

INTRODUCTION

A LA GÉOLOGIE PÉTROLIÈRE DE LA SICILE

p. schmidt di friedberg
Montecatini.

Après avoir présenté les données géomorphologiques et géophysiques actuellement disponibles, l'auteur décrit la stratigraphie et la tectonique des cinq provinces géologiques dans lesquelles la Sicile peut être subdivisée. Toutes ces données sont successivement intégrées dans un sommaire de l'histoire géologique de l'île. Complètent l'ouvrage un examen des indices et du cadre hydrodynamique ainsi qu'un résumé des gisements découverts jusqu'à présent et un historique de la recherche pétrolière.

Having presented the geomorphological and geophysical data actually available, the stratigraphy and the tectonic of the five geological provinces in which Sicily can be subdivided are described. Successively all these data are integrated in a short geological history of the Island. The work is completed by a description of the shows and of the hydrodynamic picture, a summary of the fields till now discovered, and an history of the oil exploration.

Dopo avere presentato i dati geomorfologici e geofisici attualmente disponibili l'autore descrive la stratigrafia e la tettonica delle cinque provincie geologiche in cui la Sicilia può essere suddivisa. Tutti questi dati vengono successivamente integrati in una breve storia geologica dell'Isola. Completano l'opera un esame delle manifestazioni e del quadro idrodinamico, una sommaria descrizione dei giacimenti finora scoperti ed infine una storia della locale ricerca petrolifera.

INTRODUCTION

La présente étude a pour but de coordonner organiquement les informations publiées sur la géologie pétrolière de la Sicile à l'aide de connaissances obtenues aux sources d'information les plus vastes et les plus directes.

Cette étude, par conséquent, n'a pas la prétention de résoudre tous les problèmes de l'île, mais surtout de venir en aide à quiconque aurait besoin d'une vision synthétique de la géologie de la Sicile. De plus elle voudrait engager ceux qui en ont la possibilité à éclaircir quelques-uns des points obscurs mis en évidence, de façon à obtenir finalement une

vision synthétique satisfaisante à tous les points de vue.

L'auteur lui-même, d'ailleurs, espère pouvoir contribuer à ce progrès ultérieur, dès que de nouvelles informations seront disponibles pour la publication, par une série de cartes structurales et paléogéographiques illustrant l'histoire de l'île du Trias à l'Actuel.

I. DONNÉES GÉOGRAPHIQUES (PI. I)

La Sicile est l'île la plus grande de la Méditerranée (25 460 km²) dont elle occupe presque exactement le centre.

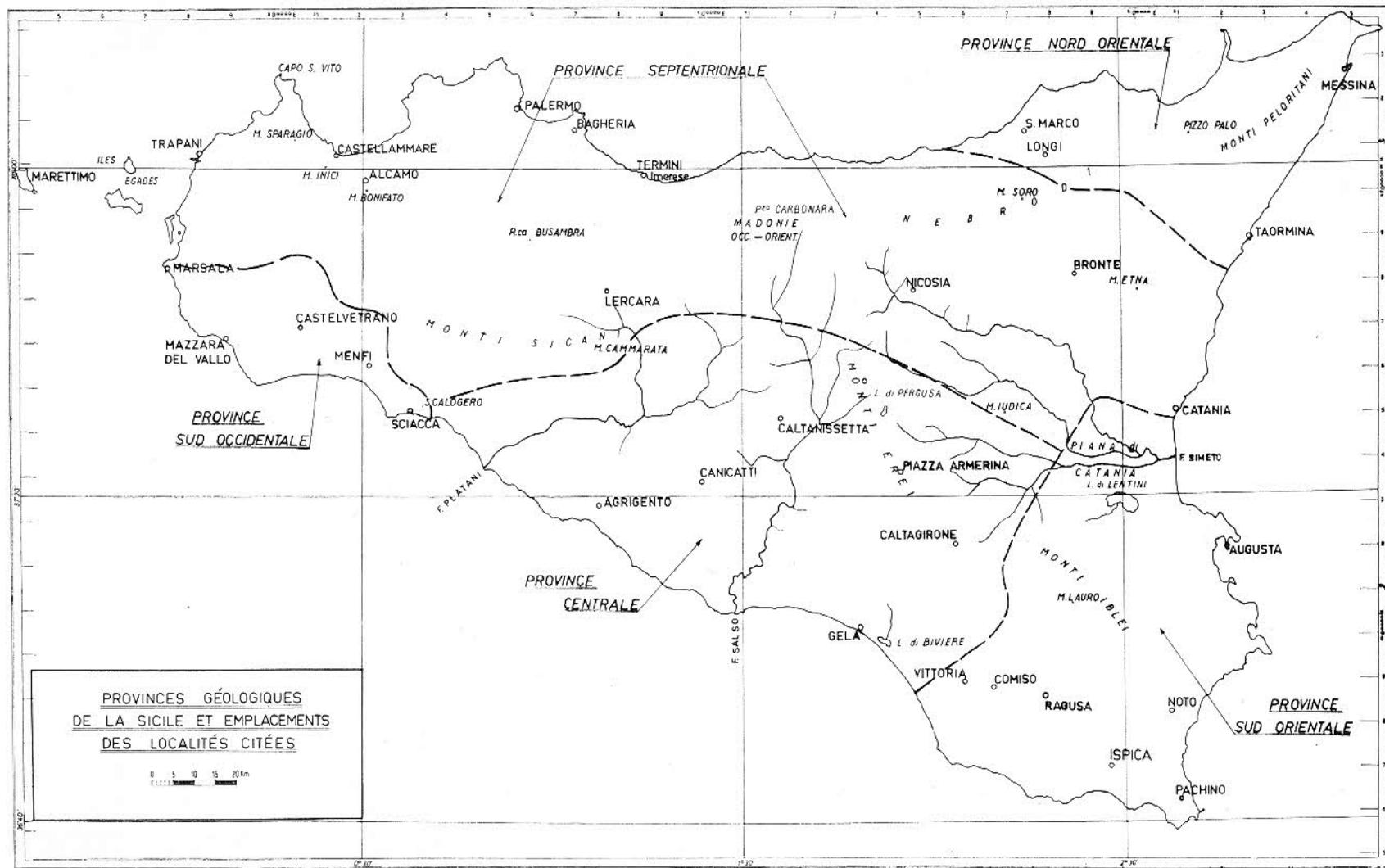


PLANCHE I.

Relief.

On peut distinguer les éléments suivants :

— Chaîne septentrionale, divisible d'Est en Ouest en trois parties, présentant différentes caractéristiques lithologiques : les monts Peloritani (Pizzo di Palo 1 286 m) essentiellement cristallophylliens, les monts Nebrodi (Mt. Soro 1 847 m) grés-argileux, les monts des Madonie, de Termini Imerese, de Palerme, de Castellamare, de Trapani (Pizzo Carbonara 1 977 m) essentiellement calcaréo-dolomitiques. La Chaîne septentrionale se prolonge ensuite dans les reliefs des îles Égadi (Marettimo 684 m) ;

— Monts occidentaux, essentiellement calcaréo-dolomitiques : Rocca Busambra 1 615 m, groupe des monts Sicani (Mt. Cammarata 1 579 m) ;

— Haut Plateau solfifère, situé entre la Chaîne septentrionale, les Monts occidentaux et le fleuve Salso. Il s'agit d'un groupe de collines, essentiellement argilo-gypso-calcaires, qui, dans l'ensemble, apparaît comme un haut plateau s'abaissant doucement vers la mer ;

— Monts Erei, placés à l'Est du précédent et caractérisés par des plateaux calcaires, situés souvent assez haut (Enna 948 m), et reposant sur des sédiments argileux ;

— Plateau sud-oriental, situé entre les plaines de Catane, de Comiso-Vittoria et la mer ; entièrement calcaire sauf quelques zones volcaniques (Mt. Lauro 986 m) ;

— Mont Etna, la plus haute montagne de l'île (3 269 m) ainsi que le plus grand volcan d'Europe, à la forme typiquement conique ;

— Plaine de Catane, de caractère alluvionnaire ; elle est l'unique plaine de l'île ayant une certaine extension (430 km²) ; toutes les autres (plaine de Gela, Trapani, Marsala, Mazzara) étant beaucoup moins importantes.

Hydrographie.

Les rivières siciliennes, toutes peu importantes, sont sujettes à de grandes crues éphémères et à de longues périodes de basses eaux ; en les classant par ordre de grandeur de bassin de récolte, les principales sont : le Simeto (4 326 km²), le Salso (2 000 km²) et le Platani (1 785 km²). Les véritables lacs sont rares dans l'île : il suffit de mentionner le lac Biviere di Lentini au SE de l'île et le lac de Pergusa près de son centre.

Les sources, pour terminer, sont assez nom-

breuses (on en a compté environ 4 000) mais presque toutes de faible débit. Les plus importantes sont génétiquement dépendantes des reliefs calcaires.

Climat.

Le climat est typiquement méditerranéen le long des côtes : les étés ne sont pas excessivement chauds et les hivers sont courts et non rigoureux ; les précipitations sont réparties presque exclusivement entre octobre et mars. A l'intérieur de l'île, les écarts thermiques deviennent plus importants, facilités localement par l'altitude plus élevée.

II. GÉOMORPHOLOGIE STRUCTURALE

La planche II, où a été schématisé le réseau fluvial sicilien, donne une première idée des directions structurales de l'île. On voit, d'après ce schéma, à quel point ce réseau est étroitement contrôlé par la tectonique, selon trois directions prédominantes :

NW-SE (appenninique) ;

NE-SW (transversale) ;

E-W (parallèle).

On remarquera, en particulier, les directions NE-SW de la Sicile sud-orientale, parallèles aux failles bien connues de Comiso et du détroit de Messine, et la présence d'une direction E-W s'étendant approximativement de Catane à Sciacca. Un fait également digne d'intérêt est que les côtes mêmes de l'île s'orientent parallèlement aux directions décrites ci-dessus, soit en détail, soit en général.

La même planche II montre deux profils géomorphologiques de l'île (l'un dirigé N-S et l'autre E-W), chacun obtenu en faisant la moyenne de quelques profils topographiques parallèles. Ils prouvent que la Sicile, en général, est topographiquement plus élevée dans la partie septentrionale que dans la partie méridionale, tandis que son altitude subit des variations bien mineures dans le sens E-W (à l'exception du mont Etna d'origine volcanique).

En conclusion, du point de vue de la géomorphologie structurale, l'île peut être comparée à un plan, dont la direction fondamentale est E-W, incliné vers le Sud et soumis à trois directions structurales orientées respectivement : E-W, NW-SE et NE-SW.

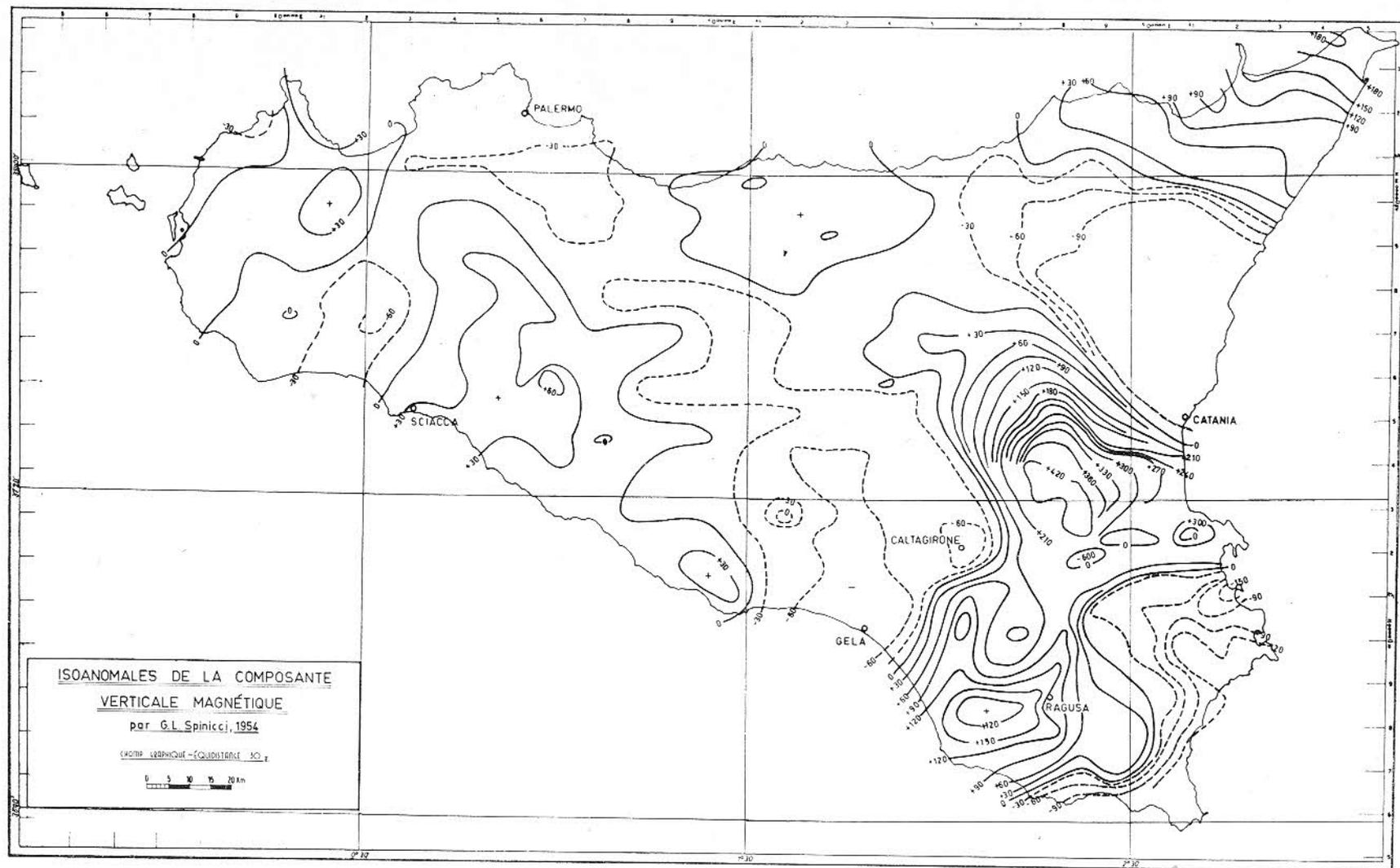


PLANCHE III.

III. MAGNETOMÉTRIE

La planche III, « Isoanomales de la composante verticale magnétique » d'après G. L. SPINICCI (50), montre des alignements parallèles aux directions déjà indiquées par la géomorphologie : on remarque par exemple l'existence d'une anomalie négative NW-SE de Palerme à Caltagirone, bordée de deux anomalies positives parallèles ; en outre, la présence d'un axe NE-SW passant à l'Ouest de Raguse et d'autres E-W au centre de l'île. Ce parallélisme entre directions superficielles et profondes est extrêmement significatif parce qu'il semble indiquer l'existence de relations entre les deux groupes.

En ce qui concerne la signification des anomalies magnétiques, il ne semble pas qu'il existe de correspondances univoques entre les hauts (ou les bas) magnétiques et les hauts (ou les bas) structuraux : il est probable que les anomalies, ainsi que cela a été constaté en d'autres parties du monde, dépendent non seulement de la situation structurale du socle, mais aussi de phénomènes magmatiques et de différenciations dans le socle et dans les séries sédimentaires.

IV. GRAVIMÉTRIE

La planche IV « Anomalies de Bouguer » par A. CIANI, G. GANTAR, G. MORELLI (12), montre que, du point de vue gravimétrique, la Sicile est caractérisée par un grand axe négatif, ayant une direction variable de NE-SW à ENE-WSW, et limité à l'Est et à l'Ouest par deux grandes zones positives dont la direction fondamentale est NE-SW.

L'anomalie négative a son centre au SW de Caltanissetta où elle atteint une valeur de -100 mg/l ; elle est diminuée seulement d'environ un cinquième (53) avec la réduction isostatique et, par conséquent, est due, soit à l'accumulation de sédiments légers, soit à un déséquilibre isostatique dans le Sial. La première hypothèse est celle qui semble être approuvée par le plus grand nombre d'auteurs.

Pour terminer, il est bon d'observer que la carte des anomalies de Bouguer montre la présence de directions parallèles à celles précédemment indiquées ; pourtant il ne semble pas exister de correspondances univoques, soit pour la forme, soit pour la valeur, entre les anomalies magnétiques et gravimétriques, quoique

certaines coïncidences soient particulièrement intéressantes (par exemple celle des anomalies positives de la Sicile sud-orientale).

V. PROFILS ÉLECTRIQUES

Les résultats des sondages électriques effectués dans l'île par les soins de la *Regione Siciliana*, au cours des années 1952-1954, ont été reportés sur la même planche IV sous forme d'isobathes du substratum résistant [reproduites d'après E. BENEVO (8)].

Là où il existe un contrôle par forage, on a pu constater que le substratum résistant correspond au toit de la série calcaire et que les profondeurs prévues, compte tenu du caractère de reconnaissance des levées, correspondent aux profondeurs réelles. Ce dernier fait nous permet d'accorder également une certaine confiance à la partie du travail qui n'a pas encore été vérifiée par des forages.

En résumé, la méthode électrique révèle l'existence, au centre de l'île, d'une fosse structurale (Graben centre sicilien) ayant une direction variable de NE-SW à ENE-WSW ; au centre de la fosse la profondeur du substratum atteindrait 7 500 m au-dessous du niveau du sol.

Les rapports existant entre les résultats des sondages électriques et ceux de la méthode gravimétrique (anomalie de Bouguer) méritent un bref commentaire : les axes des deux anomalies négatives coïncident d'une façon générale, ce qui fait penser à l'existence d'une fosse structurale remplie de sédiments légers (paragraphe IV). Il convient toutefois de remarquer que le minimum électrique ne semble pas coïncider tout à fait avec le minimum gravimétrique : on pourrait en déduire que la méthode gravimétrique est influencée par des facteurs autres que purement structuraux (variations de faciès dans les séries triasiques existant au-dessous du recouvrement léger ? paragraphe IX).

