

4.2. - SEQUENCES SEDIMENTAIRES ET SEQUENCES TAPHONOMIQUES

(S. FERNANDEZ-LOPEZ)  
(Traduction J. CANEROT).

I

L'objet de cet article est d'exposer et d'analyser quelques concepts tels que, par exemple, celui de "séquence condensée" et celui de "séquence taphonomique". Ces concepts, ainsi que d'autres, relevant de la taphonomie évolutive, sont utilisés pour interpréter les diverses associations enregistrées dans les matériaux du Jurassique moyen de Caudiel.

II

Les ~~associations~~<sup>relations</sup> entre différents matériaux successifs permettent de mettre en évidence le fait de savoir si les propriétés stratigraphiques varient graduellement à la verticale (dans le cas des séquences) ou non (si elles délimitent des discontinuités). Il s'agit aussi de savoir si, lorsque les matériaux considérés sont d'origine sédimentaire, on peut parler de séquences et de discontinuités sédimentaires, respectivement. Les séquences sédimentaires constituent des corps rocheux d'épaisseur positive, limités par deux discontinuités sédimentaires qui représentent des changements notables dans le milieu de sédimentation. De ce fait, toute séquence sédimentaire peut être considérée comme résultant d'une série d'événements successifs liés entre eux par une polarité. Autrement dit, à chaque séquence sédimentaire correspond une structure temporelle. De plus, chaque séquence occupe une place dans la dynamique sédimentaire du bassin et, par voie de conséquence, présente une nature déterminée et une structure spacio-temporelle concrète.

Ainsi compris, le concept de séquence sédimentaire permet d'identifier des polarités scalaires et non des taux et des intensités d'enregistrement sédimentaire par unité de temps. Il s'agit d'un concept relationnel, non d'un concept quantitatif, bien que dans quelques cas concrets on puisse parvenir à quantifier la durée de la série d'événements successifs en utilisant d'autres concepts. De plus, les séquences sédimentaires constituent un exemple de la dissociabilité des processus spécifiques par rapport aux processus génériques : la durée totale correspondant à une séquence sédimentaire est égale à la somme des durées d'enregistrement sédimentaire à laquelle il faut ajouter les durées sans enregistrement et l'épaisseur totale de la séquence sédimentaire est égale à la somme des épaisseurs partielles respectives. Ces deux affirmations sont valables au moins théoriquement, bien que non empiriquement, mais la vitesse moyenne de sédimentation de la séquence est indépendante (dissociable) de la vitesse de sédimentation des différentes parties qui l'intègrent. Pour ces raisons, l'identification d'une séquence condensée donnée ou d'un niveau ou horizon de condensation concret est basée sur une interprétation relative ("opérativiste") d'une série d'événements enregistrés par rapport à ceux d'une autre séquence dont la puissance est supérieure. Dans une telle interprétation on ne tient pas compte de la vitesse de sédimentation durant les événements individuels mais on s'intéresse exclusivement à l'ensemble de tous les événements, à l'épaisseur totale du sédiment et à l'intervalle temporel correspondant. On ne tient pas non plus compte des différences entre chacun des événements individuels qui ont déterminé les séquences sédimentaires ou entre ceux qui ont provoqué les discontinuités. On peut affirmer qu'une séquence sédimentaire présente un caractère condensé lorsque on la compare à une autre séquence de plus grande

épaisseur, utilisée comme référence "normale" et qui correspond au même intervalle temporel ou à un intervalle de durée équivalente. De cette façon on peut même reconnaître différents "degrés de condensation" au sein de différentes séquences sédimentaires pour lesquelles nous pouvons utiliser divers adjectifs (minimum, considérable, extrême, ...) mais le concept de condensation ainsi utilisé demeure <sup>non</sup> quantitatif et, en outre, ce concept est indépendant de la durée temporelle représentée pour chacune des séquences partielles qui intègrent les séquences comparées. La réduction d'épaisseur au sein de chaque séquence concrète peut être due à une intensité et/ou à une durée plus faibles de chaque événement séquentiel individuel ou à une modification de la nature, de la fréquence et de la variabilité des événements séquentiels. Ainsi, contrairement à ce qui a été fréquemment écrit, les différences d'épaisseur ou de puissance des sédiments pour un intervalle temporel déterminé, ou pour des intervalles de durée équivalente, ne constituent pas un critère d'estimation du taux de sédimentation des matériaux enregistrés. Les matériaux condensés, qui sont le résultat d'une sédimentation extrêmement lente ou nulle durant un intervalle temporel important, constituent des séquences condensées ou des horizons de condensation. Cependant les séquences condensées ou les horizons de condensation peuvent être constitués de matériaux non condensés.

