

PROF. FEDERICO SACCO

LA COURBE HYPSONGRAPHIQUE

DE

L'ÉCORCE TERRESTRE

(Estratto da « Saggi di Astronomia Popolare »)



TORINO
TIPOGRAFIA SAN GIUSEPPE DEGLI ARTIGIANELLI
Corso Palestro, 14
1912

GEOLOGISCHES INSTITUT

DER  K. K.

UNIVERSITÄT GRAZ.

La Courbe hypsographique de l'Écorce terrestre

Considérations géologiques

du Prof. FEDERICO SACCO.

Les formes et les reliefs de la surface terrestre, qui à l'homme semblent et sont si importants, représentent en réalité bien peu de chose par rapport au Globe terrestre en général, si bien que, par exemple, sur un globe au rayon d'un mètre les chaînes montagneuses, même les plus élevées, auraient seulement un peu plus d'un millimètre de hauteur. C'est là un fait qui, avec tant d'autres, nous indique déjà l'erreur des théories à base cristallographique ayant pour but d'expliquer la disposition et la forme de la surface terrestre, comme par exemple la fameuse théorie du système pentagonal d'Elie de Beaumont, celle plus récente, et aujourd'hui en vogue, du système tétraédrique de Lowthian Green, etc.

Néanmoins il est certain que la configuration de la surface terrestre fut, au cours de sa constitution, assujétie à quelques lois générales, si non cristallographiques, physiques, qui en ébauchèrent les grandes lignes principales, modifiées ensuite dans le détail par mille causes différentes, endogènes et exogènes, qui ont aujourd'hui en grande partie dérobé à notre vue, ou au moins atténué, ces lignes directrices; lignes qui en conséquence ne sont que peu à peu et avec fatigue découvertes par le Géologue. •

Le relief actuel de l'écorce terrestre, soit en général, soit en particulier, représente en effet la résultante momentanée de deux ordres de processus morphologiques, presque en contraste entre eux; c'est-à-dire un ensemble de phénomènes endogènes d'origine

essentiellement terrestre (comme les plissements, les fractures avec déplacements, le volcanisme, etc.) et un ensemble de phénomènes exogènes les plus variés (chimiques, physiques, mécaniques) qui dépendent en bonne partie de l'action solaire, comme les désagréments, les érosions, les courants atmosphériques et aqueux, avec les dépôts auxquels ils donnent origine, etc.

Or depuis tant de millions d'années que dure ce contraste continu, il est naturel que les effets du dynamisme endogène, génétique, vraiment terrestre, qui a esquissé les lignes morphologiques fondamentales de la surface de la Terre, aient été fortement et différemment altérés, transformés et par conséquent en grande partie masqués par les effets du dynamisme exogène, épigénétique, qui a son agent principal hors de la Terre.

C'est pour cela qu'il est très difficile aujourd'hui de distinguer l'effet des deux dynamismes et de remonter aux formes primitives (d'origine endogène) de la configuration de l'écorce terrestre avant qu'elle n'eût été si modifiée par les phénomènes exogènes.

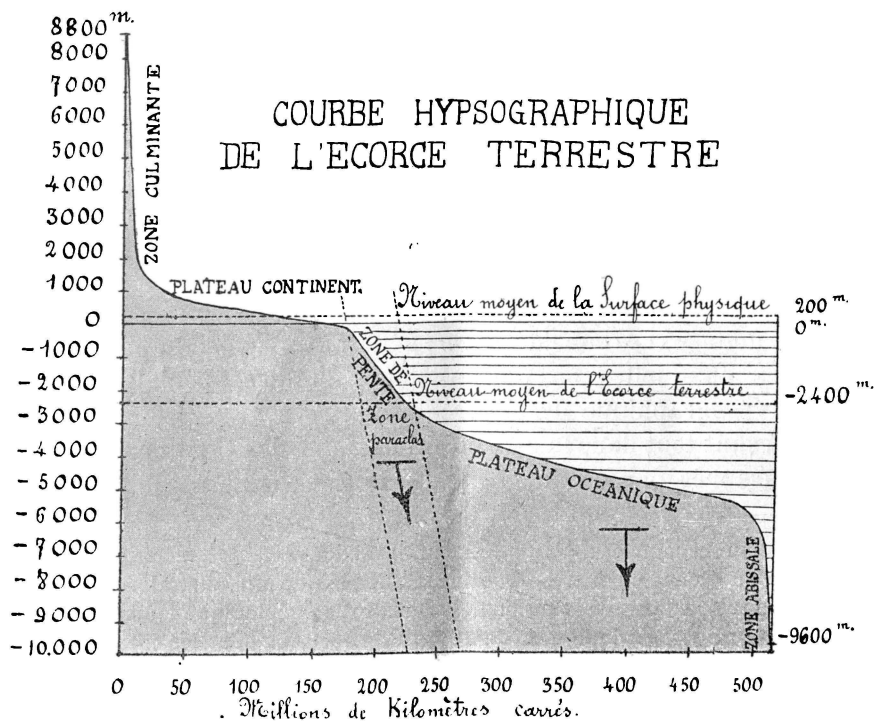
Néanmoins on peut s'approcher de la solution de ce très intéressant problème orogénétique fondamental en faisant converger à cet effet plusieurs méthodes d'étude, c'est-à-dire: 1° au moyen de recherches géologiques, qui nous permettent de distinguer des terrains archaïques les sédimentations plus ou moins récentes; 2° par la comparaison avec un astre qui, pour des causes spéciales, n'ait presque pas subi le dynamisme exogène et par conséquent conserve encore assez bien l'empreinte primitive, qui y fut produite par son dynamisme endogène; 3° en réduisant à un schéma le relief terrestre et le reportant presque, dirais-je, à sa forme squelettique et en l'obligeant ainsi à nous révéler ses lignes essentielles, fondamentales.

