

<b>Zeitschrift:</b>	Archives des sciences [1948-1980]
<b>Herausgeber:</b>	Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève
<b>Band:</b>	26 (1973)
<b>Heft:</b>	3
<b>Artikel:</b>	Informatique appliquée aux problèmes de datation par la palynologie
<b>Autor:</b>	Gorin, Georges / Froidevaux, Roland / Chateauneuf, Jean-Jacques
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-739930">https://doi.org/10.5169/seals-739930</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 29.01.2026

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

# INFORMATIQUE APPLIQUÉE AUX PROBLÈMES DE DATATION PAR LA PALYNOLOGIE

PAR

**Georges GORIN<sup>1</sup>, Roland FROIDEVAUX<sup>1</sup> et Jean-Jacques CHATEAUNEUF<sup>2</sup>**

## RÉSUMÉ

La méthode de datation par ordinateur présentée ici permet de placer des échantillons dont le contenu palynologique est suffisamment riche dans une échelle palyno-stratigraphique de référence. Les résultats obtenus servent à améliorer cette échelle.

Le programme, écrit en FORTRAN IV, traite des données binaires et utilise un coefficient de similitude. Il donne pour chaque échantillon à dater deux sorties sur l'imprimante: d'une part un tableau des extensions stratigraphiques de toutes les espèces palynologiques présentes dans l'échantillon, et d'autre part un graphique des coefficients de similitude calculés entre l'échantillon et chaque subdivision de l'échelle de référence.

## ABSTRACT

A computing method applied to palinologically rich samples using a palynologic stratigraphic reference scale permits to place the samples in a relative time scale. The results are then introduced to refine the reference scale.

The computer program, written in FORTRAN IV, is designed to handle binary data and uses a matching coefficient. The output consists of two diagrams for each sample: the first shows the stratigraphic extension of all species found in the sample, and the second represents a graph of matching coefficients between the sample and each subdivision of the reference scale.

## I. INTRODUCTION

La présente note traite de la manière dont on peut utiliser l'ordinateur pour une datation « de routine » à partir d'une échelle palyno-stratigraphique déjà établie qui s'étend du Berriasien au Cénomanien supérieur. Nous n'envisageons pas le problème de la zonation palynologique.

<sup>1</sup> Département de géologie-paléontologie de l'Université de Genève, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.

<sup>2</sup> Laboratoire de palynologie, département géologie, Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.), B. P. 6009, 45 - Orléans-la-Source, France.

En effet, le report des extensions d'espèces sur l'échelle stratigraphique classique, puis la comparaison espèce par espèce occasionnent une grande perte de temps, surtout lorsque l'échantillon est très riche en fossiles. C'est pourquoi, nous avons pensé que ce travail, purement manuel, pouvait être effectué par ordinateur.

L'échelle palyno-stratigraphique utilisée est basée sur la répartition qualitative de plus de 700 espèces palynologiques (spores, pollens et phytoplancton). Une dizaine d'échantillons de provenance diverse, d'âge connu et suffisamment riches du point de vue palynologique ont été testés. L'analyse des résultats obtenus permet de discuter la fiabilité de cette méthode et, le cas échéant, d'améliorer l'échelle palyno-stratigraphique de référence.

## 2. ÉCHELLE PALYNO-STRATIGRAPHIQUE

L'intervalle couvert par l'échelle palyno-stratigraphique va du Berriasien au Turonien inférieur. Les échantillons qui ont servi à établir cette échelle proviennent de coupes parfaitement connues et sont datés par ammonites ou microfaune. Il s'agit du Crétacé inférieur infra-aptien de la région de Marseille, d'Alès, de Castellane, Digne, Sisteron et Forcalquier, et de l'Aptien, Albien et Cénomanien du sud-est du Bassin de Paris (Courson-Les-Carrières, Joigny, Bouilly), du Bray et du nord du Bassin d'Aquitaine (Angoulème, Rochefort).

Les échantillons étant « calés » stratigraphiquement, nous nous sommes contentés, dans un premier temps, de noter la présence des espèces morphographiques dans le Crétacé inférieur et moyen, en prenant comme unité de base le sous-étage. Nous avons ainsi obtenu une échelle palyno-stratigraphique basée sur les répartitions qualitatives des spores, des pollens et du phytoplancton (Péridiniens et Acritharches).

Tous les types ou espèces morphographiques retenus n'ont naturellement pas la même valeur du point de vue stratigraphique. Il y a des espèces rares, de répartition discontinue, ou d'autres espèces abondantes, mais couvrant tout l'intervalle stratigraphique considéré. Nous avons donc pensé à pondérer, dans notre échelle, les espèces considérées stratigraphiquement comme les plus importantes, c'est-à-dire celles qui se présentent en nombre suffisant et dont les répartitions dans le temps sont courtes et continues. Toutefois, l'état actuel de nos connaissances ne nous permet pas de détailler cette notion de pondération en attribuant aux espèces des poids différents selon leur importance stratigraphique. C'est pourquoi nous avons pondéré toutes les espèces importantes avec le même poids.

Ce critère de pondération (voir paragraphe 4.2) est évidemment délicat à manier. En effet, la présence ou l'absence d'une espèce dépend souvent de facteurs écologiques régionaux et l'absence ne signifie pas forcément que l'espèce s'est éteinte. Néanmoins, pour un bassin ou des bassins voisins, cette notion de pondération a une valeur certaine et permet de préciser de manière notable l'âge d'un échantillon (voir paragraphe 4.2).

### 3. TRAITEMENT DE L'INFORMATION

#### 3.1. Méthode statistique

Lorsqu'on désire comparer plusieurs objets sur la base de nombreuses variables binaires ou ordinaires, on a généralement recours à un *coefficient d'association* du type Jaccard ou Sokal et Michener (SOKAL & SNEATH, 1963; HARBAUGH & MERRIAM, 1968; LAFITTE, 1972).

Dans le cas qui nous préoccupe, les objets seront représentés d'une part par les différentes zones de l'échelle palyno-stratigraphique et d'autre part par l'échantillon à dater. Les variables seront les différentes espèces palynologiques (*présentes ou absentes*). L'échantillon sera donc comparé successivement aux subdivisions stratigraphiques de l'échelle (que nous appellerons souvent « référentiel »), sur la base de son contenu palynologique. Pour chaque comparaison, un coefficient d'association est calculé (voir fig. 1).

