

# Influence du confinement géographique des espèces fossiles sur l'élaboration d'échelles biochronologiques et sur les corrélations

Autor(en): **Guex, Jean**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles**

Band (Jahr): **74 (1978-1979)**

Heft 354

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-277408>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN N° 230 des Laboratoires de Géologie, Minéralogie, Géophysique  
et du Musée géologique de l'Université de Lausanne

## **Influence du confinement géographique des espèces fossiles sur l'élaboration d'échelles biochronologiques et sur les corrélations<sup>1</sup>**

PAR

JEAN GUEX<sup>2</sup>

*Résumé.* – Les espèces géographiquement confinées engendrent une multiplication du nombre d'associations unitaires sans signification chronologique. Ce fait implique qu'une interprétation directe d'une suite ordonnée d'associations unitaires en termes de «zones» peut conduire à des corrélations temporelles fausses.

A titre d'exemple, on analyse ici les causes des contradictions qui apparaissent lorsqu'on compare les corrélations basées sur les conodontes et celles qui sont établies à l'aide des ammonites dans le Trias inférieur des Salt Ranges (Pakistan).

### INTRODUCTION

Pour établir une échelle de temps relative basée sur des espèces fossiles dont on ne connaît pas les liens phylogénétiques, il est nécessaire de commencer par mettre en évidence les relations d'association et d'exclusion entre ces espèces.

Dans un précédent article (GUEX, 1977) nous avons proposé une méthode qui permet d'établir une image exacte de ces relations: les définitions des concepts utilisés, de même que la méthode proprement dite, ne seront donc pas redonnés ici.

Le problème posé par l'effet des discontinuités et des hétérochronies dans la distribution spatiale des espèces sur la construction d'une échelle biochronologique n'a cependant été discuté que brièvement (*op. cit.* p. 319). L'objet du présent travail est d'étudier plus avant cette question.

### HÉTÉROCHRONIES ET DISCONTINUITÉS

#### DANS LA DISTRIBUTION SPATIALE DES ESPÈCES

Il est trivial de noter que des espèces synchrones mutuellement exclusives pour des raisons écologiques (=biogéographiques s.l.) ou documentaires (=échantillonnage insuffisant, non-préservation) sont génératrices d'as-

<sup>1</sup> Travail achevé dans le cadre du projet 2.024.078 du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique.

<sup>2</sup> Institut de Géologie, Palais de Rumine, 1005 Lausanne.

sociations unitaires sans signification chronologique (définition et discussion: GUEX, 1977, pp. 311 et 319). Un seul schéma suffit pour illustrer ce fait: la figure 1-a montre la distribution verticale locale de 8 espèces (A à H) dans 4 profils stratigraphiques (1 à 4) dessinés de façon que les isochrones y soient horizontales.

La figure 1-b montre la projection de la distribution spatio-temporelle de ces mêmes espèces sur un plan passant par l'axe du temps.

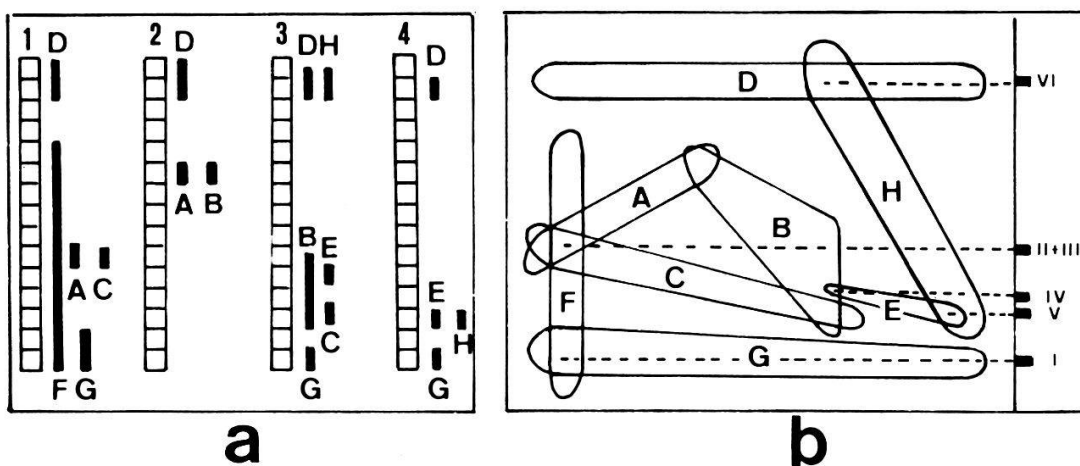


Figure 1a – Schéma montrant la distribution stratigraphique de 8 espèces (A à H) dans 4 profils (1 à 4) hypothétiques

1b – Projection plane de la distribution spatio-temporelle des espèces A à H. Chiffres I à VI: associations unitaires: cf. fig. 2c.