VI. STRATIGRAPHIE ET TECTONIQUE

Du point de vue stratigraphique et tectonique, la Sicile peut être subdivisée en cinq provinces géologiques qui seront examinées séparément (Pl. I, V, VI) :

a) Province nord-orientale ;

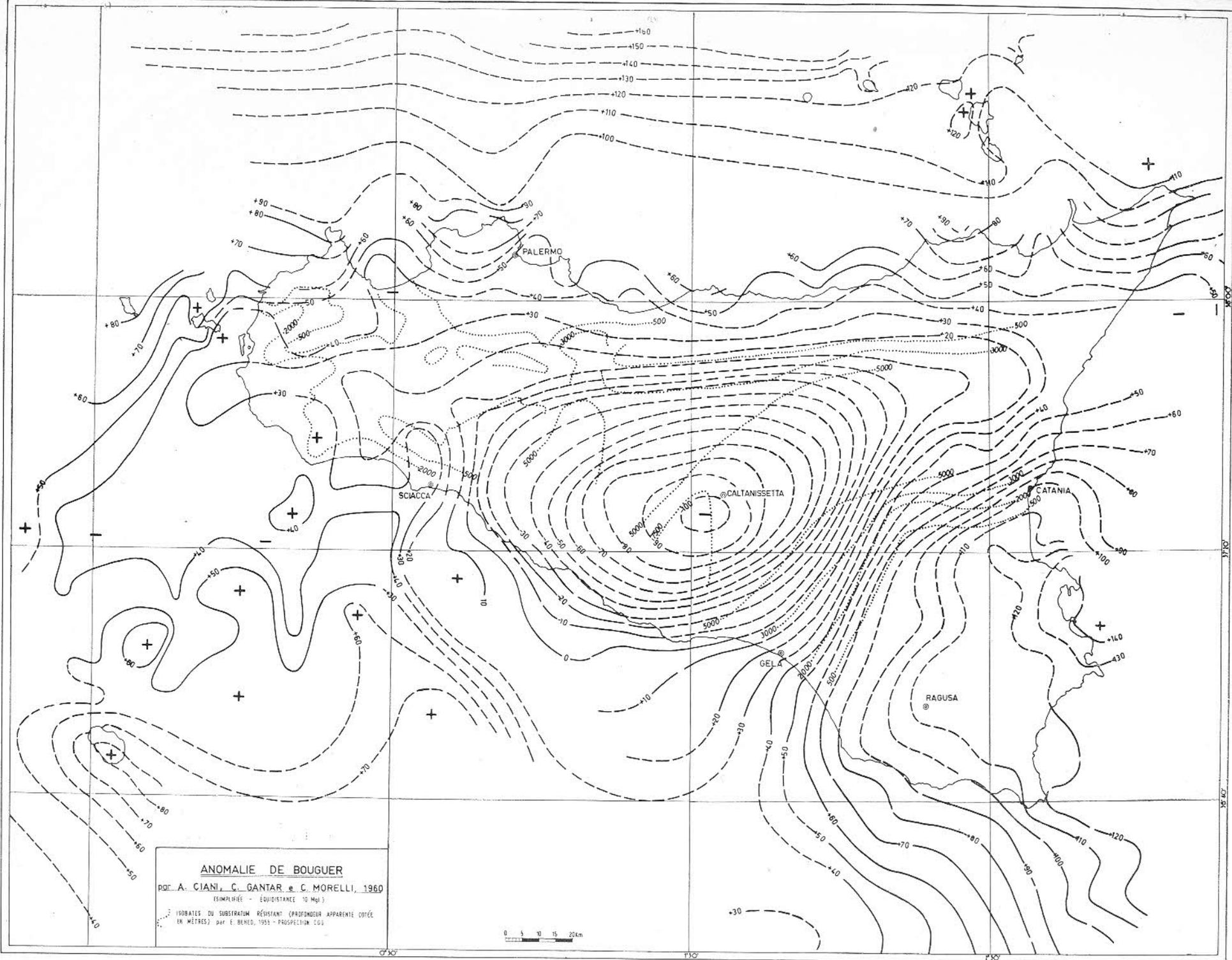


PLANCHE IV.

- b) Province sud-orientale ;
- c) — sud-occidentale ;
- d) — septentrionale ;
- e) — centrale.

1) Dans la Province nord-orientale, comprenant les monts Peloritani, on trouve les seuls affleurements cristallophylliens de l'île, en prolongement de ceux de la Calabre (massif calabro-peloritano). Depuis longtemps on connaît dans cette zone des chevauchements évidents (cristallophyllien de mésozone sur cristallophyllien d'épizone, cristallophyllien sur mésozoïque, etc.) souvent recoupés par des failles normales plus récentes (voir par exemple les importantes failles du système du détroit de Messine dans la zone de Taormina).

La stratigraphie de la Province nord-orientale n'a pas encore été décrite en détail partout ; cependant, on peut considérer comme série stratigraphique type, celle de la zone de Taormina (43), où quelques-unes des séries mésozoïques, rencontrées par la suite dans le forage Raguse I, furent étudiées en affleurement. En la décrivant il sera en même temps tenu compte des affleurements situés plus à l'Ouest dans les zones de San Marco d'Alunzio, Longi, etc., (9) (14) (31) (37).

La succession est la suivante, du bas vers le haut (fig. 1).

- a) Phyllades.

Discordance

b) Conglomérat composé de galets de quartz et accessoirement de phyllades, à ciment terreux de couleur rougeâtre. Au conglomérat succèdent des grès siliceux, souvent micacés, avec des intercalations d'argiles silteuses et, vers le haut, de calcaires oolithiques : 84 m à Taormina.

FORMATION : provisoirement « Verrucano » en raison d'une certaine analogie avec la série appenninique ainsi nommée.

AGE : triasique.

NOTE : dans la zone de Longi, l'épaisseur de cette série atteint 400 m ; la partie supérieure de la formation dans ce lieu est déjà attribuée au Lias.

c) Dolomies cristallines, saccharoïdes, à grain grossier, gris blanchâtre ou rosées, plus ou moins bien stratifiées : 206 m à Taormina.

FORMATION : Taormina.

AGE : triasique (?).

NOTE : dans la zone de Longi, cette formation peut passer latéralement à un faciès de calcaires noirs en plaquettes avec des nodules de silex et intercalations marneuses. L'épaisseur totale atteint 400-500 m ; l'âge en serait liasique inférieur à moyen.

d) Calcaires compacts, gris-vert ou beiges, très

fin, en couches minces, avec des intercalations de calcaires marneux, de marnes ou d'argiles, gris-brun ou verdâtres. A la base également des calcaires oolithiques, noirs, noduleux : 263 m à Taormina.

FORMATION : Villagonia.

AGE : liasique.

NOTE : dans la zone de Militello Rosmarino (SW de San Marco d'Alunzio), cette formation se différencie quelque peu du type, étant formée d'environ 220 m de calcaires gris siliceux, en couches minces, avec intercalations marneuses.

e) Argiles marneuses, rouges ou verdâtres, avec des intercalations de marnes, de calcaires marneux gris verdâtre, de radiolarites et de minces brèches calcaires : 55 m à Taormina.

FORMATION : Giardini.

AGE : Jurassique moyen et supérieur.

NOTE : dans la zone de Taormina, l'épaisseur est probablement réduite par la transgression de la formation Alcamo.

Dans la zone de San Marco d'Alunzio-Monte Ucina l'épaisseur dépasse 200 m ; on y trouve également des calcaires à crinoïdes et des calcaires oolithiques, qui sont absents dans la localité type.

Discordance

f) Calcaire marneux, en couches minces, blanchâtres ou verdâtres, avec, à la base, un conglomérat à éléments calcaires, empruntés à la série précédente, et cristallophylliens : + 82 m à Taormina.

FORMATION : Alcamo (membre Busambra).

AGE : du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur.

NOTE : dans la zone de Taormina, il n'est pas possible de vérifier, par suite de complications tectoniques, la présence complète et l'épaisseur des trois membres de la formation Alcamo : Busambra (décrit ci-dessus), Hybla et Amerillo, allant du Malm à l'Éocène. Ils seraient présents dans la zone de Longi avec une épaisseur totale difficile à évaluer par suite de complications tectoniques (de l'ordre de 300-400 m).

g) Marnes sableuses, en couches minces, gris-vert, intercalées de grès (grauwackes) passant vers le haut à un flysch composé de grès (grauwackes à la base, arkoses vers le haut), souvent granoclassés, avec de minces intercalations argileuses et de fréquentes passées conglomératiques : + 150 m dans la zone de Militello.

FORMATION : Frazzanò (dénomination provisoire en l'absence de coupe type).

AGE : Oligocène.

NOTE : cette formation a été décrite, mais pas encore en détail, dans les environs de Militello au SW de San Marco d'Alunzio (37).

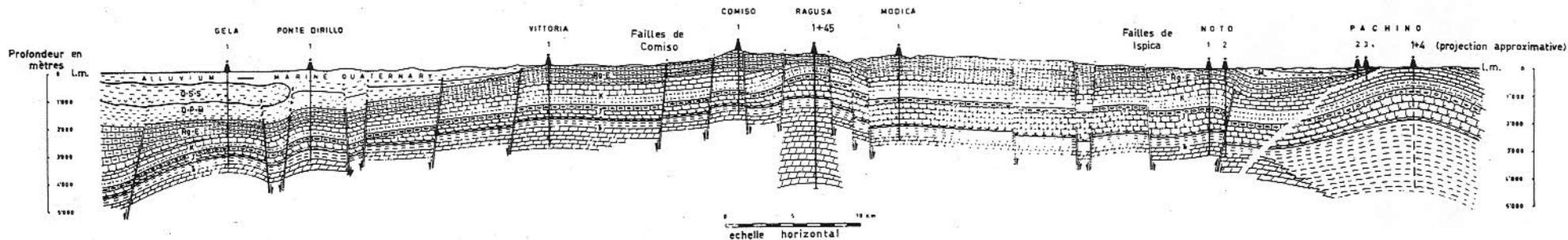
Dans la zone de Taormina, elle montre un faciès plus conglomératique, discordant indifféremment sur plusieurs formations.

L'étude des caractéristiques sédimentaires de la série méso-cénozoïque ci-dessus montre que la Province nord-orientale a eu, en prédominance,

PLANCHE VIII

COUPE SCHEMATIQUE DE LA SICILE SUD ORIENTALE

T. ROCCO, 1959 - Modifiée



Q-P-M FORMATIONS RIBERA, GESSOSO SOLFIFERA ET TERRAVECCHIA.

Rg-E FORMATION RAGUSA

J FORMATIONS GIARDINI ET VILLAGONIA

Q-S-S OLISTHOSTROME DE LA FORMATION RIBERA

K FORMATION ALCAMO

R FORMATIONS STREPPENOSA ET TAORMINA

FAILLE

DISCORDANCE

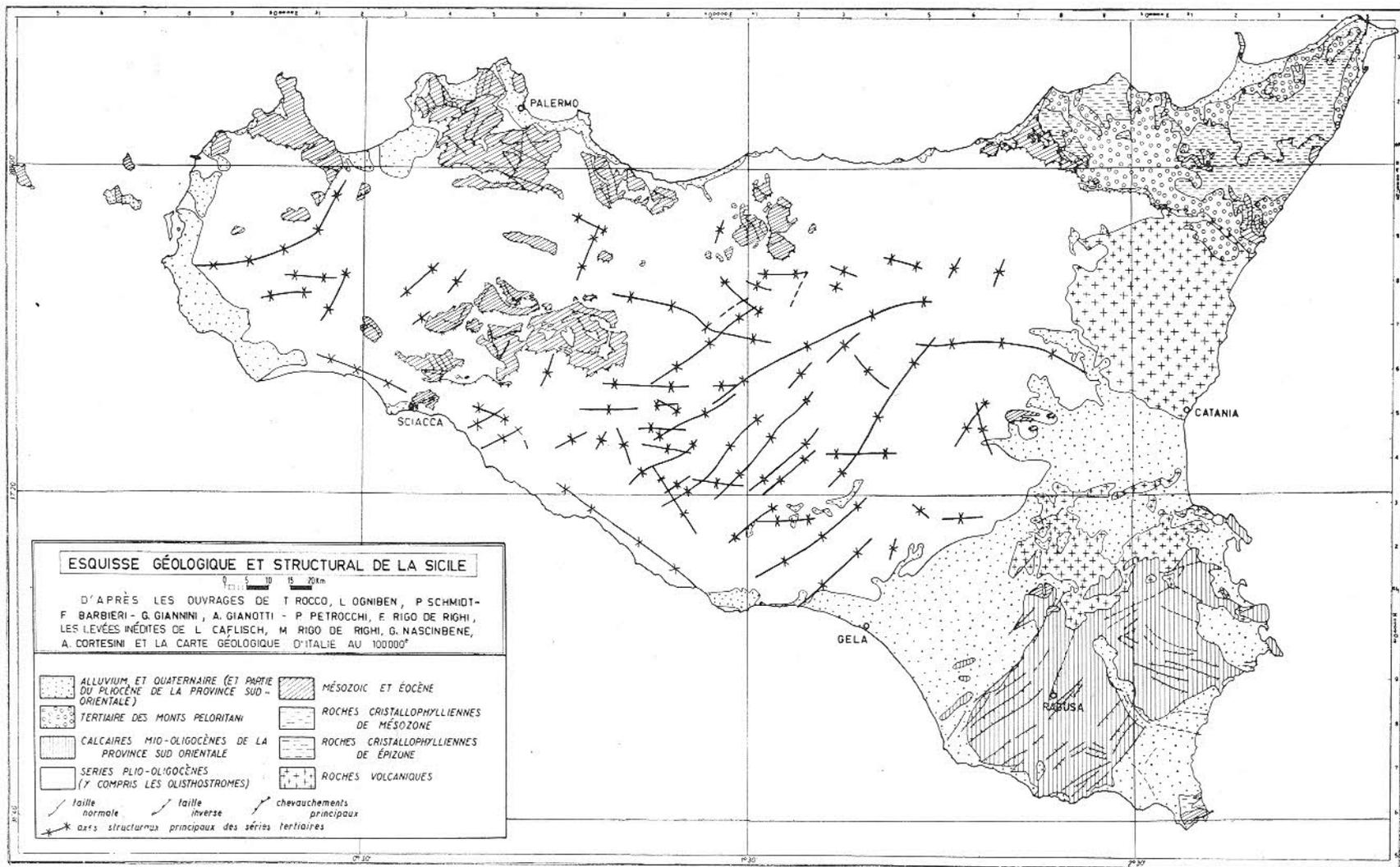


PLANCHE V.

un caractère de seuil et de marge continentale. Ceci est en accord avec le fait que la permanence, plus ou moins continue, d'une zone émergée au Nord-Ouest de la province considérée (et comprenant parfois une partie de celle-ci) est suggérée : par l'existence à Forza d'Agro, 8 km au Nord-Est de Taormina, d'un équivalent à caractère lagunaire de la formation Alcamo, directement transgressif sur le cristallophyllien (23); par le comportement similaire d'un équivalent conglomératique de la formation Frazzanò dans plusieurs localités; et enfin par les différences rencontrées entre les mêmes séries chevauchées de la zone de Longi San-Marco d'Alunzio (14) (31) qui indiquent une diminution vers le Nord de la profondeur de sédimentation.

Du point de vue tectonique, la province considérée peut être subdivisée en trois éléments principaux se chevauchant du NE vers le SW : un élément septentrional dans lequel apparaît seulement le cristallophyllien de mésozoone, un élément central où l'on retrouve le cristallophyllien d'épizone avec quelques lambeaux de mésozoïque à caractère lagunaire et un élément méridional où affleure le cristallophyllien d'épizone, accompagné par du mésozoïque à caractère marin normal.

En outre, il faut remarquer que les failles suivent les trois directions déjà citées NE-SW, NW-SE et E-W; comme exemple des premières, on peut rappeler celles du détroit de Messine, à caractère normal et qui ont joué aussi pendant le Quaternaire. Comme exemple de la direction NW-SE, caractéristique des chevauchements, il suffira d'indiquer l'allure de la même marge méridionale de la province en question, chevauchée sur les sédiments de la Province septentrionale.

En conclusion, on peut dire que la Province nord-orientale a eu le caractère sédimentaire d'une zone plus ou moins haute durant la plus grande partie du Mésozoïque et du Cénozoïque. Elle a été ensuite soumise à une tectonique de chevauchement affectée ultérieurement par de failles normales transversales, ce qui rend difficile la reconstruction d'un tableau stratigraphique cohérent.

2) La Province sud-orientale comprend la plaine de Catane, le groupe volcanique des monts Iblei et le Plateau sud-oriental. Elle est séparée de la zone précédente par le mont Etna.

On peut considérer comme coupe type de cette province celle de la zone de Raguse (pl. VII) qui est de bas en haut (25) (43) :

a) Dolomies cristallines, parfois saccharoïdes, grises, blanches ou rougeâtres, massives, fracturées avec des vacuoles de solution : + 3 000 m (Raguse 45).

FORMATION : Taormina.

AGE : triasique.

NOTE : dans la partie septentrionale (Augusta, Catane, etc.) la formation Taormina passe à un complexe organogène récifal (6).

b) Argiles gris foncé ou noires, dures, fissiles, avec des intercalations de calcaires dolomitiques gris ou gris foncé compactes : 286-548 m (Raguse 43-15).

FORMATION : Streppenosa.

AGE : Triasique supérieur à Liasique inférieur.

NOTE : les formations Streppenosa et Taormina sont en partie équivalentes, la première prévaut dans la partie méridionale de la province considérée, la seconde dans la partie centrale (pl. VIII). Ceci est démontré, entre autres choses, par le fait que le forage Pachino 4 a traversé 2 628 m de formation Streppenosa sans rejoindre la formation Taormina (38). Dans la partie septentrionale enfin, la formation Streppenosa passe à un faciès récifal.

c) Calcaires fins, gris-vert, bien stratifiés, avec des intercalations de marnes, de calcaires marneux et de marnes argileuses gris-vert et gris-brun : 214-398 m (Raguse 38-43).

FORMATION : Villagonia.

AGE : liasique.

NOTE : dans la partie septentrionale de la province considérée, la formation Villagonia passe à un faciès récifal (6).

d) Calcaires gris-vert, compacts, bien stratifiés, avec des intercalations de silex, de radiolarites noires ou lie-de-vin et des marnes (ou des marnes argileuses) rouges et gris-vert : 181-643 m (Raguse 2-21); y compris un intervalle éruptif.

FORMATION : Giardini.

AGE : Jurassique moyen et supérieur.

NOTE : dans le champ de Raguse il existe (surtout dans la partie supérieure) des intercalations basaltiques ou des tufs d'une épaisseur allant jusqu'à 390 m (Raguse 22).