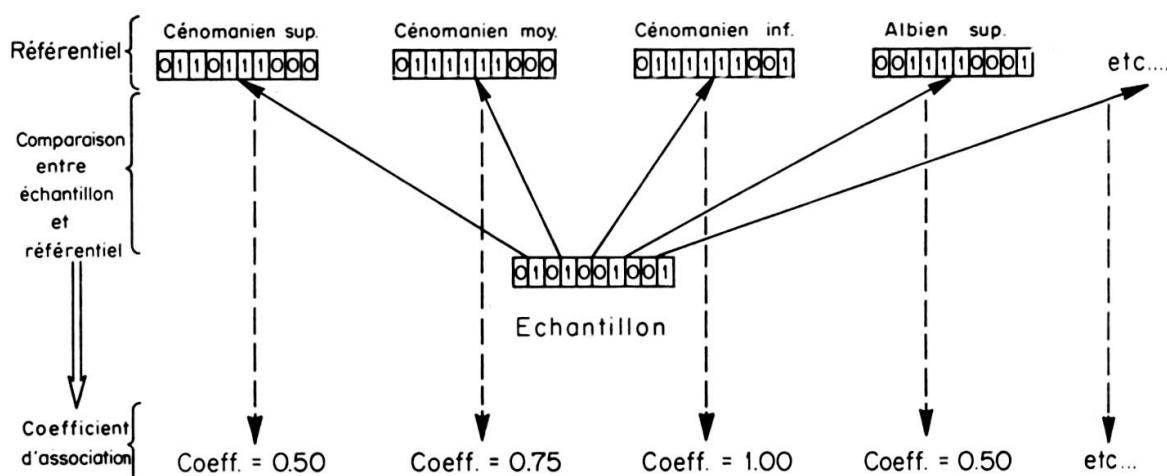


FIG. 1. — Principe de calcul du coefficient  $C'_j$ .

Pour notre étude, nous avons utilisé une modification du coefficient de Jaccard. Dans sa forme habituelle, ce dernier s'exprime de la façon suivante:

$$C_j = \frac{p}{p + m}$$

où:  $C_j$  = valeur du coefficient (varie de 0 à 1).

$p$  = nombre de coïncidences positives.

$m$  = nombre de non-coïncidences.

Tenant compte du fait qu'en palynologie l'absence d'une espèce dans un échantillon local ne signifie pas que cette espèce est inexistante à cette époque, nous avons éliminé ce type de comparaisons. Dès lors, le coefficient devient :

$$C'_j = \frac{p}{p + m'}$$

où :  $C'_j$  = coefficient modifié (varie de 0 à 1).

$m'$  = nombre d'espèces présentes dans l'échantillon et absentes dans l'échelle stratigraphique de référence.

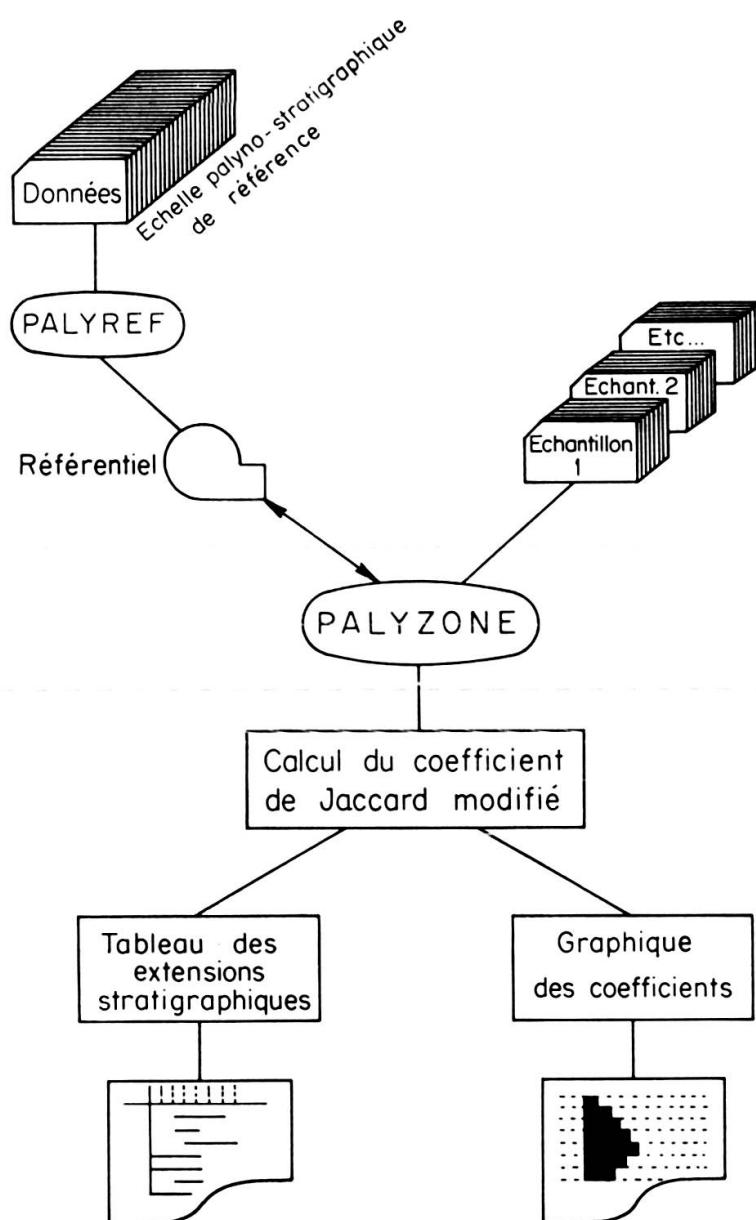


FIG. 2. — Schéma du traitement des données.

### 3.2. Programmes PALYREF et PALYZONE

Les programmes présentés dans cette note ont été conçus pour analyser les corrélations existant entre les associations trouvées dans des échantillons quelconques et celles des différentes subdivisions du Crétacé. Ces programmes sont au nombre de deux (voir fig. 2):

*Programme PALYREF:* Il met sur bande magnétique l'échelle palyno-stratigraphique de référence. Nous n'en donnons pas le listage, car ce programme est personnel à chaque utilisateur (voir appendice).

*Programme PALYZONE:* Il calcule les différents coefficients d'association, imprime un tableau des extensions stratigraphiques des espèces présentes dans les échantillons et un graphique des coefficients en fonction des subdivisions du Crétacé. Le listage de ce programme est donné dans l'appendice.

Selon la capacité de la mémoire de l'ordinateur utilisé, il sera possible de stocker l'échelle de référence en mémoire centrale, évitant ainsi l'accès répété à la bande magnétique. Les temps d'exécution pour le cas que nous avons traité (15 subdivisions stratigraphiques et environ 700 espèces) sont, pour un échantillon, de l'ordre de grandeur suivant:

2 minutes pour un référentiel en mémoire centrale.

5 minutes pour un référentiel sur bande magnétique.

Ces temps sont valables pour un ordinateur de type CDC 3800. Le listage du programme donné dans l'appendice donne la version du programme pour un référentiel sur bande magnétique.

## 4. DISCUSSION DES RÉSULTATS

### 4.1. Test de la méthode

Les figures 3A et 3B, 4A et 4B montrent les résultats obtenus pour deux échantillons dont les données ont été traitées par le programme PALYZONE. Les tableaux des figures 3A et 4A donnent les extensions des espèces présentes dans l'un et l'autre échantillon. Les espèces qui ne sont pas répertoriées dans l'échelle palyno-stratigraphique de référence sont mentionnées sous le tableau. Les figures 3B et 4B montrent les graphiques des coefficients de similitude calculés entre les deux séries de données et chacune des subdivisions du Crétacé envisagées. On constate ainsi que l'échantillon « Sommières » (fig. 3B) doit être attribué à l'Hauterivien, et celui de « Villequier » (fig. 4B) à l'Albien inférieur et moyen. Ces résultats ont été confirmés par d'autres

méthodes que la palynologie. Sur la dizaine d'échantillons que nous avons ainsi traités, nous avons toujours obtenu une excellente coïncidence entre nos datations et celles obtenues par d'autres méthodes.