A partir de la figure 1-a, les relations d'association entre ces espèces peuvent être compilées dans une matrice des spectres d'association (fig. 2-a) que l'on ordonne de manière à faire apparaître des ensembles maximaux d'espèces compatibles (fig. 2-b). Cette deuxième matrice permet de construire directement le tableau des associations unitaires (fig. 2-c) (méthode et détails: cf. GUEX, 1977).

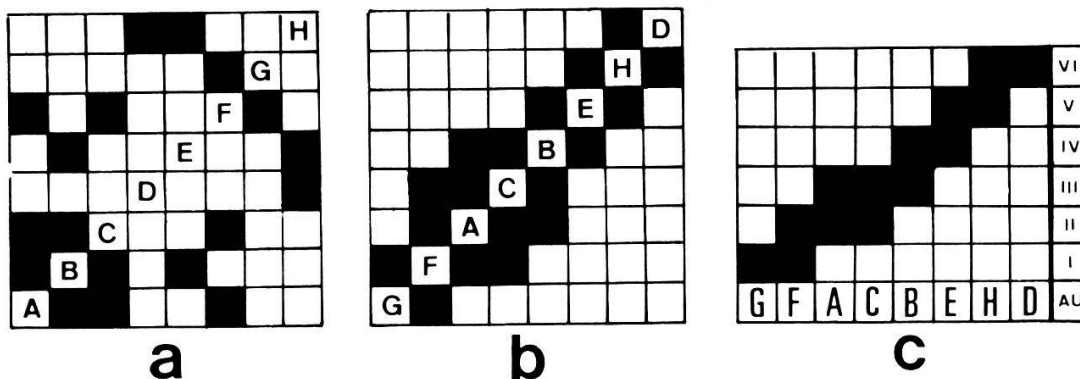


Figure 2a – Matrice des spectres d'association des espèces A à H (en noir: associations)

2b – Matrice permutée

2c – Tableau des associations unitaires (I à VI) engendrées par les espèces A à H

Ce tableau contient 6 associations unitaires ordonnées.

La première	(I)	est caractérisée par l'espèce G
La 2 <sup>e</sup>	(II)	est caractérisée par le recouvrement de F avec A et C
La 3 <sup>e</sup>	(III)	est caractérisée par le recouvrement de B avec A et C
La 4 <sup>e</sup>	(IV)	est caractérisée par le recouvrement de B avec E
La 5 <sup>e</sup>	(V)	est caractérisée par le recouvrement de E avec H
La 6 <sup>e</sup>	(VI)	est caractérisée par l'espèce D

Dans le schéma de départ (fig. 1-b) on voit que les associations comprises entre la N<sup>o</sup> II et la N<sup>o</sup> VI se succèdent dans l'ordre suivant: V-IV-III. En outre l'association II a la même position chronologique que la III. L'ordre de succession réel est donc l'inverse de celui du tableau 2-c. En d'autres termes celui-ci ne montre pas la succession chronologique correcte des associations unitaires II à V.

Cet exemple illustre de manière simple le fait que, dans une suite ordonnée d'associations unitaires (comme celle de la fig. 2-c), certaines associations sont significatives au plan temporel (p. ex. les associations I et VI) alors que les autres ne le sont pas.

NB: De telles inversions chronologiques ne peuvent évidemment pas survenir dans les cas où les associations unitaires sont engendrées par des espèces montrant une large distribution géographique.

#### CRITÈRES DE FIABILITÉ CHRONOLOGIQUE D'UNE SÉQUENCE D'ASSOCIATIONS UNITAIRES

Lorsqu'on met en évidence l'ensemble des relations d'association et d'exclusion entre les espèces dont on veut connaître les relations d'âge (i. e. lorsqu'on établit un tableau des associations unitaires qui caractérise ces relations), on est naturellement conduit à distinguer les exclusions d'origine documentaire (= contrôlées par les facteurs écologiques + biogéographiques + échantillonnage + préservation, etc.) de celles qui ont une origine chronologique.

