

CAMPAGNE SEAMAT :
ETUDE DE LA COLLISION DE LA RIDE EST-PACIFIQUE
AVEC LE CONTINENT NORD-AMERICAIN

Jacques Bourgois*, Vincent Renard⁺, François Michaud*
et Bernard Mercier de Lepinay^o

(*) CNRS-INSU, Département de Géotectonique, Université Pierre et Marie Curie, T. 26-00, E1, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cédex 05 - France.

(+) IFREMER, Centre de Brest, B.P 337, 29273 Brest Cédex - France

(^o) CNRS-INSU, Bât.3, Sophia Antipolis, Avenue Albert Einstein, 06560 Valbonne

I. LES OPERATIONS

La campagne SEAMAT DU N/O Jean Charcot est à la seconde phase d'une opération qui intéresse les fosses qui bordent les Amériques vers l'Ouest : fosse du Chili et fosse d'Amérique Centrale.

La première partie de cette opération a eu lieu en Juillet 1986 au large du Pérou. Ce fut la campagne SEAPERC du N/O Jean Charcot (Jacques Bourgois et Guy Pautot, co-chefs de mission).

La campagne SEAMAT (SEA = SeaBEAM ; MAT = Middle America Trench) s'est déroulée du 18 Juin au 16 Juillet 1987. Elle est partie de Manzanillo au Mexique pour arriver à Balboa à Panama. La campagne a totalisé 28 jours de mer en incluant le temps de transit (7 jours) de Manzanillo à Panama.

L'équipe scientifique était composée de : Jacques Bourgois, Vincent Renard (co-chefs de mission) ; Jean Aubouin, Eric Barrier, Bernard Mercier de Lepinay, François Michaud, Marc Sosson du Département de Géotectonique de l'Université Pierre et Marie Curie ; Jean-Charles Carfantan de l'Université de Savoie ; José Guerrero de l'UNAM ; Thierry Calmus de l'Université du Sonora ; Bill Bandy de de SCRIPPS Institution of Oceanography et de Jacqueline Mammerickx de TEXAS A & M University. L'équipe était renforcée de trois ingénieurs SeaBEAM : André

Gourmelon, Bernard Guegen et Serge Louzaouen ; d'un spécialiste du système "Triton", caméra vidéo tractée à 5 m du fond de la mer : Christian Marget, de deux spécialistes de la sismique monotrace : Loïc Petit de la Villeon et Jean Roudant ; d'un cartographe : Daniel Carré, tous appartenant à l'IFREMER Centre de Brest.

II. METHODE ET OBJECTIFS.

Les études géophysiques ont été conduites en utilisant le SeaBEAM, la sismique monotrace et les enregistrements des anomalies magnétiques et des données gravimétriques. Le SeaBEAM a fourni une carte topographique en temps réel du fond de l'océan à l'échelle du 1/25 000ème avec une équidistance des courbes de 10 m. Le N/O Jean Charcot dispose également du système de localisation GPS qui donne la position du navire avec une précision de l'ordre de 100 m. Pendant la campagne, nous avons bénéficié de la localisation GPS pendant environ 3 heures par jour.

Une caméra vidéo tractée à 5 m du fond a été utilisée ; elle a permis, en particulier, d'effectuer le transect complet d'une zone d'accrétion océanique active : la ride du Pacifique Est. Le système, provisoirement appelé "TRITON", comporte également un appareil photographique

permettant d'avoir une photo du fond de l'océan toutes les 36 secondes. Enfin, un dragage a été effectué, des roches d'un volcan sous-marin, situé à 4000 m de profondeur ont pu être récoltées. La localisation de la plongée du "TRITON" (T) et du dragage (D) est donnée sur la figure 1.

Les zones étudiées intéressent la fosse d'Acapulco, partie Nord de la fosse d'Amérique Centrale, la zone de Fracture de Rivera et sa jonction avec la ride du Pacifique Est (fig.1) et enfin, le point triple de la région située au large de l'isthme de Tehuantepec (fig. 2). Tous ces objectifs sont situés entre 22° et 12° de latitude N et 92° et 108° de longitude W.

Les études de la fosse d'Acapulco sont focalisées sur deux régions ; l'une au Nord correspond à la boîte N°1 dite "Tres Marias" où nous avons porté notre attention sur les modalités de la terminaison de la fosse ; l'autre située au large de Manzanillo, avait pour objectif d'étudier le prolongement en mer d'une structure connue à terre : le graben de Colima. Cet objectif correspond à la boîte N°2 dite de Manzanillo.

Les boîtes N°3 et 4 sont situées au large de la boîte N°2, vers l'Ouest. Ce sont les boîtes Rivera 1 et Rivera 2 d'Est en Ouest qui fondamentalement avaient pour objectif l'étude de la zone de Fracture de Rivera. La boîte Rivera 1 a plus spécialement été consacrée à l'étude de l'articulation entre l'extrémité Est de la zone de Fracture de Rivera et le graben de Manzanillo. C'est en effet dans cette région que se pose le problème des relations entre la plaque des Cocos et la plaque de Rivera, les données de la cinématique générale indiquant une convergence entre ces deux plaques au niveau de la zone étudiée.

La zone de Tehuantepec (fig. 2) représente la deuxième zone où la campagne SEAMAT a porté son intérêt. Il s'agit d'un point clef de la compréhension de l'Amérique Centrale d'une part et de la plaque des Cocos d'autre part.

On sait en effet que l'Amérique Centrale est coupée en deux par la zone de faille E-W de Polochic-Motagua, prolongement vers l'Ouest de la frontière entre les plaques Caraïbes et Amérique du Nord. Ce dispositif, rejoignant la fosse d'Amérique Centrale par l'arrière, devrait déterminer un point triple dans la zone que nous avons étudiée. De fait, la fosse d'Amérique Centrale présente deux tronçons d'orientation comparable (N110° à N120°) : fosse d'Acapulco vers le Nord et fosse du Guatemala vers le Sud, reliés par un segment E-W, candidat potentiel du prolongement de la zone de faille de Polochic-Motagua en mer. La campagne SEAMAT a porté son effort sur l'étude des jonctions entre les tronçons d'orientations différentes.

