

**ÉTUDE GÉOLOGIQUE**  
FAITE  
**EN CALABRE ET EN SICILE**  
APRÈS  
**LE TREMBLEMENT DE TERRE**  
DU 28 DÉCEMBRE 1908

PAR

**René d'ANDRIMONT**

Ingénieur des mines, Ingénieur-géologue (A. I. Lg.),  
Professeur de géologie à l'Institut agricole de l'État  
à Gembloux (1).

---

Dès le lendemain de la catastrophe du 28 décembre 1908, mon ancien professeur et ami M. Lohest, professeur de géologie à l'Université de Liège, et moi, eûmes l'idée de nous rendre en Sicile et en Calabre pour étudier la structure géologique de la région et pour y observer les effets du tremblement de terre.

Par suite de diverses circonstances, mais surtout à cause des difficultés du voyage dans le pays dévasté, nous ne pûmes nous mettre en route que vers la mi-février.

M. Lohest, accompagné d'un de ses élèves de nationalité italienne, M. Raffo, avait déjà étudié les environs de Pizzo lorsque je vins le rejoindre. Nous fîmes des observations en commun à Pizzo, à Palmi, à Bagnara, à Favazzina et sur la côte calabraise jusqu'à Reggio, puis je continuai mon étude aux environs de Messine, tandis que M. Lohest rentrait en Belgique après avoir passé quelques heures seulement sur le territoire sicilien.

---

(1) Mémoire présenté en séance spéciale le 26 mars 1909.

M. Lohest a déjà donné communication à la Société géologique de Belgique, le 21 mars dernier, des observations qu'il a faites. Il en tire surtout des conclusions quant à la tectonique de la Calabre et de la Sicile, et sur les relations entre les mouvements de l'écorce, anciens et récents, et les phénomènes sismiques (1).

Le présent travail envisage la question à un point de vue plus général : je parlerai plus longuement des observations faites alors que je n'étais plus accompagné de M. Lohest et je développerai spécialement les points que M. Lohest n'a que peu ou point touchés dans son exposé.

Je donnerai d'abord une notion de la géologie de la Calabre et de la Sicile d'après les travaux des géologues italiens, puis je me risquerai à émettre les quelques idées personnelles que m'ont suggérées les observations que j'ai faites sur le terrain.

Je dirai notamment quelques mots de l'idée que l'on peut se faire de ces mouvements brusques de l'écorce et des effets qui se manifestent à la surface. Je parlerai également de l'action des tremblements de terre comme agents d'érosion, puis des dégâts occasionnés aux bâtiments et ouvrages d'art établis sur des terrains de consistance et d'âge différents et sur les conclusions qu'on peut en tirer quant à l'intensité et à la direction du mouvement sismique.

Enfin je parlerai des principes qu'il faut suivre pour construire en pays instable et de l'espoir que l'on peut avoir de s'établir à nouveau dans le pays dévasté.

## I. — Notions générales sur la géologie de la Calabre et de la Sicile.

Ce n'est pas en quelques jours de voyage que l'on peut avoir la prétention de connaître complètement la nature géologique des terrains et la structure d'une région aussi vaste; aussi est-ce en faisant un large emprunt aux travaux des géologues italiens et notamment à ceux de M. E. Cortese que je décrirai, au point de vue géologique, la contrée dévastée.

L'axe de la chaîne calabraise et sicilienne est constitué par des

---

(1) *Le tremblement de terre du 28 décembre 1908 en Sicile et en Calabre et ses rapports avec la tectonique de la région.* (ANN. DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE BELGIQUE, t. XXXVI.)

terrains cristallins d'âge indéterminé : ce sont principalement des gneiss et des schistes cristallins proprement dits.

Cet axe est brusquement interrompu une première fois à la latitude du golfe de Sainte-Euphémie, puis une seconde fois entre Nicotera et Gioia, puis encore au détroit de Messine. Au delà de cette dépression naturelle, la chaîne est rejetée vers le Nord, parallèlement à elle-même.

Divers terrains plus récents reposent sur le terrain cristallin.

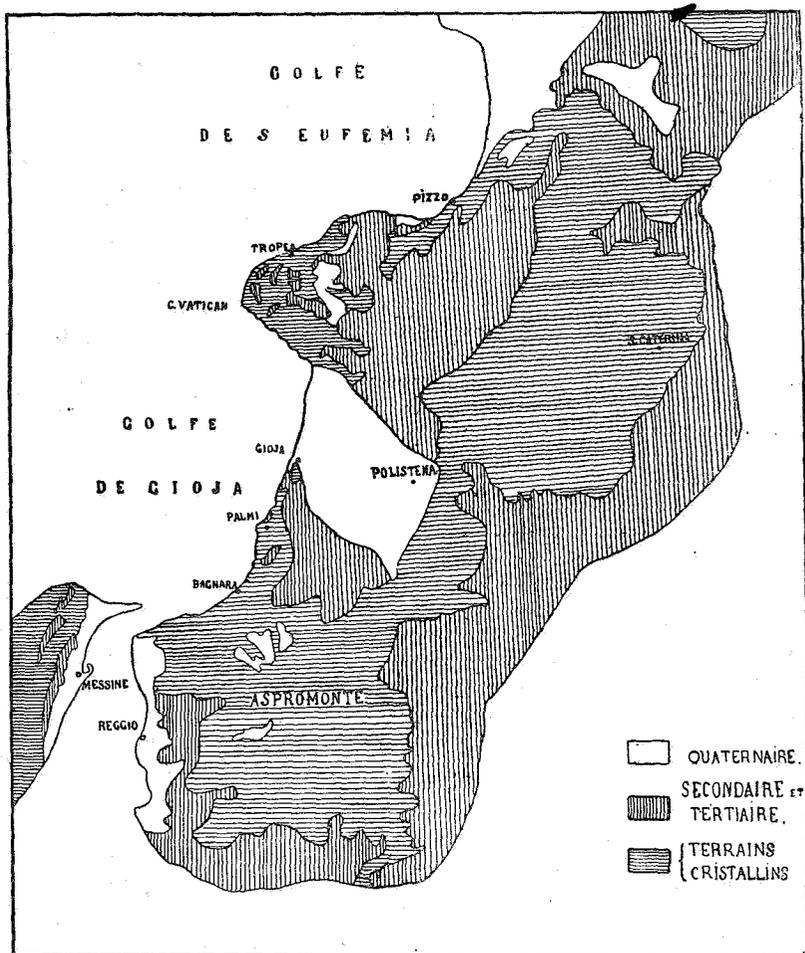


FIG. 1.

Sur le versant de la mer Ionienne, ce sont des terrains permo-carbonifères et triasiques recouverts eux-mêmes par du Miocène, du Pliocène et du Quaternaire.

Sur le versant de la mer Tyrrhénienne, les terrains antétertiaires font défaut et le Miocène repose directement en discordance de stratification sur le cristallin. On peut en déduire immédiatement l'existence d'une ère continentale antétertiaire

La carte reproduite ci-dessus (fig. 4) du travail de M. Lohest donne des indications très suffisantes sur la répartition des terrains. Il est utile de faire remarquer cependant qu'il fait rentrer le Primaire sous la rubrique « terrains cristallins ».

## II. — Observations faites sur le terrain.

Nous ne parlerons que du versant tyrrhénien de la Calabre entre le golfe de Sainte-Euphémie et Reggio, et de la Sicile aux environs immédiats de Messine, qui sont les seules régions que nous ayons personnellement étudiées.

Nous ne nous sommes pas occupé de la détermination exacte de l'âge des terrains, mais seulement de la tectonique de la région. Nous avons surtout recherché les failles qui découpent le massif de la Calabre, nous avons cherché à déterminer leur allure, leur âge relatif, car nous partions de cette idée, qui s'est d'ailleurs pleinement vérifiée dans la suite, qu'il existait une relation étroite entre les régions sujettes aux sismes et celles qui sont affectées par des décrochements horizontaux et des failles normales ou d'effondrement.