La 1^{re} méthode a déjà été suivie et synthétisée, il y a plusieurs années, dans mon « Essai sur l'Orogénie de la Terre, 1895 » et plus récemment dans l'autre étude sur « Les Lois fondamentales de l'Orogénie de la Terre, 1906 » avec les relatives petites cartes où j'ai distingué les zones primitives de l'écorce terrestre de celles plus jeunes; ce qui fait ainsi apparaître nettement quelles sont les premières parties squelettiques, dirais-je, des Continents et quelles en sont au contraire les sédimentations récentes, presque les chairs qui revêtent et enveloppent la vieille ossature.

La 2^{re} méthode, de comparaison astrophysique, peut se suivre assez bien par l'examen de la surface lunaire, ainsi qu'avec l'œil

d'un géologue j'ai cherché à l'esquisser dans la planche I de mon « Essai schématique de Sélénologie, 1907 » et sur laquelle nous reviendrons par la suite.

La 3^e méthode, de synthèse géographique, suivie premièrement par Humboldt, fut ensuite approfondie et développée par plusieurs savants, spécialement géographes, tels Sonklar, Reclus, Murray, Lapparent, Penck, Supan, Tillo, Heiderich, Wagner, etc. Cette méthode devient particulièrement instructive quand elle est réduite à des graphiques suivant les principes de la Morphométrie, de façon à en obtenir le diagramme qui indique la répartition des zones d'altitude à la surface des Continents et celui se rapportant aux zones bathymétriques des Océans. Plus intéressant encore réussit enfin la réunion et la synthèse de ces diagrammes, altimétriques et bathymétriques, de manière à obtenir la courbe hypso-graphique de l'écorce terrestre, qui nous donne vraiment l'expression d'ensemble, c'est-à-dire l'image schématique de la forme, de l'allure, du volume, etc. des reliefs terrestres et des dépressions océaniques; c'est pour cela que je crois opportun de la présenter ici en base aux considérations suivantes.



De ce genre d'études synthétiques d'Orohydrographie terrestre ressortent plusieurs données générales intéressantes, ainsi :

La moyenne élévation générale du relief terrestre, continental, est, selon les auteurs, de 700 à 800 mètres au dessus du niveau de la mer (1), ce qui fait que le volume des terres émergées, ou Bloc solide émergé, serait de plus que 100 millions de Km³.

La moyenne profondeur des Océans serait à environ 3700 m. au dessous du niveau marin, ce qui fait que le volume du Bloc océanique serait d'environ 1300 millions de Km³.

Le niveau moyen de l'écorce terrestre, en supposant égalisés les reliefs actuels et les dépressions, se trouverait à un peu moins de 2400 m. sous le niveau actuel de la mer; mais, en tenant compte aussi de la masse aqueuse, la masse océanique se hausserait à un peu plus de 200 mètres au dessus du n. m. actuel, chiffre qui représente par conséquent le niveau moyen de la surface physique du globe.

En indiquant comme ligne d'équidéformation de l'écorce terrestre celle qui sépare deux volumes subégaux de croûte terrestre et de région marine profonde, ligne proche au niveau moyen de la surface solide de la Terre; en considérant le rapport (à peu près de 1 à 2,5) qui existe entre la surface solide (environ 150 millions de Km²) et celle liquide (environ 360 millions de Km²) du globe; en tenant compte du rapport (un peu analogue à celui indiqué plus haut) qui existe entre les densités des deux éléments (aqueux et lithoïde), on arrive à l'intéressante constatation qu'il existe une espèce de balance ou de compensation, presque d'équilibre de poids, entre le Bloc océanique (c'est-à-dire l'entière masse d'eau marine) et le Bloc continental, c'est-à-dire la masse continentale supérieure à la surface d'équidéformation.

Etant données ces considérations générales, voyons quelles sont les causes auxquelles on doit attribuer l'allure spéciale de la courbe hypsographique de l'écorce terrestre.

1° Avant tout dans la courbe altimétrique des Continents nous sommes frappés par ce qu'on appelle la **Zone culminante** ou zone

(1) En celui-ci comme en d'autres calculs il y a des variantes, même notables, suivant qu'on admet ou non le Continent antarctique ou austral, dont j'ai déjà cru pouvoir exquissier la forme et la constitution géologique fondamentale dans mes ouvrages, surindiqués, de 1895 et de 1906, et dont les lignes montagneuses que j'ai esquissé en hypothèse viennent d'être confirmées par les récentes explorations.

de culmination, qui d'environ 2000 mètres s'élance à plus de 8800 sur le n. d. l. m. Cette zone relativement assez étroite, car elle correspond seulement à environ 2 ou 3 % de la surface terrestre totale, peut s'expliquer assez facilement, soit en ayant recours aux phénomènes d'érosion aqueuse, qui donnent justement origine à une semblable zone de culmination dans la partie supérieure du profil (à courbe subparabolique concave vers le haut) des cours torrentiels et fluviaux, soit spécialement en considérant que ces zones culminantes correspondent essentiellement à celles que dans mes ouvrages sur l'Orogénie de la Terre j'ai indiqué, et ébauché dans les planches qui y sont jointes, comme *zones orogéniques récentes* (alpino-himalayaïques, andines, etc.), c'est-à-dire qui correspondent aux plissements relativement jeunes de la surface terrestre et qui par conséquent n'ont pas encore eu le temps d'être abrasés par les agents extérieurs.