Dans la partie septentrionale de la province considérée, la formation Giardini passe à un faciès en partie récifal (6).

~~~~~ Discordance ~~~~~

e) Calcaires denses, styolithiques, blancs à intercalations marneuses verdâtres et blanches, et rares lentilles de silex : 102-363 m (Raguse 22-2).

FORMATION : Alcamo, membre Busambra.

AGE : Jurassique supérieur à Crétacé inférieur.

f) Argiles gris-vert, marneuses, avec des intercalations de calcaires marneux : 64-283 (Raguse 37-11).

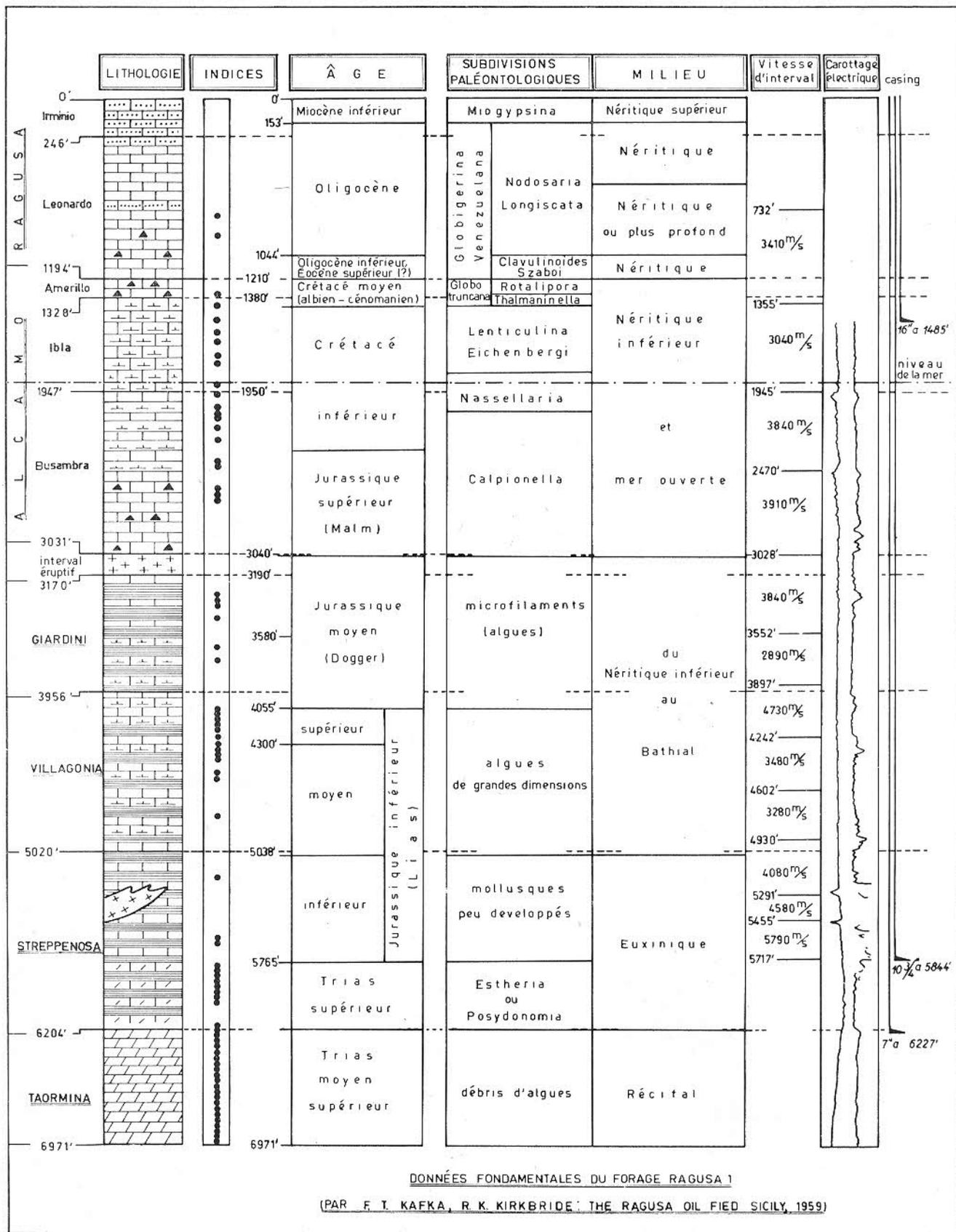
FORMATION : Alcamo, membre Hybla.

AGE : Crétacé inférieur.

g) Calcaire blanc, compact, à grain moyen ou fin, avec des lentilles et des nodules de silex, et des intercalations de marnes rouges ou verdâtres et de tufs : 0-325 m (Raguse 4).

FORMATION : Alcamo, membre Amerillo.

AGE : Crétacé moyen et supérieur.



DONNÉES FONDAMENTALES DU FORAGE RAGUSA 1

(PAR F. T. KAFKA, R. K. KIRKBRIDE, THE RAGUSA OIL FIELD SICILY, 1959)

(MALTA)

NAXXAR 2

m.

(BP)

0

MIOCENE

20

OLIGOCENE

600

EOCENE

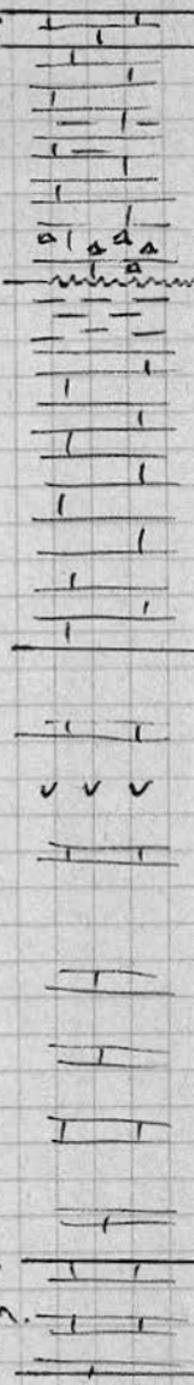
1400

CRETACICO

2750

GIURASSICO

2999



## Discordance

h) Calcaires à grain fin ou grossier, bien lités, blanchâtres avec des nodules et des lentilles de silex noir ; vers la partie inférieure un conglomérat à cailloux calcaires, accessoirement quartzitiques, avec matrice calcaire : 237-414 m (Raguse 39-7).

FORMATION : Ragusa, membre Leonardo.

AGE : Éocène supérieur et moyen-Oligocène.

NOTE : dans la partie nord-orientale de la province considérée, la formation Raguse passe à un faciès plus littoral (6).

i) Calcaires à grain fin ou grossier, plus ou moins marneux, gris jaunâtre, bien lités, intercalés de calcaires marneux à grain fin : 0-122 m (Raguse 35).

FORMATION : Ragusa, membre Irminio.

AGE : Miocène inférieur.

NOTE : dans la partie nord-orientale de la province considérée, la formation Raguse passe à un faciès plus littoral (6).

j) Marnes ou marnes argileuses, gris jaunâtre, à cassure conchoïdale, sans stratification, passant vers le bas à des marnes calcaires intercalées de calcaires marneux : 170 m dans la localité type.

FORMATION : Tellaro.

AGE : Miocène moyen inférieur.

k) Calcaires arénacés, à grain fin, jaunâtres, et calcaires marneux, jaunâtres ou orange clair, durs ou tendres ; intercalations de marnes calcaires : 110 m dans la localité type.

FORMATION : Palazzolo.

AGE : Miocène moyen supérieur.

NOTE : vers l'Est et le Nord la formation Palazzolo comprend aussi le Miocène moyen inférieur et se substitue à la formation Tellaro (43).

## Discordance

l) Calcaires évaporitiques, gypses, argiles gypseuses, etc.

FORMATION : Gessoso-solfifera.

AGE : Messinien.

## Discordance

m) Marnes blanches à Globigérines (membre Trubi) passant vers le haut et souvent latéralement à des argiles bleues (membre Narbone) ; celles-ci, à leur tour, passent vers le haut et aussi latéralement, à des calcarénites jaunâtres et à des sables avec intercalations d'argiles et de marnes (membre Agrigento). Sont également présentes des coulées basaltiques.

FORMATION : Ribera (nom provisoire).

AGE : Pliocène inférieur-Quaternaire.

NOTE : la nomenclature employée ci-dessus est empruntée à M. P. MARCHETTI (29) ; elle doit être considérée comme provisoire, la coupe type n'ayant pas encore été décrite.

Du point de vue tectonique, la Province sud-orientale est compartimentée en blocs limités par des failles normales principalement dirigées

NE-SW et par d'autres plus ou moins orthogonales (Pl. V et VIII).

L'élément structural le plus frappant est constitué par le plateau calcaire qui s'étend du Sud de Raguse jusqu'à Augusta, limité à l'Ouest par le grand système des failles de Comiso et à l'Est par le système d'Ispica ; dans ce plateau, ultérieurement subdivisé par de nombreuses failles mineures, on peut aussi distinguer de faibles ondulations comme l'anticlinal de Raguse.

A remarquer en outre, au Nord de l'élément décrit ci-dessus, le grand graben de la plaine de Catane, qui s'est effondré dans des temps géologiquement récents ; ce qu'atteste l'épaisseur considérable des sédiments de la formation Ribera, transgressifs sur une série méso-cénozoïque ayant les caractères d'une zone sédimentaire haute (44).

Quant au groupe volcanique des monts Iblei, on peut dire qu'il semble avoir été actif pendant le Miocène supérieur et le Pliocène ; du point de vue structural, en outre, il semble être situé à peu près au croisement de la terminaison nord-orientale des failles du système de Comiso avec celles qui limitent la plaine de Catane vers le Sud.

Pour terminer, on peut dire que la Province sud-orientale, pendant le Mésozoïque inférieur, fut le lieu d'une sédimentation récifale passant latéralement vers le Sud à des faciès différents. Pendant le dépôt de la formation Alcamo, cette subdivision en deux zones sédimentaires fut interrompue, pour reparaître ensuite, quoique moins marquée, pendant le dépôt des formations Ragusa, Tellaro et équivalentes. Le style tectonique de cette zone, enfin, est caractérisé par la présence de blocs faillés et, seulement accessoirement, de plis.

**3) La Province sud-occidentale** n'est pas facile à définir géographiquement ; elle comprend à peu près le mont San Calogero di Sciacca, la zone de Menfi et les plaines de Castelvetro et Mazzara.

Une partie des monts du Trapanese pourrait être comprise dans cette province mais, dans le doute, il a été jugé préférable de la réunir à la Province septentrionale avec laquelle elle a peut-être plus d'affinités.

Une série type peut être établie sur la base de ce qui a été décrit (bien qu'incomplètement encore) dans les environs de Sciacca (mont San Calogero) et de Menfi (41) (46). Toutefois, il faut noter que la série de Sciacca correspondrait, en

général, à un milieu sédimentaire plus « haut » que la série de Menfi. Elle présente en effet des séries plus réduites et des lacunes dans le Mésozoïque et des séries plus réduites et détritiques dans le Cénozoïque.

La succession stratigraphique serait la suivante :

a) Calcaires dolomitiques et calcaires blancs, bien stratifiés : + 2 500 m (forage Sciacca 1 au mont San Calogero).

FORMATION : Taormina-Villagonia Equivalente (analogue à celle de la partie septentrionale de la Province sud-orientale).

AGE : triasique-liasique.

~~~~~ Discordance ? (San Calogero) ~~~~~

b) Calcaires durs, bien stratifiés, blancs et rouges, à ammonites : + 40 m (zone de Menfi).

FORMATION : Giardini.

AGE : Jurassique moyen et supérieur.

~~~~~ Discordance ? (San Calogero) ~~~~~

c) Calcaires blancs, à grain fin, passant vers le haut à des marnes blanches : + 150 m (zone de Menfi).

FORMATION : Alcamo.

AGE : Jurassique supérieur-Crétacé.

~~~~~ Discordance ~~~~~

d) Calcaires marneux, siliceux, blancs, avec des intercalations de marnes et d'argiles, prédominantes dans la partie supérieure : + 205 m (zone de Menfi).

FORMATION : Ragusa.

AGE : Éocène-Oligocène.

La série se poursuit vers le haut, sans pouvoir être décrite dans les détails pour manque de coupes publiées, avec des sédiments argileux (sableux vers la base) appartenant à la formation Terravecchia (voir Province septentrionale); ceux-ci atteignent une épaisseur d'au moins 700-800 m dans la zone du champ de Lippone.

Au-dessus se placent des sédiments appartenant aux formations Gessoso-solfifera et Ribera, cette dernière atteignant parfois des épaisseurs considérables.

Le style tectonique de la Province sud-orientale semble être essentiellement du type à blocs, limités par des failles généralement normales; ceci est visible dans les zones soulevées (horsts de Menfi et de San Calogero di Sciacca), tandis que dans les parties effondrées ce fait est plus ou moins complètement masqué par le comportement plastique de la couverture tertiaire.

Un obstacle supplémentaire à la compréhension de ce tableau fondamentalement simple est

constitué par le voisinage du chevauchement des monts Sicani : le rapport entre les deux zones sera examiné plus loin (paragraphe IX).

Les failles ont des directions déjà maintes fois citées : NE-SW, NW-SE et E-W.

Pour résumer on peut dire que la Province sud-occidentale a plusieurs points communs, tant tectoniques que sédimentaires, avec la Province sud-orientale et, en particulier, avec sa partie septentrionale : caractères fréquents de zone « haute » pendant la sédimentation, tectonique de blocs faillés, présence de formations analogues, etc.

4) La Province septentrionale comprend le groupe des monts Sicani, la Rocca Busambra, la Chaîne côtière septentrionale (monts de Palerme, de Termini Imerese, des Madonie, etc.) et s'étend vers le Sud et vers l'Est jusqu'au groupe du mont Judica, à la limite de la plaine de Catane.

Comme on l'a déjà dit, les monts de Trapani et de Castellamare sont rattachés à cette province d'une façon assez provisoire, pour simplifier : en fait, par certains caractères, ils pourraient peut-être faire partie de la Province sud-occidentale.

Dans la Province septentrionale il existe plusieurs séries stratigraphiques, certaines non encore décrites, qui seront examinées séparément en commençant par les mieux connues (Pl. VI) :

- 1) Série des Madonie occidentales ;
- 2) — des Madonie orientales ;
- 3) — des monts de Castellamare ;
- 4) — de la Rocca Busambra ;
- 5) — des monts Sicani.

1) La série des Madonie occidentales, qui affleure aussi dans les monts de Palerme (18) (34), de Bagheria et de Termini Imerese (27) (33) et au mont Judica (47), est la suivante (49) :

a) Marnes fissiles, gris sombre, bien litées, avec intercalations de calcaires en dalles : épaisseur inconnue, localement importante.

FORMATION : à établir, une série type satisfaisante n'ayant pas encore été décrite.

De façon provisoire, elle sera dénommée formation Mufara du nom de la localité où fut mesurée la coupe incomplète publiée (49).

AGE : triasique supérieur.

NOTE : cette formation n'affleure pas dans la coupe type des Madonies occidentales; par contre elle existe dans les monts de Termini Imerese, de Palerme, et au mont Judica (dans ce dernier lieu tant en affleurement qu'en forage).

Dans certains travaux géologiques elle est appelée *flysch carnico*.

b) Calcaires, parfois dolomitiques, à grain fin ou grossier, bien lités, avec des nodules de silex : + 513 m.

FORMATION : Scillato.

AGE : triasique supérieur.

c) Dolomies cristallines blanches ou jaunâtres, plus ou moins bien stratifiées, avec intercalations de calcaires dolomitiques : 120-200 m.

FORMATION : Fanusi.

AGE : triasique supérieur ?-liasique inférieur ?

d) Argilites, bien stratifiées, bigarrées, avec des intercalations de silex et de calcaires détritiques, parfois aussi des tufs volcaniques et des basaltes : 300 m.

FORMATION : Crisanti.

AGE : du Jurassique inférieur au Crétacé médio-inférieur.

~~~~~ Discordance ~~~~~

e) Calcaires et calcaires marneux, bien lités, rouge brique et lie-de-vin, intercalés de marnes, de même couleur, prédominantes vers le haut et passant verticalement à des marnes argileuses vertes et jaunâtres, à cassure écailleuse : 170 m.

FORMATION : Caltavuturo.

AGE : Éocène moyen et supérieur.

~~~~~ Lacune ou discordance ~~~~~

f) Argiles silteuses, couleur tabac avec intercalations, à la base, des calcarénites fossilifères et, vers le haut, de grès siliceux à grain fin ou grossier, de couleur grise en cassure fraîche, rouille par altération. Fréquents phénomènes de resédimentation : + 600 m.

FORMATION : Collesano.

AGE : Oligocène-Miocène inférieur.

Dans la succession décrite, on remarquera le passage graduel d'un milieu de bassin plus ou moins proche d'un récif (formations Scillato e Mufara) à un milieu nettement récifal (formation Fanusi). Ensuite, avec les sédiments siliceux de la formation Crisanti, des conditions de bassin particulières s'établissent ; elles sont remplacées plus tard par le milieu de mer ouverte de la formation Caltavuturo. Enfin, la sédimentation flysch de la formation Collesano met fin au dépôt calcaire établi dans cette zone au moins depuis le Trias.

2) *La série des Madonie orientales*, connue aussi dans les monts de Palerme (18) (34), Bagheria, Capo San Vito, affleure à peu près à l'extrémité septentrionale de la province considérée. Du bas vers le haut on trouve (49) :

a) Argiles, argiles marneuses, gris foncé, avec intercalations de calcaires gris en dalles.

FORMATION : Mufara (dénomination provisoire).

AGE : triasique supérieur (Carnien ?).

NOTE : dans les Madonie orientales, la formation Mufara remplace latéralement les parties moyenne et inférieure de la formation Scillato des Madonie occidentales.

b) Dolomie microcristalline, vacuolaire, mal stratifiée : + 450 m.

FORMATION : Fanusi.

AGE : triasique supérieur-liasique inférieur.

NOTE : dans les Madonie orientales, la formation Fanusi remplace par variation latérale la partie supérieure de la formation Scillato des Madonie occidentales.

c) Calcaires détritiques, à grain plus ou moins fin, gris clair ou foncé, passant parfois à des conglomérats, ou brèches ; en général mal stratifiées, fossilifères : ± 375 m.

FORMATION : à établir ; il s'agit d'un équivalent récifal de la formation Crisanti.

AGE : du Jurassique au Crétacé moyen-inférieur.

~~~~~ Discordance ~~~~~

d) Calcaires marneux, marnes et argiles marneuses, rouges à jaunâtre, bien lités :

FORMATION : Caltavuturo.

AGE : Éocène moyen et supérieur.

~~~~~ Discordance ou lacune ~~~~~

e) Argiles couleur tabac, avec intercalations, parfois très importantes, de grès siliceux à grain fin ou grossier, parfois aussi des sédiments du type wildflysch. A la base peut se trouver un conglomérat calcaire à ciment argileux, d'une épaisseur pouvant atteindre quelques centaines de mètres : épaisseur totale inconnue, toutefois très considérable.

FORMATION : Collesano.

AGE : Oligocène-Miocène inférieur.

NOTE : la partie inférieure de la formation Collesano, se déplaçant vers l'Est, change d'âge : Éocène d'abord puis Crétacé-Tithonique. Du point de vue lithologique, elle se modifie légèrement, au même temps, par rapport à la coupe type.

La caractéristique principale de la succession décrite est l'existence, après le milieu argileux calcaire de la formation Mufara, d'un milieu récifal persistant du Trias supérieur jusqu'au Crétacé moyen-inférieur.

La transgression de la formation Caltavuturo suivante indique le début, dans les temps éocènes, d'une sédimentation de mer ouverte ; toutefois l'importance de la transgression de la formation Collesano témoigne de l'existence de quelque zone soulevée encore en des temps immédiatement pré-oligocènes. Finalement, avec le développement du flysch de la formation Collesano, la série des Madonie orientales s'identifie avec celle des Madonie occidentales.

3) *La série des monts de Castellamare* (20) (24) (39) (45) peut être schématisée ainsi (de bas en haut) :

a) Dolomies blanches ou jaune pâle, souvent cristallines, associées à des calcaires dolomitiques : + 850 m au mont Inici.

FORMATION : Taormina.

AGE : triasique supérieur.

b) Calcaires détritiques organogènes, oolithiques et pseudo-oolithiques, blancs : ± 300 m au mont Inici.

FORMATION : Inici, du nom du mont où se trouvent les meilleurs affleurements (dénomination provisoire, la localité type n'ayant pas encore été décrite.)

AGE : liasique.

NOTE : le nom de formation Alcamo (24) n'est pas conservé, ayant été précédemment attribué à une autre succession lithologique.

Discordance

c) Calcaires rouges, rosés ou couleur tabac, parfois marneux, bien lités, avec intercalations de tufs et de basaltes : 28 m au mont Bonifato.

FORMATION : Giardini.

AGE : Jurassique moyen et supérieur.

Discordance

d) Calcaires denses, plus ou moins marneux, rougeâtres ou blanc jaunâtres, finement stratifiés : 41 m au mont Bonifato.

FORMATION : Alcamo, membre Busambra.

AGE : Tithonique-Néocomien.

NOTE : la dénomination de Kometa Unit (24) n'est pas conservée car synonyme d'un autre terme précédemment établi.

e) Marnes verdâtres avec des niveaux de calcaires marneux en couches minces : 15 m au mont Bonifato.

FORMATION : Alcamo, membre Hybla.

AGE : Crétacé inférieur.

NOTE : la dénomination de Calabianca Unit (24) n'est pas conservée car synonyme d'un autre terme précédemment établi.

f) Calcaires blanchâtres, marneux, denses, en couches minces, avec des nodules et des lentilles de silex ; vers la partie supérieure apparaissent aussi des couches de calcaire brun clair intercalées de marnes à cassure écaillée : 149 m à mont Bonifato.

FORMATION : Alcamo, membre Amerillo.

AGE : Crétacé moyen-Éocène.

Discordance

g) Marnes verdâtres, intercalées des calcarénites, passant latéralement ou vers le haut à des calcaires détritiques-organogènes et à des grès glauconieux : 22 m dans la section type ; 152 m dans le forage Segesta 1.

FORMATION : Bonifato (45) ; cette dénomination est provisoire, une section type complète n'ayant pas encore été décrite.

