربعة أنياب دفاعية (*Tetrabelodon* شكل ٩٣) والـ *Dinotherium* ذات قامة ضخمة وقواطع سفلى ملتوية نحو الخلف، وتستمر في إفريقيا حتى البليستوسين.

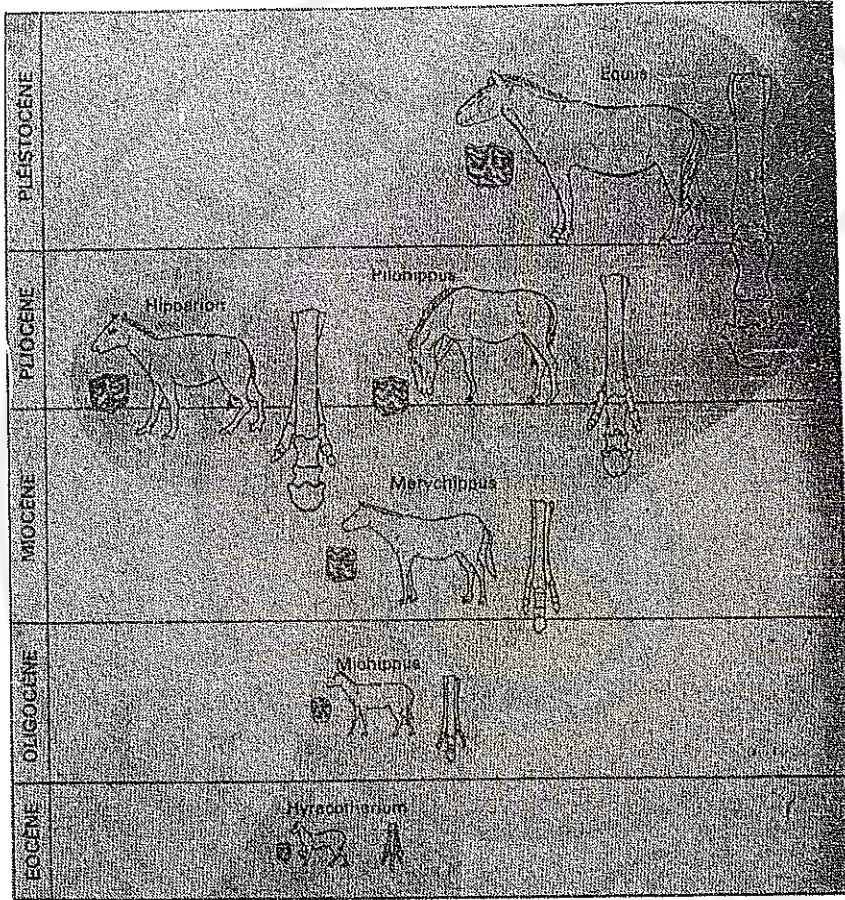
- في البليوسين، تظهر الـ Mastodontes ذات نايتين دفاعيين (القواطع السفلى مخنفة).

ويستمر تطور الخيليات (شكل ٩٤)؛ تزداد القامة كثيراً، والأصابع الجانبية تأخذ بالضمور شيئاً فشيئاً. الـ *Merychippus* في الميوسين الأدنى والشكل المنحدر منه الـ *Hipparion*، ظهر في أمريكا وهاجر إلى أوروبا في الميوسين الأعلى، ثم *Pliohippus* الفرس القزم ذو الأصبع الوظيفية الواحدة قبل الـ *Equus* في البليستوسين. وأصبحت الثدييات اللاحمة الحقيقية ممثلة سواء بأجناس حالية (الكلب، الهر)، أو بأنماط انتقالية (*Amphicyon*).

وفي الميوسين أيضاً، ظهرت القروود ذات الذيل (*Mésopithèques*) والقروود عديمة الذيل (*Pliopithèques* و *Dryopithèques*). إنما في نهاية البليوسين وبداية الرباعي، يختفي قسم من الثدييات الكبيرة في حين تظهر الأجناس: *Leptobos*، *Equus* و *Elephas*. وينطلق فرع الـ *Hominides* الذي بدأت طلائعه في الميوسين الأعلى. ولكنه لم يرددهر إلا بدءاً من البليوسين، حيث اكتشفت بقايا عظام لهذه المجموعة عمرها أربعة ملايين سنة بالقرب من بحيرة رودولف في كينيا وفي وادي أومو في أثيوبيا.

اليومين والرابع	 Mastodonte Mammoth
الفيوسين	 Dnothère Ténabedonte
الأوليوسين	 Paléomastodonte

شكل - ٩٣ - رسم تخطيطي لتطور الفيلة (بحسب كوميل).



شكل - ٩٤ - رسم تخطيطي لتطور الخيول.

لقد ابتدأ انسحاب البحر عن الأقسام الدخلية في سوريا منذ الأوليغوسين، حيث عُدَّ البورديفاليان لفترة طويلة غير موجود إلا في أحواض متبقية كحوض عفارين. أما الفاندوبونيان، فهو تجاوزي السحنة، وقد تم في بدايته اتصال بحري قصير الأمد بين البحر الأبيض المتوسط، وحوض الخليج العربي في القسم الشمالي من سوريا، سرعان ما تطور إلى خليج ميديتراني محدود، وخليج عربي طوله ٢٠٠٠ كم.

أما المنطقة الساحلية فقد تميزت بتضاريس بارزة لم تترك مجالاً لتشكيل أحواض بحرية محلية. ويبين وادي نهر الكلب على الساحل اللبناني أن سلسلة لبنان الغربية قد اكتسبت في الفاندوبونيان هيكلها البنيوي الحالي.

كما أن أراضي النيوجين في منطقتي طرابلس وطوطوس تسمح بتتبع التطور البنيوي فيهما وبخاصة فترة النشاط البركاني لفتحة طرابلس - حمص خلال البليزانيان. لقد تقدم البحر خلال الفاندوبونيان نحو الداخل عبر ممرات نهر الكبير الشمالي ونهر العاصي، مغطياً هضبة حلب، ومقيماً اتصالاً مع خليج منطقة الجزيرة. ويشهد وجود الصخور البازلتية تحت الطبقات الكلسية الفاندوبونية في قطما وهضبة حلب على نشاط بركاني منذ الفاندوبونيان. ثم لا يلبث هذا الاتصال البحري مع خليج الجزيرة أن ينقطع. ويبدو أنه اعتباراً من هذه الفترة أعقبت التوضعات الكلسية توضعات مارنية في قاع الخليج البحري المفتوح على البحر الأبيض المتوسط. وينسحب البحر، ثم يعود إلى الداخل من جديد في البليوسين بعد مرحلة بونسيانية، عبر أبحاديد ضيقة، ويصعد حتى مناطق حفر داخلية كمهطقة دركوش. ويوجد كلس الفاندوبونيان حالياً على ارتفاع ١٢٥٠ م في جبل موسى، فوق مصب العاصي، كما يوجد البليوسين على ارتفاع ٧٥٠ م في القنية بالقرب من دركوش.

يقدم وادي الفرات والجزيرة لوحة مختلفة كلياً عما سبق، تمثل خليجاً واسعاً هو طرف البحر الداخلي الكبير الذي كانه الخليج العربي النيوجيني. وحتى في البورديفاليان كان لهذا الخليج اتساع كبير: تشكل توضعاته المارنية - الحوارية «تشكيلة سيريكاني» التي تقابل جانبياً «كلس الفرات».



شكل - ٩٥ - بقايا الصببات البركانية النيوجينية على ذرى الجبال في السلسلة الساحلية (مشتى الحلو).



شكل - ٩٦ - فتات الصبة البركانية النيوجينية متطبق على السفوح المنهارة في السلسلة الساحلية (باتياس).

ويعقب «تشكيلة سيريكاني» في جبل جريه، «انهيدرست الدبان» ثم
«كلس جرية» اللذان يعلنان زمرة «الفارس الأدنى».