D'un point de vue océanique, la zone étudiée présente également un intérêt particulier dans la présence de la ride de Tehuantepec et sa jonction avec la fosse.

Un transit vers l'océan entre les boîtes 5a et 5b (fig. 2) a été effectué. Il avait pour objectif l'étude d'une dépression parallèle à la ride. Cette dépression peut représenter la trace d'un éventuel contact tectonique, exprimé entre les deux parties de la plaque des Cocos situées en regard des fosses d'Acapulco et du Guatemala. De fait, une convergence et une différence de vitesse entre les vecteurs mouvement des deux parties de la plaque des Cocos situées de part et d'autre de la ride de Tehuantepec, devrait individualiser un décrochement senestre en compression dans la région de la dépression.

III. RESULTATS.

1. La Jonction orientale de la dorsale Est Pacifique avec la Zone de Fracture de Rivera.

La zone de fracture de Rivera (RFZ : Rivera Fracture Zone) réunit deux tronçons actifs de la partie septentrionale de la dorsale Est Pacifique (EPR : East Pacific Rise), au large des côtes du Mexique. Ces deux tronçons possèdent des directions générales différentes, et font

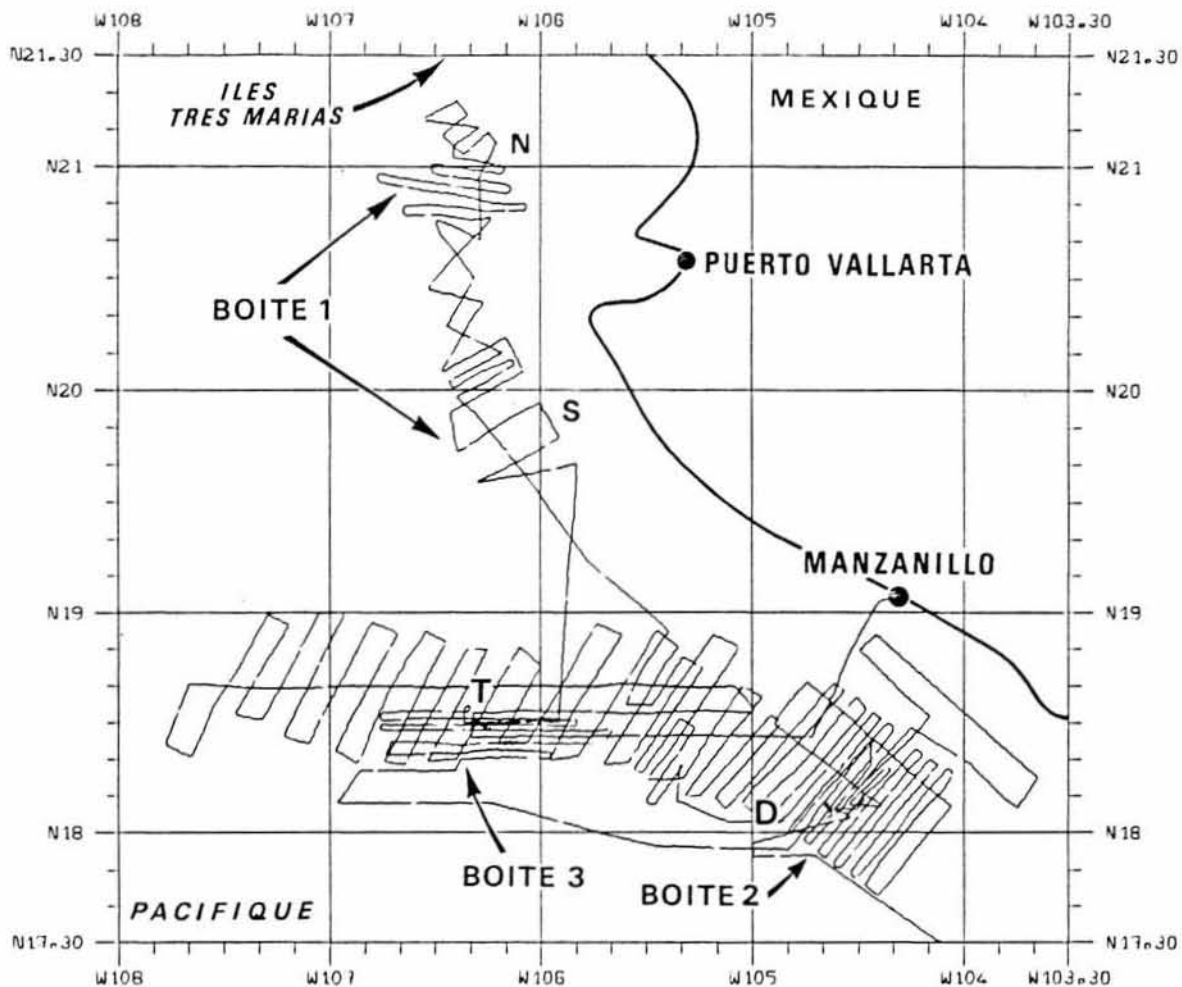


Fig. 1: Les routes du N/O Jean Charcot pendant la campagne SEAMAT au large de Manzanillo (Mexique). D: Dragage; T: Localisation de la plongée du "Triton".

Fig. 1: Track lines of the R/V Jean Charcot during the SEAMAT cruise off Manzanillo (Mexico). D: Dredging; T: Location of the "Triton" dive.