2° Quant au socle ou mieux à l'immense **Plateau continental** qui s'élève doucement du niveau de la mer jusqu'à 1000 ou 2000 mètres s. l. m. nous devons noter avant tout qu'il doit être logiquement complété par ce qu'on appelle la zone des bas-fonds marins ou zone des Mers basses de transgression (la région *néritique* des Biologues), c'est-à-dire avec la continuation périphérique naturelle du Plateau continental qui, par l'actuelle transgression océanique, se trouve aujourd'hui submergé sous les eaux de la mer pour une profondeur d'environ 200 mètres; si bien que l'élévation continentale ou l'abaissement océanique de 200 mètres seulement produirait la connexion naturelle de cette zone importante au Plateau continental émergé, sans presque changer la forme d'ensemble des Continents, qui en seraient simplement quelque peu agrandis.

Or le Plateau continental, interprété ainsi largement, aussi bien que logiquement, forme la plus grande partie de la terre émergée, comprenant environ les 33 % de la surface du globe terrestre, ce qui indique de suite sa très grande et fondamentale importance dans la constitution de la surface de la Terre.

Il est vrai qu'une notable partie de ces immenses plateaux (qui en amont complètent la courbe parabolico-aplatie du profil d'équilibre des cours d'eaux) correspond à des basses plaines de sédimentation, alluvionnaire ou marine, émergées depuis une période plus ou moins récente; si bien qu'une élévation océanique ou un abaissement continental de 400 à 500 mètres produirait une telle invasion des eaux sur les Continents, qu'ils en perdraient une no-

table partie de leur surface et que leur configuration en serait aussi bien profondément que variablement altérée. Mais il est vrai aussi que la plus grande partie de ces Plateaux est formée par des terrains anciens, primitifs (ainsi que je les ai indiqué et esquissé comme *Massifs* et *Zones anciennes* dans les planches de mes ouvrages sur l'Orogénie de la Terre), terrains qui sont par conséquent plus ou moins aplanis (les Pénéplaines des Géologues américains) par les agents extérieurs, qui les ont érodé et rabotté pendant des millions d'années et pour cela aussi souvent masqué largement par des sédimentations plus ou moins récentes.

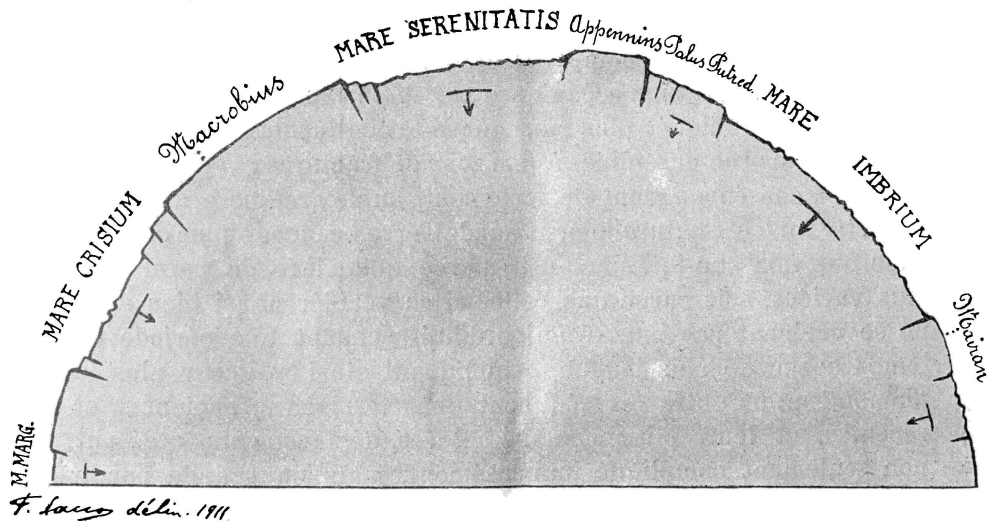
Par conséquent et en conclusion les Plateaux continentaux correspondent dans l'ensemble, à l'œil du Géologue, (même si masqués par des manteaux alluvio-sédimentaires) aux vieilles zones de l'Ecorce terrestre émergée, formant presque l'ample squelette, aujourd'hui décharné et rongé, et le substratum fondamental des Continents, qui se sont par la suite agrandis et exhaussés en grande partie par l'accumulation et le soulèvement des plissements orogéniques plus jeunes, ou qui se sont amplifiés par les sédimentations plus récentes.

3^o En continuant notre examen de la courbe hypsographique de l'Ecorce terrestre nous trouvons la zone spéciale de forte pente sous-marine, appelée **Zone de la pente continentale**, car elle montre de faire partie du Bloc continental. Cette zone de forte pente (ou région *actique* de Penck), qui correspond en partie à la région *bathyale* des Biologues, descend de la ceinture continentale sub-océanique ou zone des bas-fonds marins, c'est-à-dire d'environ 200 mètres au dessous d. n. m. jusqu'à la profondeur de presque 2500 à 3000 mètres; elle est médiocrement étendue, comprenant le 10 % environ de la surface du Globe.

Sa cause géologique n'a pas encore été interprétée d'une façon satisfaisante. Pour arriver à une explication de l'origine de cet important aussi bien que curieux fait morphologique de l'Ecorce terrestre, il nous faut avant tout considérer que la zone en question ne présente généralement pas une pente aussi régulière qu'on la voit en schéma dans la courbe hypsographique d'ensemble dessinée plus haut (où il faut noter aussi que le rapport entre la hauteur et la largeur a été très exagéré), mais qu'elle présente souvent de forts sauts, presque des marches grandioses, bien que plus ou moins masquées ou émoussées par les dépôts sédimentaires marins et par plusieurs autres phénomènes.

