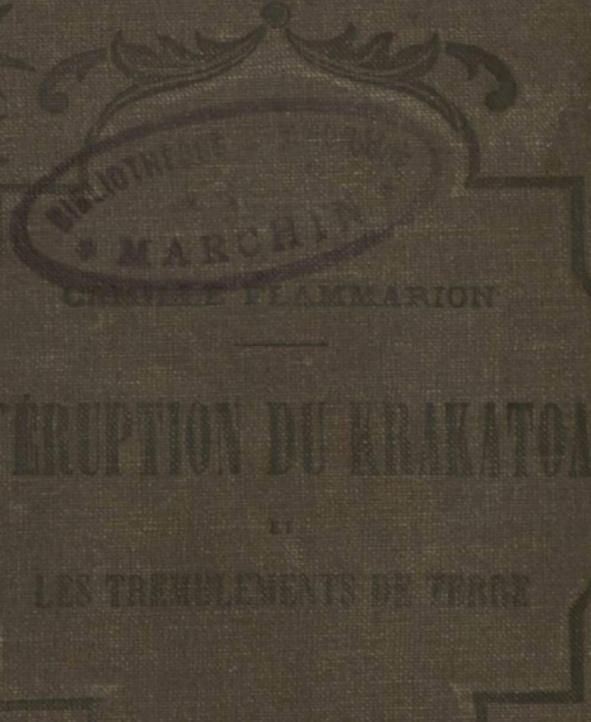


3/21



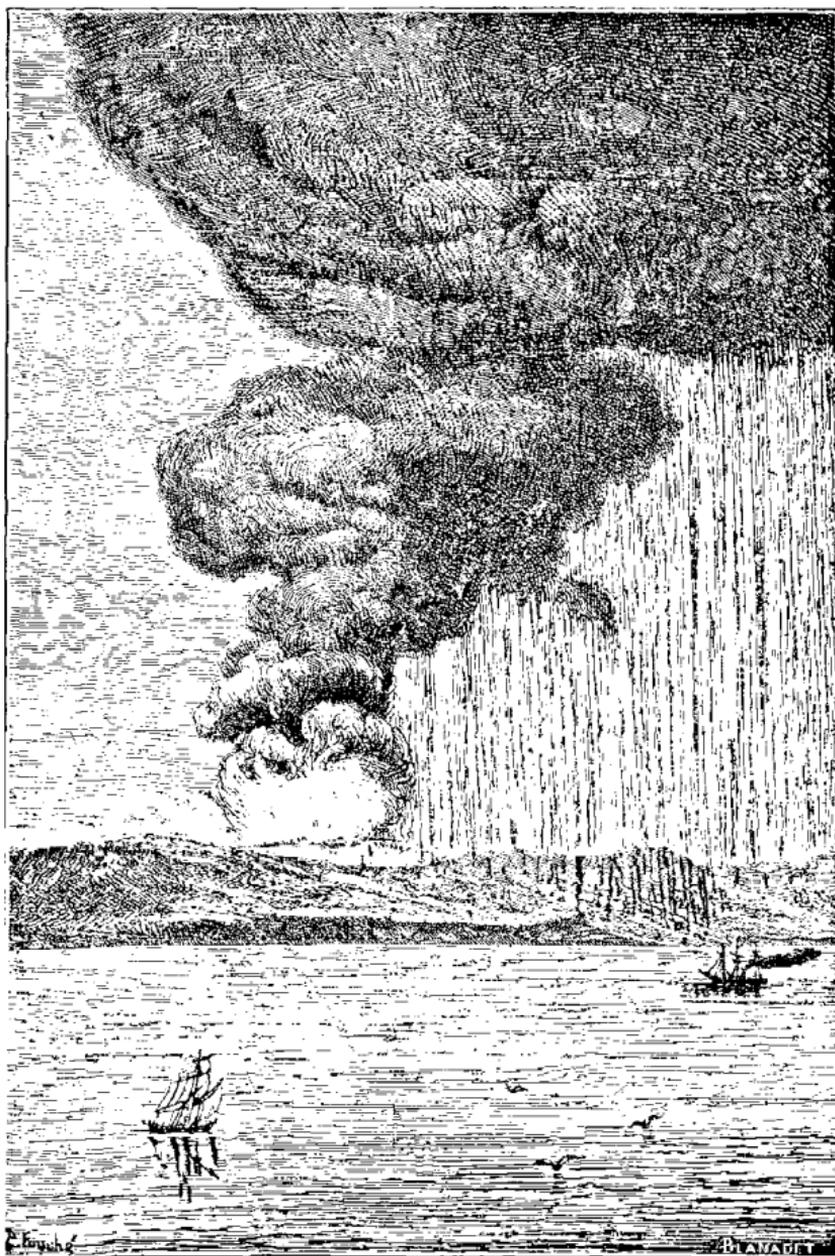
DEBIGNÉ & C^o
MARCHÉ
GÉNÉRAL FLAMMARION

L'ÉRUPTION DU KRAKATOA
II
LES TREMBLEMENTS DE TERRE

PARIS

E. GIRARD & A. BOITE

L'ÉRUPTION
DU KRAKATOA
ET LES
TREMBLEMENTS DE TERRE



L'ÉRUPTION DU KRAKATOA.

CAMILLE FLAMMARION

L'ÉRUPTION
DU KRAKATOA

ET LES

TREMBLEMENTS DE TERRE



PARIS

C. MARPON ET E. FLAMMARION

ÉDITEURS

26, RUE RACINE, PRÈS L'ODÉON

Tous droits réservés.

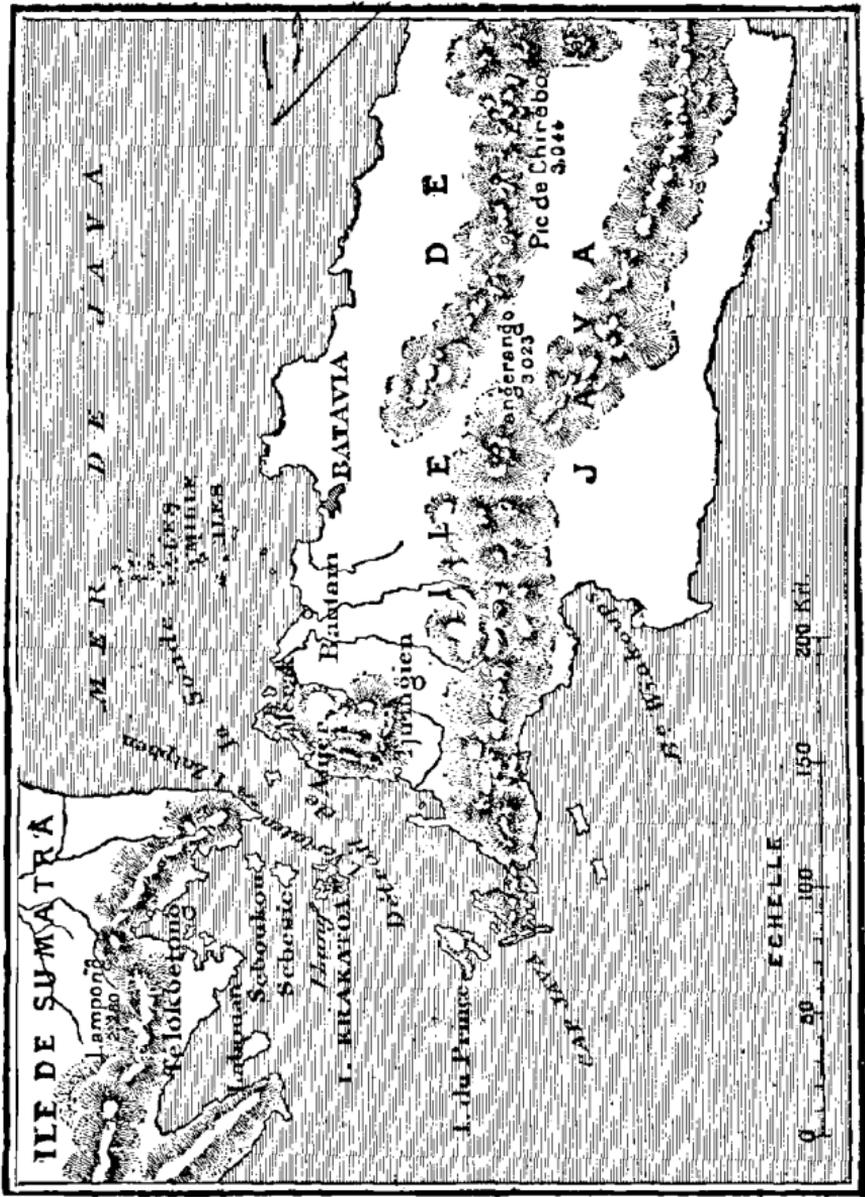
L'ÉRUPTION DU KRAKATOA

LE PLUS GRAND PHÉNOMÈNE GÉOLOGIQUE DE L'HISTOIRE

Depuis l'apparition de l'humanité sur la Terre, ou, pour mieux dire, depuis que l'humanité a conscience d'elle-même et conserve dans ses annales le souvenir des événements qui la concernent, jamais, si ce n'est le déluge asiatique — mais cet événement est préhistorique, et il n'en reste que de vagues légendes fort exagérées — jamais aucun phénomène terrestre ou céleste historique n'a atteint les proportions de l'événement que nous allons raconter, d'après des témoins ocu-

lares et dont la simple narration est plus intéressante, et surtout plus vraie, plus authentique, plus frappante que le plus dramatique des romans.

L'explosion du volcan de l'île Krakatoa (dans les îles de la Sonde, entre Java et Sumatra) a eu lieu le 25 août 1883. Des éruptions relativement calmes avaient commencé dès le 11, mais c'est le 25 que l'explosion volcanique prit des proportions terribles, pour atteindre le 26 son paroxysme le plus violent. Une épaisse colonne de fumée s'échappant du cratère en ébullition, s'étendit à une grande hauteur comme une vaste couronne; les cendres tombèrent du ciel, et aux cendres succéda la pierre ponce, mêlée de boue. Puis vint la nuit, une nuit noire, opaque, *de dix-huit-heures*, pendant laquelle toutes les forces aveugles de la nature unirent leurs efforts pour renouveler le Chaos. La mer furieuse, hurlante, se souleva. Une vague colossale s'engouffra dans le détroit, courant avec une vitesse insensée et se rua avec rage sur les terres. D'autres vagues sui-



E. Hella

virent celle-ci, non moins gigantesques, non moins furieuses, non moins destructives, poursuivant leur œuvre au milieu des ténèbres. Quand le jour reparut enfin, pâle et blafard, ce fut pour éclairer un spectacle lamentable et effrayant. Des villes, la veille animées, vivantes, pleines de mouvement et de bruit, avaient disparu : Telok-Bétong, au fond de la baie de Lampong, dans l'île de Sumatra, et à Java, Bantam, Anjer, Tjéringin, tous les villages de la côte et la côte elle-même. L'eau s'était avancée dans les terres sur toute l'étendue indiquée sur notre seconde carte (p. 7) par la partie teintée, ne laissant émerger que les sommets des hauts monts comme autant de petites îles. Et telle avait été la force des vagues qu'elles avaient projeté sur les collines, parfois à plus de trois kilomètres dans l'intérieur, plusieurs navires, des chaudières, des locomotives. Et ce n'est pas tout. Où s'arrêtait la ligne des eaux, la cendre commençait. Toute l'île en fut couverte, la culture anéantie, les fon-

taines taries, les cours d'eau comblés, et les malheureux habitants, au milieu de ce désert inexorable, moururent de faim et de soif par milliers.

Pendant ce temps, des transformations non moins terribles s'accomplissaient dans le détroit de la Sonde. L'entrée des ports devenait impraticable, par suite de l'accumulation de la pierre ponce vomie par le volcan. Toutes les îles du détroit ont été plus ou moins cruellement éprouvées. La moitié des îles de Krakatoa (cause première du désastre) de Sebesie et de Seboukou se sont abîmées sous les flots. Toute la partie nord de l'île de Krakatoa, indiquée sur notre carte par la partie teintée, a été recouverte de plus de trois cents mètres d'eau. Il n'en reste plus que la partie méridionale avec le grand pic. En même temps, seize îlots avaient surgi du fond des eaux, entre l'île de Krakatoa et celle de Sebesie. Des taches noires en indiquent la place sur notre carte.

On a dit le nombre effrayant des morts causées

par ce cataclysme : Quarante mille ! On est certainement resté au-dessous de la vérité, car on ne fait pas de statistique bien précise à Java et l'on n'a pu constater toute l'étendue du désastre, le plus grand peut-être qui se soit jamais produit depuis les temps historiques, et devant lequel, on peut le dire, l'engloutissement des antiques villes d'Herculanum et de Pompéï n'apparaît plus que comme une catastrophe de minime importance.

M. VAN SANDICK, ingénieur des ponts et chaussées, à Padang (Sumatra), témoin oculaire de cette épouvantable catastrophe, nous écrivait que le steamer *Général-Loudun*, sur lequel il se trouvait, qui est un des meilleurs et des plus solides marcheurs, a été arrêté dans cette nuit de dix-huit heures, et condamné à rester en place à cause des dangers qu'il eût pu courir en sortant de la baie de Lampong. La pluie de cendres s'était changée en une pluie de boue compacte et épaisse qui finit par couvrir le pont sur une épaisseur de

près de soixante centimètres. Cette boue fétide pénétrait partout et était particulièrement gênante pour l'équipage du bord ; yeux, oreilles, nez étaient littéralement bouchés par cette matière désagréable qui rendait presque toute respiration impossible ! Comme variation, la pierre ponce tombait fréquemment et, avec les cendres répandues dans l'air, obstruait les voies respiratoires. L'atmosphère, en même temps, était fortement imprégnée d'acide sulfureux. Les passagers avaient de violents bourdonnements dans les oreilles, quelques-uns étaient près de suffoquer et toutes les poitrines étaient lourdement oppressées. Une somnolence étrange, stupéfiante, contribuait encore à rendre la situation plus horrible, plus épouvantable. En même temps, la boussole avait des déviations folles.

Les trois quarts des passagers s'attendaient absolument à assister à la fin du monde.

Mais ce n'était encore là que le commencement des angoisses.

— A partir de onze heures du matin, quand la nuit noire eut tout envahi, le *Loudun* fut soumis à une suite non interrompue de *tremblements de mer*, sorte de remous terribles qui jetaient le navire tantôt sur un flanc, tantôt sur l'autre. Pendant ce temps, les éclairs traversaient les ténèbres à court intervalle. Sept fois la foudre s'abattit sur le mât et chaque fois suivit le fil conducteur du paratonnerre, par-dessus le vaisseau, pour se perdre dans les abîmes de la mer, en faisant entendre une crépitation satanique. Pendant la durée de l'éclair, on pouvait constater partout, sur les visages et les mains, sur les cordages et le pont, une teinte gris cendré, couleur de boue. En même temps, sur les parties élevées du mât, sur les cordages, des flammes subites se mouvaient. Les passagers indigènes, toujours superstitieux, croyaient que ces *feux Saint-Elme* étaient le présage d'un naufrage prochain : aussi, malgré le danger, s'élançaient-ils à n'importe quelle hauteur afin d'éteindre ces

lueurs sinistres. Mais, à leur grand regret, s'ils les étouffaient par ici, il s'en allumait d'autres à côté.

Les coolies et les forçats roulaient les uns sur les autres et, durant les courts moments où la mer était calme, on entendait sans cesse le « *La illah, la illalah*, » prière au Dieu de l'Islam. Comme le navire n'avait pas cessé d'être sous vapeur, il était à craindre que la machine ne refusât le service parce que la boue envahissait tout.

Rarement l'aurore fut acclamée avec plus de bonheur que le matin du 28 août 1883. La pluie de pierre ponce durait toujours ; mais, avec le jour, le steamer parvint à quitter le golfe. La côte de Sumatra offrait un aspect navrant. Tous les arbres étaient tombés, soit par le poids de la boue, soit directement enlevés par le terrible raz de mer. De tous côtés, la mer était couverte de pierres ponce ; l'entrée de la baie de Lampong était fermée par des îles s'élevant à trois mètres

au-dessus des eaux ! Il n'y avait qu'un moyen de sortir de là, c'est de pénétrer à toute vapeur à travers les fies de ponce ! Bientôt l'obstacle est brisé, le navire passe, tandis que derrière lui le passage se referme comme par enchantement.

Mais écoutons un instant le récit du spectateur lui-même. « En arrivant devant l'île de Krakatoa, il n'y a plus de doute que c'est ce maudit volcan qui est cause de tout le mal, car le cratère qui répandait tant de fumée et de cendres deux jours auparavant est détruit, et les vagues de la mer passent tranquillement là où était la terre ferme. Ce que l'on voit n'est plus que le quart de l'île et la partie engloutie a été comme déchirée, sur une étendue de vingt-cinq kilomètres carrés, de la partie qui reste encore. Seuls, deux écueils, signaux terribles, s'élèvent maintenant au-dessus de la région disparue. L'éruption volcanique n'a pas cessé complètement : en huit points différents, on aperçoit de fortes colonnes de fumée dont le centre est tout noir et l'extérieur entière-

ment blanchâtre. Ces colonnes montent et disparaissent pour renaître aussitôt.

« Bientôt le navire est en vue des côtes de Java. Alors un spectacle horrible se présente à nos yeux : les côtes de Java, comme celles de Sumatra, sont entièrement détruites ; partout règne la même couleur grise et sombre. Les villages et les arbres ont disparu ; on ne voit même pas de ruines, car l'onde a monté de trente-cinq mètres, a tout rasé, et, en revenant sur elle-même, a englouti les habitants, leurs maisons et leurs plantations. On retrouve difficilement la rade d'Anjer, attendu que pas une maison de cette ville si riante n'est restée debout. Seule, la base du phare élevé sur la quatrième pointe ou cap de Java reste debout. C'est véritablement une scène du jugement dernier : la mer a passé et tout est dit.

« Les coolies qui ont été embarqués le 26, à Anjer, regardent du haut du pont leurs habitations. Probablement, leurs rizières sont détrui-

tes, leurs femmes et leurs enfants ont péri, car on ne voit qu'un marais fangeux où rien n'est demeuré debout. Vous vous imaginerez peut-être que ces pauvres gens sont bien tristes et qu'ils voudront à tout prix débarquer pour chercher les cadavres de leurs femmes et de leurs enfants. Nullement, car, sans penser à leurs foyers détruits, sans donner un regret à leurs familles, à leurs amis, victimes de la catastrophe, ils se mettent soudain à danser en rond, témoignant de leur joie d'avoir si heureusement échappé au désastre.

« La région de destruction complète est à peu près un cercle qui a pour centre le volcan de Krakatoa et pour rayon une ligne de quatre-vingt-dix kilomètres. Les parties voisines de la mer, sur les côtes de Java et de Sumatra, qui donnent sur le détroit de la Sonde, ont été rasées par ces vagues gigantesques, hautes de trente-cinq mètres, qui se sont précipitées au milieu des terres jusqu'à une distance de un à

dix kilomètres du rivage. Tout l'ouest de Java a été détruit complètement et les îles du détroit de la Sonde sont dépourvues de toute trace de végétation ou d'habitation jusqu'au niveau de la haute marée du 27 août. Dans les baies de Lampong et de Semangka, le flot s'est élevé de trente à trente-cinq mètres, détruisant tout sur une longueur de cinq cents kilomètres. Le nombre total des personnes qui ont péri *dépasse quarante mille*.

« La ville de Tjiringin, éloignée de 48 kilomètres de l'île de Krakatoa, a disparu dès la première marée. Rien n'a survécu. Le Régent, ou chef du gouvernement indigène, avait invité dans sa demeure tous les fonctionnaires indigènes avec leurs femmes et leurs enfants, pour y célébrer une grande fête. L'aristocratie javanaise était de plus représentée par la famille du Régent qui est au nombre de cinquante-sept personnes, et dont cinquante-cinq étaient réunies là. La demeure du Régent a été engloutie par les eaux et

tout a péri ; il n'est resté de cette famille que deux cousins du Prince qui n'avaient pu se rendre à l'invitation.

« La ville de Méraak a également disparu avec tous ses habitants.

« A Telok-Betong, la basse ville fut détruite et il n'y eut de sauvés que quelques Européens qui eurent la bonne idée de se réfugier dans la demeure du Résident située à 37 mètres d'altitude.

« Des milliers de cadavres sont restés sans sépulture et répandent une odeur nauséabonde qui empêche les habitants de s'en approcher. Mais le plus grand nombre des morts a été emporté par les flots, en pleine mer. Aussi les vaisseaux qui ont traversé le détroit de la Sonde durant les jours qui ont suivi le désastre sont-ils unanimes pour constater que des « tas de cadavres » ont été vus flottant à la surface des eaux. Le transatlantique hollandais *Batavia* rapporte que le 3 septembre il a rencontré d'innombrables cadavres dont les membres étaient mutilés et cassés ; quant à

leur nationalité, il paraît présumable que ce sont les corps de Chinois, car leurs crânes sont presque tous chauves. Une autre fois, un vaisseau allemand a vu sa marche devenir très difficile à cause d'un entassement considérable de corps humains. On raconte qu'à Sérang, en ouvrant le corps d'un kakap, poisson de la mer des Indes, des doigts humains encore pourvus d'ongles ont été trouvés dans son estomac.

« Les vagues énormes qui ont produit cet effroyable cataclysme ont perdu de leurs forces à mesure qu'elles se sont éloignées de leur centre d'action. »

Jamais dans l'histoire pareil phénomène n'a été observé par des témoins instruits, capables de l'étudier dans sa grandeur et de se rendre exactement compte de ses multiples conséquences. Ces nombreux témoignages sont maintenant sous nos yeux. C'est d'après leur ensemble que nous allons juger ce grand événement.

I

Le tour du Monde en trente-cinq heures.

Ce cataclysme de Java a eu un retentissement physique qui a envahi la planète tout entière ! Cette explosion volcanique a été d'une violence tellement inouïe que l'ébranlement atmosphérique causé par elle a fait le tour du monde, non pas une fois seulement, mais *trois fois* de suite avant de se calmer et de s'éteindre !

Tout autour d'une poussée verticale, de plus de *vingt mille mètres* de hauteur, parcourue par un jet formidable d'eau chaude, de vapeurs, de cendres, de pierres ponceuses, de poussières et chargé de

tous les produits volcaniques d'une éruption sous-marine, des ondulations immenses se sont transmises à travers l'atmosphère, comme on voit se succéder les ondes sur une pièce d'eau momentanément troublée, et de là se sont répandues sur le globe entier.

L'étude comparative des documents reçus ne laisse aucun doute à cet égard.

Lorsque cette ondulation atmosphérique est passée au-dessus de Paris, elle a fait baisser les baromètres de l'Observatoire de *plus de deux millimètres*. Elle est arrivée à Paris à une heure cinquante minutes de l'après-midi, le 27 août, dix heures après l'éruption la plus violente, ayant marché précisément *avec la vitesse du son dans l'air* : 4180 kilomètres à l'heure ou trois cent vingt-huit mètres par seconde.

Cette première oscillation, arrivée par l'est, par-dessus l'Indoustan, l'Arabie, la Perse, la Turquie, l'Autriche, n'avait mis que dix heures à venir.

Mais l'ondulation se répandait circulairement dans l'atmosphère tout au tour du détroit de la Sonde. Celle qui marchait dans la direction de l'ouest est, à son tour, arrivée à Paris, après avoir traversé le Grand Océan, l'Amérique et l'Atlantique, à quatre heures vingt minutes du matin, dans la nuit du 27 au 28, c'est-à-dire quatorze heures trente minutes après la première.

La première ondulation a franchi 11500 kilomètres en dix heures environ, la seconde 28500 kilomètres en vingt-quatre heures et demie. Ainsi le tour du monde a été parcouru par cette commotion atmosphérique en trente-quatre heures et demie environ, ou moins de trente-cinq heures.

Ces oscillations barométriques ont été constatées dans tous les Observatoires du monde où l'on a des appareils barométriques enregistreurs.

Mais ce n'est pas tout : le plus curieux est qu'après avoir fait une première fois le tour du monde, ces ondulations atmosphériques l'ont

fait une seconde et une troisième fois, amenant encore des dépressions barométriques à des intervalles de trente-cinq heures environ.

C'est là un prodigieux phénomène, sans précédent dans l'histoire de la science.

Nous offrons comme curiosité, à nos lecteurs, le tracé de l'oscillation enregistrée à l'Observatoire de Montsouris (Paris) à cette date mémorable, et qui nous a été adressé par le chef de service, M. Descroix.

Les journées des 26, 27 et 28 août n'ayant pu donner lieu à aucune perturbation locale sur le compte de laquelle on ait pu mettre les bizarreries de la courbe barométrique, elles restent imputables à l'ébranlement général de l'atmosphère sous la secousse volcanique et l'effondrement de l'île.