AGE : Oligocène-Miocène inférieur.

NOTE : cette formation pourrait être ultérieurement subdivisée en deux membres parfois séparés par une discordance.

Elle a été aussi décrite sous le nom de Mischio (39).

La principale caractéristique de la série des monts de Castellamare est de correspondre à un milieu récifal jusqu'au Lias, ensuite à un milieu de mer ouverte et enfin, dans l'Oligocène, à un milieu de plate-forme plus ou moins stable. Cette série, par conséquent, se différencie nettement, à partir du Lias, des deux autres séries déjà décrites pour cette province (celles des Madonie orientales et des Madonie occidentales) et se rapproche des séries des Provinces sud-orientale et sud-occidentale.

4) *La série de la Rocca Busambra*, n'est pas encore entièrement connue, toutefois les travaux publiés (51) et (43) permettent d'affirmer la présence de plusieurs des formations décrites dans les monts de Castellamare. Les différences fondamentales semblent être constituées par une plus grande épaisseur de la formation Inici, se substituant à la formation Taormina, et par la présence probable, au-dessous de la formation Inici, des argiles noires, avec intercalations calcaires, de la formation Mufara. On connaît aussi une transgression marquée de la formation Giardini.

5) *La série des monts Sicani* été particulièrement peu décrite, au point d'être pratiquement inconnue. En se basant sur ce qui a été indiqué pour les zones de Castronuovo (4) et de Giuliana (52), on peut toutefois affirmer la présence des unités suivantes, de bas en haut :

Formation Mufara ;

Formation Scillato ;

Formation Villagonia ? ;

Formation Giardini (parfois en faciès plus détritico que celui de la coupe type et souvent transgressif) ;

Formation Alcamo ;

Formation Bonifato.

La partie basale de la série des monts Sicani serait donc semblable à celle des Madonie occidentales et la partie supérieure analogue à celle des monts de Castellamare et de la Rocca Busambra.

Les successions stratigraphiques triasique-miocène inférieures décrites jusqu'à présent sont complétées, régionalement, par les formations

suivantes (présentes de façon plus ou moins complète dans les différentes zones et avec des épaisseurs très variables) :

~~~~~ Discordance ~~~~~

— Argiles et marnes plus ou moins chaotiques avec olistholites : 2 000 m environ dans le forage Avanella 1 (maximum foré).

FORMATION : olisthostrome Lavanche.

AGE (mise en place) : Miocène inférieur.

~~~~~ Discordance ~~~~~

— Marnes, argiles, sables et conglomérats ; intercalations olisthostromiques : 600 m environ au pied des Madonie.

FORMATION : Terravecchia.

AGE : Tortorien.

~~~~~ Discordance ~~~~~

— Calcaires, gypses, argiles gypseuses, anhydrites.

FORMATION : Gessoso-solfifera.

AGE : Sarmatien.

~~~~~ Discordance ~~~~~

— Marnes blanches à Globigérines (membre Trubi), marnes argileuses, argiles (membre Narbone), calcarénites et brèches fossilifères (membre Agrigento).

FORMATION : Ribera [dénomination, empruntée à M. P. MARCHETTI (29), à considérer comme provisoire en attendant la définition de la série type].

AGE : Pliocène-Quaternaire.

Du point de vue tectonique, la caractéristique la plus frappante de la Province septentrionale est constituée par la présence de mouvements tangentiels d'importance variable et pas toujours vérifiables ou vérifiés (de simples structures asymétriques jusqu'à des déplacements d'une quinzaine de kilomètres dans les Madonie orientales, pl. IX). En général ces mouvements sont liés à la présence d'un plan de décollement au niveau de la formation Mufara ; par conséquent, ils deviennent peu importants (ou nuls) là où la formation Mufara est réduite ou absente (monts de Castellamare ?). La zone des monts Nebrodi, où affleure presque exclusivement la formation Collesano (et ses équivalents), fait exception, puisque y apparaissent des formes structurales complexes en liaison avec la présence de plans de décollement à l'intérieur de la formation Collesano.

Un cas particulier est présenté par la Rocca Busambra, axe positif aux extrémités effilées, orienté WNW-ESE, long d'une dizaine de kilomètres, large d'un ou deux, et limité à son pour-

tour par des failles. Pour ce mont (et pour le mont Kometa situé à une dizaine de kilomètres plus au Nord et qui lui est semblable), une origine diapirique a été avancée depuis longtemps (17) qui pourrait en expliquer assez bien les particularités. [Il serait probablement plus correct de l'interpréter comme *injection folding* dans le sens de BELOUSSOV (5)]. Dans ce type de tectonique également, le rôle joué par la formation Mufara devrait être très important.

Enfin, trois systèmes de failles normales (NE-SW, NW-SE et E-W) recoupent la Province septentrionale, compliquant encore davantage une tectonique déjà difficile à comprendre.

En résumé, on peut dire que la Province septentrionale, du point de vue stratigraphique, est caractérisée par la présence de trois séries sédimentaires mésozoïques différentes à partir du Lias : une série occidentale et méridionale plus ou moins comparable à celle de Raguse, une série centrale à argilites et calcaires et une série septentrionale à caractère récifal ; il faut aussi noter la présence de sédiments olisthostromiques.

Du point de vue tectonique, la Province septentrionale a été le siège de mouvements tangentiels plus ou moins importants, en général dus à la présence d'un plan de décollement correspondant aux sédiments argileux triasiques ; exception faite pour la zone des monts Nebrodi où les plans de décollement se situent dans les séries flyschoides plus récentes. A noter, enfin, la présence de plis du type *injection folding*.

5) La Province centrale est comprise entre les monts Sicani, la Chaîne côtière septentrionale et le Plateau sud-oriental : elle est caractérisée par l'absence d'affleurements plus anciens que le Miocène inférieur, qui ne soient pas de caractère olisthostromique.

La série sédimentaire connue est la suivante, de bas en haut (19) (28) (36) (38) :

a) Argiles et marnes plus ou moins chaotiques avec olistholites : + 2 000 m (forage Caltanissetta 1).

FORMATION : olisthostrome Lavanche.