Mais puisque justement ce sont les phénomènes sédimentaires, ou autres semblables, qui ont caché et altéré notablement la forme primitive de la zone en question, je crois qu'il est opportun, pour en connaître l'essence, de recourir à l'examen de la surface d'un astre qui ait subi des mouvements primitifs, fondamentaux, un peu analogues à ceux qui se sont vérifiés à la surface de la Terre, mais moins masqués par des phénomènes successifs.

En ce cas, parmi les astres les mieux connus, nous avons la Lune. En effet si nous en considérons d'un œil géologique la surface, ainsi que j'ai cherché à le faire dans la planche I de l'« Essai schématique de Sélénologie, 1907 », nous voyons que les aires brunes (qu'on appelle les *Maria*), si elles ne sont pas des mers par le manque de l'élément aqueux, elles sont néanmoins de vraies zones de dépressions par rapport aux aires claires (les *Terrae*), qui forment des zones relativement exhaussées. Si ensuite nous examinons avec un peu plus de soin ces différentes zones, nous voyons que les *Maria* sont souvent séparés des *Terrae* par des lignes de fracture avec effondrement, donnant lieu à des vrais sauts orogéniques, fréquemment répétés, presque à former des gradins gigantesques descendant vers l'intérieur des amples bassins ou *Maria*; ce que j'ai cherché de représenter dans les sections schématiques à travers la lithosphère lunaire dessinées au pied de la même planche I, et dans la figure suivante :



SECTION SCHÉMATIQUE DE L'ÉCORCE LUNAIRE
avec l'indication des Zones paraclasiques principales qui séparent les TERRAE des MARIA
N. B. — L'altimétrie est énormément exagérée.

La pauvreté ou le manque de l'élément aqueux et par conséquent des phénomènes exogènes d'érosion et de sédimentation, comme aussi le volume relativement peu grand du Globe lunaire, (ce qui en a rendu plus rapide le refroidissement et le raidissement superficiel) ont été les causes principales qui ont fait conserver assez bien à la face lunaire ses paraclases originelles et ses gradins d'effondrement causés évidemment par des abaissements et des retraits de la masse magmétique.

Quelque chose d'un peu analogue doit s'être vérifié à la surface du Globe terrestre, soit dans sa première phase de refroidissement corticale, soit par la suite pendant les Ères géologiques successives, ce que j'ai cherché d'indiquer dans la planche de mon ouvrage sur « Les Lois fondamentales de l'Orogénie de la Terre, 1906 » en y traçant, d'un façon schématique, les grandes lignes principales de fractures avec dislocations ou paraclases de la surface terrestre.

L'angulosité d'ensemble qui persiste encore dans une bonne partie des marges des Continents (comme l'Afrique et l'Arabie, l'Inde, l'Australie, l'Amérique du Sud, une partie de l'Amérique du Nord et du proche Groenland, etc.) nous témoigne de l'origine fondamentale paraclasique de leur configuration périphérique, qui dût donner justement origine à des segments polygonaux dans la rupture et l'effondrement partiel de l'écorce terrestre.

En effet (abstraction faite des notables différences lithologiques, structurales, chronologiques, etc.) je crois que les Plateaux continentaux peuvent être comparés dans leur ensemble aux *Terrae* lunaires et les Bassins océaniques aux *Maria* lunaires. Par conséquent la zone indiquée plus haut de pente continentale correspond, je crois, dans son ensemble, à une zone de fractures avec effondrements et conséquemment de forte pente ou de gradins grandioses.

Cette zone est naturellement sur la Terre beaucoup plus compliquée que non sur la Lune, soit parce que siège de paraclases plus variées, soit parce que celles-ci se vérifièrent (si bien elles ne se vérifient pas encore aujourd'hui) pendant une période de temps beaucoup plus longue, compliquant ainsi beaucoup plus le phénomène; en outre les sédimentations terrigènes, anciennes et récentes, et leurs plissements, fractures, déplacements, etc., ont non seulement compliqué immensément, mais en grande partie masqué le grandiose phénomène paraclasique primitif.

Qu'on note à ce propos qu'une telle interprétation de l'origine de la zone de pente continentale, qui représenterait une région de

paraclases se déplaçant et s'accroissant dans des successives périodes géologiques, sert aussi à expliquer le déplacement et le plissement des formations sédimentaires, soit selon la théorie des glissements de Reyer, soit selon celle des transports, dite isostasique ou de l'équilibre, de Dutton, soit selon d'autres théories peut-être plus simples et plus logiques.

4° Passant maintenant à ce qu'on appelle le **Plateau océanique**, nous voyons que ce plateau sous-marin se développe comme une plate-forme ou mieux comme un plan doucement incliné de 2500 ou 3000 mètres de profondeur jusqu'à presque 5500 ou 6000 mètres environ, occupant une immense étendue, c'est-à-dire plus du 50 % de la superficie du Globe terrestre; ce qui de suite nous indique qu'il s'agit d'une partie morphologique très importante, fondamentale, de l'Ecorce terrestre.

La forme, dans l'ensemble subaplanie, l'énorme développement superficiel, la position altimétrique négative, etc., nous indiquent clairement (après ce que j'ai dit dans les chapitres précédents), qu'en général ces immenses Plateaux océaniques représentent les grandes aires d'affaissement de l'Ecorce terrestre, comparables d'une certaine façon avec les *Maria* de la surface lunaire; je répéterai par conséquent à leur égard les paroles déjà exprimées en énonçant « les Lois fondamentales de l'Orogénie de la Terre, 1906 » où, m'occupant des grands Bassins océaniques, je les interprétais (à page 24) comme *des zones de la Lithosphère qui s'abaissèrent depuis des temps géologiques très anciens*.

