

# LE SÉISME DU 19 JUILLET 1963 ET LA STRUCTURE DE LA MÉDITERRANÉE DANS LE CANAL LIGURO-CORSE

par L. GRINDA

Le séisme du 19 juillet 1963, dit du golfe de Gênes, avait son foyer dans une région dont la structure avait été étudiée lors de deux campagnes de réfraction sismique par le « Chain » de la Woods Hole Institution en 1959 et 1961. Les résultats de ces campagnes ont permis de comprendre le mécanisme de ce séisme et, réciproquement, ce dernier leur a donné un éclairage nouveau. De cet ensemble de données, l'histoire géologique du canal liguro-corse a bénéficié. Notre intention est d'exposer comment se présente actuellement cette histoire, en s'en tenant à ses grands repères et en essayant d'intégrer ces dernières données dans les récentes recherches des géologues spécialistes de la Méditerranée occidentale.

## *Caractéristiques du séisme.*

Depuis la création de l'observatoire sismologique de Monaco, des signes de tension dans la croûte terrestre n'ont jamais cessé de se manifester à l'est de Monaco, par de petits séismes, non ressentis généralement. L'un d'eux avait inspiré quelque inquiétude le 21 novembre 1959 peu après la catastrophe de Malpasset, alors qu'un essaim de petites secousses agitait la Grave de Peille, à 10 km au nord de Monaco pour des motifs différents, puisque dans ce cas il s'agissait de simples effondrements de poches calcaires suivant une période de pluies intenses. Mais le 19 juillet 1963 ce fut tout le littoral français de la Méditerranée et les bords du golfe de Gênes qui furent ébranlés à 5 h 45 par un long tremblement de terre dont l'intensité maximum observée à Menton était du degré 6/7 de l'échelle de Mercalli.

La détermination précise de l'épicentre entreprise avec les observations de 130 stations européennes, traitées avec l'ordinateur de l'Université de Strasbourg, selon diverses hypothèses de calcul et en utilisant soit les tables de Jeffreys, soit les tables d'Haslach, ou les deux, a soulevé tout de suite une difficulté qui peut être résumée ainsi : les données de 127 stations éloignées de plus de 250 km concordaient parfaitement pour définir un hypocentre qui, par contre, rendait incohérentes celles des trois observatoires proches de Monaco, d'Isola et de Lorgues, pourtant homogènes et précises exploitées en tenant pour exact le schéma classique de Jeffreys qui situe la surface de Mohorovicic à la profondeur moyenne de 35 km en Europe.

Cette difficulté n'a pu être réduite qu'après de longs mois de doute, quand les résultats précis des campagnes du « Chain » et la thèse de FAHLQUIST qui les interprétait nous ont été aimablement communiqués. L'élément le plus spectaculaire de ces résultats était la découverte d'un bombement du manteau le long de l'axe du golfe de Gênes sur une longueur voisine de 300 km et dont le point culminant n'était qu'à 10,7 km sous le niveau de la mer, très près du du foyer du séisme du 19 juillet 1963. Les vitesses observées étaient de 8,0 km/s (apparente) près du foyer et de 8,0 (vraie) plus à l'ouest. Sous le point culminant du bombement elle était

de 7,7 km/s (vraie et elle conservait à peu près cette valeur jusqu'au sud de Marseille. La structure ainsi découverte, de type océanique assez inattendue à si faible distance des plissements alpins, expliquait l'apparente anomalie que semblaient indiquer les observatoires proches. Une vitesse moyenne de 7,2 kms entre le foyer et Monaco était bien normale. Un calcul cohérent fut donc possible et montra l'heureuse concordance de toutes les données recueillies pour un foyer situé au point  $1 = 43^{\circ}23'N$   $G = 8^{\circ} 10'E$  à la profondeur de  $35 \pm 5$  km, c'est-à-dire dans le Manteau, à 20 kilomètres environ de la surface de Mohorovicic.

Par le sens de la première onde enregistrée dans tous les observatoires entourant le foyer, sens qui était partout de dilatation, il était sûr que le séisme entrait dans la catégorie des séismes d'effondrement. La forme approximativement elliptique des isoséistes nous avait préalablement convaincu qu'il y avait eu fracture orientée NE-SO. Il est probable que cette fracture a existé mais le phénomène principal est l'effondrement. Les isoséistes ont d'autre part confirmé, grâce à la formule de Gutenberg, la profondeur calculée en partant des enregistrements sismographiques.