AGE (mise en place) : Miocène inférieur (moyen ?).

~~~~~ Discordance ~~~~~

Argiles, marnes, sables, conglomérats, parfois calcarénites organogènes, intercalations olisthostromiques plus ou moins importantes : 869 m environ dans la localité type.

FORMATION : Terravecchia.

AGE : Tortonien.

NOTE : dans la localité type, la formation Terra-vecchia a été subdivisée en une partie supérieure (membre San Cataldo) et une partie inférieure (membre Barbara) séparées par une discordance (19).

Discordance

Diatomites, avec intercalations de marnes et de calcaires marneux, de couleur blanchâtre (« tripoli »), suivies par des calcaires évaporitiques, des gypses, des anhydrites et des argiles gypseuses, avec lentille d'évaporites et coulées olisthostromiques : de quelques dizaines à plus d'un millier de mètres.

FORMATION : Gessoso-Solfifera.

AGE : Sarmatien.

NOTE : la formation Gessoso-Solfifera est très variable, tant en ce qui concerne la succession lithologique que l'épaisseur.

Discordance

Calcarénites arénacées (membre « Arenazzolo ») peu épaisses, suivies de marnes blanches à Globigérines (membre Trubi) passant vers le haut et latéralement à des argiles bleues (membre Narbone), qui passent à leur tour aussi bien vers le haut que latéralement à des calcarénites jaunâtres et à des sables à intercalations d'argiles et de marnes (membre Agrigento) ; présence de coulées olisthostromiques même très importantes : l'épaisseur totale peut atteindre 1 000 m.

FORMATION : Ribera ; dénomination empruntée à M. P. MARCHETTI (29), à considérer comme provisoire en attendant la définition de la série type.

AGE : Pliocène-Quaternaire.

En ce qui concerne les séries non affleurantes, on peut remarquer que vers le bord oriental de la province considérée on a constaté, dans les forages de Gela, Cammarata et Piazza Armerina (38) (44), la présence, au-dessous de la succession décrite (incomplète à cause de l'absence de l'Olisthostrome Lavanche), de sédiments analogues à ceux de la Province sud-orientale (pl. VI). De plus, ces sédiments montrent une variation de faciès dans les formations pré-Giardini, du Sud au Nord, semblable à celle déjà décrite pour la Province sud-orientale : c'est-à-dire des formations Taormina, Streppenosa et Villagonia à leurs équivalents de récifs.

A remarquer aussi que l'absence de l'Olisthostrome Lavanche dans cette zone marginale semble être due à un abaissement récent (post-miocène) de celle-ci.

Du point de vue de la tectonique, le caractère le plus frappant de la Province centrale est la présence du très important graben centre-sicilien, dont il a déjà été question à propos de la gravimétrie, des sondages électriques et des rap-

ports entre les deux méthodes (paragraphes IV et V et pl. IV).

Il n'est cependant pas facile d'analyser, même dans les grandes lignes, les caractéristiques de cet élément structural, étant donné l'épaisseur de sa couverture tertiaire, le caractère essentiellement plastique des sédiments affleurants, la fréquence de leurs variations latérales de faciès, la présence d'intercalations olisthostromiques, etc.

Toutefois, toutes ces complications, il est possible de reconnaître des alignements structuraux de surface ayant parfois une continuité considérable, selon les directions habituelles NW-SE, NE-SW et E-W (pl. V), et des rapports avec d'autres alignements profonds suggérés par la géophysique.

Ceci semble indiquer qu'on est en présence d'une tectonique superficielle d'écoulement par gravité, due à des mouvements d'un substratum profond et qui a conservé quelques rapports avec la tectonique de ce substratum ; cette hypothèse aurait été confirmée pour le bord sud-oriental de la province considérée (44).

En résumé, on peut donc dire que la Province centrale est caractérisée par la présence de sédiments d'âge miocène inférieur-quaternaire, pour la plupart plastiques, qui ont été soumis à une tectonique d'écoulement par gravité due à des mouvements différentiels dans le substratum profond.

## VII. LES INDICES (Pl. X)

La Sicile est connue depuis longtemps pour sa richesse en indices : cent vingt ont été catalogués (16) et d'autres encore ont été retrouvés par la suite.

Les indices de la Province sud-orientale consistent essentiellement en imprégnations bitumineuses dans les calcarénites de la formation Ragusa : rappelons ceux de la zone de Raguse proprement dite, exploités industriellement depuis longtemps et évalués à 200 000 000 de tonnes. Des indices de beaucoup moins d'importance existent en outre à Pachino, dans une lithologie différente (basaltes du Crétacé).

Les indices de la Province septentrionale, sans compter ceux des olisthostromes, sont généralement du type asphaltique dans les sédiments mésozoïques (Ponte Bagni près d'Alcamo, Marineo à 20 km au SSE de Palerme) et de gaz avec

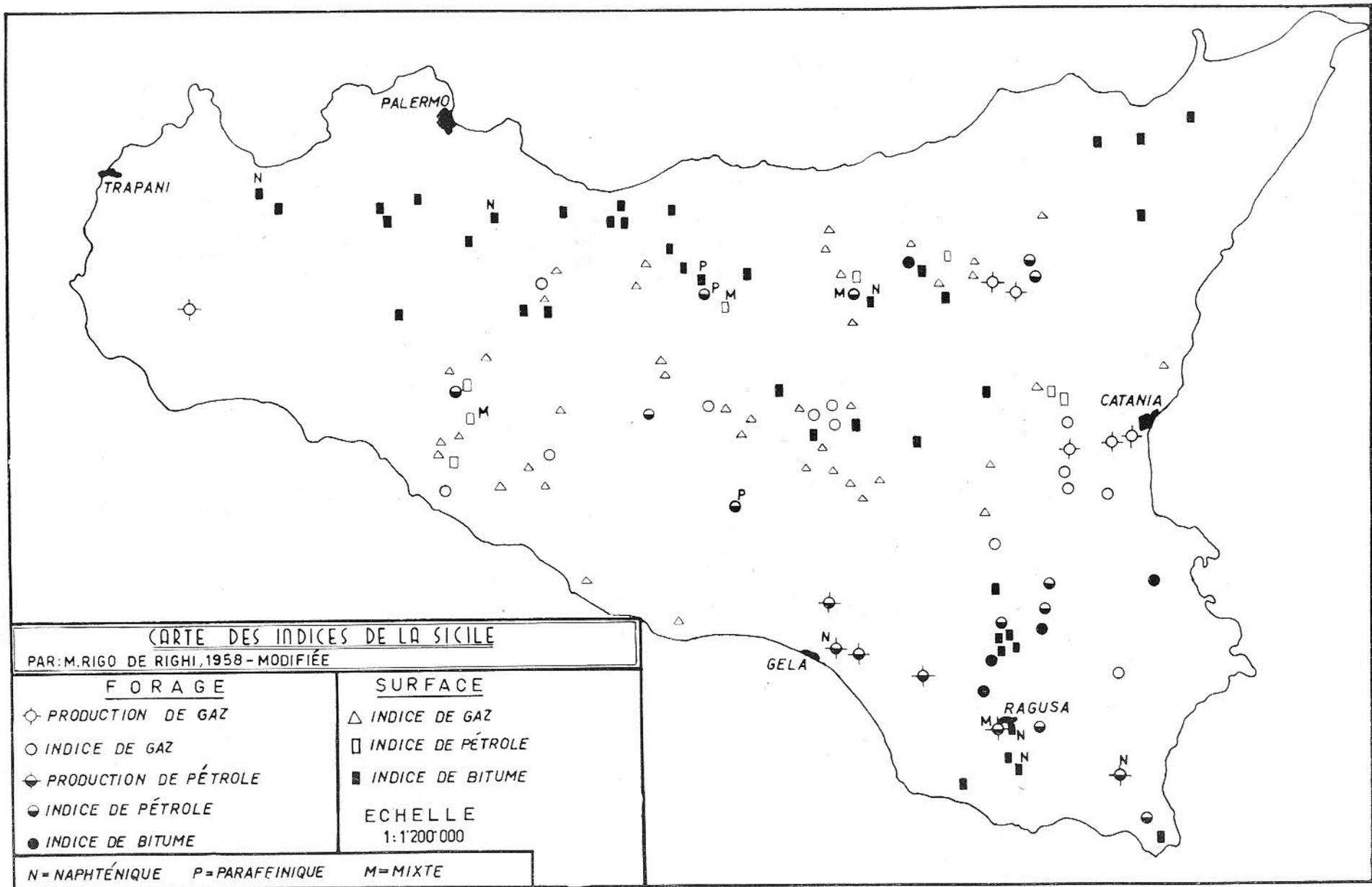


PLANCHE X.

# LITHOSTRATIGRAPHIE DE LA SICILE — PLANCHE VI

PROVINCE  
NORD ORIENTALE

PROVINCE  
SUD ORIENTALE

PROVINCE  
CENTRALE

PROVINCE  
SUD OCCIDENTALE

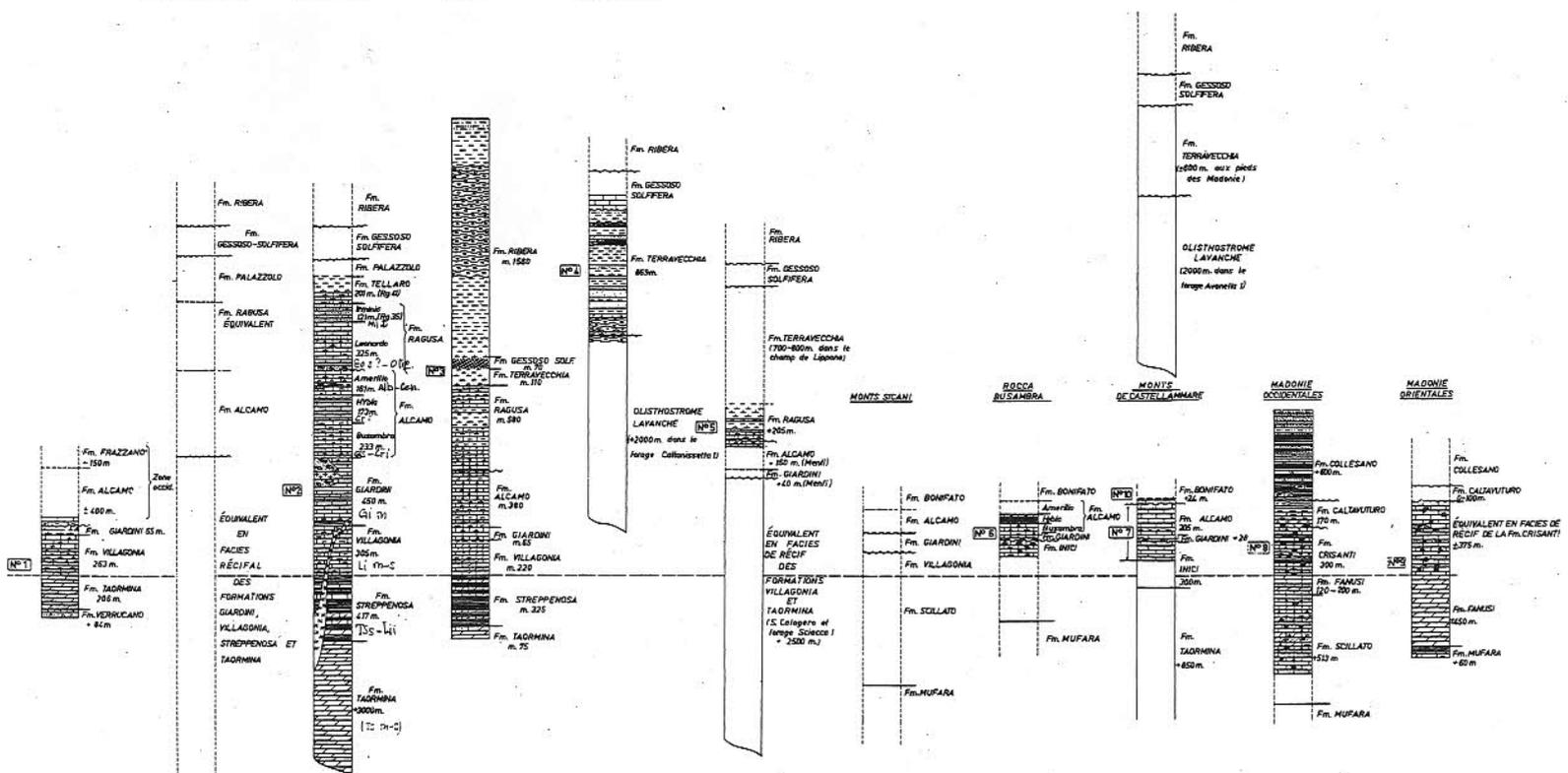
PROVINCE  
SEPTENTRIONALE

ZONE SEPTENTRIONALE

ZONE DE RAGUSA

MARDE  
ORIENTALE

ZONE CENTRALE



|  |                                      |  |                                            |
|--|--------------------------------------|--|--------------------------------------------|
|  | OLISTHOSTROMES                       |  | CALCAIRES SILICEUX / CALCAIRES DÉTRITIQUES |
|  | CONGLOMÉRATS / SABLES STRATIFIÉS     |  | BIOHERM ET CALCAIRÉNES / CALCAIRES NŒUX    |
|  | GRÈS SILICEUX                        |  | CALCAIRES DOLOMITIQUES / DOLOMIES          |
|  | ARGILES SILTEUSES / ARGILES MASSIVES |  | GYPSES                                     |
|  | ARGILES STRATIFIÉES                  |  | TUFS VOLCANIQUES                           |
|  | ARGILES MARNEUSES                    |  | ROCHES EFFUSIVES / ROCHES INTRUSIVES       |
|  | MARNES / CALCAIRES                   |  |                                            |

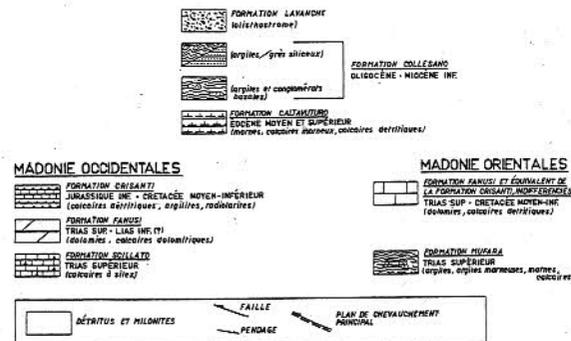
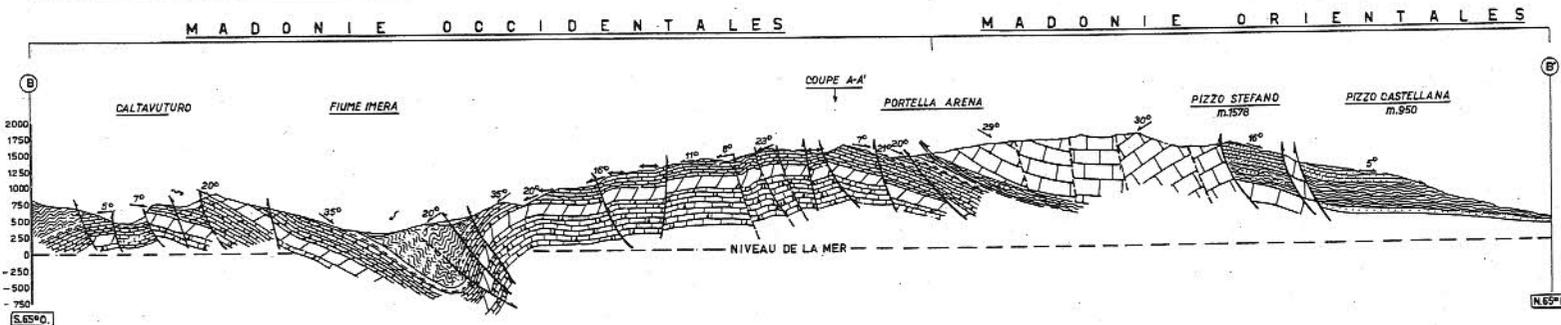
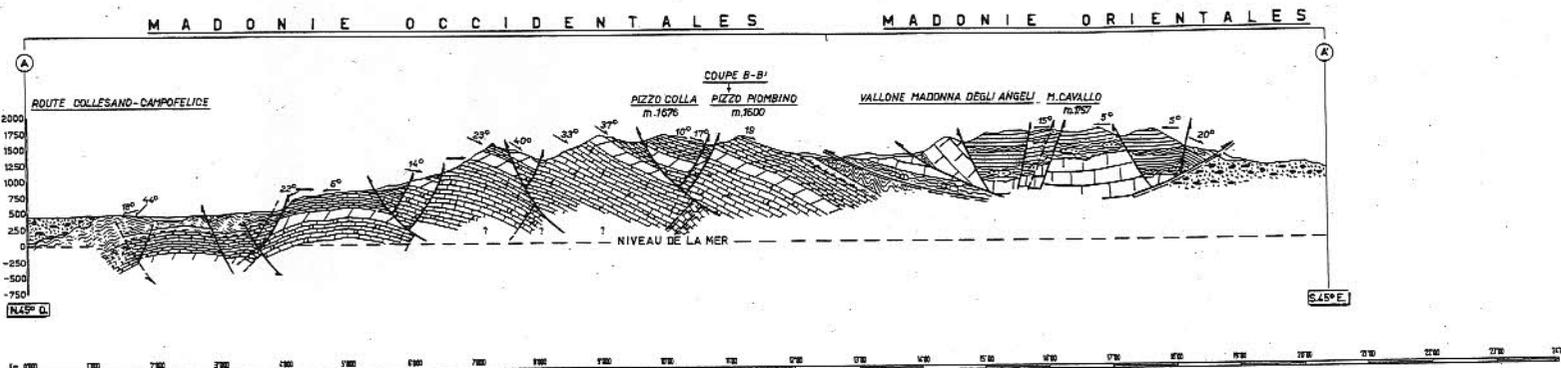
|                                             |                                        |      |
|---------------------------------------------|----------------------------------------|------|
| N° 1. — Coupe de Taormina                   | M. RIGO et F. BARBERI                  | (43) |
| N° 2. — Champ de Raguse (épaisseur moyenne) | F. T. KAIFA et R. K. KIKABIDE          | (25) |
| N° 3. — Sondage Gela 1                      | T. ROCCO                               | (44) |
| N° 4. — Coupe de Terravecchia               | G. FLORES                              | (19) |
| N° 5. — Coupe de Lavina del Carbonaro       | M. RIGO                                | (41) |
| N° 6. — Coupe de la Rocca Busambra          | M. RIGO et F. BARBERI                  | (43) |
| N° 7. — Coupe de Mont Bonifato              | A. GIANNOTTI et P. PETROCCHI           | (24) |
| N° 8. — Coupe des Madonie Occidentales      | P. SCHIOTTI, F. BARBERI et G. GIANNINI | (49) |
| N° 9. — Coupe des Madonie Orientales        | P. SCHIOTTI, F. BARBERI et G. GIANNINI | (49) |
| N° 10. — Coupe de Mont Bonifato             | G. RUGGERI                             | (45) |



PLANCHE IX

COUPES GÉOLOGIQUES  
DES MONTS DES MADONIE

P. SCHMIDT DI FRIEDBERG, F. BARBIERI, G. GIANNINI - 1960



homologues supérieurs (en général non accompagnés d'eau salée) dans les séries tertiaires. Les indices de ce dernier type sont particulièrement répandus à la limite entre les Provinces centrale et septentrionale.

Dans la Province centrale abondent les indices de méthane pur accompagné d'eau salée, appelés « macalube » : ceux d'Aragona (à 8 km au Nord d'Agrigento) sont célèbres entre tous et ont souvent produit des véritables éruptions de boue.

Du point de vue chimique (15), on dispose de quelques renseignements intéressants : en Sicile il existerait deux types différents de pétrole, représentés respectivement par celui de Gela 1 (naphténiq) et de Avanelle 1 (paraffinique), liés entre eux par d'autres ayant des caractéristiques intermédiaires. Ce fait s'expliquerait en admettant une origine commune aux deux pétroles et, par la suite, une évolution différente due à des phénomènes de lessivage et de filtration sélective.

Des variations particulièrement intéressantes et étudiées sont celles qui existent dans la famille des pétroles de la Province sud-orientale : de l'asphalte de Gela, à teneur élevée en soufre ( $d = 1,0290$ ,  $S = 7,67$ ), on passe par l'intermédiaire de celui de Vittoria ( $d = 1,0142$ ,  $S = 6,49$ ), au pétrole de Raguse ( $d = 0,9380$ ,  $S = 2,40\%$ ). En même temps diminuent le degré d'altération (diminution du poids moléculaire des composants huileux et du contenu en asphalthènes) et le caractère naphténiq. L'asphalte de Gela serait ainsi le produit d'une évolution particulièrement poussée sous l'action des eaux de formation, qui auraient emporté toutes les fractions plus solubles ; le pétrole de Raguse, au contraire, aurait subi ces phénomènes à un bien moindre degré.

## VIII. CADRE HYDRODYNAMIQUE

Les données disponibles à ce sujet sont très peu nombreuses (42), elles méritent cependant d'être décrites étant donné leur intérêt scientifique et industriel.

Dans la Province sud-orientale, les différents aquifères semblent être en communication entre eux et la circulation en profondeur paraît suivre à peu près celle de surface, avec une distribution radiale ayant pour centre le mont Lauro. L'intercommunication entre les différents niveaux aquifères est facilitée par les nombreuses failles :

ceci a été démontré, par exemple, pour la faille qui limite le champ de Raguse vers l'Est.

Dans ce cadre, des conditions plutôt particulières seraient nécessaires pour que des accumulations d'hydrocarbures puissent subsister : il s'agirait de pièges structuraux, caractérisés par des gradients hydrodynamiques inverses (vers le bas) de caractère local, et situés dans une zone préférentielle où la tendance des fluides à se déplacer de la terre vers la mer est contrebalancée par une tendance opposée, due probablement au tassement des sédiments récents dans les régions marines.

Dans la Province centrale, les données disponibles sont encore plus rares étant donné le petit nombre de sondages : toutefois on connaît l'existence de pressions supérieures à la pression hydrostatique dans les séries olisthostromiques. Ces potentiels anormaux seraient dus au fait que ces formations, chaotiques et par conséquent manquant de voies d'écoulement continues, sont incapables d'expulser sous l'action de leur propre poids les fluides qu'elles renferment ; la décharge de ces pressions anormales constituerait, en dernière analyse, la cause des volcans de boue. En outre, il est possible que les fortes pressions présentes dans les masses olisthostromiques soient transmises aux séries autochtones sur lesquelles elles reposent : il se produirait ainsi des pressions centrifuges qui pourraient peut-être expliquer le grand nombre, déjà mentionné, d'indices sur les bords du graben centro-sicilien.

On ne sait rien de concret sur le comportement hydrodynamique des autres provinces : on peut seulement imaginer, par analogie avec des zones plus connues, une influence marquée des reliefs montagneux sur l'allure des lignes équipotentielles et la présence de situations anormales aux pieds des massifs mêmes.

## IX. RÉSUMÉ DE L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DE LA SICILE

Une tentative de synthèse, même sommaire, de l'histoire géologique de l'île se heurte à d'innombrables difficultés, soit à cause de la complexité même du problème, soit du fait que la plupart des données recueillies ne sont pas encore disponibles pour la publication, étant propriété réservée des différentes sociétés de recherche pétrolière et minière.

Ainsi quelques-unes des armes préférées du géologue régional viennent à manquer plus ou moins complètement : les indications de la gravimétrie, celles de la magnétométrie, les reconstructions paléogéographiques, structurales, etc. Et si l'on pense que le nombre des points gravimétriques mesurés jusqu'à présent dans l'île est de l'ordre de plusieurs dizaines de milliers et celui des coupes stratigraphiques et des sondages de l'ordre de plusieurs centaines, on comprendra l'importance de ces limitations.

Toutefois, dans l'esprit de l'introduction, on tentera une analyse de l'histoire géologique de l'île, en s'efforçant de fondre harmonieusement tout ce qui a été dit précédemment.

\*  
\* \* \*

Les premières données disponibles pour la reconstruction de l'histoire sédimentaire de la Sicile remontent au Trias supérieur (1) : à ce moment, dans les zones de Catane, Augusta, Raguse, Sciacca, etc., il y a une sédimentation de récif (formations Taormina et Taormina équivalente) qui passe latéralement à des faciès argilo-calcaires (formation Streppenosa au Sud et Mufara au Nord) ; la situation n'est pas très différente de celle qui se réalisait à la même époque dans les Alpes dolomitiques.

tion demeure au contraire inchangée dans la partie méridionale.

A ce moment, la distribution des faciès dans l'île rappelle celle des récifs dévoniens de l'Alberta (voir fig. 1) : une sédimentation de récif (en Sicile : les formations Taormina et Taormina équivalente de la partie méridionale de l'île) passe, d'un côté, brusquement, à un faciès à prédominance calcaire (en Sicile : la formation Scillato de la Province septentrionale) et, de l'autre, plus graduellement, à un faciès en prédominance argileux (en Sicile : la formation Streppenosa de la Province sud-orientale).

La distribution des faciès sédimentaires triasiques aura une importance fondamentale dans l'évolution ultérieure de l'île, favorisant l'origine de styles tectoniques différents.

Dans le Lias moyen et supérieur, de lents mouvements ultérieurs entraînent un dépôt de mer ouverte (formation Villagonia) dans la zone ragusaine et dans celle de Taormina, tandis que la sédimentation récifale persiste dans la Province sud-occidentale et dans la zone septentrionale de la Province sud-orientale (formation Villagonia équivalente), ainsi que dans la partie occidentale et nord-centrale de la Province septentrionale (formations Inici et Crisanti équivalente). Enfin, dans la zone méridionale de cette dernière province s'établit le bassin de la for-



FIG. 1. — Schéma de la distribution des faciès dans les récifs du Dévonien supérieur de Duhamel, Alberta (simplifié d'après J. M. ANDRICHUCK, 1961).

Immédiatement après, les premiers mouvements tectoniques connus (peut-être ceux mêmes qui causent l'établissement de la sédimentation mésozoïque sur le cristallophyllien des monts Peloritani) donnent naissance, dans la partie septentrionale de l'île, à la sédimentation calcaire de la formation Scillato au-dessus de celle plus argileuse de la formation Mufara ; la situa-

(1) En ne prenant pas en considération, entre autres choses, les affleurements paléozoïques de Lercara et du Sosio sur la signification desquels on a longtemps discuté ; voir par exemple la discussion en (8), et (11).

mation Crisanti, orienté NW-SE. Il s'agit d'un milieu assez caractéristique où un dépôt continu de silex colloïdal est masqué, de temps en temps, par des brusques apports clastiques calcaires à sédimentation granoclassée : autrement dit, ce milieu semble refléter des conditions d'instabilité tectonique dans des zones peu éloignées (49).

Dans le Dogger, avec la sédimentation de la formation Giardini, le même faciès, localement plus clastique, est prédominant sur presque toute l'île ; font exception les récifs septentrionaux (formation Crisanti équivalente) et oriental