Nous constatons que dès le 26 à huit heures du soir, la courbe est finement dentelée par des oscillations de 2 à 3 dixièmes de millimètre, espacées de quatre à cinq minutes. L'agitation

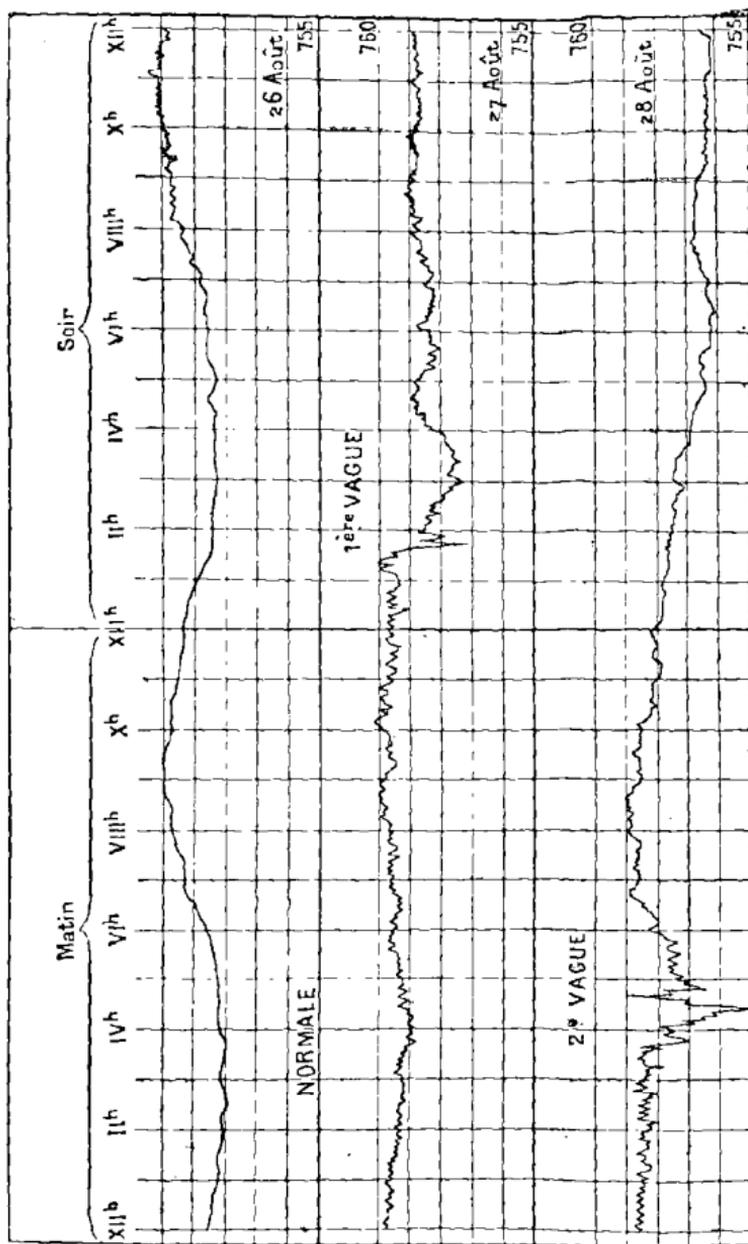


Fig. 3. — Oscillations barométriques produites à Paris par l'explosion du Krakalooa.

augmente depuis dix heures du matin le 27, jusqu'à la phase maximum correspondant à la première crise du détroit de la Sonde, soit de une heure à deux heures de l'après-midi. Les oscillations sont variables et subissent des temps d'arrêt.

Nouveaux frémissements dans la soirée du 27 avec recrudescence vers minuit et saccades grandissantes, en moyenne de 45 centièmes de millimètre d'amplitude, jusque vers trois heures du matin. C'est alors que l'effet maximum de la vague atmosphérique principale donne les oscillations considérables que l'on peut constater sur la figure précédente.

Les sinuosités plus diffuses du lendemain tiennent peut-être encore au contre-coup tardif de la même secousse; mais elles se confondent avec les mouvements symptomatiques de la tempête du 2 septembre.

Ce sont là des vagues atmosphériques sans précédent dans l'histoire de la Météorologie. Il im-

portait de les publier ici à titre de document aussi intéressant qu'important. Elles ont été observées à Londres (Greenwich), à Bruxelles, à Berlin, à Vienne, à Rome, à Naples, à Palerme, à Madrid, à Saint-Pétersbourg, à Moscou, comme à Paris; en Amérique, en Asie et en Afrique comme en Europe!

II

Les vagues océaniques.

Pendant que la violence de cette commotion mettait ainsi en vibration l'atmosphère entière dont notre planète est environnée, l'éruption du monstre, l'effondrement des îles du détroit de la Sonde et le *tremblement de mer* qui en résulta produisaient une révolution telle dans l'Océan, chassaient les eaux avec une telle force, que des vagues de 35 mètres de hauteur montèrent au-dessus des rivages, détruisant tout sur leur passage, et jetant des navires par-dessus les villages et les bois jusqu'à plusieurs kilomètres

dans l'intérieur des terres. Elles balayèrent tout, maisons et habitants, et ne laissèrent rien, même pas la trace des rues. Après le désastre, ces rives, ordinairement si riantes, ressemblaient aux rivages désolés de la mer Rouge. Mais écoutons un témoin oculaire. Voici ce que nous écrivait, de la région même, un ingénieur distingué du gouvernement néerlandais, M. Van Sandick, avec lequel nos lecteurs ont déjà fait connaissance.

• Tout à coup, dit-il, nous vîmes arriver une onde gigantesque, de hauteur prodigieuse, du côté de la mer, s'avançant avec une vitesse considérable. Aussitôt et sans hésiter, le navire, sur lequel je me trouvais, se met sous forte pression et gouverne de façon à faire face au danger imminent; il a justement le temps de rencontrer l'onde par devant. Après un instant plein d'angoisse, nous sommes soulevés avec une vitesse vertigineuse, notre navire fait un bond formidable, et tout aussitôt après nous nous sentons comme plongés dans l'abîme. Mais la lame nou

avait dépassés, et nous sommes sauvés. Semblable à une haute montagne, la vague monstrueuse précipite sa marche vers la terre. Immédiatement après paraissent trois autres lames de proportions colossales. Et, devant nos yeux, cet épouvantable soulèvement de la mer, balayant tout sur son passage, consomme en un instant la ruine de la ville : le phare tombe tout d'une pièce, et d'un seul coup toutes les maisons de la ville sont balayées comme un château de carte. Tout est fini !

« Là où vivait quelques moments auparavant la ville de Telok-Betong, il n'y a plus maintenant que la pleine mer...

« Le steamer *Barouw* avait été soulevé de la plage, et du bord du navire nous le voyions se jeter par-dessus le môle dans le pays au niveau des cocotiers. Les maisons indigènes qui sont bâties à Sumatra sur des pilotis, de manière qu'au-dessous d'elles il y a un espace libre d'environ un mètre de hauteur, sont une proie facile pour l'onde qui les enlève et les renverse. Mais

les maisons en briques des Hollandais n'en sont pas moins détruites, déchirées de leurs fondements, et disparaissent dans la mer.

« Les mots nous manquent pour décrire l'épouvantable impression que nous laissa l'aspect d'un pareil cataclysme. La soudaineté foudroyante du changement à vue, les proportions gigantesques du spectacle, la dévastation subite qui s'accomplit devant nos yeux en un instant, tout cela fit que nous restâmes frappés de stupeur, sans nous rendre d'abord un compte exact du phénomène perturbateur qui s'accomplissait devant nos yeux. On eût dit une transformation, un changement à vue instantané, tel que dans les féeries, au signal d'une baguette magique. Ajoutez l'impression que ce qui se passe devant nos yeux n'est pas une vaine fantasmagorie, mais bien une terrible réalité qui vient de faucher des milliers d'existences humaines dans l'instantanéité d'un clin d'œil. Que de ruines effrayantes et incalculables ont été semées là en un moment !

Quelle force incroyable possède cette mer dont le flot renverse d'un seul coup une cité entière que l'homme a eu tant de mal et mis tant de temps à édifier!

« Nous-mêmes, spectateurs du bouleversement, nous sommes menacés maintenant d'un péril sans exemple, et devant nous une mort terrible et fatale. Tout ce que l'imagination la plus active pourra évoquer, tout ce que l'esprit le plus fécond pourra se figurer, restera loin, bien loin de la situation horrible, épouvantable, où nous nous trouvions.

« A Anjer, 27 août, six heures du matin, la plupart des habitants étant encore au lit, une masse d'eau toute noire, énorme, arrive avec fracas, monte et inonde la ville. Puis elle se retire, entraînant dans la mer hommes, femmes et enfants. Tout est de nouveau calme et silencieux, on ne voit que des débris de cadavres, de vaisseaux, de ponts et de branches. Ce n'est que le commencement. Une épaisse pluie de cendres

envahit l'atmosphère. Les personnes qui sont sauvées et qui sont presque toutes blessées reprennent haleine. Une deuxième onde arrive à son tour, à son tour monte à 35 mètres de hauteur, et, en rentrant, elle entraîne tout ce qui avait survécu au premier choc.

« Il n'y a plus d'Anjer au monde ! Seul le soubassement du phare du quatrième point de Java reste debout. Voilà Anger comme nous l'avons vu du pont du *Loudun* le 28 août. »

Des navires portés par la mer furent jetés dans l'intérieur des terres à plusieurs kilomètres du rivage, et y restèrent, la mer s'étant aussitôt retirée. Il y eût un moment où nul n'aurait pu dire quelles régions appartenaient à l'Océan ou à la terre ferme.

Ces vagues ne mesuraient pas moins de 35 mètres de hauteur, et en se retirant faisaient à leur tour baisser la mer de la même quantité, de sorte que cette oscillation formidable ne mesurait

pas moins de 70 mètres. En même temps, ces vagues se propageaient dans l'Océan même, et elles arrivaient le lendemain à Coloa (isthme de Panama), mesurant encore 0^m,40 de hauteur. Aux Seychelles, à la Réunion, au Japon, à Ceylan, à Aden, les vagues arrivaient en dehors des heures de marées. Elles se sont propagées jusqu'aux côtes de France. Leur vitesse augmentait avec la profondeur de la mer, comme on le voit par ce petit tableau :

	Profondeur moyenne.	Vitesse par heure.
De Krakatoa à Dendang Billiton).	26 ^m	57 kilom
à l'île Noordwachter	37	68
à Padang	320	202
à Port-Elisabeth	2526	567
à Maurice	3575	674

Certes, au point de vue de l'humanité, la catastrophe a été si épouvantable, qu'elle reste unique dans l'histoire. Une île entière descendait tout d'un coup à 300 mètres sous les flots. *Pendant dix-huit heures, une nuit noire*, entrecoupée

seulement d'éclairs sinistres, pesa sur toute cette contrée. L'atmosphère était de cendre et de fumée. Chacun se croyait à sa dernière heure. Tous les êtres vivants qui habitaient dans le voisinage de la mer furent emportés par les flots. Quarante mille victimes !

Longtemps après, les navires rencontraient encore sous les eaux des grappes de cadavres entrelacés, et en ouvrant les grands poissons, on trouvait des doigts avec leurs ongles, et des morceaux de têtes avec leurs chevelures. Ceux qui furent sauvés, ceux qui subirent la catastrophe sur un navire et purent, le lendemain, revoir la lumière du jour qui semblait ne devoir jamais revenir, ceux-là racontent avec terreur qu'ils attendaient avec résignation la fin du monde, convaincus d'un cataclysme universel et de l'effondrement de la création. Et ils ajoutent que, pour tous les biens de la Terre, ils ne consentiraient jamais à repasser par de telles émotions. Pour eux, le soleil était éteint, le deuil tombait sur la

nature et la mort universelle allait régner sur le monde.

Mais quelque effroyable que soit ce drame de la nature, le fait constaté d'une commotion marine, envahissant tout l'Océan, et d'une commotion atmosphérique faisant trois fois le tour du monde, frappe encore davantage peut-être l'esprit de l'observateur.

Voici, sur ce curieux sujet, la communication faite par M. de Lesseps à l'Académie des sciences sur l'arrivée des ondes de Krakatoa à l'isthme de Panama :

« Dans la journée du 27 août dernier, à partir de quatre heures du soir environ, le niveau de la mer, à Colon, éprouva une série d'oscillations que le marégraphe, établi par la Compagnie du canal interocéanique, accusa d'une façon très nette. Ces oscillations étaient, quant à l'amplitude, tout à fait comparables aux mouvements actuels de la marée en ce point; seulement, la durée en était moindre, de une heure à une

heure trente minutes, au lieu du chiffre à peu près normal de douze heures.

La grande courbe du marégraphe montre que,

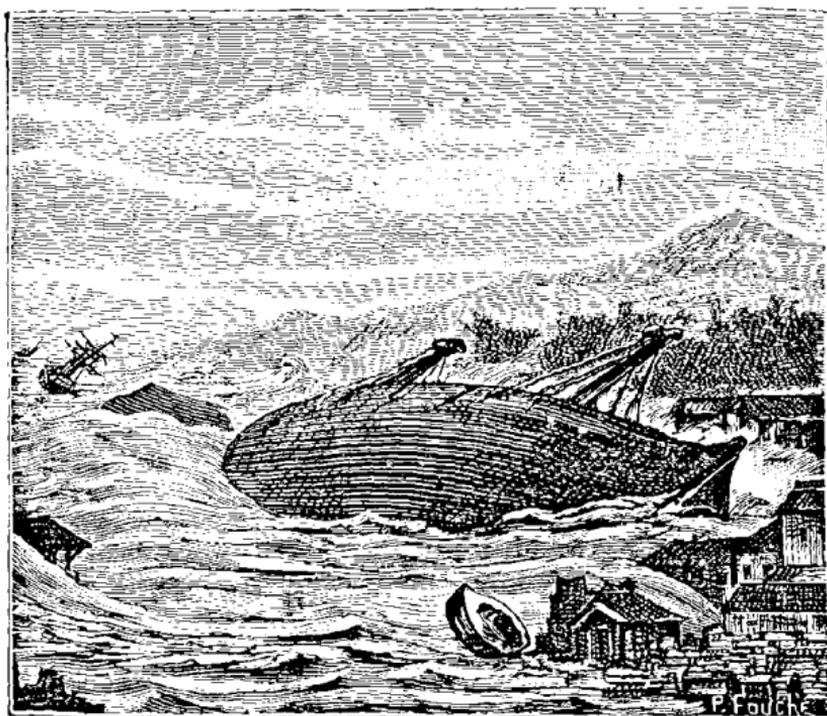


Fig. 4. — Navire transporté à plus de trois kilomètres du rivage.

entre 3^h30^m du soir et 1^h30^m du matin, la mer effectua huit oscillations dont l'amplitude varia à peu près de 0^m,30 à 0^m,40 ; que le mouvement

commença, avec toute son intensité, par une dépression dans le niveau de la mer, comme s'il y avait eu au large une commotion violente dans un sens opposé à la direction de Colon, ou une disparition subite d'île dans les profondeurs de la mer ; mais que, à partir de 1^h 30^m du matin, le 28 août, il alla en s'affaiblissant graduellement jusqu'à 11^h ou midi.

Ces oscillations n'avaient évidemment pas pour cause l'attraction luni-solaire, puisque le mouvement de la marée, qui est occasionné par cette attraction, s'est, pendant ce temps-là, produit indépendamment de ces oscillations, qui se sont effectuées autour de la courbe habituelle de la marée.

D'un autre côté, rien, en fait de phénomènes météorologiques, ne pouvait justifier de pareils mouvements ; la température, la pression étaient absolument normales, le vent était faible, comme pendant tout le mois d'août, et la surface de la mer ne présentait que la petite agitation des jours précédents et suivants,

Ces oscillations ne pouvaient donc être occasionnées que par un phénomène tout à fait extraordinaire. On ne tarda pas, dans l'isthme, à en avoir l'explication, quand on apprit la catastrophe qui avait eu son origine dans le détroit de la Sonde.

D'après les récits qu'on a aujourd'hui de cette catastrophe, elle s'est annoncée, dans la journée du samedi 25 août, par des grondements souterrains partant de l'île de Krakatoa, située en avant de l'entrée ouest du détroit. Pendant la nuit suivante, les eaux du détroit sifflaient en bouillonnant avec violence, tandis que des vagues énormes venaient se briser contre les rives de Java ; la température de la mer haussait de près de 20°.

Dans la journée du dimanche 26 août, les éruptions volcaniques se développèrent avec une très grande rapidité, et en même temps les secousses du sol et l'agitation de la mer allèrent en croissant d'une façon terrible. C'est pendant cette

journée et celle du lendemain, et plus particulièrement à partir du 26 au soir, que le déchaînement des éléments fut à son paroxysme et que la plus grande partie de la catastrophe se produisit.

D'autre part, le maximum d'ébranlement de la mer à Colon a eu lieu, d'après ce qui vient d'être dit, dans un intervalle d'environ dix heures, commençant le 27 à 2^h 30^m du soir, ce qui, d'après la différence de longitude entre l'isthme de Panama et le détroit de la Sonde, correspond, en ce dernier point, à peu près au 28, à 4^h du matin.

Si donc on admet que le grand ébranlement marin qui s'est propagé jusqu'à Colon a commencé dans le détroit le 26 au soir, on voit que la durée de la propagation entre ces deux régions a été d'une trentaine d'heures.

A première vue, on est tenté de s'étonner que cet ébranlement se soit fait sentir à Colon et non à Panama, où rien de semblable, d'après les indications du marégraphe de l'île Naos, ne s'est

manifesté. Le trajet paraît en effet direct entre le détroit de la Sonde et la baie de Panama, à travers le Grand Océan, tandis que, pour se propager jusqu'à Colon, l'onde a dû contourner le continent africain, pénétrer dans l'océan Atlantique entre l'Afrique et l'Amérique du Sud et aller jusqu'au fond de la mer des Antilles, sans compter que ce dernier trajet est un peu plus grand en longitude que l'autre.

Mais le fait s'explique naturellement par cette double circonstance, que le trajet direct vers l'est se trouve barré par les innombrables îles et récifs du large archipel situé au nord de l'Australie, et qu'en outre il y a dans tout cet archipel, en général, une très faible profondeur d'eau. Dans ces conditions, l'ébranlement, en supposant qu'il pût arriver jusque dans les masses d'eau profondes du Grand Océan, devait nécessairement s'y éteindre, et il n'est pas étonnant qu'on n'ait rien senti dans la baie de Panama.

Au contraire, du côté de l'ouest, le détroit de

la Sonde s'ouvre directement dans l'océan Indien, et l'ébranlement, dont le centre était certainement l'île de Krakatoa, s'est produit immédiatement sur des masses d'eau profondes, non coupées par des îles ou des récifs; de plus, dans le sens de propagation de cet ébranlement, se trouvent le courant équatorial de l'océan Indien, qui s'infléchit vers le sud, le long du continent africain, puis le courant traversier de l'océan Atlantique, qui, à partir de la pointe sud de ce continent, tourne au nord, se dirige graduellement vers l'ouest, et devient le courant équatorial qui pénètre à peu près jusqu'au fond de la mer des Antilles. Il y a évidemment dans cette marche des courants, toute lente qu'elle soit, une circonstance favorable pour la transmission de l'ébranlement jusqu'à Colon.

Telles sont les raisons pour lesquelles on peut expliquer très naturellement cette transmission. Le fait en lui-même n'a rien d'étonnant, en dehors de son étendue; mais, de même que la ca-

tastrophe qui vient de ravager Java et les îles avoisinantes est probablement la plus épouvantable que l'histoire ait jamais enregistrée, de même cette propagation de la commotion par l'eau des mers est probablement la plus lointaine que la Science ait eu à étudier. »

FERDINAND DE LESSEPS.

III

Le bruit des détonations.

Dans l'histoire de la terre, on ne connaît pas d'éruption volcanique qui ait été entourée d'une région de détonations d'une étendue comparable à celle des 26-27 août. On les a entendues à Ceylan, au Birman, à Manille, en Nouvelle-Guinée, en Australie, etc. Si de Krakatoa, comme centre, on décrit un cercle d'un rayon de 30° (3333 kilomètres), ce cercle passe précisément par les points les plus éloignés où le bruit ait été entendu. Le diamètre de ce cercle est donc de 60° ou d'un sixième de la circonférence entière

du globe. La superficie de ce segment sphérique occupe le quinzième de la surface totale du globe. Ainsi on a entendu les détonations de cette éruption infernale de *plus de trois mille kilomètres* de distance. C'est-à-dire que, si elle avait eu lieu à Paris, on l'aurait entendue de l'Algérie, du Sahara, de l'Égypte, de Jérusalem, des montagnes de l'Oural, du Spitzberg, de la Russie et du Groenland !

Nous allons voir tout à l'heure qu'on les a même entendues, ces détonations formidables, jusqu'aux antipodes de Krakatoa, à travers la Terre tout entière !

Outre ces vibrations sonores, il s'est formé aussi, lors des explosions, des ondes aériennes qui ne se sont pas manifestées par des sons, mais qui n'en ont pas moins produit des effets remarquables. Les plus rapides de ces vibrations se sont communiquées aux édifices et aux cloisons des chambres. C'est ainsi, par exemple, qu'à Batavia et Buitenzorg, à une distance de

150 kilomètres de Krakatoa, des portes et des fenêtres furent secouées avec bruit, des horloges s'arrêtèrent, des statuettes placées sur des armoires furent renversées. Tout cela était l'effet des vibrations aériennes.

Un ingénieur, M. Verbeek, a fait une étude spéciale des ondes atmosphériques produites au moment du cataclysme. Par exemple, sur la terre d'Alkmaar, dans la province de Lassarœan (île de Java), à une distance de 230 kilomètres, des crevasses se sont produites dans les maisons en briques. Les grandes ondes atmosphériques se sont gravées automatiquement à l'aide de l'indicateur de l'usine à gaz de Batavia. La pression du gaz s'enregistre quotidiennement sur la surface d'un cylindre tournant. Le grand gazomètre de l'usine a été assujéti à des oscillations à cause des pressions différentes des ondes atmosphériques provenant de l'éruption. La courbe décrite par l'indicateur le jour de la catastrophe de Krakatoa n'est plus normale, mais elle offre

des points de rebroussement, vrais points de maximum et de minimum de pression atmosphérique. En tenant compte du temps nécessaire à la translation de l'onde de Krakatoa jusqu'à Batavia, on forme un curieux tableau des ondes atmosphériques. C'est ainsi que les points maxima d'éruption ont eu lieu le 27 août, en temps de Batavia, à 5^h 35^m, 6^h 50^m, 10^h 5^m, 10^h 55^m. L'explosion de 10^h 5^m a été la cause de l'onde atmosphérique qui s'est répandue de Krakatoa comme centre pour faire le tour du monde.

La vitesse était celle du *son*, quoique la longueur d'onde fût d'un *million de mètres*, tandis que la longueur d'onde du son le plus grave est de 20-mètres.

LE CATACLYSME DE KRAKATOA ENTENDU
AUX ANTIPODES.

Le 9 mars 1885, M. Forel, de Morges, a communiqué à l'Académie des sciences les curieux documents qui suivent :

Voici d'abord l'observation originale, telle qu'elle m'est adressée par un de mes compatriotes établi au Honduras :

Au sud de Cuba, par 80° longitude Ouest de Greenwich et 20° latitude Nord, sont trois îlots connus sous les noms de Gros-Caïman, Petit-Caïman et Caïman-Brac, habités par des pêcheurs de tortues : station de sauvetage pour les naufragés et agences du Lloyd. Au mois d'octobre 1883, comme je me trouvais dans l'île d'Utila, sur la côte du Honduras, les journaux nous entretinrent des grandes éruptions volcaniques du détroit de la Sonde et, en causant avec le capitaine Robert Woodville, qui venait de recevoir des nouvelles des Caïmans, j'appris ce qui suit. Le dimanche, 26 août 1883, les habitants de Caïman-Brac furent surpris d'entendre des bruits comme le roulement lointain du tonnerre; le ciel était cependant serein et leur première idée fut qu'un croiseur espagnol était aux prises avec un flibustier cubain. Ne voyant rien au sud, ils traversèrent l'île en courant au nord; mais de quelque côté qu'ils portassent leurs regards, ils n'aperçurent ni fumée ni navire. Cependant la canonnade continuait et, en revenant sur leurs pas, ils se convainquirent que ces bruits étaient souterrains. Au pre-

mier moment, ils s'attendaient à voir leur îlot s'engloutir ou se transformer en volcan ; mais peu à peu, les détonations cessant, leurs craintes se dissipèrent. Ce phénomène extraordinaire n'en fit pas moins les frais de maintes conversations ; on n'avait oublié ni le fait ni la date, lorsque les journaux publièrent les premières dépêches sur le cataclysme de Krakatoa, et les curieux constatèrent bientôt que les Caïmans et Java sont à peu près aux antipodes l'un de l'autre ; les hypothèses alors d'aller leur train.

EDMOND ROULET.

Sans vouloir être trop affirmatif, et sans accepter d'enthousiasme un fait aussi étrange que la propagation des bruits souterrains de l'éruption de Krakatoa à travers la masse entière du globe, j'indiquerai les motifs qui me font accueillir provisoirement cette observation.

Et d'abord il n'est pas probable que les bruits des Caïmans proviennent de l'un des volcans des continents voisins. D'après M. C.-W.-C. Fuchs, il y a eu dans ces parages deux éruptions pendant l'été de 1883. L'Omotepec, l'un des volcans

insulaires du lac Nicaragua, est entré en éruption le 19 juin, avec formation d'un nouveau cratère et émission de laves; au mois d'août les laves étaient encore brûlantes. Le Cotopaxi, dans l'État de l'Équateur, a eu, à la fin d'août, une courte, mais violente éruption, accompagnée de tremblement de terre. La distance directe de Caïman-Brac à ces deux volcans est pour l'Omotepec de 1100 kilomètres, pour le Cotopaxi de 2300; il n'y aurait rien d'impossible à ce que les bruits de Caïman-Brac vinsent de l'un ou de l'autre de ces volcans; mais ce n'est pas probable. D'autre part, s'il y avait eu dans ces jours-là une énorme éruption, assez bruyante pour être entendue à une aussi grande distance, les journaux en auraient parlé assez pour que les habitants des Caïmans et d'Utila en eussent des nouvelles et n'allaient pas chercher à Krakatoa l'origine des bruits qui les étonnaient. D'autre part encore, s'il y avait eu les 26 et 27 août une grande éruption volcanique, la coïncidence avec le cata-

clysmes de Krakatoa, qui préoccupait le monde entier, eût été assez évidente pour attirer l'attention du public, et le fait aurait été depuis longtemps signalé.

Les bruits des Caïmans pourraient-ils être attribués à une éruption sous-marine d'un volcan voisin, passée inaperçue? Ce n'est pas probable non plus. En effet les Grandes-Antilles, d'où dépendent les Caïmans, ne sont point un territoire volcanique; les régions volcaniques les plus rapprochées sont la côte occidentale de l'Amérique centrale et les Petites-Antilles.

Nous n'avons donc, jusqu'à plus ample informé, aucune raison qui nous fasse attribuer à un phénomène volcanique rapproché les bruits de Caïman-Brac; au contraire, plusieurs faits parlent en faveur de l'hypothèse qui les rapporte à l'éruption de Krakatoa.

1° L'éruption de Krakatoa, des 26 et 27 août 1883, a été accompagnée de bruits souterrains décrits dans les îles de la Sonde et les terres avoi-

sinantes comme comparables au son d'une canonnade lointaine, ou au roulement du tonnerre; le caractère des bruits de Krakatoa a été le même que ceux entendus à Caïman-Brac.

