

Découverte de fossiles phanérozoïques dans le Complexe Gamuza de Caborca, Sonora, Mexique

par Luidgi RADELLI*, Vivianne SOLIS-WOLFOWITZ** et Jesé URRUTIA*

RÉSUMÉ. — Parce qu'il se trouve sous le Cambrien fossilifère classique de Caborca, le Complexe Gamuza, largement dolomitique, de la région de Caborca a été considéré comme précambrien même après qu'un de nous (L.R.) ait démontré que le Cambrien qui le recouvre est allochtone, appartenant à une nappe mise en place au Névadien. En conformité avec l'axiome de l'âge précambrien de ce complexe, des fossiles d'attribution taxonomique douteuse et des traces fossiles de sa Formation Clemente, ainsi que les stromatolites de ses formations Gamuza et Papalote ont été considérés comme précambriens et les premiers comme de la faune Ediacara. Au Cerro Clemente, un affleurement de la Formation Caborca sous-jacente à la Formation Clemente nous a livré des fossiles à squelette (Tabulata, soit Coelentérés anthozoaires ? Stromatoporoidés, soit Coelentérés hydrozoaires ?). Ces fossiles sont mal conservés (silicifiés) mais on peut exclure qu'il s'agisse de formes précambriennes ou cambriennes. Ils pourraient être soit paléozoïques soit, et plus probablement, mésozoïques. Dans le contexte régional, un âge paléozoïque du Complexe Gamuza peut être exclu pour des raisons géologiques. Il en découle que ces fossiles indiquent un âge mésozoïque et vraisemblablement triasique du Complexe Gamuza. Ce Complexe pourrait donc être en réalité, comme déjà soupçonné par un de nous (L.R.), un de ces blocs de Trias supérieur téthysien, de type alpin, souvent à faciès Dachstein, qui apparaissent en de nombreux points de la Cordillère nord-ouest américaine depuis la latitude d'Hermosillo (Sonora) jusqu'en Alaska.

MOTS CLÉS. — Phanérozoïque, Complexe Gamuza, Mexique.

Discovery of Phanerozoic fossils in the Gamuza Complex of Caborca, Sonora, Mexico

ABSTRACT. — Because it occurs below the classic fossiliferous Cambrian of Caborca, the largely dolomitic Gamuza Complex of the Caborca region has been considered axiomatically as Precambrian and this also after one of us (L.R.) demonstrated that said Cambrian belongs in an allochthonous series, a Nevada nappe. In conformity with that axiom of the Precambrian age of the Gamuza Complex, some body fossils that "cannot be assigned even to the highest taxa with certainty" and some trace fossils of its Clemente Formation, as well as the stromatolites of its dolomitic Gamuza and Papalote Formations were assigned a Precambrian age, and the former were considered as an Ediacara fauna. At Cerro Clemente, an outcrop of the Caborca Formation, which underlies the Clemente Formation, furnished us with silicified skeleton fossils (Tabulata : i.e. Coelenterata Anthozoa ? Stromatoporoids : Coelenterata Hydrozoa ?). Although they are poorly preserved, it can be excluded that they are either Precambrian or Cambrian. They may be either Paleozoic or, and very much more probably, Mesozoic. However, within the regional framework, a Paleozoic age of the Gamuza Complex can be excluded on geological ground. It follows, therefore, that they suggest a Mesozoic, and finally, once the geological context is taken into account, a Triassic age for the Gamuza Complex. Thus, the Gamuza Complex might be one of the fragments or slivers of the Tethyan, Alpine Upper Triassic, often with a Dachstein facies, which occur in several places of the northwestern American Cordillera, from the latitude of Hermosillo (Sonora) to Alaska.

KEY WORDS. — Phanerozoic, Gamuza Complex, Mexico.

* Departamento de Geología, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México.

e-mail : lraddelli@guaymas.uson.mx

** ICMYL, UNAM, Circuito Exterior, Ciudad Universitaria, A.P. 70-305, México, D.F. 04510.

e-mail : solisw@mar.icmyl.unam.mx

1. - LES TERMES DU PROBLÈME

Sous-jacente au Cambrien de Caborca, illustrée par les travaux classiques de Cooper et Arellano [1946] et Cooper *et al.* [1952], une série est connue qui comporte, du haut vers le bas, les formations suivantes [Stewart *et al.*, 1984] :

(a) Complexe de Couverture Gamuza

Form. Papalote : jusqu'à 400 m de dolomies, avec une intercalation de quartzite à la partie moyenne ;

Form. Gamuza : ± 135 m de dolomies ;

Form. Pitiquito : ± 80 m de quartzite, avec quelques passées mineures de grès dolomitiques ;

Form. Clemente : environ 200 m de grès fins à très fins, avec quelques passées dolomitiques et une intercalation calcaire à la partie moyenne ;

Form. Caborca : ± 120 m de dolomies, calcaires dolomitiques, dolomies oolitiques et microgrès dolomitiques en général finement stratifiés ;

Form. El Arpa : ± 90 m de grès arkosiques remaniant le socle, dolomies gréseuses, quartzites, calcaires dolomitiques et microgrès.