SOMMIERES, JPV 72 3091, 10 M., LAME 3688	
1.-EXTENSION SRATIGRAPHIQUE DES ESPECES PRÉSENTES DANS L'ÉCHANTILLON	
MORPHI	ESPECES
I	I . : V : V : H : H : B : B : A : A : A : A : C : C : C :
I	I E . A . A . A . A . A . P . P . L . L . E . E . E .
I	I . 1 . 2 . 1 . 2 . 1 . 2 . 1 . 2 . 1 . 2 . 3 . 1 . 2 . 3 .
I	I .
=====	=====
151	I S 3825 I .
I	I .
162	I S 3600 I .
I	I .
I	I S 3863 I .
I	I .
171	I S 3954 I .
I	I .
I	I S 3841 I .
I	I .
213	I S 3850 I .
I	I .
222	I P 579 I .
I	I .
I	I P 674 I .
I	I .
312	I P 683 I .
I	I .
111	I PL 627 I .
I	I .
I	I PL 669 I .
I	I .
I	I PL 661 I .
I	I .
132	I PL 713 I .
I	I .
155	I PL 591 I .
I	I .
I	I PL 653 I .
I	I .
I	I PL 707 I .
I	I .
222	I PL 693 I .
I	I .
232	I PL 283 I .
I	I .
552	I PL 665 I .
I	I .
561	I PL 686 I .
I	I .
I	I PL 649 I .
I	I .
91	I PL 660 I .
I	I .
=====	=====
L'ESPECE N° PL 477 N EST PAS REPERTORIEE	

FIG. 3A. — Echantillon « Sommières »: tableau des extensions stratigraphiques.

Les explications qui précèdent appellent deux remarques:

- 1) La qualité des résultats est évidemment fonction de la précision des extensions totales des espèces de l'échelle palynologique de base.
- 2) Cette méthode n'a d'« automatique » que la procédure du traitement des données. Les figures 3B et 4B sont destinées à être interprétées par un

géologue. Sur la base de critères divers indépendants du programme, le géologue peut introduire un « intervalle de confiance » dans la lecture des graphiques. Par exemple, dans le cas de la figure 3B, des critères macro-paléontologiques, sédimentologiques, etc., pourraient nous amener à dater

SOMMIERES, JPV 72 3091, 10 M., LAME 3688

## 2.-CORRELATION ENTRE L'ÉCHANTILLON ET LES DIFFÉRENTES SUBDIVISIONS DU CRÉTA

		COEFFICIENT DE SIMILITUDE
GENOMANIEN SUP	IAB	0.0882
GENOMANIEN INF	IAB	0.0882
CENOMANIEN MOY	IAB	0.0882
	IABA	0.2059
CENOMANIEN INF	IABAB	0.2059
	IABA	0.2059
ALBRIEN SUP	IABAB	0.2059
ALBRIEN MOY	IABABA	0.2745
	IABABA	0.2745
ALBRIEN INF	IABABA	0.2745
APTIEN SUP	IABABAB	0.3333
	IABABAB	0.3333
APTIEN INF	IABABAB	0.3431
	IABABAB	0.3431
BARREMIEN SUP	IABABAB	0.3431
	IABABAB	0.3431
BARREMIEN INF	IABABABABABABABAB	0.7549
	IABABABABABABABAB	0.7549
HAUTEPIVTEN SUP	IABABABABABABABAB	0.9314
	IABABABABABABABAB	0.9314
HAUTEPIVTEN INF	IABABABABABABABABAB	0.9314
	IABABABABABABABAB	0.9314
VALANGINIEN SUP	IABABABABABABABAB	0.8039
	IABABABABABABABAB	0.8039
VALANGINIEN INF	IABABABABABABABAB	0.6961
	IABABABABABABABAB	0.6961
BERRISIEN	IABABABABAB	0.5000

FIG. 3B. — Echantillon « Sommières »: graphique des coefficients de similitude.

l'échantillon du Valanginien supérieur ou du Barrémien inférieur plutôt que de l'Hauterivien. Nous insistons donc sur le fait que cette méthode de datation par ordinateur doit être employée avec « souplesse », et qu'elle ne doit pas inciter son utilisateur à une trop grande confiance.

#### 4.2. Pondération

On peut améliorer les graphiques des coefficients de similitude en pondérant les espèces considérées comme importantes (voir paragraphe 2). On définit au début du programme PALYZONE une variable de pondération qui augmentera l'influence de ces espèces lors du calcul du coefficient (voir le listage du programme dans l'appendice). Pour la raison exposée au paragraphe 2, le degré de pondération sera le même pour toutes les espèces considérées comme « importantes ». Les figures 3B et 4B

VILLEQUIEP. 13841 , LANE 1739

#### 1.-EXTENSION STRATIGRAPHIQUE DES ESPÈCES PRÉSENTES DANS L'ÉCHANTILLON

L ESPECE NO S 4132 N EST PAS REPERTORIEE  
L ESPECE NO P 675 N EST PAS REPERTORIEE

FIG. 4A. — Echantillon « Villequier »: tableau des extensions stratigraphiques.

VILLEQUIER, 13841, LAME 1709

2.-CORRELATION ENTRE L'ÉCHANTILLON ET LES DIFFÉRENTES SUBDIVISIONS DU CRETACE  
=====

		COEFFICIENT DE SIMILITUDE
.....	I000000380000.....	
CENOMANIEN SUP	I000000380000.....	0.5547
.....	I000000380000.....	
CENOMANIEN MOY	I000000380000.....	0.5962
.....	I000000380000.....	
CENOMANIEN INF	I00000038000000.....	0.7585
.....	I33000000000000.....	
ALBIEN SUP	I00000038000000.....	0.7472
.....	I00000038000000.....	
ALBIEN MOY	I00000038000000280000.....	0.9283
.....	I00000038000000.....	
ALBIEN INF	I00000038000000300000.....	0.9509
.....	I00000038000000.....	
ARTIEN SUP	I00000038000000.....	0.6717
.....	I00000038000000.....	
ARTIEN INF	I00000038000000.....	0.6491
.....	I000000380000.....	
DARREMIEN SUP	I0000003800.....	0.3774
.....	I00000038.....	
DARREMIEN INF	I00000038.....	0.3849
.....	I00000038.....	
HAUTERIVIEN SUP	I00000038.....	0.2830
.....	I00000038.....	
HAUTERIVIEN INF	I00000038.....	0.3094
.....	I00000038.....	
VALANGINIEN SUP	I00000038.....	0.3019
.....	I00000038.....	
VALANGINIEN INF	I00000038.....	0.2453
.....	I00000038.....	
BERRIASIEN	I00.....	0.0792

FIG. 4B. — Echantillon « Villequier »: graphique des coefficients de similitude.

montrent des graphiques obtenus avec une valeur de pondération égale à 5.0. La figure 5 donne, pour l'échantillon « Sommières », trois graphiques réalisés avec des valeurs de pondération différentes. L'amélioration est nette lorsqu'on passe de 0.0 à 5.0, mais pratiquement nulle de 5.0 à 10.0.

