

"CLUB DU TEMPS LIBRE"

Mardi 15 mars 1983

La région méditerranéenne ;  
son évolution présente et future ; la sismicité

PRESENTATION DU SUJET.-

Nous avons choisi, comme sujet de conférence, la Région méditerranéenne parce que la Méditerranée est proche de nous, que nous fréquentons ses côtes, qu'elle a ses volcans dont certains sont toujours en activité, qu'elle est le siège de fréquents tremblements de terre qui ont parfois secoué le sud-est de notre pays.

La Région méditerranéenne pour ses montagnes qui l'entourent, ses volcans, ses tremblements de terre, a fait l'objet de très nombreuses études en surface et en profondeur ; l'homme est descendu, en submersible, sur son fond dans la région de la Crète pour y constater que la plaque africaine se glissait sous la plaque européenne.

La tectonique des plaques, présentée en 1915 par Wegener, sous le nom de dérive des Continents, explique structures et phénomènes ; c'est une théorie qui, après un temps d'oubli, connaît depuis 1920 une fortune remarquable ... et à peu près sans retouches.

Monsieur HUCHON vous dira comment la tectonique des plaques explique l'histoire de la Méditerranée, et comment cette histoire dépend de celle des autres océans, de l'Atlantique en particulier.

°  
° °

Le mardi 15 mars, Monsieur HUCHON, attaché de recherche au laboratoire de Géodynamique à l'Université Pierre et Marie Curie, a fait un exposé très clair et particulièrement bien illustré par des diapositives sur la région méditerranéenne ; son évolution passé, présente et future ; la sismicité.

La conférence a été fort appréciée par la centaine des adhérents présents.

La mer Méditerranée se différencie des autres mers et océans, par sa petite taille et par le fait qu'elle soit intramontaineuse (entourée de chaînes de montagnes : Atlas, Pyrénées, Alpes, Apennins ...).



. Dans les Apennins, à des altitudes de 2000 à 3000 m., on peut observer des massifs de roches volcaniques, semblables à celles que l'on trouve au fond des océans sous les sédiments à des profondeurs de 2000 à 3000 m.

Il s'est donc produit des phénomènes importants qui ont provoqué la déformation de ces mers.

S'il y a eu déformation, il y a eu également compression.

. Sur une diapositive, Monsieur HUCHON nous montre la faille qui s'est formée lors d'un séisme très destructeur (el Asnam).

On peut observer ces phénomènes sismiques environ tous les deux ans autour de la Méditerranée.

La figure 2 nous montre la position des séismes enregistrés dans les 15 dernières années autour de la Méditerranée.

Il ne sont pas distribués de façon quelconque. En France et en Espagne, il y a peu de séismes de magnitude importante. Par contre en Italie, en Yougoslavie, en Grèce et dans la région qui va du Péloponèse jusqu'à Rhodes, la Turquie, en passant par la Crète, appelée arc égéen, il se produit un grand nombre de séismes.

. Un autre phénomène important dans cette étude est le volcanisme.

En Méditerranée, on peut finalement observer :

- les sédiments qui se sont déposés dans des mers et qui sont actuellement déformés et portés à des altitudes importantes.
- la sismicité.
- le volcanisme.

## 2.- LE MODELE.

. Données de terrain.

Depuis de nombreuses années, des géologues ont essayé d'interpréter ces données.

Seul le modèle de la tectonique des plaques proposé en 1968 fournit un cadre cohérent permettant d'expliquer ces phénomènes.

Ce modèle admet que la surface de la Terre est recouverte par un petit nombre de très grandes plaques indéformables, sauf le long de leurs bordures, qui subissent des déplacements relatifs très importants.

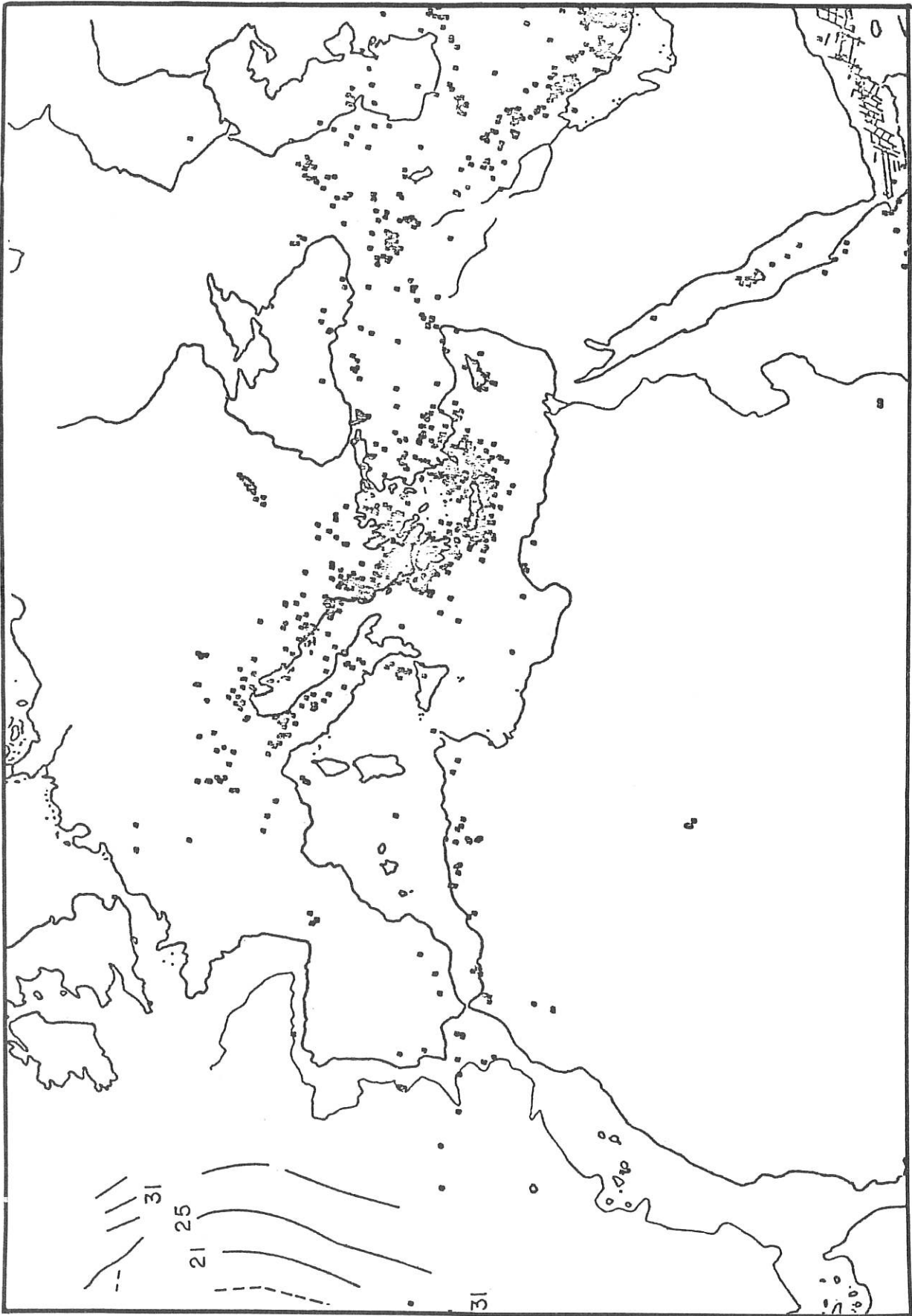


Fig. 2.- Région de séismicité autour de la Méditerranée.

Les plaques d'Arabie et Africaines sont actuellement en train de s'écarter. Des tremblements de terre sillonnent une zone qui est une ligne de fracture.

Lorsque les plaques s'écartent, il y a formation symétrique d'un nouveau fond océanique par accrétion de matériaux en provenance du manteau sous-jacent aux plaques, de part et d'autre de la frontière des plaques qui occupe l'axe (ou la crête) de ce qu'on appelle la dorsale médio-océanique. Le fond océanique alors produit est aimanté dans la direction du champ magnétique ambiant au moment de sa formation.