M. Lohest donne, dans le travail qu'il a publié, une coupe depuis les Carpathes jusqu'à l'Atlas qui représente, selon lui, la structure transversale de toute la chaîne alpine. Il considère les régions actuellement sujettes à des tremblements de terre, comme des anticlinaux effondrés. La Calabre et la Sicile se trouveraient sur le bord de l'anticlinal effondré de la mer Tyrrhénienne. Cette région de l'écorce serait une zone faible jalonnée par des volcans actifs et sujette à des mouvements brusques.

Nous ne pouvons qu'adopter cette manière de voir ainsi exposée dans ses grandes lignes.

### MOUVEMENTS TECTONIQUES AFFECTANT LES TERRAINS CRISTALLINS.

Avant d'entrer dans le détail des observations, nous insistons sur ce fait que nous attachons surtout de l'importance aux accidents tectoniques observés dans les terrains tertiaires.

Quant aux accidents qui affectent les schistes cristallins, nous ne pouvons rien en déduire, car ces terrains ont été tellement chiffonnés, plissés et faillés à diverses époques géologiques, qu'on ne peut retrouver dans ce chaos la trace d'un mouvement déterminé. Dans un même bloc de terrain et à quelques mètres de distance, on observe quelquefois plusieurs surfaces de glissement striées. L'orientation des surfaces et des stries varie d'un point à un autre. Divers blocs voisins semblent avoir joué les uns par rapport aux autres dans des directions différentes.

Tout ce qu'on peut dire, c'est que la plupart de ces stries de glissement sont obliques, ce qui exclut l'idée trop simpliste de mouvements verticaux qu'on est tenté d'adopter pour les affaissements de l'écorce.

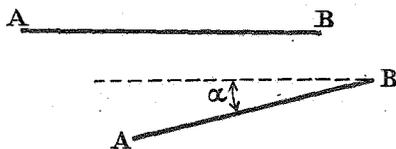


FIG. 2.

Selon nous, ces mouvements, dus à des effondrements, subissent toujours plus ou moins l'action d'une force tangentielle. Il en résulte, pour une partie déterminée de l'écorce, un mouvement compliqué, non seulement oblique, mais encore souvent accompagné d'un mouvement de bascule. Une horizontale prendra, par exemple, après un mouvement de l'écorce, la position  $AB$  après avoir subi une rotation d'un angle  $\alpha$  (fig. 2).

#### FAILLES AFFECTANT LES TERRAINS TERTIAIRES.

Nous attacherons, au contraire, une grande importance aux failles affectant les terrains tertiaires, parce qu'elles sont l'indice d'un mouvement dû à des dislocations assez récentes.

Les failles sont relativement faciles à observer, parce que les terrains tertiaires et quaternaires sont restés plus ou moins horizontaux. La seule région où ces terrains ondulent est celle de Reggio; nous y reviendrons d'une façon spéciale dans la suite.

#### FAILLES ET TERRASSES MARINES.

Ceux qui ne connaissent pas la Calabre et la Sicile trouveront peut-être surprenant de nous entendre dire que nous ne considérons pas les

failles normales affectant des terrains horizontaux, découpés par l'érosion, comme faciles à observer.

Certes, il se présente des cas, comme nous le verrons dans la suite, où la présence d'une faille normale saute aux yeux, mais il en est d'autres où il ne faut pas trop se hâter de conclure.

Il existe, en effet, tout le long de la côte calabraise des traces incontestables de terrasses marines. Lorsque ces accidents sont vus à distance, ils donnent bien l'impression d'une série d'effondrements vers la dépression de la mer Tyrrhénienne.

Ce n'est que par des observations consciencieuses que l'on peut débrouiller chaque cas particulier.

Lorsque, comme nous le verrons à Reggio, ce sont des calcaires tertiaires qui sont rejetés en escaliers, il s'agit de failles incontestables; mais lorsque l'on se trouve devant des terrains recouverts de cailloutis et disposés parallèlement aux limites d'un promontoire, comme celui du cap Vaticano, la discussion reste ouverte, du moins tant qu'on s'est borné à inspecter la carte topographique et que l'on n'a pas observé la trace de mouvements ayant affecté des terrains n'ayant pas, comme des cailloutis, une allure nettement littorale.

Jusqu'à preuve du contraire, nous considérerons que ces terrasses du promontoire de Vaticano sont d'anciennes plages soulevées et nous expliquerons leur irrégularité relative par des érosions et peut-être même par des mouvements de bascule du continent, postérieurement à leur formation.

#### FAILLES ET GLISSEMENTS DE TERRAINS SUPERFICIELS.

Ce qui rend encore plus compliquée l'observation des failles, ce sont les glissements superficiels dus à des poussées au vide que l'on observe surtout aux environs de Reggio. Le soulèvement étant récent,

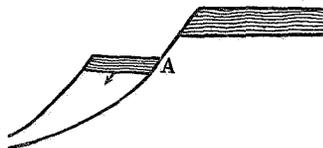


FIG. 3.

le relief est accentué, les cours d'eau ont une allure torrentielle et découpent profondément la chaîne perpendiculairement à la côte. Les escarpements sont alors dans un équilibre instable, et des paquets

entiers de terrains, sous l'action d'une poussée au vide, peuvent être mis en mouvement par des tremblements de terre. Ils glissent d'une pièce vers les dépressions. Ces paquets ayant quelquefois des dimensions considérables et la stratification y étant conservée (fig. 3), on conçoit aisément que la surface de glissement observée au point A, où l'on voit en contact des terrains de nature et d'inclinaison différentes, puisse être prise pour une faille.

Il faut avoir contourné et isolé par des observations le massif glissé pour conclure.

#### OBSERVATIONS FAITES AUX ENVIRONS DE REGGIO.

Je ne m'étendrai pas longuement sur cette région, que M. Lohest a étudiée plus en détail que moi et qu'il décrit complètement dans son travail. Il donne également des coupes et des croquis extrêmement intéressants.

La côte est nettement en gradins, mais ici, incontestablement, ce profil est dû à des failles.

Nous avons, en effet, observé en plusieurs endroits, non pas seulement des cailloutis quaternaires venant buter contre des gneiss, allure que donneraient également des terrasses marines, mais aussi des calcaires miocènes.

Ces calcaires miocènes se retrouvent à divers niveaux et, en un endroit même, il semble que l'on ait affaire à un véritable voussoir affaissé, entouré de toutes parts par des failles mettant le Tertiaire en contact avec du gneiss.

Les stries de glissement montrent que l'on se trouve devant des décrochements obliques.

Nous concluons donc en disant qu'il existe toute une série de failles plus ou moins parallèles à la côte ;

Qu'il existe également des failles dans d'autres directions et que ces failles sont plutôt perpendiculaires à la côte ;

Que ces failles perpendiculaires n'interrompent que légèrement les failles parallèles ;

Enfin, que les failles parallèles à la côte sont relativement récentes, puisque leur escarpement est conservé.

#### LE CAP VATICANO.

Les terrasses de Reggio se prolongent jusque Monteleone, où elles se perdent. Au cap Vaticano, on en retrouve d'autres, mais, comme

nous l'avons montré précédemment, il faudrait des observations de détail, que nous n'avons pas eu le temps de faire, pour exclure l'hypothèse de terrasses marines que nous admettons, jusqu'à preuve du contraire, comme nous paraissant la plus vraisemblable.

#### ENTRE NICOTERA ET GIOIA.

Lorsqu'on a dépassé le cap Vaticano, on est frappé de voir entre Nicotera et Gioia une vaste plaine qui rappelle celle qui se trouve vis-à-vis du golfe de Sainte-Euphémie. Cette plaine, comblée de cailloutis et de sables quaternaires, est limitée au Nord-Est et au Sud-Ouest par des escarpements.