Il n'est pas indifférent de signaler que les campagnes du « Chain » ont révélé l'existence de failles dans la région proche du foyer. Sur deux profils interrompus en leur milieu on a trouvé des structures décalées de part et d'autre de ce milieu. Des sondages de grande précision entrepris par le même bâtiment en 1964 ont confirmé l'existence de deux systèmes de failles, les unes sensiblement parallèles à l'axe du golfe de Gênes et les autres franchement obliques.

En outre, il faut rappeler que MERCALLI qui avait fait une étude approfondie du très violent séisme de Ligurie du 23 février 1887, l'avait classé parmi les séismes d'effondrement. Plus tard CALOI étudia de tels séismes dont le foyer se situait dans l'Adriatique. Le séisme destructeur du 29 décembre 1854 présentait les mêmes caractères que celui du 23 février 1887. Leur foyer a été placé par les géologues italiens en mer près d'Oneglia. Enfin, il faut se souvenir des tremblements de terre qui aux environs de l'an 1500 ont détruit en partie Vintimille et totalement les villages de Roquebillière, Lantosque et la Bollène dans le nord des Alpes Maritimes.

### *Les problèmes de l'histoire géologique du golfe de Gênes.*

La géologie sous-marine de la Méditerranée, très complexe, est encore mal connue si l'on en croit les deux grands spécialistes français de cette région les Professeurs BOURCART et GLANGEAUD. Pour ce dernier, le golfe de Gênes pose aux géologues les problèmes les plus difficiles qui soient, car sur une étendue de dimensions réduites, pendant une période relativement courte, des mouvements tectoniques de grande amplitude se sont produits qui ont modifié profondément le relief en juxtaposant des structures très différentes.

L'accord est loin d'être acquis entre les chercheurs sur le mécanisme et les dates de ces modifications. Cependant de l'ensemble des travaux les plus récents des géologues français et étrangers, dont les principaux sont cités à la fin de cette note, il se dégage les grands traits de l'histoire géologique du golfe de Gênes en relation avec l'histoire de la Méditerranée occidentale. Il est bien entendu qu'une certaine incertitude subsiste sur les contours des cartes paléogéographiques ainsi reconstituées et que des ensembles désignés par des noms géographiques actuels ont pris des formes diverses et ont occupé des positions variables au cours des âges. La mobilité des grands blocs continentaux est un fait généralement reconnu aujourd'hui et il semble qu'elle ait joué un rôle capital dans l'évolution de cette partie du globe.

Cette histoire peut être résumée comme suit.

Pendant 60 millions d'années du Devonien supérieur au Permien inférieur, le « continent des vieux grès rouges » correspondant au bouclier scandinave était séparé du continent africain (dont la bordure se trouvait au Sahara) par un large océan, la Mésogée. La Méditerranée est apparue par restriction de ce grand océan primitif, cette restriction s'accompagnant de la formation sur les deux rives de chaînes hercyniennes plus ou moins parallèles au début. Des sillons

profonds et étroits s'y creusaient et des îles y surgissaient. Il est probable qu'à la fin de l'ère primaire, époque de culmination de toutes les chaînes essentiellement continentales, les deux boucliers européen et africain étaient soudés dans la région hispano-marocaine.

A partir du trias supérieur, ces deux blocs soudés se disloquèrent. Une distension se produisit qui créa une nouvelle mer, la « Mésothéthys » de GLANGEAUD. Il apparut alors deux bordures continentales l'Europe et l'Afrique et, entre les deux, devaient se trouver un ou plusieurs fragments plus ou moins disjoints du bloc primitif : le Massif Central de la France, la péninsule Armoricaïne et probablement le massif centre alpin (chaîne vindélicienne, vestige hercynien) qui, alors recouverts de sédiments souples, sont actuellement envahis par des granites.

Par l'effet de cette distension la croûte se fracture et s'amincit dans une large zone de rupture avec des remontées du manteau par compensation isostatique. Des chaînes de rides et d'auges que l'on a comparées à celles des Indes néerlandaises s'organisèrent sur ses bords et sont devenues les chaînes alpines. La première chaîne liminaire de l'Afrique a surgi à cette époque qui est également marquée par la surrection des Andes. Au même moment, dans l'axe de la Méditerranée d'énormes envahissements de roches éruptives lourdes, les roches vertes, se font jour. Il est probable que le Crétacé inférieur corresponde au maximum de l'activité orogénique profonde de la mer qui se manifeste par des rides et des massifs émergés, par un approfondissement par à coups des avant-fosses. Les Pyrénées, les Dinarides et l'Atlas ont peut-être commencé à se former à cette époque.