(b) Socle métamorphique Bamori, daté de 1600-1760 Ma [Anderson et Silver, 1970, 1971 ; Anderson *et al.*, 1978, 1979], traversé par un granite micrographique, le *granite Aibo*, daté de 1100 ± 20 Ma [Silver et Anderson, *in* Stewart *et al.*, 1984].

Du fait d'abord qu'elle se trouve sous le Cambrien [Cooper et Arellano, 1946 ; Cooper *et al.*, 1952], et du fait aussi qu'elle repose sur le Précambrien métamorphique du Bamori, un âge précambrien supérieur a été admis pour la série sédimentaire du Complexe Gamuza (allant de la Formation El Arpa à la Formation Papalote), depuis 1946 jusqu'à 1990, comme un fait acquis et n'ayant pas besoin d'être démontré [entre autres : Cooper et Arellano, 1946 ; Cooper, 1952 ; Cooper *et al.*, 1952 ; Livingston et Damon, 1968 ; Longoria *et al.*, 1978 ; Longoria et Perez, 1979 ; Longoria, 1980, 1981 ; Longoria *et al.*, 1981 ; McMenamin *et al.*, 1983 ; Stewart *et al.*, 1984].

Cet âge précambrien supérieur ayant donc été accepté pour ce complexe comme un fait, les stromatolites de sa Formation Gamuza [Gamper et Longoria, 1979 ; Weber *et al.*, 1979 ; Cevallos-Ferriz *et al.*, 1980 ; Cevallos-Ferriz *et al.*, 1982] et les *trace-fossils* trouvés dans sa Formation Clemente ont été considérés aussi comme significatifs du Précambrien supérieur en raison de l'attribution à ce niveau du complexe qui les contient [McMenamin *et al.*, 1983 ; Stewart *et al.*, 1984], puis comme de la faune Ediacara [McMenamin, 1996].

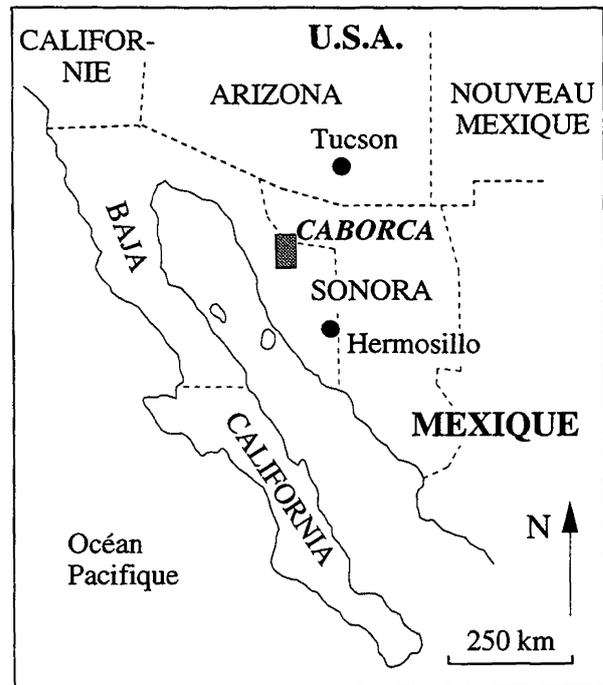


FIG. 1. - Plan de situation.

Rappelons que les stromatolites en question sont [Cevallos-Ferriz *et al.*, 1980 ; Cevallos-Ferriz *et al.*, 1982 ; Stewart *et al.*, 1984] soit des formes laminaires, soit de grandes structures coniques (jusqu'à 1 m de diamètre et 2 m de hauteur) ; celles de la Formation Gamuza ont été comparées à *Conophyton*, *Jacutophyton* et *Platella*, et celles de la Formation Papalote à *Collenia*. Rappelons également que les *trace-fossils* connus jusqu'à la note de Stewart *et al.* [1984] étaient peut-être des filaments d'algues bleu vert de la Formation El Arpa [McMenamin *et al.*, 1983] et des métazoaires de la Formation Clemente.

Les stromatolites coniques étaient considérés alors comme d'âge Riphéen moyen (Protérozoïque inférieur ou moyen), bien qu'étant différents de ceux de cet âge de la plate-forme de Sibérie et bien que *Conophyton* et *Jacutophyton* soient connus dans le Vendien et le Cambrien inférieur. Ceci n'allait pas sans poser de problèmes. Stewart *et al.* [1984] l'ont d'ailleurs noté clairement, qui ont écrit (p. 20) : "Considering the possible occurrence of trace fossils well below the stromatolites, a post-middle Riphean age (possibly Vendian) seems most likely for the Mexican stromatolites. We emphasize, however, that a Vendian age for this distinctive *Jacutophyton* - *Conophyton* assemblage would be quite anomalous and would necessitate an important revision of stromatolite biostratigraphy. If these stromatolites are middle Riphean, they seriously challenge our interpretation of the traces in the Clemente Formation as trace-fossils (pre-middle Riphean trace fossils have never been unambiguously documented)..."