الفارس الأدنى هو أحد التشكيلات الكبرى للخليج العربي النيوجيني التابع
لذاك البحر الداخلي الذي ظل مفتوحاً على خليج عمان بوساطة مضيق هرمز،
الذي كان يتجاوز على مقدمة حفرة على هامش السطحية العربية (طوله من مضيق
هرمز ٢٠٠ كم، وعرضه ٤٠٠ إلى ٥٠٠ كم). هذا، ولا يجوز عدّ تشكيلة الفارس
الأدنى توضعات لاغونية، فهي توضعات بحرية، ذات تطبيق منتظم، وتلعب هذه
التوضعات في الخليج العربي دور كلس الفاندوبونيان في المتوسط.
رسوبات الفارس الأدنى تتجاوزية. ويوافق هذا التجاوز هبوط السطحية
العربية كنتيجة للدفع التكتوني.

يعقب الفارس الأدنى، إنما في مجال أضيق، الفارس الأعلى، وهو تشكيلة
أخرى للخليج العربي النيوجيني، يتعاقب فيه غضار مع حجر رملي، وتظهر في
الأعلى حصى عثر بينها على بقايا ثدييات بونسيانية. وتوضعات الفارس الأعلى
عذبة جزئياً، إلا أنها بحرية أحياناً، تكدست بتخانات كبيرة في أخاديد ضيقة.
هذا، ولم يبدأ تدفق المواد الحطامية الخشنة إلا مع توضعات البختياري
البليوسينية.

لقد شهدت البلاد خلال فترة النيوجين نشاطاً بركانياً هائلاً، تركز بصورة
أساسية في المنطقتين الجنوبية والوسطى.

الرباعي

وضع تعبير الرباعي (Quatenaire) من قبل DESNOYER في العام ١٨٢٩ بعد ١٩ عاماً من تطبيق BRONGNIART تعبير "الثالث"، للتشكيلات المتوضعة فوق الحوار في الحوض الباريسي. وكان DESNOYER يعني بذلك الأراضي البحرية اللاحقة لأراضي حوض السين، وكان يُدخل فيها إذن النيوجين. بعد عام واحد، لحسن الحظ، قصر MARCEL DE SERRES تعبير الرباعي على تعبير «ديلوفيوم» (dilluvium)، الذي اقترحه الأب BUCKLAND في العام ١٨٢٢ للدلالة على أراضي «الطوفان»، الحصوية التي تعلوها توضعات التورب والليمون أو «الألوفيوم» (Alluvium). وقد أكد من جهة أخرى بأن الديلوفيوم يضم البقايا الأولى للإنسان.

I - التقسيمات والحد الأدنى

أعمال عديدة استمرت على أكثر من قرن سمحت باستخلاص القرائن الأربع التي يركز عليها مفهوم الرباعي. وتعود هذه القرائن إلى المجالات التالية:

- الأنثروبولوجيا: ظهور الإنسان.

- علم الجليديات: المرحلة الجليدية الأولى.

- باليونولوجيا الفقاريات: ظهور الأجناس التالية: *Equus*, *Bos*, *Elephas*.

- باليونولوجيا اللافقاريات: ظهور مجموعة حيوانية باردة من الرخويات والمنخريات.

هل هذه الأحداث متزامنة؟ إننا نعلم اليوم:

- توجد أشكال من الـ *Hominidés* منذ ٤ ملايين سنة على الأقل، أي منذ البليوسين الأوسط.

- يعود تاريخ الجليديات الأولى إلى ٩ ملايين سنة على الأرجح. وهذا يعني أنها واقعة في نهاية الميوسين.
- يعود تاريخ الفلافرانسيان الأدنى إلى ٣,٥ - ٤ ملايين سنة، أي أنه واقع في البليوسين.
- لم يكن ظهور الحيوانات الباردة في التوضعات البحرية متزامناً في خطوط العرض كافة.

ثالث	رابع
بليوسين	بليستوسين
بليزانسيان فيلدفرانسيان أدنى	كاملابريان فيلدفرانسيان أعلى
ماتوياما	INVERSE
Hipparions Discoasters Globorotalia inflata	Elephas meridionalis Mastodon arvernensis Gl. truncatulinoides Cyprina islandica Hyalinea baltica Globig. pachyderma senestres
٢٤٠ ١٥٠ المرحلة الجليدية المرحلة التكتونية الفلاشية أو الباساينية	

شكل - ٩٧ - بعض
الأحداث المميزة للحد
بين الثالث والرابع.

في مثل هذه الشروط، كيف يمكن تعيين الحد بين البليوسين والبلستوسين؟ أو بتعبير آخر بين "الثالث" والرابعي؟ ويبدو في الوضع الحالي من البحث أن أفضل قرينة هي قاعدة الكالابريان التي تم تعيينها من جديد من قبل SELLI في العام ١٩٦٧. ويتطابق هذا الحد مع وصول مجموعة حيوانية باردة إلى الميديتراني (*Hyalinea baltica* و *Cyprina islandica*)، ومع توافق انخفاض درجة حرارة المياه السطحية صيفاً من ٢٤° إلى ١٥° (درجة الحرارة القديمة محسوبة من علاقة O_{16}/O_{18}) (شكل ٩٧). كما أن قاعدة الكالابريان واقعة نحو ٢ مليون سنة، وهو تاريخ العودة القصيرة إلى الاستقطابية النظامية (حادثة أولدواي) في فترة ماتوياما العكسية الطويلة. وفي الرسوبات الأفيانوسية سُجل اختفاء الـ *Discoasters* من العوالق القزمة، وظهور *Globorotalia truncatulinoides* من المنخربات العوالق. لدينا هكذا مجموعة من الخصائص التي تم التعرف عليها في الجبال القارية، والتيريتية، والأفيانوسية. فهذا الفاصل الذي يقسم الفيلافرانشيان إلى قسمين على جانبي الحد بين البليوسين والبلستوسين، يُرجع بصورة قاطعة إلى البليوسين ظهور الإنسان، الفيلة، الخيول والأبقار، وكذلك أيضاً الجليديات الأولى.

II - الوقائع القارية

١ - الجليديات

وضع التعبير الكلاسيكي للجليديات الأوروبية من قبل PENK (١٩٠٥) في جبال الألب البافارية. فقد اعتقد هذا العالم أنه تعرف فيها إلى أربع جليديات أطلق عليها الأسماء التالية، حسب تسلسل أمجدي موافق للمراحل الأقدم فالأحدث: الغونز (Günz)، المندل (Mindel)، الريس (Riss)، والفورم (Würm). وهذه هي أسماء روافد نهر الدانوب الذي تحمل اليوم اسمه جليدية سابقة للغونز.

من الصعب في هذه الشروط إقامة ترابطات بين الجليديات الألبية وجليديات أوروبا الشمالية وجليديات أمريكا الشمالية. والمهم الدائم للستراتغرافيين هنا هو في البحث عن عناصر الترابط بين الجليديات من جهة، وبين التجاوزات (المصاطب

البحرية والنهرية)، والتوضعات حول الجليدية (لووس)، والصناعات البشرية، والاندفاعات البركانية من جهة أخرى.

٢ - المصاطب

تقوم النظرة المبسطة على أن مرحلة بين جليدية توافق تشكل مصطبة بحرية ذات مستوى ثابت على شواطئ الأرض كافة، وأن مرحلة جليدية تسبب بالطريقة نفسها انسحاباً شاملاً. وهذا صحيح في إطاره العام، إذ أن معظم الشواطئ استقرت خلال جليدية الفورم على مستوى - ١٠٠ م. مع ذلك، فإنه ينبغي إدخال تصحيحات عدة على هذا المفهوم الذي يقال عنه توازناً. وتتعلق هذه التصحيحات بالتشوهات الأوروغينية أو الإيبروجينية، تعديلات توازنية، مستويات بحرية عالية ليست منسجمة مع الفترات بين الجليدية وإنما مع الفترات الجليدية الباطنة. والأمر ذاته بالنسبة للتوضعات النهرية في سافلة النهر، إنما العكس بالنسبة للتوضعات في عالية النهر حيث تتشكل هذه التوضعات خلال الفترة الجليدية العالية عندما تجلب الجليدية إلى جبهتها المتقدمة كمية كبيرة من المواد الحطامية.