Il y a donc symétrie des zones de même polarité magnétique par rapport à la crête comme il y a symétrie de l'âge des fonds créés.

On peut donc se servir des anomalies magnétiques pour dater le fond océanique correspondant.

Le phénomène d'accrétion provoque chaque année la création d'une centaine de kilomètres cubes de nouvelles croûtes océaniques. Or, on sait que le volume du globe terrestre n'est pas en expansion. Il faut donc un mécanisme pour faire disparaître cette croûte océanique qui se forme.

Ce mécanisme est illustré par la figure 3. Il s'agit de la subduction.

La lithosphère\* se forme le long des dorsales médio-océaniques.

Là où les plaques lithosphériques plongent dans le manteau, des fosses océaniques se creusent. Des séismes se produisent essentiellement dans toute la partie supérieure des plaques descendantes.

Les figures 4, 5, 6, 7, montrent l'évolution de la position des continents depuis plus de 150 millions d'années.

Il y a 165 millions d'années (fig. 4), l'Amérique du Nord, l'Amérique du Sud, le Groenland, l'Europe et l'Afrique formaient une seule et immense étendue continentale. La montée des magmas venant de l'intérieur de la Terre disloqua ce super continent. Ces magmas donnèrent naissance à une nouvelle croûte océanique qui sépara les continents septentrionaux de l'Eurasie et de l'Amérique du Nord, provoquant l'ouverture de l'Atlantique Nord et élargissant la mer des Caraïbes.

Il y a 125 millions d'années (fig. 5), la profondeur maximale du nouvel océan ne dépassait pas 4000 mètres. L'Amérique du Sud et l'Afrique commencèrent à se séparer, ce qui provoqua l'ouverture de l'Atlantique Sud, tandis que l'Amérique du Nord et le bloc d'Afri-

---

\* Lithosphère : enveloppe externe de la Terre constituée d'une douzaine de plaques rigides qui se déplacent les unes par rapport aux autres.

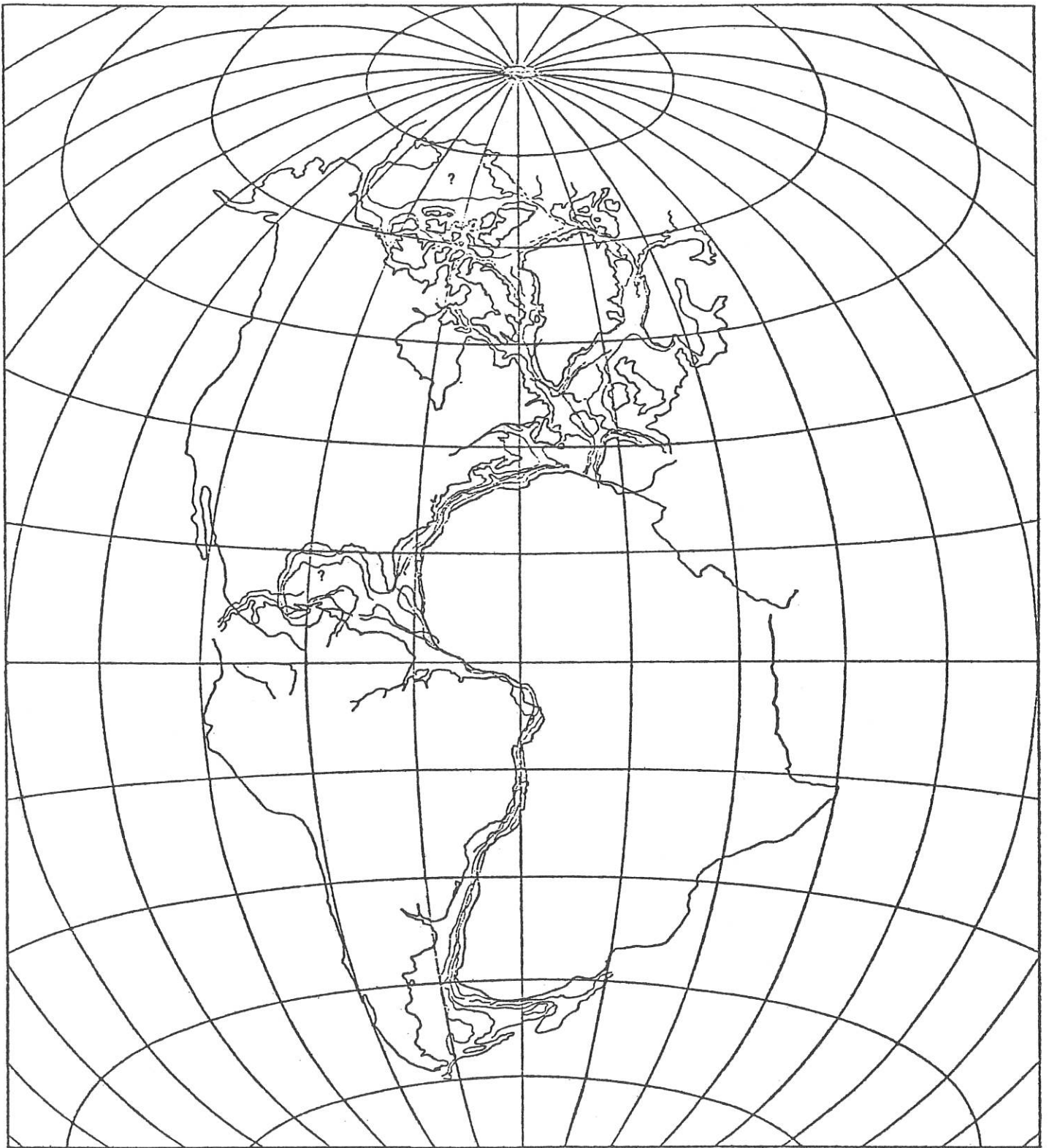


Fig. 4.- Reconstitution paléogéographique  
Position des continents il y a 165 millions d'années