Le bon sens biostratigraphique permet souvent de faire cette distinction sans difficultés:

1<sup>o</sup> le seul critère de fiabilité chronologique d'une séquence d'espèces ou d'associations d'espèces réside dans la répliquabilité géographique de cette séquence («Principe de répliquabilité»).

2<sup>o</sup> le fait que certaines espèces subissent un contrôle écologique plus important que d'autres se manifeste le plus souvent par un confinement de ces espèces à certains faciès ou à une aire géographique restreinte. C'est pourquoi les auteurs s'accordent généralement sur le fait trivial que les espèces les plus utiles pour faire des corrélations sont celles qui montrent la distribution géographique la plus vaste possible tout en évoluant «rapidement».

En résumé on voit que les espèces dont la distribution géographique est restreinte engendrent une multiplication du nombre d'associations unitaires sans signification chronologique.

Cette multiplication peut elle-même engendrer des problèmes de corrélation assez délicats.

Pour illustrer ce fait on peut prendre en exemple les contradictions qui apparaissent lorsqu'on compare les corrélations établies à l'aide des ammonites avec celles qui sont fondées sur les conodontes dans le Trias inférieur des Salt Ranges (Pakistan).

#### LES ZONES DE CONODONTES DANS LE TRIAS INFÉRIEUR PAKISTANAIS

Le Trias inférieur des Salt Ranges est classiquement divisé en 7 unités lithostratigraphiques (discussion détaillée *in* GUEX, 1978):

- le Kathwai Member, d'âge Griesbachien supérieur
- les Lower Ceratite Limestones et les Ceratite Marls (abrégées C.M. dans les pages qui suivent), d'âge Nammalien inférieur
- les Ceratite Sandstones (abrégés C.S.) et les Upper Ceratite Limestones (abrégés U.C.L.), d'âge Nammalien supérieur
- les «Niveaux Intermédiaires» (abrégés N.I.) d'âge Spathien inférieur
- les Topmost Limestones (abrégés T.L.) d'âge Spathien moyen.

SWEET (1970) a donné des indications complètes et précises sur le contenu spécifique des échantillons conodontifères qui ont été récoltés dans ces unités. Nous allons reprendre ici une partie de ces données pour comparer les corrélations de SWEET (*op. cit.*) basées sur les conodontes avec celles de GUEX (1978) basées sur les ammonites.

#### A. Données biostratigraphiques brutes

Seule la distribution des conodontes provenant de l'intervalle stratigraphique allant de la partie moyenne des Ceratite Marls aux Topmost Limestones nous intéresse ici.

Les échantillons conodontifères de ces unités proviennent principalement de 5 coupes: Landu, Narmia, Zaluch, Nammal et Chhidru. Dans l'intervalle stratigraphique considéré (C.M.→T.L.), ces échantillons ont livré 20 espèces. Pour alléger la discussion qui suit, on se contentera de dénommer ces espèces à l'aide des numéros que SWEET (*op. cit.* p. 271) leur a attribués (correspondance N°-espèce: cf. figure 6). Ces espèces sont les suivantes: 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 28. La figure 3 ci-contre montre les profils stratigraphiques (schématisés) des localités mentionnées plus haut (d'après SWEET, 1970, p. 212 et GUEX, 1978, p. 114) et la situation des échantillons conodontifères dans ces coupes.