Nous ne nous sommes pas arrêté pour faire des observations, mais on a bien nettement l'impression que l'on se trouve devant une région effondrée entre deux failles. Cette plaine se trouve, d'ailleurs, dans le prolongement de l'alignement des îles Lipari qui jalonnent certainement une direction de moindre résistance de l'écorce.

#### OBSERVATIONS FAITES AUX ENVIRONS DE PALMI.

Tandis que la région comprise entre Pizzo et Nicotera a été fortement éprouvée par le sisme de 1905, c'est celle au Sud de cette plaine qui a été éprouvée en 1908.

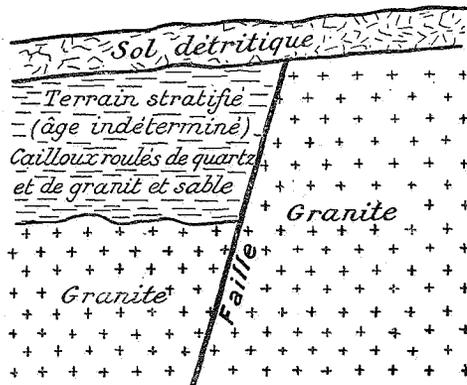


FIG. 4.

Les dégâts importants ne commencent qu'à Gioia, qui est à la limite même de l'escarpement longeant la plaine au Sud-Ouest. Nous pouvons parler brièvement des observations que nous avons faites, parce que M. Lohest les décrit longuement dans son travail.

Ici, comme à Pizzo, on observe des terrasses formant des gradins descendant vers la mer. Ces terrasses sont dues à des failles, car ce sont les calcaires du Miocène qui sont mis en contact avec du granite. On peut observer nettement quatre terrasses, mais à côté de ces failles à rejet appréciable on trouve toute une succession de failles parallèles de moindre importance.

Descendant sur la plage vis-à-vis du kilomètre 356 de la voie de chemin de fer, nous fîmes une observation des plus intéressantes, sur laquelle nous nous étendrons davantage parce que M. Lohest, ne nous y ayant pas accompagné, n'en parle pas dans son mémoire.

La falaise, haute d'une vingtaine de mètres, montre la coupe ci-dessus, où une faille est visible (fig. 4).

La direction de cette faille est N.-W.; elle est donc approximativement perpendiculaire au rivage et aux autres failles. Le rejet est impossible à mesurer parce que l'érosion a enlevé la lèvre de droite, mais une vallée également perpendiculaire au rivage jalonne le passage de cet accident et permet d'observer sur le versant droit (par conséquent du côté de la lèvre relevée) que les calcaires miocènes, appartenant à une terrasse, se trouvent nettement à un niveau plus élevé que sur le versant gauche.

On peut conclure de cette observation que, ici comme à Pizzo, il existe des failles perpendiculaires aux failles qui donnent naissance aux terrasses et que l'une d'elles tout au moins a joué postérieurement à celles-là.

#### OBSERVATIONS FAITES ENTRE PALMI ET SCILLA.

Entre Palmi et Bagnara, la voie du chemin de fer traverse un tunnel d'une très grande longueur.

Fait intéressant et que nous rapprocherons d'autres faits du même genre pour en tirer une conclusion générale, ce tunnel a parfaitement résisté aux secousses, à tel point que les trains pouvaient y circuler au lendemain de la catastrophe.

A Bagnara, nous fûmes forcés de descendre du train, la voie étant détruite. Nous fîmes à pied, le long de la grève, le trajet qui sépare Bagnara de Favazzina, ce qui nous donna l'occasion de faire des observations intéressantes.

La plage est relativement étroite et limitée par des montagnes de gneiss très escarpées. La roche est à nu à certaines places et, à

d'autres, elle est recouverte par une certaine épaisseur de terrain détritique.

L'ébranlement du sol produit par le tremblement de terre a détaché de la montagne tout ce qui n'y était pas solidement fixé; de véritables avalanches de blocs de rochers, de pierrailles entraînant avec elles ce qu'elles supportent de végétation sont venues s'abattre sur la voie et la route qui longent l'escarpement. Tous ces éléments sont tombés pêle-mêle sous l'action de la pesanteur.

Il ressort de cette observation que, dans certaines conditions, les sismes doivent être considérés comme de puissants moyens de dénudation et pourraient peut-être expliquer certains phénomènes de destruction et de transport à la surface dans des régions actuellement stables, mais qui peuvent avoir été soumises à des sismes à une époque antérieure (1).

Ici, des tunnels ont été détruits, mais il s'agit d'ouvrages d'art traversant des talus escarpés de terrains détritiques, et ils ont été entraînés avec la masse de ceux-ci.

En certains endroits où l'épaisseur des terrains était assez considérable, le glissement s'est fait d'une manière différente. Le décollement s'est produit entre les terrains meubles et le roc. Des plaques d'une certaine épaisseur se sont détachées et ont glissé d'une pièce, sans mouvement d'une partie par rapport à l'autre.

La végétation et parfois certains murs de soutènement en pierres sèches sont alors restés intacts sur le bloc transporté.

Nous avons fait d'autres observations encore, mais il est inutile de les reproduire dans ce travail, parce qu'elles ont été rapportées par M. Lohest.

#### OBSERVATIONS FAITES A SCILLA ET SAGARELLA AU NORD DE VILLA SAN GIOVANNI.

Nous avons observé, dans une vallée torrentielle perpendiculaire au rivage, une faille affectant la roche cristalline, mais non des cailloutis quaternaires appartenant à une terrasse. Dans le terrain cristallin, nous avons observé des stries de glissement obliques. Cette faille,

---

(1) Ceci nous rappelle une observation que nous avons faite dans une grotte creusée dans le calcaire du Dévonien moyen à Tilff (Belgique). On y voit des stalagmites renversés, qui font penser à des ébranlements brusques de l'écorce.

plus ou moins parallèle au rivage, est donc antérieure au cailloutis de terrasse.

Nous ne dirons pas grand'chose du rocher de Scilla, où nous n'avons pas eu le temps de faire des observations. Nous ferons simplement remarquer que sa curieuse position de rocher s'avancant dans la mer peut s'expliquer par la présence d'une faille passant entre lui et le continent.

#### OBSERVATIONS FAITES DANS LES ENVIRONS DE REGGIO.

Aussitôt que l'on dépasse Scilla et que l'on arrive au détroit de Messine, l'aspect de la côte calabraise diffère totalement des régions étudiées précédemment. Lorsqu'on observe de plus près, on se rend compte qu'il en est de même de la structure géologique.

On aperçoit encore assez nettement, lorsqu'on regarde de Messine la côte calabraise, une apparence de terrasses; mais lorsqu'on fait des observations sur le terrain, on ne trouve aucune trace de failles. D'autre part, on trouve de grandes épaisseurs de terrains tertiaires meubles et de cailloutis quaternaires.

On rencontre du Quaternaire jusqu'à une altitude qui dépasse 1 000 mètres, ce qui est l'indice d'un soulèvement récent et rapide.

Le relief du sol confirme cette manière de voir. Des torrents ont creusé des vallées profondes à parois abruptes, rappelant les cañons du Colorado.

Les terrains tertiaires et quaternaires ne sont plus horizontaux, ils ondulent légèrement, mais on n'observe pas de plissements parallèles.

Comme le dit M. Lohest, la région s'est soulevée en se gauchissant sous l'action d'une poussée horizontale. Selon nous, la mer s'est retirée par à-coups en abandonnant des terrasses successives, mais ces à-coups n'ont pas été assez brusques pour que les terrasses soient très marquées.

Les terrasses sont également moins apparentes, parce que les terrains sont meubles et que les escarpements ne sont pas conservés.

Les torrents ont creusé leur lit avec violence, suivant la mer dans son retrait et s'imposant de préférence aux points faibles.

Ces points faibles peuvent être ceux où le gauchissement des terrains se marque par de véritables lignes anticlinales, comme nous l'avons observé dans la vallée de l'Annunziata à Sainte-Catherine.