Le choix de la valeur de pondération est arbitraire. La valeur de 5.0 peut être considérée comme raisonnable. Souvent le résultat ne s'améliore guère si on dépasse cette limite. De plus, une valeur trop forte exagère l'importance des espèces pondérées par rapport aux autres.

#### 4.3. Ambiguïté et amélioration de l'échelle palyno-stratigraphique de référence

Lorsque la datation d'un échantillon obtenue à l'aide du programme PALYZONE ne fait pas de doute, et qu'elle est confirmée par d'autres méthodes, on peut alors chercher à améliorer l'échelle de référence. En effet, si l'on attribue de façon certaine un âge à un échantillon, il en résulte logiquement que toutes les espèces palynologiques qu'il contient ont une extension stratigraphique qui couvre le tout ou au moins une partie de cet intervalle de temps.

Par exemple, l'âge Albien inférieur et moyen de l'échantillon « Villequier » apparaît comme certain (voir fig. 4B). L'âge Albien inférieur est confirmé d'autre part

par les Foraminifères et des critères de terrain. En conséquence, toutes les espèces énumérées dans la figure 4A doivent logiquement être présentes à l'Albien inférieur, considéré dans son ensemble puisque la précision de l'échelle de référence ne descend pas au-dessous du sous-étage. Or ce n'est pas le cas pour les espèces S 4060, S 3852, S 4054, S 3978, P 672, P 577, PL 545 et PL 731. Il faudrait donc modifier l'extension

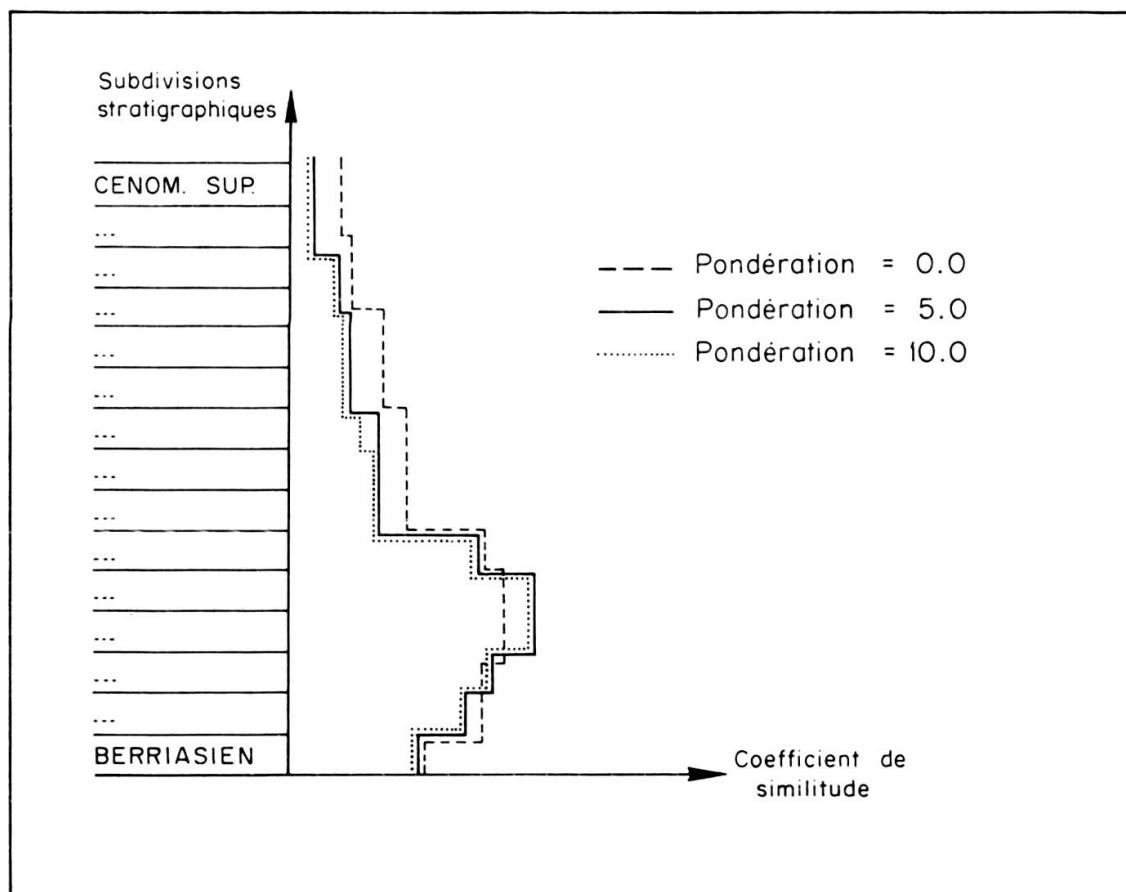


FIG. 5. — Comparaisons entre les graphiques obtenus pour l'échantillon « Sommières » avec trois valeurs de pondération différentes.

de ces huit espèces dans l'échelle stratigraphique de référence. La modification est simple à effectuer: il faut corriger, dans les données du référentiel, les huit cartes perforées correspondantes (voir appendice: programme PALYREF), puis mettre ce référentiel modifié sur bande magnétique à l'aide du programme PALYREF. En introduisant deux nouvelles cartes, on peut de la même manière placer dans le référentiel les espèces S 4132 et P 675 qui n'étaient jusqu'alors pas répertoriées.

Ainsi, par des modifications successives, on parvient à améliorer l'échelle palyno-stratigraphique de base. Mais il ne faut bien sûr opérer de telles modifications que si la datation des échantillons n'est pas équivoque.

## 5. CONCLUSIONS

Nous avons donc décrit une méthode simple pour placer un échantillon dans une échelle stratigraphique relative. Cette méthode est basée sur des données binaires. Les résultats obtenus ont un double intérêt: d'une part, ils permettent de dater les échantillons, d'autre part, si ces datations sont confirmées par d'autres méthodes, ils servent à améliorer l'échelle palyno-stratigraphique de référence. Cette échelle améliorée sera alors prise comme base pour de nouvelles datations, et ainsi de suite.

Nous avons utilisé des données binaires. Toutefois, le processus décrit serait applicable de la même manière à des données semi-quantitatives ou quantitatives. Il suffirait pour cela de modifier le calcul du coefficient dans le programme PALYZONE, et d'adapter un programme PALYREF pour la lecture et l'écriture des données. De plus, cette méthode de datation peut s'appliquer à n'importe quel autre groupe de fossiles.

Remarquons enfin que nous n'avons envisagé dans ce programme que les étages du Crétacé. Il est évident que si l'on possède un référentiel stratigraphique plus étendu, la procédure doit être généralisée vers le haut et le bas de l'échelle, moyennant quelques modifications dans l'impression des tableaux (voir appendice: listage du programme PALYZONE).

## 6. APPENDICE

### 6.1. *Programme PALYREF*

Nous ne donnons pas le listage de ce programme qui doit s'adapter aux besoins de chaque utilisateur. Il faut néanmoins respecter les indications données ci-dessous.

Le programme PALYREF doit avoir une double fonction:

#### 1) *Lecture des données de l'échelle stratigraphique de référence :*

La méthode la plus simple est d'utiliser une carte perforée par espèce. Ainsi il suffira de remplacer une carte pour modifier une donnée ou d'en introduire une supplémentaire si on désire ajouter une nouvelle espèce. Chaque carte contiendra:

- XESP = Numéro de l'espèce.
- XNOM = Nom de l'espèce.
- POND = Pondération: 1 pour une espèce à pondérer,  
0 pour une espèce non pondérée.