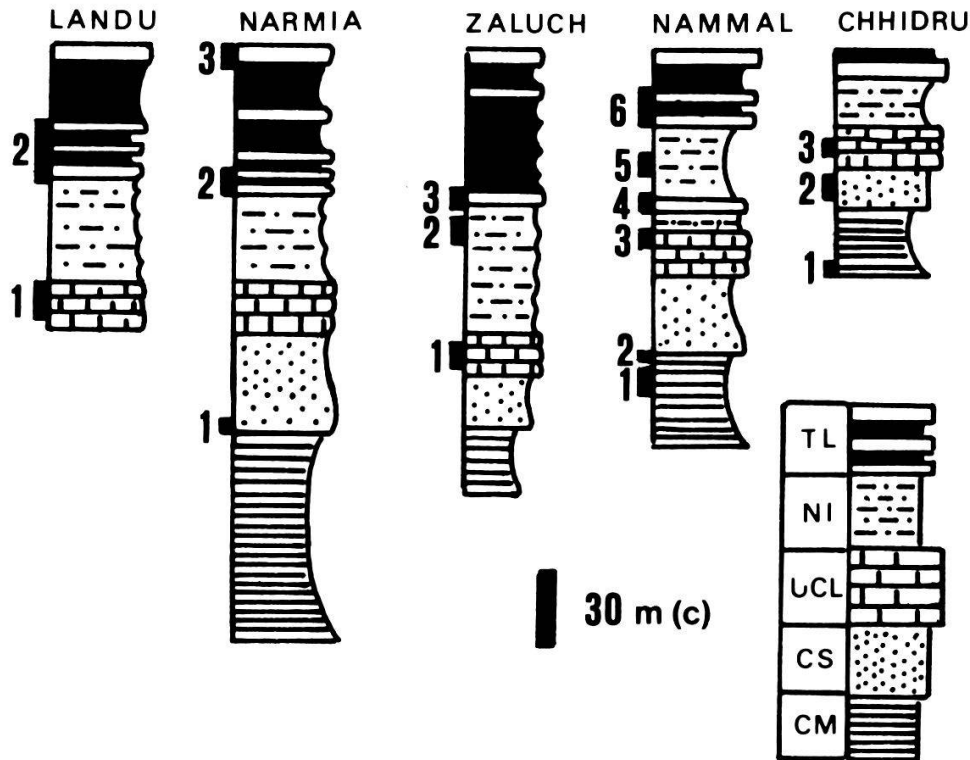


Figure 3. – Position stratigraphique des échantillons conodontifères dans les profils du Trias inf. des Salt Ranges.

Le contenu spécifique de ces échantillons est le suivant (d'après SWEET, *op. cit.* p. 272-274):

*Landu:* niv. 1 (éch. N° K 12-21): 9, 12, 23  
 niv. 2 (éch. N° K 12-1 à K 12-12: groupés): 4, 5, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 18, 22, 27

*Narmia:* niv. 1 (éch. K 1-21): 19, 26  
 niv. 2 (éch. K 1-36+K1-37): 4, 5, 9, 12, 13, 14, 18, 22, 27, 28  
 niv. 3 (éch. K 1-50+T 63-167): 3, 5, 12, 14, 18, 21, 27, 28

*Zaluch:* niv. 1 (éch. K 13-9): 4, 5, 9, 23  
 niv. 2 (éch. K 13-11): 4, 9, 23  
 niv. 3 (éch. K 13-13): 4, 5, 13, 18, 22

*Nammal:* niv. 1 (éch. K 6-8D+K 6-8F: groupés): 12, 19, 26  
 niv. 2 (éch. K 6-8G): 16, 19  
 niv. 3 (éch. K 6-27A): 5, 9, 12, 28  
 niv. 4 (éch. K 6-30): 4, 13, 18, 27  
 niv. 5 (éch. K 6-31B): 5, 12, 13, 14, 18, 27  
 niv. 6 (éch. K 6-36+K 6-37: groupés): 3, 5, 9, 10, 13, 14, 18, 24

*Chhidru:* niv. 1 (éch. K 3-15): 5, 6, 16, 19, 24, 26  
 niv. 2 (éch. K 4-UCS): 4, 5, 6, 9, 16, 23  
 niv. 3 (éch. K 4-UCL): 5, 9, 23

*B. Relations d'association et d'exclusion entre les espèces*

Les associations de conodontes observées dans l'intervalle stratigraphique C.M. (parties moyenne et sup.)→T.L. peuvent être compilées dans la matrice ci-dessous (fig. 4):