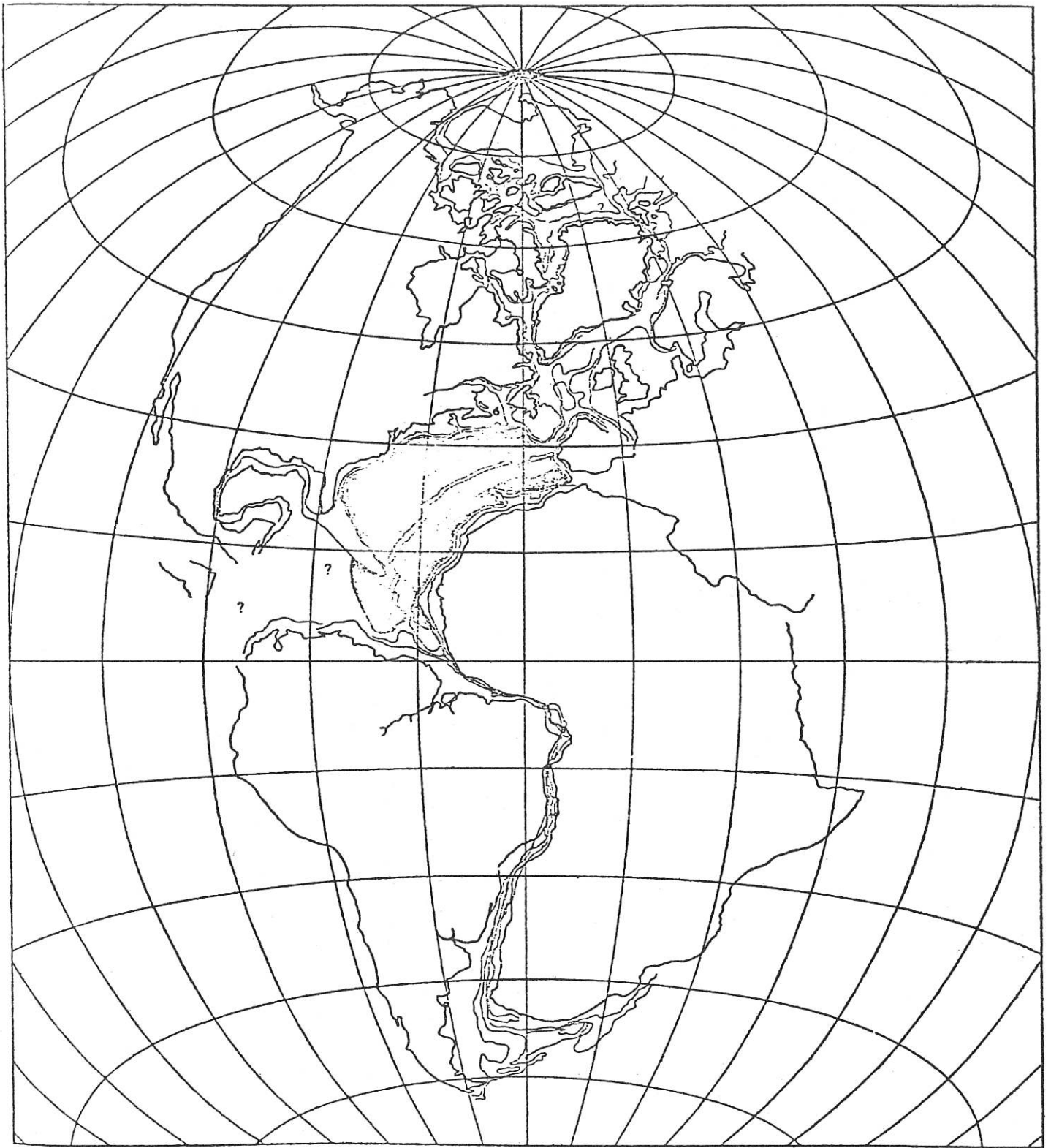


Fig. 5.- Position des continents il y a 125 millions d'années

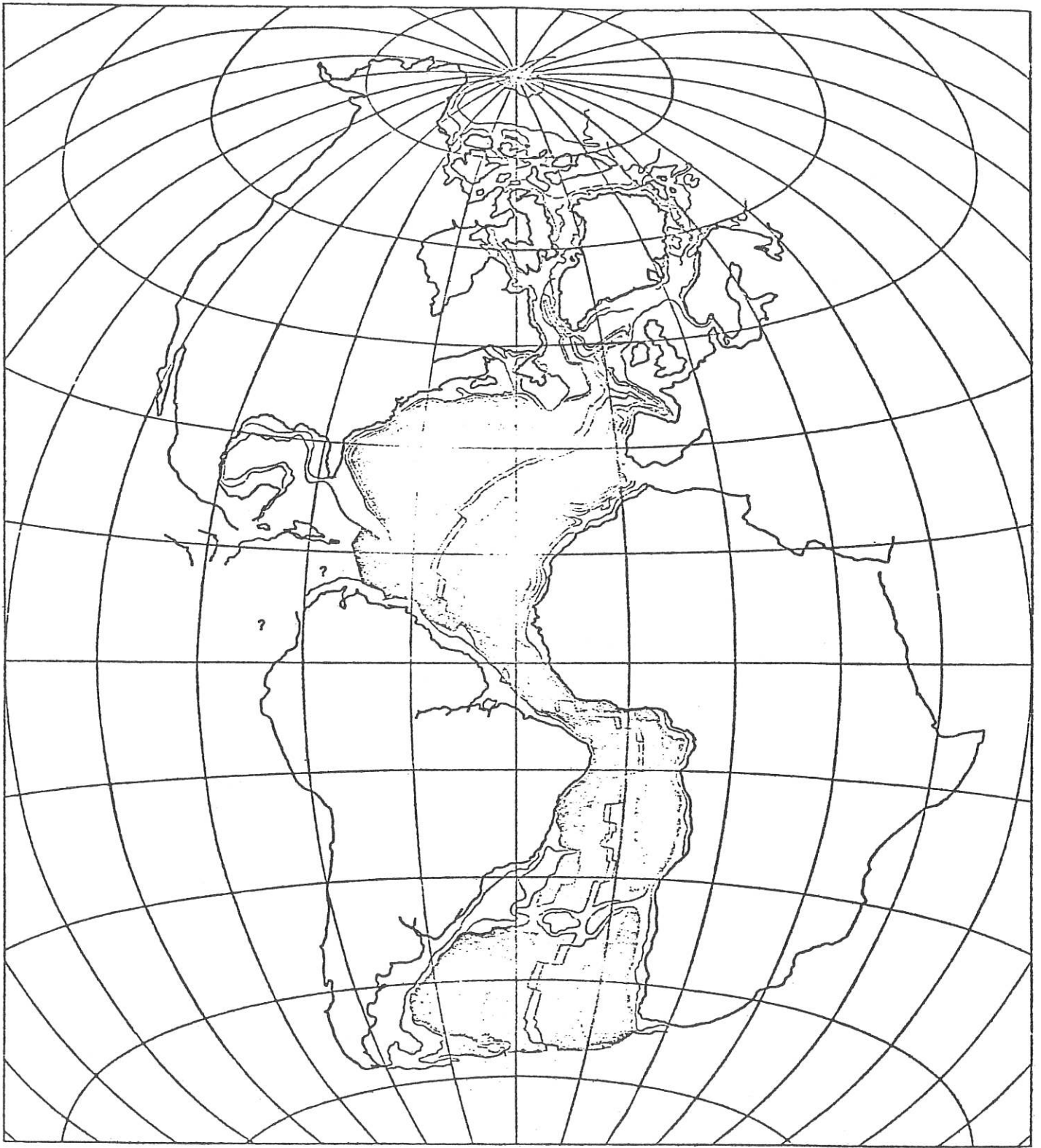


Fig. 6.- Position des continents il y a 80 millions d'années



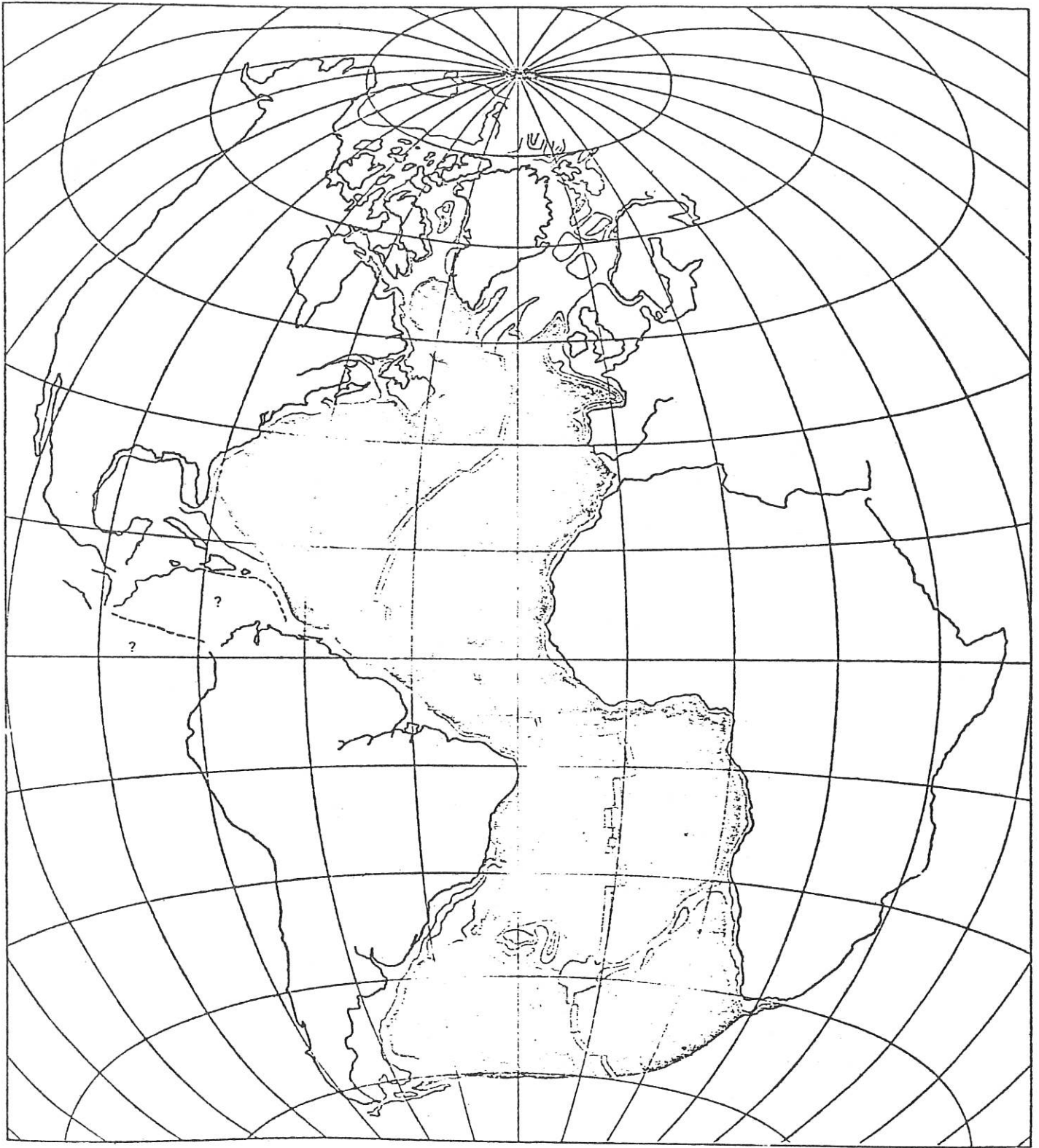
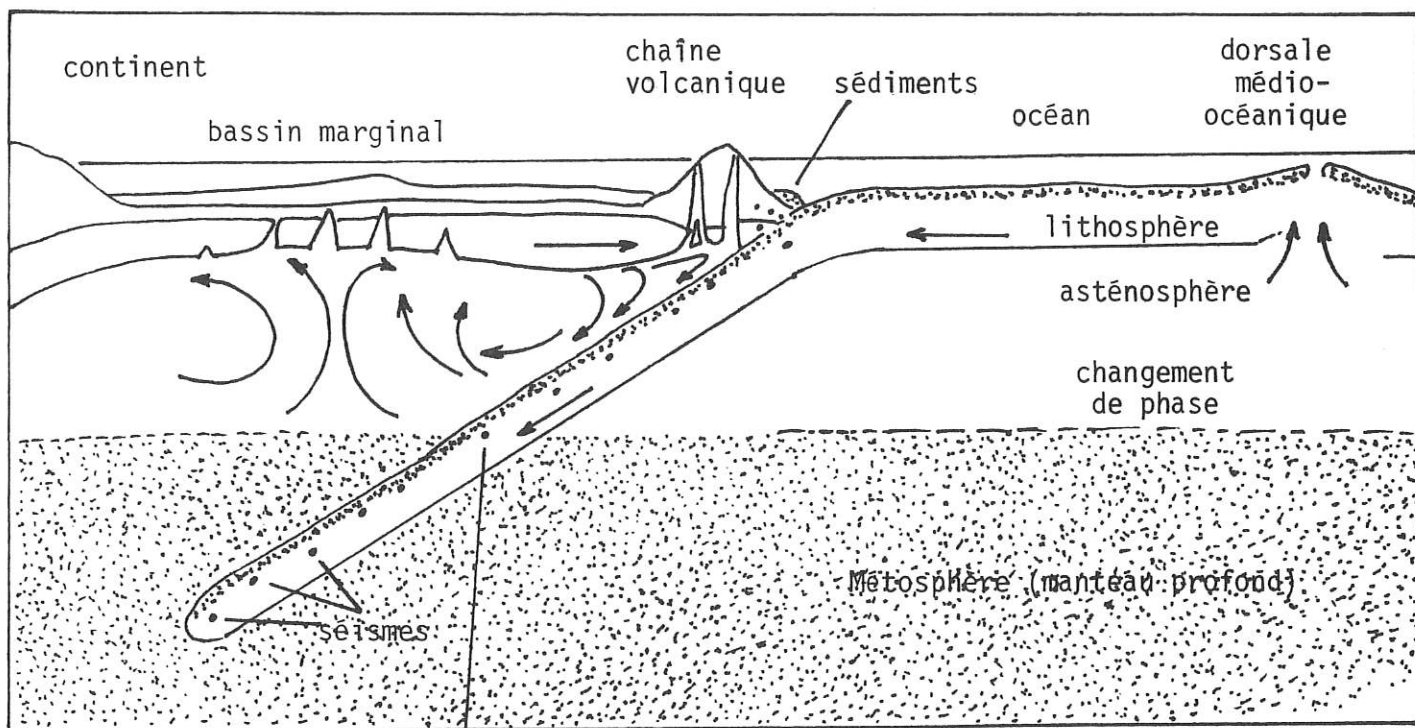


Fig. 7.- Position des continents il y a 36 millions d'années



subduction : enfoncement de la croûte océanique

Fig. 3.- Subduction : La formation et la subduction de la lithosphère sont représentées sur cette coupe synthétique de la croûte et du manteau supérieur terrestres. La lithosphère se forme le long des dorsales médio-océaniques.

Là où les plaques lithosphériques plongent dans le manteau, des fosses océaniques se creusent. Des séismes se produisent essentiellement dans la partie supérieure des plaques descendantes. Les flèches situées dans l'asthénosphère indiquent la direction des mouvements convectifs possibles. Des mouvements convectifs secondaires peuvent provoquer la formation de petits centres d'expansion sous les bassins marginaux.

que-Espagne continuaient à s'écarter. La plaque nord-yénézuélienne disparut ensuite par subduction sous la plaque sud-américaine en raison du rapprochement entre l'Amérique du Sud et l'Amérique du Nord, convergence qui comprima la région des Caraïbes. Par la suite les deux océans atlantiques se réunirent en un seul.

Il y a 80 millions d'années (fig. 6) l'Atlantique-Nord était un véritable océan dont la profondeur dépassait 5000 mètres.

Ses eaux pouvaient s'écouler vers d'autres océans via les Caraïbes et le large détroit entre l'Espagne et l'Afrique. Le Groën-

land et l'Amérique du Nord avaient commencé à se séparer, créant ainsi des bras de mer étroits et peu profonds ouverts sur l'Atlantique nord. L'Atlantique sud n'avait pas encore atteint sa maturité.