- L'extension stratigraphique de l'espèce: par exemple sous forme de deux nombres qui correspondent aux subdivisions géologiques où apparaît et disparaît l'espèce.

Même si on ne désire pas définir XESP ou XNOM, il faut prévoir un champ sur la carte pour ces données et les faire lire. Dans notre cas, nous n'avons pas défini de XNOM et nous n'avons fait imprimer dans les tableaux du programme PALYZONE que les numéros d'espèces, soit XESP.

## 2) *Mise sur bande magnétique du référentiel :*

Pour être utilisé par le programme PALYZONE, le référentiel doit être mis sur bande magnétique en mode binaire sous forme des deux fichiers suivants (séparés par un ENDFILE):

Fichier 1: il contient pour chaque espèce trois variables, soit XESP, XNOM, et POND. Il y a autant d'enregistrements qu'il y a d'espèces.

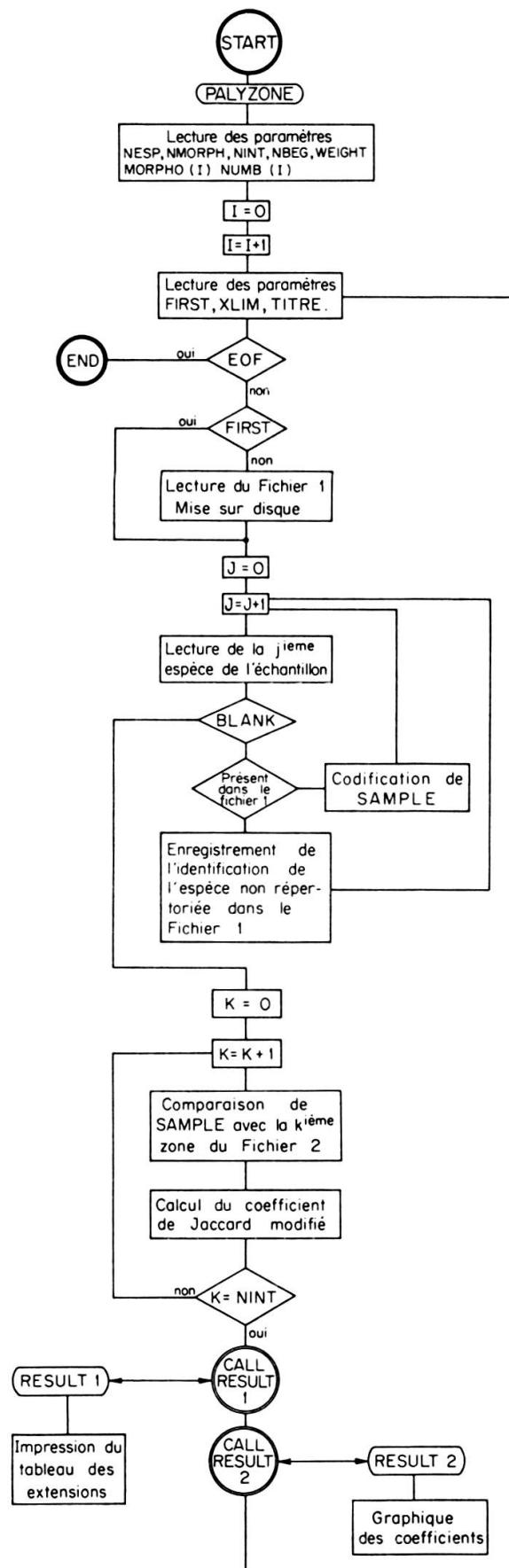
Fichier 2: il contient pour toutes les subdivisions stratigraphiques envisagées le code de chaque espèce, soit:

1 pour une espèce présente,  
0 pour une espèce absente.

Les subdivisions stratigraphiques doivent être placées sur bande en commençant par le haut de l'échelle. Chacune de ces subdivisions contiendra autant d'enregistrements qu'il y a d'espèces. Ainsi le nombre total des enregistrements du fichier 2 sera égal au produit du nombre total d'espèces par le nombre de subdivisions stratigraphiques.

Une fois les deux fichiers mis sur bande magnétique, on ne réutilisera le programme PALYREF que dans les cas où, ayant modifié des cartes données, on désire placer sur bande le référentiel mis à jour.

## 6.2. Organigramme du programme PALYZONE



### 6.3. Listage du programme PALYZONE

```

*****  

C  

C  

C PROGRAM PALYZONE  

C *****  

C  

C PROGRAMME QUI POSITIONNE UN ECHANTILLON DANS UNE ECHELLE STRATIGRAPHIQUE  

C PREETABLIE, SUR LA BASE DE SON CONTENU PALYNOLOGIQUE.  

C IL Y A DEUX SORTIES SUR L IMPRIMANTE -  

C     1) UN TABLEAU DONNANT L EXTENSION STRATIGR., DANS L INTERVALLE DE  

C        TEMPS ENVISAGE, DE TOUTES LES ESP. PRESENTES DANS L ECHANTILLON.  

C     2) UN HISTOGRAMME DES COEFFICIENTS D ASSOCIATION ENTRE L ECH. ET LES  

C        DIFFERENTES SUBDIVISIONS DE L INTERVALLE DE TEMPS ENVISAGE.  

C  

C LA VERSION DONNÉE CI-DESSUS PRÉVOIT UN RÉFÉRENTIEL QUI RESTE CONSTAMMENT  

C SUR BANDE MAGNETIQUE (CAS OU L CM DISPOSE DE PEU DE MÉMOIRE CENTRALE).  

C SI L ON VEUT METTRE CE RÉFÉRENTIEL EN MÉM. CENTRALE, IL FAUT UTILISER LA  

C VARIABLE -REF- DIMENSIONNÉE, SOIT REF(NESP,22). IL SUFFIT ALORS DE LIER  

C SUR BANDE LE FICHIER 2, SOIT REF(I,J) EN UTILISANT UNE DOUBLE BOUCLE AVEC  

C LES INDICES I = 1,NESP  

C           J = NBEG, (NBEG+NINT-1)  

C LE FICHIER 2 EST ALORS MIS EN MÉMOIRE.  

C  

C *****  

C  

C DIMENSIONS  

C *****  

C  

C - SI L Y A PLUS DE 150 MORPHOGROUPES ET PLUS DE 800 ESPÈCES DANS LE  

C   RÉFÉRENTIEL, IL FAUT MODIFIER LES NOMBRES 150 ET 800 PAR LES CHIFFRES  

C   DÉSIRÉS.  

C - LE PROGRAMME EST CONCU POUR 22 SUBDIVISIONS STRATIGR. (CELLES DU CRÉTAQUE).  

C   SI L ON VEUT AUGMENTER CE NOMBRE, IL FAUT FAIRE DES MODIFICATIONS,  

C   SURTOUT DANS LES SOUSROUTINES RÉSULT1 ET RÉSULT2.  

C  

C *****  

C  

C DONNÉES  

C *****  

C  

C 1) PREMIÈRE CARTE  

C -----  

C   COLONNES 1-4    NESP = NOMBRE D'ESP. DANS L'ECHELLE STRATIGR. DE REFER.  

C   COLONNES 5-8    NMORPH = NOMBRE DE MORPHOGROUPES  

C   COLONNES 11-12   NINT = NOMBRE DE SUBDIV. STRATIGR. ENVISAGEES.  

C   COLONNES 14-15   NBEG = NUMERO DE LA PLUS HAUTE SUBDIV. DU CRÉTAQUE  

C                      ENVISAGEE (CALCULÉE DEPUIS LE SOMMET DU CRÉTAQUE,  

C                      CF. PROGRAMME F A L Y R E F ).  

C   COLONNES 17-20   WEIGHT = INTENSITÉ DE LA PONDÉRATION.  

C  

C 2) DEUXIÈME CARTE  

C -----  

C   MORPHO(I) = NUMÉROS OU NOMS DES MORPHOGROUPES.  

C  

C 3) TROISIÈME CARTE  

C -----  

C   NUMA(I) = NOMBRE D'ESPÈCES CONTENUES DANS CHAQUE MORPHOGROUPE.  

C  

C 4) QUATRIÈME CARTE  

C -----  

C   COLONNE 2      FIRST = 0 POUR LE PREMIER ECHANTILLON À TRAITER  

C                   1 POUR LES ECHANT. SUIVANTS  

C   COLONNES 4-10   XLIM = VALEUR LIMITÉE D'IMPRESSION DES COEFF.  

C                   D'ASSOCIATION. L'IMPRESSION DE L'HISTOGR. EST  

C                   SUPPRIMÉE EN-DESSOUS DE CETTE LIMITÉ (0.0 À 1.0)  

C   COLONNES 12-59  TITRE = NOM DE L'ECHANTILLON.  

C  

C 5) CINQUIÈME(S) CARTE(S)  

C -----  

C   ID(I) = LISTE DES ESPÈCES PRÉSENTES DANS L'ECHANTILLON. LA DERNIÈRE  

C   ESP. DOIT ÊTRE SUIVIE DE LA RUERIQUE «FINISHED».  

C  

C   POUR CHAQUE ECHANTILLON À DATER, IL FAUT REPETER LA QUATRIÈME ET  

C   CINQUIÈME(S) CARTE(S).  

C  

C *****  

C  

C