Au Cénomaniens la mer recouvre dans le Nord et en Afrique d'énormes étendues sous une faible épaisseur d'eau. Jusqu'à la fin du Crétacé aucun plissement important ne semble se produire, encore que l'étendue de la mer ait tendance à se restreindre.

A l'époque Nummilitique (Eocène + Oligocène) cette mer que l'on appelle l'Océan tertiaire, est encore très large. Au nord elle comprend la totalité du Bassin anglo-franco-belge, la chaîne alpine actuelle, la Hongrie et les Balkans. Au sud, elle couvre en partie l'Afrique du Nord, d'abord sous forme de mer ouverte, puis de lagunes séparées par des lidos.

C'est à cette époque que progressivement des massifs surgissent comme le Massif armoricain, le Massif de Bohême, les Vosges-Forêt Noire, l'Espagne et que dans les fosses s'accumulent les sédiments schisto-gréseux et conglomératiques du Flysch.

Au cours de l'Oligocène commencent les mouvements dits alpins, par compression des blocs rigides. Le maximum de serrage est atteint à la fin de l'Oligocène ou au début du Miocène et créé une intumescence que GLANGEAUD a nommé le « tectorogène alpin ». Par la suite, au Miocène inférieur les flyschs s'écoulent symétriquement de chaque côté du tectorogène par glissement (tectonique d'écoulement) en donnant naissance, en particulier aux nappes de Flysch à helminthoïdes qui s'étalent de la frontière franco-italienne à Albenga et à la nappe pannique ligure au-delà d'Albenga. Pendant tout le Miocène, le nord de la Méditerranée occidentale aurait émergé et la mer aurait été restreinte aux golfes languedocien et aquitain, au grand sillon du Rhône et aussi à l'intérieur des Alpes. En réalité les rivages de cette Méditerranée étroite, qui est un sillon probablement profond, sont mal connus.

Au Miocène moyen survint un relâchement des tensions qui avait provoqué le soulèvement alpin et des affaissements suivirent. Pour GLANGEAUD cette période est de détente orogénique relative, accompagnée de phénomènes régionaux de relaxation et de compensation se traduisant par des transgressions confuses et elle précède un dernier paroxysme de mouvement d'âge ponto-pliocène-quatenaire qui a joué un rôle important en Afrique du Nord.

Pour la région de la Méditerranée occidentale qui nous occupe, c'est au Pontien que l'évènement le plus considérable s'est produit : l'effondrement qui va provoquer la transgression du Pliocène avec de nombreuses oscillations qui n'ont pas cessé jusqu'à nos jours. Il aurait créé le golfe de Gênes. Il a pu commencer au Miocène moyen mais son paroxysme s'est manifesté au Ponto-pliocène.

Faut-il lier cet effondrement à une disjonction du bloc Corse -Sardaigne du continent liguro-provençal? Cette disjonction suggérée, il y a près d'un demi-siècle, par ARGAND, trouve d'ardents partisans dans une école française dont le porte-parole est DUBOURDIEU (1). GLANGEAUD préfère ne pas préciser en l'état actuel de nos connaissances l'étendue de cette distension Ponto-pliocène. BOURCART, d'autre part, écrit : « il semble que les traits actuels de la mer (Méditerranée) datent du Pliocène inférieur » et plus loin il ajoute « A cette période de distension, de détente succède à la fin du Pliocène un soulèvement continental avec des alternances de contractions et de détentes qui sont à l'origine des transgressions et des régressions dont les traces sont conservées sous forme de plages soulevées ».

Un problème a été soulevé par cet auteur et il concerne essentiellement notre sujet. Pouvons-nous placer les divisions morphologiques que nous observons actuellement; c'est-à-dire la pente précontinentale et la plaine abyssale s'étalant sous 2 300 m d'eau, dans les conséquences de cet effondrement ponto-pliocène. Par divers arguments développés dans la note publiée dans le livre dédié à la mémoire de Paul FALLOT, BOURCART dit que la pente précontinentale était dès la fin du Miocène dirigée vers le large et probablement au même emplacement. Il pense que ce n'avait pas été le cas au Miocène inférieur. Il rappelle que P. FALLOT, LANTEAUME, FAURE-MURET ont montré que le remplissage des cuvettes synclinales oligocènes des Alpes Maritimes s'était fait essentiellement par des cours d'eau venant du sud du golfe de Gênes actuel, avec un très faible apport en provenance du Marcantour, ce qui conduit à supposer l'existence, au nord de la Corse, non plus d'une terre émergée, mais d'un massif élevé. Le contraste entre une surélévation progressive du continent lors du soulèvement alpin et l'affaissement vers la mer a été interprété par l'hypothèse de la flexure continentale, c'est-à-dire d'une dislocation sans rupture à la limite entre ces deux mouvements. Selon lui, l'allure de relief de la Méditerranée occidentale est dû à une série de failles qui ont morcelé non seulement le fond de la mer, mais aussi d'anciens continents.