(formation Giardini équivalente), ainsi que la partie de la Province septentrionale où s'était établie la sédimentation déjà décrite de la formation Crisanti.

La présence de roches éruptives dans les formations Giardini et Crisanti est un indice de l'activité orogénique jurassique qui aura son apogée entre le Jurassique moyen et supérieur, et sera suivie de la transgression de la formation Alcamo. Cette orogénèse est très importante : par exemple, les travaux accomplis dans le champ de Raguse (25) permettent d'affirmer qu'un premier motif structural positif existait déjà à cette époque dans la zone, limité vers l'Est par un grand système de failles dirigées NNE-SSW, qui jouera ultérieurement jusqu'au Pliocène. Des coulées éruptives sous-marines prenaient appui sur la zone positive, s'épaississant vers les zones basses ; l'une de celles-ci avait une orientation NW-SE : par conséquent, déjà à cette époque, nous avons l'évidence de l'existence de deux des directions structurales fondamentales (transversale et appenninique).

Dans le Malm la sédimentation de la formation Alcamo indique l'établissement, sur presque toute la Sicile, d'un faciès de mer ouverte, souvent transgressif sur les zones déjà soulevées ; font exception le récif septentrional (formation Crisanti équivalente), le bassin de la formation Crisanti et une partie de la Province nord-orientale, où se dépose un équivalent en faciès semi-lagunaire de la formation Alcamo (23), transgressif sur le cristallophyllien.

En outre, le flysch de la zone du mont Soro (formation Collesano), d'âge supratithonique-infracrétacé, est le premier indice de l'établissement de la branche nord-sicilienne du géosynclinal tyrrhénien. On ne peut rien préciser sur l'exacte position géographique de cet élément tectonique-sédimentaire, vu la complexité des phénomènes survenus par la suite (chevauchements, etc.) ; toutefois on peut dire que sa partie extrême devait correspondre à l'actuelle zone des monts Nebrodi, peut-être avec direction NW-SE, parallèlement au bassin de la formation Crisanti (miogéosynclinal ?) dont elle était séparée par une cordillère.

Au cours du dépôt de la formation Alcamo, et surtout vers sa fin, se produisent des mouvements tectoniques plus ou moins importants, accompagnés parfois localement d'éruptions volcaniques et de modifications dans la distribution des faciès sédimentaires [voir, par

exemple, les basaltes et les sédiments récifaux de Pachino et des environs d'Augusta (2)].

Dans l'Éocène moyen-supérieur, après les mouvements précédents, le régime de plate-forme de la formation Ragusa s'établit dans les Provinces sud-orientale et sud-occidentale, souvent transgressif sur les zones déjà soulevées ; au même temps, plus au Nord, les sédiments de la formation Crisanti (et Crisanti équivalente) font place aux dépôts plus pélagiques de la formation Caltavuturo, elle aussi souvent transgressive. La sédimentation flysch persiste, au contraire, dans la branche nord-sicilienne du géosynclinal tyrrhénien, pendant que le membre Amerillo de la formation Alcamo continue lui aussi à se déposer dans la Province nord-orientale et dans la partie occidentale de la Province septentrionale.

Dans l'Oligocène, avec la fin du dépôt des formations Caltavuturo et Alcamo, se termine dans une grande partie de la Sicile septentrionale la sédimentation calcaire qui y persistait au moins depuis le Trias. La sédimentation argilo-gréseuse de la formation Collesano envahit alors une bonne partie de l'île, après avoir démantelé la cordillère qui avait jusqu'alors limité sa zone de sédimentation vers le SW et dont les Madonie orientales constituent aujourd'hui un témoin plus ou moins déplacé (49). Dans les Provinces sud-orientale et sud-occidentale continue, au contraire, le dépôt de la formation Ragusa, tandis que dans la zone de Trapani commence la sédimentation calcarénitique-argileuse de la formation Bonifato.

Dans le Miocène inférieur, à la fin de la sédimentation de la formation Collesano, les lignes paléogéographiques reflètent clairement la direction NW-SE de la branche nord-sicilienne du géosynclinal tyrrhénien : les sédiments de plate-forme stable des Provinces sud-orientale et sud-occidentale (formation Ragusa) passent, par l'intermédiaire de dépôts de plate-forme instable (formation Bonifato), aux flyschs de la formation Collesano, dont la limite méridionale va des monts de Palerme au mont Judica. Dans le géosynclinal devaient aussi se déposer d'autres faciès contemporains à caractère de grauwacke, qu'on trouve aujourd'hui déplacés, sans compter les futures « argille scagliose » de l'olisthostrome Lavanche. De l'autre côté du géosynclinal, enfin, (monts Peloritani) se déposait un faciès flysch, à caractère partiellement arkosique (formation Frazzandò).

Le géosynclinal était donc alimenté par plusieurs sources : le quartz arrondi de la formation Collesano (49) fait penser à l'érosion de formations paléozoïques — appartenant au continent tyrrhénien des auteurs ? (30) — les grauweekes des monts Nebrodi à l'érosion d'une couverture cristallophyllienne et les arkoses de la formation Frazzanò à l'attaque d'un noyau granitique.

Le grand paroxysme orogénique du Miocène inférieur, bien connu en plusieurs points de la Méditerranée, modifie profondément le tableau décrit : dans la Province nord-orientale se produisent d'importants mouvements tangentiels, tandis que les sédiments plus mobiles du géosynclinal commencent leur mouvement vers le Sud en englobant des éléments d'autres séries rencontrés sur leur chemin (olistostrome Lavanche). D'autres, moins mobiles, se chevauchent en écaillés, subissant des déplacements mineurs quoique toujours importants (monts Nebrodi) ; enfin la même série calcaire mésozoïque du bord méridional du géosynclinal chevauche les séries situées immédiatement plus au Sud [par exemple, les chevauchements des monts de Palerme et des Madonie orientales (18) (49)].

La limite méridionale atteinte par l'olistostrome Lavanche dans ces mouvements semble avoir été, à peu près, une ligne qui va d'une vingtaine de kilomètres au Sud de Trapani jusqu'aux limites de la plaine de Catane. Du point de vue régional, la direction prédominante de son déplacement (et aussi celle des mouvements cités) semble avoir été du Nord au Sud, avec une composante vers l'Ouest ; elle serait ainsi à peu près perpendiculaire à l'allure de la branche nord-sicilienne du géosynclinal tyrrhénien, suggérée par la distribution des faciès sédimentaires oligocènes.

Enfin on remarquera l'existence, dans la zone de distribution de l'olistostrome Lavanche, d'une certaine variation de l'âge de mise en place de cette formation : préhelvétienne au Nord-Est, elle devient préortonienne au Sud-Ouest, nous donnant ainsi une idée de la vitesse de son déplacement.

Tous les mouvements indiqués ci-dessus appartiendraient aux phénomènes de tectogenèse secondaire (exception faite, probablement, pour une partie de ceux de la province nord-orientale) : autrement dit, il s'agirait de réactions d'écoulements superficiels à des mouvements différentiels profonds ayant un caractère en pré-

dominance vertical — tectogenèse primaire (7). Ces mouvements profonds se refléteraient en surface de façon différente, selon les caractéristiques mécaniques des séries sédimentaires et l'ampleur des mouvements du socle (10).

Le même mouvement profond pourrait ainsi se manifester en surface par une tectonique en blocs ou de chevauchement, selon la présence, ou non, dans la série sédimentaire de couches susceptibles d'agir comme plan de décollement et de glissement [aidée peut-être par des conditions hydrodynamiques favorables (26)]. En outre, dans des cas particuliers (grande épaisseur des séries plastiques), des plis du type *injection folding* pourraient aussi se former (paragraphe VI).

Dans ce cadre, le rôle des changements de faciès serait très important : ceux-ci, souvent liés du point de vue génétique à des lignes de mobilité préférentielle du socle, rendraient la série sédimentaire particulièrement sensible à une reprise des directions tectoniques qui les avaient déjà déterminés. Autrement dit, ils seraient le siège préférentiel de phénomènes de décollement et de chevauchement, qui pourraient faire penser à des translations plus importantes qu'elles ne le sont en réalité, vu la superposition de faciès à caractères différents (54). A ce cas particulier, par exemple, pourraient se rattacher les chevauchements du mont Judica et des monts Sicani, puisque tous les deux semblent prendre naissance dans la zone de passage entre les faciès triasiques rigides des Provinces sud-orientale et sud-occidentale (formations Taormina et Taormina équivalente) et celles, en grande partie plus plastiques, de la Province septentrionale (formation Mufara).

Pendant le Tortonien, après la surrection orogénique de la direction NW-SE (qui est celle des grandes anomalies magnétiques), la sédimentation molassique de la formation Terravecchia recouvre l'olistostrome Lavanche, souvent avec l'interposition de sédiments dus à des courants de turbidité ; la présence de matériel cristallophyllien et éruptif dans les sédiments de cette formation est l'indice évident de l'existence, au Nord de la Sicile, de terres émergées en voie de rapide démantèlement. Pendant le Tortonien, on a aussi des preuves de la reprise des mouvements de la direction transversale NE-SW, direction des grandes anomalies gravimétriques.

De tels mouvements ont non seulement une influence sur la distribution des faciès de la

formation Terravecchia, mais ils se superposent aussi au lent déplacement vers le Sud de l'olisthostrome Lavanche (provoqué probablement par un soulèvement différentiel de l'île du type montré dans la planche II) et le rejettent partiellement dans les zones abaissées. Ainsi débute la compliquée sédimentation miopliocène de la Sicile centrale, caractérisée par des séries beaucoup plus épaisses dans les synclinaux que dans les anticlinaux, fait dû soit à l'existence d'une différence de faciès entre les deux zones, soit à la présence, dans les premières, de lentilles olisthostromiques souvent très épaisses (ces dernières englobent fréquemment des lambeaux des couches miopliocène à sédimentation normale, arrachés au cours de nouveaux mouvements).

Dans la plus grande partie de la Province sud-orientale, enfin, la sédimentation marneuse de la formation Tellaro est la preuve d'un approfondissement modéré du fond marin par rapport aux conditions existantes pendant le dépôt de la formation Ragusa ; dans la partie nord-orientale de la même province, par contre, un faciès calcarénitique se dépose (formation Palazzolo). Cette subdivision en deux parties de la Province sud-orientale rappelle celle qui a déjà été signalée pour les sédiments du Mésozoïque moyen-inférieur.

Au cours de la sédimentation évaporitique de la formation Gessoso-solfifera (Sarmatien), qui termine le cycle commencé avec la mise en place de l'olisthostrome Lavanche, la présence du système transversal NE-SW est encore très apparente. Cela est prouvé, entre autres choses, par la direction bien connue de la zone salifère s'étendant d'Agrigento à Nicosia. Le mécanisme tectonique-sédimentaire, décrit ci-dessus pour la formation Terravecchia, persiste dans la Province centrale également pendant la sédimentation de la formation Gessoso-solfifera, comme le démontrent la présence d'intercalations olisthostromiques, atteignant parfois quelques centaines de mètres d'épaisseur, et les rapides variations de faciès.

Dans le Pliocène inférieur (formation Ribera : membres Trubi et Narbone), des conditions marines normales se rétablissent ; par la suite, cependant, une surélévation graduelle du fond marin se produit, ainsi que le prouve la sédimentation régressive du membre Agrigento.

Des mouvements tectoniques se poursuivent également pendant le dépôt de la formation

Ribera, comme indiquent, entre autres choses, les coulées olisthostromiques qu'on y retrouve ; particulièrement, une nouvelle surrection orogénique très importante fait réjouer la direction NW-SE [WNW-ESE (?)], caractéristique des chevauchements. Ceci est attesté, entre autres, par le chevauchement des monts Sicani (Mésozoïque sur la formation Ribera) et par les failles inverses qui recoupent les formations Gessoso-Solfifera et Ribera aux pieds des Madonie.

La superposition de deux mouvements à caractère tangentiel (Miocène inférieur et Pliocène), séparés par des mouvements transversaux à caractère distensif, est la cause de nombreuses complications structurales siciliennes que seule une analyse approfondie peut éclaircir.

Enfin, c'est à la tectonique pliocène qu'on devrait les douces ondulations de la Province sud-orientale (par exemple, l'anticlinal de Raguse, dirigé NE-SW) ; à noter, en outre, le volcanisme des monts Iblei, toujours dans la même province.

Pendant le Quaternaire, des mouvements très importants (en prédominance transversaux) se produisent ; ceci est attesté, par exemple, par la différence de niveaux existant entre les sommets de la formation Ribera à Enna et dans les forages de Gela : 1 000 m environ au-dessus du niveau de la mer dans le premier cas, 1 150 m en dessous dans le second, sur une distance de 56 km. En outre, dans les monts de Palerme, il y a des traces d'oscillation des lignes de plage de l'ordre de quelques centaines de mètres (13) ; enfin, un fait à remarquer est la présence d'une fosse structurale, dirigée NE-SW de Rammacca (22 km au NE de Caltagirone) à Gela, où se sont déposés des sédiments olisthostromiques quaternaires (37) (44). Pour terminer, on rappellera que le puissant volcanisme du mont Etna est quaternaire lui aussi.

Si l'on considère maintenant l'importance de ces mouvements récents et la mobilité des sédiments qui recouvrent une bonne partie de la Sicile, on comprendra la raison du strict contrôle de la tectonique sur le réseau fluvial de l'île [en accord avec les théories les plus récentes (32)] et l'existence de relations plus ou moins dissimulées et complexes entre les alignements structuraux profonds et ceux de surface (pl. II, III, IV et V).

**Pour résumer** ce qui a été dit jusqu'à présent, on peut souligner le fait que la Sicile, à

partir du Trias, a presque toujours fait partie d'une zone sédimentaire de plate-forme ou récif ; exception faite, particulièrement, à partir de la fin du Jurassique, pour la partie où se développa un bras du grand géosynclinal tyrrhénien. Trois directions structurales préférentielles (NW-SE, E-W et NE-SW) furent responsables de la distribution des faciès sédimentaires et jouèrent pendant presque toute l'histoire géologique connue, avec des maximums orogénétiques à la fin du Trias, dans le Jurassique supérieur, dans le Crétacé supérieur, dans l'Éocène inférieur et supérieur, dans le Miocène inférieur, dans le Pliocène et dans le Quaternaire.

Les mouvements les plus importants correspondraient à l'établissement de la branche nord-sicilienne du géosynclinal tyrrhénien (Jurassique supérieur), au maximum de son expansion (Éocène supérieur-Oligocène inférieur) et à sa phase paroxystique (Miocène inférieur).

A souligner, en outre, l'ampleur des mouvements pliocène-quaternaires.

Le présent arrangement structural de la Sicile serait dû à une tectonique du socle ayant un caractère en prédominance vertical, qui se manifesta en surface de façons différentes selon les caractéristiques mécaniques de la couverture sédimentaire et l'ampleur des mouvements du socle.