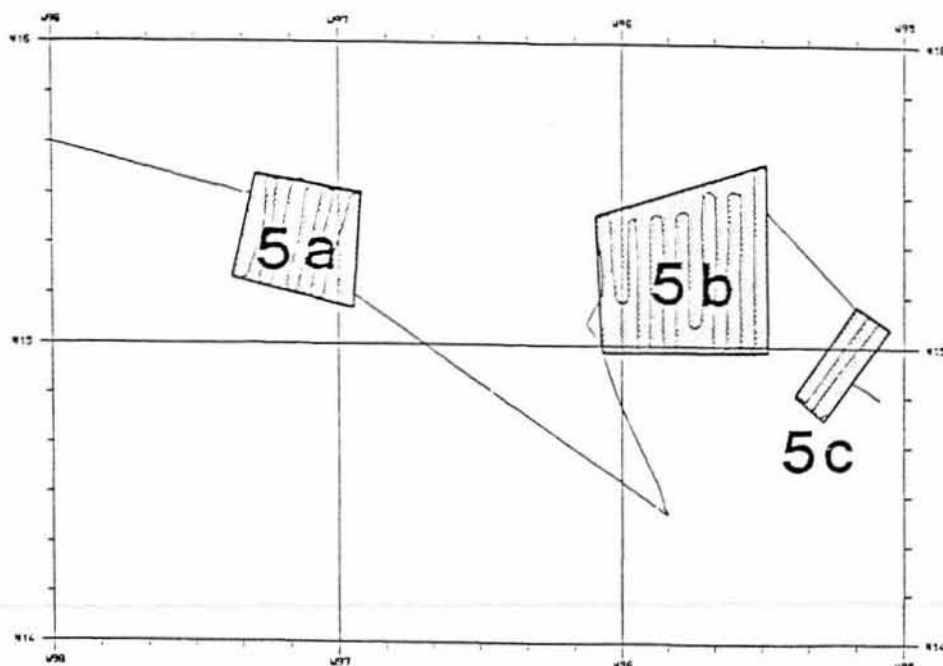


Fig. 2: Les routes du N/O Jean Charcot pendant la campagne SEAMAT au large de Tehuantepec (Mexique) et les boîtes levées.

Fig. 2: Track lines of the R/V Jean Charcot during the SEAMAT cruise off Tehuantepec (Mexico).

un angle de 45° l'un avec l'autre. Depuis le point triple des Galapagos jusqu'à la jonction avec RFZ, EPR possède une direction pratiquement N-S, alors que vers le Nord, entre la RFZ et la Zone de Fracture de Tamayo (TFZ : Tamayo Fracture Zone), elle est orientée $N45^\circ$.

Cette différence de direction correspond à des pôles de rotation distincts pour chacun des deux tronçons de dorsale situés de part et d'autre de RFZ. Cette situation particulière impose la distinction d'une microplaque indépendante de la plaque des Cocos et de la plaque Amérique du Nord : la microplaque Rivera (1, 2, 3).

Les frontières de cette microplaque passeraient par EPR, RFZ, TFZ et la fosse d'Acapulco, du Sud vers le Nord dans le sens horaire. La frontière entre la jonction EPR-RFZ et la fosse d'Acapulco correspondrait à une faille transformante ayant une certaine réalité si l'on considère les données de la sismicité (4, 5). La microplaque Rivera aurait ainsi une position très particulière, dans la zone du point triple de l'affrontement entre les plaques Pacifique, Cocos et Amérique du Nord, c'est-à-dire dans la région qui met en contact EPR avec le continent Nord-Américain. Le mouvement relatif entre ces trois grandes plaques serait compensé par une rotation anti-horaire de la plaque Rivera (4, 5).

Les résultats de la campagne Seamat permettent de tirer les conclusions suivantes : (a) La ride Est-Pacifique ne rejoint pas la fosse d'Acapulco, et a fortiori la bordure ouest du continent nord-américain : sa zone de jonction avec la faille de Rivera se situe à plus de 165 km de la fosse (6). (b) La ride Est-Pacifique rejoint la zone de fracture de Rivera à la longitude $106^\circ 15' W$ par $18^\circ 30'$ de latitude N. Elle possède à cet endroit un taux d'accrétion de l'ordre de 8 cm/an (ou supérieur), de l'ordre de grandeur de ce que l'on connaît plus au Sud. La partie de la zone de fracture de Rivera située à l'Est de la jonction EPR-RFZ devenant

progressivement fossile, ceci implique que l'axe de la ride lui-même migre vers l'Ouest relativement à la plaque Rivera. Le nouveau fond océanique créé de part et d'autre d'EPR étant de largeur voisine, à l'Est et à l'Ouest de la ride, la valeur (moyennée) de cette migration par rapport à un point fixe de la plaque Rivera, est donc de l'ordre du demi-taux d'accrétion, c'est à dire d'environ 4 cm/an. Par ailleurs, il y a environ 700 000 ans, l'histoire de cette région a été marquée par un saut d'environ 90 km vers l'Ouest de la jonction EPR-RFZ. Cela documente une inversion du sens du saut d'EPR qui s'est opéré d'Ouest en Est entre 12 et 1 Ma (7, 8, 9) alors qu'EPR se trouvait à une distance importante du continent nord-américain. On constate donc un "refus à subduction" de EPR, qui saute vers l'Ouest alors qu'elle arrive aux abords de la fosse d'Acapulco; (c) il manque une limite nette à la "plaque Rivera", puisqu'il n'existe pas de frontière exprimée dans la zone située entre la jonction EPR/RFZ et la fosse d'Acapulco. Il faut donc admettre que la déformation qu'implique la différence de direction de la ride Est-Pacifique au Nord et au Sud de RFZ est prise en compte par autre chose que la rotation de la microplaque Rivera. Ce pourrait être en particulier une déformation intraplaque diffuse, comme le suggèrent les données de la sismicité.

2. Fragmentation active du bord Ouest du Continent Nord Américain : les frontières sous marines du bloc Jalisco.

La campagne SEAMAT a porté également son attention sur les problèmes du prolongement en mer du rift de Colima, sous-marines du bloc Jalisco (10), défini à terre dans un travail récent (8). Cela apporte un éclairage nouveau sur les modalités de fragmentation de la bordure du Continent Nord Américain, c'est à dire du détachement du bloc de Jalisco.