2° Les bruits souterrains de l'éruption de Krakatoa ont eu une intensité considérable; ils ont été entendus à une distance dépassant tout exemple connu. Les points extrêmes où les explosions ont été entendues sont Ceylan, le Burmah, Manille, Dirch (Nouvelle-Guinée), Perth (Côte occidentale de l'Australie), soit dans un cercle mesurant environ 3 300 kilomètres ou 30° de rayon. Il est vrai que 30° de la circonférence ne représentent que la moitié du rayon terrestre, ou le quart de la distance directe entre Krakatoa et les Caïmans.

3° Caïman-Brac est assez près des antipodes de Krakatoa. En effet, Krakatoa est situé par 105° 30' longitude Est de Greenwich, et 6° latitude Sud. Caïman-Brac est par 79° 30' longitude Ouest et 19° 30' latitude Nord. L'antipode de Krakatoa est

donc à $4^{\circ} 30'$ plus à l'Est et à $13^{\circ} 30'$ plus au Sud que Caïman-Brac ; il est situé au milieu des États-Unis de Colombie, sur le fleuve de Magdalena, entre les villes d'Antioquia et de Tunja. Si l'hypothèse énoncée est exacte, serions-nous en présence d'un fait de propagation directe du son, à travers le noyau central de la Terre, ou bien d'un nœud de convergence de diverses sources qui auraient suivi les couches superficielles de l'écorce terrestre et seraient venues interférer de de l'autre côté du sphéroïde ?

4° Le jour où les bruits souterrains ont été entendus aux Caïmans correspond assez bien à ce que nous savons de l'éruption de Krakatoa. En effet, d'après le rapport de M. Verbeek les plus fortes détonations de Krakatoa ont eu lieu les 26 et 27 août.

Si les rapports soupçonnés entre ces bruits souterrains et l'éruption de Krakatoa pouvaient être confirmés, ce serait un fait des plus importants pour la physique du globe. Nous sommes

déjà débiteurs au cataclysme inconcevable du détroit de la Sonde des phénomènes les plus intéressants : la propagation des vagues aériennes aux baromètres du monde entier, la propagation des vagues marines aux marégraphes d'Europe et d'Amérique, le Soleil vert de l'Inde en septembre 1883, les feux crépusculaires de l'automne de 1883, la couronne solaire de 1884 (encore apparente en mars 1885), l'état anormal de la polarisation atmosphérique, la propagation du son jusqu'à 30° de distance du centre des explosions. Si nous devons étendre cette propagation des ondes sonores jusqu'à la région des antipodes, ce serait certainement un fait d'un très haut intérêt.

Aux documents qui précèdent, M. A. Lienas a ajouté les suivants à la date du 18 mai :

Dans sa séance du 9 mars dernier, l'Académie a reçu de M. Forel, de Morges, une note annonçant que des bruits souterrains avaient été perçus le

26 août 1883 aux îles Hawaï, c'est-à-dire presque aux antipodes de Krakatoa.

Or voici ce qui a été observé à l'île de Saint-Domingue, où j'habite. Le lundi 28 août 1883, le jour même que le cataclysme de Java était à son maximum, on a entendu ici de 4 heures à 5 heures du soir des détonations souterraines entremêlées de crépitements, simulant à s'y méprendre le bruit d'un combat éloigné. Ces détonations, entendues depuis la baie Samana jusqu'à la plaine de l'Artibonite, sur une longueur de deux cents lieues, ont mis en émoi les populations de l'île.

Nos lecteurs ajouteront ces documents importants à tous ceux que nous avons déjà publiés sur le *plus grand cataclysme géologique de l'histoire*.

IV

La hauteur de jet et la force de l'explosion.

Lors d'une explosion antérieure (20 mai) qui n'a été que le prélude anodin de la catastrophe du mois d'août, des mesures faites à bord de l'*Élisabeth*, corvette de guerre allemande, sur le panache de fumée lancée par le volcan, ont donné 11000 mètres de hauteur. On n'a pas fait de mesures sur le jet des 26-27 août; on n'y songea guère au milieu de la consternation et du désespoir jetés dans tous les cœurs par un tel cataclysme. Mais si l'on compare la violence des deux explosions et les phénomènes atmosphériques

qui en sont résultés, on conclut que la hauteur de ce jet doit avoir été cette fois-ci de *vingt mille mètres* au moins, dans sa partie visible, car les fines poussières et les gaz ont dû s'élever beaucoup plus haut encore, comme nous le verrons tout à l'heure à propos des illuminations crépusculaires.

M. Verbeek a calculé la quantité des matières lancées par le volcan de Krakatoa. Il a trouvé le chiffre de 18 kilomètres cubes ou 18 milliards de mètres cubes, et pourtant les calculs ont été faits de telle sorte que c'est là un minimum. L'erreur probable n'est que de 2 à 3 kilomètres. Le poids de la masse totale est de 36.000.000.000.000 de kilogrammes, dont les deux tiers ont été projetés dans le cercle décrit avec un rayon de 15 kilomètres. La profondeur de la mer étant de 36 mètres entre Krakatoa et Sébésie, et l'épaisseur de la ponce y étant de 30 à 50 mètres, on comprend la formation des îles récemment créées.

L'île de Krakatoa a perdu 23 kilomètres. Dans la partie disparue se trouvaient les pics de Perbawata et Danau, ainsi qu'une bonne moitié du cratère Rahata qui est coupé à pic sur une hauteur de 827 mètres et qui, vu du nord, nous présente une coupure idéale de volcan unique dans le monde entier. Cette île avait une surface de 33 kilomètres et demi — et il n'en reste plus que 10 et demi ; — mais au sud et au sud-ouest, un anneau de matières éruptives a augmenté de surface, de sorte que la surface totale est actuellement de 15 kilomètres un tiers. L'île de *Langeiland* a une étendue de 3 kilomètres 2, au lieu de 2,9. L'île de *Verluteneiland* a une surface de 12 kilomètres carrés, au lieu de 4. Enfin l'île de *Poolschewedge* a disparu totalement. La profondeur de la mer au-dessus de la partie disparue de Krakatoa est de 200 à 300 mètres.

Les matières éruptives sont principalement de la ponce. Si l'on trace un cercle ayant pour centre Krakatoa, avec un rayon de 15 kilomètres, on

constate que l'épaisseur des amas de cendres de la ponce varie entre 20 et 40 mètres! Il y a même des entassements de 60 à 80 mètres de hauteur!... La surface de ces couches épaisses de ponce arriva rapidement à une température normale, mais l'intérieur resta longtemps très chaud. Plusieurs mois après, on voyait parfois des fumées et de la vapeur s'échapper de quelque endroit raviné par les vagues de la mer.

Entre Krakatoa et Sébésic, une quantité très grande de cendres et de ponce a rempli les bas-fonds de la mer et a formé les îles nouvelles.

La région des cendres, ajoute M. Van Sandick, a une surface de 750000 kilomètres carrés. C'est plus que l'étendue entière de la France, plus que celle de l'Autriche, plus que l'Allemagne, le Danemark, l'Islande, la Hollande et la Belgique ensemble.

V

Les causes de la catastrophe.

Les géologues savaient déjà qu'en ce point du détroit de la Sonde, il y avait une *déchirure* ou profonde *crevasse*. Cette crevasse traversait l'île de Krakatoa, et, fait remarquable, plusieurs volcans étaient même situés sur cette déchirure. Quoi d'étonnant que près d'une profonde crevasse les éruptions aient lieu de préférence. L'eau n'est-elle pas considérée aujourd'hui comme l'agent principal de ces phénomènes, et ne peut-elle pas communiquer ainsi très facilement avec les vides souterrains où arrivent des matières liquides à une haute température? L'eau se transformant peu à peu en vapeur et se trouvant renfermée dans un espace restreint,

n'acquiert-elle pas rapidement une très grande pression ? Si l'on admet que cette vapeur à haute pression communique avec le canal du cratère tout rempli de lave, une éruption aura lieu lorsque la tension de la vapeur dépassera le poids de la lave augmenté de celui de la pression atmosphérique. Une sortie de vapeur, entraînant une partie de la lave, en sera la conséquence. La grande porosité de toutes les matières qui se sont échappées du cratère de Krakatoa s'explique facilement en admettant qu'en effet la vapeur a soufflé à travers la lave du volcan.

C'est la *vapeur d'eau* qui a joué le rôle capital dans cette explosion. Nous verrons plus loin qu'elle joue un rôle analogue dans les tremblements de terre.

De 1880 à 1883, on a observé plusieurs tremblements de terre le long de cette crevasse. Ces tremblements de terre ont été causés probablement par des déplacements souterrains qui ont préparé le grand cataclysme du 27 août, en ren-

dant plus facile la communication des eaux entre elles. Le plus violent de ces présages funestes a été celui 1^{er} septembre 1880.

« Ce jour-là reste gravé dans ma mémoire, écrit M. Van Sandik, car c'est la première fois que je fus témoin d'un tremblement de terre, au moment où, fraîchement débarqué en Océanie, ne sachant pas un mot des langues indigènes, j'étais chargé d'une mission pour le tracé d'un chemin dans la province de Batavia.

« Je n'oublierai jamais les sensations stupéfiantes que j'éprouvai en ce moment où, pour la première fois de ma vie, je vis les murs de l'appartement osciller plusieurs fois, tandis que les objets posés sur les meubles ou suspendus aux murailles tombaient à terre et roulaient pêle-mêle à travers la chambre. Que l'homme est petit alors, et comme il ne songe guère à se proclamer en ce moment le roi de la création ! »

Les îles de ponce qui s'étaient formées dans la baie de Lampong se sont mises en mouvement et

se sont dirigées vers la mer de Java ; elles ont obstrué le port de Tandjong-Priok pendant quelques jours, puis sont reparties ensuite vers l'est. Alors elles se sont disséminées sur l'Océan, emportées par les courants, et se sont complètement désagrégées.

Nous avons reçu des morceaux recueillis par les navires, et d'autres qui ont abordé l'île de la Réunion au mois de mars 1884.

M. MANTOVANI nous écrivait, de l'île de la Réunion, à la date du 15 avril :

« Le cataclysme de Java nous a donné ici, à la Réunion, d'abord les vagues marines venues de la commotion, ensuite les brumes rouges du lever et du coucher du soleil, et, le 22 mars dernier, nous avons reçu de la pierre ponce flottant sur la mer. Le 31, j'en ai ramassé plusieurs morceaux sur la place de Saint-Gilles. Généralement ces morceaux sont petits et usés, ce qui est dû au frottement occasionné par le mouvement de la mer. Je m'empresse de vous expédier par la poste

le plus gros des morceaux que j'ai pu recueillir : acceptez-le comme un souvenir de la plus grande catastrophe de ce siècle, et comme un débris de naufrage qui a parcouru mille lieues sur la mer. »

Nous adressons à M. Mantovani nos plus sincères remerciements. Ce curieux spécimen, qui mesure 0^m,15 de longueur sur 0^m,07 de largeur et 0^m,7 de hauteur en moyenne, et qui pèse 220 grammes, est déposé au musée de l'Observatoire de Juvisy, qui s'enrichit graduellement d'importants documents scientifiques, grâce aux gracieuses inspirations de nos amis inconnus.

M. LECOMTE DYONIS nous a transmis d'autres spécimens recueillis par plusieurs bateaux de la compagnie des Messageries maritimes, qui en ont rencontré de véritables îles flottantes.

Ce fait nous montre que des graines de plantes exotiques et même des œufs d'insectes, de poissons, de crustacés et d'autres animaux peuvent être disséminés loin de leur origine par les courants de la mer.

VI

Les illuminations crépusculaires.

Le 26 novembre 1883, tout Paris, non le « tout Paris » des théâtres et des clubs, qui se compose de quatre-vingt-dix-neuf mondains, mais le tout Paris réel, qui se chiffre par deux ou trois millions de spectateurs, et non seulement Paris, mais toute la France entière, trente ou quarante millions de spectateurs ont pu contempler avec admiration un spectacle d'une grande beauté et d'une extrême rareté. Après le coucher du soleil, le ciel s'est embrasé des flammes d'un immense incendie. C'était comme un nouveau jour ~~Le soir~~

citée après la disparition de l'astre solaire. L'illumination était si vive, une demi-heure après le coucher du soleil, que, dans les rues affairées de la capitale, tous les passants s'arrêtaient, croyant d'abord à un incendie réel allumé dans l'ouest. De l'Observatoire, du Val-de-Grâce, du jardin du Luxembourg, le spectacle était grandiose ; de la Seine et surtout du pont des Arts, il était fantastique ; les lueurs fauves se reflétaient en mille feux écarlate dans les hautes et élégantes fenêtres du Louvre, et les monuments lointains se dressaient en silhouettes noires devant l'ardent crépuscule. Ce soir-là le ciel était couvert, excepté du côté du couchant, ce qui donnait plus d'éclat au phénomène occidental. Une heure après le coucher du soleil, c'était comme une fournaise dans la nuit. Le lendemain, le ciel était pur, et l'illumination, plus générale, embrasait l'atmosphère jusqu'à 45 degrés de hauteur et au delà. Une demi-heure après le coucher du soleil, le jour était encore si lumineux que l'on s'étonnait

de voir les becs de gaz allumés, leur lumière devenait *verte*. Le surlendemain 28, un épais brouillard s'étendit sur Paris et empêcha toute observation. Mais les jours suivants, on put reconnaître que le phénomène crépusculaire se continuait, quoique moins intense. Les 6 et 7 décembre, à la veille du premier quartier, la lune, suspendue dans le couchant rose, paraissait *verte* par contraste. En général, l'illumination dura, en s'affaiblissant, une heure et demie après le coucher du soleil. Le 9 décembre, elle ne s'éteignit tout à fait qu'à 5 heures 45^m, soit 1 heure 43^m après le coucher du soleil, la lueur rose restant visible pendant trois quarts d'heure après l'apparition des étoiles au-dessous de Véga et d'Altair. Le 11 décembre, elle se termina par de longs rayonnements roses divergeant vers l'ouest. Le 15, elle était d'un rouge rubis ardent.

Dès les premiers jours de son apparition à Paris, nous apprenions que ce curieux phénomène

météorologique avait été visible de la France entière, de la Belgique, de l'Allemagne, de la Suisse, de l'Italie, de la Grèce, de l'Espagne, de l'océan Atlantique, de l'Angleterre, de la Suède, de la Norvège; en un mot de l'Europe entière; et bientôt nous apprenions qu'il s'était développé sur tout le tour du monde.

L'aiguille aimantée n'a manifesté aucun trouble, aucune perturbation. Déjà l'étude directe du phénomène montrait qu'il ne s'agissait point ici d'aurores boréales, comme le supposaient la plupart des journaux, même les plus sérieux, car, loin d'être « boréal » ou de présenter le moindre rapport avec le méridien magnétique, le foyer de l'illumination coïncidait visiblement avec la position du soleil et descendait à mesure que l'astre du jour s'abaissait lui-même au-dessous de l'horizon; à la nuit tombée, il n'en restait aucune trace. L'absence de toute perturbation magnétique confirmait cette conclusion. C'était bien là une illumination crépusculaire d'un genre spécial.

A Marseille, à Nice, à Avignon, à Orange, ces illuminations ont été splendides pendant tout l'hiver.

A Rome, le phénomène s'est montré magnifique le 29 novembre, le 1^{er}, le 2 et le 4 décembre. La ville éternelle semblait embrasée par le feu du ciel, l'éclat de l'illumination était merveilleux, et une heure après le coucher du soleil le crépuscule portait ombre.

En Corse et en Sardaigne, le phénomène frappa les habitants comme en Italie.

En Angleterre, en Irlande et en Écosse, de nombreux observateurs ont décrit ces remarquables crépuscules, en termes analogues aux précédents. Ils ont été observés de différents points dès le 25. A Édimbourg, M. Piazzzi Smyth a fait une importante série d'observations jusqu'au 11 décembre.

En Allemagne, notamment à Berlin, l'illumination a été très accentuée dans les soirées des 28, 29 et 30 novembre. M. R. Helmholtz écrit

que, par contraste, les nuages ont paru verts au coucher du soleil.

A Athènes, « le bleu du ciel cédaît insensiblement la place à un rouge purpurin qui imprégnait pour ainsi dire de ses rayons toute l'atmosphère. »

De Carthagène, M. Belmonte, directeur du Collège polytechnique, nous écrivait que les sept premiers jours de décembre ont été marqués en Espagne, par des illuminations rouges et roses, au lever comme au coucher du soleil, si belles qu'on les prenait aussi pour des aurores boréales. — A Palamos, [M. Figa a fait des observations analogues. De même M. Gillmann, à Madrid, à partir du 30 novembre.

Il en a été de même à Christiania le 30 novembre, à Stockholm le 30 novembre et le 1^{er} décembre, à Copenhague le 29 novembre.

De Constantinople, MM. G. de Varèze et Mavrocordato nous écrivaient que ce brillant phénomène avait frappé l'attention de toute la

Turquie jusqu'à la mer Égée, principalement les 1^{er}, 2, 5, 6, 7, 10 décembre. A Constantinople, « les mosquées avec leurs minarets majestueusement élancés vers le ciel se dessinaient fantastiquement sur le fond pourpre de l'horizon ».

Telle est la première vue générale du phénomène en Europe.

On voit que ces illuminations crépusculaires n'ont pas été localisées à Paris ni même à la France, et qu'elles ont été visibles, au contraire, d'une partie de l'Europe. Nous allons reconnaître qu'elles ont été beaucoup plus étendues encore, et que leur zone embrasse le *tour du monde*.

Et d'abord, quoique l'explosion lumineuse ait commencé le 26 novembre pour la plupart des spectateurs de nos contrées, elle avait été précédée de manifestations analogues, signalées de plusieurs points par divers observateurs du ciel.

On nous écrivait du cap de Bonne-Espérance, à la date du 2 novembre : « Nous avons ici des illuminations extraordinaires presque tous les

soirs depuis cinq semaines. Aussitôt après le coucher du soleil, une illumination rouge ou jaune apparaît dans l'ouest, répand une vive lumière pendant quelque temps, et puis disparaît; dans cet éclaircissement les fleurs paraissent plus brillantes, surtout les roses. Parfois la même illumination est visible le matin. »

De l'autre côté du monde, du *Bengale*, nous recevions aussi la notification suivante :

« Des illuminations rouges extraordinaires apparaissent ici dans le ciel depuis quelque temps avant le lever du soleil et après son coucher. On dit qu'elles ont été remarquées de l'Inde tout entière et de l'Égypte. Les indigènes sont remplis de terreurs superstitieuses. »

A Hobart-Town (*Tasmania*), ces magnifiques couchers de soleil ont illuminé le commencement d'octobre.

En *Arabie*, pendant les deux premières semaines d'octobre, tous les soirs le coucher du soleil était suivi d'un crépuscule lumineux parais-

sant étendu sur la Mecque. Cette lumière était si extraordinaire que des musulmans annonçaient la « venue du Messie ».

Des États-Unis de Colombie, M. F. de Muñoz nous a envoyé, à la date du 8 septembre, une relation détaillée des phénomènes atmosphériques observés principalement à Medellin, où ils ont causé la plus vive sensation.

« Le dimanche 22 septembre, avant son coucher, le soleil apparut dépourvu de rayons et coloré d'un beau *vert*, de telle sorte que tout le monde pouvait le regarder sans en être ébloui. Insensiblement il devint *azuré*, puis *violet*. Une longue couche de vapeur s'étendait sur toute la région occidentale du ciel. Il se coucha derrière les Cordillères, non rouge comme d'habitude, mais *violet*. La succession des couleurs fut exactement celle du spectre solaire, et l'observateur l'attribua à la réfraction de la lumière solaire à travers une masse transparente et translucide, de forme prismatique ou lenticulaire, interposée entre le so-

leil et le lieu de l'observation, probablement de la vapeur d'eau cristallisée dans un air tranquille au-dessous de la vallée de Medellin. Le lendemain matin, au lever du soleil, le phénomène se reproduisit en sens inverse. »

On nous écrivait d'autre part, de l'île de la Réunion, à la date du 14 septembre, que le 27 août et le 11 septembre surtout, le coucher du soleil a été suivi d'une illumination rouge qui frappa tous les spectateurs :

« Au zénith la Lune, à son Premier Quartier, était cernée d'un halo; puis, revenant vers l'ouest, on apercevait sur le fond du ciel, au-dessus de la bande rouge et à travers un voile de nuages légers, comme trois ou quatre escaliers lumineux, véritable échelle de Jacob, dont les échelons reflétaient d'un côté la lueur verdâtre de la Lune et, de l'autre, le pourpre de l'horizon. Cet éclairage compliqué prêtait à toute la scène quelque chose de vraiment fantastique. Ajoutons que le propre de ces teintes sanglantes du couchant qui nous étonnent depuis plusieurs jours, est d'être absolument tranchées et sans aucune dégradation de nuance. »

DU BUISSON.

Le *Courrier* de la Réunion ajoutait à la date du 9 octobre :

« Vers le 16 septembre, les choses avaient paru rentrer dans l'ordre; il y avait eu un double dénouement, tragique vers les détroits, placidement poétique ici, sous forme d'aurore australe. Mais depuis le 25 septembre, et invariablement de douze en douze heures, les apparences anormales ont repris leurs cours au-dessus de nos têtes, avec plus d'intensité et de persistance.

« Le soir, par exemple, l'horizon est très curieux à observer. On n'y voit d'abord aucun indice, même assez longtemps après la disparition des derniers rayons du Soleil, et l'on est tenté de se dire : allons-nous-en, il n'y aura rien aujourd'hui, tant le fond du ciel est terne et uniforme. Mais aussitôt une légère teinte jaune pâle apparaît partout en nappe, et passe rapidement au cramoisi après avoir parcouru toute la gamme des nuances qui s'insèrent entre ces deux couleurs. Ce qu'il y a d'inaccoutumé, c'est que cette gamme est redescendue et remontée à plusieurs reprises, jusqu'à ce que le Soleil, continuant de plonger sous l'horizon, modifie assez les conditions de réfraction pour que la scène s'éteigne. »

A Ongole (Indes Anglaises), du 10 au 13 sep-

tembre, le soleil devint *bleuâtre* tous les jours vers 4 heures de l'après-midi, et après son coucher le ciel occidental s'illumina des lueurs fauves d'un vaste incendie, restant visibles plus d'une heure après le coucher du soleil, tandis que dans les circonstances ordinaires tout crépuscule disparaît ordinairement une demi-heure après le coucher du soleil.

—A San Cristobal (Vénézuéla), le 2 septembre, d'après la relation qui nous a été adressée par M. CURILLO Y NAVAS, le soleil a perdu presque soudainement son éclat à 3 heures de l'après-midi, desorte qu'on pouvait le regarder en face. « D'abord, c'était un globe d'argent mat, puis, assez rapidement, il est devenu *bleu* clair, puis bleu ciel. A 5 heures, nous nous voyions tous bleus, et la nature entière parut revêtir cette nuance, ainsi que les nuages qui se trouvaient aux environs du soleil. »

A Ceylan et dans les Neilgherries, on a vu, le 9 septembre, le soleil devenu *vert* par suite du pas-

sage d'un nuage de cette couleur passant devant lui, et ensuite devenu rouge par le passage d'un second nuage visiblement rougeâtre. Les taches étaient visibles à l'œil nu.

De Madras, M^{lle} POGSON, directrice de l'Observatoire, écrit, à la date du 10 octobre que depuis plusieurs semaines, le matin comme le soir, le soleil a paru coloré d'une nuance *vert-bleu* très prononcée, qui a frappé non seulement les astronomes et les météorologistes, mais encore tous les habitants de la ville. C'est le 9 septembre que les phénomènes ont commencé. La lune présenterait la même coloration lorsqu'elle était voisine de l'horizon. Le 9 septembre, à 5^h 30^m, on pouvait regarder sans aucune fatigue de l'œil, ce soleil vert, sur lequel on distinguait à l'œil nu une tache de 1' environ. Le 22, M. SMITH observa son spectre : les bandes d'absorption dues à la vapeur d'eau étaient très marquées, et de plus, il y avait une grande absorption dans le rouge, même une heure avant le coucher du soleil. A partir du

31 août, l'atmosphère s'est montrée très électrisée.

A Honolulu le soleil a paru parfaitement *bleu* le 5 septembre.

A l'île de la Trinité, le dimanche 2 septembre (le même jour qu'en Colombie), vers 5 heures, le soleil parut dépourvu de rayons et sous l'aspect d'un globe *bleu*. Après son coucher, le crépuscule devint si resplendissant que l'on crut à un incendie à l'ouest de la ville. Tous les observateurs de cette région s'accordent sur la coloration bleue du soleil.

Il serait interminable de publier ici tous les documents que nous avons sous les yeux, et nous craignons d'avoir déjà mis trop fortement à l'épreuve l'attention de nos lecteurs. Mais il importait de montrer, par les témoignages eux-mêmes, que les illuminations crépusculaires qui nous ont tant frappés n'ont pas été circonscrites à la France ou à l'Europe, mais ont été générales, et qu'elles sont en connexion avec les colorations

anormales du Soleil et de la Lune observées dans les Indes, en Colombie et ailleurs.

QUELLE EST LA CAUSE DE CES PHÉNOMÈNES
ANORMAUX ?

Par l'ensemble des informations, nous avons vu que ce ne sont pas des aurores boréales ; le foyer de ces illuminations a toujours correspondu avec la position du soleil, et elles consistent essentiellement en une réflexion et en une réfraction de lumière solaire sur des particules de fine poussière répandue *dans les hauteurs de l'atmosphère*.

A un effet général, il faut une cause générale. Ce n'est pas une série de petites causes locales qui pourrait avoir produit les effets observés. Deux explications se présentent :

Ou bien la Terre a rencontré dans son voyage céleste un essaim de poussières cosmiques qui a enveloppé comme d'une légère ceinture flottante les régions supérieures de l'atmosphère.

Ou bien des volcans terrestres ont lancé à une immense hauteur dans l'atmosphère des quantités colossales de vapeurs et de poussières, lesquelles se seront ensuite répandues sur une vaste zone faisant presque le tour du globe.

Dans les deux cas, l'événement cosmique ou terrestre est arrivé le 27 août ou les jours précédents.

Or, c'est le 25 août que le cataclysme de Java a commencé.