Malgré la comparaison faite entre les surfaces terrestres et lunaires, il ne faut pourtant pas oublier que l'analogie entre elles est quelque peu imparfaite, car, tandis que les premières nous montrent, dirais-je, un aspect originaire, les secondes ont subi déjà un grand nombre de transformations.

Ainsi, tandis que les *Terrae* lunaires nous représentent la croûte du refroidissement primitif, presque scoriacé, et les conséquentes fêlures et fractures de la surface de la Lune, les Plateaux continentaux de la Terre, même les plus anciens, sont déjà le produit soit du métamorphisme subi par des terrains anciens mais en grande partie sédimentaires, soit d'intenses mouvements tectoniques (plissements, failles, déplacements, etc. avec des érosions successives), eux aussi néanmoins accompagnés ou suivis par des fissures, fractures, etc.

De même par rapport aux *Maria* lunaires il nous faut noter

que ceux-ci représentent des grandes aires d'affaissement, originellement à l'état magmique; aires qui se sont ensuite solidifiées lentement tout en se plissant, peut-être à cause de pressions tangentielles, d'une façon quelque peu analogue aux plissements de la surface terrestre.

Les Plateaux océaniques de l'Ecorce terrestre au contraire, même s'ils purent à l'origine être constitués par d'immenses aires d'affaissement à l'état magmique et très dense (ce qui contribue à expliquer les anomalies de gravité ainsi que je l'exposerai par la suite), postérieurement ils devinrent bien vite, par l'importance de l'hydrosphère et les conséquences relatives d'abrasion et de sédimentation, des grands plateaux solides recouverts par des formations sédimentaires plus ou moins métamorphosées; plateaux qui s'affaissèrent pendant un temps bien plus long que les *Maria* lunaires, par suite de la plus lente condensation du magma intérieur terrestre, due à sa plus grande masse.

A ce propos il faut noter qu'en général le refroidissement et la consolidation du magma lunaire durent être beaucoup plus rapides que non ceux du magma terrestre; en effet le phénomène qui plasma d'une façon si caractéristique la face de la Lune est comparable à une grandiose pseudo-ébullition, tandis que seulement ses dernières manifestations endogènes (quand la croûte lunaire se fut épaissie) sont caractérisées par des rayonnements lumineux, qui indiquent des projections à type volcanique.

Le plus lent et grandiose refroidissement terrestre au contraire a permis qu'encore aujourd'hui (à une si énorme distance de temps de la consolidation initiale de la Terre et après tant de vicissitudes subies par sa surface) à travers les fissures de la puissante croûte terrestre le magma profond, ou ses foyers résidus, produisent les projections et les éruptions locales, qui caractérisent le Volcanisme typique.

Il nous faut néanmoins observer que l'analogie qui existe entre le volcanisme des Hawaï et le pseudo-volcanisme lunaire, comme aussi le fait que ce sont essentiellement des magmas basaltiques fluides, très denses, qui sont émis par effusion tranquille dans la région hawaïenne, qui surgit presque au centre de l'immense plateau océanique du Pacifique, tandis qu'ils nous font supposer que les *Maria* lunaires soient justement formés par de matériaux basaltiques, nous laissent douter que les affaissements des Plateaux océaniques de l'Ecorce terrestre se soient vérifiés spécialement dans les

régions où le magma du globe se présentait plus fluide et plus dense, en conséquence et de même essentiellement basaltoïde ou autrement dense; ce qui contribuerait à expliquer le phénomène de l'excès de gravité, relative, qui existe sur les Océans par rapport aux Continents.

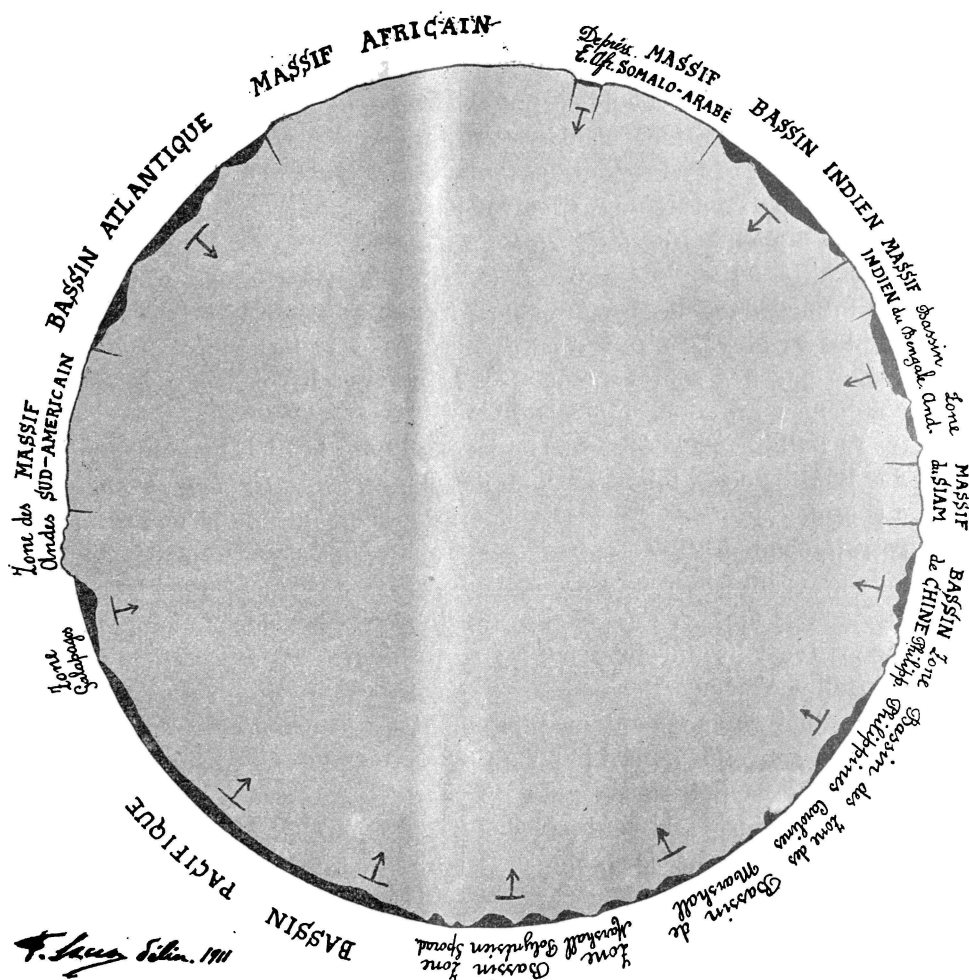
De toute façon si nous admettons l'idée exposée plus haut pour l'origine des grands Plateaux de la Terre, plusieurs autres importantes considérations en découlent, ainsi :