٣ - اللووس (Loess)

هي توضعات قارية طحينية المظهر (٢٠ مكرون قطر الحبة)، غضارية - رملية بصورة عامة، كلسية أحياناً، حملتها الرياح إلى مناطق قريبة من الجليديات الكبرى. تمت منذ زمن طويل محاولة وضع تأريخ بالاستناد إلى توضعات اللووس. وتستند هذه المحاولة إلى الخصائص المميزة لهذه التوضعات وهي اللون، والبنية، والأدوات البشرية التي تحتويها. مبدئياً، كل توضع لووسي مفصول عن التوضع الذي يليه بتربة قديمة (Paléosol) تدل على فترة أكثر اعتدالاً (بين جليدية).

٤ - الكائنات الحية

يعلن وصول الفيلة والخيول والأبقار إلى أوروبا بداية الفيلافرانشيان. وتدل أشكال *Mastodon arvernensis* و *Elephas meridionalis* على بداية

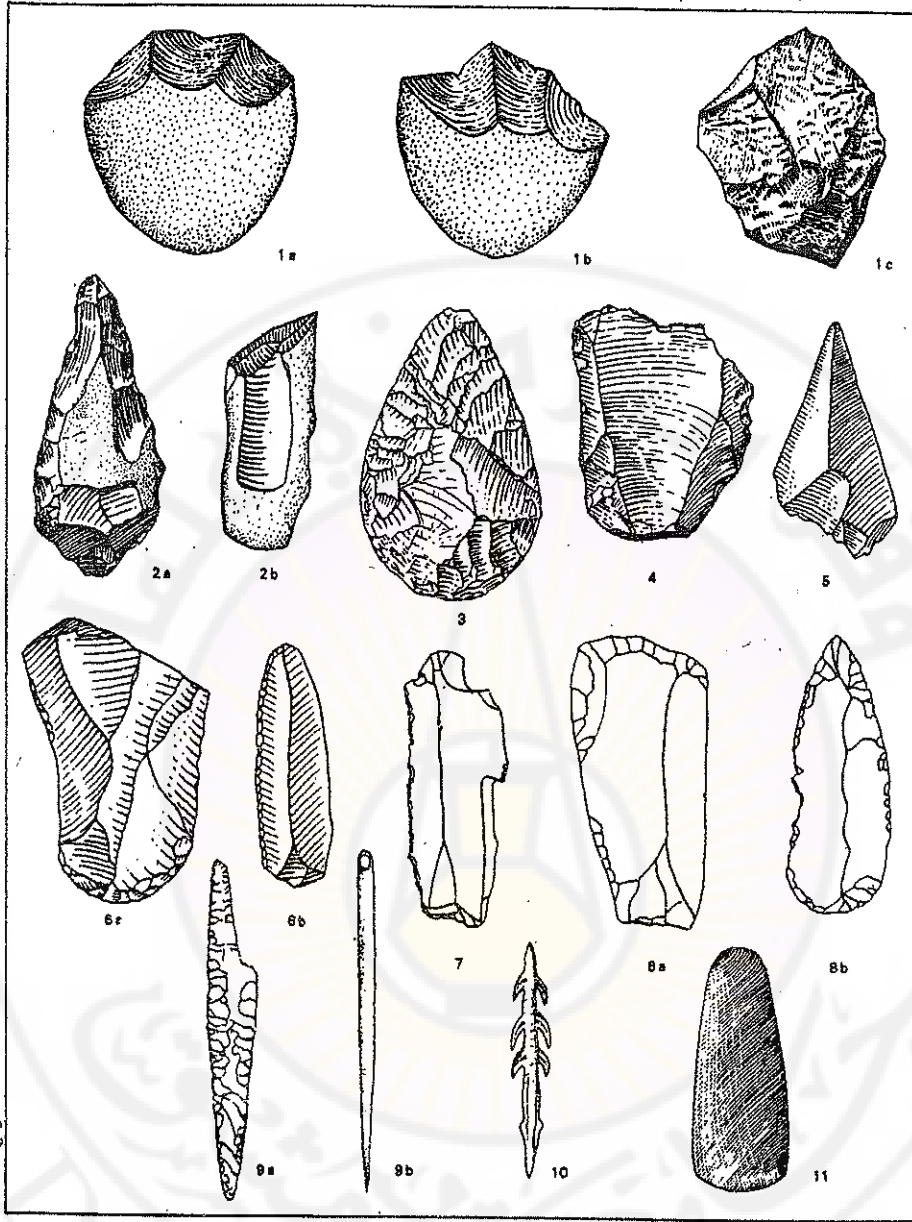
الرباعي (الفيلافرانثيان الأعلى). وتحتوي الطبقات القارية المتداخلة في الغضاريات البحرية في هولندا على ثدييات وحبّات طلع مميزة للمناخ المعتدل لفترة الدانوب - الغونز بين الجليدية. والنباتات في التوضعات النهرية في انكلترا (كروميريان)، هي نباتات رباعية نموذجية تميز بشكل خاص فترة الغونز - المنديل بين الجليدية. ويستمر *Elephas meridionalis*، ويضاف إليه *Rhinoceros mercki* و *Hippopotamus major* و *Elephas antiquus* (حيوانات «حارة»).

سبب المناخ القاسي في فترة المنديل الجليدية اختفاء بعض الأنواع، ودعم استيطان أنواع أخرى يقال عنها «باردة» *Elephas trogontheri* و *Rhinoceros tichorhinus*، يضاف إليها خلال فترة الريس الجليدية *Elephas primigenius* (الماموت) الذي حفظ سليماً في الترب المتجلدة في سيبيريا وفي «أوزوسيريت» غاليسيا (شمال الكربات)، وهي فحوم هيدروجينية عطرية طبيعية. وقد رُسم هذا الفيل من قبل الإنسان في المستيريان.

خلال فترة تجاوز بين الجليدية الثالثة أعطت أشكال متحدرة من جنس *E. antiquus* منعزلة في جزر البحر الأبيض المتوسط الفيلة القزمة. وينحدر فيل أفريقيا الحالي من هذا الجنس، في حين ينحدر فيل آسيا من الماموت. أما أشكال فرس الماء فقريبة جداً من الأشكال الحالية.

تستمر الحيوانات الباردة في مرحلة الفورم، ويضاف إليها الوعل، والثور المعطر. وقد رافق هذه الثدييات الكبيرة عدد كبير من القواضم، والثدييات الصغيرة التي هي دالات ستراتغرافية تسمح بإقامة ترابطات على مسافات بعيدة، كما أنها دالات مناخية ذات فائدة في إعادة بناء الباليوجغرافيا.

في المناطق السهلية ذات المناخ المتوسط، انتشر *Bos primigenius* جد الثور الداجن الحالي، و *Equus caballus* الحصان الحالي الذي جاء من أمريكا الشمالية عبر آسيا، وتوزع في العالم قبل أن يختفي في موطنه الأصلي أثناء المرحلة الجليدية الأخيرة حيث كان سجين كماشة مناخية: مناخ بارد في الشمال وصحراوي في الجنوب، لم يتمكن من اجتيازه إلى أمريكا الجنوبية.