La grandeur de ce cataclysme, qui a bouleversé tout le relief sous-marin du détroit de la Sonde, est en rapport avec l'étendue des phénomènes atmosphériques qu'il s'agit d'expliquer. Le volcan terrible a projeté verticalement vers le ciel et avec une violence inouïe des kilomètres cubes de vapeur d'eau chauffée à une haute température, véritables projectiles d'eau et de poussière qui ont dû s'élever à des hauteurs considérables, tant à cause de leur vitesse de projection qu'à cause de leur température, et ont dû dépasser de beaucoup les régions

habituelles des alizés et des courants supérieurs. Java est situé tout près de l'équateur, à 105° de longitude à l'est de Paris.

D'après les relations, précédentes, la première observation d'un crépuscule anormal aurait été faite à l'île de la Réunion le 27 août au soir. Cette île est située par 53° de longitude à l'est de Paris. à 52° environ de Krakatoa, et un peu plus au sud, presque sous le tropique. La distance est d'environ 5 900 kilomètres qui auraient été parcourus en deux jours environ, ce qui supposerait une vitesse de 123 kilomètres à l'heure. Cette vitesse n'offre rien d'extraordinaire pour les courants supérieurs. La coloration anormale du soleil observée le 2 septembre en Colombie, sur l'équateur d'une part, et, d'autre part, le même jour, à l'île de la Trinité, s'expliquerait en supposant que ces légères nuées supérieures se sont transportées et disséminées d'abord principalement dans les zones voisines de l'équateur. La Colombie est par 75° à l'ouest de Paris, et la Trinité est presque

au centre de l'hémisphère opposé à Krakatoa; cette dernière distance (la moitié du tour du monde) aurait été parcourue en sept ou huit jours, soit avec une vitesse de 2700 kilomètres par jour (112 kilomètres par heure).

Ce qui donne encore plus de vraisemblance à notre opinion, c'est que le 27 août on a, en même temps *entendu* les détonations de Krakatoa et *vu* le soleil vert. Une lettre transmise par l'amirauté anglaise contient ce passage caractéristique : « Le bruit des détonations de Krakatoa, ressemblant à une canonade lointaine, a été entendu distinctement le 27 août de l'île de Bangney; le temps était très dérangé; on remarquait de curieux nuages au sud-ouest, et pendant plusieurs jours le soleil parut verdâtre en approchant de l'horizon. »

Une autre note de l'amirauté porte qu'un navire de l'État passant à l'ouest de l'Australie, à 1000 milles environ au sud-sud-est du détroit de la Sonde, a été surpris le 30 août, après le coucher du soleil, par une pluie de poussière vol-

canique. Si, comme il est probable, ce nuage venait de Krakatoa, il a parcouru 1050 milles ou 1690 kilomètres en trois ou quatre jours.

On écrivait aussi d'Australie qu'on a recueilli sur le pont des navires plus d'un pouce d'épaisseur de poussières volcaniques, et que pendant plusieurs semaines les couchers de soleil ont été extraordinaires.

De Yokohama : « Le soleil a été complètement obscurci ici deux jours après le cataclysme du détroit de la Sonde, lorsqu'il reparut, il était enveloppé d'un brouillard rouge sang. »

Aux Seychelles, à l'île Maurice, à l'île Rodriguez, on remarqua le 27 des ondulations extraordinaires dans la mer, suivies d'un raz de marée tout à fait étranger aux heures des marées. C'était l'ébranlement maritime du détroit de la Sonde, la vague la plus haute atteignit 1^m,90. Le même jour, dans ces trois points, et les jours suivants, le soleil fut vu sans rayons, comme à travers une brume légère, et les levers comme les

couchers de soleil furent « extraordinaires. »

Les récits qu'on vient de lire confirment que la violence de cette éruption à la fois terrestre et marine a été véritablement inouïe. Il serait assurément impossible d'évaluer, même approximativement, le nombre de kilomètres cubes de vapeur d'eau de mer et de poussières volcaniques qui ont littéralement rempli l'atmosphère de cette région, au point de faire dans ce pays du soleil une nuit absolument noire de dix-huit heures et de la répandre à une telle distance qu'il n'y avait plus d'horizon ! La hauteur atteinte par cette projection volcanique a dû être considérable, et il n'y a même rien d'in vraisemblable à admettre que, dans la chaleur infernale de cet immense *laboratoire* sous-marin, l'eau ait été décomposée et l'hydrogène lancé à de formidables hauteurs dans les régions les plus élevées de l'atmosphère. Or, nous l'avons vu, les colorations anormales du Soleil, de la Lune et de l'atmosphère ont commencé le 27 août, à l'île

de Bangney notamment, d'où, *en même temps*, on observait ces phénomènes et on entendait les détonations de Krakatoa. Elles ont commencé le même jour à l'île de la Réunion, le surlendemain en Australie, où les navires revenaient couverts de poussières volcaniques, au Japon, où ces nuages étranges avaient obscurci le soleil pendant deux jours, et, de proche en proche, graduellement, ces couches se sont étendues jusqu'à nos régions.

La *Gazette de Cologne* du 4 janvier 1884, nous écrivait M. MAX HOLLNACK, relate un fait qui confirme votre hypothèse, expliquant les illuminations crépusculaires par la présence d'une fine poussière dans les hauteurs de l'atmosphère.

Dans la nuit du 18 au 19 décembre, il y a eu en Westphalie, entre Aggen et Lenne, une chute de neige accompagnée d'une fine poussière foncée. L'Observatoire météorologique a reçu des rapports sur ce fait curieux. Un de ces rapports daté de Gimborn, est ainsi conçu : « En sortant

le mercredi 19 décembre, vers 7^h 15^m du matin, j'aperçus sur la nappe de neige tombée dans la nuit une couche de fine poussière noire, sous laquelle la neige avait sa couleur normale. Comme à 7^h il avait encore neigé, cette poussière ne pouvait être tombée que depuis quelques minutes. Des informations que je me suis procurées de tous les côtés il résulte qu'on a observé le même phénomène partout dans les environs. Les champs, prairies, jardins et chemins étaient uniformément couverts de cette poussière. Un homme d'une localité éloignée d'une demi-heure environ d'ici, que j'ai rencontré vers huit heures, rapporta que partout sur son chemin il avait vu la neige couverte de cette fine poussière noirâtre. Elle était fine comme la plus fine farine et se détachait très nettement sur la neige ; surtout si on grattait à un endroit, le contraste des nuances noire et blanche devenait frappant. » Le même fait a été observé à Lucdenscheid et en d'autres localités de l'Allemagne du Nord. »

Cette chute de poussières foncées sur la neige ou avec la pluie a été signalée plusieurs fois et de plusieurs points, depuis le mois de septembre, notamment de la Suisse, du mont Salève, le 5 décembre, par M. E. YUNG.

De Lausanne, M. SECRETAN DE BEAULIEU nous écrivait, à la date du 12 décembre, que la neige du Mont-Blanc paraissait teintée de rose depuis plusieurs jours.

A Queenstown (Cap de Bonne-Espérance), les naturels ont été effrayés à la fin de novembre par la chute d'une poussière sulfureuse qui tomba en flocons sur la vallée et la couvrit de l'est à l'ouest.

M. A. RENARD, de l'Académie de Belgique, a examiné les poussières tombées le 27 août à Batavia, à deux cent cinquante kilomètres du point d'éruption. Elles sont formées d'une matière pulvérulente gris-verdâtre à grains presque impalpables mesurant en moyenne $0^{\text{mm}},1$ de diamètre. Ce sont principalement des fragments *vitreux*

criblés de bulles, appartenant au feldspath plagioclase, à l'augite, à un pyroxène rhombique et à la magnétite.

Les poussières qui sont arrivées jusqu'en Europe sont évidemment les plus légères. Elles peuvent être aussi de nature vitreuse, et les effets d'illumination observés s'accordent bien avec cet état. La vapeur d'eau n'y existe plus sous cette forme, mais peut-être a-t-elle produit certaines combinaisons et existe-t-il là aussi des cristallisations de glace.

Au consulat de France, à Malaga, M. DE LAPEYROUSE a observé ces splendides effets de couchers de soleil à partir du milieu de novembre et jusqu'à la fin de décembre. Les Andalous superstitieux craignaient un cataclysme.

A Linarès, M. F. VALLAURE les avait observés dès le 17 octobre. Ce soir-là, nous écrivait-il, une heure après le coucher du soleil, la ville resta illuminée comme par un feu de Bengale. Il en fut de même les jours suivants.

Elles ont été observées en Crimée à la fin de novembre et pendant le mois de décembre. M. A. BASAROW écrit que le phénomène a été particulièrement remarquable le 16 décembre et qu'on prenait aussi ces illuminations pour des aurores boréales. En Pologne, à Varsovie, elles ont été remarquables le 30 novembre et le 2 janvier.

M. RAGONA, directeur de l'Observatoire de Modène, les a observées en Italie et les attribue à la réflexion de la lumière solaire sur des filaments prismatiques de glace flottant dans les régions supérieures de l'atmosphère.

Des lettres de New-York, de Washington, de Philadelphie, de Baltimore et de la Caroline du Nord nous ont appris qu'à la fin de novembre on y a remarqué les mêmes effets qu'en Europe, au point de prendre presque partout ces lueurs pour des incendies.

De Santiago du Chili, M. CLODOMIR ALMEYDA nous écrit à la date du 8 novembre que dans tout le Chili, à Lima, à Buenos-Ayres, et dans la

plus grande partie de l'Amérique du Sud les lueurs crépusculaires ont été visibles presque tous les soirs depuis les premiers jours de septembre. L'observateur serait disposé à les attribuer à une extension de la lumière zodiacale.

De Guayaquil (Équateur) « on observa du 1^{er} au 5 septembre un léger voile atmosphérique de couleur cuivrée, le soleil éclairant à peine et pouvant être regardé à l'œil nu dès 4^h du soir, comme un disque d'argent sur fond or : on voyait les taches à l'œil nu. » (Lettre de M. E. MAREUSE).

Un dernier mot encore. M. F. PERRIN nous écrit que dans une ascension faite par lui, de Saint-Cristophe en Visans (Isère), à la tête des Fétoules (3465^m), le 24 décembre, il observa que le Soleil paraissait vert pâle, entouré d'une auréole jaune d'or se fondant dans une seconde, orangée, puis dans une troisième, rougeâtre, jusqu'à 12° environ du Soleil. Les guides assuraient que depuis plusieurs semaines le Soleil paraissait encadré d'une auréole, et que les

lueurs du matin et du soir, accompagnaient le Soleil toute la journée.

Le 10 janvier, à Marseille, M. BRUGUIÈRE a observé que le Soleil était plus pâle que d'habitude malgré la pureté de l'atmosphère, et environné d'une brume blanchâtre.

Nous avons vu plus haut que cette éruption a produit dans l'atmosphère des ondulations assez intenses pour faire *trois ou quatre fois le tour du monde*, et causer des variations de pression barométrique de $\frac{1}{500}$: ce fait permet parfaitement d'admettre la dissémination des poussières volcaniques dans les régions supérieures de l'atmosphère.

M. BISHOP écrit d'Honolulu qu'un steamer passant à 150 milles de l'éruption, observa que le baromètre sautait d'un demi-pouce à des intervalles de deux à trois minutes, ce qui est l'indice d'une ondulation prodigieuse dans la pression atmosphérique, produit par un jet continu de gaz verticalement lancé jusqu'aux limites de l'at-

mosphère et donnant naissance tout autour de lui à des ondes violentes. On peut penser que l'incroyable quantité de gaz, de vapeurs et de poussières ainsi projetée aura été diffusée par les courants supérieurs sur toute la surface du globe. »

On le voit, tous les faits s'accordent pour donner gain de cause à la théorie que nous avons proposée et qui, comme nous l'avons appris depuis, avait été imaginée dès l'origine, par les premiers observateurs de Java, de Madras, de la Réunion, de l'Australie et de l'Équateur.

Notre savant ami Ch. DUFOUR, professeur à l'Académie de Lausanne, a calculé la hauteur de ces lueurs crépusculaires. Par une série d'observations nombreuses, que nous avons publiées dans l'*Astronomie* (1885), il a trouvé *soixante-dix kilomètres*.

Il peut paraître extraordinaire que les substances qui produisaient les lueurs aient pu rester suspendues à une hauteur de 70^{km}; car, à cette

altitude, et sans même tenir compte de l'abaissement de la température qui aurait encore pour conséquence de diminuer le résultat, on trouvera que la pression de l'air doit être seulement de 0^{mm},12. C'est bien peu pour tenir en suspension des matières quelconques ; cependant ce n'est pas là une impossibilité absolue ; et, dans tous les cas, quelle que soit la cause qui a produit les lueurs, le calcul indique que cette cause a dû se manifester à une hauteur de 70 kilomètres au moins !

On a rappelé qu'en 1831, après les phénomènes volcaniques qui accompagnèrent l'éruption de l'île Julia, on avait eu en Europe des brouillards et même des lueurs analogues à celles de l'hiver de 1883-1884.

On aurait pu ajouter qu'en 1783, précisément un siècle avant l'éruption du Krakatoa, et aussi après de violentes éruptions des volcans de l'Islande et après les terribles tremblements de terre de la Calabre, on avait eu également des brouil-

lards secs encore plus intenses que ceux de 1831.

En admettant que la quantité de matières rejetées par l'éruption du Krakatoa ait été de 18 *kilomètres cubes*, en faisant la part de ce qui a pu tomber de gros matériaux dans le voisinage immédiat du volcan ; et en supposant que la matière ainsi lancée dans l'atmosphère ait été répandue sur tout le globe, on a cherché à déterminer qu'elle aurait été l'épaisseur de la pellicule formée de tous ces débris, afin de voir s'ils avaient pu troubler la transparence de l'air et produire les lueurs crépusculaires. On a ainsi apprécié cette épaisseur à 0^{mm}01.

Alors les hypothèses ont commencé. Un voile opaque de cette épaisseur, mais divisé en très petits fragments, peut-il produire les phénomènes que nous avons admirés ?

Il est certain que la fumée peut se diluer à un degré extraordinaire et troubler encore la transparence de l'air. En 1802, la combustion d'une forêt près de Sierre en Valais, a donné une fu-

mée qui a recouvert une surface d'environ 3 000 kilomètres carrés.

Si l'on considère la quantité de houille que l'on jette dans le foyer d'un bateau à vapeur, on est étonné de l'étendue de la fumée qui s'en échappe.

« Les 4 et 6 février 1885, écrit M. DUFOUR, j'observai la fumée de deux des bateaux à vapeur du lac Léman, le *Dauphin* et le *Simplon*, pendant leurs traversées, entre Morges et Rolle; quelques-unes des observations ont été faites sur le bateau à vapeur même, d'autres du rivage. Chaque fois on mettait dans le feu environ 50 kilogrammes de houille, et par un temps très calme il est vrai, le panache de fumée qui en résultait était visible sur une étendue de plus de 1 kilomètre. En sortant de la cheminée, il avait environ 1 mètre de large, et à la fin au moins 5 mètres. Ici, il était sans doute très peu intense, cependant il troublait d'une manière appréciable la sérénité du ciel.

« Je sais bien que le nuage qu'il produisait n'était pas continu, il paraissait plutôt formé de bouffées de fumée ; mais les espaces vides étaient peu de chose relativement aux espaces pleins. En somme, je suis certain que je reste au-dessous de la vérité en comptant que ce trapèze de fumée avait 5 mètres à la grande base, 1 mètre à la petite et 4000 mètres de hauteur, ce qui ferait 3000 mètres cubes. A son origine, il arrêta presque complètement les rayons du Soleil.

« Les 50 kilogrammes de houille mis dans le feu étaient certainement en grande partie brûlés et réduits en gaz invisibles ; la plus petite partie seulement demeurait à l'état de charbon et s'échappait en fumée.

« Que l'on fasse maintenant le calcul, en exagérant beaucoup si l'on veut, c'est-à-dire en admettant que les 50 kilogrammes de houille étaient entièrement convertis en fumée. On verra néanmoins combien était mince la couche opaque qui en était formée, et qui, cependant, même là où

elle était la plus diluée, produisait encore un voile sensible sur le ciel. »

Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que la fumée du Krakatoa, réduite à l'épaisseur indiquée, ait produit des phénomènes visibles. Toutefois, ce sera toujours un phénomène d'une puissance bien exceptionnelle que cette éruption qui a lancé dans l'atmosphère une quantité de matériaux suffisants, non seulement pour recouvrir de cendres et de pierre ponce les régions voisines sur une immense étendue, mais encore pour produire une quantité de fumée telle que, pendant plus d'une année, elle a été visible sur une partie notable de la surface du globe.

Mais n'éternisons pas cette relation, quelque curieux, quelque important, quelque rare que soit le sujet qui vient de nous occuper. Nos lecteurs ont entre leurs mains toutes les pièces du procès, nous avons tenu à les leur présenter, et nous sommes assuré que, malgré la témérité apparente de l'explication proposée, ils reconnaî-

tront avec nous qu'il n'en est aucune d'aussi simple ni de mieux justifiée par l'ensemble des faits observés. Les illuminations crépusculaires observées sont dues à l'énorme quantité de fines poussières lancées à vingt mille mètres de hauteur (au moins) par l'éruption du Krakatoa, poussières qui ont formé des nuages immenses et légers, disséminés et voyageant dans les hauteurs de l'atmosphère.

Oui, cette éruption colossale est bien *le plus grand phénomène terrestre qu'on ait jamais observé.*

P. S. — Ces particules sont restées en suspension pendant plusieurs années dans l'atmosphère.

En 1884 et même 1885, on apercevait encore assez souvent un halo pâle autour du soleil pendant les plus belles journées d'été, et encore quelquefois le soir de beaux vestiges des illuminations roses.

LES
TREMBLEMENTS DE TERRE

LES

TREMBLEMENTS DE TERRE

Sur quoi marchons-nous? Le sol sur lequel nous vivons est-il stable et pouvons-nous nous fier avec une confiance absolue à la sécurité apparente qu'il nous offre? Que sont ces secousses qui de temps en temps semblent ébranler la Terre jusque dans ses fondements, passent comme un frisson de mort sur la planète et ne laissent après elles que des deuils et des ruines? Telles sont les questions que chacun se pose, en notre ère de curiosité scientifique, lorsque des phénomènes tels que l'éruption du Krakatoa ou

des tremblements de terre comme ceux qui se sont récemment produits en Italie, à Ischia, en Ligurie, à Menton et Nice, en Espagne et ailleurs, semblent remettre en suspens toute notre confiance instinctive en la stabilité du globe. Nous allons décrire ces phénomènes, comme nous venons de le faire pour le cataclysme de Java, d'après les récits des témoins oculaires. Ce sont là en quelque sorte des romans dramatiques offerts à notre attention et racontés par la nature elle-même.

I

LE TREMBLEMENT DE TERRE D'ISCHIA

(28 juillet 1883).

Ischia, l'île voluptueuse qui sommeillait, mollement étendue sur les flots bleus du golfe de Naples, Ischia, dont le nom a charmé nos rêves adolescents lorsque le poétique auteur de *Graciella* nous berçait dans la cadence de ses rimes enchanteresses, Ischia, secouée par une convulsion du sol, devint du jour au lendemain un lugubre cimetière, empoisonné d'émanations cadavériques.

Par une douce et belle soirée, le 28 juillet

1883, tandis que ses charmantes petites villes étaient en fête, que les théâtres se remplissaient de spectateurs, et que, dans les salons et les boudoirs, la musique aux ailes frémissantes laissait envoler ses harmonies dans le mystérieux songe d'une nuit d'été, un effroyable coup de tonnerre dans les profondeurs du sol, une commotion formidable secoua l'île, un tourbillon de poussière s'éleva dans l'atmosphère ; en quinze secondes, la population se trouva ensevelie sous un monceau de ruines. La ville de Casamicciola, villégiature et station thermale de l'île, s'était écroulée tout entière : églises, bains, théâtre, hôtels, maisons, tout, absolument tout, s'est effondré sur les habitants ; pas une seule maison n'est restée debout. Près de deux mille (1992) êtres humains furent écrasés. A part quelques exceptions, les seules personnes dont la vie soit restée sauve, sont celles qui se trouvaient à cette heure-là (9^h 50^m) hors de demeures, dans les promenades écartées ou sur les bords de la mer.

Outre Casamicciola, toutes les localités de l'île ont été atteintes. Forio s'est également écroulée tout entière. La ville d'Ischia a gravement souffert; Lacco Ameno fut entièrement détruit; Porto d'Ischia a été très éprouvé; l'île de Procida a été ébranlée. Le nombre total des victimes s'élève à 2443. Le tremblement de terre s'est fait sentir jusqu'à Naples. Le lendemain, l'atmosphère est restée toute troublée. Pour la première fois depuis trois mois, la pluie tomba sur le golfe, pluie diluvienne accompagnée d'orages.

Quelle plume saurait décrire l'épouvantable confusion qui suivit le désastre? Le Dante, dans son voyage aux enfers, n'a pas rencontré de pareilles horreurs. Herculanium et Pompéi, lentement ensevelies sous la pluie de cendres du Vésuve, n'ont pas présenté un spectacle aussi dramatique que cette brusque et terrifiante surprise. Nous résumerons ici l'ensemble des récits qui nous furent adressés le lendemain de la catastrophe.

Pendant toute la nuit, on n'entendit que plaintes déchirantes et gémissements lugubres. La population affolée désertait les maisons, poussait des cris épouvantables, se cherchait dans l'obscurité et se précipitait vers le rivage dans un désordre inénarrable. C'était à qui se jetterait le premier dans les barques de pêcheurs amarées dans les criques de l'île.

Un témoin de la scène, qui se trouvait au théâtre de Casamicciola au moment de la catastrophe, en a donné la description suivante :

« Il était à peu près neuf heures un quart, quand un de mes amis me proposa d'aller au théâtre.

« Le rideau fut levé à neuf heures et demie, mais à peine avions-nous entendu les premiers mots de la comédie, que nous ressentîmes une secousse terrible. Je fus jeté à plusieurs pieds en avant et tombai tout de mon long. Imaginez-vous en même temps un vacarme assourdissant, comme celui que produirait un train lourdement

chargé et passant à toute vitesse sur un pont de fer. Pendant la secousse, le sol s'éleva pour s'affaisser ensuite, comme les flots de la mer pendant une tempête.

« Ce qui survint ensuite, je ne saurais le dire. Tout ce qui s'est passé pèse sur moi comme un cauchemar, comme un songe horrible. Ce que je me rappelle seulement, c'est que nous étions tout un troupeau d'êtres humains entassés; que les lampes à pétrole, en tombant, avaient mis le feu aux sièges, que nous nous efforçâmes, pendant un moment, d'éteindre l'incendie, et qu'ensuite nous nous précipitâmes dehors comme un torrent. Ce que je me rappelle encore, c'est que, m'appuyant à un tronc d'arbre, je levai les yeux, et je vis que toutes les branches étaient couvertes d'êtres humains.

« Des morceaux de bois étaient empilés près du rivage pour allumer des feux afin de demander du secours. Je vis autour de moi une foule qu'il est absolument impossible de décrire, des

femmes et des vieillards en toilette de nuit, et des enfants tout nus. Les femmes, à demi vêtues, avec des torches dans les mains, se précipitaient en pleurs et comme des furies au milieu des ruines, appelant à grands cris ceux qu'elles avaient perdus, et courant à chaque personne qu'elles rencontraient, lui demandant avec d'étranges éclairs dans les yeux : « Avez-vous vu mon mari ? Avez-vous vu mon fils ? »

Un autre survivant raconte qu'au moment de la secousse, il jouait aux cartes dans sa chambre de l'hôtel Sauvet. Les lampes qui éclairaient la chambre s'éteignirent, et il put, par miracle, se sauver dans le jardin. L'obscurité ne lui permettait de rien voir.

Pendant toute la nuit, il n'osa faire un pas ; on n'entendait que des cris implorant du secours. A l'aube, il tenta de descendre vers le rivage.

Çà et là sortaient de tous les décombres des membres humains qui s'agitaient dans les con-

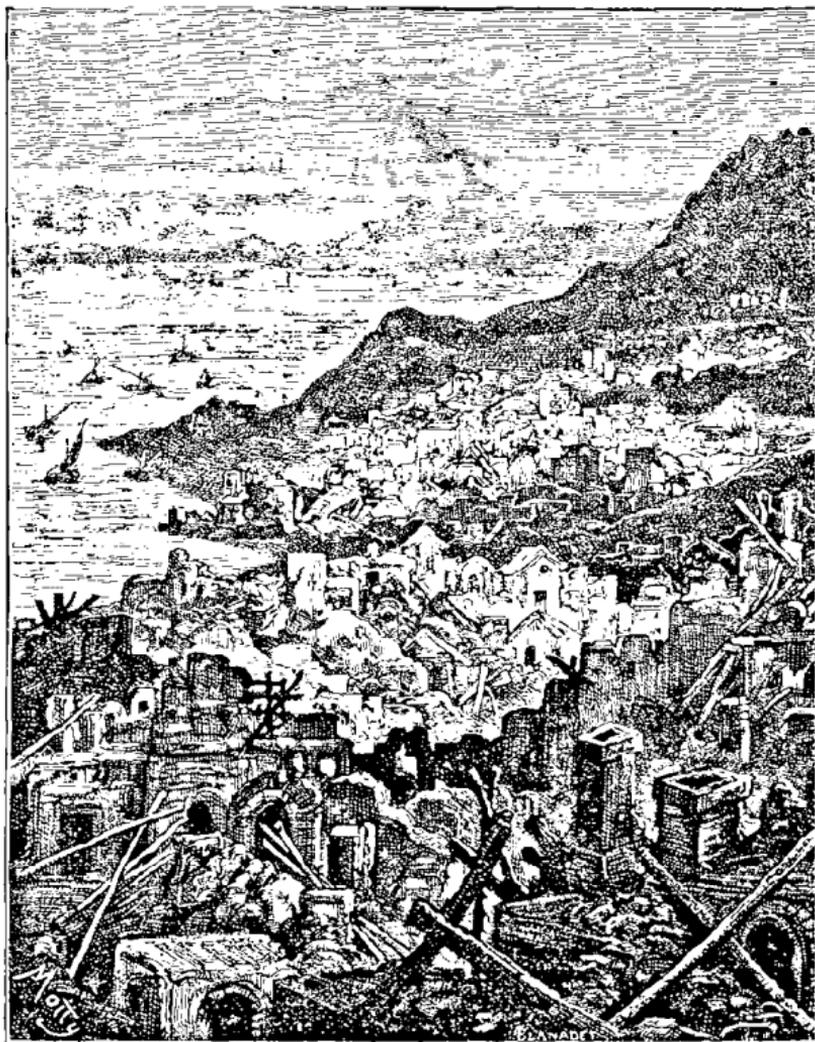


Fig. 5. — Le tremblement de terre d'Ischia.

vulsions de l'agonie ; un bras, une jambe, une épaule, parfois une tête à demi écrasée !