D'un autre côté, une séquence sédimentaire quelconque peut contenir des fossiles qui, indépendamment d'autres méthodes relationnelles comparatives, nous permettent d'établir des relations temporelles entre différentes séquences partielles ou entre différentes séquences locales, qu'elles soient superposées ou en disposition latérale. Une association de fossiles ou une association enregistrée peuvent être contenues dans un ou plusieurs niveaux stratigraphiques (sédimentaires ou non) mais la condensation stratigraphique et la condensation taphonomique correspondent à des processus indépendants.

La condensation taphonomique est le processus de mélange de restes et/ou de témoins d'entités biologiques historiquement successives (S. FERNANDEZ-LOPEZ, 1984). Par ailleurs les associations enregistrées dans les matériaux des séquences condensées, y compris dans le cas de restes d'organismes pélagiques, ne sont pas nécessairement des associations condensées. En conclusion, le caractère condensé d'une association enregistrée doit être contrôlé (confirmé et/ou réfuté) grâce à des critères taphonomiques et non par des critères biocronologiques "a priori" ou par des arguments sédimentologiques ou stratigraphiques.

### III

Les séquences sédimentaires sont contrôlables indépendamment par des critères lithologiques et structuraux, observables directement ou indirectement. Or, les séquences sédimentaires peuvent aussi être considérées comme transmettrices d'information relative à des entités biologiques du passé ou, plus concrètement, comme des phases d'enterrement et/ou de recueil de restes et/ou témoins d'entités biologiques disparues. C'est pourquoi, considérées comme transmettrices d'information, elles ne sont pas les agents déterminants de l'information enregistrée et, en conséquence, un matériel non fossilifère ne constitue pas une preuve d'un environnement azoïque du passé. De même, un sédiment fossilifère n'implique pas que l'environnement sédimentaire ou d'autres environnements synchrones fussent pourvus des entités biologiques productrices des restes et/ou témoins qu'il contient. Dans le cas de restes d'entités biologiques qui ne vécurent pas enterrées, les discontinuités sédimentaires locales correspondent à des phases locales, de non-enterrement et/ou d'enterrement des entités conservées considérées. Cependant les phases de non-

dépôt et/ou d'érosion, bien que provoquant souvent des pertes locales au sein de ces entités conservées, peuvent donner lieu à la concentration de restes organiques par élimination de sédiment. En outre, au cours des phases de non-dépôt, quelques éléments conservés peuvent subir des transformations qui augmentent leur durabilité et, à la reprise de la sédimentation, ils se trouveront probablement intégrés comme particules sédimentaires à la base de la séquence suivante ou même constitueront des taphons de conservabilité supérieure à celle des taphons déposés simultanément (S. FERNANDEZ-LOPEZ, 1985).