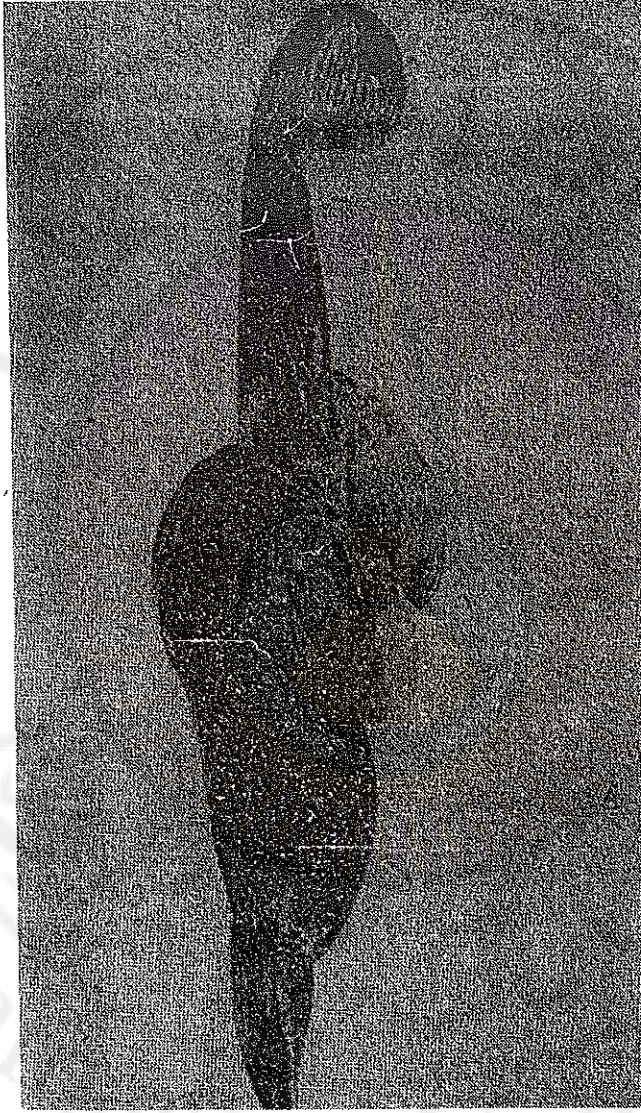
شكل - ٩٩ - الصناعات الإنسانية؛ ١- الحصى المصقولة؛ ٢- البفيليان، مصقولة الوجهين؛ ٣- أكيليان، مصقولة الوجهين منتظمة؛ ٤- ليفالواريان، شظايا كبيرة؛ ٥- تاياسيان، مدببة الرأس؛ ٦- مستيريان، نكاش، سكين؛ ٧- بيريفورديان، مداب؛ ٨- أورينياسيان، نكاش مدبب الرأس؛ ٩- سولوتريان، رأس حربة وإبرة؛ ١٠- مغدالينيان، سنارة؛ ١١- نيوليتي، فأس من حجر مصقول.

٤ - الباليوليتي الأعلى: الإنسان الحالي (*Homo sapiens*) الذي كان موجوداً منذ ١٠٠٠٠٠ إلى ٨٠٠٠٠ سنة، أي في المُستيريان، واستمر وجوده بعد ٣٥٠٠٠ سنة. وقد عرفت صناعة الأدوات منذ ذاك الحين تقدماً سريعاً: سكاكين متنوعة، مناشير... ثم أدوات أكثر اكتمالاً من أجل صناعة العظم والعاج. وقد ظهرت السهام العظمية الأولى في الوقت نفسه الذي ظهرت فيه التماثيل الأولى (شكل ١٠٠ وشكل ١٠١).



شكل - ١٠٠ - فينوس لوسيل وبيدها قرن (متحف الإنسان، باريس).

وفي مرحلة لاحقة، صنع الإنسان شفرات طويلة ناعمة شبيهة بأوراق الغار. وتميزت هذه الفترة القصيرة التي استمرت بضعة آلاف من السنين (حتى نحو ١٨٠٠٠ سنة). بمهارة الإنسان الذي اخترع الخياطة (إبر من العظم) والقوس النشّاب (السهم من العظم أيضاً).



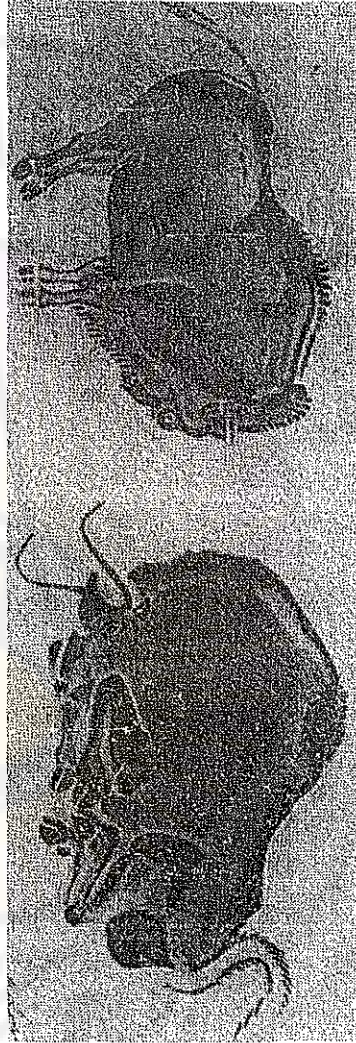
شكل - ١٠١ - فينوس ليسبون، منحوتة على ناب ماموت (متحف الإنسان، باريس).

بدأت من تَمَّ الحضارة المِغْدالينية (من - ١٨٠٠٠ سنة إلى - ١٠٠٠٠ سنة)، حيث بلغت صناعة العظم والعاج كمالاً نادراً: إبر، سنابير، كلاليب أحادية وثنائية التسنن. وكان الإنسان آنذاك صياداً ماهراً. وبلغ فن النقش عنده مرحلة متقدمة (شكل ١٠٢).

٥) خلال عشرة الآلاف سنة الأخيرة تعاقبت أربع حضارات هي: حضارة الصيادين أو الحضارة الميزوليتية، وحضارة المزارعين أو الحضارة النيوليتية، وحضارة المعدنين أو حضارة فجر التاريخ، وحضارة الكتبة أو حضارة التاريخ الحلي. ولكن هذه الحضارات، وبخاصة الحضارات الثلاث الأخيرة، لم تزدهر في كل مكان في الوقت نفسه. فالكتابة السومرية التي ظهرت في بلاد ما بين النهرين منذ نحو ٦٠٠٠ سنة لم تُعرف في أوروبا الغربية إلا النيوليتي، أي بعد ثلاثة آلاف سنة.

إن تطور الكرة الأرضية مستمر اليوم كما كان في العصور السابقة. فالقوالب مستمرة في تحركها (٢ سم في السنة لحركة فائق سان أندرياس الأفقية في كاليفورنيا. و٢ سم لحركة فائق عفار الشاقولية في أثيوبيا)، والقارات المستمرة في التشوه (النيوتكتونيك)، والصفائح بالتباعد، بحيث يتساءل المرء عما سيكون عليه وجه الأرض بعد ٥٠ مليون سنة (شكل ١٠٣).

الستراتغرافي، كرجل علم ومفكر، يلتصق بكوكبه، ويمعن البحث في مستقبله، ويستخلص من ذلك أمثلة جمة في التواضع. وهو إذ يمسك خلال برق حياته الخاطف بالزمن الذي فاتته، وبالمكان الذي بهره، إنما يجني بالمقابل قطعة من خلود.



شكل - ١٠٢ - رسوم على الصخر لتكوين البزوين والوعول (متحف الإنسان، باريس)



شكل - ١٠٣ - العالم بعد ٥٠ مليون سنة. وضعية القطب الجنوبي هي نفسها إنما مبععدة قليلاً باتجاه عقارب الساعة. يستمر كل من الأطلنطي، وبخاصة الأطلنطي الجنوبي، والأقيانوس الهندي بالتوسع على حساب الباسيفيكي. تتساح أستراليا نحو الشمال الغربي لتتصادم مع صفيحة أوراسيا. وينفصل شرق أفريقيا على امتداد «الريف» (البحر الأحمر، وفاق المشرق)، وتتساح أفريقيا نحو الشمال الغربي لتضيق البحر الأبيض المتوسط. ينفصل الجزء من كاليفورنيا الواقع إلى الغرب من قائق سان أندرياس عن القارة وينساح نحو الشمال الغربي كما يحدث حالياً بسرعة ٢سم/سنة. (بحسب ديتز وهولدن).