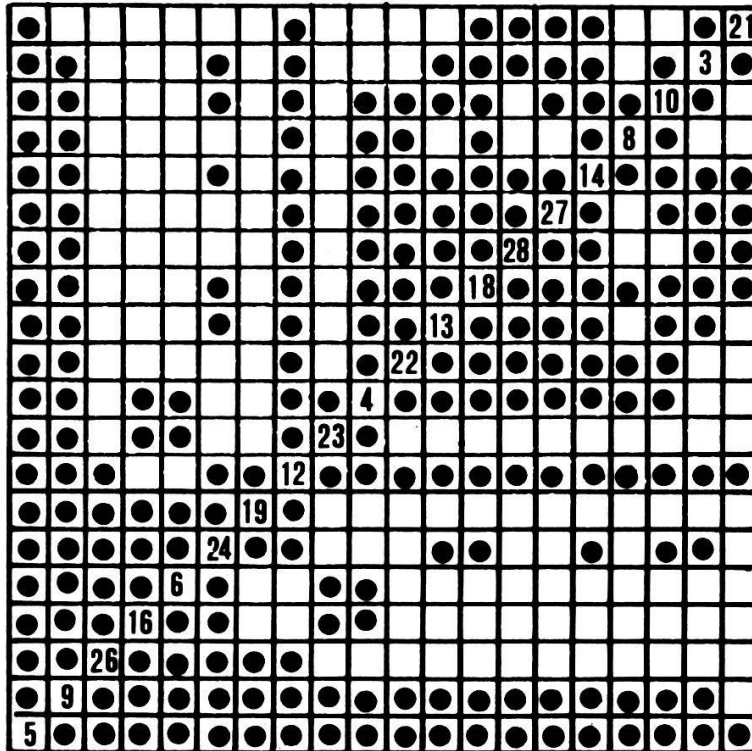


Figure 4. – Matrice ordonnée des spectres d'association et d'exclusion entre les différentes espèces de conodontes

De cette matrice on peut déduire un tableau des relations d'association et d'exclusion entre les espèces. Ces relations sont données dans la figure 5 ci-dessous.

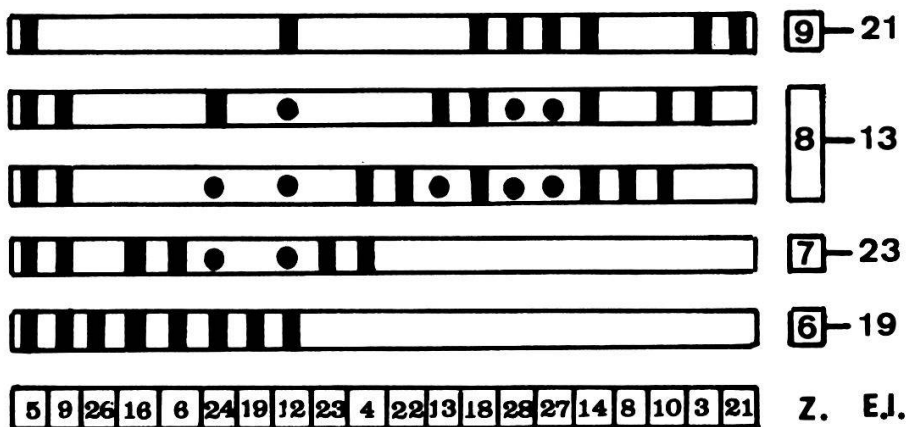


Figure 5. – Tableau des relations d'association et d'exclusion entre les différentes espèces de conodontes (dédit de la figure 4). Rectangles noirs: associations intégralement compatibles. Ronds noirs: associations pas intégralement compatibles. Z: correspondance avec les zones de SWEET (cf. fig. 6). E.I.: espèces indicielles des zones de SWEET (cf. fig. 6)



Ce tableau est pratiquement identique au tableau «zonal» de SWEET (*op. cit.* p. 213) que nous reproduisons ici (fig. 6).

ZONES				E S P E C E S
6	7	8	9	
				ELLISONIA TRIASSICA (9)
				ELLISONIA GRADATA (5)
				XANIOGNATHUS DEFLECTENS (26)
				NEOSPATHODUS DIENERI (16)
				ELLISONIA ROBUSTA (6)
				"PRIONIODELLA" PRIONIODELLIDES (24)
				NEOSPATHODUS PAKISTANENSIS (19)
				NEOGONDOLELLA ELONGATA (12)
				NEOSPATHODUS WAAGENI (23)
				ELLISONIA DELICATULA (4)
				NEOSPATHODUS SPATHI (22)
				NEOGONDOLELLA JUBATA (13)
				NEOSPATHODUS TRIANGULARIS (18)
				XANIOGNATHUS ELONGATUS (27)
				XANIOGNATHUS ? sp. (28)
				NEOSPATHODUS HOMERI (14)
				ELLISONIA ? sp. (10)
				ELLISONIA TORTA (8)
				ELLISONIA CLARKI (3)
				NEOSPATHODUS TIMORENSIS (21)

Figure 6. – Distribution des conodontes dans les zones 6 à 9 établies par SWEET (1970, p. 213). Les numéros entre parenthèses correspondent aux différentes espèces discutées.