D'un autre côté, pendant une phase d'équilibre sédimentaire, dynamique, la polarité énergétique sous-jacente détermine des variations dans les propriétés des entités conservées. Par exemple, les variations de l'état de conservation des entités enregistrées pourront se trouver en relation avec une lente dégradation de la turbulence ou avec un régime de turbulence croissante. Ainsi, on rencontre des séquences sédimentaires à la base desquelles prédominent les éléments réélaborés et qui, à l'approche du sommet, présentent une prédominance croissante d'éléments resédimentés et accumulés respectivement, et vice versa. Toutefois il convient de souligner le fait que l'organisation séquentielle des entités enregistrées qui constituent une séquence taphonomique doit se faire en tenant compte des relations entre leurs états respectifs de conservation. Ainsi, considérée au sens strict, une séquence taphonomique est constituée de deux entités enregistrées au moins, topologiquement successives, qui diffèrent sur quelques unes de leurs propriétés résultant de l'altération taphonomique. Par conséquent, une séquence taphonomique peut être considérée comme résultant d'une série d'événements successifs, reliés entre eux par une polarité et exprimés par des entités conservées dans des environnements distincts. Cependant, à la différence des séquences sédimentaires, les séquences taphonomiques sont dépourvues d'épaisseur, de longueur ou de puissance concrète. Il s'agit d'un concept qui implique des relations entre entités correspondant à des corps rocheux d'épaisseur positive mais qui, en tant que telles, tout comme les entités enregistrées supraindividuelles, ne possèdent ni épaisseur, ni longueur ni puissance. A partir des éléments d'une association enregistrée sous forme d'un corps rocheux nous pouvons distinguer diverses associations qui ont été successivement produites et la séquence taphonomique correspondante, en tenant compte des relations topologiques entre ses éléments et l'ordre temporel de fossilisation. Ainsi, dans le cas des Ammonites, à partir d'une association mélangée qui renferme des éléments réélaborés et accumulés, nous pouvons affirmer que l'association réélaborée est plus ancienne que celle qui a été accumulée et que, dans le cas où les éléments accumulés sont de dimension moindre à celle des éléments réélaborés du même taphon, cela implique qu'il se produisit une dégradation de la turbulence durant le processus de mélange (S. FERNANDEZ-LOPEZ, 1979).

Il convient également de signaler que les variations entre des associations enregistrées successives peuvent être dues à des facteurs historiques (différences écologiques et/ou évolutives entre les entités biologiques correspondantes), productifs et/ou altératifs. A conditions historiques et productives égales, on peut espérer que la concentration de restes organiques dans le sédiment augmente ou diminue, en relation avec la diminution ou l'augmentation respectives du taux de sédimentation. Dans chacun des deux cas, la concentration d'éléments enregistrés variera parallèlement à la concentration de métallo-génétiques dans le sédiment et, de plus, cette évolution parallèle favorisera ou rendra au contraire difficile la conservation de restes organiques minéralisés. Toutefois, la concentration de restes ne dépend pas uniquement de l'énergie externe disponible dans le taphosystème, mais encore de la covariance dans