Dans cette même revue, un de nous [Radelli, 1990] avait montré que le Cambrien de Caborca est allochtone

tant sur le Jurassique que sur la série ci-dessus, allochthone à son tour sur le Jurassique. Il écrivait alors : "... puisque cet ensemble à faciès de plate-forme, à commencer par son Cambrien, est allochthone, un des deux arguments pour dater du Précambrien supérieur le Complexe Gamuza – celui de sa position sous le Cambrien – perd toute sa valeur. Le deuxième de ces arguments, rappelons-le, est celui des stromatolites de la Formation Gamuza. C'est un argument assez faible, puisque la morphologie des stromatolites dépend essentiellement de la salinité du milieu. On ne peut donc plus écarter la possibilité que ce Complexe Gamuza, surtout dolomitique, soit d'un âge bien plus récent (triasique ?), d'autant plus que sa déformation interne est loin d'être importante et telle qu'il est toujours possible de l'expliquer par les événements névadiens et postérieurs. [...] Cette question reste et doit rester ouverte, mais il fallait la soulever."

Cet avertissement, fondé sur des observations multiples, et ces observations elles-mêmes, ont été ignorés par les auteurs qui ont travaillé dans la région par la suite.

Ainsi MacMenamin [1996] a considéré comme de la faune Ediacara des restes organiques de la Formation Clemente. Ces organismes sont les suivants. Un spécimen qui serait semblable à *Cyclomedusa plana* GLASSNER & WADE des Montagnes Mackenzie du Canada, mais qu'il est obligé d'indiquer comme cf. *Cyclomedusa plana* GLASSNER & WADE seulement. Un spécimen qu'il considère comme appartenant au genre *Sekwia* et qui serait semblable à *Sekwia excentrica*, tout en présentant un plus haut relief que ce dernier. Un spécimen incomplet, consistant en six empreintes parallèles et adjacentes de cylindres de 1,3 - 2,0 mm de diamètre, qu'il assigne à la famille des Ernittidae, connue en Namibie. Cependant il est forcé de conclure : "These Mexican body fossils cannot be assigned even to the highest taxa with certainty. The fact that both *Cyclomedusa* and *Sekwia* resemble diploblastic animals, such as cnidarians, does not mean that they are necessarily animal fossils..."

Quant aux *trace-fossils*, McMenamin [1996] indique qu'il y en aurait là deux types, ichnotaxa *Lockeia* et *Palacophycus tubularis* HALL, représentés par des terriers (« burrows ») millimétriques, qu'il décrit mais ne discute pas. Il y ajoute *Vermicula antiqua*, dont la valeur stratigraphique est pour le moins douteuse, ne serait-ce que parce qu'il a été interprété d'abord comme un "body fossil", puis comme un pseudo-fossile et finalement comme une *trace-fossil* [McMenamin, 1996].

Il apparaît ainsi, une fois de plus, que cet auteur assigne aussi à ces fossiles un âge précambrien non pas parce qu'ils indiquent un tel âge, mais parce que tel est l'âge qu'il postule pour les roches qui les contiennent (Complexe Gamuza en général et Formation Clemente en particulier).

D'autre part, Calmus *et al.* [1997] ont traité les unités de Pozos de Serna, autres que jurassiques, comme des unités "précambriennes ou cambriennes", alors que la présence du Cambrien sur les deux ailes de la structure en question (anticlinal de nappes) y est documentée par des fossiles [Radelli, 1990] ; en outre, ces auteurs ont considéré l'ensemble comme autochthone alors que l'allochtonie de la série ancienne est déjà implicite sur la carte et la coupe de Dowlen et Gastil [1981] dès qu'on prend en ligne de compte le fait, inconnu de ces auteurs, que l'aile orientale de la structure contient, comme l'occidentale, du Cambrien fossilifère.

2. – LES DONNÉES NOUVELLES

Au Cerro Clemente (fig. 2 et 3), à proximité d'une vieille mine d'or, puis sur le versant à l'ouest et en face de celle-ci, affleure incontestablement l'ensemble du Complexe Gamuza.

Le long du chemin menant à cette mine et sur une centaine de mètres au sud de celle-ci affleure la Formation El Arpa, qui remanie le socle (grès arkosiques de grain moyen à fin, passées quartzitiques, dolomies). Au-dessus, formant une petite crête abrupte, vient la Formation Caborca (dolomies passant à des calcaires dolomitiques, dolomies gréseuses, dolomies oolitiques, grès et microgrès). Suivent la Formation Clemente, dont le nom vient de cette montagne (microgrès, dolomies, dolomies oolitiques, passées de calcaires dolomitiques), puis les quartzites de la Formation Pitiquito. Au sommet, formant la crête de la montagne, se trouvent enfin les dolomies de la Formation Gamuza et sans doute celles de la Formation Papalote.

Les couches de la Formation Caborca formant le relief abrupt déjà indiqué nous ont livré une faune abondante. Ce sont surtout des fossiles coloniaux, développés, en colonies fibreuses, fascelloïdes, perpendiculairement à la stratification. Ces organismes ont conservé leur squelette, qui est silicifié.