٥ - الرباعي في سوريا

تنتشر الأراضي الرباعية في مناطق عدة من الأراضي السورية والمناطق المجاورة وهي على النحو التالي:

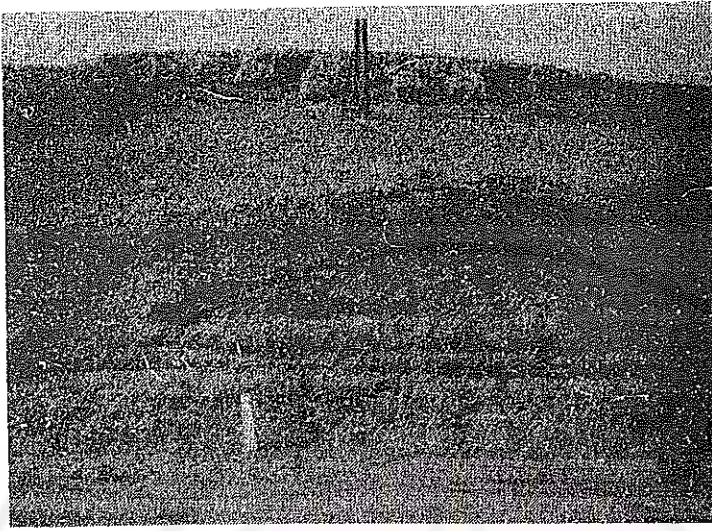
- رسوبات بحرية منتشرة على الساحل الشرقي للبحر الأبيض المتوسط، على شكل مصاطب. وهي بصورة عامة صخور رملية وكالكارينيتية ذات تطبيق مائل أو متصلب أحياناً (شكل ١٠٤).

- الحقيات نهرية تتمثل بالمصاطب في أودية أنهار دجلة، الفرات، العاصي، نهر الكبير الشمالي، الأردن..

- رسوبات بحيرية في الحفر الانهدامية الكبرى، كالحفر الواقعة على امتداد فالق المشرق (الريف): الغاب، البقعة، البقاع (شكل ١٠٥)، البحر الميت...، أو رسوبات بحيرية عذبة إلى سبخية في منخفضات حوضية رباعية أو قبل رباعية: حوض الدو، بحيرة الهيجانة، سبخة الموح، سبخة الجبول..

- صبات بازلية ناتجة عن النشاط البركاني الذي شمل عدة مناطق من البلاد خلال هذه الفترة، واستمر حتى تاريخ حديث جداً (بازلت خربة الأنباشي، منذ بضعة آلاف من السنين).

هذا، وتعتبر سوريا من أهم المناطق في العالم التي تزخر بآثار وبقايا إنسان العصور الحجرية وبفعاليات إنسان ما قبل التاريخ الجلي ونشاطاته في مجال صناعة الأدوات الحجرية المتنوعة، التي استخدمها في كافة نواحي حياته، في أمنه وغذائه واستقراره في الأرض التي كان أول من عرف الزراعة فيها.



شكل - ١٠٤ - توضعات الرباعي الشاطئية الرملية - الكالكارينيتية (منطقة الساحل السوري؛ اللاذقية).



شكل - ١٠٥ - طبقات الرباعي البحرية في سهول البقاع (زحلة) تبدو في الوسط طبقات رقيقة من الفحم (التورب).



المراجع العامة

BOULIN J., 1977 - Méthodes de la stratigraphie et géologie historique.
Masson, Paris.

DUNBAR C., 1964 - Historical Geology
Textbook of Geology, USA.

EICHER D.L. & McALESTER A.L., 1980 - History of the Earth.
Prentice - Hall. inc., USA.

GIGNOUX M., 1960 - Géologie stratigraphique.
Masson, Paris.

LOMBARD A., 1958 - Géologie sédimentaire: les séries marines.
Masson, Paris.

POMEROL CH., 1977 - Stratigraphie et Paléogéographie.
Doin, Paris.

معطي م.، ١٩٧٧ - الستراتغرافيا أو الجيولوجيا التطبيقية.
منشورات جامعة دمشق.



المصطلحات العلمية

من أجل مصطلحات علمية عربية يفيد منها العلماء العرب في مواكبة المسيرة العلمية العالمية، ينبغي اعتماد قواعد ناظمة لنقل المصطلح العلمي إلى اللغة العربية، كي لا تطفئ الصفة المراجعة على تعريب المصطلحات العلمية أو ترجمتها.

في إطار ترجمة المصطلح العلمي عن اللغات الأجنبية ينبغي الرجوع إلى مجامع اللغة العربية لوضع الكلمة العربية المقابلة للمصطلح العلمي الأجنبي.

أما في مجال تعريب المصطلح العلمي في اللغات الأجنبية ينبغي اتباع ما هو متفق عليه عالمياً في هذا المجال، أي كتابة المصطلح العلمي بأحرف اللغة المستخدمة دون ترجمته، حتى لو كانت الترجمة يسيرة. ونورد فيما يلي بعض القواعد المتفق عليها عالمياً في هذا المجال:

١ - تعريب المصطلحات العلمية ذات الأصل اليوناني، مثل:

علم الأرض	ولا تستبدل بـ	جيولوجيا	Géologie	Geology
علم الحياة	ولا تستبدل بـ	بيولوجيا	Biologie	Biology
علم الصخور	ولا تستبدل بـ	بتزوغرافيا	Pétrographie	Petrography

هذه الكلمات لم تُستبدل بترجمات في اللغة الإنكليزية أو الفرنسية... مع أن هذم الترجمات يسيرة جداً... وعليه لا يجوز استبدالها بترجمات في اللغة العربية.

هذا، ولا يخضع المصطلح العلمي بالضرورة إلى هذه القاعدة إلا إذا كان بكامله من أصل يوناني.

٢ - تعريب أسماء الصخور والفلزات والمعادن، مثل:

غرانيت	Granite	Granite
كوارتزيت	Quartzite	Quartzite

٣ - تعريب أسماء الأحقاب والأدوار والطوابق الجيولوجية:

تتميز أسماء الطوابق الجيولوجية في اللغات اللاتينية والانغلو سكسونية بنهاياتها «ian» أو «ien» (يان) (ألبان، نوريان، سكسونيان، شاتيان...). أما أسماء الأحقاب والأدوار الجيولوجية فنهايات أسمائها مختلفة ومتباينة، ولبعضها نهايات «ian». فمن أجل تمييز أسماء الطوابق، وهي كثيرة العدد جداً، عن أسماء الأحقاب والأدوار، من المستحسن والمفيد أن تقتصر النهايات «يان» على أسماء الطوابق فقط، وأن تُدِيل أسماء الأحقاب والأدوار بـ «ياء» النسبة: كربوني، برمي، جوراسي..

لقد اعتمدت في هذا الكتاب القواعد المشار إليها في نقل المصطلح العلمي الأجنبي إلى اللغة العربية.

المصطلحات

عربي	فرنسي	إنكليزي
- A -		
عمق سحيق	Abyss	Abyss
فعل	Action	Action
الحاق	Adjonction	Adjonction
ريحي	Eolien	Aeolian
عمر	Age	Age
عامل	Agent	Agent
غريب، (منقول)	Allochtone	Allochthonous
طمي، لحقي	Alluvial	Alluvial
طمي، لحقيات	Alluvion	Alluvium

Alteration	Altération	تفسخ
Alternation	Alternance	تناوب
Altimeter	Altimètre	مقياس الارتفاع
Altitude	Altitude	ارتفاع، غلو
Ammonite	Ammonites	أمونيتات
Ammonoids	Ammonoïdes	أمونويدات
Amber	Ambre	كهرمان
Amphibian	Amphibien	برمائي
Angular	Angulaire	زاوي
Anhydrite	Anhydrite	أنهيدريت
Anomaly	Anomalie	شدوذ
Antarctic Circle	Cercle antaractique	دائرة القطب الجنوبي
Anticline	Anticlinal	محدب، طية محدبة
Apparent	Apparent	ظاهري
Applied	Appliqué	تطبيقي
Aquatic	Aquatique	مائي
Archaeozoic	Archéozoïque	أركيوزوي (حقب الحياة البدائية)
Archipelago	Archipel	أرخبيل
Arctic Circle	Cercle Arctique	دائرة القطب الشمالي
Area	Aréa	رُقعة
Arete	Arête	رعن
Arid	Aride	قاحل
Asphalt	Asphalte	أسفلت، زفت
Asthenosphere	Asthenosphère	الغلاف الوهن
Astronomy	Astronomie	علم الفلك

Asymetry	Asymétrie	لا تناظر
Atmosphere	Atmosphère	الغلاف الجوي
Atolls	Atolls	جزر مرجانية
Axial	Axial	محوري
Azimut	Azimut	السمت