Les anomalies magnétiques du

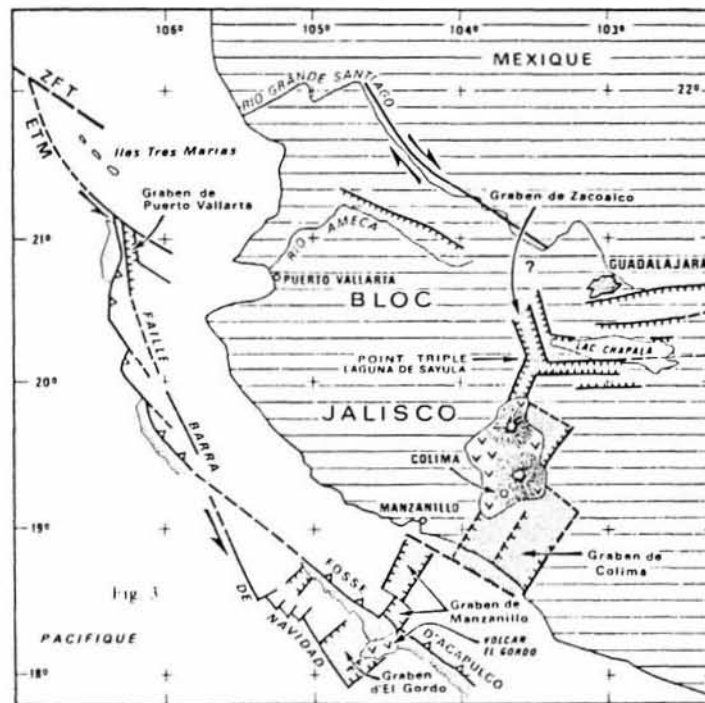
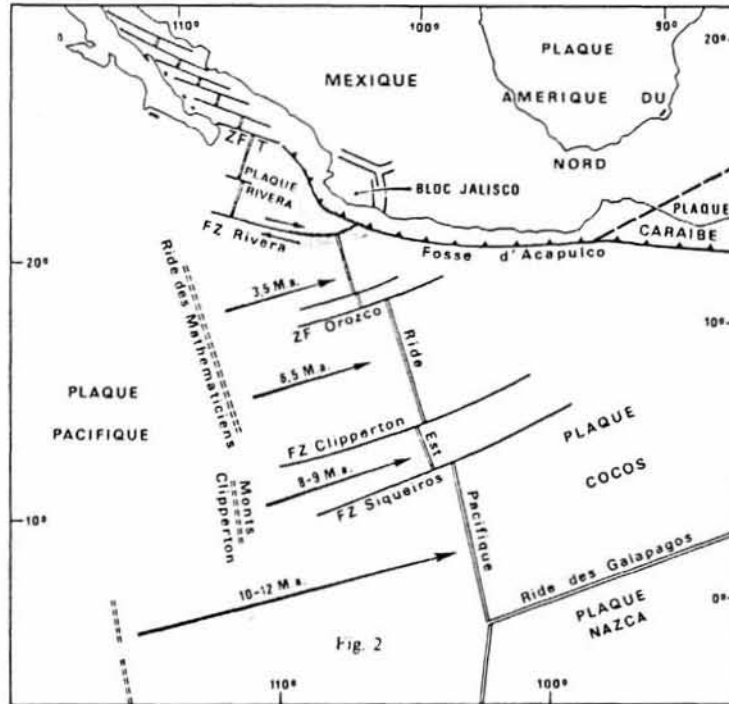


Fig. 3: Schéma du Mexique et de l'Océan Pacifique voisin (d'après 8, 9 et 11) et des frontières du Bloc Jalisco.

Fig. 3: Generalized map of Mexico and adjacent Pacific Ocean Basin (from 8, 9 and 11) and the boundaries of the Jalisco Block

plancher pacifique (11) entre 25° N et l'Equateur montrent que l'installation de la ride Est Pacifique dans sa position actuelle résulte d'un saut de l'activité d'accrétion vers l'Est (fig. 3). Les traces de l'accrétion fossile se retrouvent dans l'alignement des Monts Clipperton prolongés vers le Nord par la ride des Mathématiciens. Le saut du centre actif d'accrétion remonte à 10-12 Ma entre le point triple des Galapagos et la zone de fracture de Siqueiros, à 8-9 Ma entre les zones de fracture de Siqueiros et de Clipperton, à 6,5 Ma entre les zones de fracture de Clipperton et d'Orozco et à 3,5 Ma entre les zones de fracture d'Orozco et de Rivera (8, 11). Il y a donc migration vers le Nord du saut de l'activité d'accrétion vers l'Est, celui-ci étant d'autant plus récent que l'on s'approche du continent.

Cette situation générale dont l'évolution remonte au moins à 15 Ma (11) suggère une réorganisation prochaine de la région comprise entre les zones de fracture de Rivera et de Tamayo, à l'embouchure du golfe de Basse Californie. Un futur transfert de l'activité d'accrétion de l'océan au continent a en effet été proposé dans un travail récent (8). La ride de Rivera cesserait son activité dans un avenir proche au profit du graben de Colima (fig. 3) situé à terre plus à l'Est. Cette hypothèse est accréditée par le fait qu'un volcanisme alcalin est associé à l'ouverture en extension du graben alors assimilable à un rift (9). Ce rift (fig. 3) converge au point triple de la Laguna de Sayula avec le rift de Zacoalco. Le rift de Colima associé au rift de Zacoalco constituent les frontières d'un bloc continental : le bloc Jalisco. La conséquence du report de l'activité d'accrétion de la ride Est Pacifique au graben de Colima serait le transfert du bloc Jalisco de la plaque Amérique du Nord à la plaque Pacifique. Le destin du bloc Jalisco serait donc de suivre la péninsule de Basse Californie dans sa dérive vers le NNW, le long de l'Amérique

du Nord.