Il y a 36 millions d'années (fig. 7), les principales caractéristiques topographiques actuelles de l'Atlantique apparaissent déjà.

Les eaux océaniques profondes pouvaient circuler dans tout l'Atlantique sud. Le détroit de Gibraltar était toutefois beaucoup plus large qu'il n'est actuellement. Depuis lors, l'Afrique et l'Europe se sont lentement rapprochées.

Pour comprendre l'évolution de la Méditerranée, on peut donc, partir de données de terrain, mais aussi utiliser les données recueillies en mer.

#### . Données en mer.

Des forages permettent de déterminer en quels endroits on rencontre la croûte continentale (granit) ou la croûte océanique. Les bassins Sud-Baléares et Algéro-Provençal sont formés de croûte océanique ainsi que la mer Tyrrhénienne (fig. 1). Ce ne sont pas des bassins anciens.

Ils se sont formés pendant la période où l'Afrique se déplaçait vers le nord par rapport à l'Europe.

Au Miocène, c'est à dire dans la partie inférieure du Tertiaire, l'ensemble Corse-Sardaigne était moins "Nord-Sud" que maintenant. Une croûte océanique ancienne bordait la zone correspondant actuellement aux Apennins, appelée marge apuyenne. Au Sud se trouvait une zone de subduction : l'Afrique s'enfonçait sous l'Europe.

Au Miocène inférieur, la subduction continue et les bassins océaniques se sont ouverts à l'arrière de la subduction.

A la fin du Miocène la situation était presque identique à la situation actuelle. Cependant autour du bassin Tyrrhénien, se trouvait une zone de subduction active.

#### . Synthèse.

Au Dogger (partie inférieure du secondaire), un ensemble continental vient de se détacher de l'Afrique. Ce bloc est appelé bloc apuyin.

Puis l'apuyi continue à se déplacer vers le Nord et rentre en collision avec un bloc européen. Cette collision est responsable de la mise en place de roches océaniques sur des roches continentales (chaînes de montagnes de Yougoslavie et de Grèce).