Les Plateaux continentaux (qui constituent la plus grande partie des Massifs continentaux) peuvent s'interpréter comme de grandioses, anciens, *Horst* ou *Môles*, insulaires, presque des gigantesques piliers limités par des zones paraclaniques et entourés par des immenses aires d'affaissement; *Horst* qui restèrent relativement stables et élevés, s'accroissant peut-être ça et là leur relative élévation par des soulèvements locaux de certains socles à la suite d'énormes pressions latérales.

Les Plateaux océaniques (qui constituent la plus grande partie des Bassins océaniques) seraient des gigantesques *Graben* ou *Fosses* ou socles immenses, relativement mobiles, d'effondrement (par retrait, condensation ou phénomènes analogues s'étant vérifiés dans le magma intérieur au dessous d'eux); par conséquent dans leur affaissement (qui s'est accentué en plusieurs périodes géologiques successives) ils dûrent produire naturellement des pressions tangentielles énormes, des poussées latérales extraordinaires et contribuer ainsi efficacement au plissement de la croûte terrestre. En cela ils sont aidés aussi par l'action analogue exercée par certains *Graben* devenus continentaux à la suite des sédimentations ou restés toujours tels soit par des conditions spéciales, soit par un léger abaissement de quelques parties de *Horst* étendus ou Plateaux continentaux.

A cause de la sphéroïdité de la Terre, de la position des gigantesques *Horst* et *Graben*, en lesquels fut brisée l'Ecorce terrestre, et des énormes pressions tangentielles qui réciproquement s'exercèrent entre eux, les plissements indiqués plus haut naturellement ne se vérifièrent pas seulement dans les Plateaux continentaux, contribuant ainsi à les exhausser et à les amplifier par de toujours nouveaux plis orogéniques, ainsi que nous l'indiquent les études géologiques; mais ces plissements se produirent aussi dans les Plateaux océaniques mêmes, y donnant origine à de nombreuses et souvent grandioses lignes de soulèvement, soit encore subocéaniques

(comme par exemple l'immense dorsale médiane longitudinale de l'Atlantique, produite par le gigantesque étai américain-euroafricain), soit déjà émergées en collier ou guirlande d'îles et péninsules



SECTION SCHÉMATIQUE SUBÉQUATORIALE DE L'ÉCORCE TERRESTRE
avec l'indication des Zones paraclasses qui séparent les PLATEAUX CONTINENTAUX
(MASSIFS p. p.) des PLATEAUX OCÉANAIQUES (BASSINS p. p.).

N. B. — L'altimétrie et la bathymétrie sont extraordinairement exagérées.

(par exemple les îles aléoutines, polynésiennes, mélanésiennes, des Philippines, de la Sonde, des Sandwichs méridionales, etc.) ainsi que je l'ai esquissé dans les planches qui accompagnent mes deux ouvrages de 1895 et 1906 sur « l'Orogénie de la Terre ».

Par conséquent, tandis que le grandiose, aussi bien que compliqué, plissement eurasiatique (alpin-caucasien-himalayaique, etc.), dirigé de ouest à est, fut évidemment produit par le fait que l'immense dépression téthyque se trouva comprise et comprimée, resserrée et étranglée, entre les deux mâchoires d'un gigantesque étau formé par les Massifs anciens Eurasiatiques à nord et Africo-indiens à sud, le merveilleux aussi bien que compliqué plissement circumpacifique au contraire (Montagnes Rocheuses l. s.-Andes-Mélanésie-Philippines l. s., etc.) peut être attribué à l'immensité du Plateau pacifique (presque 200 millions de Km²) qui dans son ensemble s'affaissa agissant puissamment contre les Plateaux continentaux environnants et les sédiments terrigènes relatifs et, par contre-coup naturellement, aussi sur sa surface même, qui dut se plisser fortement.

Les immenses *Graben* ou Plateaux océaniques primitifs, qui devaient anciennement être très amples, ainsi que nous le témoignent les sédimentations marines très étendues qui forment ou recouvrent la plus grande partie des Continents, prirent dans l'ensemble à disparaître, se transformant et s'étreignant, comme étant toujours plus masqués par des dépôts sédimentaires et toujours plus limités par des plissements, soit périphériques, soit submédiens, etc. accompagnés naturellement par des lacérations, des fractures et par les conséquentes protrusions endogènes.