Les fossiles les plus répandus sont constitués par des tubes accolés de quelques centimètres de longueur et de diamètre millimétrique, disposés en bandes parallèles millimétriques (Photos 1 à 4).

On les trouve sous deux formes :

- dans des couches d'épaisseur centimétrique qui, par leur couleur claire, contrastent avec celles beaucoup plus sombres (rougeâtres à noirâtres) sus- et sous-jacentes : dans ce cas, chaque colonie peut atteindre une longueur dépassant le mètre ;

- mais surtout (Photo 1), à la partie supérieure de grosses structures plus ou moins circulaires pouvant atteindre facilement les 30 cm de diamètre, qui montrent le même contraste de couleur avec l'encaissant, et qui ont un coeur de dolomie grisâtre, des structures microscopiques existent qui pourraient être aussi d'origine organique.

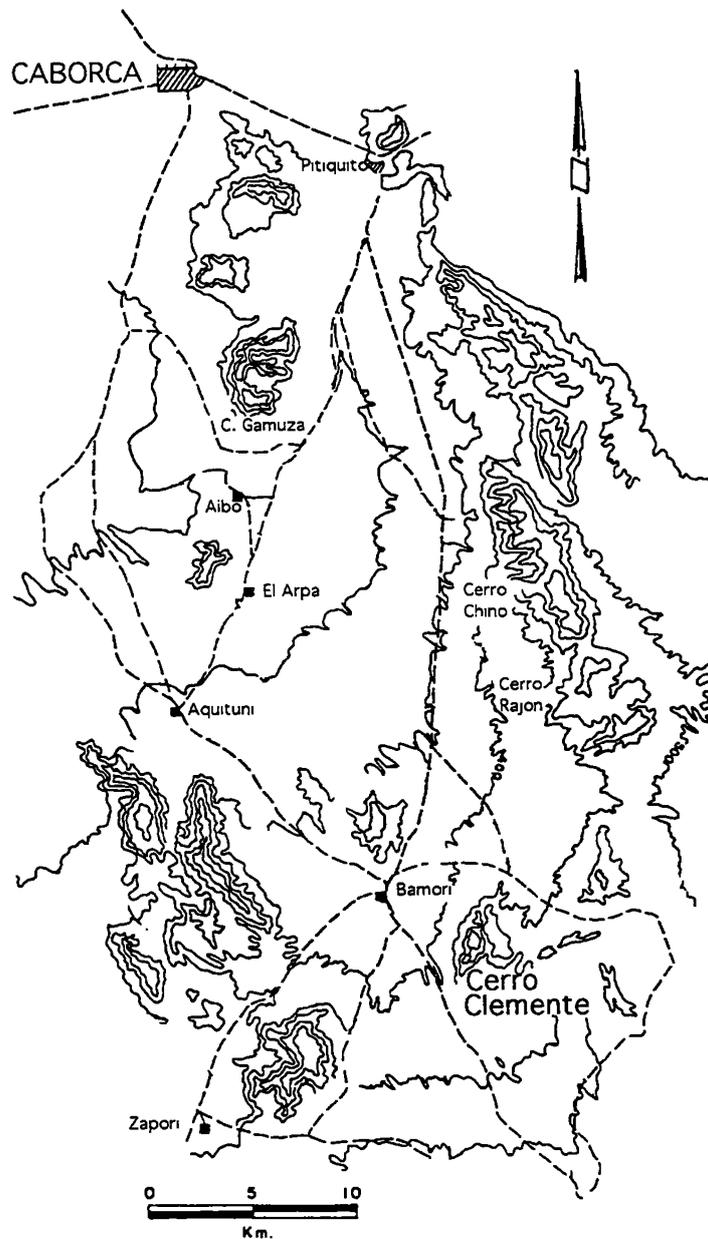


FIG. 2. – Plan de localisation.

Une autre forme apparaît aussi assez souvent. Ce sont des colonies de taille décimétrique montrant en section des tubes colonnaires prismatiques parallèles d'environ 1,5 - 2 cm de hauteur et, à leur surface supérieure (parallèle à la stratification), une structure en nid d'abeille, qui n'est pas sans rappeler celle de certains Tabulés [cf. par exemple, Moret, 1958, p. 174, fig. 68 A et C].

À cause de leur silicification, ces fossiles sont mal conservés et ne permettent pas une détermination précise. Ils montrent des ressemblances avec l'ordre des Tabulata (Coelentérés, Anthozoaires) et en particulier avec ceux de la famille des Chaetidae, apparus à l'Ordovicien, bien connus de l'Ordovicien au Permien, puis sans doute au Trias, et encore au Lias, au Crétacé et

à l'Éocène (?). Ils sont comparables aussi avec des Stromatoporidaés (Coelentérés, Hydrozoaires), connus du Silurien au Crétacé.

Quoi qu'il en soit, du fait que ce sont des organismes pourvus de squelette, on peut d'ores et déjà exclure qu'il s'agisse de formes précambriennes ou cambriennes.