Au Maestrichian (fin de l'aire secondaire), le bloc apuyin est presque entièrement rentré en collision avec l'Europe.

Plus à l'Est l'Arabie entre en collision avec la partie extrême orientale de l'Europe. La vieille méditerranée de l'aire primaire a complètement disparu .

On en retrouve des traces dans les chaînes de montagnes qui vont de la Grèce, au Nord de l'Arabie, en Turquie ...

Au Sud s'était ouvert un petit océan qui commence à s'enfoncer sous l'apuyin.

Au Lutétien, la forme actuelle de la Méditerranée commence à apparaître.

Au Stampian, la collision se produit sur les 2 continents Afrique et Europe.

Au Tortonien on a pratiquement la configuration actuelle.

On trouve deux types de mer : la méditerranée occidentale dont les bassins sont marginaux, jeunes, et la méditerranée orientale qui est un reste de l'océan qui s'était ouvert au début du secondaire entre l'Afrique et la Libye et qui est maintenant incorporée à l'Europe.

Les phénomènes majeurs sont donc les suivants :

- déplacement de l'Afrique par rapport à l'Europe, contrôlé par l'ouverture de l'Atlantique,

- mouvement de blocs tel que l'apuyin avec tout un cortège de phénomènes : ouverture de petits océans, subductions, collisions aboutissant à la formation de chaînes de montagnes.

### 3.- OBSERVATION DIRECTE SOUS LA MER.

Le fossé hellénique est une des rares zones de subduction accessible aujourd'hui à l'observation directe par submersible puisque par endroit sa profondeur ne dépasse pas 3000 mètres.

Une campagne d'exploration a été menée au mois d'Août 1979 avec la capsule Cyana du CNEXO (Centre national d'exploitation des Océans). Quatre zones de travail ont été choisies en s'appuyant sur les connaissances déjà acquises, mais seules les zones 2 et 3 ont été retenues comme objectifs principaux.

Les photos 8, 9, 10, 11 nous montrent ces fonds marins.