- B -

Barrier	Barrière	حاجز
Basement	Socle	ركيزة
Basin	Bassin	حوض
Batholith	Batholithe	باتوليت
Bathyal	Bathyal	عميق
Beach	Plage	شاطئ رملي
Bed	Couche	طبقة
Bed - rock		الطبقة الأساس
Bedding	Stratification	تطبق
Belemnites	Bélemnites	بلمنيتات
Belemnitoïdes	Bélemnitoïdes	بلمنيتويدات
Belt	Ceinture	حزام
Benthonic	Benthique	قاعي
Benthos	Benthos	قاعيات
Bioclastic	Bioclastique	بيورضيحي
Biogeography	Biogéographie	بيوجغرافيا
Biology	Biologie	بيولوجيا
Biosphere	Biosphère	الغلاف الأحيائي

Biostratigraphy	Biostratigraphie	بيوستراتغرافيا
Biozone	Biozone	نطاق أحيائي
Biozonation	Biozonation	نطاقية أحيائية
Bitumin	Bitume	خمر، بيتوم
Block	Bloc	جلمود
Breccia	Brèche	ريش

- C -

Calcareous	Calcaire	كلسي
Cape	Cap	رأس
Carbon	Carbone	كربون
Carbonate	Carbonate	كربونات
Carbonization	Carbonisation	تفحم
Cartography	Cartographie	كروتوغرافيا (رسم الخرائط)
Cave	Caverne	كهف
Cavernous	Caverneux	متكهف
Cement	Ciment	ملاط
Cenozoic	Cénozoïque	سينوزوي (حقب الحياة الحديثة)
Chain	Chaîne	سلسلة
Chalk	Craie	حوار
Chalky	Caryeux	حواري
Chenal	Canal	قناة
Chert	Silex	صوان
Chronology	Chronologie	كرونولوجيا (تأريخ)

Classification	Classification	تصنيف
Clastic	Clastique	رضيحي
Clay	Argile	غضار
Clayey	Argileux	غضاري
Cliff	Falaise	جدار
Climate	Climat	مناخ
Climatology	Climatologie	علم المناخ
Clinograph	Clinographe	راسم الميل
Clinometer	Clinomètre	بقياس الميل
Coal	Charbon	فحم
Coast	Côte	ساحل
Coastal	Côtier	ساحلي
Cohesion	Cohésion	تلاصق
Comet	Comète	مذنب
Compact	Compact	متراص
Compaction	Compaction	ارتصاص
Concordance	Concordance	توافق
Concordant	Concordant	متوافق
Concretions	Concrétions	عقد
Conformity	Concordance	توافق
Conglomerate	Conglomérat	كنغلوميرا، رصيص
Continent	Continent	قارة
Continental	Continental	قاري
Contour	Courbe de niveau	منحني التسوية
Convection	Convection	حملان

Convergence	Convergence	تقارب
Coprolite	Coprolithe	كوبروليت
Coral	Corail	مرجان
Coralline	Corallien	مرجاني
Corallite	Corallite	كوراليت
Core	Carotte	لبابة
Correlation	Corrélation	ترابط
Cosmic	Cosmique	كوني
Cretaceous	Crétacé	كريتاسي
Crinoïds	Crinoïdes	كريونيدات (زنايق البحر)
Cristalline	Cristallin	بلوري
Cristallisation	Cristallisation	تبلور
Cross - bedding	Stratification entrecroisée	تطبق متصالب
Cross section	Section transversale	مقطع عرضي
Crust	Ecorse	قشرة
Cryptozoic eon	Eon Cryptozoïque	دهر الحياة الخفية
Cuesta	Cuesta	كويسة
Current	Courant	تيار
Curvature	Courbure	نقوس
Cycle	Cycle	دورة

- D -

Decollement	Décollement	انفصال
Decomposition	Décomposition	تفكك

Deep	Profond	عميق
Deformation	Déformation	تشوه
Delta	Delta	دلتا
Deltaic	Deltaïque	دلتاوي
Denudation	Dénudation	تعرية
Deposit	Dépôt	توضّع
Deposited	Déposé	موضوع
Depression	Dépression	منخفض
Desert	Désert	صحراء
Detrita	Détrital	حطامي
Diaclasse	Diaclasse	شق
Diagenesis	Diagenèse	دياجينيز
Diatoms	Diatomés	مشطورات
Diatomaceous	Diatomé	دياتومي
Diatomite	Diatomite	دياتوميت
Differentiation	Différentiation	تمايز
Dike	Dyke	قاطع
Diorite	Diorite	ديوريت
Dipp	Pendage	ميل
Disconformity	Discordance	لاتوافق
Discontinuity	Discontinuité	انقطاع، لاستمرار
Dislocation	Dislocation	تخلّع
Displacement	Déplacement	إزاحة
Divergence	Divergence	تباعد
Detritic	Détritique	حطامي

Doline	Doline	دولية
Dolomitization	Dolomitisation	دلتة، دملت
Domè	Dôme	قبة
Downcreep	Glissement	انزلاق
Drift	Charriage	جرف، انجراف
Dunes	Dunes	كثبان

- E -

Earth	Terre	أرض
Ecology	Ecologie	إيكولوجيا (علم البيئة)
Effusive	Effusif	تدفقي
Endogenetic	Endogène	أندوجين، (داخلي المنشأ)
Environment	Milieu	بيئة
Eolian	Eolien	ريحي
Eon	Eon	دهر
Epirogenesis	Epirogenèse	ايروجينيز
Epoch	Epoque	عصر
Equatirial	Equatorial	إستوائي
Equatorial	Epirogénétique	ناري المنشأ
Era	Era	حقب
Erosion	Erosion	حت
Erratic block	Bloc érratique	جلمود تائه
Eruption	Eruption	اندفاع
Escarp	Escarpeement	جرف

Estuarine	Estuaire	خليج نهري
Eugeosyncline	Eugéosynclinal	مقر جيولوجي أساسي
Evaporation	Evaporation	تبخر
Evolution	Evolution	تطور
Extrusive	Extrusif	انبثاقي
Exosphere	Exosphère	الغلاف الخارجي

- F -

Facies	Faciès	سحنة
Family	Famille	فصيلة
Fault	Faille	فالق
Fauna	Faune	فونا (مجموع حيواني)
Ferruginous	Ferrugineux	حديددي
Field geology	Géologie de terrain	جيولوجيا حقلية
Flexure	Flexure	لي
Flint	Silex	صوان
Flora	Flore	فلورا (مجموع نباتي)
Fold	Pli	طية
Folding	Plissement	طي
Foliation	Foliation	تورق
Foraminifera	Foraminifères	منخربات
Foreland	Point de terre	طلبة اليابسة
Formation	Formation	تشكيلة
Fossil	Fossile	مستحاثات، أحفور
Fossilization	Fossilisation	استحاثات، تحفر

Fracture	Fracture	صدع
Fumarole	Fumerolle	يحموم

- G -

Gabbro	Gabbro	غابرو
Galaxy	Galaxie	الجرة
Gap	Lacune	ثغرة
Genus	Genre	جنس
Geochemistry	Géochimie	جيوكيمياء
Geodesy	Géodésie	جيوديزياء، علم المساحة
Geodynamic	Géodynamique	جيوديناميك
Geoide	Géoïde	جيويدي
Geology	Géologie	جيولوجيا، (علم الأرض)
Geomorphology	Géomorphologie	جيومورفولوجيا (علم شكل الأرض)
Geophysics	Géophysique	جيوفيزياء
Geothermal	Géothermal	جيوترمال
Geothermic	Géothermique	جيوترمي
Glaciation	Glaciation	تجلد
Glacier	Glacier	جليدية
Graben	Graben	غور
Graded bedding	Granoclasement	تطبق متدرج الحبيبات، ترتيب حبي
Granite	Granite	غرانيت
Graptolites	Graptolites	غرابتوليتات
Graywacke	Grauwacke	غرواك

Group	Groupe	مجموعة
Gypsum	Gypse	جبس، جبس

- H -

Hamada	Hamada	حمادة
Hard ground	Surface durcie	سطح متصلب
Hardness	Durété	قساوة
Hemera	Hemera	آونة، هيميرا
Hiatus	Hiatus	ثغرة رسوبية
Horst	Horst	نجد
Hydratation	Hydratation	تخميه
Hydrogeology	Hydrogéologie	هيدروجيولوجيا
Hydrosphere	Hydrosphère	الغلاف المائي