Néanmoins on peut dire que, malgré les sédimentations continues, les plis, les paraclases, les transgressions, les régressions, etc., les positions et en partie aussi les formes, dirais-je, directrices principales des aires continentales et océaniques se conservèrent dans leurs grandes lignes, se vérifiant ainsi dans l'ensemble la permanence des Continents et des Océans, déjà énoncée par Dana.

La condensation naturelle, soit originelle, ainsi que je l'ai déjà indiqué, soit subséquante, des Plateaux océaniques par rapport aux régions continentales, en union avec le fait de la continue abrasion des Continents (dont les matériaux sont justement portés aux Bassins océaniques) contribue à expliquer l'anomalie gravimétrique générale bien connue; c'est-à-dire le fait qu'en tenant compte de la forme du relief terrestre et de la différence de densité entre les roches et l'eau, il existe, par rapport à la valeur théorique, un excès de densité et de masse sur les Océans (comme aussi en certains bas-plateaux déjà sous-marins) et au contraire une espèce

de défaut de densité sur les Continents, spécialement si à constitution archaïco-paléozoïque.

Par conséquent, puisqu'il y a presque tendance à une espèce de compensation gravimétrique entre la masse lithoïde prééminente des Continents et celle aqueuse des Bassins océaniques déprimés, il semblerait que la force de gravité (réduite au niveau marin) dut tendre à être presque partout à peu près égale, comme si les Continents et les Océans n'existaient pas; ce qui semble nous reconduire à l'état de presque uniformité gravimétrique qui à l'origine devait se vérifier pendant la constitution de la primitive croûte terrestre, et que les phénomènes géologiques ont par la suite, il est vrai, un peu altérée, mais pas complètement changée.

5° Passant enfin à la **Zone abyssale** qui s'effondre de 5500 ou 6000 mètres sous le n. m. jusqu'à plus de 9000 mètres, elle est relativement peu étendue, représentant seulement le 4 % environ de l'Ecorce terrestre et par sa position spéciale elle échappe presque aux recherches des savants.

Nous devons pourtant noter que ces profondes dépressions (que j'ai esquissé comme *Fosses marines* l. s. dans la planche qui accompagne mon ouvrage sur « Les Lois fondamentales de l'Orogénie de la Terre, 1906 »), se trouvent souvent non pas à l'extrémité, dirais-je, des Plateaux océaniques (ainsi que par nécessité graphique il est indiqué dans la courbe hypsométrique), mais au moins les *Fosses marines* typiques, qu'elles se trouvent plutôt proches et subparallèles aux zones ou lignes de culminations. D'où il résulte même une espèce de Loi générale par quoi « les lignes de plus grande élévation terrestre (chaînes montueuses) font face par leur flanc plus abrupt aux lignes de plus grandes profondeurs marines (fosses océaniques) », lesquelles néanmoins purent parfois, à la suite des sédimentations et des plissements, être transformées en régions continentales.

Ceci posé, si les zones continentales de culmination apparaissent nettement à l'oeil du Géologue comme les régions du maximum de plissement positif (géoaïclinal) de l'Ecorce terrestre, avec l'accompagnement habituel de fractures et glissements variés, il semble logique et naturel d'admettre que les zones abyssales représentent dans leur ensemble les régions du maximum de plissement négatif (géosynclinal) de l'Ecorce terrestre, naturellement avec les fractures et les dislocations qui y sont jointes.

Mais probablement dans la constitution des lignes abyssales,

spécialement des *Fosses marines* typiques, nous devons admettre aussi l'accentuation, sinon la prépondérance, de phénomènes d'effondrements notables, d'écroulements au long de cassures rectilignes, c'est-à-dire de phénomènes analogues à ceux qui à la surface des continents donnèrent origine (de même avec l'accompagnement naturel du volcanisme) aux longues et profondes fosses (*Graben*) ou lignes de fosses, comme par exemple à celle immense, bien que compliquée et brisée, qui de la Mer Morte et de la Mer Rouge s'étend de Nord à Sud, à travers toute l'Afrique orientale, jusqu'au delà du Lac Nyassa.

Ces Fosses ou cuvettes océaniques doivent, comme leurs proches zones culminantes continentales, être géologiquement assez récentes, car, si elles étaient anciennes, elles seraient aujourd'hui en partie remplies par les sédimentations.

De toute façon la proximité générale et le reliement des lignes de zones culminantes avec les lignes de zones abyssales et le conséquent et connexe maximum d'étirements, lacérations, fractures, dislocations, etc., de la croûte terrestre, nous expliquent parfaitement comment ces lignes orographico-bathymétriques très accentuées, si importantes au point de vue orogénétique, correspondent dans l'ensemble aux zones du maximum d'instabilité, du maximum de sortie des magmas intérieurs et par conséquent aux régions terrestres de séisme et de volcanisme plus intense, avec le cortège habituel des phénomènes de plutonisme, de métamorphisme, etc.

CONCLUSIONS.