Ce mouvement de retrait de la mer ne s'est pas fait régulièrement,

les terrasses sont là pour le montrer. Mais ce qui le prouve encore, c'est la variété des assises que l'on rencontre. Dans la même coupe, on trouve plusieurs fois des alternances de cailloutis, de sables, d'argiles et quelquefois même des discordances de stratification et des dépôts fluviaux. Mais en aucun endroit, nous le répétons, nous n'avons observé de failles.

#### GLISSEMENTS SUPERFICIELS AUX ENVIRONS DE REGGIO.

Par contre, nous avons observé de nombreux glissements de terrains soit récents et s'étant produits pendant le dernier sisme ou quelque temps après, soit anciens et semblant s'être produits à la suite de sismes antérieurs.

Il n'est pas étonnant que des glissements se soient produits dans une région à vallées encaissées. Des massifs quelquefois très importants sont descendus d'un bloc, obéissant à la poussée au vide et limités par une surface de glissement concave qui se rapproche de la forme du talus naturel.

M. Lohest décrit ces glissements qui, à première vue, pourraient être pris, par des non-initiés à la géologie, pour des failles.

Nous avons également observé, dans une vallée secondaire au Nord-Est de Reggio, une grotte dont le plafond non surchargé s'était éboulé à la suite du tremblement de terre.

#### OBSERVATIONS FAITES EN SICILE DANS LES ENVIRONS DE MESSINE.

Toute la région comprise entre Messine et le cap Faro a le même aspect que la côte calabraise aux environs de Reggio, et ce que nous avons dit de l'une s'applique à l'autre ; mais il n'en est pas de même aux environs de Messine même. Notamment lorsque, quittant Messine, on s'avance vers l'intérieur, on s'élève graduellement et, après avoir quitté la ville, bâtie sur du Quaternaire, on atteint un escarpement de terrains cristallins surmontés de cailloutis quaternaire (fig. 5).

Lorsqu'on a contourné cette colline, on trouve brusquement en contact avec le massif cristallin, des terrains tertiaires surmontés, eux aussi, de cailloutis quaternaires.

Lorsqu'on s'avance davantage vers l'intérieur, on atteint la chaîne montagneuse proprement dite, constituée par des terrains cristallins contre lesquels le Tertiaire vient buter.

L'hypothèse la plus rationnelle pour expliquer cette allure est

celle de trois failles rejetant le Tertiaire, mais probablement antéquaternaires, puisque le Quaternaire semble pouvoir se raccorder d'un endroit à l'autre.

Ces failles auraient une direction Nord-Est, elles seraient parallèles à la côte sicilienne et au détroit de Messine, par lequel les géologues italiens, et notamment M. Cortese, font passer une des fractures principales de la région.

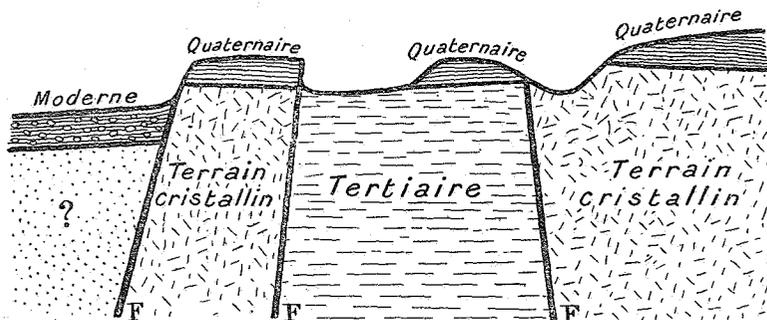


FIG. 5.

Considérant la colline perpendiculairement à la coupe (fig. 5), on pouvait encore faire une observation intéressante.

Une crevasse s'était formée à la partie supérieure de la colline qui se trouvait ainsi fendue sur une hauteur de plus de 20 mètres. Cette crevasse était restée ouverte et ses parois étaient écartées de plusieurs centimètres.

L'orientation de la cassure était Sud-Est. Elle était donc perpendiculaire à la côte et aux failles.

Nous verrons dans la suite quelles sont les conclusions que nous pourrons tirer de toute une série d'observations du même genre.

#### OBSERVATIONS DE DÉGÂTS PRODUITS A DES OUVRAGES D'ART ET A DES MONUMENTS A MESSINE ET AUX ENVIRONS.

Nous parlerons, dans la suite de ce travail, des causes inhérentes aux constructions elles-mêmes qui ont amené leur ruine et nous dirons comment, selon nous, il faudra les établir dans la suite, pour qu'elles résistent aux mouvements brusques de l'écorce.

Nous n'envisagerons en ce moment les constructions de divers genres que comme des témoins, dont la manière d'être détruits ou de résister nous renseigne sur la façon dont se sont produites les

secousses. Nous classerons, à ce point de vue, les constructions en trois groupes :

1° Les constructions inégalement résistantes dans leurs diverses parties. Ces constructions s'écroulent dans la direction de la partie la moins résistante. On doit donc les considérer comme donnant des indications fausses *a priori*.

C'est, d'après nous, pour une cause analogue que les glissements de terrains, dus aux poussées au vide, doivent être éliminés du nombre des observations à retenir quant à la direction du mouvement.

2° Les constructions également résistantes dans toutes les directions mais peu résistantes dans leur ensemble. Ces édifices ne donnent aucune indication, car ils s'écroulent en tous sens comme des châteaux de cartes.

Beaucoup de maisons d'habitation sont dans ce cas.

3° Enfin, les seules constructions qui donnent des indications sont celles qui sont également résistantes en tous sens et qui, dans leur ensemble, sont assez massives pour ne pas être renversées. Elles se fendent simplement, et certaines de leurs parties se déplacent par rapport à d'autres. Nous avons pu faire trois observations de ce genre.

La première, sur l'ancien bastion qui supportait le vieux phare à l'extrémité du cap Faro. Ce vieux bastion a plus de 15 mètres de diamètre et les murs ont une épaisseur de plus de 2 mètres. L'édifice est debout et une fissure le traverse de part en part.

Le plan de cette fissure est N.-N.-W., par conséquent plus ou moins perpendiculaire au détroit de Messine.

Ce décollement doit s'être produit dans un sens perpendiculaire à l'accélération maxima due au tremblement de terre.

Nous avons fait une deuxième observation sur le nouveau phare qui se dresse au cap Faro, et dont nous avons fait l'ascension jusqu'au sommet. Cette construction mesure environ 45 mètres de hauteur; les murs ont 2 mètres d'épaisseur à la base et ont un profil décroissant. L'ensemble forme donc à peu près un solide d'égale résistance au renversement.

Le phare s'est fendu suivant des joints horizontaux à 16<sup>m</sup>60, à 22 mètres et à 28<sup>m</sup>60 du sol.

Le bloc compris entre 22 mètres et 28<sup>m</sup>60 s'est déplacé horizontalement de 5 millimètres entre les parties supérieures et inférieures, qui paraissent ne pas avoir bougé.

Le déplacement s'est fait dans la direction N.-N.-E. Ici encore, on peut en déduire que la direction de l'accélération maxima a été N.-N.-E.

La coupole en fer contenant les appareils de projection s'est en partie écroulée dans une direction qui concorde, à une vingtaine de degrés près, avec la précédente, mais nous n'accordons aucune importance à cette observation parce qu'on peut considérer que cette coupole, reposant sur un mur en briques peu épais, peut être rangée dans la catégorie des constructions peu résistantes qui s'écroulent comme un château de cartes et qui ne peuvent donner aucune indication.

Enfin nous avons fait une troisième observation du même genre sur le bastion qui se trouve au bout de la jetée qui protège le port de Messine, du côté de la mer. Une fissure importante s'y est formée. Sa direction est également perpendiculaire à celle du détroit.

Pour terminer, nous rappellerons l'observation faite, d'une cassure affectant une colline aux environs de Messine, cassure également orientée perpendiculairement au détroit.