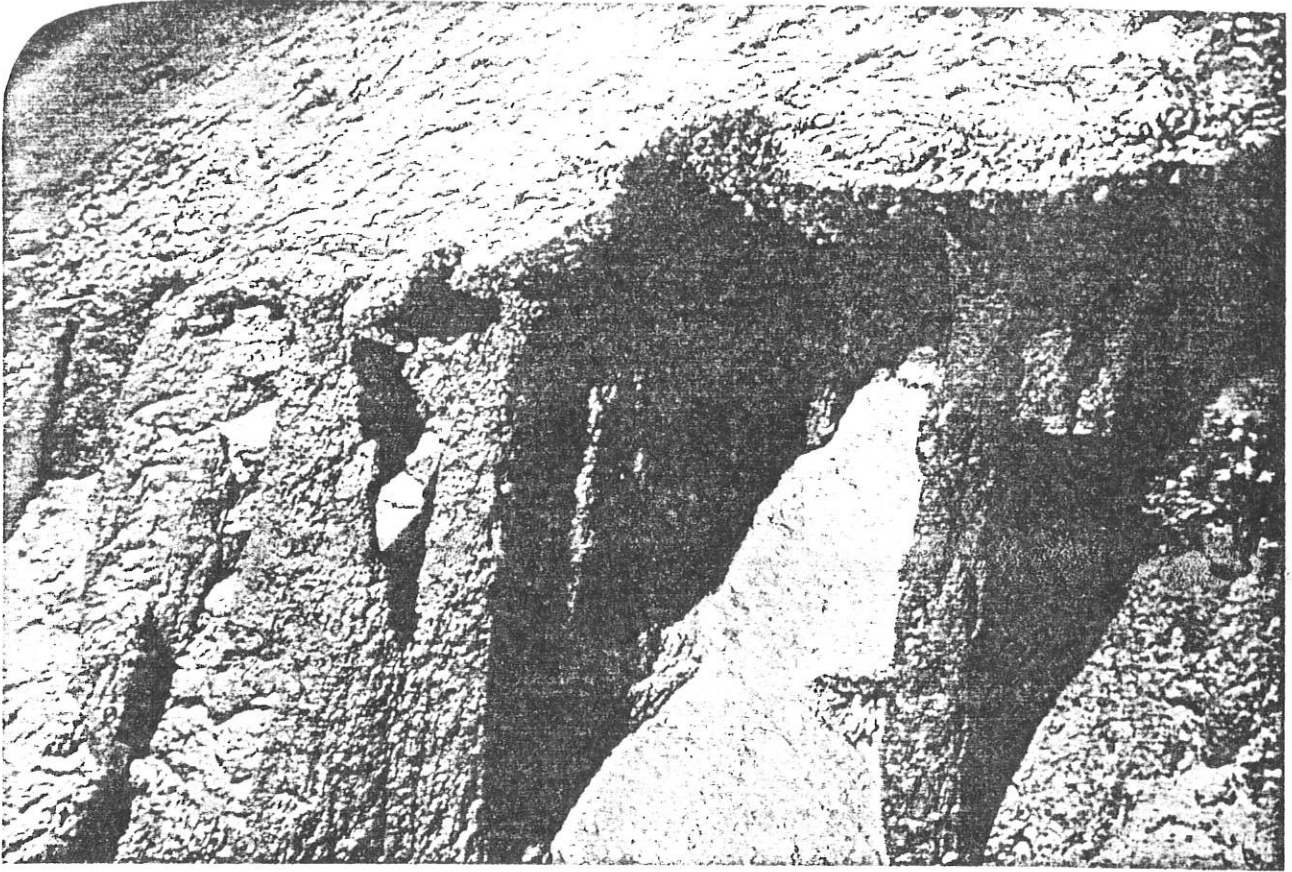


Fig. 8.- Zone II - Plongée H6-41 : Caverne

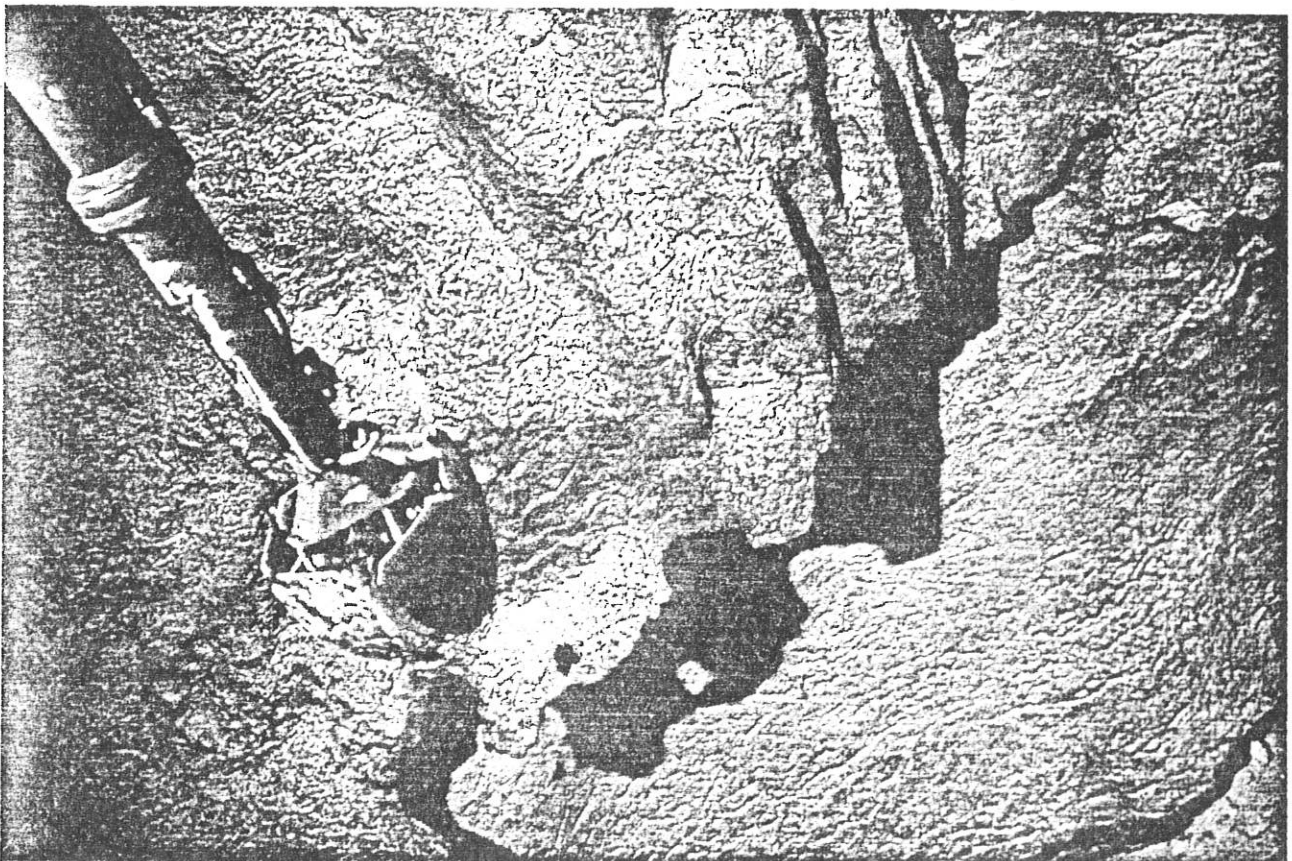


Fig. 9.- Zone II - Plongée H2-37 : Formations de pente, draperies accrochées à la falaise



Fig. 10.- Zone III - Plongée H12-47 : Tumulus et bord de niche d'arrachement

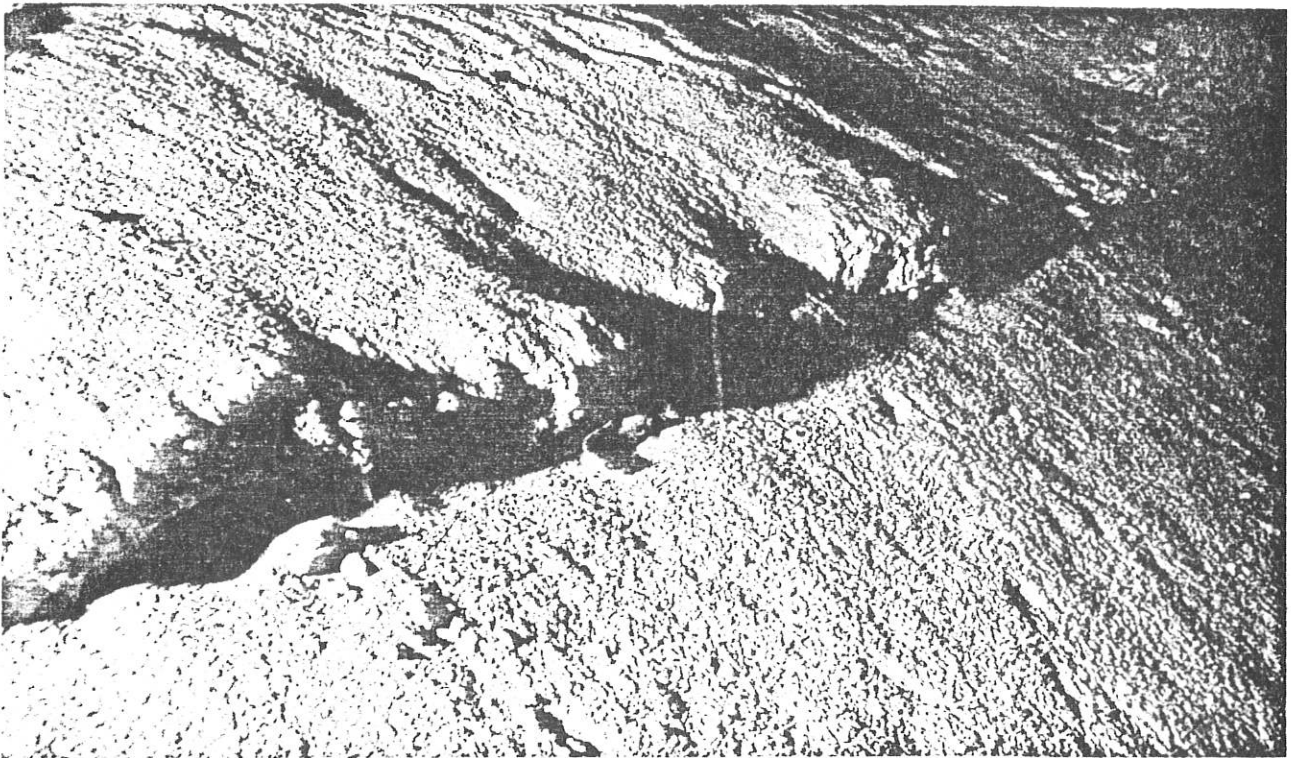


Fig. 11.- Zone III - Plongée H13-48 : Faille récente dans la vase

#### 4.- L'AVENIR.

La figure 12 nous montre en "a" la situation de la Méditerranée il y a une dizaine de millions d'années, en "b" la situation actuelle. L'arc égéen s'est étalé sur la Méditerranée orientale en même temps que la croûte océanique continue à s'enfoncer sous l'Europe vers le Nord. En "c" on voit ce qui pourrait se passer dans 5 millions d'années. L'arc égéen pourrait continuer à s'agrandir, finissant par fermer le bassin Ionien. Il se produirait alors une collision.

A une étape donnée, la reconstitution paléogéographique statique offre une indétermination considérable ; la cinématique crée en revanche de multiples contraintes qui permettent de serrer de plus près la réalité à la lumière des faits et hypothèses de terrain.

En coupe (fig. 13) on peut observer la croûte de la Libye immergée puis la Méditerranée orientale, puis le fossé égéen et la crête avec le volcanisme, et le bassin du Santorin. Ce système pourrait évoluer de la façon suivante (fig. 14) : la méditerranée orientale se fermerait. Il y aurait une situation de collision. Toute la litosphère africaine disparaîtrait en profondeur sous l'Europe. A l'arrière une nouvelle subduction pourrait se produire (fig. 15). Les restes de la méditerranée orientale seraient une chaîne de montagne.

#### CONCLUSION

Une chaîne de montagnes est le résultat d'une très longue évolution durant laquelle la configuration des continents et mers adjacents s'est profondément modifiée.

Il est illusoire d'espérer reconstituer sa genèse si l'histoire des mouvements des plaques dont elle résulte ne peut être établie de manière précise. Malheureusement les océans passés ont à jamais disparu, entraînant avec eux des indices essentiels. On doit donc utiliser une approche multiple pour essayer de lever certaines des très nombreuses incertitudes. Ainsi, l'exemple de la zone méditerranéo-alpine a permis de montrer qu'il est nécessaire d'étudier simultanément l'Atlantique, les bassins méditerranéens et les chaînes alpines.