La multitude des styles tectoniques connus en Sicile pourrait donc être rapportée à une unité fondamentale, leurs particularités pouvant être attribuées surtout à des différenciations de la série sédimentaire.

A remarquer, enfin, que la nomenclature stratigraphique mésozoïque de la zone ragusaine, qui fut la première à être étudiée régulièrement dans tous ses détails, peut être étendue à une grande partie de l'île ; exception faite pour les zones où ont prévalu, avec plus ou moins de continuité, des faciès contemporains à caractère récifal ou de bassin plus ou moins orogénique.

## X. HISTORIQUE DE LA RECHERCHE PÉTROLIÈRE

L'abondance d'indices dans l'île a, de tout temps, attiré l'attention des chercheurs : les premières recherches industrielles connues furent accomplies par la *Société des Pétroles et Puits Artésiens* (future *Petroli d'Italia*) en 1901-

1902 dans le voisinage des indices de Nicosia. Elles consistèrent en trois forages (ayant respectivement une profondeur de 78, 148 et 423 m) et de quelques galeries ; des traces de gaz et de pétrole furent découvertes, mais rien d'économiquement rentable. Toujours dans les environs de Nicosia, en 1912, la *I. A. Douglas* foras sans résultat un autre sondage de faible profondeur (98,20 m) ; par contre, une modeste production aurait été obtenue dans les environs de Lercara et de Bivona par des galeries actuellement effondrées.

En 1918 eurent lieu les études géologiques de Vinassa de Regny ; en 1926 celles de Cortese, insérées dans le symposium : « *Studi Geologici per la ricerca del Petrolio in Italia* ».

Entre 1927 et 1931, l'*Agip* poursuivit une campagne de levés géologiques dans la zone d'Agrigento, au Sud des Madonie et au Sud-Ouest des Nebrodi, qui aboutit aux sondages de Bivona (1 104 m) et de Gangi (1 148 m), tous les deux stériles.

Entre 1929 et 1931, sous la direction de R. FABIANI, des levés gravimétriques et magnétométriques à caractère régional furent exécutées (respectivement 122 et 670 points) ; elles furent ensuite détaillées dans les plaines de Catane et de Vittoria, dans la zone de Pachino et entre Palazzolo Acreide et Noto.

En 1935, dans la Sicile centre-méridionale, eurent lieu les recherches géologiques de la *Vacuum Oil Co.*, qui ne furent suivies d'aucun forage

Entre 1935 et 1943, l'*Agip* exécuta onze forages, dont trois à une profondeur de plus de 1 000 m : Nicastro (1 320,10 m), Lercara (1 483,20 m), Nicosia (2 016 m). Les autres étaient concentrés près des indices de Pachino, Bronte et Gioitto ; dans ces deux dernières localités, des productions minimales de pétrole et modestes de gaz furent obtenues (respectivement quelques dizaines de litres et quelques milliers de mètres cubes par jour).

Pendant la guerre, la *Società Anonima per le Forze Endogene* exécuta trois sondages modestes, sans résultats, dans le voisinage des indices de Caltanissetta et Cerami.

En résumé, on peut dire que les recherches accomplies avant la seconde guerre mondiale consistèrent, pour une grande partie, en forages de modeste importance, situés au voisinage d'indices de surface, souvent dans des séries considérées maintenant comme olisthostromiques. Elles

ne donnèrent aucun résultat industriel, vu la connaissance approximative que l'on avait de la géologie de l'île et le manque de méthodes de recherche capables de résoudre ses problèmes.

Après la guerre, les recherches pétrolières reprirent avec intensité et, cette fois, vu les perfectionnements techniques qui avaient été obtenus pendant ce temps, avec des moyens adaptés à la complexité du problème.

En 1947-49, les recherches de E. BENE0, accomplies en partie pour la *McMillan Petroleum Corporation* et pour l'*American Independent Oil Co.*, ouvrirent la voie à la compréhension du phénomène olisthromique et, en conséquence, à une diagnose structurale de la Sicile plus conforme à la réalité. En même temps, la *Società Italo Americana Ricerche e Produzione Petroli* (remplacée ensuite par la *Gulf Oil Co.*) s'intéressait au haut plateau de Raguse.

Enfin la *Regione Siciliana* même, par la loi du 5 août 1949, entreprenait directement des recherches géologiques et géophysiques, tandis que, par la loi du 20 mars 1950, elle réglementait la recherche des hydrocarbures liquides et gazeux selon des principes libéraux qui attirèrent de nombreux chercheurs, de sorte qu'en 1957 la quasi-totalité de la surface sédimentaire de l'île était concédée en permis.

Les résultats ne se firent pas attendre (pour l'emplacement des forages voir planche XIV) ; en 1952, la *Società Leonardi* découvrit un gisement gazeux dans le Quaternaire de la plaine de Catane, tandis que, le 27 septembre 1953, le forage Raguse 1, implanté après une série d'études photogéologiques, gravimétriques, sismiques et quelques forages stratigraphiques, trouva du pétrole à 1 928 m de profondeur dans les dolomies de la formation Taormina, devenant ainsi le premier puits de pétrole industriellement productif de l'île. Par la suite, en juin 1954, le forage Vittoria 1 découvrait aussi du pétrole, malheureusement très dense, dans la même formation.

Après eurent lieu les découvertes suivantes : Bronte 1 (1955 : gaz et gazoline dans la formation Collesano), Gela 1 (1956 : pétrole dense dans la formation Taormina), Rizzo 1 (1956 : gaz dans le Quaternaire), Vasadonna 1 (1956 : gaz dans la formation Terravecchia), Marinella 1 (1957 : gaz dans la formation Terravecchia), Enna 2 (1957 : gaz dans le Tertiaire), Noto 1 (1957 : pétrole dans la formation Taormina),

Lipponè 1 (1958 : gaz dans la formation Terravecchia), Dirillo 1 (1958 : pétrole dans la formation Taormina), Cammarata 1 (1959 : pétrole dans la formation Taormina-Villagonia équivalente), Gagliano 1 (1960 : gaz et gazoline dans la formation Collesano).

Malheureusement, tous les forages productifs ne se révélèrent pas comme faisant partie de gisements ayant un intérêt industriel ; de plus, ces derniers présentèrent souvent des difficultés d'exploitation et donnèrent des produits de mauvaise qualité (pétrole excessivement dense ou gaz à haute teneur en CO<sub>2</sub>).

Toutes ces circonstances, jointes à la complexité géologique de l'île qui rendait difficile une étude rationnelle du problème pétrolier, refroidirent l'enthousiasme initial, provoquant un ralentissement du rythme des recherches se reflétant clairement dans la superficie des zones concédées en permis : 899 966 ha le 31 décembre 1960 contre 1 762 221 le 31 mars 1958.

Quoi qu'il en soit, en l'état actuel des connaissances, on peut dire que dans l'île il y a encore d'assez nombreux problèmes à résoudre et que la découverte de nouveaux gisements industriellement productifs est possible, aussi bien en ce qui concerne les problèmes de recherche déjà éprouvés, que ceux qui sont, pour le moment, seulement entrevus.

## XI. CHAMPS PÉTROLIFÈRES

### 1. Formations Taormina et Taormina équivalente.

#### Le champ de Raguse [Pl. VII, XI et XII (25)].

Il s'agit d'un anticlinal dirigé NNE-SSW, tronqué du côté oriental par un système de failles normales qui s'abaissent vers l'Est ; il existe une coïncidence non parfaite entre la structure profonde et celle de surface, due à une activité tectonique continue pendant toute l'histoire géologique connue.

Le réservoir productif est la dolomie de la formation Taormina, recouverte par les argiles avec intercalations dolomitiques de la formation Streppenosa. La porosité du réservoir est plutôt faible, par contre sa perméabilité est élevée et liée à un système compliqué de fractures.

Le contact eau/pétrole se trouve à 1 500 m (4 921 ft) sous le niveau de la mer : il y a quelque

indice de l'existence d'un niveau aquifère incliné du Nord au Sud. Le pétrole a 19,4 degrés API, les réserves sont évaluées à environ 24 millions de mètres cubes (149 200 000 bbl).

Il existe un gas-cap : le contact gaz/pétrole se trouve à environ 1 122 m (3 681 ft) sous le niveau de la mer. Le gaz contient 81,4 % d'anhydride carbonique, 11,1 % de méthane, 2,5 % d'azote, le reste est de l'oxygène, de l'hydrogène et des homologues supérieurs. A remarquer le fait que le pétrole dans le réservoir n'est pas saturé de gaz. Le gisement est soumis à un régime hydraulique. La pression dans le réservoir est en bon équilibre avec la charge hydrostatique déterminée par la vallée de la rivière Irminio ; en conséquence, les puits situés dans la vallée de l'Irminio produisent spontanément quand le pétrole est émulsionné avec le gaz ou agité et chaud, comme pendant les pompages ; toutefois, pour l'exploitation industrielle, les puits sont tous munis de pompes.

Les puits forés jusqu'au 31 décembre 1960 sont au nombre de 53 ; leur profondeur varie entre 1 524 m (5 000 ft) et 4 551 m (14 930 ft). La production annuelle est d'environ 1,5 million de mètres cubes, la production cumulée du 10 janvier 1955 au 31 décembre 1960 est d'environ 6,1 millions de mètres cubes (37 942 000 bbl). Enfin, le gisement est relié par un pipeline de 14", long de 75 km, à la baie d'Augusta.

#### Le champ de Gela [Pl. XIII (44)].

Il s'agit d'un anticlinal dirigé NNE-SSW, coupé par des failles presque orthogonales. La série stratigraphique est analogue à celle du champ de Raguse avec, en plus, la présence de sédiments des formations Gessoso-Solfifera et Ribera, cette dernière avec une intercalation olistostromique.

Le réservoir productif est constitué par les dolomies de la formation Taormina ; accessoirement le pétrole se trouve aussi dans les calcaires dolomitiques de la partie inférieure de la formation Strepenosa.

La dolomie est souvent fracturée et présente de nombreuses vacuoles ; la porosité et la perméabilité effective sont principalement contrôlées par des fractures.

Le contact eau/pétrole se trouve à environ 3 517 m (11 538 ft) sous le niveau de la mer ; la nappe d'eau serait à peu près horizontale. L'épaisseur maximale de la zone imprégnée est

d'environ 379 m (1 243 ft) ; le réservoir est soumis à un régime en prédominance hydraulique. Le pétrole brut a 7,3 degrés API ; il est produit en même temps que du gaz ayant la composition suivante : anhydride carbonique 75,87 %, méthane 9,34 %, azote 1,26 %, le reste étant composé principalement d'homologues supérieurs.

Comme dans le champ de Raguse, le pétrole dans le réservoir n'est pas saturé de gaz.

Le pétrole s'écoule spontanément, mais en quantités trop petites pour être économiquement rentable ; par conséquent, tous les puits sont munis de pompes. Pour diminuer la viscosité du pétrole brut, facilitant ainsi le pompage et améliorant la récupération totale, on introduit dans le puits, pendant le pompage, du gas-oil dans la proportion de 5-10 % du pétrole brut produit. Dans des conditions normales, la production d'un puits serait de 180 m<sup>3</sup>/j (1 120 bbl). Les conduits de collecte et les réservoirs de stockage sont isolés thermiquement afin de maintenir suffisamment basse la viscosité du pétrole brut.

Les puits forés jusqu'au 31 décembre 1960 sont au nombre de 46 ; leur profondeur varie de 3 300 à 3 941 m (10 820 à 12 930 ft). La production annuelle, encore en phase de développement, a atteint 500 000 m<sup>3</sup> (3 120 000 bbl) ; la production cumulée (depuis le début de 1957), 1 million de mètres cubes (6 220 000 bbl). Le pétrole brut sera utilisé dans une usine pétrochimique en construction dans le voisinage.

#### Le champ du Pont Dirillo (38).

Il s'agit d'une structure secondaire située à l'Est de celle de Gela dont elle a, à peu près, les mêmes caractéristiques. Quatre puits y ont été forés, dont un stérile ; leur profondeur atteint 3 100-3 300 m (10 170 à 10 820 ft).

#### Le champ de Cammarata (38).

Il s'agit d'une autre structure secondaire située au Nord de celle de Gela ; deux puits y ont été forés à 3 500 m (11 482 ft) de profondeur, tous les deux productifs. Ce champ est caractérisé par la présence d'une série mésozoïque quelque peu différente de celle de Gela, à cause de l'apparition d'un faciès récifal analogue à celui qui a été décrit dans la partie septentrionale de la Province sud-orientale (formation Taormina-Villagonia équivalente).

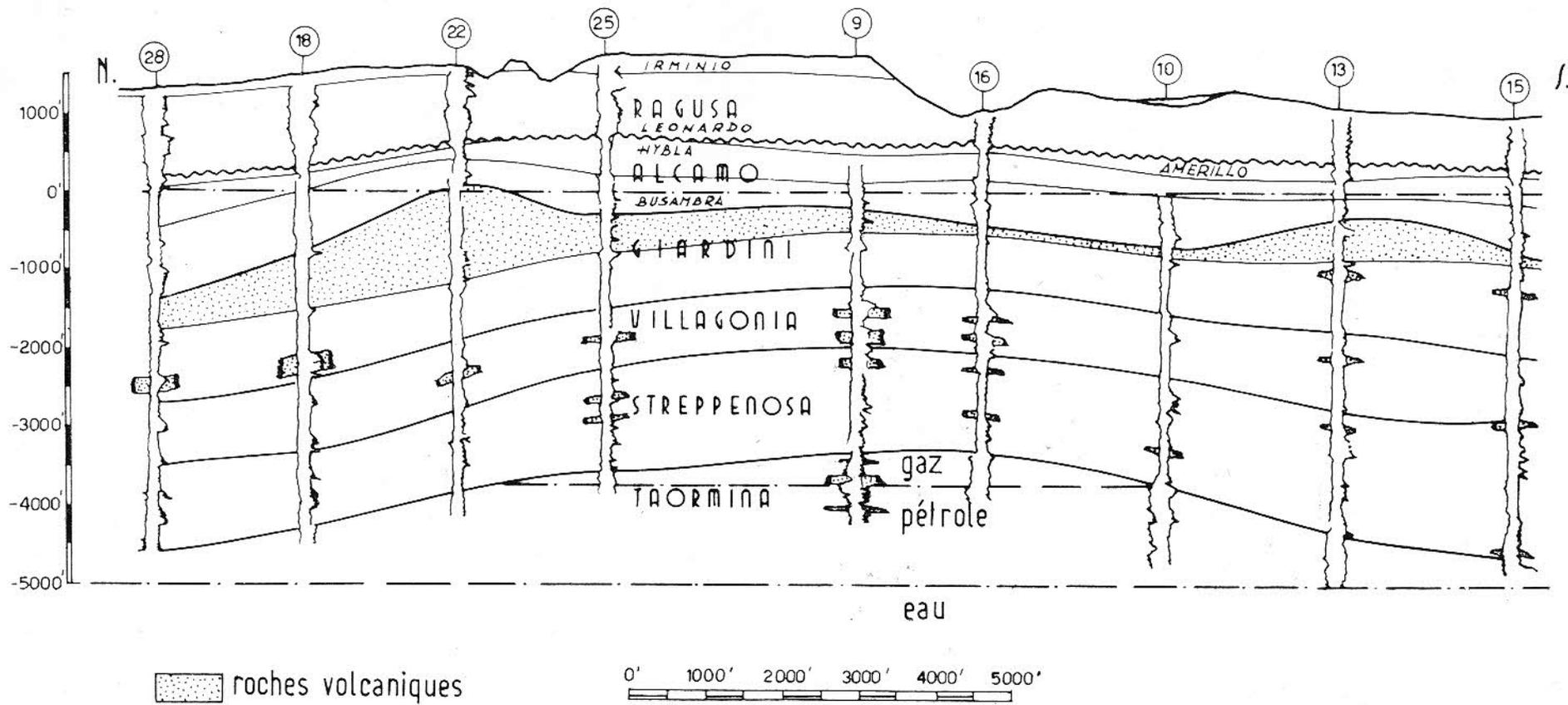


PLANCHE XI. — Coupe géologique N-S du champ de Raguse (par F. T. KAFKA et R. K. KIRKBRIDE, 1959).

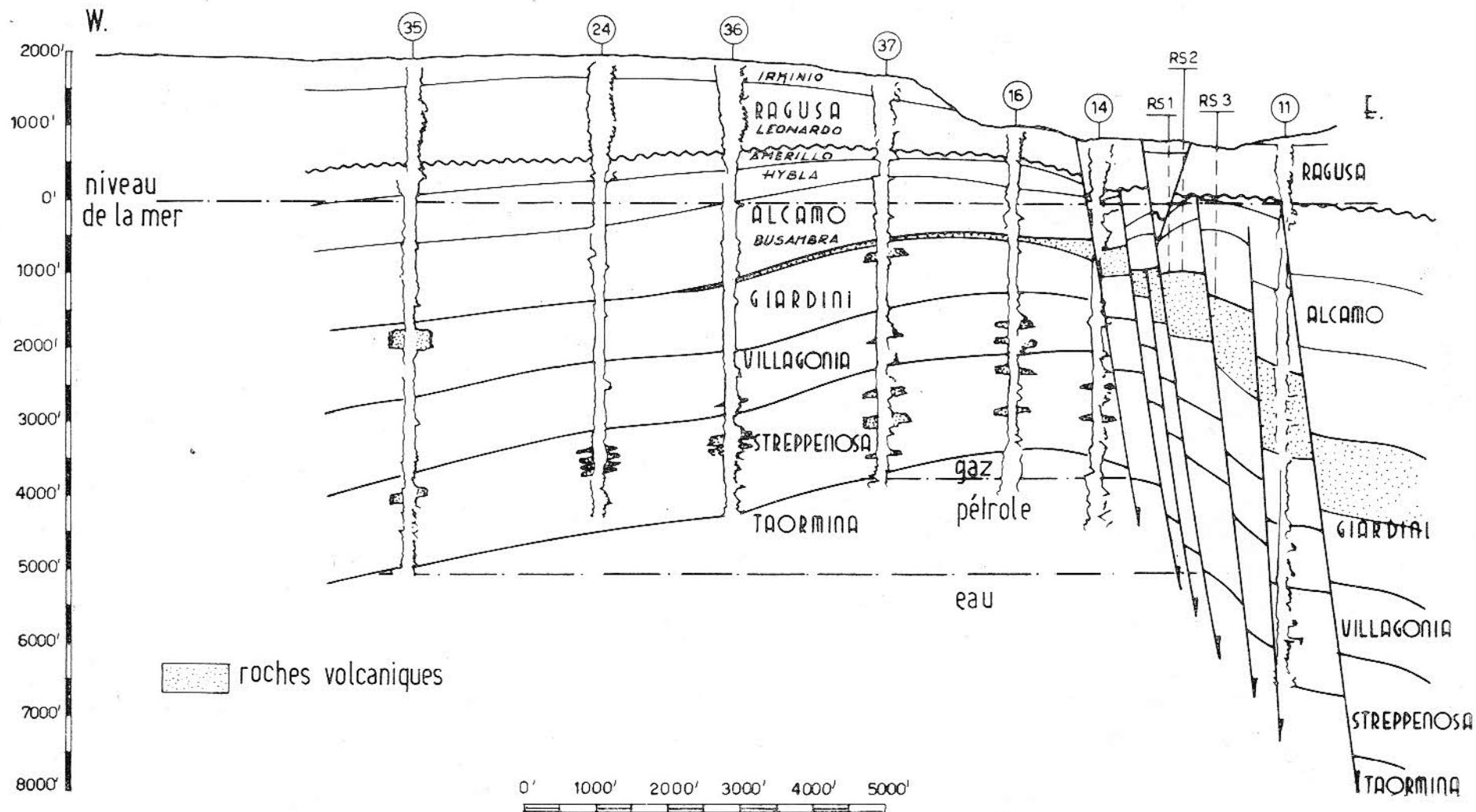


PLANCHE XII. — Coupe géologique E-W du champ de Raguse (par F. T. KAFKA et R. K. KIRKBRIDE, 1959).

## 2. Formation Terravecchia.

### Le champ de Lippone-Mazzara (38).

On connaît fort peu ce gisement ; il s'agit d'une production de gaz qui provient d'horizons sableux de la formation Terravecchia, recouverts par les argiles de la même formation.

Onze puits ont été forés (sept productifs), ayant une profondeur variable entre 700 et 2 583 m (2 297 à 8 474 ft).

La construction d'un pipeline de 6" qui amènera le gaz à Mazzara del Vallo est en cours.

## 3. Quaternaire de la plaine de Catane.

### Le champ de Catane (38).

Il s'agit d'une production de gaz provenant de couches sableuses (0,70-4,50 m) intercalées dans les séries quaternaires de la plaine de Catane.

Quatorze puits ont été forés dans ce but (sept stériles), d'une profondeur variable entre 640 et 2 730 m (2 100 et 8 957 ft) ; les horizons productifs se trouvent à environ 500 m de profondeur (1 640 ft).

Le gaz produit contient de l'anhydride carbonique, dont la teneur a varié de 28 à 35 % pendant la production.

Le champ est relié à une centrale thermo-électrique par un pipeline de 2" 1/2, de 3,8 km de longueur.

Le débit moyen initial du puits Catania 6 a été évalué à environ 6 000 m<sup>3</sup>/j (212 000 cu.ft). La production a diminué de 25 millions de mètres cubes annuels, en 1955, à 170 000 (883,5 millions de cu.ft — 6 millions de cu.ft) en 1960, en partie pour des raisons étrangères à la possibilité de production du champ. La production cumulée de 1955 à 1960 est d'environ 80 millions de mètres cubes (2 824 000 000 cu.ft).

### Le champ de Cisina (38).

Semblable au précédent et relié au même système de distribution, il compte huit puits

(trois productifs) ayant une profondeur variable entre 700 et 1 464 m (2 296 à 4 803 ft).

La production cumulée est d'environ 2 millions de mètres cubes (70 600 000 cu.ft), répartis sur deux ans (1958-1959) ; en 1960 il n'y a pas eu de production pour des causes indépendantes des possibilités de production du champ.

### Le champ de Rizzo (38).

Analogue au précédent, il comprend trois puits, profonds de 904 à 1 264 m (2 966 à 4 147 ft) dont deux stériles. La production cumulée est de 5,5 millions de mètres cubes (194 150 000 cu.ft) répartis sur 1958 et 1959. En 1960, il n'y a pas eu de production pour des causes indépendantes de la possibilité de production du champ.

## 4. Formation Collesano.

### Le champ de Bronte (38).

Il s'agit d'une recherche de gaz dans les grès de la formation Collesano, recouverts par les argiles de la même formation. Dans ce but, deux puits furent forés, (respectivement à 1 438 et 1 829 m (4 718, 6 000 ft) ; le premier obtint des productions commerciales de gaz et de condensat.

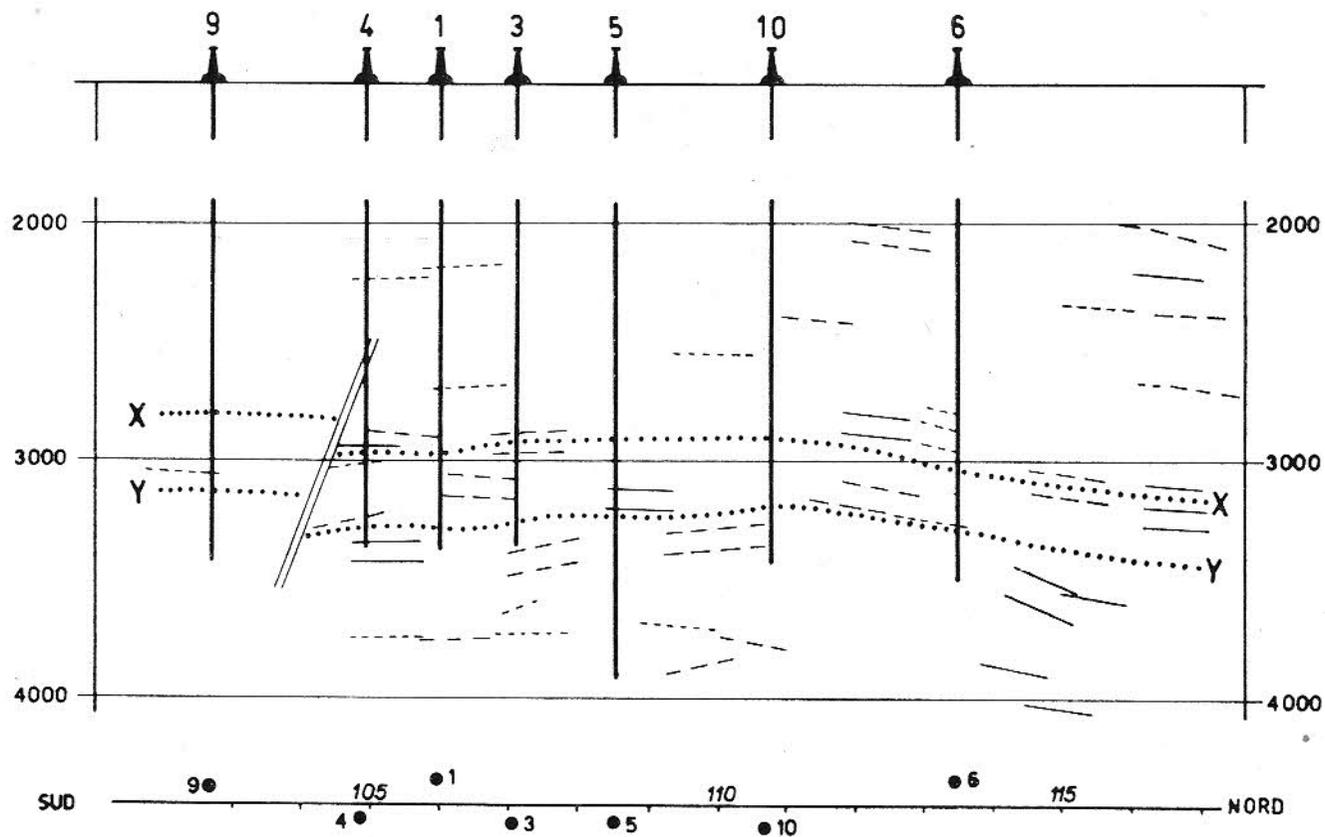
Vu le résultat négatif du second sondage, qui, de plus, n'était pas facilement corrélable avec le premier, les recherches furent suspendues.

### Le champ de Gagliano (38).

Récemment, une découverte analogue à la précédente, mais plus importante, aurait été faite dans la zone de Gagliano à une trentaine de kilomètres à l'Ouest-Sud-Ouest de Bronte.

Nous exprimons nos vifs remerciements à la *Société Montecatini* pour l'autorisation de publier la présente étude et pour l'aide donnée au cours de son élaboration. En plus, nous désirons témoigner tout particulièrement notre reconnaissance à tous ceux qui ont participé à la recherche pétrolière en Sicile, car, sans leur travail, le présent ouvrage n'aurait pu être rédigé.