Nous pouvons donc conclure de ces quatre observations absolument concordantes, que l'accélération maxima due au tremblement de terre s'est produite dans une direction N.-N.-E., c'est-à-dire perpendiculairement au détroit et, comme nous le verrons, perpendiculairement à une ligne de fracture jalonnée par des failles normales.

### III. — Essai de coordination des observations faites.

Au cours de plusieurs voyages d'études entrepris en Europe et dans le Nord de l'Afrique, nous avons été amené à nous faire une idée qui n'a pas la prétention d'être neuve ou personnelle au sujet des phénomènes qui se succèdent aux endroits de moindre résistance de l'écorce, où se forment les chaînes de montagnes. Nous nous permettrons d'exposer succinctement ici la façon dont nous concevons la succession de ces phénomènes, afin de pouvoir montrer combien elle est vraie pour la région calabraise.

Nous admettrons que l'histoire d'une chaîne débute par l'existence d'un géosynclinal où la sédimentation peut se continuer grâce à l'enfoncement graduel d'une portion de l'écorce.

Déjà, à ce moment, cette cuvette peut être considérée comme un point faible.

Puis interviennent des pressions tangentielles qui font se rapprocher les voussoirs voisins. Les couches de la cuvette se plissent et la chaîne surgit, symétrique si les deux voussoirs se meuvent avec une

égale vitesse, déversée dans un sens si elle est refoulée par un vousoir dont le mouvement est plus rapide que l'autre.

Comme l'a très bien montré M. Lohest dans ses expériences de tectonique, c'est en profondeur et sous pression que les couches se chiffonnent, tandis qu'à la surface les couches se ploient librement en de larges ondulations.

Nous pouvons observer ce qui s'est passé en profondeur lorsque l'érosion a entamé profondément une chaîne, et nous pourrions nous faire une idée de ce qui se passe à la surface en observant le profil du fond des océans, là où nous pouvons surprendre les effets des forces tangentielles, alors que l'écorce est à l'abri des érosions.

L'histoire géologique de l'Europe nous montre que les points faibles de l'écorce ne se sont pas toujours trouvés aux mêmes endroits. Les zones faibles ont toujours été refoulées vers le Sud : après la consolidation de la chaîne calédonienne surgit la chaîne ardennaise ; après la consolidation de celle-ci, la chaîne alpine (1). Et il semble que celle-ci n'ait pas encore acquis, de nos jours, une stabilité suffisante.

Si nous reprenons ensuite l'histoire d'une même zone faible, d'une même chaîne qui la jalonne, nous verrons que, après une première période de soulèvement, la chaîne semble avoir dépassé, dans son plissement, ce que l'équilibre permanent exige. La chaîne cesse de croître et elle décroît, non seulement par l'érosion, mais aussi parce qu'elle s'est affaissée par suite de la formation d'un ou plusieurs réseaux de failles normales qui se développent de préférence dans sa périphérie.

C'est alors que surgissent les volcans qui jalonnent ces cassures et que se produisent des mouvements brusques de l'écorce, mouvements brusques dont l'intensité et la fréquence peuvent être augmentées par l'éjection de matières internes.

Cette période d'affaissement perdurant un temps suffisant et l'érosion aidant, la mer peut faire un retour sur le continent et y déposer de nouveaux sédiments. Puis le tassement s'étant produit, les forces horizontales peuvent l'emporter de nouveau et faire surgir la chaîne.

Ces phénomènes peuvent se succéder plusieurs fois jusqu'au moment où la chaîne est suffisamment consolidée pour être plus résistante qu'une autre zone où se concentrent alors les efforts.

---

(1) Nous ne voulons pas dire par là que les chaînes calédonienne et ardennaise soient en repos absolu. Elles sont en repos relatif par rapport à la chaîne alpine.

Exposée comme nous venons de le faire, pour être mieux saisi, la succession des phénomènes est trop simple. En réalité, les choses sont plus compliquées.

Des affaissements normaux peuvent se produire pendant une période de plissement, de même que des plissements peuvent se produire en certains endroits pendant une période d'affaissement. On est donc amené à dire qu'à certaines époques il y a simplement prédominance de l'un ou de l'autre genre de phénomènes.

Il existe notamment un troisième genre d'accidents tectoniques dont nous n'avons pas parlé : les *décrochements*. Si l'on se borne à une conception théorique, un décrochement est un mouvement horizontal d'un paquet de terrains par rapport à un autre. Mais cette conception théorique ne répond qu'à un cas particulier très rare dans la nature. Le plus souvent on rencontre des décrochements obliques qui nous sont révélés, comme l'a très bien fait remarquer M. Lohest dans son travail, par des stries de glissement qui ne sont dirigées ni suivant des lignes de niveau, ni suivant les lignes de plus grande pente des couches.

Or, pour expliquer un mouvement de descente qui ne suit pas la verticale, il faut nécessairement faire intervenir une force horizontale, ce qui nous amène à constater la coexistence des deux efforts : pesanteur et force tangentielle.

Si nous recherchons alors quelles sont les époques où se produisirent le plus fréquemment des décrochements horizontaux, nous sommes amenés à penser que ce furent les époques de transition : soit le début d'une période de plissement, soit le moment où les affaissements commencent.

Quoi qu'il en soit, nous avons à retenir, en ce qui concerne les tremblements de terre, que ceux-ci se produiront spécialement pendant les époques d'affaissement et au voisinage des portions de l'écorce qui peuvent fléchir brusquement ou bien se fracturer par affaissements normaux ou obliques.

Voyons maintenant plus en détail comment on doit encore concevoir ces mouvements brusques de l'écorce.

Nous ne parlerons ni des mouvements de descente suivant la verticale, ni des chevauchements suivant l'horizontale que nous considérerons comme des cas particuliers, mais uniquement des mouvements obliques sur la verticale.

Remarquons d'abord qu'il ne peut se produire aucun mouvement oblique sans que la composante horizontale de ce mouvement ne pro-

duise une compression ou un plissement soit dans le voussoir en mouvement, soit dans les portions voisines de l'écorce.

Or, il ne peut y avoir de compression par suite d'un mouvement brusque, sans qu'il y ait réaction élastique. Et il en est bien ainsi en réalité.

Nous avons eu la chance de ressentir deux secousses relativement importantes à Palmi, dans la nuit du 27 février, et il nous en est resté l'impression bien nette d'un mouvement oscillatoire élastique. On eût dit que l'accélération dans un sens et dans l'autre ne cessait pas brusquement et que l'écorce se comportait comme une matière compressible, rendant le choc. Nous concevons donc un tremblement de terre comme un mouvement réel d'une portion de l'écorce, mais mouvement amplifié par l'élasticité qui donne des vibrations en sens inverse.

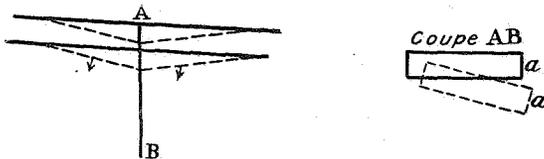


FIG. 6.

Les secousses paraissent horizontales ou verticales (sussultaires) suivant que le mouvement de la composante verticale ou horizontale est plus perceptible.

La première idée qui vient à l'esprit, lorsque l'on parle d'une portion de l'écorce qui se meut par rapport à ses voisines, est de concevoir celle-ci comme limitée de toutes parts par des cassures.

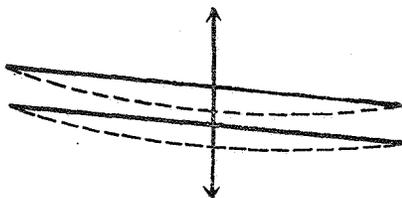


FIG. 7.

Sans vouloir nier que ce fait puisse se produire, nous ferons remarquer cependant qu'en faisant intervenir des compressions élastiques ou

le plissement de certaines parties de l'écorce, on peut concevoir d'autres genres de déplacements.