- I -

Igneous	Igné	ناري
Infratidal	Infratidal (Infralittoral)	تحت جزري (تحت شاطئي)
Infiltration	Infiltration	تسرب
Interbedding	Interstratification	تطبق بيني
Intertidal	Intertidal (Interlittoral)	(مدّ - جزري) بين شاطئي
Interglacial	Interglaciaire	بين جليدي
Intrusion	Intrusion	اندساس
Intrusive	Intrusif	اندساس، مندس

Ionosphere	Ionosphère	الغلاف الايوني
Isobath	Isobathe	متساوي العمق، متعاقب
Isochron	Isochrone	متساوي الزمن، متزامن
Isopach	Isopaque	متساوي الشخانة، متساخن
Isostasy	Isostasie	توازن القشرة الأرضية (إيزوستازيا)
Isotope	Isotope	نظير
Isthmus	Isthme	برزخ

- J -

Joint	شق
Joint	فاصلة تطبق

- K -

Kainozoic	Cénozoïque	سينوزي
Karst	Karst	كارست
Key bed	Couche repère	طبقة استدلال، طبقة دالة

- L -

Laccolites	Laccolite	لكوليت
Lacustrine	Lacustre	بحيري
Lagonn	Lagune	لاغونة
Landslide	Eboulement	انزلاق الأراضي
Laterite	Latérite	لاتيريت

Latitude	Latitude	نقط العرض
Lava	Lave	لاية
Lens	Lentille	عدسة
Lignite	Lignite	ليغيت
Limb	Flanc	جانب
Limestone	Calcaire	حجر كلسي
Limnic	Limnique	بحيري
Limonite	Limonite	ليمونيت
Lityfication	Petrification	تحجر
Lithofacies	Lithofaciès	سحنة صخرية
Lithology	Lithologie	ليتولوجيا (علم الصخور)
Lithosphere	Lithosphère	الغلاف الصخري
Littoral	Littoral	شاطئي
Loess	Loess	لويس

- M -

Magma	Magma	ماغما، مهل
Magnetism	Magnétisme	مغناطيسية
Magnetite	Magnétite	مغنيتيت
Mantel	manteau	معطف
Map	Carte	خارطة
Marker-bed	banc repère	طبقة دالة
Marl	Marne	مارن
Meander	Méandre	كوع نهري

Mesozoic	Mésozoïque	ميزوزوي
Metamorphic	Métamorphique	استحالي
Metamorphism	Métamorphisme	استحالة
Metasomatose	Métasomatose	استعاضة
Meteorite	Météorite	نيزك
Micropaleontology	Micropaléontologie	مكروالبيوتولوجيا (علم المستحاثات الدقيقة)
Mine	Mine	منجم
Mineral	Minéral	فلز
Mineralisation	Minéralisation	تفلز
Mineralogy	Minéralogie	منازلوجيا، علم الفلزات
Molasse	Molasse	مولاس
Mollusca	Mollusques	رخويات
Monoclinal	Monoclinal	أحادي الميل
Moraine	Moraine	مورينة
Mud	Boue	وحل
Mud craks	Fentes de dissication	شقوق الجفاف

- N -

Nano	Nano (nain)	قزم
Nappe	Nappe	غطاء
Nautiloïdea	Nautiloïdes	نوتيلويدات
Nebula	Nébuleuse	سديم
Nekton	Necton	السيحات
Neritic	Néritique	نيريقي

Non-conformity

لاتوافق على صخور نارية

Normal (fault)

Normal (faille)

عادي (فالق)

Nummulite

Nummulites

نمولىات

- O -

Ocean

Océan

أقيانوس (البحر المحيط)

Oceanography

Océanographie

أقيانوغرافيا (علم البحار المحيطة)

Offlap

Régression

انسحاب

Oil shale

حجر البسجيل

Oolitic

Oolithique

بيوضي، سرئي

Ooze

Boue

وحل

Orbit

Orbit

مدار

Ore

Minerai

خام

Organogenic

Organogène

عضوي المنشأ

Orogene

Orogène

أوروجين

Orogenesis

Orogenèse

أوروجينيز (عمليات تشكل

الاوروجينات أو الجبال)

Orography

Orographie

أوروغرافيا، (علم الجبال)

Ostracoda

Ostracoda

أستراكودا

Outcrop

Affleurement

تكشف

Overfault

Faille inverse

فالق عكسي

Overflow

Inondation

فيضان

Overfold

Pli déversé

طية منقلبة

Overthrust

Charriage

تحميل، حرف

Paleozoic	Paléozoïque	باليزوي
Paleozoology	Paléozoologie	علم الحيوان القديم
Paleobotany	Paléobotanique	علم النبات القديم
Paleogeography	Paléogéographie	باليو جغرافيا
Paleoclimatology	Paléoclimatologie	علم المناخ القديم
Palynology	Palynologie	بالينولوجيا
Pangea	Pangea	بانجيا
Paraconformity	Paraconformité	توافق ظاهري
Pebble	Galet	حصاة
Pedology	Pédologie	بيدولوجيا (علم التربة)
Pelagic	Pélagique	بيلاجي
Peneplain	Pénéplaine	سهل ممهد
Peninsula	Péninsule	شبه جزيرة
Period	Période	دور
Permeability	Perméabilité	نفاذية
Petrofacies	Pétrofaciès	سحنة صخرية
Petrogenesis	Pétrogenèse	بتروجينيز (نشأة الصخور)
Petrography	Péetrographie	بتروغرافيا (علم الصخور)
Petroleum	Petrol	نفط
Petrology	Pétrologie	علم الصخور، بتولوجيا
Phanerozoic	Phanérozoïque	دهر الحياة الجلية
Phase	Phase	مرحلة، طور

Phenomenon	Phénomène	ظاهرة
Phosphate	Phosphate	فوسفات
Photogeology	Photogéologie	فوتوجيولوجيا
Piedmont	Piémont	سفح، بيمون
Planet	Planète	كوكب
Plankton	Plancton	عوالق
Plate	Plaque	صفحة
Plateau	Plateau	هضبة
Platform	Plate-forme	سطيحة
Polarisation	Polarisation	استقطاب
Plutonic	Plutonique	بلوتوني
Pollen	Pollien	حببات الطلع
Porosity	Porosité	مسامية
Pollution	Pollution	تلوث
Post - glacial	Post - glaciaire	بعد جليدي
Preglacial	Antéglaciaire	قبل جليدي
Prospection	Prospection	تنقيب، استكشاف
Proterozoic	Proterozoïque	بروتروزوي (حقب فجر الحياة)
Pyroclastic	Pyroclastique	بيروضيخي (بيروضيخي أو بيروضيخي) لم

- Q -

Quarry	Carrière	مقلع
Quaternary	Quarternaire	رباعي (دور جيولوجي)

- R -

Radioactivity	Radioactivité	نشاط إشعاعي
Ravine	Ravin	مسيل
Reef	Recif	رصيف (كلمة عربية الأصل)
Recrystallisation	Recrystallisation	إعادة تبلور
Regression	Regression	انسحاب (البحر)
Rejuvenation	Rajeunissement	تجدد الشباب، تصابي
Relief	Relief	تضريس
Resistivity	Resistivité	مقاومية
Reworked	Remanié	معاد الترسب، منقح
Ridge	Dorsale	ضهرة
Reverse (fault)	Inverse (faille)	عكسي (فالق)
Ripple Marks	Rides	تجاعيد
Rock	Roche	صخر

- S -

Salinity	Salinité	ملوحة
Sand	Sable	رمل
Sandstone	Crès	حجر رملي
Saturation (zone)	Saturation (zone)	تشبع (نطاق)
Scarp	Escarpeement	جرف
Schist	Schiste	شيبست