Cette hypothèse suggère que la future frontière entre les plaques Pacifique et Amérique du Nord devrait passer par la zone de fracture de Tamayo, le graben de Colima et une faille transformante hypothétique localisée entre l'extrémité méridionale du graben de Colima et la ride du Pacifique Est. Cela pose également le problème de la terminaison septentrionale de la fosse d'Acapulco qui pourrait aussi constituer une frontière active du bloc Jalisco.

Les résultats de la Campagne SEAMAT ne suggèrent pas un simple transfert du bloc Jalisco de la plaque Amérique du Nord à la plaque Pacifique.

3. Conclusion, discussion

Les travaux menés pendant la campagne SEAMAT du N/O Jean Charcot ont montré l'existence : a) de grabens situés en mer dans le prolongement du graben de Colima, connu à terre. Il s'agit des grabens de Manzanillo et d'El Gordo, respectivement situés sur le mur interne et le mur externe de la fosse d'Acapulco et b) d'une faille majeure (la faille Barra de Navidad) qui assure le relai entre l'extrémité du graben d'El Gordo au Sud et l'escarpement de Tres Marias au Nord.

Ces faits complètent deux autres découvertes (6). Il s'agit en premier lieu de la localisation de la jonction orientale entre la zone de fracture de Rivera et la ride Est Pacifique par 18°30'N - 106°15'W qui est donc située à 165 km de la fosse d'Acapulco, 100 km à l'Ouest de ce que l'on supposait antérieurement. Il s'agit ensuite de l'absence de structure à l'emplacement supposé de la frontière méridionale de la plaque Rivera entre la jonction orientale de la ride Est Pacifique avec la zone de fracture de Rivera et la fosse d'Acapulco.

Tout cela permet de localiser les frontières sous marines du bloc de Jalisco (fig. 3). Elles passent par le graben de Manzanillo, le graben d'El Gordo et la faille de Barra de

Navidad. Ces frontières utilisent en grande partie d'anciennes structures, ce que souligne l'opposition morphostructurale des différents domaines qu'elle délimite.

Le rift de Colima, déchirure continentale, caractérisé par un volcanisme alcalin (8, 9) est à l'origine de la séparation du bloc Jalisco du Continent Nord Américain. Les premiers travaux que nous avons menés à terre dans cette région semblent montrer une propagation de la déchirure du continent vers l'océan. Le système des blocs basculés du graben de Colima à terre caractérise en effet, une extension plus importante qu'au niveau du graben d'El Gordo (en mer). Si, comme il est raisonnable de le penser, un phénomène semblable est à l'origine de l'ouverture du golfe de Basse Californie, ce n'est pas la ride Est Pacifique qui aurait pénétré dans le continent, mais bien un rift continental qui se serait propagé vers le large, dans la plaque océanique. Ce processus offre une explication possible à l'obliquité de la partie septentrionale de la ride Est Pacifique ($N45^\circ$), par rapport au système d'ouverture N-S du Pacifique oriental considérant alors les 2 tronçons de direction différente comme ayant des origines distinctes.

Nos résultats suggèrent donc une évolution géodynamique de la zone d'affrontement entre la ride Est Pacifique et le continent Nord Américain, différente de celle antérieurement proposée (8) et qui impliquait un transfert du bloc Jalisco de la plaque Amérique du Nord à la plaque Pacifique.

Les faits que nous avons rassemblés montrent l'individualisation d'un bloc de forme différente (12), allongé comme la péninsule de Basse Californie et dont la frontière occidentale correspondrait à l'actuelle frontière de plaque du golfe de Basse Californie, au Nord de la zone de fracture de Tamayo (fig. 4).

Au niveau de l'embouchure du golfe de Basse Californie, le processus fondamental ne serait donc pas un

saut de la ride Est Pacifique vers l'Est, dans le graben de Colima, mais plutôt un transfert à terre et vers l'Est, de l'activité transformante actuellement située dans le Golfe.

Quoi qu'il en soit, l'arrêt prochain de l'activité de subduction sur le tronçon de la fosse d'Acapulco situé au Nord du graben d'El Gordo proposé par Luhr et al. (8) est également une conséquence des résultats que nous avons rassemblés.

IV. ABRIDGED ENGLISH VERSION.

1. The East Pacific Rise - Rivera Fracture Zone eastern Junction.

The concept of the Rivera Plate in terms of its boundaries, motion and even existence is problematic (1, 2, 3). Its existence was first suggested by Atwater (1) with boundaries as follows: the Rivera Fracture Zone (RFZ), the East Pacific Rise (EPR), the Tamayo Fracture Zone (TFZ) and the Acapulco Trench (AT) clockwise. The Rivera-Cocos plate boundary is poorly documented because of available bathymetry lacks the resolution to define any one feature as a transform boundary. However, the velocity triangle (4, 5) from the Pacific-Cocos and Pacific-Rivera poles indicates that a Rivera-Cocos transform boundary should exist striking $N45^\circ$.

The SEABEAM bathymetric data from SEARISE and PASCUA 2 cruises (13) has shown that EPR overlaps the western tip of RFZ. Thus, the EPR-RFZ western junction is inferred to migrate southwestward. During the SEAMAT cruise of the R/V Jean-Charcot, June-July 1987, marine geophysical surveys using SEABEAM, single channel seismic reflection, gravity and magnetic profiling were conducted at the RFZ-EPR eastern junction and at a zone between the junction and the AT.

The data indicate that the EPR-RFZ junction is located at $18^\circ 30' N$ and $106^\circ 15' W$ and that there is no clear active structure underlining the questionable Cocos-Rivera plate boundary.

The active Rivera Fracture Zone. The bathymetric map and the transverse profile show the main topographic features of RFZ between $106^{\circ}40'$ and $107^{\circ}30'W$. The transform valley lies to the south of an elongated transverse ridge of strong magnetic signature. The outside of the fault zone is made up of uplifted oceanic crust. The uplifted rim and the transverse ridge are 2,000 m shallower than the valley floor. The crest of the transverse ridge is shallower than the normal crust. The southern scarp has a steeper mean gradient than the northern one and that gives the valley an asymmetric V shape. In the valley floor multiple fault traces some of them are as long as 70 km and are connected by 1-2 km wide relay zones most of which form structural depression. The general set of the faults has an en echelon pattern. Eastward, tectonic features become more complex related to the junction with the active spreading center of the EPR.