On peut imaginer une flexion d'une portion de l'écorce et un mouvement le long d'un seul plan de failles (fig. 6), cette flexion pouvant se produire des deux côtés du plan de faille et pouvant également être, non pas une simple flexion suivant la verticale, mais une flexion combinée avec un mouvement de torsion (fig. 6, coupe AB). Cette disposition explique : 1° la raison pour laquelle les zones d'égal ébranlement sont souvent allongées suivant une direction qui est celle de la cassure.

L'amplitude du mouvement est d'autant plus forte que l'on se rapproche du plan de faille.

2° La raison pour laquelle l'ébranlement cesse presque brusquement à partir d'une ligne donnée, celle du plan de faille, lorsque la flexion ne se produit que d'un côté seulement.

3° La raison pour laquelle certaines régions, le long du même plan de faille, sont plus éprouvées que d'autres. Ce sont celles qui, situées comme le point *a* (coupe AB), sont le plus affectées par le mouvement de bascule.

On peut également imaginer qu'un mouvement brusque de l'écorce peut se produire par simple flexion, sans cassure, et engendrer une suite d'oscillations élastiques (fig. 7).

#### HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU LITTORAL DE LA CALABRE ET DES ENVIRONS DE MESSINE.

*Terrains cristallins.* — Nous avons vu que ces terrains sont entièrement plissés, que l'on y observe des failles inverses et des failles normales qui n'affectent pas les terrains plus récents, et que l'on y observe des stries de glissement obliques.

Nous en déduisons que, postérieurement au dépôt de ces terrains, la Calabre s'est trouvée être une zone faillée de l'écorce ; que les terrains se sont plissés, puis, que des affaissements se sont produits permettant un nouvel envahissement de la mer. Plusieurs périodes d'affaissement ont pu ainsi succéder à des périodes de soulèvement avant l'ère tertiaire, l'érosion pendant les périodes de soulèvement étant suffisante pour enlever les sédiments déposés au cours de la période d'affaissement précédente ; nous ne pouvons rien dire de précis à cet égard. Tout ce que l'on peut affirmer, c'est qu'une période d'affaissement a précédé

l'époque tertiaire, puisque les sédiments de cette époque reposent en discordance de stratification sur les terrains cristallins.

C'est antérieurement au dépôt du Tertiaire que se sont probablement amorcées les grandes lignes de cassure dont on peut observer les traces et qui jouent peut-être encore de nos jours.

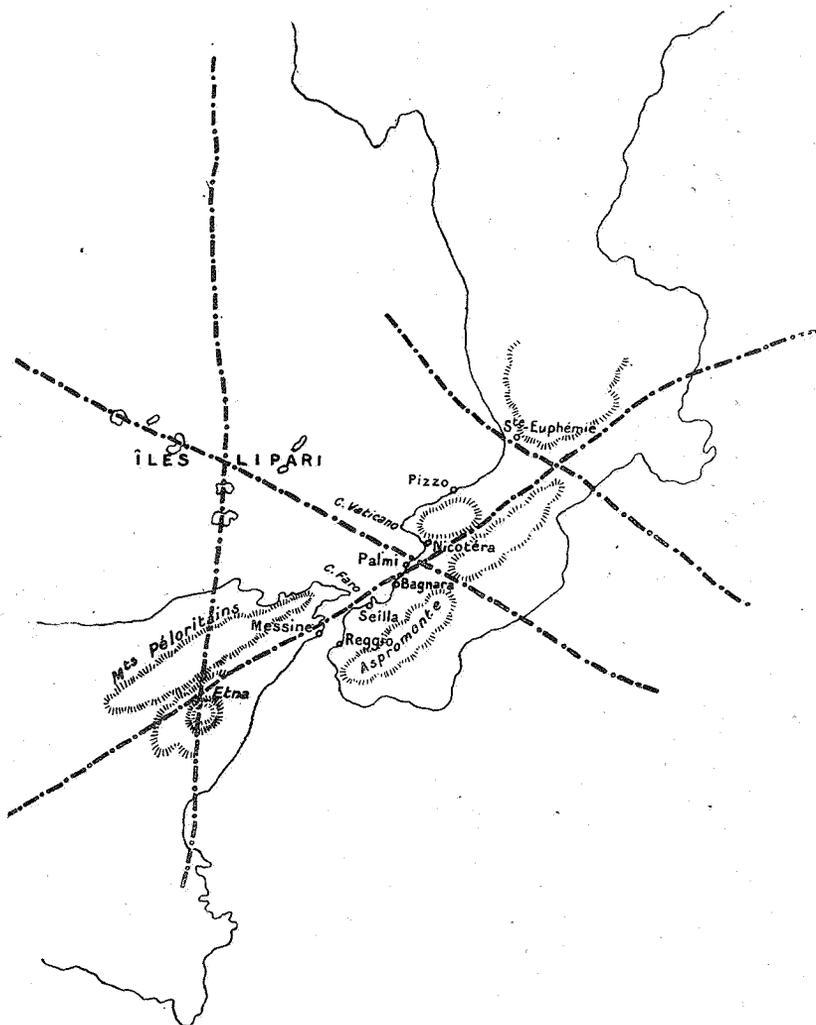


FIG. 8.

Cet affaissement a dû être brusque, car nous ne trouvons à la base des terrains tertiaires qu'une très faible épaisseur de sédiments littoraux (sables) auxquels succèdent rapidement des argiles calcaires et des calcaires.

A cette période de sédimentation tertiaire succède une période de soulèvement. Peut-être ce plissement du terrain cristallin s'est-il accentué en profondeur, mais le terrain tertiaire insuffisamment surchargé s'est ployé en de larges ondulations à peine perceptibles et il est resté presque horizontal.

A cette période de soulèvement succède une nouvelle période d'affaissement; ceux-ci se localisent de nouveau le long des lignes de fractures anciennes. C'est ainsi que nous avons suivi pas à pas la principale d'entre elles par nos observations (fig. 8).

Nous avons vu une succession de failles normales ou de décrochement obliques semblant partir de l'Etna, mettre en contact le cristallin et le Tertiaire à Messine, à Palmi, à Pizzo. Nous avons vu cette même ligne de cassures séparer le massif du Vatican de l'Aspromonte par une zone affaissée, et amorcer la formation du détroit de Messine et de la plaine de Sainte-Euphémie.

Chose remarquable et qui vient appuyer une opinion que nous avons émise précédemment, les failles normales réellement observées à Messine, à Palmi et à Reggio jalonnent cette ligne (fig. 8); mais la région où, selon nous, les gradins observés le long des côtes sont dus à des terrasses marines s'en éloignent (massif du Vatican et environs de Reggio).

Dès nos premières observations aux environs de Messine, nous avons été frappé, comme M. Lohest, de voir l'analogie de composition et de structure entre l'Aspromonte en Calabre et les monts Péloritains en Sicile, et nous avons eu l'idée d'un décrochement ayant ramené les monts Péloritains vers le Nord parallèlement à eux-mêmes.

Lorsque nous eûmes suivi et observé cette ligne de failles jusque dans les environs de Messine, cette hypothèse nous parut encore plus vraisemblable.

M. Cortese, dans des travaux qui viennent de paraître <sup>(1)</sup>, figure d'autres lignes de fractures dont il a trouvé les traces. Mais nous ne figurerons que celles dont nous avons observé les directions par des failles transversales à Palmi et à Pizzo, et qui ont vraisemblablement provoqué la formation des plaines de Nicotera et de Sainte-Euphémie.

---

(1) *1° Fratture geologiche della regione Calabro-Sicila.* (ANNALES DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DES INGÉNIEURS ET ARCHITECTES ITALIENS, mars 1909.)

2° *Sollevarimenti di Spragge e di laste e loro cause 1909.*

Ces failles sont post-tertiaires, parce que nous avons vu par nos observations qu'elles rejettent le Tertiaire.