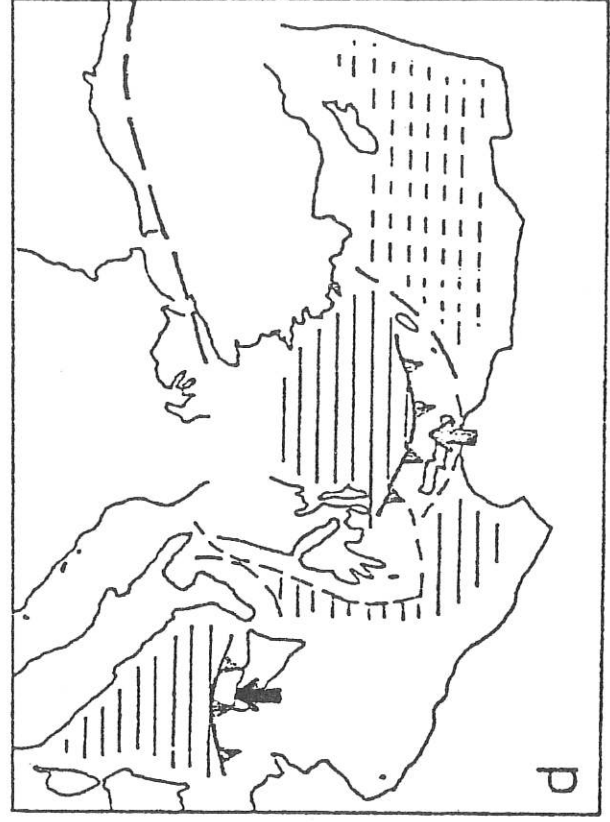
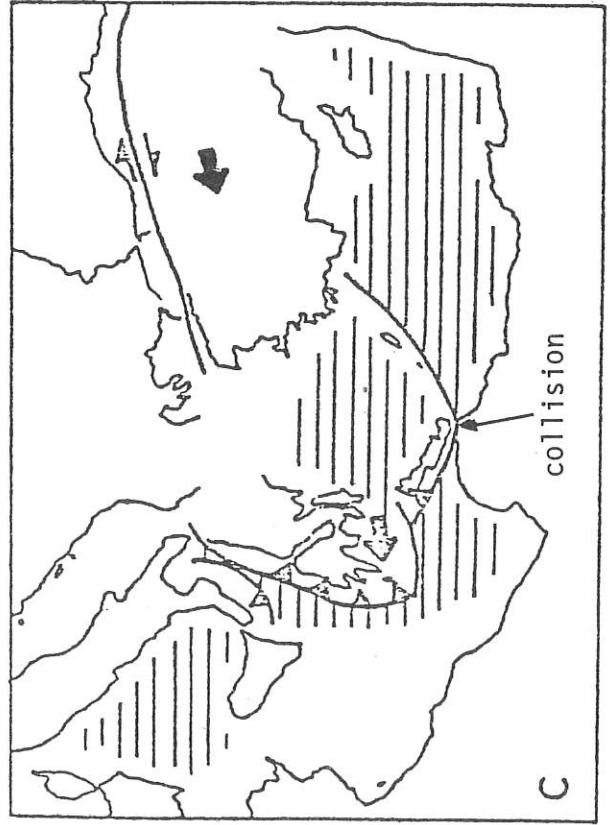
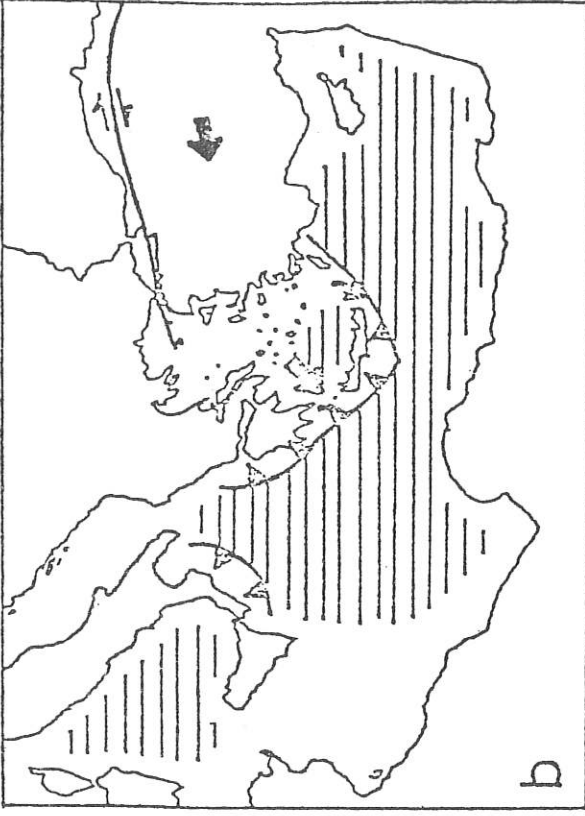
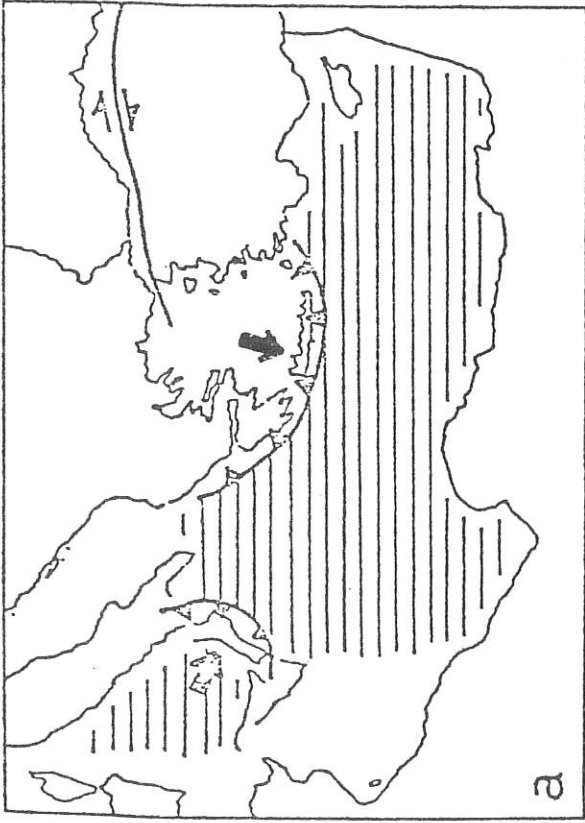