Il convient d'ajouter que les fossiles ci-dessus sont accompagnés par :

– de nombreuses formes globuleuses et mal conservées, d'une taille allant du centimètre à quelques centimètres, que l'érosion laisse en relief ; ces formes, d'affinité plutôt mésozoïque, pourraient correspondre à des algues, à des éponges ou à des Heterastrides, connus dans plusieurs localités triasiques entre le Nevada et l'Alaska [Kristan-Tollmann, 1987] ;

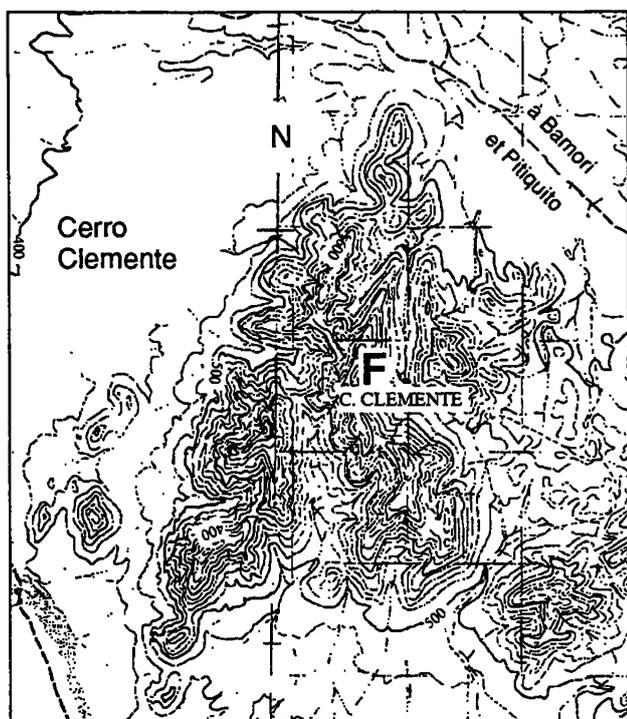


FIG. 3. – Localisation des fossiles.

- des bryozoaires microscopiques possibles ;
- peut être des méduses, du type de celles discutées par McMenamin [1996].

Ce point fera l'objet de travaux ultérieurs. Mais il est évident que la découverte de ces fossiles confirme la conclusion antérieure selon laquelle un âge précambrien du Complexe Gamuza doit être exclu définitivement.

3. – DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Confirmant le bien-fondé du doute exprimé au sujet de cet âge par Radelli [1990] pour des raisons tectoniques, ce qui précède montre maintenant à l'évidence que le Complexe Gamuza n'est pas précambrien.

Il n'est donc pas permis d'assimiler les fossiles de la Formation Clemente discutés par McMenamin [1996] à une faune Ediacara, tout du moins tant que cette dernière sera considérée comme précambrienne. A fortiori doit être exclu un âge précambrien pour les stromatolites des Formations sus-jacentes, Gamuza et Papalote.

Sur la base de ressemblances stratigraphiques entre les roches de Caborca en question (considérées alors comme précambriennes) et celles du Protérozoïque supérieur et du Cambrien des montagnes de la région de Inyo-Vallée de la Mort (Californie), un coulisage de quelque 800 à 1000 km a été admis le long d'un soi-disant mégacisaillement jurassique Mojave-Sonora [Silver et Anderson, 1974 ; Anderson et Silver, 1979]. Cela n'est évidemment plus permis, au moins si les

roches considérées comme protérozoïques de ladite région californienne ont vraiment un tel âge et si le Cambrien y est bien autochtone.

Les faunes que nous venons de découvrir, tout mal conservées qu'elles soient, semblent bien avoir un "cachet triasique", ainsi, d'ailleurs que la Série Gamuza, largement dolomitique (notamment au niveau de ses Formations Gamuza et Papalote), a un "cachet Dachstein". La preuve n'est pas encore faite que nos fossiles soient effectivement triasiques. Cependant, on peut noter ce qui suit.

Dans la région de Caborca une série paléozoïque téthysienne de plate-forme allochtone allant du Cambrien inférieur au Permien est connue [Radelli, 1990]. Plus à l'est, on connaît au Sonora une autre série paléozoïque, considérée comme "américaine" et donc comme autochtone, la série Naco (*sensu lato*). Au sud-ouest, au Sonora central, en nappe sur la plate-forme paléozoïque téthysienne [Radelli *et al.*, 1967], on connaît enfin une troisième série paléozoïque, de mer profonde [Radelli *et al.*, 1993]. Aucune des trois ne montre une ressemblance quelconque avec la série Gamuza. Dans le contexte régional, comportant déjà trois séries paléozoïques différentes, il paraît impossible de trouver la place pour une quatrième série de cet âge.