The active Spreading Center. The detail SEABEAM bathymetry of the shows the typical relief of a spreading plate boundary with an axial volcanic ridge rising above the abyssal hills of the rise flank. The crest lies at 2,820 m. In this region the seafloor exhibits a $5^{\circ}N$ trending fault pattern that extends over a distance of 55 km from east to west. At $18^{\circ}28'N-106^{\circ}16'W$, as the crest deepens the ridge curves westward abruptly through 90° in less than 4 km, and parallels the spreading direction and the transform valley, creating an overshoot ridge in a fashion described at the EPR-Eltanin Fault system junction (14). The EPR-RFZ eastern junction is thus located $18^{\circ}30'N-106^{\circ}15'W$, 100 km westward the previous assumed location (3, 11, 15, 16).

The magnetic anomalies recorded over the new sea floor accreted from EPR spreading center are all positives and suggest that the oceanic crust lies totally within the Brunhes normal polarity event (i.e. younger than 700,000 years). This points to

a spreading rate of equal or greater than 8 cm/year.

The Paleo Rivera Transform Zone. The Rivera Transverse Ridge is bounded northward by a flat floor valley that exhibits the same asymmetrical V shape transverse profile than the Rivera Transform valley. We interpret this valley as an old Rivera Transform valley since it appears buried by sediments. So, the active fracture zone migrated 15 km southward. Eastward in the zone between the Acapulco Trench and EPR-RFZ eastern junction, a wide positive magnetic anomaly located at $18^{\circ}10'N-105^{\circ}20'W$ may represent the signature of the old EPR spreading center and of its connection with the eastern prolongation of the paleo Rivera transform zone.

This would indicate a jump of the EPR-RFZ junction toward the West in the past 700,000 years.

In any case, the diffuse deformation characterizes the area between EPR-RFZ eastern junction and the Acapulco Trench and there is no unique clearcut Rivera-Cocos plate boundary.

Conclusion. The data of the SEAMAT cruise indicate that : a) the junction between EPR and RFZ is located 165 km seaward the Acapulco Trench axis at $18^{\circ}30'N$ latitude and $106^{\circ}15'W$ longitude ; b) the EPR axial ridge connects the Rivera Transverse Ridge trough an overshoot ridge. This situation makes the Rivera Fracture Zone located eastward of the junction progressively inactive and documents a westward jump of the junction ; c) There is no clear tectonic feature underlining the presumed southern boundary of the Rivera Plate, but the zone is abnormally high and the site of scattered deformation. This zone may still hide the enigmatic boundary between Cocos and Rivera Plates.

2. Active fragmentation of the North American Plate : offshore boundary of the Jalisco Block off Manzanillo.

Marine geophysical surveys were

conducted at two areas along the northern Acapulco Trench during the SEAMAT cruise. These areas correspond (fig.1) to a Tres Marias Box 1 and a Manzanillo Box 2 centered around latitudes 18°N and 20°30'N respectively.

Data from these two areas indicate that the Jalisco block defined on Mexican mainland (10) has active offshore boundaries. The data together with the results of a detailed survey conducted at East Pacific Rise (EPR) -Rivera Fracture Zone (RFZ) eastern junction (7) highlight the fragmentation process of the North American Plate occurring in this region.

General framework. The magnetic anomaly pattern in the Central Eastern Pacific Ocean (11) between Ecuador and 25°N latitude suggests that spreading axis jumps have occurred over the past 15 Ma. The ridge segment south of Siqueiros FZ jumped eastward 10-12 Ma ago. 8 to 9 Ma ago the ridge was abandoned between Siqueiros and Clipperton FZ and spreading began 300 km eastward. The Mathematicians Seamounts were then abandoned during two episodes of eastward spreading ridge jumps. The first occurred 6.5 Ma ago in an area bounded by Clipperton and Orozco FZ and the second occurred 3.5 Ma ago in an area bounded by Orozco and Rivera FZ.

The magnetic data document a northward propagating spreading axis jump and suggest an ongoing process of eastward jump in the area bounded by Rivera and Tamayo FZ. An eastward jump may correspond to the creation of the Colima Graben where alkali basalts were documented (8, 9) resulting into the rifting of the Jalisco Block (fig.3) away from Mexican mainland. As a result of this process of jumping the Jalisco Block will be transferred from the North American Plate to the Pacific Plate.

The discovery of Jalisco Block offshore boundary during the SEAMAT cruise suggests on the contrary that the Jalisco Block will not be transferred to the Pacific Plate.

Off-Shore prolongation of the Colima

Graben. The lower slope of the Acapulco Trench continental margin is made up of a series of benches that evidences the presence of a typical accretionary prism. The middle slope area is characterized by sediments accumulated in a forearc basin.

A normal fault system trending 40° N bounds a graben -i.e. the Manzanillo Graben- that is perpendicular to the Acapulco Trench axis. At the lower slope - middle slope boundary the graben is offset 15 km southeastward along seaward dipping faults located. A broad depressed structure corresponds to the graben in the middle slope area.

The outer slope of the Acapulco Trench is marked : by normal faults accompanying the downward flexure of the oceanic crust and by a flat floor area consistent with the ponding of sediments.

This flat area is bounded by normal faults trending 40°-45° N and is named the El Gordo Graben.

The Seabeam map shows the trench floor becoming constricted at the Manzanillo Graben - El Gordo Graben junction where the fault system has begun to affect not only the trench floor but also the deformation front.

We assume that the Manzanillo Graben and the El Gordo Graben are seaward prolongation of the Colima Graben (fig.3). The Manzanillo and the El Gordo Grabens are located above a change in the dip of the Benioff plane (4, 17).

The Barra de Navidad Fault. The El Gordo Graben is bounded seaward by a ridge of about 1000 m high. The ridge is inferred to be a normal fault from single channel seismic reflection records. This fault named the Barra de Navidad Fault trends 155° to the North.