Il réussit à sauver deux enfants.

Il avait entendu, durant la nuit entière, au milieu des lugubres lamentations de la ville ensevelie, un gémissement continu, la voix d'une femme qui criait : « Mes enfants ! mes enfants ! »

A l'aube, il vit cette femme, en chemise, sur un fragment de terrasse resté debout ; elle répétait toujours son cri navrant : « Mes enfants ! mes enfants !... » Elle était devenue folle.

Une autre scène n'est pas moins émouvante.

En poursuivant son chemin, il vit sortir de dessous les décombres une épaule cassée de femme et une main gantée couverte de bagues.

Cette femme était adossée à son mari, qui, d'une voix lamentable, à travers des monceaux de ruines qui le cachaient entièrement, criait : « Sauvez-la ! Ne vous occupez pas de moi ! »

Le témoin s'approcha de ce groupe, et reconnut dans la femme à demi écrasée une très belle

dame égyptienne qui demeurait en face de l'hôtel Sauvet. Il lui tendait la main et essayait d'enlever les pierres, lorsqu'un éboulement se produisit et rendit tous ses efforts inutiles.

A ces détails, nous pouvons ajouter les suivants, dus à d'autres correspondants :

« En débarquant dans l'île, le lendemain de la catastrophe, écrit un visiteur, on est véritablement stupéfié de l'aspect de la pauvre ville. Toutes les maisons du quai n'ont plus qu'un pan de façade. L'intérieur est écroulé. Le clairon sonne sinistrement l'appel des pompiers, qui descendent à terre. Un navire de l'État, au moyen d'un tube de toile, apporte de l'eau potable à cette île extraordinaire où il ne pleut presque jamais, où la magnifique végétation est entretenue seulement, par les vapeurs souterraines.

« Ce ne sont que des cris de désespoir, des appels à la miséricorde divine : *Maria santissima! Gesu! Anime del Purgatorio!*

« Mon compagnon et moi, nous passons sous la voûte lézardée de l'octroi de la ville. La route monte, encombrée de décombres, les maisons sont écroulées, quelques pans de murs subsistent encore, menaçant les survivants. Deux secours de charité passent, portant des cordiaux. Nous enjambons trois cadavres de paysans, la face écrasée, puis un gendarme et un garde à moitié recouverts de pierres.

« Quelques habitants descendent précipitamment, emportant leurs matelas sur leur dos. Au milieu de la rue, un pauvre cheval agite une jambe brisée qui se balance à droite et à gauche. De quelque côté que nous regardions, c'est comme un perpétuel cauchemar.

« A ce restaurant en plein air, où peu de jours auparavant nous nous étions reposés, nous ne retrouvons que deux blessés et un mort.

« Nous montons toujours vers l'hôtel de la *Piccola Sentinella*. A quelques pas en avant, nous voyons le propriétaire dans une vigne, entouré

de quatre blessés, étendus sur des matelas, et une pauvre femme moribonde.

« Que pouvons-nous faire pour vous ? lui disons-nous.

« — Envoyez-nous de l'eau et des brancards ! »

« Et, d'une voix lamentable, il nous raconte la catastrophe.

« Nous montons jusqu'à la pension Sauvet, et nous apprenons avec un bonheur indicible que nos amis ont échappé à la mort et sont repartis pour Naples.

« De la rue qui monte à pic au centre de la ville, nous jetons un coup d'œil au-dessous de nous.

« J'ai assisté à des combats, j'ai parcouru des champs de bataille, j'ai entendu les plaintes des mourants et des blessés, j'ai vu l'incendie de Paris pendant la Commune. Je croyais avoir assisté aux scènes les plus horribles que présente l'humanité. Je m'étais trompé, ce n'était rien en comparai-

son du spectacle qui se déroulait sous nos yeux.

« La ville entière a disparu. C'est une plaine de ruines. *Il ne reste pas une seule maison.*

« A notre droite, sous des figuiers, deux vieillards, mari et femme, étendus moribonds, entourés de leurs enfants et petits-enfants.

« Au milieu de la rue, j'assiste à une scène que je n'oublierai de ma vie. Un vieillard étendu, appuyé à un pan de mur écroulé, le crâne aplati, sanglant, sur lequel des nuées de mouches vont se repaître. A droite, trois moribonds étendus dans la poussière, tournant leurs yeux déjà presque obscurcis par la mort, vers le milieu du chemin, et debout, tête nue, un vieux prêtre récitant la prière des agonisants, et donnant la suprême absolution : « *Padre mio*, disait de sa voix expirante le vieillard au crâne brisé, *Vi confesso tutti i miei peccati.* (Je vous confesse tous mes péchés.) »

» — *Va en paix, mon ami, Dieu te pardonne.* »

« Et il lui impose les deux mains sur la tête.

« Nous entendons rire derrière nous : ce sont deux femmes devenues folles de terreur !

« Nous descendons, en passant par-dessus les cadavres et les monceaux de décombres. Les superbes établissements de bains Manzi, Gurgetiello, Belliazzi n'existent plus ; quelques habitants encore vivants sont là, inertes, ne s'occupant plus de rien, hébétés, comme des gens qui ont perdu la raison.

« Nous arrivons au magnifique établissement créé par les anciens rois, sous le nom de *Monte della Misericordia*, pour faire prendre les bains minéraux aux enfants pauvres, scrofuleux. Tout est écroulé, pas un mur debout.

« Parmi les pierres, on aperçoit une chevelure et l'on croit entendre un soupir. Immédiatement, chacun travaille, et, peu à peu, on découvre une pauvre femme, complètement ensevelie sous les décombres, mais respirant encore après dix-sept heures. On l'emporte sur une table. Elle ouvre ses yeux injectés de sang, les paupières

sont violettes, les bras, les pieds couverts de contusions et de déchirures. On ne pouvait l'abandonner, et cependant aucun brancard pour la porter. Dans le rez-de-chaussée de l'hôtel Manzo, on aperçoit un lit; on y place la pauvre blessée, que nous emportons au port : là, nous la faisons embarquer, avec le lit, sur le vapeur *Tifeo*.

L'épouvantable tragédie du 28 juillet a eu un signe caractéristique : elle a desséché les sources des larmes. Les survivants paraissaient insensibles.

Leur douleur ne se manifestait point par les sanglots, comme dans les malheurs ordinaires : la grandeur de l'infortune les avait pétrifiés.

Ils parlaient de leurs morts comme d'une chose indifférente. On s'entretenait du nombre de parents perdus comme à la Bourse du taux de la rente.

Une seule sensibilité leur était restée : celle des nerfs. Ils ne pouvaient plus entrer dans une maison ; ils avaient peur de dormir seuls.

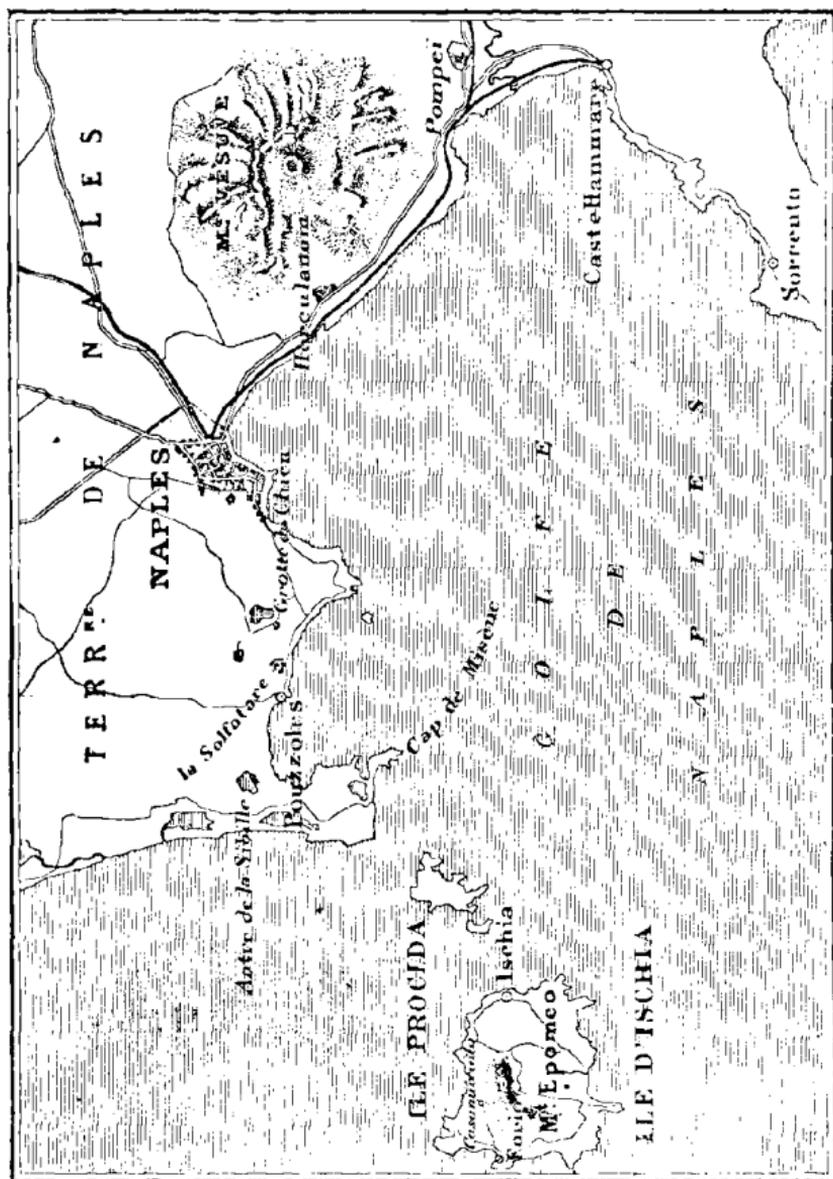


Fig. 6. — Le golfe de Naples.

A l'hôpital de Naples, lorsque le canon de midi fut tiré, tous les blessés de Casamicciola, même les mourants, tressautèrent dans leur lit. C'est qu'une détonation comme celle du canon a été le signal de la catastrophe. Après le tonnerre, une secousse, un tourbillon de pierres, — la sépulture !

Plusieurs personnes sont devenues folles. Les sources chaudes, qui avaient été détruites par les débris, recommencèrent ensuite à couler avec une force extraordinaire. Leur eau était presque bouillante.

Détail curieux : à l'hôtel de la Sentinelle, le soir de la catastrophe, un Anglais jouait dans le salon la marche funèbre de Chopin. Un Italien sortit en disant qu'il ne pouvait entendre cette musique joué de cette façon. Il fut seul sauvé de tout l'hôtel, car, peu d'instant après, la maison s'écroulait, et le pianiste et tout son auditoire étaient tués. On a retrouvé le corps du dilettante. Il était assis au piano, ses mains éten-

dues sur le clavier, ses doigts indiquant presque les notes interrompues par l'effondrement des étages supérieurs, et sa tête écrasée sur le cahier de musique ouvert devant lui. La mort avait été instantanée.

L'église de la ville s'est écroulée entièrement et le clocher s'est couché de tout son long sur les décombres; le cadran de l'horloge marquait neuf heures cinquante minutes, l'heure à laquelle a été ressentie la première secousse. Un petit théâtre en bois est resté debout, et une centaine de personnes, qui s'y trouvaient ont pu se sauver. L'affiche rouge, encore intacte sur la porte, annonçait les *Brigands*, d'Offenbach, et une farce italienne qui, par une coïncidence singulière, commence par la parodie d'un tremblement de terre!...

A Panza, les maisons furent presque toutes renversées; mais il n'y eut que trente morts, parce qu'au moment du tremblement de terre, la population était dehors, accompagnant, suivant l'usage, le viatique porté à deux malades.

« Les habitants, écrivait-on à la date du 1^{er} août, sont très surexcités, parce que, disent-ils, la statue de San-Leonardo, protecteur du pays, qui avait été transportée de l'église en ruines dans une chapelle voisine, a été trouvée, hier matin, pleurant. On lui a essuyé les yeux, et elle continue de pleurer. La population est persuadée qu'il y aura un nouveau tremblement de terre prochainement. »

A Forio, comme à Casamicciola, il a été impossible d'enterrer tous les morts. On a dû désinfecter les décombres en versant des sacs de chaux dans les ruines.

La circulation devint excessivement difficile, parce que les rues n'existaient plus : elles étaient obstruées par les ruines, et l'on voyait des places entièrement barricadées par les restes des édifices amoncelés. La ville est en amphithéâtre et les maisons se sont écroulées les unes sur les autres.

Quel inoubliable spectacle que celui de ces cadavres ensevelis ! On les découvrait par tas, grou-

pés d'une façon horrible; ceux dont on apercevait le visage avaient une expression de terreur et de souffrance indicibles; ils étaient noircis par la décomposition qu'a accélérée la chaleur. A chaque pas, on rencontrait des tronçons de corps humains sortant de dessous les décombres, mélange de chair humaine et de plâtras.

Mais c'est assez de ces sinistres descriptions, qu'il importait cependant de fixer ici comme un souvenir.

A quelle cause est due cette terrible catastrophe?

Évidemment à la constitution géologique de l'île, aux cavernes intérieures qui en traversent le sous-sol, aux sources d'eaux chaudes qui les désagrègent lentement, et sans doute aussi au voisinage du Vésuve et des champs phlégréens.

Il y a des tremblements de terre de diverses natures. Nous remonterons tout à l'heure aux causes générales.

Dans les régions volcaniques et thermales, les mouvements du sol, les tremblements de terre peuvent être produits par des opérations chimiques intérieures, par l'expansion des gaz auxquels elles donnent naissance, par les tassements du sol qui succèdent aux déplacements locaux internes. De l'air comprimé, de la vapeur d'eau produite et emprisonnée, cela suffit pour remuer des montagnes.

Quelques dramatiques qu'ils soient au point de vue de l'humanité, les tremblements de terre ne sont que d'insignifiants mouvements au point de vue géologique. Ce n'est même pas un frisson dans l'épiderme de la planète.

Nous en étudierons plus loin les causes générales; mais prenons encore connaissance des témoignages directs de l'observation de ces grands phénomènes, par les récents tremblements de terre subis en Espagne et en Ligurie.

LES TREMBLEMENTS DE TERRE DE L'ESPAGNE

(Décembre 1884).

Après les catastrophes lamentables d'Ischia et de Krakatoa, les tremblements de terre de la péninsule espagnole sont venus appeler de nouveau notre attention sur l'état d'instabilité de la planète où nous vivons. Il importe pour chacun de nous de ne rester étranger à aucun des événements importants de l'étude de l'Univers; toutes les sciences se touchent; dans la nature, il n'y a ni Astronomie, ni Météorologie, ni Physique, ni Chimie, ni Physiologie, ni espèces minérales,

végétales ou animales ; toutes les classifications sont dans notre esprit ; en réalité, l'étude de l'univers est *une*, et, tout en la considérant par ses divers aspects, notre but, inconscient ou connu, est de nous élever d'un degré de plus dans la connaissance de la réalité.

Déjà la statistique annuelle des tremblements de terre que nous publions régulièrement dans notre *Revue d'Astronomie populaire* a mis en évidence l'agitation incessante du sol de notre planète. Mais qu'est-ce que ces relevés dans l'ensemble du globe ? Les trois quarts de notre planète sont couverts d'eau ; les solitudes glacées du pôle Nord comme du pôle Sud dorment inconnues : une notable partie de l'Afrique et de l'Amérique reste encore sans relations avec le monde civilisé. Par conséquent, si déjà, nous arrivons à constater que pas un seul jour, pour ainsi dire, ne se passe sans tremblement de terre, comme il ne s'agit ici que des mouvements du sol assez intenses pour pouvoir être remarqués

de tout le monde, nous devons en conclure que, non seulement pas un seul jour, mais pas une heure ne se passe sans que notre île flottante soit plus ou moins agitée dans sa propre constitution.

Les instruments destinés à enregistrer les mouvements du sol ne sont pas encore assez nombreux, assez disséminés à la surface des continents pour que la proposition qui vient d'être posée soit établie de fait. Mais nous pouvons la tenir comme incontestable d'après les bases incomplètes de la statistique seule.

Les 323 volcans actifs qui existent actuellement à la surface de la Terre; la condensation graduelle et la diminution de volume du globe terrestre à mesure qu'il perd sa chaleur primitive originaire; les rides et les plissements qui en résultent; les affaissements de terrains produits par l'action de l'eau qui délaye et désagrège les couches souterraines; les anciennes voûtes qui se disloquent et s'écroulent à la base des montagnes; les décompositions chimiques qui se

produisent dans les terrains houillers et dans les mines de sel ; les vapeurs qui se forment lorsque l'eau atteint les roches chauffées à une haute température et les efforts qu'elle fait pour s'échapper ; l'influence attractive de la Lune et du Soleil sur les couches liquides ou pâteuses qui peuvent exister à une certaine profondeur dans l'intérieur du sol ; les variations brusques de pression barométrique donnant tout à coup une plus grande intensité relative à la pression des vapeurs et des gaz intérieurs : ce sont là des causes distinctes qui agissent toutes pour modifier constamment la figure de la Terre et faire varier sans cesse la configuration de sa surface.

Nous ne pensons plus aujourd'hui que notre planète soit une fournaise incandescente, une boule de lave liquide recouverte d'une mince pellicule, un océan de feu sur lequel l'écorce solide flotterait comme un mince radeau. Plusieurs raisons ont modifié les opinions de la Science moderne à l'égard de cet important problème

de la constitution intérieure de notre planète.

Arago, parlant, en pleine Académie des Sciences, le 16 décembre 1850, de la température excessive que devait avoir le centre de la Terre dans l'hypothèse discutée par Fourier et Poisson d'un accroissement d'un degré par trente mètres de profondeur, fait remarquer que cette température « surpasserait *deux millions* de degrés; » que les matières soumises à cette température seraient, suivant Poisson, à l'état de gaz incandescent et qu'il en résulterait une force élastique à laquelle la croûte solidifiée du globe ne saurait résister (1). Arago ne se décide pas lui-même, mais il revient sur le même chiffre dans son *Astronomie populaire*, où l'on peut lire la déclaration suivante : « Les matières de l'intérieur du globe, en admettant la proportionnalité de l'accroissement de la température avec la profondeur auraient, il est vrai, vers le centre, une température qui surpasserait *deux millions* de

(1) ARAGO. *Notices biographiques* : Poisson, p. 643.

degrés (1). » Ce chiffre a été reproduit par un grand nombre d'ouvrages classiques sans qu'on se soit aperçu qu'il était le résultat d'une grave erreur, car il est tout simplement dix fois plus grand que le nombre qu'il prétend représenter. En effet, le rayon de la Terre est de 6371 000 mètres. Or $6 \frac{371}{30}^{000} = 212370$, et non pas 2000000.

C'est, en nombre rond, à deux cent mille degrés, et non pas à deux millions, que devrait s'élever la température du centre de la Terre si l'accroissement se continuait régulièrement de la surface jusqu'au centre. Mais nous ne pouvons pas plus admettre le dernier chiffre corrigé que le premier, car, à ce degré de chaleur, l'intérieur du globe serait entièrement liquide, et, deux fois par jour, nous sentirions une marée formidable nous passer sous les pieds; la stabilité des continents et des mers serait compromise, les mouvements du sol seraient beaucoup plus intenses qu'ils ne le sont encore, et le mouve-

(1) ARAGO. *Astronomie populaire*, t. III, p. 252.

ment de précession et de nutation, causé par les attractions combinées de la Lune et du Soleil sur le renflement équatorial de notre planète, serait tout différent de ce qu'il est en réalité.

D'autre part, les considérations déduites de l'aplatissement du sphéroïde terrestre, de la densité moyenne du globe et de celle de ses couches extérieures, de la pression formidable (plusieurs millions d'atmosphères) que la planète subirait en son centre si elle était fluide, conduisent à conclure que la Terre doit être ou solide ou pâteuse, mais non liquide.

D'autre part encore, les observations thermométriques directes ne montrent pas, comme on l'enseigne parfois, un accroissement régulier et graduel de température à mesure qu'on pénètre plus profondément dans l'écorce du globe. Dans un exposé comparatif de toutes les observations faites, nous avons classé les résultats dans l'ordre proportionnel des accroissements, et l'on constate qu'en certains terrains, la proportion n'est que de

13, 15 ou 20 mètres par degré centigrade, tandis qu'en d'autres points, elle s'élève à 60, 70, 100 et même 109 mètres pour le même accroissement. La constitution des terrains joue un grand rôle non seulement dans la transmission, mais peut-être surtout dans la production de cette chaleur interne. Enfin la proportion de l'accroissement de température n'augmente pas avec la profondeur; souvent même elle diminue, ce qui conduit encore à rejeter dans le domaine de l'hypothèse les hautes élévations de température adoptées.

C'est ce qui fait que nous ne pouvons plus aujourd'hui considérer notre planète comme un globe liquide incandescent enveloppé d'une mince écorce soumise à tous les effets de sa réaction intérieure, et ce qui rend moins simple et moins facile l'explication des tremblements de terre comme des volcans. Lorsque les volcans étaient regardés comme des cheminées ouvertes jusqu'à la fournaise intérieure, on pouvait voir

en eux des soupapes de sûreté contre l'explosion de la chaudière, et lorsque ces soupapes étaient fermées, les tremblements de terre n'étaient autres que les effets des efforts accomplis par la pression intérieure contre les parois de l'immense chaudière. Désormais, les volcans ne viennent plus pour nous des profondeurs incandescentes du globe, mais de quelques kilomètres seulement; leurs laves n'ont pas la haute température qui leur était attribuée, les tremblements de terre qu'ils occasionnent sont locaux et de peu d'étendue, et il y a des tremblements de terre étrangers aux volcans, dont les causes doivent être cherchées non pas dans la constitution intérieure de la terre, mais dans les phénomènes géologiques qui sont en œuvre dans la modification incessante de l'écorce du globe et qui ont agi et continuent d'agir dans la formation des montagnes. Ce sont ces causes que nous avons énumérées tout à l'heure.

Quelle est celle qui a été principalement en

œuvre dans les tremblements de terre de l'Espagne?

Les secousses ont commencé dès le 22 décembre. La première notification que nous en ayons reçue est datée des îles Açores et due à M. FRANCESCO CHAVES E MELLO. « Le 22, à 2^h15^m du matin, nous écrit notre savant correspondant, j'ai ressenti à mon observatoire un violent tremblement de terre. Il s'est manifesté par deux secousses dont la durée totale a été d'environ quinze secondes. Il n'y a pas eu de désastres ni de victimes. Ce tremblement s'est fait sentir dans toutes les îles de l'Archipel des Açores ainsi qu'à Madère. Je me fais un devoir de vous adresser ces documents, pensant que peut-être il ne seront pas sans utilité. »

De Lisbonne, M. DE LACERTA nous écrit que la secousse a été ressentie à 3^h25^m du matin et signale la coïncidence avec les grandes taches solaires visibles à l'œil nu et avec une tache remarquable sur Jupiter.

D'autres lettres nous apprenaient que ces mêmes symptômes prémonitoires étaient remarqués à Vigo, à Pontevedra et dans presque tout le Portugal ainsi qu'en Galice. Le 24, légères



Fig. 7. — Carte du tremblement de terre de l'Espagne.

oscillations à Séville. Ce n'étaient là que des signes avant-coureurs d'un tremblement de terre d'une violence intense et dont les conséquences devaient être terribles. Il commença le 25 décembre.

« La première secousse, nous écrivait M. FÉDIX VALLAURE, de Linarès, a eu lieu à 8^h53^m du soir, et la seconde à 11^h44^m. La première a été d'une violence singulière. Sa direction semblait être de l'Ouest à l'Est. Les vibrations durèrent plusieurs secondes. Je me trouvais avec des amis dans la salle à manger, lorsque nous entendîmes un bruit pareil à celui d'une voiture qui s'approche. Soudain une forte secousse nous balança, comme dans un navire, mit en commotion avec grand tapage le mobilier, verres, etc., et fit osciller la lampe à gaz qui resta pendant vingt secondes à peu près dans un mouvement oscillatoire très marqué. Nous pensâmes tout de suite que la maison allait s'écrouler, et pourtant nous prîmes le temps de discuter s'il serait mieux de sortir dans la rue que de rester enfermés. Nous nous décidâmes pour l'affirmative, et, pendant tout ce temps, le tapage et les vibrations continuaient. Pour moi, je regardais ma montre afin de prendre l'heure : j'ai compté six secondes pendant les-

quelles tout se mouvait, y compris nous-mêmes, après le temps déjà perdu pendant la discussion. Je ne doute point que l'onde (ou vague) souterraine n'ait passé instantanément, mais les vibrations qu'elle produisit durèrent assez longtemps. Une fois le tremblement fini, toute la ville fut sur pied, dans les rues et les places, chacun racontant les impressions. Il y a eu beaucoup de saisissements et de pleurs parmi les femmes. Des oiseaux sont tombés dans leurs cages. On signale quelques dégâts matériels dans les balcons, cheminées, plafonds, etc., mais heureusement pas de victimes. •

Linarès est très éloigné du centre d'ébranlement, situé près d'Alhama (voir la carte, p. 129). Si l'on examine l'ensemble de l'Espagne, on remarque, dans le sud de la Péninsule, une chaîne de montagnes qui part des bords de la mer, à Cadix, pour se diriger vers l'est sur Grenade, Murcio, Valence et les îles Baléares. Cette chaîne de montagnes est un massif de l'époque secon-

daire (terrains jurassique et crétacé) qui comprend, au Nord, Cadix, Xérès, Séville, Cordoue, Jaën, Linarès, Valence, et, au Sud, Antequerra, Malaga, Velez, Periana, Torroz, Almunacar, Motril, Alhama, Albuñuelas, Jayena, Grenade et Capileira, dans la Sierra-Nevada. Ces couches sont plissées, contournées, brisées par de nombreuses failles, et souvent traversées par des roches éruptives anciennes et modernes. On y rencontre un très grand nombre de sources thermales. Les îles Baléares sont dans le prolongement de cette zone, et l'on remarque sur leurs côtes des saillies entre lesquelles il existe, à plus de 80^m au-dessus de la mer, du terrain quaternaire marin en couches horizontales. Ces îles ont donc, depuis la période quaternaire, été exhausées de plus de 100^m, et cet exhaussement a été limité au Sud et au Nord par des fractures qui se trouvent précisément dans le prolongement des zones de dislocations dont nous venons de parler.