Selon SWEET, la zone «6» est caractérisée par l'espèce 19, la zone «7» par l'espèce 23, la zone «8» par l'espèce 13 et la zone «9» par l'espèce 21.

La situation de ces espèces «indicielles» dans les profils de même que les corrélations biochronologiques impliquées par le tableau «zonal» (fig. 6) sont illustrées dans la figure suivante (fig. 7):

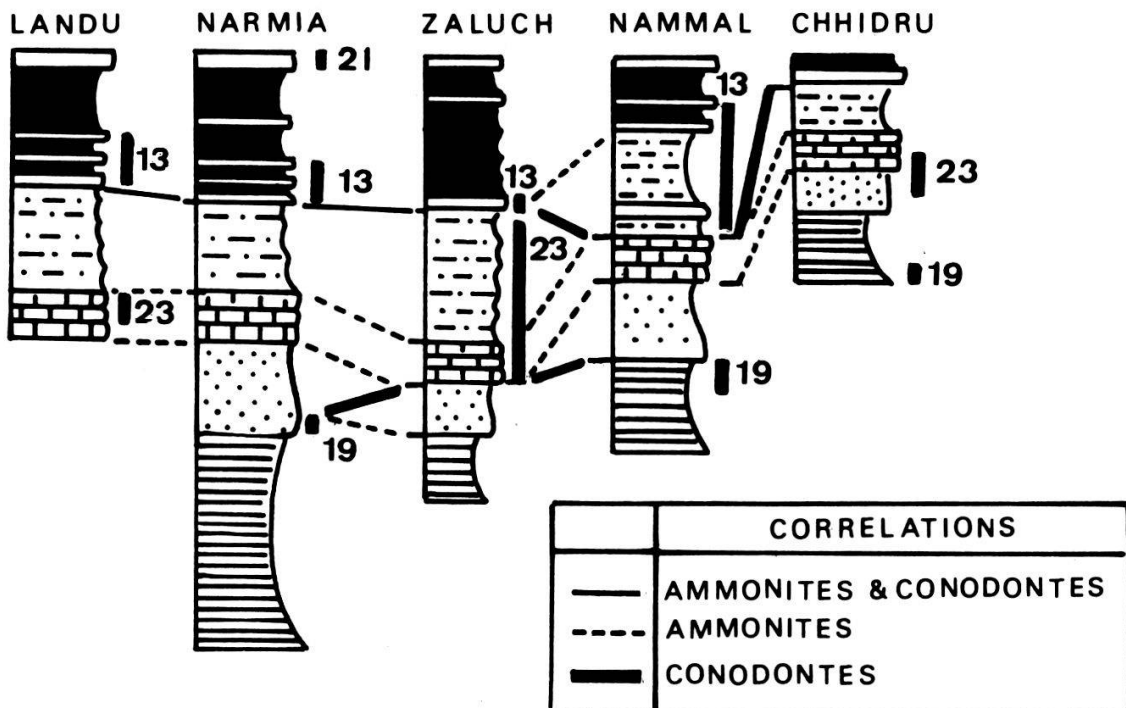


Figure 7. – Comparaison des corrélations établies à l'aide des ammonites (GUEx, 1978) et celles qui découlent des relations entre les différentes espèces de conodontes (SWEET, 1970).



Ce schéma montre simultanément les corrélations établies à l'aide des conodontes (SWEET, *op. cit.*) et des ammonites (GUEX, 1978). Les contradictions qui apparaissent entre les deux corrélations s'expliquent aisément par un insuffisance de l'échantillonnage des conodontes. Pour s'en convaincre il suffit de considérer la distribution des espèces de conodontes au sein des grandes unités lithologiques, illustrée dans la figure 8:

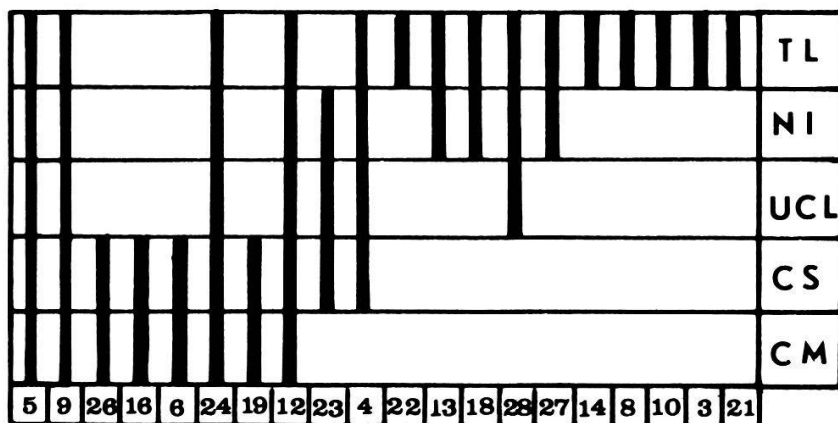


Figure 8. – Distribution des conodontes dans les unités lithologiques C.M. à T.L.

Ces unités sont approximativement synchrones dans les Salt Ranges (GUEX, 1978): le tableau de distribution des conodontes (fig. 8) peut donc être considéré comme une approximation de leurs relations d'âge. En se basant sur ce tableau on peut alors modifier la matrice des associations (fig. 4) de manière à mettre en évidence les exclusions d'origine documentaire entre les différentes espèces. On obtient ainsi une nouvelle matrice

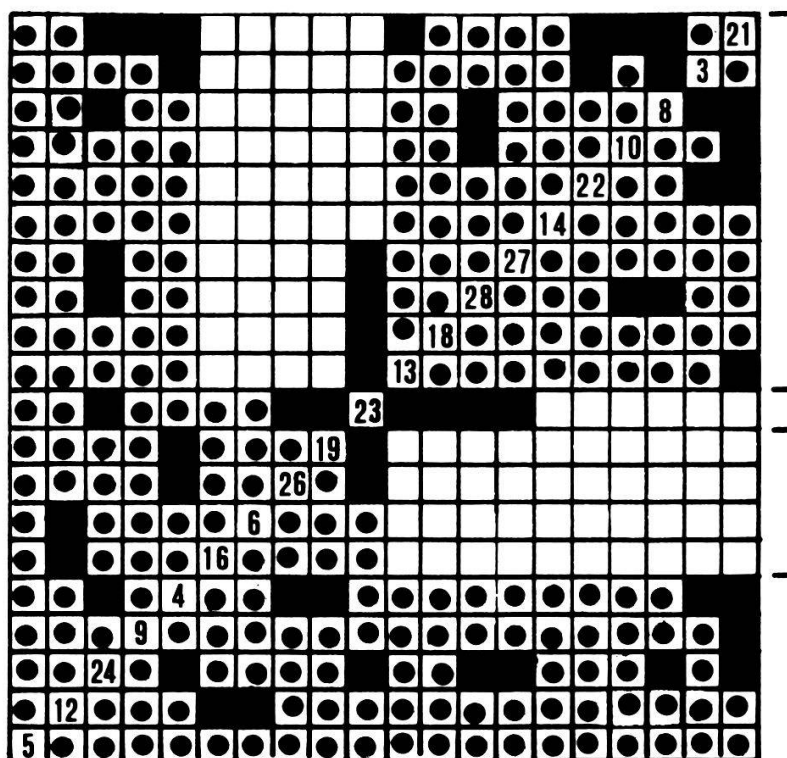


Figure 9. – Matrice ordonnée des spectres d'association des espèces de conodontes dans laquelle les exclusions documentaires sont considérées comme des associations virtuelles (=blocs noirs).

(fig. 9) dans laquelle ces exclusions documentaires sont considérées comme des associations virtuelles (blocs noirs dans la figure).

Cette matrice modifiée montre qu'il existe 2 ensembles d'espèces totalement exclusifs:

le 1<sup>er</sup> contient les espèces 6, 16, 19, et 26

le 2<sup>e</sup> contient les espèces 13, 18, 28, 27, 14, 22, 10, 8, 3 et 21

Les caractères d'exclusion entre ces deux ensembles ont sans doute une origine chronologique. On voit donc que, dans l'intervalle stratigraphique considéré, il existe deux associations de conodontes distinctes significatives pour les corrélations (et non pas 4).

*C. Relation entre la fréquence de distribution géographique des espèces et l'insuffisance de l'échantillonnage*

Dans le cas particulier étudié ici, il est facile de voir que la plupart des espèces présentant une distribution géographique restreinte sont rares pour des raisons documentaires.