En revanche les faits suivants militent en faveur d'un âge triasique, et plus précisément triasique supérieur, du Complexe Gamuza, en plus de ce qui a été dit :

(a) Depuis la Sierra de Santa Teresa près d'Hermosillo, Sonora, et jusqu'en Alaska on connaît, dans la Cordillère du NW Américain, du Trias supérieur téthysien de type "alpin" qui est souvent de faciès Dachstein, faciès qui est loin d'être fossilifère partout [Stanley, 1979, 1980, 1981, 1982 ; Tozer, 1980, 1982 ; Kristan-Tollmann, 1987]. Sa présence à Caborca ne serait donc pas étonnante.

(b) 20 km au nord-ouest du plus septentrional des affleurements du Complexe Gamuza (Sierra del Viejo), mais sur le même alignement structural, et séparés seulement par un massif intrusif laramien, se trouvent les affleurements du Trias supérieur de l'Antimonio [Gonzalez-Leon, 1980 ; Kristan-Tollmann, 1987 ; Stanley *et al.*, 1994]. Ce Trias supérieur, déjà classique, de type alpin, montrant le faciès et les fossiles typiques des "Couches de San Cassiano" (à l'exception d'*Oxycolpella oxycolpos*). Compte tenu des distensions crétaées et tertiaires ayant affecté cette région [Radelli, 1990], les roches de la Série Gamuza et celles de l'Antimonio auraient pu être adjacentes à l'origine. Et dans ce cas il n'y aurait eu entre les deux qu'un changement de faciès. On sait par ailleurs qu'aussi bien le Trias de l'Antimonio [Molina-Garza et Geissman, 1996] que le Complexe Gamuza (ce dernier avec son socle précambrien, ce qui n'est pas le cas, il est vrai, du premier) sont des unités allochtones mises en place pendant le même cycle névadien, au Jurassique supérieur vraisem-

blement [Radelli, 1990 ; Radelli *et al.*, 1993 ; Molina-Garza et Geissman, 1996].

Ce sont ces raisons qui avaient conduit Radelli [1990] à avoir des doutes sur l'âge précambrien du Complexe Gamuza et à entrevoir pour lui la possibilité d'un âge triasique. Des travaux ultérieurs confirmeront ou infirmeront ce dernier point de vue. Mais déjà, le bien-fondé du premier au moins de ces points de vue est confirmé par nos découvertes fossilifères, qui permettent d'exclure un âge précambrien pour le Complexe Gamuza et d'affirmer donc que sa faune n'est pas une faune Ediacara au sens donné habituellement à ce terme.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier vivement Mme E. Roniewicz, qui a bien voulu examiner un de nos échantillons, plusieurs photos d'autres de ces échantillons et nous faire profiter de sa grande culture paléontologique ; Mr. J. F. Maytorena S. du CESUES, qui nous a signalé l'affleurement fossilifère de la Formation Caborca discuté dans cette note, et Mme J. Desmons pour la révision du manuscrit et son aide constante.

Références

- ANDERSON T.H. & SILVER L.T. (1970).— Reconnaissance survey of Precambrian rocks, northwestern Sonora, Mexico [abs.] *Geol. Soc. Amer. Abstracts with Programs*, 2, 7, 484, Denver.
- ANDERSON T.H. & SILVER L.T. (1971).— Preliminary history for Precambrian rocks, Bamori region, Sonora, Mexico [abs.] *Geol. Soc. Amer. Abstracts with Programs*, Denver, 3, 2, 72-73.
- ANDERSON T.H., EELLS J.L. & SILVER L.T. (1978).— Rocas Precámbricas y Paleozoicas de la region de Caborca, Sonora, México. In Primer Simposio sobre la Geología y Potencial Minero en el Estado de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, Libreto Guía, UNAM, *Inst. de Geol.*, 5-34.
- ANDERSON T.H., EELLS J.L. & SILVER L.T. (1979).— Precambrian and Paleozoic rocks of the Caborca region, Sonora, Mexico. In ANDERSON T.H. & ROLDAN-Q., J., eds., *Geol. Soc. Amer. Annual Meeting, Guidebook*, 1-22, Hermosillo.
- CALMUS T., PEREZ SEGURA E. & STINNESBECK W. (1997).— La structuration de la marge pacifique nord-américaine et du "terrane" Caborca : apports de la découverte d'une faune du Jurassique inférieur dans la série de Pozos de Serna (Sonora, Mexique). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 325, 257-263.
- CEVALLOS-FERRIZ S. & WEBER R. (1980).— Arquitectura, estructura y ambiente de depósito de algunos estromatolitos del Precámbrico sedimentario de Caborca, Sonora. *UNAM, Inst. de Geol. Rev. Mexico*, DF, 4, 2, 97-103.
- CEVALLOS-FERRIZ S., SALCIDO-REYNA A. & PELAYO-LEDESMA A. (1982).— El registro fósil del Precámbrico. *Notas geológicas*, AEGUS y Del. Noroeste Soc. Geol. Mex., Hermosillo, Sonora, México, 2, 2-6.
- COOPER G.A. & ARELLANO A.R.V. (1946).— Stratigraphy near Caborca, northwest Sonora, Mexico. *Am. Ass. Petr. Geol.*, Tulsa, 30, 4, 606-611.
- COOPER G.A. (1952).— Brachiopoda, In COOPER G.A., ARELLANO A.R.V., JOHNSON J.H., OKULITCH V.J., STOYANOV A. & LOCHMAN C., eds., Cambrian stratigraphy and paleontology near Caborca, northwestern Sonora, Mexico. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 119, 1, 36-48.
- COOPER G.A., ARELLANO A.R.V., JOHNSON J.H., OKULITCH V.J., STOYANOV A. & LOCHMAN C. (1952).— Cambrian stratigraphy and paleontology near Caborca, northwest Sonora, Mexico. *Smithsonian Miscellaneous Collections*, 119, 1, 184 p.
- DAMON P.E., LIVINGSTON D.E., MAUGER R.L., GILETTI B.J. & ALOR J.P. (1962).— Edad del Precámbrico "Anterior" y de otras rocas del zócalo de la region de Caborca-Altar de la parte noroccidental del Estado de Sonora. *UNAM, Inst. de Geol. Rev. Mexico*, DF, 64, 11-44.
- DOWLEN R.J. & GASTIL R.G. (1981).— Reconnaissance geology of Certo Pozo Serna, Western Sonora, Mexico. In ORTLIEB L. & ROLDAN-QUINTANA, J., eds, Geology of northwestern Mexico and southern Arizona. *Geol. Soc. Amer.*, Cordilleran Section, meeting guidebook, Inst. Geol. UNAM, Hermosillo, 431-435.
- GAMPER M.A. & LONGORIA J.F. (1979).— Sobre la ocurrencia de estromatolitos en la secuencia Precámbrica del Cuadrangulo