De tout ce qui a été, d'une façon synthétique, exposé dans les pages précédentes il ressort que l'Écorce terrestre, réduite à ses lignes schématiques principales, ainsi qu'elles nous apparaissent dans sa courbe hypsographique, est constituée essentiellement par deux énormes Plateaux, ou mieux par deux groupes de Plateaux grandioses, séparés l'un de l'autre par un dénivellement de 3000 à 5000 mètres, c'est-à-dire :

1° Un ensemble de Plateaux supérieurs, insulaires, formant en général le *Plateau continental*, c'est-à-dire de gigantesques *Horst* (Môles, Dômes, Piliers ou Voussoirs) qui sont des parties de l'Écorce terrestre (essentiellement Massifs anciens plus ou moins rongés, rabotés et souvent aussi un peu masqués par les sédimentations plus jeunes) restés relativement presque à leur place et formant ainsi le vieux squelette ou le substratum fondamental des Continents.

2° Un ensemble, encore plus étendu du premier, de Plateaux altimétriquement inférieurs, formant en général le *Plateau océanique*, c'est-à-dire des plate-formes déprimées, immenses *Graben* d'effondrement, gigantesques fosses, ou parties d'écorce terrestre qui furent ordinairement recouvertes par les eaux océaniques, parce qu'elles se sont plus ou moins affaissées par rapport aux plateaux continentaux.

Ces deux groupes principaux de l'Écorce terrestre sont séparés par les *Zones de pente*, régions paraclasiques, c'est-à-dire de grandioses fractures avec glissement. Zones formant ainsi des pentes plus ou moins raides ou même des gradins gigantesques; le tout pourtant plus ou moins masqué, recouvert, adouci par les dépôts sédimentaires, essentiellement marins, terrigènes.

Puisque ces phénomènes d'affaissement de parties de l'Écorce terrestre (dus essentiellement à la condensation et conséquente diminution de volume et retrait inégal du magma intérieur) se vérifièrent graduellement à travers les successives Ères géologiques, il en dérivait naturellement, avec la descente des masses rigides (fracturées et réduites en débris à forme plus ou moins

polygonale) de la croûte terrestre, aussi leur tendance à se rapprocher et à se presser entre elles d'une façon lente, mais formidable.

Ainsi prirent naissance les grandioses poussées laterales, symétriques ou asymétriques; forces tangentielles qui sont presque l'expression ou mieux la résultante dernière de la force de contraction du globe terrestre combinée avec celle de la gravité.

Ce sont ces énormes pressions tangentielles, produites par la force centripète, qui obligèrent les terrains de larges parties de l'Ecorce terrestre (spécialement les sédimentaires supérieurs, stratifiés et pas encore trop roidis et puissamment resserrés) à se replier de mille façons à se plisser, se fracturer, parfois même à glisser et chevaucher les uns sur les autres (avec le cortège des différents phénomènes de séisme, de volcanisme, de plutonisme, de métamorphisme, etc.), s'exhaussant naturellement dans l'ensemble en chaînes, dont les plus jeunes, encore élevées et assez conservées, forment la *zone culminante* de la courbe hypsographique de l'écorce terrestre; zone qui représente on peut dire la résolution verticale de forces tangentielles subhorizontales; zone de plis qui, s'ils étaient déployés horizontalement, augmenteraient la surface terrestre de plus d'une dizaine de millions de Km².

Au contraire les zones de profonds abaissements plus ou moins rapprochées, soit par des plis préférablement synclinaux (les Géosynclinales), soit par des effondrements accentués ou *Graben* ou Fosses, formèrent dans leur ensemble la *zone abyssale* de la courbe hypsographique de l'Ecorce terrestre.

Les affaissements de parties de l'Ecorce terrestre et les dislocations relatives, bien que s'accomplissant en général lentement, s'accrochèrent de temps en temps, par rupture d'équilibre dans les déplacements des masses rigides et alors se vérifièrent des mouvements plus rapides, des saccades, des effondrements, des dislocations plus étendues, etc., qui eurent comme conséquence naturelle l'intensification des phénomènes de déplacements magmiques, d'intrusions plutoniques, d'actions métallogéniques, de métamorphisme, de volcanisme, de séisme, de plissements, etc.; d'où dérivait aussi une naturelle répercussion sur l'évolution biologique qui en fut ainsi de temps en temps un peu troublée, fortement intensifiée, accélérée, etc.; ce qui permit les divisions géologiques de la vie terrestre en diverses Ères et Périodes.

En conclusion, ce sont la condensation graduelle, la contraction et la conséquente diminution de volume de l'intérieur magmique

de la Terre (se refroidissant lentement) qui dirigent des profondeurs l'évolution tectonique et par conséquent aussi orohydrographique et même, en partie, biologique, de sa surface; surface formée par des masses, voussoirs ou parties demi-rigides qui, par suite des fractures, se présentent en segments à forme polygonale variée. Ces gigantesques segments se meuvent lentement (dans l'ensemble en sens centripète par le développement de forces radiales produites par cette diminution de volume) et se pressent ainsi entre eux de façon à donner origine aux déformations, cassures et plis des terrains supérieurs, essentiellement sédimentaires, obligés ainsi par les forces tangentielles à se restreindre en superficie, produisant vraiment les rides de l'épiderme de la Terre, qui va en vieillissant.

Par conséquent quand, à la suite du refroidissement du magma terrestre intérieur, le dynamisme endogène diminuera et enfin cessera d'agir (et avec lui son cortège naturel soit d'affaissement des Plateaux, soit de Séisme, soit de Volcanisme, soit de ride-ments, etc.), alors le dynamisme exogène, devenu prévalant, peu à peu aplanira les zones de culmination, il remplira les zones abyssales, il adoucira les zones de pente et enfin, tandis que l'élément aqueux sera en bonne partie absorbé par l'Écorce terrestre vieillie et profondément crevassée, il transformera graduellement la surface du Globe terrestre de façon à lui faire prendre la *facies* martienne.