```

```

PROGRAM PALYZONE                                10
COMMON/ECR/CAR(5)                               20
COMMON/UN/NOT(500),JNOT                         30
COMMON/BLOC/MORPHO(150),NUMB(150),POW2(22),PRES(800)
COMMON/TIT/TITRE(6)                             50
COMMON/LET/COEF(22),XLIM                         60
COMMON/SUDIV/NINT,NBEG,NMORPH                  70
DIMENSION ID(8),SAMPLE(800),XNOM(800,2)        80
LOGICAL FIRST,POND(800)                         90
INTEGER CAR                                     100
INTEGER POW2,PRES,SAMPLE,REF,XREF,ESP,XESP,BLANC,XNOM
DATA BLANC/8HFINISHED/                          110
DATA (CAR=1HI,1H*,1H=,1H.,1H.)                 120
                                         130
C                                              140
C.....LECTURE DES DONNEES.                     150
C                                              160
      READ 110,NESP,NMORPH,NINT,NBEG,WEIGHT      170
      READ 111,(MORPHO(I),I=1,NMORPH)           180
      READ 112,(NUMB(I),I=1,NMORPH)              190
  80  READ 100, FIRST,XLIM,TITRE                200
      IF (EOF,60) 81,82                         210
  82  IF (FIRST) GO TO 9                      220
      DO 96 I=1,NESP                           230
                                         240
C                                              250
C.....LECTURE DU FICHIER 1 DU REFERENTIEL (SUR BANDE MAGNETIQUE). 260
C                                              270
      READ (11) XESP,(XNOM(I,J),J=1,2),POND(I) 280
      IF (EOF,11) 97,98                         290
  98  IF (IOCHECK,11) 99,70
                                         300
C                                              310
C.....MISE SUR DISQUE DES NUMEROS D'ESPECES.    320
C                                              330
      70  WRITE (10) XESP                        340
      96  CONTINUE
      CALL SKIPFILE (11)
      ENDFILE 10 $ REWIND 10                   350
  9  DO 1 I=1,NESP                           360
      1 SAMPLE(I)=0                           370
      JNOT=0                                 380
                                         390
C                                              400
C.....LECTURE DES ESPECES PRESENTES DANS L'ECHANTILLON ET REMPLISSAGE DU
C.....VECTEUR - SAMPLE -.                      410
C                                              420
                                         430
  7  READ 200,(ID(I),I=1,8)                   440
      JX=0                                 450
      DO 3 J=1,8                           460
  4  JX=JX+1
      READ (10),ESP
      IF (EOF,10) 5,6                      470
  6  IF (ID(J).NE.ESP) GO TO 4            480
      SAMPLE(JX)=1                         490
      REWIND 10
  3  JX=0                                 500
      GO TO 7                            510
  5  IF (ID(J).EQ.BLANC) GO TO 2          520
                                         530
C                                              540
C.....CAS DES ESPECES ABSENTES DANS LE REFERENTIEL. 550
C                                              560
      JNOT=JNOT+1
      NOT(JNOT)=ID(J)
      REWIND 10
      GO TO 3
  2  REWIND 10
      DO 50 I=1,NESP                      570
      50 PRES(I)=0.0
      NIN=(NBEG-1)*NINT
                                         580
C                                              590
C.....LA BOUCLE 60 COMPARE L'ECHANT. AVEC LE REFERENTIEL ET CALCULE LE
C.....COEFF. D'ASSOCIATION.                  600
C                                              610
                                         620
  60  DO 60 J=NBEG,NIN
      ANUM=DENOM=0.0
      POW2(J)=2**J
      DO 10 I=1,NESP                      630
      10 PRES(I)=0.0
      NIN=(NBEG-1)*NINT
                                         640
C                                              650
C.....LECTURE DU FICHIER 2 (SUR BANDE MAGNETIQUE). 660
C                                              670
      READ (11) REF
      IF (EOF,11) 20,21                     680
  21  IF (IOCHECK,11) 22,23               690
  23  IF (SAMPLE(I).EQ.0.0) GO TO 10
      K=REF*SAMPLE(I)+1
      GO TO (40,30),K
  30  ANUM=ANUM+1.0
      IF (POND(I)) ANUM=ANUM+WEIGHT
      PRES(I)=PRES(I)+POW2(J)
  40  DENOM=DENOM+1.0
                                         700
                                         710
                                         720
                                         730
                                         740
                                         750
                                         760
                                         770
                                         780
                                         790
                                         800
                                         810
                                         820
                                         830
                                         840
                                         850
                                         860
                                         870