Mais alors comment expliquer la structure océanique de l'actuel fond du golfe de Gênes. Où seraient passées les épaisseurs sialiques du massif effondré?

L'hypothèse de la disjonction du bloc Corse-Sardaigne du continent européen est très séduisante puisqu'elle laisse concevoir une fracture profonde de l'écorce qui aurait provoqué par réajustement isostatique une remontée du manteau, semblable au bombement mis à jour par le « Chain » et que GLANGEAUD avait prévu en définissant la notion *d'antéclise*. La chaîne tyrrhénienne que BOURCART place dans l'actuel golfe de Gênes aurait couvert le continent avant sa dislocation.

GLANGEAUD croit prématuré de proposer une disjonction du bloc Corse-Sardaigne, en relation avec l'effondrement ponto-pliocène. Il juge qu'un étirement aux limites non définies suffit pour expliquer l'affaissement du golfe de Gênes et qu'il s'en est produit beaucoup depuis la phase ponto-pliocène jusqu'à nos jours. Le séisme du 19 juillet 1963 serait le signe, comme ceux du siècle dernier, de la continuation de ces mouvements d'effondrement, malgré de nombreuses pauses entre temps.

La convergence au foyer du séisme, et vers le bas, des forces de tension existant dans le manteau et les indications données par les nombreux séismes alpins laissent concevoir d'autres hypothèses.

A) Les massifs du sud des Alpes continuent à être soumis à des forces tangentielles venant du nord et du nord-est, comme l'école de Grenoble le suppose. Dans ce cas cette poussée pourrait exercer sur le bombement du manteau une pression à composants dirigés vers le bas et expliquerait l'effondrement du 19 juillet 1963. Les séismes alpins superficiels ne seraient pas d'effondrement.

B) Le bloc Corse-Sardaigne continue à s'écarter du continent. Dans cette éventualité l'étirement ne serait pas niable et l'effondrement se ferait par gravité. Les séismes alpins seraient de même nature que celui du golfe de Gênes.

Actuellement trop d'éléments manquent pour choisir entre ces hypothèses. Mais il est permis de penser que, lorsque la modernisation et l'accroissement des observatoires sismologiques du sud des Alpes et de la Provence, seront achevés, l'étude précise du mécanisme au foyer de tous les séismes de la région conduira à la solution du problème des forces tectoniques qui périodiquement se manifestent sur le littoral liguro-provençal.

*Discussion.*

M. GLANGEAUD félicite M. le Commandant GRINDA de son bel exposé. La région décrite est une des plus complètes du monde. Aussi, les remarques présentées oralement feront l'objet d'une note séparée.

M. SÈGRE demande à M. GRINDA si on ne reconnaît pas une coïncidence de directrice entre l'axe sismique NE-SO que M. GRINDA vient de reconnaître, et celle de la partie plus profonde et éloignée du système du canyon de Gênes (Bisagno-Polcevera) : sa partie plus élevée et creusée montre son axe disposé N-S.

M. GRINDA pense que le foyer du séisme du 19 juillet 1963 est trop éloigné du canyon de Gênes pour supposer que le système de grilles repérées par le « Chain » et proche du foyer sismique puisse être raccordé au canyon. Les données relatives de ces failles au surplus, sont trop peu nombreuses pour qu'il soit permis d'interpoler leur cheminement.

## BIBLIOGRAPHIE

Les travaux des professeurs BOURCART et GLANGEAUD, des équipes qui ont travaillé sous la direction de Paul FALLOT, ont fourni la plupart des matériaux de cette note trop succincte. Plus particulièrement nous devons citer :

Travaux du colloque national du CNRS de Villefranche-sur-mer du 4 au 8 avril 1961 : « Océanographie géologique et géophysique de la Méditerranée occidentale ».

Livre à la mémoire de Paul FALLOT. Edit. de la Société géologique de France 1963.

D. BOURCART. La connaissance des profondeurs océaniques. SEDES Paris 1964.

(1) G. DUBOURDIEU : Note à l'Académie des Sciences : La formation des chaînes méditerranéennes. C.R.A.S. 16/3/1964 Gr. 9.