C'est à Alhama, à Albuñuelas, à Périana, à

Albuquerque, à Arenas del Rey que les secousses ont été les plus désastreuses. La ville d'Alhama, qui était perchée comme un nid d'aigle sur le sommet d'une montagne escarpée, a été *entièrement* renversée. Le village de Périana a été écrasé par une montagne qui s'est éboulée sur lui. La première secousse, celle de 8^h 53^m, qui a été l'une des plus violentes et a jeté la terreur parmi toutes les populations, a été suivie d'un grand nombre d'autres; du 25 décembre au 18 janvier, il ne s'est peut-être pas passé un seul jour sans oscillations plus ou moins fortes. Cette première secousse a été ressentie jusqu'à Madrid, où elle n'a guère produit d'autre effet que de faire osciller les objets suspendus, et il paraîtrait même qu'elle s'est propagée jusque sous le sol de l'Angleterre et de la Belgique.

M. FOLACHÉ, Président de la *Société scientifique Flammarion* de Jaën, et M. ILDEFONSO GONZALEZ, Secrétaire de la même Société, ont bien voulu nous transmettre tous les documents rela-

tifs à ce grand événement géologique. Nous résumerons aussi brièvement, mais aussi complètement que possible, ces descriptions si intéressantes à tous les points de vue, et parfois si dramatiques.

A Madrid, l'émotion fut légère. La journée avait été froide, mais belle et ensoleillée pour cette saison de l'année. La nuit était claire, toutefois moins étoilée que de coutume, et un vent glacial faisait hâter le pas aux rares passants. Bien des joyeuses réunions dans la capitale furent brusquement interrompues par les deux secousses qui se firent sentir, d'une façon très inégale, dans différents quartiers, à neuf heures moins sept minutes, et l'on put constater ensuite l'arrêt des pendules, dont la plupart cessèrent de se mouvoir au même moment.

« J'écrivais, cette nuit de Noël, dans mon cabinet, un instant avant neuf heures, dit un correspondant de cette Société, lorsque les oiseaux qui étaient en cage pressentirent avec leur merveil-

leux instinct, quelque chose d'extraordinaire, et instantanément comme touchés par une faible décharge électrique, ils tremblèrent, et, saisis d'épouvante, cherchèrent à sortir de leur cage.

« Étonné, et sans me rendre compte de la cause d'un tel tumulte, j'entendis, une seconde plus tard, un retentissement éloigné accompagné de coups de plus en plus forts, qui ressemblaient au bruit d'une voiture roulant sur une route inégale. C'est la première pensée qui me vint à l'esprit.

« Mais, comprenant que le bruit d'une voiture ne pouvait produire cette impression inconnue chez les oiseaux et chez moi, je pressentis que je me trouvais en présence d'un phénomène extraordinaire.

« Tandis que toutes ces idées s'amoncelaient confuses dans mon cerveau, il me sembla que ma vue se troublait : cette sensation était causée par l'aspect insolite du mouvement de tous les objets, mouvement occasionné par l'oscillation terrestre qui commençait. Quelques instants plus

tard, elle fut si épouvantable qu'il était impossible de rester debout.

« Les lampes se balançaient comme le pendule d'une horloge, les clochettes sonnaient, les portes, les murs et tous les objets craquaient comme s'ils eussent été agités par un être vivant. Si mes sens ne me trompent, l'oscillation dura cinq secondes. »

La province de Grenade est celle qui a le plus souffert. Il y a eu plus d'un millier de morts dans cette seule province, et des blessés innombrables ; la ruine et la désolation furent partout répandues. A Grenade même, à la première secousse, un rédacteur d'*el Defensor* raconte qu'il se trouvait au journal à 8^h 55^m du soir, le 25, lorsqu'il sentit une rumeur sourde et prolongée qu'il attribua à la machine à imprimer. Bientôt il comprit la réalité par la trépidation des vitres et les oscillations de la lampe qui se mouvait comme un pendule (du Sud au Nord, en faisant un arc de cercle de 10° à 12°). Le premier mouvement fut oscilla-

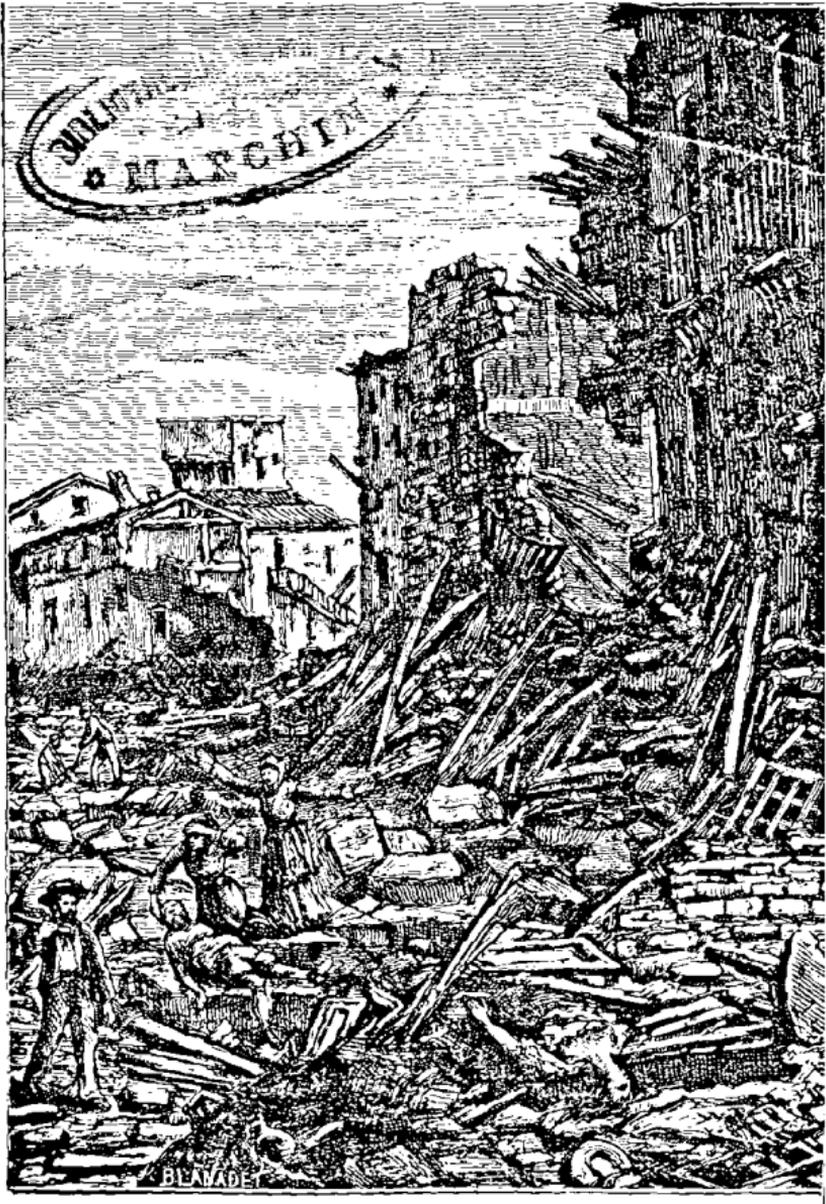


Fig. 8. — Tremblements de terre de l'Espagne : les ruines d'Alhama

toire et suivi d'une autre trépidation qui dura de 14 à 15 secondes. La maison frémissait d'une manière terrible. Tous sortirent précipitamment. Lorsqu'ils arrivèrent à la porte de la rue, le mouvement trépidatoire durait toujours. Il y avait sur la place beaucoup de monde, et tous les habitants avaient abandonné leurs demeures. Une clameur confuse, pareille à la rumeur des vagues, s'élevait dans toute la ville. Il serait impossible de dépeindre l'effroi qui se produisit alors. Au n° 6 de la rue San-Geronimo, habitaient plus de trente familles. Lorsque les oscillations commencèrent, on entendit un bruit capable de hérisser les cheveux du plus hardi. « La maison s'écroule ! La maison s'écroule ! » fut le cri général, et tous s'élancèrent vers les corridors. Mais tous s'arrêtèrent épouvantés : on ne voyait rien. Une épaisse poussière obscurcissait l'air environnant, une pluie de débris et de matériaux tombait dans la cour. Les personnes les plus pieuses se mirent à genoux et prièrent. Le trem-

blement passé, tous sortirent dans la rue, traversant la cour pleine de décombres de tuiles et de briques.

La panique ne fit qu'augmenter dès que le gouverneur de la ville donna l'ordre aux habitants de ne pas rester la nuit dans leurs maisons et de camper sur les promenades et les places publiques.

On alluma de grands feux, et la ville se transforma en un immense campement où chacun s'installa du mieux qu'il put en attendant les événements.

De onze heures du soir à trois heures du matin, *huit secousses* se produisirent, dont deux assez fortes, mais sans cependant égaler la première en intensité ni en durée.

Les secousses se continuèrent pendant les jours suivants. Le 30, le bâtiment de l'Université, qui renferme le musée, l'hôpital et la prison, ainsi que le palais du capitaine général ont été ébranlés par de nouvelles secousses. La population con-

tinua à passer les nuits autour de feux allumés sur les places et aux environs de la ville.

A Malaga, la panique a causé de nombreux accidents de personnes qui ont été blessées en se sauvant. Près de deux cent trente maisons ont été détruites, entre autres les couvents de l'Angel, de San-Relino, des Martyrs, les églises del Espiretu-Santo et de Saint-Rome. La tour de la cathédrale s'est effondrée.

La population s'est réfugiée sur les places, dans les bateaux de la baie et malgré une pluie battante et le froid, loin de leurs demeures, aux environs de la ville. Dans la prison, les condamnés, terrifiés, menacèrent de briser les portes de la geôle et refusèrent de se rendre dans leurs dortoirs; on les laissa camper dans la cour.

A Priego de Cordova, il y avait plus de mille personnes dans le théâtre de la ville. A la première oscillation, les spectateurs épouvantés se levèrent en masse et essayèrent de gagner les issues. La bousculade fut terrible; plusieurs sautèrent

par les fenêtres; des enfants furent étouffés, et l'on compta trente personnes grièvement blessées.

Quoique cette province de Grenade ait été la plus éprouvée; cependant ses monuments hispano-arabes ont échappé, avec des dommages insignifiants. Dans le chef-lieu, à Grenade même, il y a eu des dégâts dans les toitures, dans les maisons de l'Alameda, dans les cercles et les édifices de l'État; les prisonniers du bagne, les malades de l'hôpital ont été secoués et alarmés, mais le vieil Alhambra a bravé les secousses. A Grenade encore plus qu'à Malaga, la population effrayée s'est obstinée à rester dehors et a été vivement impressionnée par les secousses, le 26 et le 27.

Les nouvelles des contrées rurales autour de Grenade étaient terrifiantes. Ainsi, à Alhama de Grenade, on a retiré des décombres de la moitié de cette petite ville trois cents cadavres, et à Al-bunuelas quatre-vingt-dix-huit morts et deux cents blessés. On cite plus de trente-cinq villes ou villages où des maisons à moitié détruites ont

enseveli des quantités de cadavres et de blessés.

A Alhama, la population dut camper sur la place publique, les âges et les sexes confondus, les religieuses du couvent des Franciscaines mêlées aux forçats, et adressant ensemble des prières ferventes à la providence divine. Les maisons qui bordaient le Tage se sont toutes écroulées et leurs ruines ont été englouties au fond des eaux.

La ville d'Albuquerque a été détruite par les tremblements de terre du 26 au 27; toutes les autorités de la ville ont péri. Plus de cent morts ont été retrouvés le lendemain. Le nombre des maisons détruites dépasse mille.

Un fait météorologique extraordinaire s'est produit à Grenade le lendemain du tremblement de terre; le ciel, quoique sans nuages, était sillonné de nombreux éclairs.

A Guejar Sierra, il s'est passé un curieux phénomène. Une demi-heure avant la première oscillation, on entendit un bruit formidable qui jeta l'alarme parmi les habitants. Les rochers

qui couronnent la montagne, ébranlés par la secousse, s'entre-choquèrent et produisirent un fracas qui fit trembler les plus intrépides. Un des plus gros rochers tomba du haut de la montagne dans la rivière, et au même moment les maisons oscillèrent sur leur base.

Les églises, les casernes d'Estepona et d'Antequera tombèrent en ruines, de même que celles d'Alfaternajo, où deux cents maisons disparurent sous terre.

La ville d'Alhama est située au centre de ce qu'on appelle un tajo (coupure). Elle est formée par une série de hauts rochers parallèles, au milieu desquels court la rivière. Elle est divisée en haute et basse ville et comptait dix mille habitants.

Lors du premier tremblement de terre, le 25 décembre, toute la ville haute glissa, et les maisons des vingt-deux rues vinrent tomber sur la ville basse qui fut entièrement engloutie ! Il y avait 5 églises, 5 ermitages, 1 couvent de sœurs,

l'hôpital, la mairie, 1 théâtre, des écoles; il ne resta qu'un monceau de ruines. On a retiré des débris 300 morts (dont 112 enfants) et 282 blessés. Plus de dix mille animaux, chevaux, mulets, chiens, chats, animaux de basse-cour, etc., furent écrasés dans cet éboulement colossal.

Dans la place et les alentours campaient sept mille personnes environ, parmi lesquelles beaucoup de femmes moitié nues, ou vêtues de deuil, et grand nombre d'enfants, aussi à demi-nus, entourés d'animaux et des effets que ces pauvres familles avaient pu sauver. Les prêtres et les médecins parcouraient les groupes en portant des secours. Les hommes travaillaient sans relâche à remuer les décombres, en cherchant, avec les soldats, les restes de leurs familles. Lorsqu'on trouvait un mort sous les débris, son père, sa mère, son mari ou ses fils s'élançaient sur le corps en sanglotant, recueillaient ses membres brisés et l'emportaient au cimetière. Mais celui-ci n'avait pas été épargné non plus; le tremblement avait

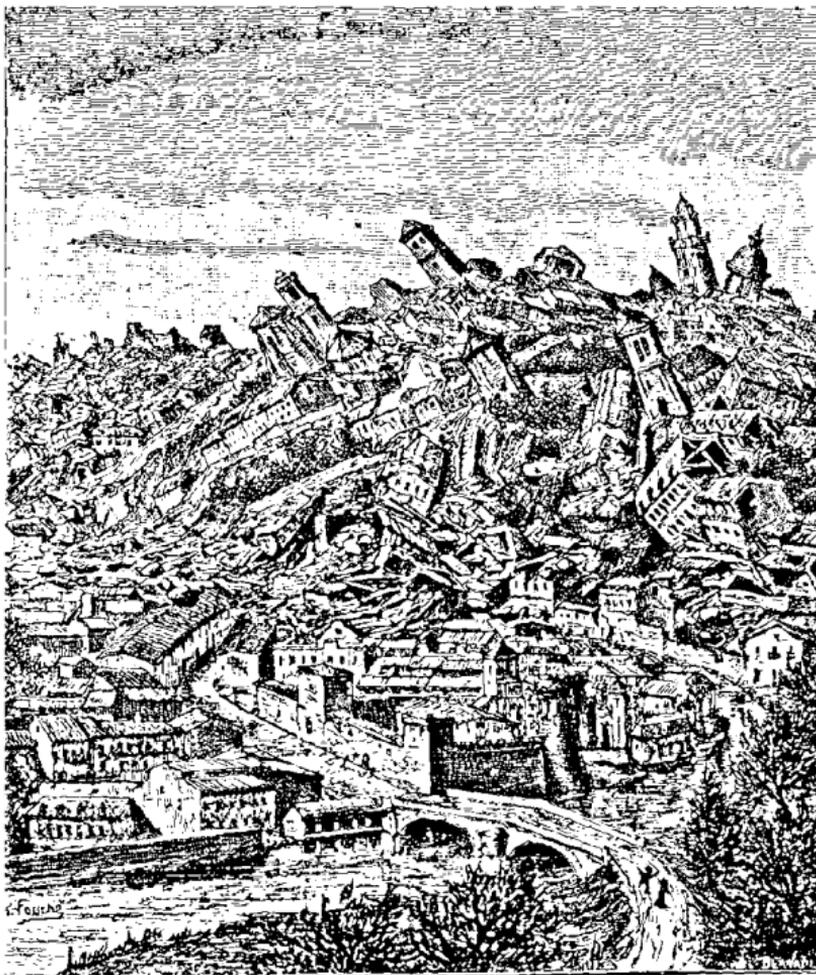


Fig. 9. — Alhama : la ville haute tombant sur la ville basse.

rejeté les cercueils hors de terre, et des restes humains gisaient épars sur le sol, répandant une odeur horrible.

Ajoutons à cela une misère épouvantable; un pain de deux livres se partageait entre huit personnes. La plupart des survivants n'ont pu manger pendant trois jours.

Des quartiers de roches détachés abruptes sur laquelle une partie d'Alhama était construite ont été lancés avec les maisons à près de cent mètres de distance, dans la direction Nord-Sud!

Sur la pente droite des Alpujarras et dans le fond de la vallée de Sogrin, entourée d'épais oliviers, se trouvait le bourg Albuñuelas, aujourd'hui monceau de ruines, que l'on contemple du haut de rochers élevés, où il faut monter pour redescendre dans le village. La vue de ce désastre est encore plus triste et plus effrayante qu'à Alhama.

Le village où l'on voit encore quelques tours du temps des Arabes était formé par trois quar-

tiers : l'un assis dans la vallée, l'autre parcourant le bas de la montagne, et le troisième, où se trouve l'église, séparant les deux autres. Les maisons étaient fort modestes, même pauvres. Il n'en resta pas une debout. Il serait bien difficile qu'une personne n'ayant pas connu le village pût deviner où étaient ses rues.

La nuit du 25 fut, hélas ! des plus terribles. Aux continuelles oscillations du sol s'ajoutait une épouvantable tempête, et la pluie tombait sans discontinuer. L'Église a été engloutie jusqu'à sa flèche. Des maisons avec leurs habitants et les animaux ont disparu dans d'autres crevasses.

Le spectacle offert par les ruines d'Albunuelas était indescriptible. Les habitants erraient parmi les décombres, cherchant à retrouver la trace de leurs chers morts, parmi lesquels on cite le curé, un journaliste, le maire, la nièce du curé qui a assisté à l'agonie de son oncle. Le presbytère s'étant effondré, celui-ci fut enseveli, tandis que la jeune fille se trouva prise jusqu'à la

ceinture au milieu des pierres, des briques et des gravats. Pendant une demi-heure, elle entendit le prêtre dire des prières à mi-voix; puis, tout bruit cessa; le malheureux avait expiré. Elle-même, transportée à Saleses, n'a pas tardé à rendre le dernier soupir, des suites de ses blessures et de son épouvante.

On a compté trois cents morts sur 1900 habitants. Certains détails paraissent parfois plus dramatiques que la mort et que la catastrophe elle-même. Aux premières secousses, la femme d'un des principaux négociants de la ville était sortie de son appartement et s'était réfugiée dans la cour; mais au même moment la maison et les murs de la cour s'écroulèrent, et la malheureuse fut ensevelie jusqu'aux épaules sous les décombres. A demi écrasée, elle dut rester dix-huit heures dans cette position; et cependant, quand les secours arrivèrent dans la ville, elle eut encore la force de crier et d'attirer l'attention des ouvriers, qui parvinrent à la dégager.

Dans une maison où l'on veillait le cadavre d'un enfant, vingt et une personnes furent écrasées.

Lors de la première secousse, une pauvre femme, qui était enceinte, s'enfuit, comme beaucoup d'autres, et se réfugia dans une cave où peu de temps après elle accoucha. Cette malheureuse venait de laisser ensevelir une autre fille sous les décombres de sa maison.

On évalue à plus de cent cinquante le nombre des enfants morts en Andalousie par suite de la catastrophe.

A Guevejar, on a observé un phénomène géologique des plus bizarres. Le village, construit sur des terrains mouvants, est descendu lentement dans le fond de la vallée. Une crevasse très profonde, de 4 kilomètres de long, s'est produite dans les environs. Un vieil et gros olivier planté dans l'axe de la crevasse s'est fendu par la moitié, comme s'il avait été coupé par une hache, de telle sorte que chacune des deux parties borde maintenant face à face le précipice.

Une des crevasses qui se sont formées s'est refermée presque aussitôt et cela en passant à travers la route qui conduit de Loja à Alhâma ; ce mouvement du sol surprit un muletier avec ses bêtes ; le dernier mulet tomba dans la crevasse, qui, en se refermant, ne lui laissa que la tête hors du sol.

Nous parlerons plus loin d'un système de crevasses plus important, au point de vue géologique, qui s'est produit à dix kilomètres de Grenade, à Guevejar.

Un cratère très profond s'est ouvert dans la province de Valence, au milieu de la rivière Turia, près du pont. Il s'en est échappé d'abord de la fumée, puis de l'eau chaude ; on croyait assister à une transformation complète de l'état du sol.

Le soleil, qui se lève pour certains villages de la province de Grenade derrière les montagnes de la Sierra-Nevada, se lève maintenant un quart d'heure plus tard, soit que la montagne se soit exhaussée, soit que le sol se soit abaissé. Des mo-

sures précises de niveau décideront la question.

On a déjà vu plus haut que le village de Périana a été englouti sous l'éboulement de la montagne qui le dominait. Depuis, le sol a été tellement bouleversé dans tous les environs que les limites des propriétés rurales ont disparu et que les propriétaires ne reconnaissent plus leurs terres.

A Santa-Cruz de Albama, toutes les maisons et l'église se sont écroulées. On a retiré des débris cinquante morts et un très grand nombre de blessés. L'oscillation la plus violente a été la troisième ; la première, c'est-à-dire celle du 25, à 8^h53^m du soir, avait été à peine sensible.

A Malaga, un séminariste a été tellement impressionné qu'il est devenu muet. L'hôpital a été évacué ; 200 maisons sont en ruines.

A Séville, un vieillard qui se trouvait à table mourait quelques minutes après le tremblement de terre. La célèbre cathédrale est très endommagée.

A Cordoue, nous écrivait encore un autre cor-

respondant, une personne était occupée à faire habiller le cadavre d'un de ses amis, lorsque le tremblement de terre arriva, lui fit perdre l'équilibre et la lança contre le visage du mort.

A Jayena, une jeune fille de seize ans, nommée Milesia, causait avec son fiancé, lorsque la chute d'un toit vint l'écraser ; les débris enfermèrent en même temps son ami auprès d'elle. On parvint, après une heure de déblaiement, à retirer celui-ci vivant.

Dans une autre maison, un père et sa fille se chauffaient auprès du foyer lorsque la maison s'écroula. Quand on les retira, on trouva le corps de la fille entièrement carbonisé.

Près du village, de profondes crevasses se sont ouvertes dans le lit de la rivière ; celle-ci a disparu et les habitants n'ont plus d'eau. Un détail donnera une idée de la situation mentale des témoins de la catastrophe : l'un de ceux-ci parcourait les baraques de campement portant un Christ à la main et suivi d'une troupe de mal-

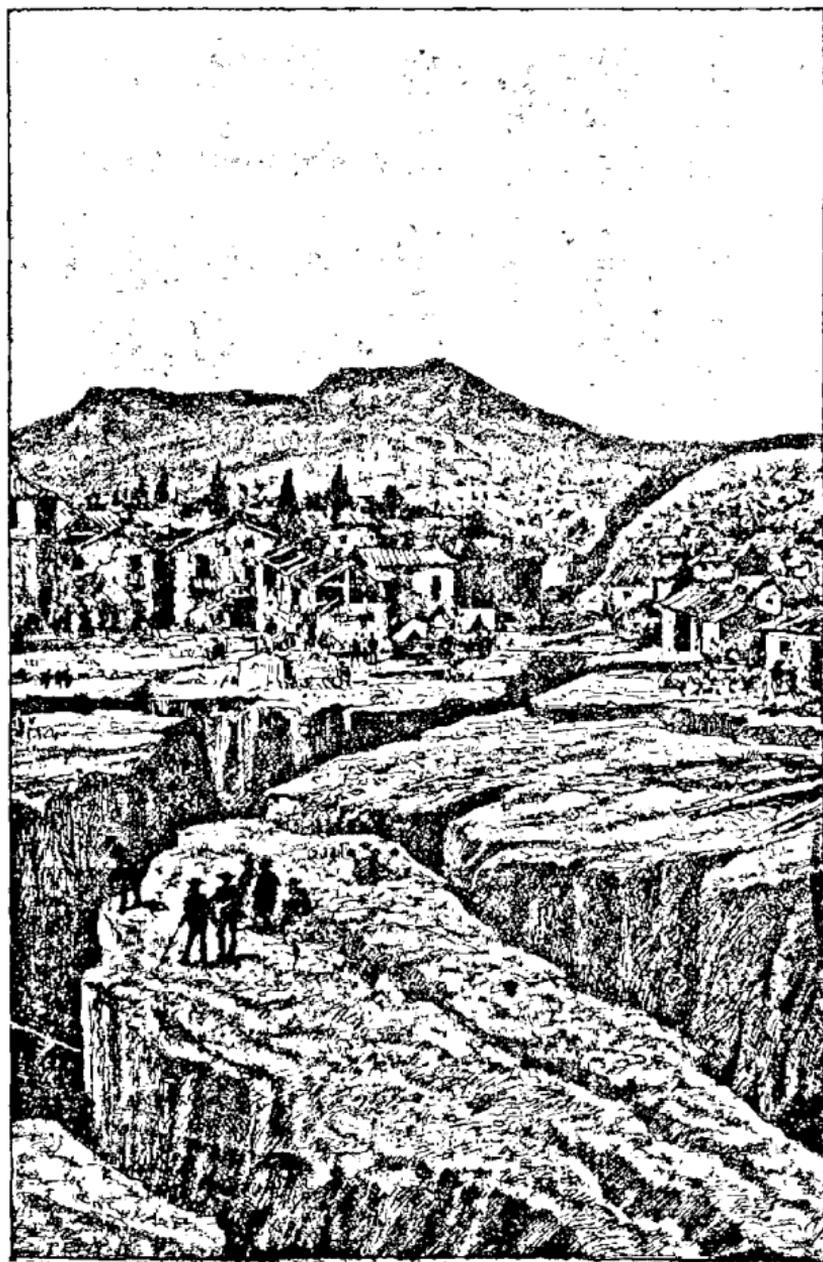


Fig. 10. --- Vue générale des crevasses à Guevejar, d'après une photographie

heureux, en criant que l'image versait des larmes.