La figure 10 ci-dessous montre la fréquence de distribution géographique des espèces discutées (blocs noirs = présence dans les profils).

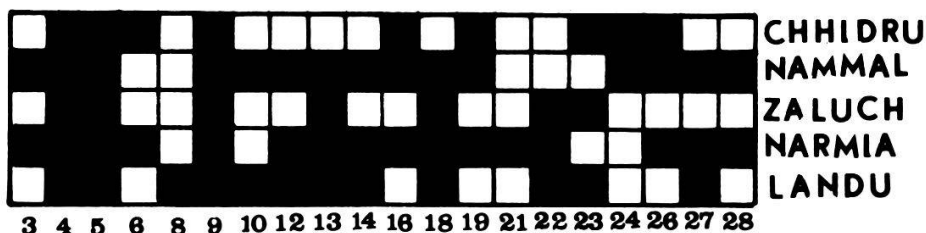


Figure 10. – Tableau montrant la distribution géographique des différentes espèces (blocs noirs: présences)

Si l'on élimine les espèces présentes dans moins de la moitié des coupes (i.e. 3, 6, 8, 10, 21, 24 et 28) et que l'on étudie les relations d'association et d'exclusion entre les espèces qui subsistent, on obtient une matrice qui se présente ainsi (fig. 11):

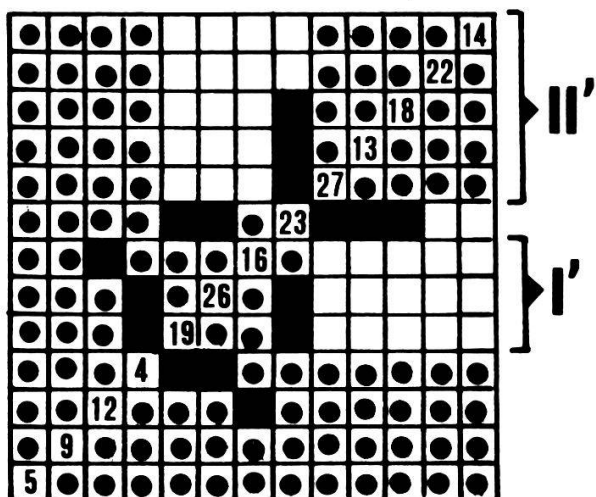


Figure 11. – Matrice ordonnée des relations d'association entre les espèces qui montrent la distribution géographique la plus vaste (présentes dans 50% des profils au moins).

Cette matrice montre également 2 ensembles d'espèces totalement exclusifs (I' et II') qui sont des sous-ensembles des associations mises en évidence dans la figure 9.

L'élimination des espèces «rares» permet ainsi de supprimer la majeure partie (plus de 70%) des exclusions d'origine documentaire (blocs noirs dans les figures 9 et 11) tout en conservant les ensembles d'espèces mutuellement exclusifs qui sont significatifs au plan chronologique.

L'espèce 23 montre une bonne distribution géographique mais on la trouve cependant dans des terrains d'âges très différents d'une localité à l'autre: elle ne présente donc aucun intérêt pour corrélérer les coupes dans lesquelles elle est présente.

#### CONCLUSIONS

Cet exemple est instructif puisqu'il permet de montrer de quelle manière les espèces mal documentées (i.e. échantillonnage insuffisant ou rareté réelle) engendrent une multiplication du nombre d'associations unitaires sans signification chronologique. Il montre également pourquoi une interprétation directe d'une séquence ordonnée d'associations unitaires en termes de «zones» peut conduire à des corrélations fausses.

#### BIBLIOGRAPHIE

- GUEX, J. 1977. – Une nouvelle méthode d'analyse biochronologique. Note préliminaire. *Bull. Soc. Vaud. Sc. Nat.*, N° 351, vol. 73 et *Bull. Lab. Géol. Univ. Lausanne*, 224.
- GUEX, J. 1978. – Le Trias inférieur des Salt Ranges (Pakistan): problèmes biochronologiques. *Ecl. géol. Helv.* 71/1.
- SWEET, W.C. 1970. – Uppermost Permian and Lower Triassic Conodonts of the Salt Range and Trans-Indus Ranges, West Pakistan. *Spec. Publ.* N° 4, *Univ. Kansas Press*.

*Manuscrit reçu le 11 juillet 1978*