A seismic line (Box 2) perpendicular to the Barra de Navidad Fault shows that the fault does not have any prolongation southward the El Gordo Graben. The Barra de Navidad Fault extends northward from the El Gordo Graben up to and across the Acapulco Trench axis at latitude 19°15'N. 10 km landward of the trench landward

dipping faults cut the Acapulco Trench inner wall at latitude 19°35'N and 21°N (Box 1). Their landward sides have subsided 300 to 500 m. These faults are thought to be a northern extension of the Barra de Navidad Fault.

Conclusion, discussion. The data of the SEAMAT cruise of the R/V Jean Charcot evidences two graben structures perpendicular to the trench axis : the Manzanillo Graben and the El Gordo Graben perpendicular to the trench axis. They are located respectively on the inner and the outer slopes of the Acapulco Trench. South of Manzanillo, a new fault, the Barra de Navidad Fault bounds the El Gordo Graben seaward, and cuts across the trench axis at 19°15'N latitude and the landward slope of the trench northward as for as 21°15'N latitude along the Tres Marias island Escarpment.

The data from the Seamat cruise indicate also that : a) The junction between EPR and RFZ is located at 18°30'N-106°15'W and b) there is no clear active structure underlining the presumed southern boundary of the Rivera Plate between the Acapulco Trench and EPR-RFZ eastern junction.

The offshore boundary of the Jalisco Block is proposed to be the Manzanillo Graben, the El Gordo Graben, the Barra de Navidad Fault and the Tres Marias Islands Escarpment. Thus, the Jalisco Block includes continental and Oceanic Crust

These results suggest that the Jalisco Block will not be transferred from the North American Plate to the Pacific Plate (fig. 4) as previously proposed (8).

Bibliographie

- (1) T. ATWATER, *Geol.Soc. of Amer.Bull.*, 81, 1970, p.3513-3536.
- (2) J.B. MINSTER et T.H. JORDAN, *E.O.S., Trans.*, AGU, 60, 1979, p.958.
- (3) J.MAMMERICKX, *J.Geophys.Res.*, 89, 1984, p.1817-1828.
- (4) H. EISSLER et K.C. McNALLY, *J.Geophys.Res.*, 89, B6, 1984,

p.4520-4530.

- (5) W.A. PROTHERO, I. READ, M.S. REICHLÉ et J.N. BRUNE, *Nature*, 262, 1976, p.121-124.
- (6) J. BOURGOIS, V. RENARD, J. AUBOUIN, W. BANDY, E. BARRIER, T. CALMUS, J.-C. CARFANTAN, J. GUERRERO, J. MAMMERICKX, B. MERCIER de LEPINAY, F. MICHAUD et M. SOSSON, *C.R.Acad.Sci.*, 1988, 307, p.617-626.
- (7) J. BOURGOIS, V. RENARD, J. AUBOUIN, W. BANDY, E. BARRIER, T. CALMUS, J.C. CARFANTAN, J. GUERRERO, J. MAMMERICKX, B. MERCIER de LEPINAY, F. MICHAUD et M. SOSSON, *C.R.Acad.Sc.*, 1988, 307, p.1121-1130.
- (8) J.F. LUHR, S. NELSON, J.F. ALLAN et S. CARMICHAEL, *Geology*, 13, 1985, p.54-57.
- (9) J.F. ALLAN, *Geol.Soc.Amer.Bull.*, 97, 1987, p.473-485.
- (10) J. BOURGOIS, V. RENARD, J. AUBOUIN, E. BARRIER, B. MERCIER de LEPINAY, F. MICHAUD, M. SOSSON, W. BANDY, T. CALMUS, J.C. CARFANTAN, J. GUERRERO, J. MAMMERICKX, *Eos*, vol. 68, n°44, p.1476.
- (11) K.D. KLITGORD et J. MAMMERICKX, *J.Geophys.Res.*, 87, 1982, p.6725-6750.
- (12) BOURGOIS J., RENARD V., AUBOUIN J., BANDY W., BARRIER E., CALMUS T., CARFANTAN J.C., GUERRERO J., MAMMERICKX J., MERCIER de LEPINAY B., MICHAUD F. et SOSSON M., 28th Intern.Geol.Congr., Washington, 1989 (sous presse).
- (13) Campagnes SEARISE ET PASCUA 2 (données non publiées).
- (14) P. LONDSALE, *Marine Geophys. Res.*, 8, 1986, p.203-242.
- (15) J.G. SCLATER, R.N. ANDERSON et M.L. BELL, *J.Geophys.Res.*, 76, 1971, p.7888-7915.
- (16) R. LARSON *Geol.Soc of Amer. Bull.*, 83, 1972, p.3345-3360.
- (17) L.V. LEFEVRE et K.G. McNALLY, *J.Geophys.Res.*, 90, B6, 1985, p.4495-4510.

V. LISTE DES PUBLICATIONS ISSUES DE LA CAMPAGNE SEAMAT.

- (1) BOURGOIS J., RENARD V., AUBOUIN, J., BARRIER E., BANDY W., CALMUS T., CARFANTAN J.C., GUERRERO J., MAMMERICKX J., MERCIER de LEPINAY

B., MICHAUD F. et SOSSON M., 1987.
- offshore boundary of the Jalisco
Block off Manzanillo (Mexico). AGU,
EOS, 68, 44.

(2) BOURGOIS J., RENARD V., AUBOUIN
J., BANDY W., BARRIER E., CALMUS T.,
CARFANTAN J.C., GUERRERO J.,
MAMMERICKX J., MICHAUD F et SOSSON
M., 1988 - Fragmentation en cours du
continent Nord Américain : Les
frontières sous marines du bloc de
Jalisco (Mexique). C.R.Acad.Sc.
Paris, 307, II, pp. 1121-1130.