```

```

      IF (POND(I))DENOM=DENOM+WEIGHT          880
10  CONTINUE                                890
60  COEF(J)=ANUM/DENOM                      900
     REWIND 11                                 910
     CALL SKIPFILE (11)                       920
     CALL RESULT1 (NESP)                      930
     CALL RESULT2 (NESP)                      940
     GO TO 80                                 950
97  PRINT 300,I                               960
     GO TO 81                                 970
99  PRINT 301,I                               980
     GO TO 81                                 990
20  PRINT 302,I,J                           1000
     GO TO 81                                 1010
22  PRINT 303,I,J                           1020
     81  CALL EXIT                            1030
100 FORMAT(1XL1,1XF7.4,1X,6A8)              1040
110 FORMAT(14,1X,13,2X,I2,1X,I2,1X,F4.1)   1050
111 FORMAT(16(A4,1X))                      1060
112 FORMAT(26(I2,1X),2X)                   1070
150 FORMAT(8(2XA8))                        1080
160 FORMAT(80I1)                           1090
200 FORMAT(8(A8,2X))                        1100
300 FORMAT(1X,* EOF APPARAIT SUR L'UNITE 11 A LA *I4* EME ESPECE*) 1110
301 FORMAT(2X,*ERREUR DE PARITE SUR L'UNITE 11 A LA *I4* EME ESPECE*) 1120
302 FORMAT(1X*EOF APPARAIT SUR UNITE 11 DANS REF A LA *I4*EME ESP DU * 1130
     1I2*EME ETAGE*)
303 FORMAT(1X*ERREUR DE PARITE SUR UNITE 11 DANS REF A LA *I4*EME ESP 1140
     1DU *I2*EME ETAGE*)
     END                                     1150
                                         1160
                                         1170
     SUBROUTINE PRNT                         1180
C     *****
C                                         1190
C.....ROUTINE UTILISEE PAR LE SOUS-PROGRAMME D IMPRESSION R E S U L T  2 1200
C                                         1210
C                                         1220
     COMMON/INT/NIN(90)                      1230
     COMMON/ECR/CAR(5)                      1240
     INTEGER CAR                           1250
     DO 1 I=1,16                           1260
1  NIN(I)=CAR(4)                         1270
     NIN(17)=CAR(1)                         1280
     DO 2 I=18,90                           1290
2  NIN(I)=CAR(4)                         1300
     RETURN                                 1310
     END                                     1320
                                         1330
     SUBROUTINE CALC(COEFF)                 1340
C     *****
C                                         1350
C.....ROUTINE UTILISEE PAR LE SOUS-PROGRAMME D IMPRESSION R E S U L T  2 1360
C                                         1370
     COMMON/INT/NIN(90)                      1380
     DATA NB/1HB/                           1390
     K=(COEFF*10.0)+0.5                   1400
     J=1*I*K                               1410
     DO 1 I=18,J                           1420
1  NIN(I)=NB                             1430
     RETURN                                 1440
     END                                     1450
                                         1460
     SUBROUTINE STANDARD                  1470
C     *****
C                                         1480
C.....ROUTINE UTILISEE PAR LE SOUS-PROGRAMME D IMPRESSION R E S U L T  1 1490
C                                         1500
     COMMON/ECR/CAR(5)                      1510
     COMMON/STAN/LIN(114),CX               1520
     COMMON/SUBDIV/NINT,NBEG,NMORPH       1530
     LOGICAL CX                           1540
     INTEGER CAR                           1550
     LIM=26*(NINT*4)                      1560
     DO 1 I=1,LIM                          1570
1  LIN(I)=CAR(5)                         1580
     LIN(6)=CAR(1)                         1590
     LIN(26)=CAR(1)                        1600
     DO 2 I=30,LIM,4                      1610
2  LIN(I)=CAR(4)                         1620
     2 IF(CX)LIN(I)=CAR(5)                1630
     RETURN                                 1640
     END                                     1650
                                         1660
     SUBROUTINE RESULT1(NESP)              1670
C     *****
C                                         1680
C.....IMPRESSION DU TABLEAU PRESENTANT LES EXTENSIONS STRATIGR. DES 1690
C.....ESPECES PRESENTES DANS L'ECHANTILLON A DATER.                  1700
C.....LE -DATA (ZONE=...) - EST DEFINI POUR LE CRETACE.            1710
C                                         1720

```

```

COMMON/ECR/CAR(5)                                1730
COMMON/STAN/LIN(114),CX                          1740
COMMON/UN/NOT(500),JNCT                         1750
COMMON/BLOC/MORPHO(150),NUMB(150),POW2(22),PRES(800) 1760
COMMON/TIT/TITRE(6)                             1770
COMMON/SUBDIV/NINT,NBEG,NMORPH                  1780
DIMENSION ZONE(66),MORPH(5),ESP(7)              1790
LOGICAL CX                                     1800
INTEGER MORPHO,POW2,PRES,ESP                  1810
INTEGER CAR,ZONE                            1820
DATA (ESP=1HE,1HS,1HP,1HE,1HC,1HE,1HS)          1830
DATA (MORPH=1HM,1HO,1HR,1HF,1HH)                1840
DATA (ZONE=1H3,1HE,1H ,1HV,1HA,1H1,1HH,1HA,1H2,1HB,1HA,1H3,1HC,1HE,1H1,1HC,1HE,1H2,1HC,1HE,1H3,1HT,1HU,1H2,1HL,1H1,1H2,1HL,1H1,1H ,1H3,1HC,1HO,1H ,1HS,1HA,1H ,1HC,1HA,1H ,1H ) 1850
1H2,1HB,1HA,1H1,1H3,1HC,1HE,1H1,1HC,1HE,1H2,1HC,1HE,1H3,1HT,1HU,1H1,1H2,1HT,1HU,1H3,1HC,1HO,1H ,1HS,1HA,1H ,1HC,1HA,1H ,1H ) 1860
4H,1HA,1H )                                     1870
PRINT 400,(TITRE(I),I=1,6)                     1880
PRINT 401                                         1890
CX=0                                           1900
CALL STANDARD                               1910
LIM=26+(NINT*4)                           1920
PRINT 100,(LIN(J),J=1,LIM)                 1930
MM=27                                         1940
6 M=0                                         1950
CALL STANDARD                               1960
LIM2=LIM+2                                    1970
DO 5 J=28,LIM2,4                           1980
JX=J-MM-M                                 1990
LIN(J)=ZONE(JX)                           2000
5 M=M+1                                     2010
IF(MM,NE,26) GO TO 9                      2020
DO 11 JZ=1,5                                2030
11 LIN(JZ)=MORPH(JZ)                         2040
DO 12 JZ=10,16                               2050
12 LIN(JZ)=ESP(JZ-9)                         2060
9 PRINT 100,(LIN(J),J=1,LIM)               2070
MM=MM-1                                     2080
IF(MM,LT,25) GO TO 10                      2090
GO TO 6                                     2100
10 CALL STANDARD                            2110
PRINT 100,(LIN(J),J=1,LIM)               2120
DO 15 J=1,LIM                                2130
15 LIN(J)=CAR(3)                            2140
PPRINT 100,(LIN(J),J=1,LIM)             2150
LAST=0 $ CX=1                                2160
CALL STANDARD                               2170
DO 1 I=1,NESP                                2180
RFAD(10)XESP                                2190
IF(PRES(I).EQ.0) GO TO 1                   2200
II=I                                         2210
DO 18 KX=1,NMORPH                           2220
IF(NUMB(KX).GE.II) GO TO 17                 2230
18 II=II-NUMB(KX)                           2240
17 IF(LAST.EQ.KX) GO TO 20                 2250
PRINT 301,MORPHO(KX),XESP                  2260
LAST=KX                                     2270
GO TO 3                                     2280
20 PRINT 300 ,XESP                           2290
3 NIN=(NBEG-1)*NINT                         2300
L=0                                         2310
DO 2 J=NBEG,NIN                            2320
L=L+1                                      2330
JJ=(NBEG+NINT)-L                           2340
IF(POW2(JJ).GT.PRES(I)) GO TO 2           2350
REST=PRES(I)-POW2(JJ)                      2360
IX=26+((L-1)*4)                           2370
IY=IX+4                                    2380
IF(I.EQ.1) IX=27                           2390
DO 13 K=IX,IY                            2400
DO 13 K=IX,IY                            2410
13 LIN(K)=CAR(2)                           2420
PRES(I)=REST                                2430
2 CONTINUE                                  2440
PRINT 200,(LIN(J),J=1,LIM)             2450
DO 16 J=27,LIM                            2460
16 LIN(J)=CAR(5)                           2470
PRINT 100,(LIN(J),J=1,LIM)               2480
LIN(26)=CAR(1)                            2490
1 CONTINUE                                  2500
REWIND 10                                 2510
DO 19 I=1,LIM                            2520
19 LIN(I)=CAR(3)                           2530
PRINT 100,(LIN(J),J=1,LIM)               2540
IFI(JNOT,EQ.0) RETURN                    2550
PRINT 500,(NOT(I),I=1,JNOT)             2560
RETURN                                     2570
100 FORMAT(1HS114A1)                        2580
200 FORMAT(1H+,114A1)                        2590
300 FORMAT(1HS,7X,2A8)                      2600
301 FORMAT(1HS,A4,3X,2A8)                  2610
400 FORMAT(1H1,10X,6A8//)                  2620
500 FORMAT(1HS,30X*L ESPECE NO *A8,1X*N EST LAS REPERTORIEE*) 2630
401 FORMAT(40X*1.-EXTENSION SRATIGRAPHIQUE DES ESPECES PRESENTES DANS 2640
1L ECHANTILLON*/40X69(1H=)/////)        2650
END                                         2660