Schistosity	Schistosité	شسترة
Scoria	Scories	خبث
Sediment	Sediment	راسب (ج. رواسب)
Sedimentation	Sédimentation	ترسب
Sedimentary (Rock)	Sédimentaire (Roche)	رسوبي (صخر)
Sequence	Séquence	متتالية
Shelf	Seuil	عتبة
Shell	Coquille	قوقعة
Shelly	Coquiller	قوقعي
Shield	Bouclier	مجن (درع)
Shore	Rivage	شاطئ
Siliceous	Siliceux	سيليسي
Slump	Eboulis	مهيلات
Slumping	Eboulement	انهيار (ج. انهيارات)
Soil	Soil	تربة
Stage	Etage	طابق
Stratification	Stratification	تطبق
Stratigraphy	Srtatigraphie	ستراتغرافيا
Stratosphere	Stratosphère	الغلاف الطبقي (طبقة الجو العليا)
Stratum	Strate	طبقة
Strike	Direction	اتجاه
Structure	Structure	بنية
Subduction	Subduction	انغراز
Subsidenece	Subsidence	تهابط
Succession	Succession	تعاقب

Supratidal	Suptatidal (Supralittoral)	فوق مدّي (فوق شاطئي)
Superposition	Superposition	تنضد
Symmetry	Symétrie	تناظر
Synchronism	Synchronisme	تواقت
Syncline	Synclinal	مقعر (طية مقعرة)
System	Système	منظومة

- T -

Tabular	Tabulaire	مائلدي
Tectogene	Tectogène	تكتوجين
Tectogenesis	Tectogénèses	تكتوجينيز
Tectonics	Tectonique	تكتونية
Terra	Terrasse	مصطبة
Terrarossa	Terrarossa	تربة حمراء
Terrigene	Terrigène	أرضي المنشأ
Thickness	Epaisseur	ثخانة
Texture (Rock)	Texture (roche)	نسيج (صخر)
Thickness	Epaisseur	ثخانة
Throw (fault)	Rejet (faille)	رمية (فالق)م
Thrust	Chevauchement	تراكب
Tide	Marée	المد والجزر
Torrent	Torrent	سيل
Topography	Topographie	طبوغرافيا
Tracks, Trails	Traces	آثار حركة الحيوانات على الرسوبات
Trilobita	Trilobites	تربلوبيئات (ثلاثيات الفصوص)

Transgression	Transgression	تجاوز (بحر)
Trap	Piège	مصيدة
Travertine	Travertin	ترافرتان
Tropic	Tropique	مداري
Tsunamis	Tsunamié	تسوناميا (زلزال تحت بحري)
Turbidity (current)	Turbidité (courant)	عكر (تيار)

- U -

Unconformity	Discordance	لاتوافق
Uniformitarianism	Uniformitarisme	مبدأ وحد التشكل
Upbrust	Eruption	اندفاع، ثوران (بركان)
Uplift	Soulèvement	مرتفع
Upwelling (current)	Remonté (courant)	تيار الماء الصاعد

- V -

Volatiles (element)	Volatiles (éléments)	طيارة (عناصر)
Volcano	Volcan	بركان
Volcanology	Volcanologie	فلكانولوجيا (علم البراكين)

- Z -

Zonation	Zonation	نطاقية
Zone	Zone	نطاق

الفهرس

٥	مقدمة
٧	الفصل الأول: التاريخ الجيولوجي
٧	١ - التاريخ النسبي
١٥	٢ - التاريخ المطلق
١٩	الفصل الثاني: الأصول
١٩	١ - عمر الأرض
٢١	٢ - نشأة الأرض
٢٥	٣ - نشأة الحياة
٣٣	الفصل الثالث: البريكمبري
٣٣	صفات عامة
٣٣	١ - الحدود والتقسيمات
٤٢	٢ - طرائق دراسة البريكمبري
٤٨	٣ - الحياة في البريكمبري
٥٩	٤ - لمحة باليوجرافية
٦٥	٤ - ١ - الدرع الأفريقي
٧١	٤ - ٢ - الدرع الكندي
٧٨	٤ - ٣ - بريكمبري المناطق الأوروبية
٨١	٤ - ٤ - الدرع البلطقي
٨٢	٤ - ٥ - بريكمبري الألب السكندنافية
٨٢	٤ - ٦ - بريكمبري الجزر البريطانية
٨٤	٤ - ٧ - البريكمبري في سوريا والمناطق المجاورة
٨٩	الفصل الرابع: الباليوزوي
٨٩	صفات عامة
٩٠	١ - الحدود والتقسيمات
٩١	٢ - لمحة باليونتولوجية
٩٣	٣ - لمحة باليوجرافية

٩٥	 الأزمئة الكاليدونية
٩٥	١ - الحدود والتقسيمات
١٠٦	٢ - الخصائص الباليونتولوجية
١٠٩	٣ - لمحة باليوغرافية
١١٠	٣ - ١ - أوروبا الغربية وشمال أفريقيا
١١١	٣ - ٢ - الباليوزوي الأدنى في سوريا
١١٥	الديفوني: دور انتقال
١١٥	١ - الحدود والتقسيمات
١١٧	٢ - الخصائص الباليونتولوجية
١٢٢	٣ - لمحة باليوغرافية
١٢٣	٣ - ١ - الديفوني في الميزوجي والمناطق المجاورة
١٢٣	٣ - ٢ - قارة الرمال الحمر العتيقة
١٢٣	٣ - ٣ - المقعر الجيولوجي الهرسيني أو الميزوجي الشمالي
١٢٤	٣ - ٤ - الميزوجي الجنوبي
١٢٥	٣ - ٥ - الديفوني في سوريا
١٢٧	الأزمئة الهرسينية
١٢٧	صفات عامة
١٢٧	١ - الحدود والتقسيمات
١٢٧	١ - ١ - الكربوني
١٣١	١ - ٢ - البرمي
١٣٢	٢ - الخصائص الباليونتولوجية
١٣٦	٣ - لمحة باليوغرافية
١٣٦	٣ - ١ - إكربوني في المناطق الميزوجية
١٣٩	٣ - ٢ - إكربوني والبرمي في سوريا
١٤٣	الفصل الخامس: الميزوزوي
١٤٣	صفات عامة
١٤٤	١ - الحدود والتقسيمات
١٤٩	٢ - لمحة باليوونتولوجية
١٥٢	٣ - لمحة باليوغرافية

١٥٩	الترياس
١٥٩	١ - الحدود والتقسيمات
١٦٣	٢ - الخصائص الباليونتولوجية
١٧٢	٣ - لمحة باليوغرافية
١٧٩	٣ - ١ - قارة غوندوانا
١٨٣	٣ - ٢ - الترياس في سوريا
١٨٧	الجوراسي
١٨٨	١ - الحدود والتقسيمات
١٩٢	٢ - الخصائص الباليونتولوجية
١٩٨	٣ - لمحة باليوغرافية
٢٠٤	- الجوراسي في سوريا
٢٠٩	الكريتاسي
٢١٠	١ - الحدود والتقسيمات
٢١٢	٢ - الخصائص الباليونتولوجية
٢١٦	٣ - لمحة باليوغرافية
٢٢٢	- الكريتاسي في سوريا
٢٢٥	الفصل السادس: السينوزوي
٢٢٥	صفات عامة
٢٢٦	١ - الحدود والتقسيمات
٢٢٩	٢ - لمحة باليوونتولوجية
٢٣٢	٣ - لمحة باليوغرافية
٢٣٩	الباليوجين
٢٣٩	١ - الحدود والتقسيمات
٢٤٢	٢ - الخصائص الباليونتولوجية
٢٤٤	٣ - لمحة باليوغرافية
٢٤٦	- الباليوجين في سوريا
٢٥١	النيوجين
٢٥١	١ - الحدود والتقسيمات
٢٥٢	٢ - الخصائص الباليونتولوجية

٢٥٨	٣ - لمحة باليوغرافية
٢٥٩	- النيوحين في سوريا
٢٦٣	الرباعي
٢٦٣	١ - الحدود والتقسيمات
٢٦٥	٢ - الوقائع القارية
٢٦٩	٣ - الفترات البحرية
٢٧١	٤ - الإنسان وفعالياته
٢٧٥	٥ - الرباعي في سوريا
٢٨١	المراجع العامة
٢٨٣	المصطلحات العلمية
٣٠٥	الفهرس