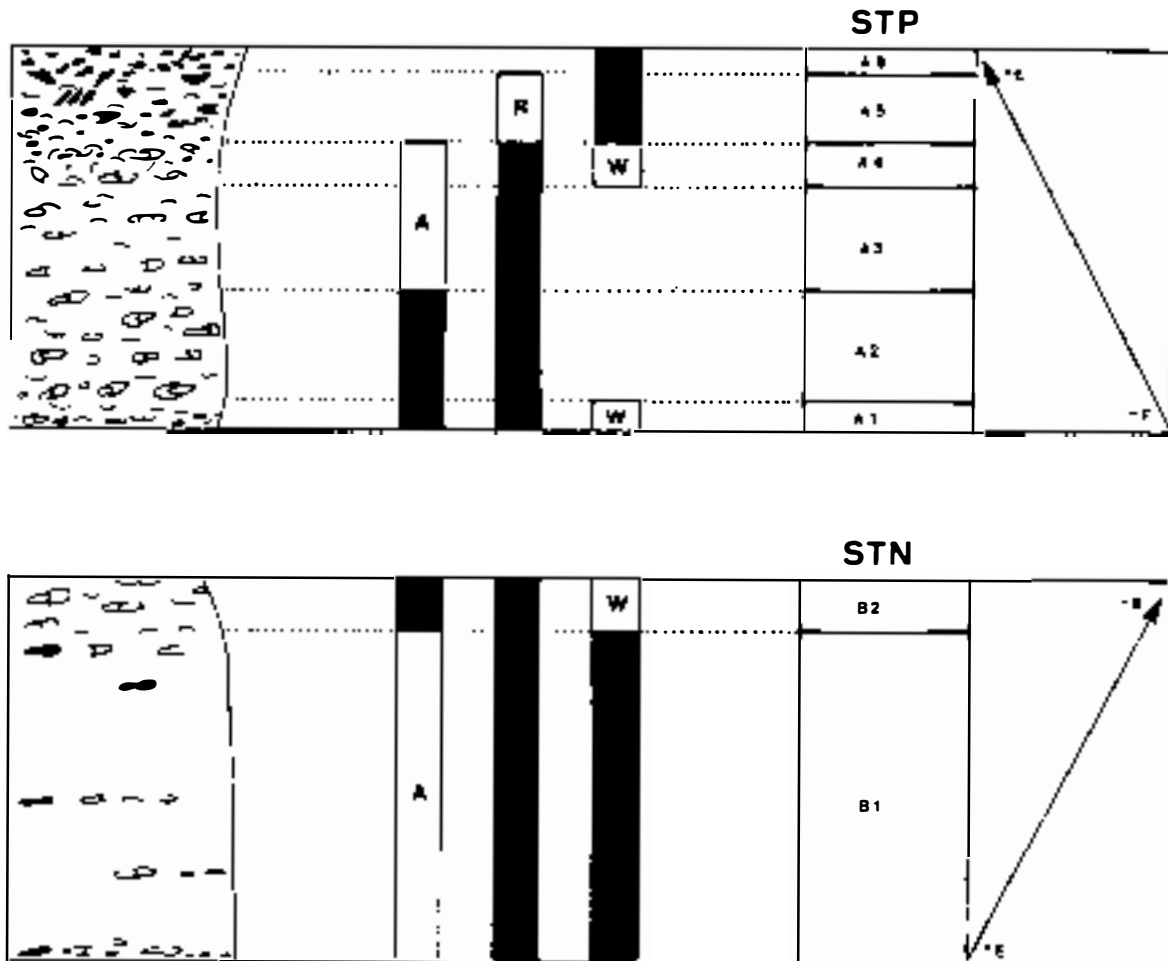


Fig. 6 - Schémas des séquences taphonomiques positives (STP) et négatives (STN) établies en tenant compte des relations entre les niveaux de distribution verticale des coquilles d'Ammonites accumulées (A), resédimentées (R) ou "reélaborées" (W).  
Chaque niveau de distribution est représenté par un rectangle et la couleur noire souligne l'intervalle de fréquence maximum.  
Dans les colonnes stratigraphiques, les Ammonites "reélaborées" sont représentées en noir afin d'opérer une distinction avec les éléments accumulés ou resédimentés.

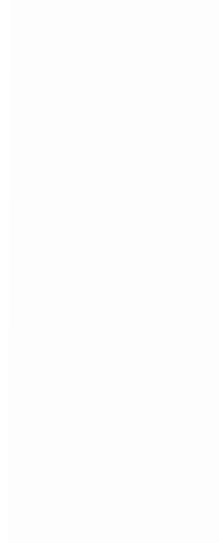
- 120 -



## PLANCHE I

1. - Exemple de séquence sédimentaire de polarité énergétique croissante (Coupe VI, niveaux 14 -16), dans laquelle s'observe une grande concentration de restes squelettiques à degrés de conservation variés. Les éléments resédimentés (R) prédominent dans la partie inférieure, tandis que vers le sommet de la séquence, les éléments "reélaborés" (W) deviennent de plus en plus abondants. La surface supérieure de l'ensemble, sur laquelle s'appuie l'échelle centimétrique, correspond à une surface de remaniement qui tronque les macro-fossiles (ST).

2. - Structure de type Thalassinoïdes, dans des matériaux du Bajocien moyen (toit de niveau 23 C 9). Le matériel qui remplit les cavités formées par bioturbation correspond au Bajocien supérieur (niveau 23 C 10).



les distributions d'autres facteurs productifs et historiques (écologiques et/ou évolutifs). Pour cette raison, la concentration en éléments conservés n'augmente pas nécessairement et indéfiniment avec l'énergie externe disponible dans le taphosystème. On ne peut pas non plus affirmer, comme cela s'est produit parfois, que la concentration de coquilles d'Ammonites enregistrées dans les sédiments est directement proportionnelle (et donc un indicateur) à la bathymétrie ou au "degré d'océanité" de l'environnement sédimentaire correspondant.