Fig. 12.-



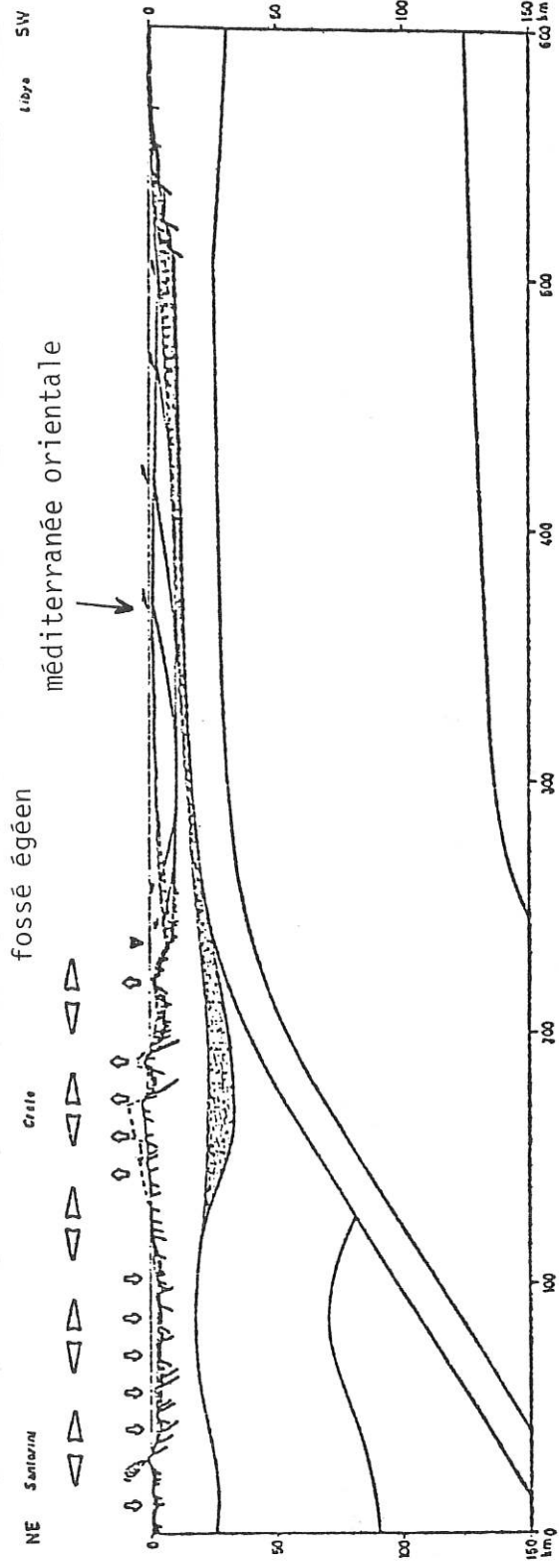


Fig. 13

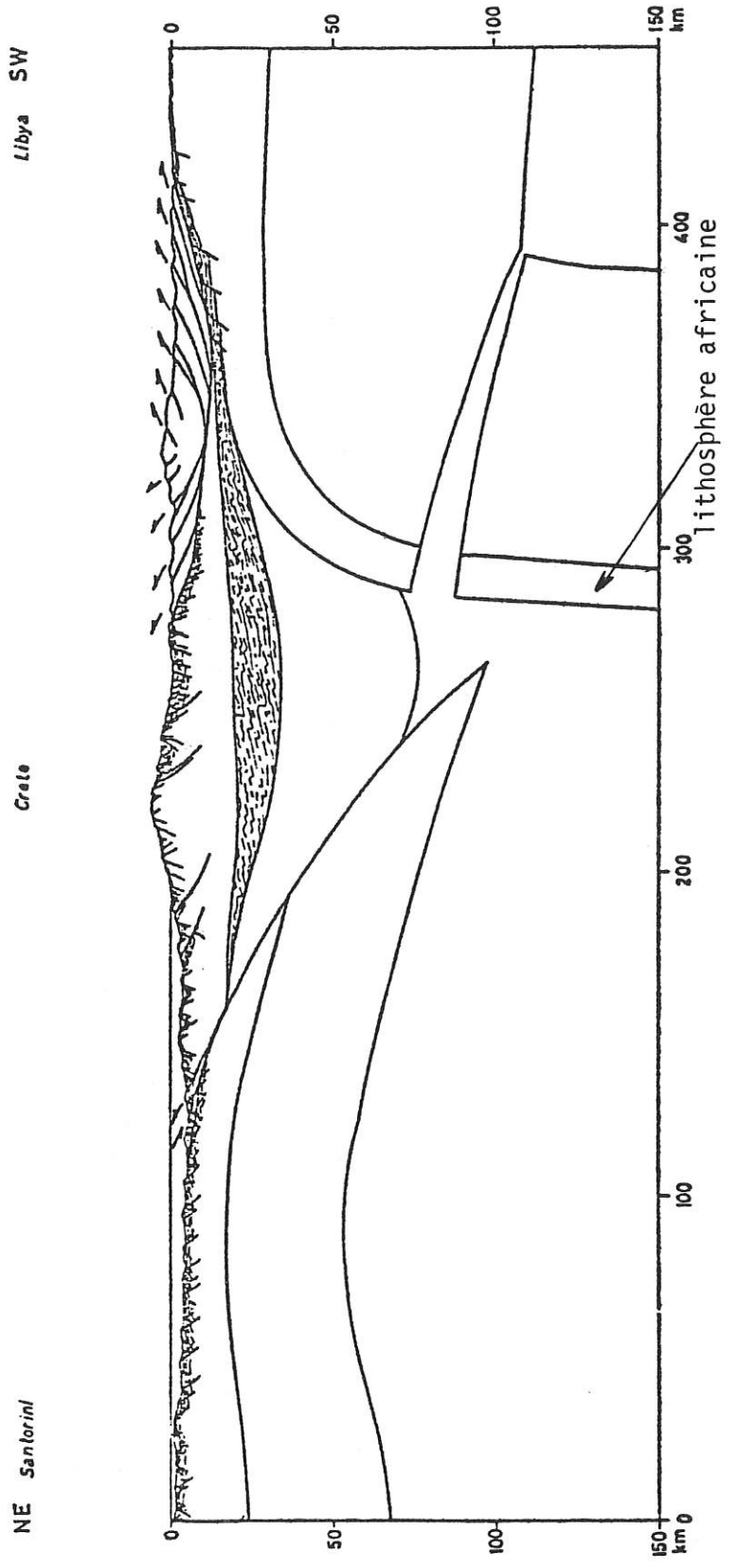


Fig. 14

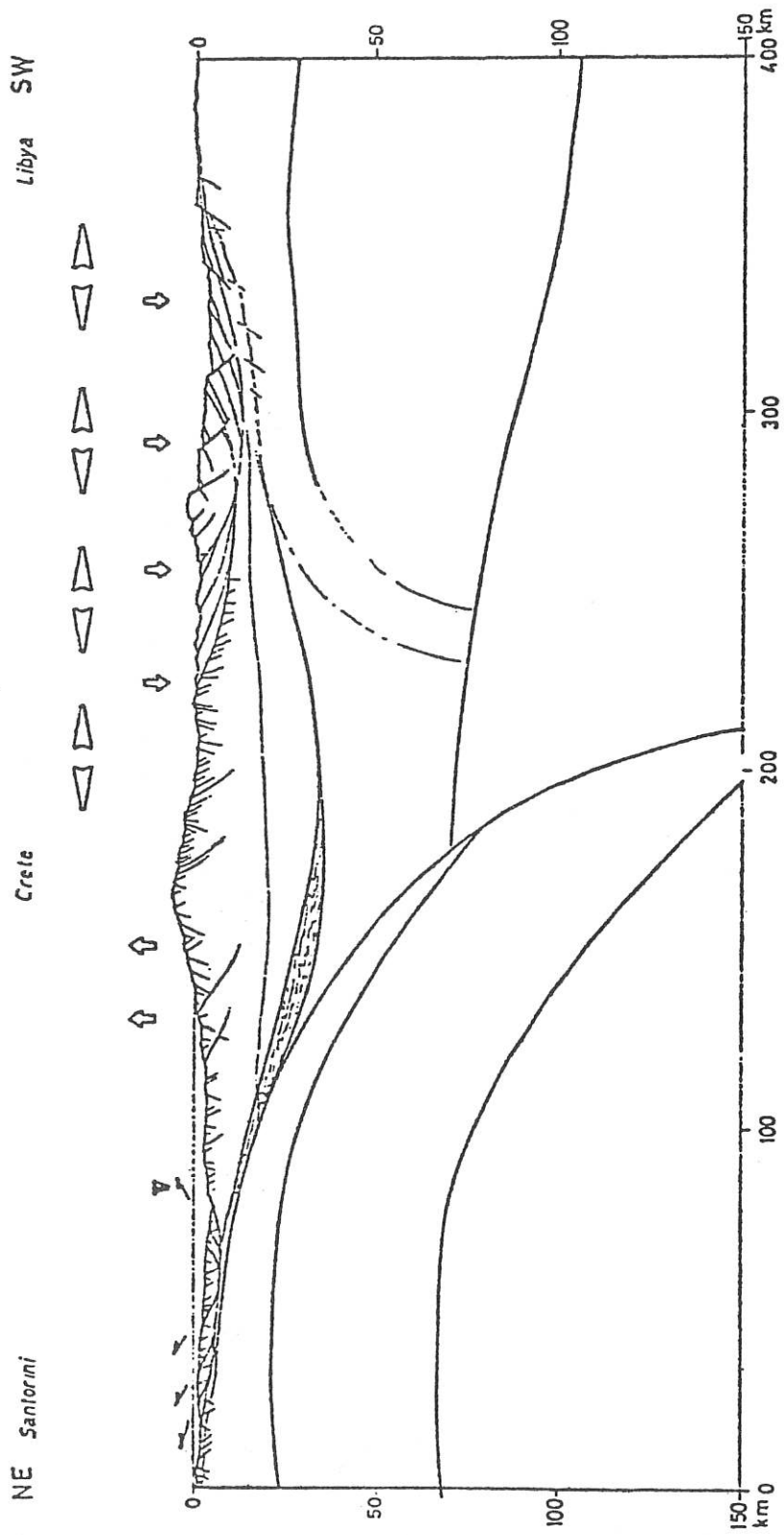


Fig. 15

## BIBLIOGRAPHIE

- . "La dérive des continents" - Bibliothèque pour la Science (Belin)
- . A. HALLAM, "Une révolution dans les sciences de la Terre", coll. points n° 55, éd. du Seuil.
- . X. LE PICHON et G. PANTOT, "le fonds des Océans", collec. "Que sais-je" N° 621, P.V.F.
- . X. LE PICHON, "La subduction : quand la Terre s'enfonce sous la Terre", La Recherche n° 109, vol. II, Mars 1980.
- . B. BIJU DUVAL, J. DERCOURT, X. LE PICHON, "La genèse de la Méditerranée", La Recherche n° 71, vol. 7, Octobre 1976.
- . BOILLLOT, "Géologie des marges continentales", Massin 1979.