```

```

      SUBROUTINE RESULT2(NESP)          2680
C ***** *****
C
C.....IMPRESSION DE L HISTOGRAMME DES COEFF. D ASSOCIATION ENTRE    2690
C.....L ECHANTILLON ET LES SUBDIVISIONS STRATIGR. DU REFERENTIEL.    2700
C.....LE -DATA (STRAT=...) - EST DEFINI POUR LE CRETACE.           2710
C
C
COMMON/LET/COEF(22),XLIM           2720
COMMON/INT/NIN(90)                 2730
COMMON/ECR/CAR(5)                 2740
COMMON/SUBDIV/VINT,NBEG,NMORPH   2750
COMMON/TIT/TITRE(6)               2760
DIMENSION STRAT(44)              2770
INTEGER CAR                      2780
LOGICAL OPT                      2790
DATA(ISTPAT=BHMAESTRIC,BHHTIEN ,BHCOMPANIE,BHN ,BHSANTCNIE,     2800
18HN ,BHCNACIE,BHN ,BHTURONIEN,BH SUP ,BHTURONIEN,     2810
28H MOY ,BHTURONIEN,BH INF ,BHCENOMANI,BHEN SUP ,BHCENOMANI,     2820
38HEN MOY ,BHCENOMANI,BHEN INF ,BHALBIEN S,BHUP ,BHALBIEN M,     2830
48HOY ,BHALBIEN I,BHNF ,SHAPTIEN S,BHUP ,BHAUTERIV,     2840
58HNF ,BH3ARREPIE,BHN SUP ,BHBARREPIE,BHN INF ,BHHAUTERIV,     2850
68HIEN SUP ,BHHAUTERIV,BHFN INF ,BHALANGIN,BHIEN SUP ,BHALANGIN, 2860
78HIEN INF ,BHBERRIASI,BHEN )    2870
PRINT 400,(TITRE(I),I=1,6)        2880
PRINT 600                         2890
PRINT 501                         2900
K=NBEG-1                         2910
K1=(2*K)+1                       2920
K2=(K+INT)*2                      2930
DO 1 J=K1,K2,2                   2940
L=J-K $ JJ=J+1                   2950
DO 2 I=1,2                         2960
DO 3 M=1,90                        2970
3 NIN(M)=CAR(5)                  2980
OPT=1                            2990
IF(I.EQ.2) OPT=0                 3000
IF(OPT) CALL PRNT                3010
COEFF=2.0 *COEF(L)              3020
IF(J.EQ.K1)GO TO 7               3030
IF(OPT) COEFF=COEF(L)+COEF(L-1) 3040
7 IF(COEF(L).GE.XLIM) CALL CALC(CCEFF) 3050
PRINT 100,(NIN(IJ),IJ=1,90)      3060
IF(OPT) GO TO 2                 3070
PRINT 200,STRAT (JJ),STRAT (JJ),CCEFF(L)
2 CONTINUE                         3080
1 K=K+1                           3090
100 FORMAT(10X90A1)               3100
200 FORMAT(1H*,9X248,1H166XF7.4) 3110
400 FORMAT(1H1,10X,6A8//)         3120
501 FORMAT(89X,14HCOEFFICIENT DE/92X,*SIMILITUDE*) 3130
600 FORMAT(3DX*2,-CORRELATION ENTRE L ECHANTILLON ET LES DIFFERENTES 3140
1SUBDIVISIONS DU CRETACE*/3DX76(1H=)///) 3150
RETURN                           3160
END                               3170
3180
3190
3200
3210

```

#### 6.4. Fiche technique du programme PALYZONE

- Auteurs :* Georges GORIN et Roland FROIDEVAUX.
- Adresse :* Département de géologie-paléontologie, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.
- Demande de renseignements :* S'adresser aux auteurs ci-dessus.
- But du programme :* Impression des extensions stratigraphiques des espèces palynologiques contenues dans un échantillon et datation de cet échantillon par rapport à une échelle palynostratigraphique de base.
- Méthode statistique :* Coefficients de similitude.
- Restrictions :* 22 intervalles stratigraphiques.
- Ordinateur utilisé :* Control Data Corporation, type 3800.
- Langage de programmation :* FORTRAN IV.

- Mémoire nécessaire :* 10 K pour un référentiel de 800 espèces.
- Temps d'exécution :* Environ 5 mn. par échantillon.
- Equipement périphérique nécessaire :* Un disque et une bande magnétique.
- Remarques :* Si on dispose d'une mémoire centrale de 28 K, il faut mettre le référentiel dans cette mémoire. Le temps d'exécution est alors rabaissé à 2 mn. par échantillon.

#### BIBLIOGRAPHIE

- HARBAUGH, J et D. MERRIAM (1968). Computer applications in stratigraphic analysis. *John Wiley & Sons, Inc.*, New York-London-Sydney.
- LAFITTE, P. (1972). Traité d'informatique géologique. *Masson & Cie*, Paris.
- SOKAL, R. et P. SNEATH (1963). Principles of numerical taxonomy. *W. H. Freeman Co.*, San Francisco.

Manuscrit reçu le 5 octobre 1973