Elles sont généralement antéquaternaires, parce que nous avons fait plusieurs observations qui montrent que le rejet n'atteint pas le Quaternaire. Cependant MM. Cortese et Lohest rapportent, dans leurs travaux, plusieurs observations de rejets de terrains quaternaires.

De plus, le Quaternaire s'est déposé dans les plaines de Nicotera et de Sainte-Euphémie alors que celles-ci étaient déjà formées.

Ces affaissements post-tertiaires furent suffisamment importants pour permettre à la mer quaternaire pléistocène de déposer des cailloutis sur presque toute la Calabre. Ces cailloutis reposent sur le Tertiaire lorsque celui-ci a été respecté par l'érosion, ou sur le terrain cristallin lorsque le Tertiaire a disparu par l'érosion.

Enfin la chaîne calabraise a encore subi un mouvement important depuis le dépôt du Quaternaire ou plutôt au cours du Quaternaire, puisque nous retrouvons celui-ci à des altitudes dépassant 1 000 mètres.

La mer s'est donc retirée depuis l'époque actuelle par à-coups successifs, laissant derrière elle des terrasses, et au fur et à mesure qu'elle se retirait se formaient les dépôts continentaux de cailloux remaniés qui viennent compliquer l'étude géologique des formations récentes dans cette région.

Les plaines de Sainte-Euphémie et de Nicotera sont restées immergées plus longtemps que le reste du continent. On y retrouve, en effet, des cordons littoraux de Quaternaire supérieur laissés par la mer qui se retirait.

Ce soulèvement quaternaire a été extraordinairement rapide, comme le montrent le relief à pentes abruptes et le régime torrentiel des cours d'eau.

C'est ce qui explique pourquoi la chaîne calabraise est encore en mouvement et pourquoi elle n'a pas encore acquis une grande stabilité.

#### CAUSE DU TREMBLEMENT DE TERRE DU 28 DÉCEMBRE 1908

Nous sommes ainsi amené à analyser les phénomènes qui se passent à l'époque actuelle.

Le soulèvement actuel de la Calabre a commencé à l'époque quaternaire.

Ce continent a été soumis à une sorte de gauchissement, puisque,

même en faisant abstraction des glissements superficiels, nous trouvons les couches quaternaires ondulant légèrement à Reggio.

Mais nous n'avons observé aucune faille, aucun décrochement ayant affecté le Quaternaire. M. Lohest a cependant observé une faille rejetant des cailloutis quaternaires dans les environs de Pizzo.

Par conséquent, nous sommes à une époque où les forces horizontales dominant encore, tout au moins dans les environs du détroit de Messine.

D'autre part, nous avons vu que la grande ligne de fractures qui passe par le détroit de Messine a déplacé la chaîne montagneuse de la Sicile, les monts Péloritains, vers le Nord. Cette ligne de fractures peut donc jouer sous l'action d'une force tangentielle à la façon d'un décrochement.

D'autre part, les observations des dégradations à la surface montrent qu'en Sicile la direction dans laquelle s'est produite l'accélération maxima est N.-N.-E. C'est donc une accélération qui correspond à un mouvement de la Sicile par rapport à la Calabre, le long de l'accident du détroit.

Enfin, M. Cortese, dans son récent travail, signale un fait qui a son importance parce qu'il montre que le mouvement se continue lentement de nos jours.

Entre Taormina et Messine, on observe sur la falaise des traces de mollusques lithophages qui, primitivement horizontales, inclinent actuellement vers Messine.

D'autre part, la pointe du cap Faro s'enfoncé graduellement dans la mer. Il y a une vingtaine d'années, le vieux phare se trouvait à une certaine distance de la mer; actuellement, la mer en baigne presque le pied.

Ces observations montrent que la Sicile est affectée par un mouvement de bascule, lequel s'allie d'ailleurs parfaitement à l'idée d'un décrochement dont nous avons parlé plus haut.

M. Cortese parle également d'observations faites sur la côte calabraise, notamment de l'enfoncement graduel de la plage de Reggio, qui démontrent que la Calabre est affectée par un mouvement de bascule en sens inverse de la Sicile.

Toutes les observations faites concordent donc et nous amènent à penser que le tremblement de terre du 28 décembre est dû à une accentuation brusque du décrochement vers le N.-N.-E. de la Sicile par rapport à la Calabre.

La Calabre ayant été aussi atteinte que la Sicile, il est probable que

le mouvement s'est produit en sens inverse des deux côtés de la ligne de fractures. Nous disons : ligne de fractures parce que, selon nous, plusieurs fractures parallèles peuvent avoir joué en même temps.

Les zones d'égal ébranlement sont allongées suivant le sens de ces fractures et ne s'écartent pas à une grande distance transversale.

Puisqu'il y a mouvement de bascule, il y a une composante du mouvement suivant la verticale.

Le sisme est donc dû à l'action de forces tangentiellées combinées avec un mouvement d'affaissement. L'ébranlement a été arrêté à la plaine Nicotera par la rencontre de la faille transversale venant des îles Lipari.

Les secousses se sont succédé à quelques secondes d'intervalle, les instants de repos relatifs correspondant à des vibrations élastiques pendant des accrochages.

Il nous reste à expliquer pourquoi on n'a observé aucune accentuation notable d'un accident géologique ayant produit un déplacement ou une dénivellation à la surface du sol ou au fond du détroit, où l'on a également exécuté des sondages.

Selon nous, aucune accentuation notable ne s'est produite parce que le phénomène est d'une insignifiance absolue au point de vue géologique.

Les effets terribles du sisme sont dus, comme nous le verrons dans la dernière partie de ce travail, à la densité de la population, au choix peu judicieux des endroits bâtis et à la mauvaise qualité des matériaux employés aux constructions.

Nous dirons, enfin, qu'un décrochement horizontal laisse moins de traces à la surface qu'un affaissement normal et que, enfin, une dénivellation verticale ou un mouvement horizontal de quelques dizaines de centimètres peut avoir été suffisant pour provoquer la catastrophe, et que s'il s'est produit au fond du détroit, les traces d'un tel mouvement ne peuvent guère être perceptibles.

Il faut qu'une longue série de mouvements analogues et insignifiants, chacun en particulier, se succèdent le long d'une ligne de fractures, pour donner lieu aux rejets importants que nous observons des deux côtés d'un plan de failles.

Pour terminer, nous émettrons une dernière opinion quant à l'avenir des régions sinistrées.

Nous croyons qu'après une secousse relativement importante, comme celle du 28 décembre, à laquelle succèdent encore des répliques, la Calabre et la Sicile, se tassant, prennent peu à peu une

position d'équilibre qui les met pour quelque temps à l'abri d'un mouvement important. Mais si l'on nous demandait de prédire l'avenir géologique et, par conséquent, assez lointain, nous dirions que, à la période de soulèvement post-quaternaire dont nous observons les traces indiscutables, doit succéder une période d'affaissement et que nous ne sommes, en Calabre et en Sicile, qu'à l'aurore d'une époque géologique de tassements, de mouvements brusques de l'écorce.

#### IV. — Effets des tremblements de terre sur les constructions.

##### Règles à suivre pour la réédification.

Comme nous l'avons vu, les mouvements sont très rarement des affaissements suivant la verticale : ce sont, le plus souvent, des mouvements obliques accompagnés d'un mouvement de bascule.

Ce ne sont pas des mouvements réguliers et continus. Le glissement dure plusieurs secondes ou plusieurs minutes, avec des périodes de repos relatif correspondant à des accrochages. La composante horizontale du mouvement donne lieu à un effet de renversement, et la composante verticale à des efforts de décollement et d'écrasement (mouvements sussultatoires).

L'écorce se comportant comme une masse compressible et élastique, il s'ensuit que chaque point de la surface est soumis à des mouvements alternatifs, déterminant des ruptures et des renversements perpendiculairement au sens du mouvement.

Les deux quantités importantes qui définissent la force destructive d'un tremblement de terre sont : la période et l'amplitude du mouvement.