Le concept de discontinuité taphonomique est analogue à celui de discontinuité sédimentaire et contraire à celui de séquence taphonomique. Tout comme l'identification de séquences sédimentaires successives permet de déterminer l'existence de discontinuités sédimentaires, l'identification de séquences taphonomiques successives permet aussi de reconnaître l'existence de discontinuités taphonomiques.

#### IV

L'analyse de l'état de conservation des coquilles d'Ammonites enregistrées dans des matériaux du Dogger de Caudiel permet d'établir deux classes de séquences taphonomiques, de polarité différente, que nous pouvons appeler "positives" ou "négatives". Dans les séquences positives, on peut identifier au moins deux des classes d'associations topologiquement successives ci-après (Fig. 6).

A1. - Constituée(s) d'éléments accumulés, resédimentés et/ou réélaborés, irrégulièrement distribués.

A2. - Les éléments accumulés dominent les éléments resédimentés et, dans tous les cas, les éléments isolés apparaissent en position horizontale et irrégulièrement distribués ; il n'y a pas d'éléments réélaborés.

A3. - Caractérisée(s) par la prédominance d'éléments resédimentés par rapport aux éléments accumulés. Il n'y a pas d'indices de réélaboration mais les coquilles resédimentées peuvent se situer en position inclinée ou verticale et, souvent, présenter leur surface convexe tournée vers le haut.

A4. - Les éléments resédimentés sont plus abondants que ceux qui sont accumulés ou réélaborés. Les coquilles resédimentées se regroupent habituellement en s'emboîtant.

A5. - Constituée(s) d'éléments réélaborés et resédimentés, qui peuvent localement être regroupés en s'imbriquant. Il n'y a pas d'éléments accumulés. Quelques éléments réélaborés peuvent présenter des facettes ellipsoïdales d'usure dans le dernier quart de spire conservé ou des sillons annulaires d'usure.

A6. - Seuls existent des éléments réélaborés qui peuvent présenter des vestiges de diverses phases de réélaboration et des caractères résultant de la dissolution de leurs coquilles, outre des concentrations de résidus insolubles à gradient centripète.

Chacune de ces séquences taphonomiques positives met en évidence l'augmentation graduelle de l'énergie externe du taphosystème, en relation avec une diminution graduelle du caractère marin du fond local. Dans les matériaux bajociens de Caudiel on peut observer des séquences de type A1-A5, mais dans les matériaux calloviens les séquences sont de type A1-A6. Ce dernier terme de la séquence taphonomique positive, A6, peut avoir été formé dans des environnements inter et supratidaux.