- LIVINGSTON D.E. & DAMON P.E. (1968).— The age of stratified Precambrian sequences in central Arizona and northern Sonora. *Canad. Jour. of Earth Sci.*, Ottawa, 5, 3, 763-772.
- LONGORIA J.F., GONZALEZ M.A., MENDOZA J.J. & PEREZ V.A. (1978).— Consideraciones estructurales en el Cuadrangulo Pitiquito-La Primavera, NW Sonora. *Bol. Depto Geol. Uni-Son.*, Hermosillo, 1, 61-67.
- LONGORIA J.F. & PEREZ V.A. (1979).— Bosquejo geológico de los Cerros Chino y Rajón, Cuadrangulo Pitiquito-La Primavera (NW Sonora). *Bol. Depto. Geol. Uni-Son.*, Hermosillo, 1, 119-144.
- LONGORIA J.F. (1980).— Estudios y trabajos geológicos en las áreas del Estado de Sonora donde afloran las rocas del Precámbrico. *Univ. de Sonora, Depto de Geol.*, Hermosillo, 158 p.
- LONGORIA J.F. (1981).— Geologic features of northwestern Sonora. In LONGORIA J.F., ed., Regional geology of northwest Sonora, *Geol. Soc. Amer.*, Cordilleran Section, Annual Meeting, Hermosillo, Sonora, Mexico, Proceedings, 1-48.
- LONGORIA J.F. & GONZALEZ M.A. (1981).— Description of the localities to be visited during the GSA field excursion n° 4. In LONGORIA J.F., ed., Regional geology of northwest Sonora, *Geol. Soc. Amer.*, Cordilleran Section, Annual Meeting, Hermosillo, Sonora, Mexico, Proceedings, 49-64.
- MC MENAMIN M. A. S., AWRAMIK S.M. & STEWART J.H. (1983).— The Precambrian-Cambrian transition problem in western North America : Part II. Early Cambrian skeletonized fauna and associated fossils from Sonora, Mexico. *Geology*, Denver, 11, 4, 227-230.
- MC MENAMIN M. A. S. (1996).— Ediacaran biota from Sonora, Mexico. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 93, 4990-4993, *Geology*, May 1996.
- MOLINA GARZA R.S. & GEISSMAN J.W. (1996).— Timing of deformation and accretion of the Antimonio terrane, Sonora, from paleomagnetic data. *Geology*, Denver, 24, 12, 1131-1134.
- MORET L. (1958).— Manuel de Paléontologie Animale, *Masson & Cie*, Paris, 769 p.
- RADELLI L., MENICUCCI S., MESNIER H., ARAUX E., CALMUS T., AMAYA R., BARRERA E., DOMINGUEZ E., NAVARRO L. & SOTO L. (1987).— Allochthonous Paleozoic bodies of Central Sonora. *Bol. Depto Geol. UniSon*, Hermosillo, 4, 1-2, 1-15.
- RADELLI L. (1990).— La chaîne névadienne (gilienne) et ses déformations crétacées au NW du Mexique (Nappes d'origine gondwanienne de Caborca et du Sonora Central). *Géologie Alpine*, Grenoble, 66, 57-100.
- RADELLI L., DESMONS J., & CASTRO-LEYVA T. (1993).— The rotation of Laurentia and the Nevadian orogeny of NW Mexico and SW USA. *Bol. Depto Geol. Uni-Son*, Hermosillo, 10, 1, 63-110.
- STANLEY G.D. (1979).— Paleocology, structure, and distribution of Triassic corals building in western North America. *Paleontol. Contribs. Univ. Kansas*, 55, 1-58.
- STANLEY G.D. (1980).— Triassic carbonate buildups of Western North America : Comparison with the Alpine Triassic of Europe. *Riv. Ital. Paleont.*, Milano, 85, 877-894.
- STANLEY G.D. (1982).— Triassic carbonate development and reef-building in Western North America. *Geol. Rdsch.*, Stuttgart, 71, 1057-1075.
- STANLEY G.D., GONZALEZ-LEON C., SANDY M.R., SENOWBARI-DARIAN B., DOYLE P., TAMURA M. & ERWIN D.H. (1994).— Upper Triassic invertebrates from the Antimonio Formation, Sonora, Mexico. *J. Paleontol.*, Lawrence, 68, supplement to n° 4, 33 p.
- STEWART J.H., MCMENAMIN M.A.S. & MORALES-RAMIREZ J.M. (1984).— Upper Proterozoic and Cambrian Rocks in the Caborca Region, Sonora, Mexico - Physical Stratigraphy, Biostratigraphy, Paleocurrent Studies, and regional Relations. *U.S. Geol. Survey*, Prof. Paper 1309, 36 p.
- TOZER E.T. (1980).— Late Triassic (Upper Norian) ammonoid and *Monotis* faunas and correlations. *Riv. Ital. Paleont.*, Milano, 85, 843-876.
- TOZER E.T. (1982).— Marine Triassic faunas of North America : their significance for assessing plate and terranes movements. *Geol. Rdsch.*, Stuttgart, 71, 1077-1104.
- WEBER R., CEVALLOS-FERRIZ S., LOPEZ-CORTES A., OLEA-FRANCO A. & SINGER-SOCHET S. (1979).— Los estromatolitos del Precámbrico Tardío de los alrededores de Caborca, Estado de Sonora, México, I : Reconstrucción de *Jacutophyton* Shapolava e interpretaciones paleocológicas preliminares. *UNAM, Inst. de Geol. Rev.*, Mexico, DF, 3, 1, 9-23.