Mais il serait interminable de se faire l'écho de toutes les particularités dramatiques qui ont marqué cette inoubliable catastrophe. On a vu l'éboulement et la destruction des divers villages de cette zone, tels que : Arenas del Rey, Jatar, Motril, Zafarraya, Nerja, Periana, Torrox, Competa, etc. Sans insister sur ces détails, quel que soit leur multiple intérêt, abordons maintenant l'étude générale du phénomène.

M. FOLACHE, de Jaën, fait remarquer que, très intense dans l'Andalousie, le tremblement de terre s'est fait sentir, comme nous l'avons vu, jusqu'à Madrid, mais beaucoup moins fort, et a passé complètement inaperçu dans les provinces de Ciudad Real et de Tolède, situées entre Grenade et Madrid et comprenant les vastes plaines de la Manche. Ce sont des terrains sédimentaires, sans élasticité, à travers lesquels les vibrations se sont éteintes.

Cette remarque est d'autant plus intéressante que la violente secousse de 8^h 53^m paraît avoir été ressentie en Angleterre, sans que personne, en France ni sur les bords de l'Océan, l'ait observée. On conçoit fort bien, du reste, que, si des roches granitiques dures, composites, sont disposées en forme de cuvette, dont les bords émergeraient, par exemple, à Grenade et à Madrid, et dont l'intérieur serait occupé par des terrains mous ou sablonneux, une vibration quelconque communiquée à ce banc de roches se transmettra d'une extrémité à l'autre, mais ne se communiquera que faiblement aux terres qui remplissent la cuvette, et seulement sur leurs bords contigus aux roches vibrantes. Le mouvement s'éteindra très vite en un pareil milieu, et les villes bâties sur ces terres n'auront rien senti, quoique la vibration soit passée sous leurs pieds et ait été ressentie à l'autre extrémité du banc, émergeant au-dessus du sol.

M. ДОМЕЬКО, géologue très compétent, rappe-

lait aussi, à propos de ces transmissions, que c'est une opinion assez répandue parmi les mineurs du Chili qu'un tremblement de terre ne peut jamais produire autant d'effets destructeurs dans l'intérieur d'une mine profonde, qu'à la surface. Un mineur expérimenté, au moment où un léger mouvement lui fait supposer un tremblement, ne se presse pas de sortir pour gagner le jour, du fond de la galerie où il travaille. « Ainsi, dit-il, un fort tremblement, suivi de plusieurs autres, éclata le 26 mai 1884, à Copiapo, produisant des fentes et des crevasses dans les murailles de plusieurs maisons, et s'étendit vers les Andes jusqu'aux mines d'argent de Chanarcillo. Je me trouvais alors dans ces mines, occupé à lever des plans de travaux. La maison que j'habitais, récemment construite en pierres calcaires, s'écroura au premier choc du tremblement. Au même instant, des pierres de tous côtés roulèrent du haut de la montagne, et beaucoup d'autres maisons furent endommagées; mais il n'y eût pas le moindre ac-

évident dans l'intérieur des mines, dont les galeries descendaient à plus de deux cents mètres au-dessous des affleurements des filons et n'étaient pas toutes bien solidement établies. »

M. NOGUÈS, ingénieur civil des mines à Séville, a parcouru après le tremblement de terre une partie de la province de Grenade, et a résumé comme il suit ses observations dans une note présentée à l'Académie des Sciences.

L'oscillation du 25 décembre 1884 embrasse une extension superficielle considérable; le mouvement oscillatoire s'est graduellement accentué en direction du Sud du plateau central espagnol; il a décrit un arc ellipsoïdal autour de la Sierra-Nevada. Les mouvements vibratoires qui ont causé les tremblements de terre dans les provinces de Grenade et de Malaga, et provinces limitrophes, se sont produits dans une région spécialement fracturée et disloquée. Le maximum d'intensité se trouve sur une courbe qui embrasse une partie de la Sierra-Nevada et ~~suit ensuite~~

rectilignement les lignes de fracture des Sierras Tejada, Almirajara et de Ronda.

Le sol s'est crevassé, fendillé sur plusieurs points. Dans les environs de Periana, au pied de la Sierra-Tejada, des crevasses profondes se sont produites en présentant de larges ouvertures. Aux environs de la Venta de Zafarraya, des crevasses semblables s'étendent sur une longueur considérable; elles prennent naissance au pied de la montagne et pénètrent dans la plaine; des maisonnettes ont même été entraînées dans ces crevasses, dont quelques-unes ont plusieurs kilomètres de longueur.

Une des plus remarquables est celle qui commence près la Sierra de Jatar, et se termine au village de Zafarraya, sur une longueur de près de quatre lieues. A Guevejar s'est également ouverte une crevasse parabolique d'environ 3 kilomètres de longueur, large de 3^m à 15^m et d'une grande profondeur: le son s'y répercute vers l'intérieur, et une bougie allumée à 7^m de la surface a sa

flamme poussée vers l'extérieur et s'éteint. A 3 kilomètres de Santa-Cruz et à 2 kilomètres d'Alhama, le pied d'une montagne s'est crevassé; il s'est fait une grande fente, d'où sortent des gaz fétides à odeur d'acide sulfhydrique; l'odeur était encore perceptible à un kilomètre de distance. De cette fente jaillissait une source abondante d'eau sulfureuse à une température de 42° centigrades, débitant de 1^m à 2^m par seconde; d'ailleurs, tous les cerros des environs d'Alhama sont actuellement crevassés.

La crevasse de Guevojar, ouverte en forme de fer-à-cheval, atteint le sommet de la montagne; puis elle descend en prenant la direction Est et monte de nouveau, pour redescendre en s'infléchissant vers le Nord. En outre, il y a une infinité de petites fentes qui courent les unes perpendiculairement, les autres parallèlement à la grande crevasse. — Il est difficile d'examiner ces curieux effets géologiques sans songer aux crevasses observées à la surface de la Lune et

sans penser que celles-ci sont dues à des causes analogues, qui peut-être sont toujours en activité.

Le sol est devenu d'une grande mobilité sur tous les points où les oscillations ont été intenses ; le mouvement des terres entraîne les maisons. Les terrains tertiaires d'Alhama, de Santa-Cruz, d'Arenas del Rey, etc., ont peu d'adhérence ; ils glissent et coulent facilement sur les pentes. Les villages bâtis sur ce sol mobile sont tombés aux premières oscillations du tremblement de terre.

Le village de Guevejar a éprouvé un mouvement de translation au Sud-Ouest, vers la rivière. Certaines maisons situées au centre de la parabole décrite par la crevasse, ont avancé de 27 mètres, tandis que d'autres situées aux extrémités de cette courbe n'ont avancé que de 3 mètres.

Les tremblements de terre de l'Andalousie ont déterminé des dénivellations considérables et modifié le régime des eaux. Des cerros se sont

surélevés, d'autres affaissés. A l'extrémité Sud de la crevasse de Guevejar, à 15^m de la rivière, il s'est formé un petit lac d'environ 1200 mètres



Fig. 11. — Crevasse sur la route de Loja à Alhama :
le dernier mulet.

carrés de superficie, qui a 9^m de profondeur à son centre. Le versant opposé de la rivière où le lac s'est formé s'est élevé d'environ 13^m au-des-

sus de son niveau primitif. Tous les cours d'eau compris dans la zone de la crevasse de Guevejar ont disparu, laissant leurs lits à sec ; la fontaine qui alimentait d'eau potable le village s'est également tarie.

Le régime normal des eaux minérales de la contrée a été généralement modifié ; des sources ont disparu ; d'autres, au contraire, ont jailli. Près de Santa-Cruz a jailli brusquement une source thermo-minérale assez forte. Les eaux minérales d'Alhama sont maintenant plus abondantes qu'avant la catastrophe, la composition chimique et la température ont changé. Auparavant, elles avaient une température de 47° et le caractère salin ; depuis le tremblement de terre, elles ont acquis un caractère sulfureux très marqué et une température de 50°. A Albunal les sources thermales de la ramhla de Aldayar ont aussi beaucoup augmenté. Sur quelques-unes se sont ouvertes des crevasses de plus de 1^m de diamètre, par où sourdent avec violence des masses

d'eaux minérales. Enfin, à environ 700^m d'Albunuelas, par des crevasses de forme elliptique, sortent, comme en bouillonnant, des matières visqueuses.

Les effets les plus désastreux du tremblement de terre ont eu lieu précisément sur les failles qui limitent la masse archéenne de la Sierra-Tejea et Almijsara, etc. Les sources thermales nouvelles, d'autres sources dont la nature a été profondément modifiée, les érosions que ces cours d'eaux souterrains peuvent opérer à l'intérieur, les dégagements de gaz qui s'échappent de certaines crevasses, tout cela ouvre aux investigations scientifiques un champ des plus étendus.

Dans les régions granitiques, la profondeur d'où viennent les sources thermales rend compte de leur température. Ici, elles paraissent sortir des terrains tertiaires et semblent être en rapport avec une source d'émanations gazeuses variées.

Si les dislocations qui ont donné à cette partie

des régions méditerranéennes leur forme actuelle, en fixant les contours des terres et de la mer, sont très anciennes par rapport à l'histoire de l'homme, elles sont très récentes au point de vue géologique, et les phénomènes actuels nous avertissent que la cause en est toujours présente et active.

C'est seulement lorsque la première émotion a été calmée, que l'on a pu apprécier de sang-froid le caractère géologique du phénomène, lequel offre plusieurs points fort intéressants. Près de Lorca, la chaîne de Murcie s'abaisse insensiblement. La ville de Valence paraît changer de place et dévier vers l'Occident; on croit remarquer entre les méridiens de Madrid et de Valence quelques secondes de moins dans la longitude.

A Enguera, province de Valence, deux montagnes autrefois séparées se sont unies. A Chioa, même province, le sommet du mont Pascuals s'est abaissé. A Badalone, près Barcelone, la mer

a reculé d'un mètre, tandis qu'au port de Mosnon elle a avancé d'autant, etc., etc.

Ce sont des faits importants, qui éclairent, qui développent et modifient les opinions généralement admises sur la constitution de la base de l'écorce terrestre. Nous avons laissé ici, d'après les témoins oculaires, un grand nombre de détails qui paraissent parfois se répéter un peu, mais ce sont comme les échos de catastrophes heureusement rares, qu'il était intéressant d'enregistrer dans cette petite monographie des tremblements de terre. La plupart d'entre eux, d'ailleurs, résultent de la nature même des mouvements produits et vont nous servir pour nos déductions :

De l'ensemble considérable de témoignages exposés jusqu'ici et comparés entre eux, nous sommes conduits aux conclusions suivantes pour l'explication des tremblements de terre de l'Espagne :

1° Les secousses les plus violentes et les plus

désastreuses se sont produites sur les anciennes failles géologiques, dans les dislocations de roches auxquelles on doit la configuration de cette partie de l'Espagne.

2° Ces dislocations ou fractures constituent une base instable pour ces terrains. Les roches inférieures s'appuient obliquement les unes sur les autres et laissent des vides entre elles. Plusieurs causes peuvent amener des tassements, des éboulements, des changements de niveau.

3° Parmi ces causes, les eaux de pluie, qui descendent perpétuellement de la surface du sol vers les profondeurs, constituent l'une des plus importantes. Ces eaux désagrègent lentement les appuis, les piliers, les voûtes, par l'action purement mécanique de leurs courants. De plus, en se combinant avec certaines roches, elles donnent naissance à des produits chimiques variés dont l'action ne peut pas être insensible. D'autre part encore, la chaleur inhérente à ces profon-

dours transforme l'eau en vapeur. Il y a donc dans ces profondeurs, par le fait même de l'existence des eaux minérales, des opérations chimiques et de la température, des vapeurs et des gaz qui remplissent les vides, qui subissent une énorme pression et qui cherchent à se faire jour. Les tremblements de terre de l'Espagne ont été précédés de fortes pluies.

4° Plusieurs circonstances peuvent favoriser l'ébranlement du sol. Toutes les conditions étant préparées pour un éboulement intérieur, tassement de roches désagrégées, combinaisons de gaz, une cause relativement légère suffira pour amener la rupture.

Des changements brusques et répétés dans la pression atmosphérique, en enlevant de la surface du sol un poids de plusieurs millions de kilogrammes, en l'y ramenant et en le supprimant encore, peuvent être non la cause, mais l'occasion de la rupture d'équilibre. C'est ce qui s'est présenté en Espagne, quoique cela soit loin de se

présenter dans tous les tremblements de terre. Pendant tous les jours qui ont précédé la violente secousse du 25 décembre, le baromètre oscillait d'une manière si folle que les ingénieurs avaient cessé de prendre leurs mesures de niveau. La période du 22 décembre au 15 janvier a été marquée par des intempéries extraordinaires pour l'Espagne : le thermomètre est descendu jusqu'à 5° au-dessous de zéro à Madrid, et jusqu'à 22° à Soria ; la neige est tombée sur des pays où on ne l'avait jamais vue.

5° D'immenses crevasses se sont ouvertes ; des sources minérales ont été modifiées dans leur volume, leur composition chimique et leur température ; plusieurs ont entièrement disparu ; d'autres, au contraire, ont jailli du sol. Nous avons vu plus haut que de certaines crevasses sortaient des gaz fétides à odeur d'acide sulfhydrique, que l'on sentait à plus d'un kilomètre de distance ; qu'ailleurs des matières visqueuses jaillissaient en bouillonnant. Ce sont là autant

de témoignages de l'activité chimique qui règne sous nos pieds.

6° Les modifications apportées à la surface du sol ne paraissent pas être des surélévations de terrains, mais des abaissements, comme on l'a vu plus haut. Le changement de cours de quelques rivières, la formation d'un petit lac, la chute de parties de montagnes au fond des vallées, les glissements de terrains, les modifications dans le dessin des rivages de la mer, tout cela est dû à des tassements, non à des soulèvements.

7° Il n'y a pas eu que des tassements. On a ressenti des trépidations et des oscillations de bas en haut. Ces trépidations ont dû être causées par la pression des gaz et des vapeurs cherchant une issue. Tout le monde connaît la force prodigieuse des vapeurs et des gaz en tension.

8° Les commotions produites dans les roches par ces ruptures d'équilibre, ces éboulements, ces changements de niveau, se sont transmises au loin : Angleterre, Belgique, etc. Elles se sont

transmises par les rochés durs. Des terrains mous encastrés dans ces roches ne les ont pas éprouvées.

9° Les ruptures d'équilibre se sont communiquées de proche en proche sous l'Andalousie tout entière, sous une partie de l'Espagne et même sous la France. Sur le chemin de l'Espagne à l'Angleterre, notamment dans l'Orne, le Calvados, et la Manche, puis dans la Charente-Inférieure, divers symptômes ont témoigné de ce contre-coup.

Ainsi, la constitution géologique de cette région de l'Espagne suffit amplement pour rendre compte de tout ce qui est arrivé. Toute cette surface repose sur des roches mal équilibrées, sur des couches plissées, inclinées, disjointes, disloquées, parsemées de fractures, de failles, de voûtes et de ponts. Que l'un des points d'appui, qu'un pilier cède sous l'influence de la désagrégation causée par les eaux, qu'un léger glissement s'opère, qu'une voûte s'effondre, et, petit à

petit, toute la région subira une légère modification dans son relief. Ajoutons à cela les énormes pressions produites par de faibles quantités de vapeur d'eau, le déplacement des courants intérieurs d'eaux minérales, et les divers phénomènes observés s'expliquent sans qu'il soit nécessaire d'invoquer l'existence du feu central. Néanmoins, la cause de ces mouvements du sol gît à une grande profondeur, puisque ses effets, loin de se borner à un seul district, se sont étendus à l'Ouest jusqu'aux Açores, au Nord jusqu'en Angleterre, etc.

Le mouvement géologique, préparé depuis longtemps par les conditions mêmes de l'instabilité de ces bases, peut fort bien avoir été déterminé par les colossales oscillations atmosphériques qui ont précisément eu lieu pendant toute cette période. A cette même période appartiennent le cyclone qui ravagea Catane, en Sicile, et la tempête extraordinaire qui lança la Méditerranée dans les rues de Nice.

D'après les travaux de M. Fouqué, les mouvements terrestres qui ont déterminé ces violentes secousses devaient partir de 11 000 mètres de profondeur.

En résumé, ce tremblement de terre a causé la mort de plus de 2500 victimes, renversé plusieurs villes et villages, détruit 3240 maisons dans la seule province de Grenade, chassé de leurs foyers des dizaines de milliers d'êtres humains, plongé des milliers de familles dans la misère, englouti cinquante ou soixante millions et modifié sensiblement le relief orographique de ces montagnes et de ces vallées. Au même moment, de l'autre côté du globe, à Yeddo (Japon), le 27 décembre, un épouvantable typhon venait fondre sur les côtes occidentales du Japon, renversait 1 080 habitations et ensevelissait dans la mort 2070 personnes. On a remarqué que le baromètre était descendu très bas en Espagne le 25 décembre et que quelques jours après un froid extraordinaire pour la contrée sévit sur le

pays ruiné, à tel point qu'à Soria le thermomètre est descendu à 22° au-dessous de zéro.

Ce mémorable tremblement de terre est le plus terrible que l'on ait eu à enregistrer dans la Péninsule ibérique depuis l'inoubliable catastrophe de Lisbonne, du 1^{er} novembre 1755 (et, bizarre coïncidence, dans ce pays si catholique, ces deux fléaux sont tombés sur les populations précisément deux jours de grande fête : le premier, le jour de la Toussaint, le second, le jour de Noël). En 1755, il y eut trente mille morts; cette fois-ci, deux mille cinq cents.

Les observations qui précèdent nous conduisent directement à l'explication générale des tremblements de terre. Arrêtons-nous un instant encore aux faits, à propos de celui qui est venu fondre sur l'Italie du nord et les Alpes maritimes le mercredi des Cendres de l'année 1887.

III

LE TREMBLEMENT DE TERRE DE LA LIGURIE ET DES ALPES-MARITIMES

(23 février 1887).

La catastrophe qui a répandu le deuil et la désolation sur les rivages charmants de la Ligurie et des Alpes-Maritimes a de nouveau ramené dans nos esprits mille questions inquiétantes dont nous aimerions recevoir la solution, et pose le grand problème devant notre pensée en l'éclairant de nouvelles données et de nouveaux faits d'observations.

Essayons d'abord de nous rendre compte exac-

tement de l'événement géologique qui s'est accompli là, et prenons-en une idée exacte par les impressions des témoins oculaires. Avant d'arriver aux théories, il importe d'abord d'établir les *faits*. C'est là le point essentiel, capital, et c'est ce que le public ne comprend pas toujours.

Pendant la journée entière du 23 février, une avalanche de dépêches expédiées du midi de la France et du nord de l'Italie m'arrivait, la plupart m'informant du phénomène géologique qui venait d'être observé, un grand nombre s'informant au contraire si des données scientifiques quelconques autorisaient à craindre la continuation ou l'aggravation des secousses, ou bien permettaient de n'en pas attendre le renouvellement. Ces mouvements du sol sont rares en France et plongent tous les témoins dans une angoisse indescriptible. Ici, toutes les circonstances semblaient conspirer pour accroître la terreur. A Nice, à Menton, sur toute la côte jusqu'à Savone



• Fig. 12. — Menton : La panique.

et au delà, l'émotion a été profonde, inoubliable. Étrange clôture de la dernière nuit du carnaval ! On est à l'aurore d'un jour clair, l'atmosphère est pure et merveilleuse, la mer bleue, calme comme un lac : on dort à peine depuis quelques heures ; les cendres du bûcher où l'on a brûlé carnaval fument encore ; une oreille attentive distinguerait dans le silence les dernières mesures d'un cotillon que l'aurore seule fait finir ; des masques attardés reviennent de quelque fête lointaine ; on se repose, on dort, on rêve, quand soudain le lit oscille, des craquements sinistres se font entendre, un bruit souterrain gronde et se prolonge, des meubles tombent, des murs s'écroulent, une torpeur immense se répand dans l'atmosphère, on s'aperçoit que le sol a perdu sa stabilité séculaire, on se lève affolé, on se précipite dans la rue... C'est un tremblement de terre ! Quelle secousse ! Va-t-elle recommencer ? Sera-t-elle plus terrible ? Où chercher la sécurité ? Où fuir ?

L'émotion a été grande partout. La surface inquiétée par le tremblement de terre est considérable. Les secousses les plus violentes se sont



Fig. 13 — Nice, à l'aurore du lendemain du Mardi-Gras.

produites en Ligurie : Diano-Marina, Bussana, Castellaro, Ceriana, Pompiano, Oneglia, ont été presque entièrement ruinés, la plupart des mai-

sons écroulées, 650 morts et des centaines de blessés.

De là, la commotion s'est étendue à l'ouest,

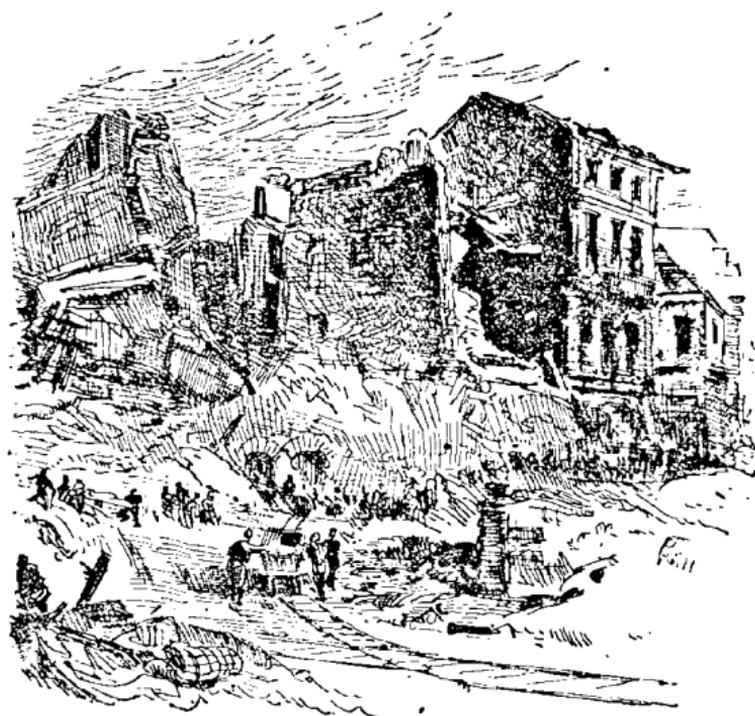


Fig. 14. — Diano-Marina, Fouilles dans les ruines.

dans les Alpes-Maritimes, les Basses-Alpes, le Var, Vaucluse, les Bouches-du-Rhône, le Gard, l'Hérault, la Lozère; au nord-ouest, dans les

Hautes-Alpes, la Drôme, l'Isère, l'Ardèche, la Haute-Loire, le Puy-de-Dôme, la Loire, le Rhône, l'Ain; au nord, dans le Piémont, la Savoie et la Suisse; au nord-est, dans la Lombardie; à l'est, jusqu'à Lucques, Livourne et Florence; au sud, jusqu'au delà de la Corse. L'extension est plus considérable encore.

Pour connaître l'intensité des tremblements de terre aux diverses régions, on a adopté une échelle de notation préparée par MM. de Rossi et Forel. Cette notation se résume ainsi :

- I. — Secousse signalée seulement par les instruments (Sismographes).
- II. — Secousse signalée par les instruments et ressentie par quelques personnes au repos.
- III. — Secousse sensible pour un grand nombre de personnes au repos.
- IV. — Secousse constatée par l'homme en activité. Ébranlement d'objets, trépidation des vitres.
- V. — Secousse généralement ressentie. Tintement de sonnettes, ébranlement de meubles, lits, etc.

- VI. — Réveil général des dormeurs, oscillation des lustres, arrêt des pendules, ondulation des arbres. Effroi.
- VII. — Renversement d'objets dans les appartements. Tintement des cloches. Chute de plâtras. Grand effroi.
- VIII. — Murs lézardés, chutes de cheminées. Épouvante.
- IX. — Destruction partielle ou totale de quelques édifices.
- X. — Grands désastres. Ruines. Bouleversement des couches terrestres. Crevasses. Éboulement de montagnes.

Nous avons construit la carte suivante (p. 185) sur l'ensemble des documents. Il importe de remarquer que tous les terrains ne transmettent pas également les commotions : à quelques centaines de mètres d'un point où l'on a ressenti, par exemple, les effets qui indiquent le tracé de telle courbe isosismique, un autre terrain n'aura pas été ébranlé. Ainsi à Clermont, autour du mamelon au sommet duquel est bâtie la cathédrale, le phénomène a présenté le caractère du n° IV et

même du n° V, tandis qu'à l'observatoire du Puy-de-Dôme, on n'a absolument rien senti. Pareils faits ont été observés à Saint-Étienne, à Lyon, et un peu partout.

Nous avons tracé ces courbes d'après la moyenne des constatations. Pour la courbe II, nous n'avons eu que les observations du D^r Fines, à Perpignan, et les oscillations sismographiques de Florence (précédées de l'angoisse singulière d'un perroquet). Quant à la courbe I, les documents nous manquent absolument pour la tracer. Elle paraît s'étendre jusqu'en Angleterre.