L'intensité d'un tremblement de terre est mesurée par l'accélération maxima à la seconde qui a été observée.

Il ressort de ces considérations qu'il serait intéressant de savoir dans quel sens se produit le mouvement ou tout autant dans quelle direction se produit l'accélération maxima.

Nous avons, par une suite de raisonnements et par l'observation de cassures affectant des constructions spécialement résistantes au renversement, déterminé cette direction pour la ville de Messine. L'accélération maxima s'est produite vers le N.-N.-E., c'est-à-dire parallèlement au détroit de Messine.

Cependant, si la structure géologique permet de dire qu'il est pro-

nable que les secousses futures se produiront encore dans cette direction, il ne peut exister aucune certitude à ce sujet. Par conséquent, il est prudent de calculer des constructions quelconques comme si elles devaient résister à l'accélération maxima dans toutes les directions.

#### CHOIX DES TERRAINS GÉOLOGIQUES SUR LESQUELS IL FAUT BATIR.

Les observations que nous avons faites montrent que les constructions résistent d'autant mieux qu'elles sont établies sur un terrain plus ancien et, par conséquent, plus résistant.

On rencontre dans la région sinistrée les terrains ci-après, que nous classons comme suit quant à la résistance des constructions qui y sont établies :

- 1° Granites, gneiss, schistes cristallins (roches résistantes);
- 2° Terrains tertiaires (roches relativement tendres);
- 3° Terrains quaternaires (roches meubles);
- 4° Sables aquifères.

Les terrains rocheux oscillent généralement d'une pièce, sans qu'une portion se déplace par rapport à une autre.

Dans les terrains meubles (cailloutis, alluvions, terrains détritiques), il se produit de véritables ondes, des déplacements relatifs, et tout est renversé.

Pour les sables aquifères, il y a une remarque intéressante à faire. Lorsque ces sables peuvent trouver une issue et s'écouler par suite des secousses, tout s'affaisse et s'écroule à la surface (tel est le cas des quais du port de Messine et des maisons avoisinantes qui se sont affaissées vers le creux du port).

Lorsque, au contraire, ces sables sont emprisonnés et ne peuvent fluer, ils se comportent comme une matière qui amortit le choc, et les bâtiments résistent.

C'est ainsi que l'on peut expliquer que certaines bicoques situées au bord de la mer, à Canitello (Calabre) et au cap Faro (Sicile), aient relativement bien résisté.

Il faut également éviter de construire sur les pentes où les terrains peuvent s'ébouler par suite de secousses. De même, il faut s'écarter à une certaine distance de massifs montagneux d'où peuvent descendre, comme des avalanches, des paquets de terrains et des quartiers de roches.

## EXEMPLES DE CONSTRUCTIONS AYANT RELATIVEMENT BIEN RÉSIDÉ.

- 1° Les murs très épais par rapport à leur hauteur ;
- 2° Les constructions massives (le vieux phare) ;
- 3° Les murs circulaires (les murs du gazomètre sont à peine crevassés) ;
- 4° Les voûtes surchargées (les tunnels) ;
- 5° Le phare du cap Faro <sup>(1)</sup> et les cheminées rondes dont les profils se rapprochent de celui d'un solide d'égale résistance au renversement ;
- 6° Les maisons construites en briques très plates ou de petites dimensions ; celles construites en bois et en béton armé. Ce sont des constructions en matériaux homogènes bien assemblés.

## EXEMPLES DE CONSTRUCTIONS DÉTRUITES.

Il n'est presque aucune construction de la région réellement ébranlée qui puisse être réutilisée ; les quelques rares édifices qui ne sont pas écroulés, sont crevassés du haut en bas et devront être abattus. Cependant, pour certaines constructions, la destruction est plus totale que pour d'autres.

Ce sont :

- 1° La cathédrale de Messine (entièrement détruite) ; les murs et la voûte étaient épais, mais la voûte n'était pas surchargée ;
- 2° Les maisons construites avec des cailloux roulés assemblés par du mortier ;
- 3° Les maisons construites avec des éléments volumineux mal reliés ;
- 4° Les constructions faites avec des matériaux mal assemblés (poutres insuffisamment encastées).

Certaines maisons semblent intactes de l'extérieur, mais tout s'est écroulé à l'intérieur : il ne reste que les quatre murs ;

- 5° Les constructions à éléments hétérogènes trop bien reliés (poutrelles reliées à la maçonnerie des murs).

Dans les débris de certaines maisons, on retrouve des poutrelles entièrement tordues. Lorsqu'un pan de mur s'écroule, une poutrelle peut entraîner la ruine de l'édifice.

---

(1) Hauteur 45 mètres, épaisseur des murs 2 mètres.

RÈGLES QUI POURRAIENT ÊTRE ADOPTÉES POUR BATIR DANS LES RÉGIONS  
INSTABLES.

Nous donnons ci-après, d'une manière résumée, les règles qui, selon nous, devraient être suivies, mais nous n'avons nullement la prétention d'imposer notre opinion, basée surtout sur des impressions personnelles.

Les constructions n'auront pas plus d'un étage, sauf pour des ouvrages destinés à des usages spéciaux (phare), etc. Dans ce cas, ils seront calculés d'une façon particulière. Exemple : la tour Eiffel résisterait probablement.

On devra adopter, pour toutes les constructions, la charpente métallique, le béton armé ou le bois, de façon que l'ensemble soit indéformable. Le bois sera proscrit dans les agglomérations à cause du danger d'incendie.

*Fondations.* Lorsqu'on s'établit sur une roche résistante indéformable, il faut y encastrier l'édifice.

Lorsqu'on s'établit sur un terrain meuble, il faut édifier artificiellement une assise indéformable (béton, béton armé, pilotis reliés entre eux, voûtes épaisses, etc.).

*Murs principaux ou ossature métallique.* Ils devront être calculés non seulement pour résister au poids de l'édifice, mais encore pour résister au renversement et à des efforts alternatifs horizontaux et verticaux.

On calculera, par exemple, un montant pour résister non seulement au poids  $P$  qu'il supportera, mais encore pour résister à une poussée horizontale  $P$  uniformément répartie sur sa longueur (rez-de-chaussée), ou à une poussée  $\frac{P}{2}$  à partir du premier étage.

Les planches, les fermes et toitures seront également calculées avec une surcharge égale à  $\frac{P}{2}$ .

*Murs et cloisons.* Ils seront légers et bien reliés à l'ossature. Ils seront en bois, en béton armé, en briques légères et creuses, etc.

*Toit.* Le toit reposera directement sur les montants.

*Couvertures.* La couverture sera en matériaux légers; elle pèsera tout au plus 40 à 45 kilogrammes au mètre carré.

*Escaliers.* Ils seront reliés à l'ossature.

On proscritra l'emploi de la fonte, les balustrades, les balcons, les ornements extérieurs en matériaux lourds et non reliés à l'ossature principale.

En résumé, on édifiera des constructions indéformables pouvant se mouvoir d'une pièce, sans qu'aucune partie accessoire puisse se détacher.

#### V. — Messine et Reggio seront-elles reconstruites ?

Le Gouvernement italien est décidé à faire tous les sacrifices nécessaires pour réédifier les agglomérations. Trop de souvenirs sont attachés à cette région pittoresque et fertile.

Les ports ne sont pas détruits, une partie des quais seulement est à réédifier. Le port de Messine sera toujours fréquenté : il se trouve sur le détroit qui raccourcit le chemin de l'Orient et du Canal de Suez.

Messine et Reggio sont les entrepôts naturels de la Sicile et de la Calabre. Ces villes sont situées sur le plus court chemin de l'une à l'autre. Enfin, Messine et Reggio sont des places militaires : les montagnes, des deux côtés du détroit, sont hérissées de fortifications. Toutes ces raisons font que Messine et Reggio seront, lentement peut-être, mais certainement reconstruites.

Les habitants s'installeront dans des constructions provisoires aux environs de la ville, en attendant la réédification.