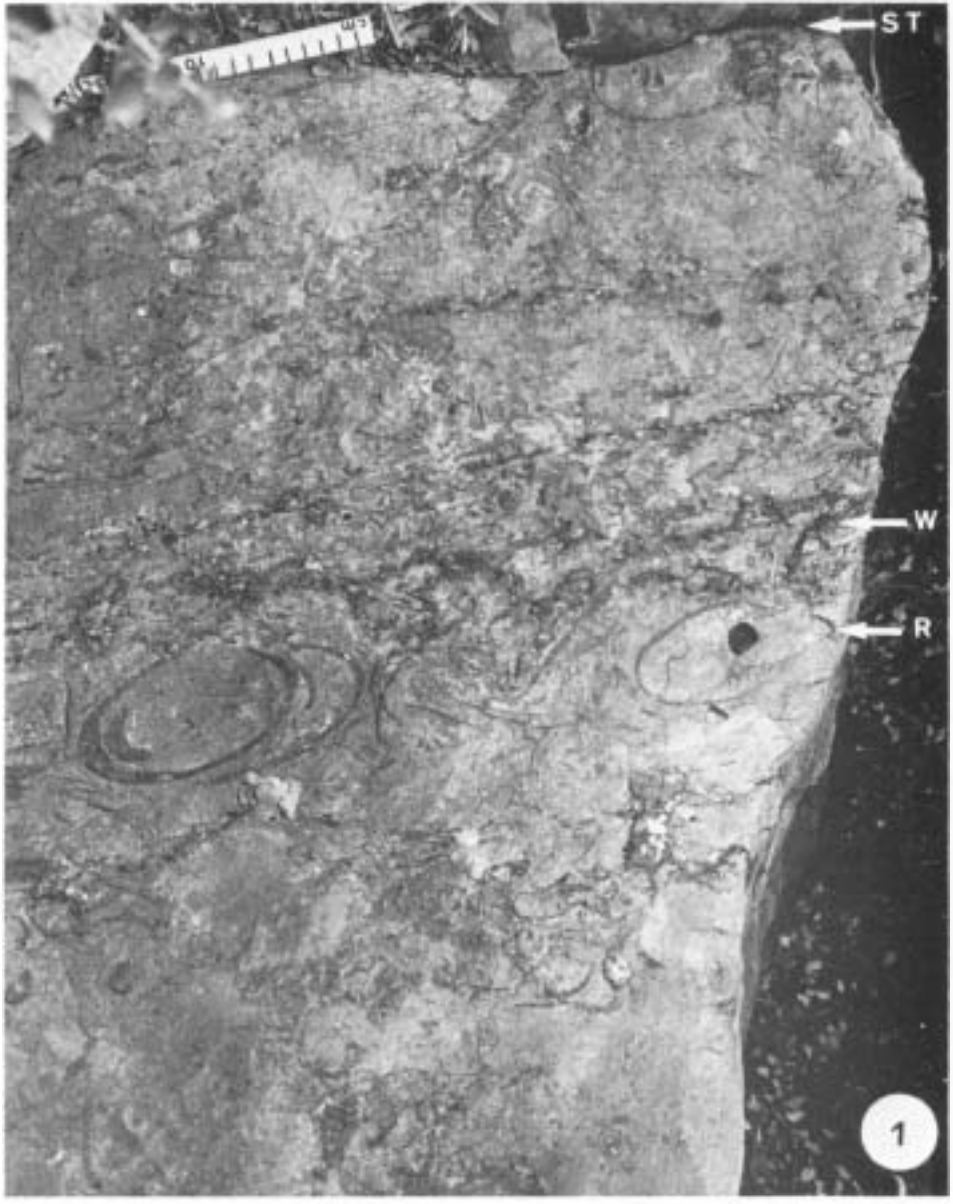
Au contraire, dans les matériaux bathoniens de cette région les séquences taphonomiques sont négatives et se trouvent constituées au moins des deux termes successifs suivants :

B1. - Association(s) d'éléments réélaborés ou resédimentés ; les éléments accumulés sont exceptionnels ou manquent.

B2. - Association(s) d'éléments resédimentés ou accumulés ; les éléments réélaborés sont exceptionnels ou manquent.

Cette séquence taphonomique négative est le résultat d'une dégradation de la turbulence dans l'environnement sédimentaire.

Pour terminer, nous pouvons, à partir de ces données, tirer une conclusion d'intérêt biostratigraphique. Toute association mélangée, constituée d'éléments réélaborés et resédimentés ou accumulés, est une association condensée qui peut être enregistrée ou non sous forme de matériaux condensés. Mais lorsque ces associations mélangées constituent le terme topographique inférieur d'une séquence taphonomique positive ou négative, telle que celles qui ont été précédemment décrites, elles ne constituent jamais la preuve de l'existence d'un matériau condensé.



STRATA

Actes du Laboratoire de Géologie  
Sédimentaire et Paléontologie  
de l'Université Paul - Sabatier  
Toulouse

série 2 : mémoires

LE JURASSIQUE DES  
IBERIDES ORIENTALES  
(ESPAGNE)

- GENERALITES
- LIVRET. GUIDE D'EXCURSION

**J. CANEROT**

**A. GOY et Coll.**