*Manuscrit reçu en novembre 1961.*



/// FAILLE

X: SOMMET DE LA FORMATION STREPPENOSA

Y: SOMMET DE LA FORMATION TAORMINA

REFLECTIONS {  
 moyennes ———  
 mauvaises - - - -  
 très mauvaises ·····

0 km. 1 km. 2

PLANCHE XIII. — Coupe sismique N-S du champ de Gela (par T. Rocco, 1959).

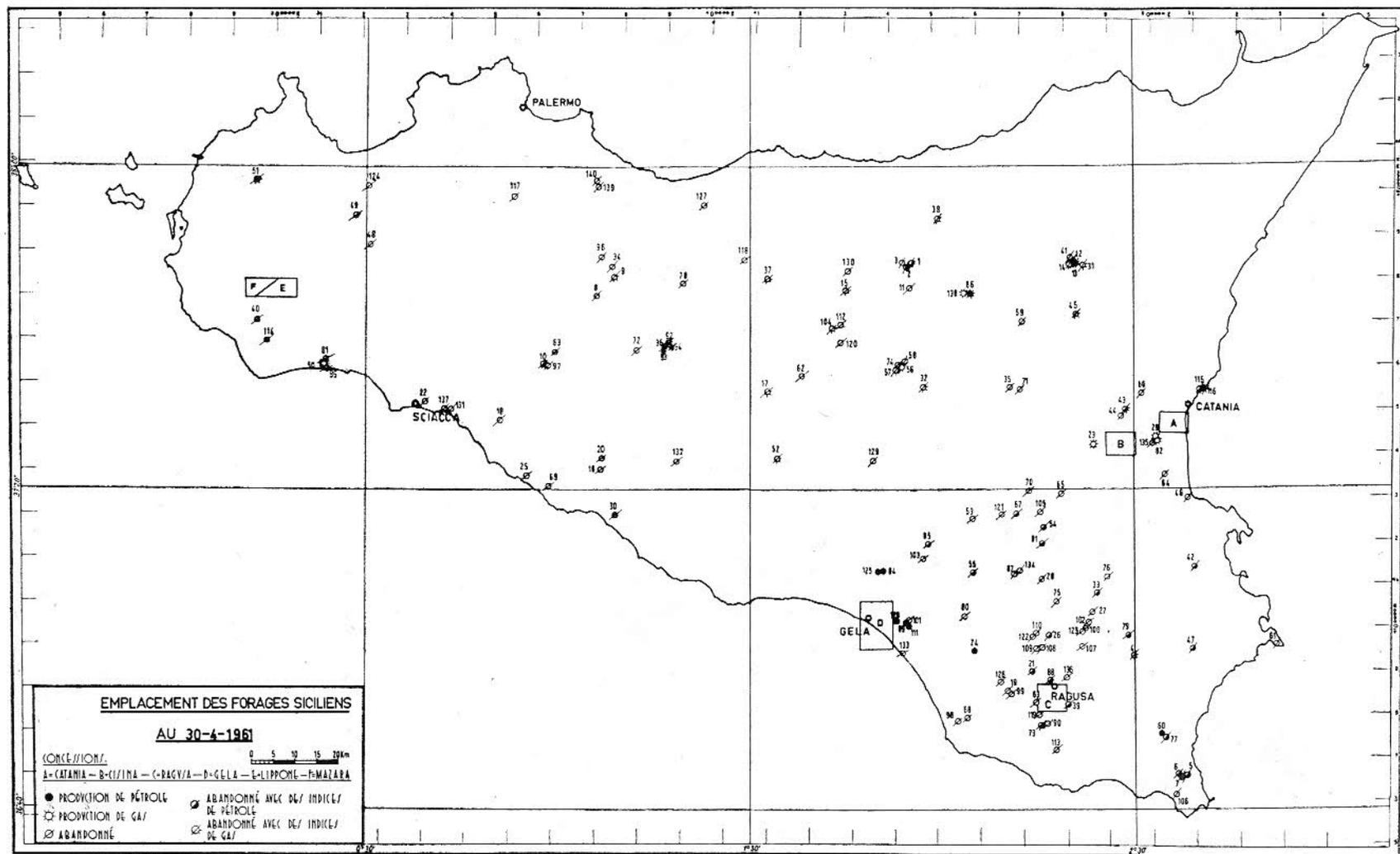


PLANCHE XIV.

|                     |     |         |                         |     |         |                         |     |         |                       |     |         |
|---------------------|-----|---------|-------------------------|-----|---------|-------------------------|-----|---------|-----------------------|-----|---------|
| 1) S. Agrippina 1   | mt. | 76      | 36) Platani 1           | mt. | 701     | 71) Raddusa 2           | mt. | 3098    | 106) Pachino 4        | mt. | 5003    |
| 2) S. Agrippina 2   | "   | 148     | 37) Avanello 1          | "   | 3051    | 72) Platani 2           | "   | 3378    | 107) Margherita S 3   | "   | 740     |
| 3) S. Agrippina 3   | "   | 423     | 38) Capizzi 1           | "   | 2013,20 | 73) Streppenosa 1       | "   | 2908,41 | 108) Gallo S 1        | "   | 960     |
| 4) Micastra 1       | "   | 1350    | 39) Modica 1            | "   | 3060,30 | 74) Enna 5              | "   | 1901,80 | 109) Gallo S 2        | "   | 764     |
| 5) Pachino 1        | "   | 538     | 40) Gazzera 1           | "   | 1320    | 75) Monterosso Almo 1   | "   | 1217,98 | 110) Gallo S 3        | "   | 554     |
| 6) Pachino 2        | "   | 327     | 41) Bronte 2            | "   | 1829    | 76) Buccheri 2          | "   | 1482,24 | 111) Ponte Dirillo 3  | "   | 3132    |
| 7) Pachino 3        | "   | 408     | 42) Melilli 1           | "   | 2641,70 | 77) Noto 2              | "   | 3200    | 112) Villarosa 2      | "   | 1392,94 |
| 8) Val Riena 1      | "   | 653     | 43) Vasadonna 1         | "   | 1967,25 | 78) Valledolmo 1        | "   | 3197    | 113) Scicli 1         | "   | 4704    |
| 9) Leroara 1 (Agip) | "   | 1463    | 44) Vasadonna 2         | "   | 1532,20 | 79) Palazzolo 1         | "   | 2429,87 | 114) Campobello Maz.1 | "   | 967,50  |
| 10) Bivona 1        | "   | 1051    | 45) Castelluzzo 1       | "   | 2183    | 80) S. Pietro 1         | "   | 2193,65 | 115) Lesina S. Franc. | "   | 594     |
| 11) Nicosia 1       | "   | 2024    | 46) Lentini 1           | "   | 532,40  | 81) Marinella 2         | "   | 1401,50 | 116) Lesina S. Gius.  | "   | 679     |
| 12) Bronte 1 (Agip) | "   | 275     | 47) Siracusa 1          | "   | 3447,29 | 82) Rizzo 2             | "   | 1264,70 | 117) Marineo 1        | "   | 2521,80 |
| 13) Bronte 2 (Agip) | "   | 308     | 48) Poggioreale 1       | "   | 1670,30 | 83) Bivona 2            | "   | 584,50  | 118) Colla 1          | "   | 2238    |
| 14) Bronte 3 (Agip) | "   | 207     | 49) Segesta 1           | "   | 3194    | 84) Cammarata 1         | "   | 3733,80 | 119) Streppenosa S 2  | "   | 1083    |
| 15) Gangi 1         | "   | 1148    | 50) Marinella 1         | "   | 1401    | 85) Caltagirone 1       | "   | 4176,20 | 120) Villarosa 3      | "   | 1339,89 |
| 16) Aragona A1      | "   | 210,50  | 51) Trapani 1           | "   | 1483,77 | 86) Gagliano 1          | "   | 4005    | 121) Mineo 2          | "   | 2897    |
| 17) S. Cataldo 1    | "   | 204     | 52) Barrafranca 1       | "   | 1524    | 87) Grammichele S 1     | "   | 183     | 122) Gallo 1          | "   | 1653,54 |
| 18) Ribera 1        | "   | 225     | 53) Piazza Armerina 1   | "   | 3710,63 | 88) Leonardo 1          | "   | 2149,14 | 123) Margherita 1     | "   | 1744,07 |
| 19) Co 1            | "   | 379     | 54) Francofonte 1       | "   | 1927,25 | 89) Ponte Dirillo 1     | "   | 3282    | 124) Alcamo 1         | "   | 2497,50 |
| 20) Aragona 1       | "   | 3078,48 | 55) Troitta 1           | "   | 2520,39 | 90) Streppenosa S 1     | "   | 501,39  | 125) Cammarata 2      | "   | 3485    |
| 21) Comiso 1        | "   | 2267,71 | 56) Enna 2              | "   | 2025    | 91) Francofonte 2       | "   | 1927,25 | 126) Conti S 1        | "   | 762     |
| 22) Sciacca 1       | "   | 2676    | 57) Enna 3              | "   | 2077    | 92) Montoni 1           | "   | 748     | 127) Cerda 1          | "   | 3309    |
| 23) Ardizzono 1     | "   | 925     | 58) Enna 4              | "   | 1634,40 | 93) Montoni 2           | "   | 687     | 128) Ponte Dirillo 4  | "   | 3102,50 |
| 24) Vittoria 1      | "   | 2993,60 | 59) Regalbuto           | "   | 569,50  | 94) Traina 1            | "   | 719     | 129) Mazzarino 1      | "   | 271     |
| 25) Montallegro 1   | "   | 1679,60 | 60) Noto 1              | "   | 3117    | 95) Marinella 3         | "   | 1200    | 130) Zimmarà 1        | "   | 2748    |
| 26) Chiaramonte 1   | "   | 2255,52 | 61) La Maddalena        | "   | 222     | 96) Vicari 1            | "   | 470     | 131) Cianciana S 1    | "   | 503     |
| 27) Chiarratana 1   | "   | 2150    | 62) Caltanissetta 1     | "   | 2000    | 97) Bivona 3            | "   | 2455    | 132) Racalmuto 1      | "   | 212     |
| 28) Licodia 1       | "   | 2440,23 | 63) Fortugno 1          | "   | 2218,84 | 98) S. Croce Camerina 2 | "   | 2950,50 | 133) Acate 1          | "   | 3388    |
| 29) Rizzo 1         | "   | 1120,20 | 64) S. Demetrio 1       | "   | 1547,50 | 99) Rocca 1             | "   | 2458    | 134) Grammichele 1    | "   | 1508,46 |
| 30) Agrigento 1     | "   | 1482    | 65) Sigona Grande 1     | "   | 1830,63 | 100) Margherita S 1     | "   | 647     | 135) Rizzo 3          | "   | 904     |
| 31) Bronte 1        | "   | 1438    | 66) Motta 1             | "   | 1280    | 101) Ponte Dirillo 2    | "   | 3291    | 136) Cono 1           | "   | 2606    |
| 32) Enna 1          | "   | 736     | 67) Mineo 1             | "   | 2277,80 | 102) Margherita S.2     | "   | 638     | 137) Cianciana 1      | "   | 2207,90 |
| 33) Buccheri 1      | "   | 2188,46 | 68) S. Croce Camerina 1 | "   | 915     | 103) Poggiodiano        | "   | 497,20  | 138) Gagliano 2       | "   | 2980    |
| 34) Leroara 1       | "   | 611,22  | 69) Funta Secca B       | "   | 563,50  | 104) Villarosa 1        | "   | 1304,85 | 139) Baucina 1        | "   | 400     |
| 35) Raddusa 1       | "   | 610,82  | 70) Naftia 1            | "   | 2052,70 | 105) Naftia 2           | "   | 1132,50 | 140) Baucina 2        | "   | 228     |

PLANCHE XV. — Liste des forages Siciliens (au 30 avril 1961).

(Pour l'emplacement, voir Planche XIV).

## BIBLIOGRAPHIE

- La bibliographie a été limitée de propos délibéré aux ouvrages les plus récents, desquels il sera facile de remonter aux précédents.
- (1) ACCORDI (B.). — 1958. Relazione sui rilevamenti geologici del 1956 sui Monti Nebrodi. *Boll. Serv. Geol. It.*, **LXXIX**.
  - (2) ALLISON (A.). — 1953. La geologia della zona di Priolo (Siracusa). *Guida alle escursioni della 57<sup>a</sup> Riunione della Soc. Geol. It.*, Palermo.
  - (3) ANDRICHUCK (J. M.). — 1961. Stratigraphic evidence for tectonic and current control of Upper Devonian reef sedimentation, Duhamel area, Alberta, Canada. *Bull. Amer. Ass. of Petrol. Geol.*, **45**.
  - (4) BAGGIO (P.). — 1956. Osservazioni geologiche nei dintorni di Castronovo di Sicilia (Alta valle del Fiume Platani). *Boll. Soc. Geol. It.*, **LXXV**.
  - (5) BELOUSSOV (V. V.). — 1959. Types of folding and their origin. *International Geology Review*, **1**, n° 2.
  - (6) BELTRANDI (M. D.). — 1960. Itinerary, first day, may 27, 1960. *Petr. Expl. Soc. of Lybia, Excursion in Sicily*, Rome.
  - (7) BEMMELLEN (R. W. VAN). — 1960. New views on East-Alpine orogenesis. *Int. Geol. Congr.*, XXI session, Norden, part XVII.
  - (8) BENEIO (E.). — 1955. Les résultats des études pour la recherche pétrolifère en Sicile. *Fourth World Petr. Congr.*, section I/A/2, Rome.
  - (9) CAMPISI (B.). — 1958. Lineamenti geologici della regione di Sant'Agata di Militello, Floresta e zone contermini (Sicilia settentrionale). *Boll. Serv. Geol. It.*, **LXXX**.
  - (10) CASTANY (G.). — 1952. Paléogéographie, tectonique et orogénèse de la Tunisie. *XIX<sup>e</sup> Congrès Géol. Inter. Monographies Régionales*, 2<sup>e</sup> série : Tunisie, n° 1, Tunis.
  - (11) CASTANY (G.). — 1956. Essais de synthèse géologique du territoire Tunisie-Sicile. *Publ. du Serv. Géol. de Tunisie, Annales des Mines et de la Géologie*.
  - (12) CIANI (A.), GANTAR (C.) et MORELLI (C.). — 1960. Rilievo gravimetrico sullo zoccolo epicontinentale dei Mari Italiani. *Boll. di Geof.*, anno II, n° 6.
  - (13) CIPOLLA (F.). — 1953. Escursione n° 2 del 5 Ottobre 1953. *Guida alle Escursioni della 57<sup>a</sup> Riunione della Soc. Geol. It.*, Palermo.
  - (14) COLACICCHI (R.). — 1958. Relazione sul rilevamento delle tavolette « Galati Mamertino » e « Naso » (F° 252) (Sicilia Settentrionale). *Boll. Serv. Geol. It.*, **LXXX**.
  - (15) COLOMBO (V.) et SIRONI (G.). — 1959. Geochemical analysis of Italian Oils and Asphalts. *Fifth World Petr. Congr.*, section I/10, New York.
  - (16) CRESCENZI (S.) et PETROCCHI (P.). — 1954. Le manifestazioni di idrocarburi in Sicilia. *Riv. Min. Sic.*, anno V, n° 28-29.
  - (17) FABIANI (R.). — 1954. Studi e ricerche a scopo petrolifero in Sicilia nel primo cinquantennio del secolo. *Contributi di Sc. Geol.*, **III**, Supplemento alla « Ricerca Scientifica », anno 24.
  - (18) FABIANI (R.) et TREVISAN (L.). — 1940. Prove dell'esistenza di uno stile a falde di ricoprimento nei Monti di Palermo. *Atti della R. Acc. d'It.*, **XI**.
  - (19) FLORES (G.). — 1959. Evidence of slump phenomena (Olistostromes) in areas of hydrocarbons exploration in Sicily. *Fifth World Petr. Congr.*, section I/13, New York.
  - (20) FLORIDIA (G. B.). — 1931. Osservazioni geologiche sul Monte Inici. *Boll. Soc. Geol. It.*, **L**.
  - (21) FLORIDIA (G. B.). — 1949. Bibliografia geologico-mineraria della Regione Siciliana. *Giorn. Sc. Nat. ed Ec.*, **47**, Sez. I.
  - (22) FLORIDIA (G. B.). — 1956. Bibliografia geologico mineraria della Sicilia, Prima Appendice. *Tip. Montana*, Palermo.
  - (23) GIANOTTI (A.). — 1958. Deux faciès du Jurassique supérieur en Sicile. *Revue de Micropaleont.*, n° 1.
  - (24) GIANOTTI (A.) et PETROCCHI (P.). — 1960. Itinerary, fourth day, May 30, 1960. *Petr. Expl. Soc. of Lybia, Excursion in Sicily*, Roma.
  - (25) KAFKA (F. T.) et KIRKBRIDE (R. K.). — 1959. The Ragusa Oil Field (Sicily). *Fifth World Petr. Congr.*, section I/12, New York.
  - (26) HUBBERT (M. K.) et RUBEY (W. W.). — 1959. Role of fluid pressure in mechanics of overthrust faulting. *Bull. Geol. Soc. of Am.*, **70**.
  - (27) JACOBACCI (A.). — 1953. Contributi alla conoscenza della serie mesozoica della Sicilia occidentale. *Boll. Serv. Geol. It.*, **LXXV**.
  - (28) MARCHETTI (M. P.). — 1956. The occurrence of slide and flowage materials (olistostromes) in the Tertiary Series of Sicily. *Inter. Geol. Congr.*, Mexico City.
  - (29) MARCHETTI (M. P.). — 1960. Summary introduction to Geology of Sicily. *Petr. Expl. Soc. of Lybia, Excursion in Sicily*, Roma.
  - (30) MATTAUER (M.). — 1961. Sur l'allure du sillon eugéosynclinal d'Afrique du Nord. *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, fasc. 2.
  - (31) MAUGERI PATANE' (G.). — 1932. Introduzione allo studio geopaleontologico del Monte Ucina e dintorni (Provincia di Messina). *Boll. Soc. Geol. It.*, **LXI**.
  - (32) MELTON (F. A.). — 1959. Aerial photographs and structural geomorphology. *Journ. of Geol.*, **67**, n° 4.
  - (33) MORETTI (A.). — 1953. Osservazioni geologiche sul Monte San Calogero presso Termini Imerese. *Boll. Serv. Geol. It.*, **LXXV**.
  - (34) NEVIANI (I.). — 1961. Geologia e tettonica dei Monti di Palermo. *Riv. Min. Sic.*, anno XII, n° 67.
  - (35) OGNIBEN (L.). — 1954. Le argille brecciate

- siciliane. *Mem. Istit. di Geol. e Miner. dell' Univ. di Padova*, **XVIII**.
- (36) OGNIBEN (L.). — 1957. Petrografia della serie solfifera siciliana e considerazioni geologiche relative. *Mem. descr. Carta Geol. d' It.* **XXXIII**, Roma.
- (37) OGNIBEN (L.). — 1960. Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord-orientale. *Riv. Min. Sic.*, anno XI, n° 64-65.
- (38) REGIONE SICILIANA (Ass. Ind. e Comm.). — 1958-1960. *Boll. Reg. Min.*, n° 1-12, Palermo.
- (39) RIGO DE RIGHI (F.). — 1956. Olistostromi neogenici in Sicilia. *Boll. Soc. Geol. It.*, **LXXXV**.
- (40) RIGO DE RIGHI (F.). — 1956. Sinclinali disarmoniche per lenticolarità di sedimentazione. *Riv. Min. Sic.*, anno VII, n° 39.
- (41) RIGO DE RIGHI (M.). — 1954. Notizie sulla geologia di una zona a Nord di Menfi. *Riv. Min. Sic.*, anno V, n° 26.
- (42) RIGO DE RIGHI (M.). — 1958. Studi idrodinamici in relazione alle possibilità petrolifere della Sicilia. *Atti del Conv. Intern. di Studi : Petrolio di Sicilia*, Palermo.
- (43) RIGO DE RIGHI (M.) et BARBIERI (F.). — 1958. Stratigrafia pratica applicata in Sicilia. *Boll. Serv. Geol. It.*, **LXXX**.
- (44) ROCCO (T.). — 1959. Gela in Sicily an unusual oil field. *Fifth World Petr. Congr.*, section I/II, New York.
- (45) RUGGERI (G.). — 1959. Il Paleogene e il Miocene del Monte Bonifato presso Alcamo. *Riv. Min. Sic.*, anno X, n° 57.
- (46) RUGGERI (G.). — 1959. Osservazioni preliminari sulla stratigrafia della Regione di Sciacca. *Riv. Min. Sic.*, anno X, n° 58-59.
- (47) SCALIA (S.). — 1909. Il gruppo del Monte Judica. *Boll. Soc. Geol. It.*, **XXVIII**, Roma.
- (48) SCHMIDT DI FRIEDBERG (P.). — 1960. Itinerary, third day, May 29, 1960. *Petr. Expl. Soc. of Lybia, Excursion in Sicily*, Roma.
- (49) SCHMIDT DI FRIEDBERG (P.), BARBIERI (F.) et GIANNINI (G.). — 1960. La geologia del gruppo montuoso della Madonie (Sicilia Centro-Settentrionale). *Boll. Serv. Geol. It.*, **LXXXI**, Roma.
- (50) SPINICCI (G. L.). — 1954. Sul campo geomagnetico regionale per la Sicilia. *Riv. di Geof. Appl.*, anno XV, n° 2.
- (51) TAMAJO (E.). — 1960. Microfacies mesozoiche della Montagna della Busambra. *Riv. Min. Sic.*, anno XI, n° 63.
- (52) TREVISAN (L.). — 1935. Studi e ricerche geologiche e petrografiche sulle rocce eruttive pre-terziarie della Sicilia occidentale (parte I<sup>a</sup>): Studio geologico del centro eruttivo giurese di Giuliana in Provincia di Palermo. *Per. di Mineral.*, anno VI, n° 1.
- (53) VECCHIA (O.). — 1956. La Sicilia e le aree circostanti : lineamenti geofisici e geologia profonda. *Boll. Soc. Geol. It.*, **LXXXV**.
- (54) VOINOVSKY-KRIGER (K. G.). — 1959. Tectonic juxtaposition of facies. *Ach. Nauk. S. S. S. R., Doklady, Earth Sc. Secs.*, **124**, n° 1-6. (English translation.)
- (55) WARMAN (M. R.) et ARKELL (W. G.). — 1957. A review of the Jurassic of the Western Sicily based on new Ammonite faunas. *Quart. Journ. Geol. Soc.*, **CX**, part 3.

Après la présentation du manuscrit, l'auteur a pris connaissance des ouvrages suivants sans lesquels la bibliographie donnée ci-dessous serait largement incomplète :

- (56) CAIRE (A.), GLANGEAUD (L.) et GRANDJACQUET (C.). — 1960. Les grands traits structuraux et l'évolution du territoire calabro-sicilien (Italie méridionale). *Bull. Soc. Géol. de France*, septième série, **II**, n° 7.
- (57) GLANGEAUD (L.), CAIRE (A.) et GRANDJACQUET (C.). — 1961. L'orogénèse ponto-plioquaternaire de l'aire calabro-sicilien et ses caractères géodynamiques. *C. R. Ac. Sc.*, t. **252**, p. 145-7.
- (58) RIGO (M.) et CORTESINI (A.). — 1959. Contributo alla conoscenza strutturale della Sicilia sud-orientale. *Bull. Serv. Geol. d' It.*, **LXXXI**.