(3) BOURGOIS J., RENARD V., AUBOUIN
J., BANDY W., BARRIER E., CALMUS T.,
CARFANTAN J.C., GUERRERO J.,
MAMMERICKX J., MICHAUD F et SOSSON
M., 1988. - La jonction orientale de
la dorsale Est Pacifique avec la
zone de Fracture de Rivera au large
du Mexique. C.R.Acad.Sc. Paris, 307,
II, pp.617-626.

(4) BOURGOIS J., RENARD V., AUBOUIN
J., BANDY W., BARRIER E., CALMUS T.,
CARFANTAN J.C., GUERRERO J.,
MAMMERICKX J., MERCIER de LEPINAY
B., MICHAUD F. et SOSSON M., 1988. -
Campagne Seamat au large de la côte
pacifique du Mexique. Géochronique,
Paris, France, Février 1988.

(5) BOURGOIS J., RENARD V., AUBOUIN
J., BANDY W., BARRIER E., CALMUS T.,
CARFANTAN J.C., GUERRERO J.,
MAMMERICKX J., MERCIER de LEPINAY
B., MICHAUD F. et SOSSON M., 1988. -
Marine Geology and Geophysics along
and off the northern Acapulco
Trench. Joint Oceanography Assembly
1988, Acapulco, 1 p.

(6) BOURGOIS J., RENARD V., AUBOUIN
J., BANDY W., BARRIER E., CALMUS T.,
CARFANTAN J.C., GUERRERO J.,
MAMMERICKX J., MERCIER de LEPINAY
B., MICHAUD F. et SOSSON M. - Active
fragmentation of the North American
Plate at the mexican triple junction
area off Manzanillo. 28th Interna-
tional geological Congress, Washing-
ton D.C. (1989 sous presse).

(7) BANDY W. et BOURGOIS J., 1988. -
Redefinition of the Plate Boundaries
between the Pacific Rivera Cocos and
North American Plates at the North
End of the Middle America Trench.
EOS, 69, 44, Novembre 1.

(8) MICHAUD F., BOURGOIS J., RENARD
V., BARRIER E. et AUBOUIN J. - La
terminaison septentrionale de la

fosse d'Amérique Centrale : une
fosse en voie d'abandon.
C.R.Acad.Sc. (en préparation).

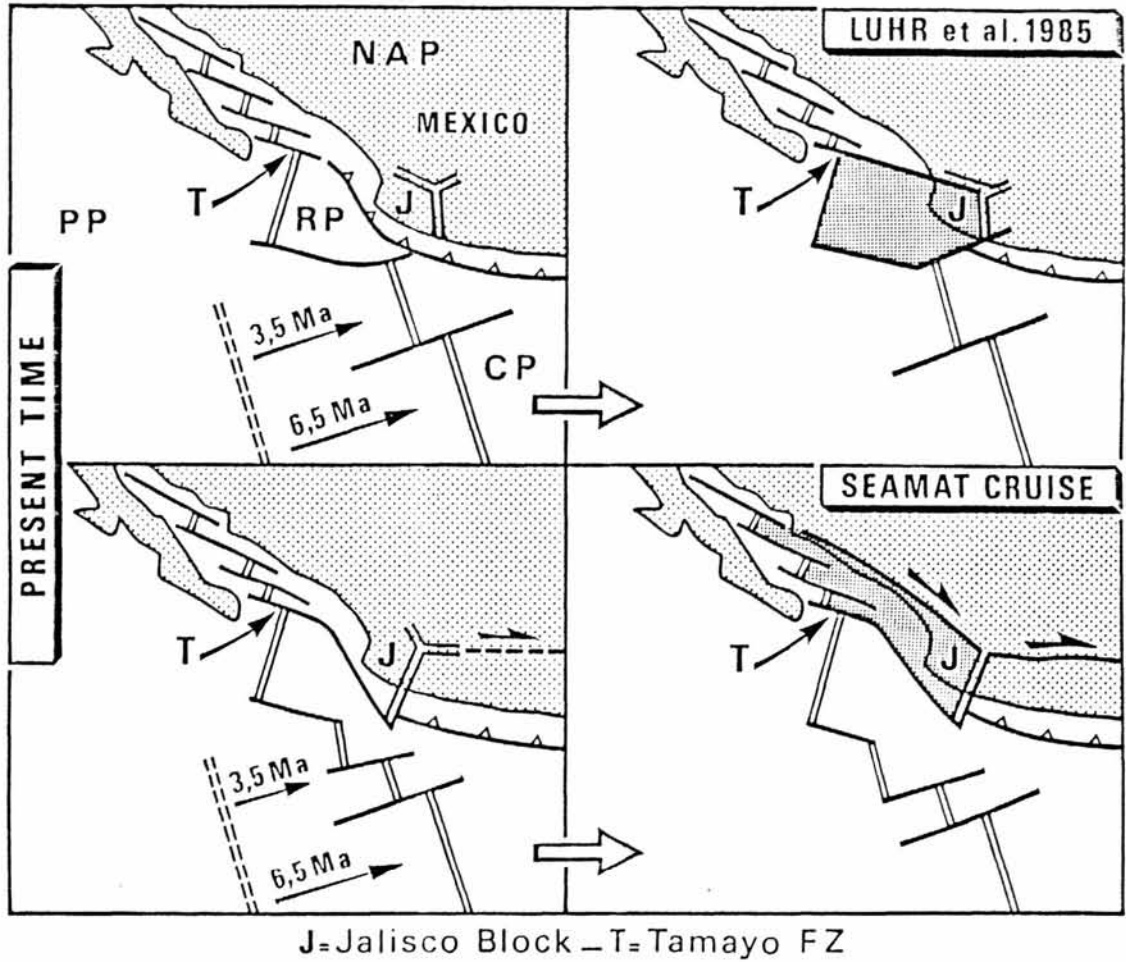


Fig. 4: Hypothèse sur l'évolution des frontières du Bloc Jalisco proposée par Luhr et al. 1985 et à la suite de la campagne SEAMAT.

Fig. 4: Evolution hypothesis of the Block Jalisco boundaries from Luhr & al., 1985 (8) and from the SEAMAT CRUISE.