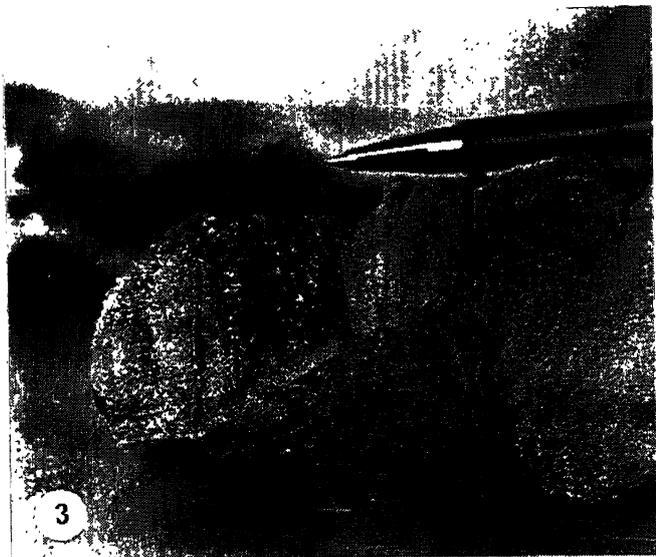


PLANCHE 1. – Fossiles de la formation Caborca au Cerro Clemente (3 et 4 sont deux vues opposées d'un même fossile).

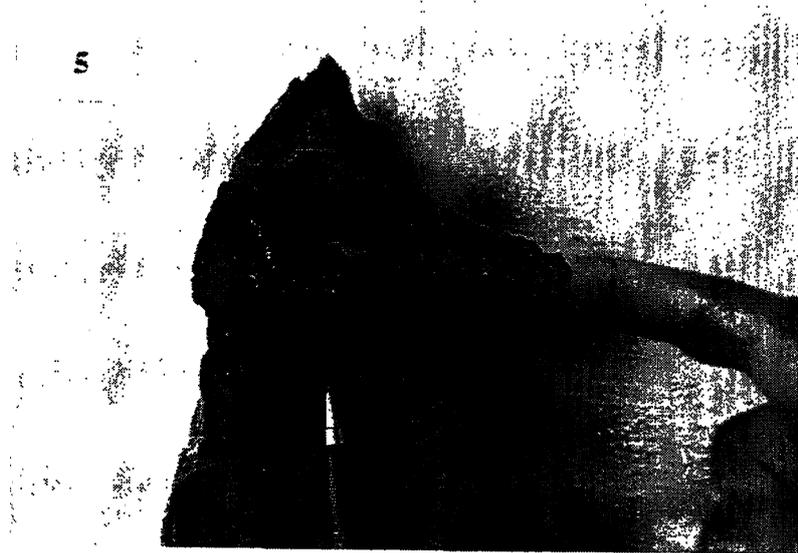


PLANCHE 2. – Fossiles de la formation Caborca (5, 6, 7) au Cerro Clemente (en 5 et 6 une section verticale et la structure de surface d'un même fossile).