La secousse la plus forte et la plus désastreuse a eu lieu à 5^h42^m du matin, heure de Paris qui correspond à 6^h22^m, heure de Rome. Cette secousse avait été précédée d'une sorte d'avertissement vers 3^h20^m; elle a été longue ou pour mieux dire multiple, composée de cinq ou six secousses consécutives dont l'ensemble a duré près d'une minute, et accompagnée presque partout

d'un bruit souterrain formidable. Dix minutes plus tard, c'est-à-dire à 5^h52^m, nouvelle secousse moins forte, également multiple, mais d'une moins longue durée. Deux heures trente et une minutes après la secousse principale, c'est-à-dire à 8^h13^m, nouvelle secousse qui, elle aussi, causa des désastres terribles en renversant sur les côtes de la Ligurie un grand nombre de maisons et d'édifices, ébranlés par la secousse principale. On en signale d'autres encore, moins importantes; et il y en eut de nouvelles le lendemain 24 février, ainsi que les jours suivants, secousses secondaires de plus en plus faibles.

Les journaux quotidiens ont publié les impressions et fait connaître les désastres causés par ces secousses; il serait long de les rapporter ici. Signalons seulement les deux cent soixante-dix victimes ensevelies sous l'éroulement de l'église de Bajardo, près de San-Remo, au moment où elles venaient de recevoir les cendres; souvenons-nous du village de Diano-Marina,

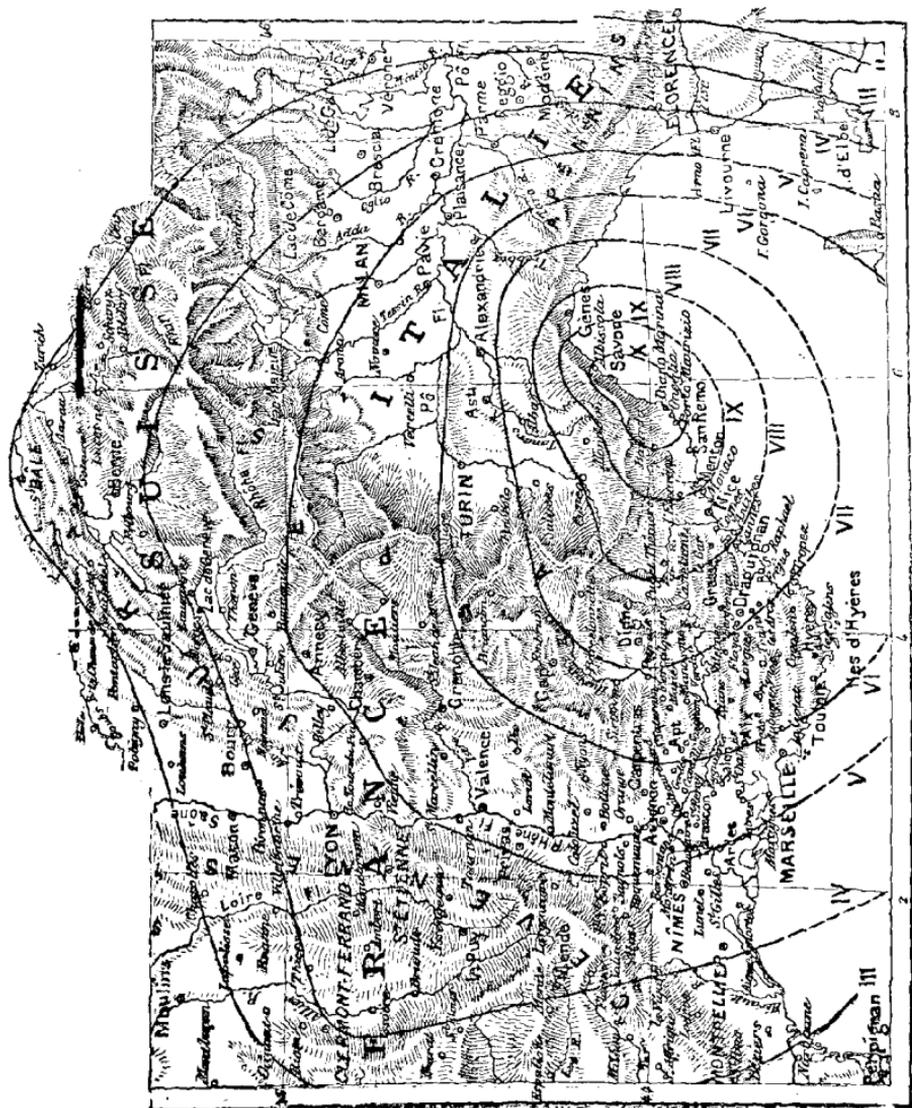


Fig. 15. — Carte de la région affectée par le tremblement de terre du 23 février 1887. Courbes d'intensité décroissante.

près de Port-Maurice, entièrement détruit, nouveau Casamicciola aussi funèbre que celui du cataclysme d'Ischia; revoyons, sous un même coup d'œil tous ces villages en ruines, ces demeures écroulées, ces morts, ces blessés, ces désespoirs, ces angoisses, et nous n'aurons encore qu'une faible idée des bouleversements de toute nature causés par ces terribles convulsions du globe.

La panique a été effroyable à Diano-Marina, très violente à Menton et même à Nice, où pourtant il n'y a eu qu'une seule maison vraiment détruite par la secousse (la maison de l'école maternelle (fig. 16), et un seul mort. A Menton, les dégâts ont été considérables; et ils ont été d'autant plus accentués, le long des rivages de la Ligurie, que l'on se rapproche davantage du foyer.

Le tracé de la carte de l'extension du tremblement de terre, fait d'après les principes exposés plus haut, montre que la commotion s'est éten-

due, en s'affaiblissant, à une très grande distance du foyer. La courbe n° IV, par exemple, ébranlement d'objets, trépidation de vitres, va de Montpellier à Clermont-Ferrand, et de là passe par Bourg et la Suisse pour contourner Milan et descendre à Lucques, Livourne et la Corse. Dans tout l'intérieur de ce périmètre, qui mesure 600 kilomètres de longueur et autant de largeur, soit sur une étendue d'environ 300000 kilomètres carrés, le tremblement de terre a été plus ou moins ressenti, suivant la nature des terrains.

La commotion s'est étendue au delà de ce périmètre, mais à peine sensible. Au delà de Bâle, au nord, nous n'avons aucun document humain, cependant la secousse a encore été assez forte à Bâle pour arrêter les pendules. Au delà de Perpignan, à l'ouest, nous n'avons non plus que des constatations sismographiques.¹

En général les chaînes de montagnes sont un obstacle à la transmission des secousses, les Py-

renées empêchent les tremblements de terre d'Espagne d'arriver en France, les roches solides qui émergent au milieu des terrains meubles sont peu inquiétées; cependant, ici, les Alpes n'ont pas empêché la secousse d'arriver à Bâle.

Les appareils magnétiques de l'Observatoire de Genève ont oscillé à 5^h43^m, c'est-à-dire une minute environ après la secousse principale; ceux de Paris ont oscillé à 5^h45^m, soit deux minutes plus tard; ceux de Bruxelles, de Kew et de Greenwich, près de Londres, à 5^h48^m; ceux de Wilhemshafen, en Allemagne, à 5^h50^m; ceux de Lisbonne, à 5^h52^m.

Si ces mouvements des appareils magnétiques ne sont pas dus à des courants produits par la commotion terrestre, mais à une transmission directe de cette commotion elle-même, la secousse aurait donc ébranlé le sol jusqu'en Allemagne, en Angleterre et en Portugal. Aux États-Unis, le sismographe de Washington a lui aussi oscillé, à 7^h33^m, ce qui correspond à

12^h50^m de Paris; mais c'était sans doute par suite d'une autre cause.

Nous serions d'autant plus disposé à admettre cette propagation lointaine, que les deux terribles explosions de grisou arrivées à Saint-Étienne le 1^{er} mars 1887 (70 morts) et à Quaregnon le 4 mars (113 morts), peuvent avoir été déterminées par quelques failles souterraines; que dans les mines d'Anzin, le matin même du tremblement de terre, entre 6^h15^m et 6^h30^m, un tromomètre a subi des oscillations extraordinaires, et qu'en plusieurs points, des sources taries depuis longtemps se sont mises à couler, tandis que d'autres ont eu leurs eaux troublées. Selon toute probabilité, la commotion s'est réellement propagée à une distance considérable (1).

L'heure précise des secousses, leur mode de

(1) Les transmissions de chocs se propagent avec une facilité inimaginable. Une voiture chargée qui passe sur les pavés, à deux ou trois cent mètres de l'Observatoire de Paris, transmet ces petits chocs à travers le sol des jardins et fait vibrer le bain de mercure de la salle méridienne, malgré ses fondations si massives.

propagation, l'étendue et la vitesse de cette propagation suivant les distances et suivant la nature des terrains seraient autant d'éléments extrêmement intéressants à déterminer d'une manière précise ; malheureusement les données sont bien défectueuses pour arriver à une certitude satisfaisante, surtout à cause de la diversité des heures marquées par les horloges et de l'absurde cacophonie qui règne encore sur ce point chez les nations les plus civilisées. C'est ici surtout que l'on souhaiterait de voir toutes les horloges de chaque nation réglées avec précision sur le méridien de la capitale. Malgré toutes ces difficultés, voici pourtant ce que nous avons pu déterminer de plus sûr pour le moment de la secousse principale. (Les points en italique sont ceux des heures les plus précises.)

A Diano-Marina (foyer de plus grande intensité).	5 ^h 41 ^m
A Gênes, Menton, Nice.	5 ^h 42 ^m
A <i>Moncalieri</i> (Turin), Digne, Draguignan.	5 ^h 42 ^m $\frac{1}{2}$

A Milan, Genève, Grenoble, Toulon. . .	5 ^h 43 ^m $\frac{1}{2}$
A Bâle, Lyon, Avignon, Marseille. . .	5 ^h 44 ^m $\frac{1}{2}$
Sismographes de Florence et Perpignan.	5 ^h 45 ^m
Sismographes de Velletri (Rome) et Paris (à 1 ^m près).	5 ^h 46 ^m
Sismographes de Bruxelles, Kew et Greenwich (Londres).	5 ^h 48 ^m
Sismographe de Wilemshafen (Allema- gne).	5 ^h 50 ^m
Sismographe de Lisbonne.	5 ^h 52 ^m
Sismographe de Washington.	12 ^h 50 ^m

Ces instants donneraient les vitesses de propagation suivantes :

- De Diano à Bâle : 400 kilomètres en 30 minutes, soit 1 900 mètres par secondes.
- — à Perpignan : 435 kilomètres en 3 minutes et demie, soit 1 900 mètres par seconde.
- — à Paris : 680 kilomètres en 4 minutes et demie, soit 2 500 mètres par seconde.
- — à Londres : 1 000 kilomètres en 6 minutes et demie, soit 2 560 mètres par seconde.
- — à Lisbonne : 1 500 kilomètres en 10 mi-

notes et demie, soit 2400 mètres par seconde.

De Diano à Washington : 6000 kilomètres en 7^h 9^m, soit 840 kilomètres à l'heure, ou 230 mètres par seconde. (Ce mouvement doit être dû à une autre cause.)

Quoique les probabilités relatives aux causes des tremblements de terre et à la constitution intérieure du globe terrestre soient fort loin des certitudes désirables, nous pouvons être satisfaits de la voie dans laquelle l'analyse attentive des derniers tremblements de terre nous a fait entrer, car les événements qui ont été observés après le 23 février ont absolument confirmé les conjectures que nous avons émises sous la forme modeste et problématique qui leur convenait (1).

Les secousses violentes et désastreuses du 23

(1) L'article que nous avons publié dans *le Voltaire* au reçu des premières dépêches se terminait par la probabilité que des secousses secondaires auraient lieu. L'agence Havas ayant télégraphié cette phrase à Nice sans autres commentaires, une panique se répandit dans la ville et le

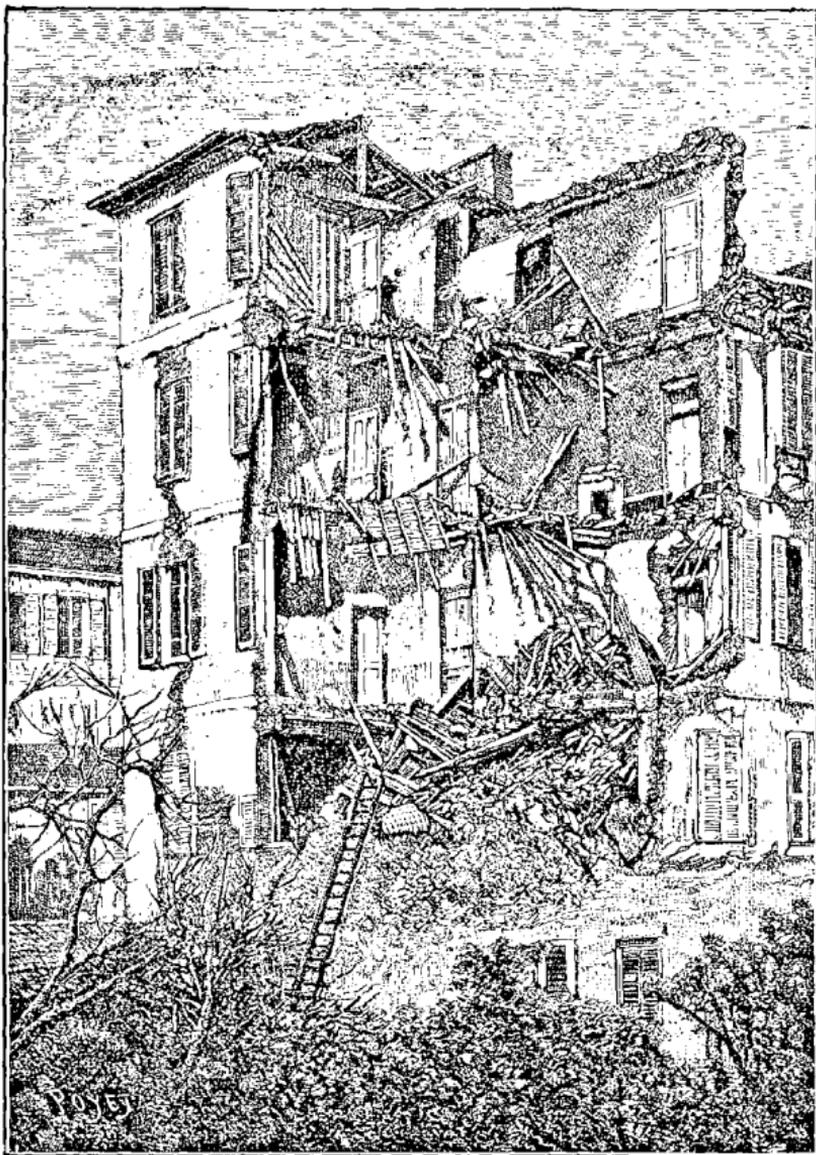


Fig. 16. — Le tremblement de terre à Nice.
La maison d'école maternelle (quartier Saint-Étienne).

février ont été suivies de secousses secondaires de plus en plus affaiblies et de trépidations légères montrant bien que la cause de ces mouvements du sol ne consiste pas en de simples éboulements ou effondrements intérieurs, mais en poussées élastiques dues à la vapeur d'eau (dont on connaît la puissance); elles ont confirmé également la conjecture que nos volcans, le Vésuve, l'Etna, le Stromboli, sont restés étrangers à l'événement; elles ont encore confirmé ce que nous avons dit de l'influence secondaire de l'attraction

préfet des Alpes-Maritimes m'adressa la dépêche suivante :

Préfet à Flammarion, Paris.

« Nice, 25 février, 4^h 10 soir.

« Votre article sur tremblement terre Nice annonçait secousses nouvelles après commotion principale. Cette prévision s'est réalisée; mais journal arrivant Nice deux jours après publication fera craindre ici d'autres secousses et augmentera émotion déjà grande. Pouvez-vous m'envoyer télégramme qui serait publié pour prévenir cette impression. »

J'ai répondu aussitôt :

« Paris, 25 février, 7^h 30 soir.

« Les secousses secondaires que j'avais annoncées comme probables, et qui viennent d'avoir lieu, étaient indiquées par

de la Lune, de nouvelles secousses, un peu plus intenses que celles des jours précédents, s'étant manifestées le jour même de la grande marée du 11 mars, l'une des plus fortes du siècle (marée de 116).

Le foyer de ce tremblement de terre était bien sous la Méditerranée, en face de Diano-Marina. A quelle profondeur? M. Fouqué a évalué à 11000 mètres la profondeur de l'épicentre du grand tremblement de terre d'Espagne du 25 décembre 1884. Nous pouvons admettre une position analogue pour celui-ci. Ce n'est donc point du tout un phénomène *superficiel*, comme certaines rela-

l'analogie entre le tremblement de terre des Alpes-Maritimes et celui de 1884 en Espagne.

« D'après cette même analogie, si quelques secousses surviennent encore, elles seront faibles. Nous ne pouvons avoir sur ce point que des probabilités. Il est possible que tout soit terminé. »

Cette réponse fut affichée à Nice et calma les inquiétudes.

Je reproduis cet incident pour réduire à leur valeur les commentaires qu'il a inspirés à quelques critiques. On voit que les dissertations brodées par plusieurs journaux n'avaient aucune raison d'être.

tions scientifiques l'ont supposé, — pas plus qu'un phénomène volcanique.

Les désastres les plus grands se sont produits le long de la côte, d'Albissola à Port-Maurice et sur les lignes de dislocation de ces petites chaînes de montagnes relativement récentes, calcaires et schistes de l'éocène supérieur en couches très bouleversées.

C'est toujours dans cette même région, de Nice à Gênes, que les tremblements de terre ont eu lieu, depuis les temps historiques (1), rarement violents aux extrémités, à Nice ou à Gênes, mais souvent désastreux au centre, vers Oneglia. Il ne se passe pas de siècle qu'on n'en observe. Mais Nice et Gênes en sont presque toujours quittes pour la peur : les maisons de cinq étages de Gênes, construites depuis si longtemps, sont là

(1) Principaux : 1226, — 1340, — 1556, — 1563, — 1564, — 1565, — 1617, — 1636, — 1644, — 1694, — 1708, — 1755, — 1818, — 1852, — 1859, — 1861, — 1884. Depuis celui de 1708, assez fort à Manosque, ils ont toujours été très légers.

comme d'irrécusables témoignages. A plus forte raison, Cannes peut-elle dormir tranquille. Sous la mer, la secousse a produit une poussée de 1 mètre d'eau en hauteur verticale, laquelle a été suivie immédiatement d'un mouvement de 2 mètres en sens contraire. Le fait a été constaté par des navires comme sur les rivages.

Mais les tremblements de terre qui ont eu lieu en ces dernières années et que nous venons de raconter, ne sont encore qu'une faible image des grands tremblements de terre historiques. Humboldt a donné la description de ces effroyables catastrophes recueillies de la bouche des survivants.

« Ce qui nous saisit, écrit-il, c'est que nous perdons tout à coup notre confiance innée dans la stabilité du sol. Dès notre enfance, nous étions habitués au contraste de la mobilité de l'eau avec l'immobilité du sol. Tous ces témoignages de nos sens avaient fortifié notre sécurité. Le sol vient-il à trembler, ce moment

suffit pour détruire l'expérience de toute la vie. C'est une puissance inconnue qui se révèle tout à coup ; le calme de la nature n'était qu'une illusion, et nous nous sentons rejetés violemment dans un chaos de forces destructives. Alors chaque bruit, chaque souffle d'air excite l'attention, on se défie surtout du sol sur lequel on marche. Un tremblement de terre se présente à l'homme comme un danger indéfinissable, mais partout menaçant. On peut s'éloigner d'un volcan, on peut éviter un torrent de laves ; mais quand la terre tremble, où fuir ? Partout on croit marcher sur un foyer de destruction. »

Pourtant, et fort heureusement, l'homme oublie assez vite. Tous les quarts de siècle en moyenne, une montagne s'écroule en Suisse et écrase un village. L'année suivante, le village est rebâti. On se fie à la lenteur des œuvres de la nature et à la brièveté de la vie humaine, et l'on espère la sécurité pour une ou deux générations, ce qui suffit pour l'intérêt particulier. En

réalité, malgré ces petits frissons, la planète reste, l'homme passe et la vie continue son cours. Ainsi va le monde. Après l'orage, le soleil ; après les deuils, le plaisir ; mieux encore, les deuils eux-mêmes donnent naissance aux fêtes ; ces catastrophes ont éveillé les plus nobles sentiments de la charité publique, et Paris s'est mis en fête pour envoyer de l'or aux survivants et aider à relever les églises et les théâtres. Les inondations de Murcie ont fait courir à l'Hippodrome le Tout Paris mondain. La vie se compose d'impressions et de contrastes. Lorsqu'une nation s'est reposée dix ans, elle éprouve le besoin de voir des morts, des blessés, des orphelins et des veuves, et le canon du vaincu gémit encore lorsque les ministres du roi vainqueur chantent au milieu de l'encens et des fugues de l'orgue, un triomphant *Te Deum* au Dieu des armées. Comme si la médiocrité de notre planète ne nous réservait pas assez de misères ! Il semble pourtant que les tremblements de terre, les inondations, les épi-

démies, les ruines et les chagrins inévitables de la vie devraient suffire.

L'humanité est une fourmilière sur un globe errant dans l'infini.

Rendons-nous compte de ces grands mouvements du sol, afin de pouvoir, s'il est possible, atteindre les causes.

IV

LES TREMBLEMENTS DE TERRE ET LEURS CAUSES

CONCLUSION GÉNÉRALE

Les nombreux documents que nous avons examinés et comparés en décrivant les événements qui précèdent nous ont mis entre les mains des données importantes et précieuses. Nous pouvons essayer aujourd'hui de dégager de ces enseignements de la nature la théorie qui nous paraîtra la plus apte à expliquer tous les faits observés.

On dit que, désespéré de ne pouvoir trouver

l'explication des volcans, Empédocle se jeta dans l'Etna, qui garda le chercheur, mais renvoya sa sandale, pour montrer aux mortels l'inutilité d'un tel suicide. Notre siècle est-il destiné à trouver le mot de l'énigme du philosophe d'Agrigente?

Remarquons d'abord qu'en général les auteurs de théories, quelles qu'elles soient, sont singulièrement exclusifs. Ils admettent bien une hypothèse, la leur, mais refusent volontiers que plusieurs causes puissent exister à la fois dans la production des phénomènes de la nature. Sur la question spéciale des mouvements du sol, les uns déclarent que les volcans et les tremblements de terre sont produits par une seule et même cause : la fluidité du noyau intérieur liquide et incandescent réagissant contre l'écorce du globe ; d'autres pensent que ces phénomènes sont absolument séparés les uns des autres, et que les tremblements de terre sont dus à des affaissements à la base des assises de terrains, déterminés par la condensation du noyau interne, les rides

et plissements qui en résultent, ou par le travail des eaux souterraines désagréant les bases; d'autres les attribuent à des commotions produites par les variations brusques de la pression atmosphérique et leur contre-coup sur les gaz emprisonnés dans l'intérieur du sol; d'autres y voient les effets immédiats des pluies; d'autres encore mettent en jeu les eaux thermales et les vapeurs; d'autres, l'électricité et le magnétisme terrestre; d'autres, les marées intérieures produites sur un noyau liquide par les attractions du Soleil et de la Lune, etc., etc. Mais est-il bien sûr que toute théorie doivent être fermée et exclure toutes les autres? Ne pouvons-nous examiner sans idées préconçues les faits observés et en chercher l'explication indépendante? Il en est peut-être en géologie comme en médecine, où les théories les plus absolues et les plus affirmatives ne tardent pas à être irrémédiablement condamnées par les faits, en raison de la prétention même de leur exclusivisme.

L'état actuel de la science réclame donc, — si toutefois les éléments d'observation sont suffisants, — une théorie générale et indépendante de toute idée préconçue, qui explique rationnellement les phénomènes constatés.

*
* *

Le premier fait qui s'impose à notre attention est qu'il y a des tremblements de terre volcaniques et des tremblements de terre non volcaniques. On connaît actuellement à la surface du globe 323 volcans en activité qui, de temps à autre, produisent des commotions de diverses natures; le cataclysme de Krakatoa, qui répandit naguère le deuil et la ruine sur les îles du détroit de la Sonde et causa la mort de quarante mille êtres humains, a été déterminé, comme on s'en souvient, par une éruption volcanique formidable et par le terrible raz de marée qui s'ensuivit. Au contraire, les événements d'Espagne ne sont en corrélation avec aucune éruption

volcanique, ni avec aucun foyer de ce genre. C'est là un point fort important pour la théorie de la Terre.

Pour mieux saisir les causes qui sont en jeu dans ces mouvements du sol, rappelons un instant quelques-uns des effets les plus caractéristiques observés dans les tremblements de terre les plus mémorables.

Quelquefois le sol ondule comme les vagues de la mer. Au mois d'avril 1871, à Battang, en Chine, les bouquets d'arbres et les accidents de terrain ressemblaient « à des vaisseaux ballottés par les vagues. » En 1783, pendant le tremblement de terre de la Calabre, des arbres s'inclinaient si fort pendant le passage des ondulations que parfois *leur cime descendait jusqu'à toucher le sol!* On fit la même observation en 1811 au Missouri. Le 26 mars 1812, à Caracas, le mouvement ondulatoire était si marqué que le sol ressemblait à un liquide en ébullition.

Parfois, au lieu d'un mouvement ondulatoire,

ce sont des secousses de bas en haut d'une violence extraordinaire. Le 7 juin 1692, à Port-Royal de la Jamaïque, dès les premières secousses, tout s'effondra pêle-mêle; maisons, hommes, femmes, animaux, furent jetés de tous côtés, et plusieurs habitants furent lancés dans les airs. « Il y en eut même, disent les relations de témoins oculaires, qui, se trouvant sur la place, au milieu de la ville, *furent lancés par-dessus les ruines jusque dans le port*, et purent se sauver à la nage! » Ce n'est pas le seul exemple de ce genre. Le tremblement de terre de Riobamba, en 1797, montra une pareille force de projection : un grand nombre de cadavres d'indigènes furent lancés sur une colline de plusieurs centaines de pieds de hauteur, située de l'autre côté de la rivière.

En d'autres cas, ce sont des mouvements rotatoires qui frappent l'attention de l'observateur. On voyait à San-Stephano, après le tremblement de terre de 1782, deux obélisques quadrangu-

lares, dont les diverses parties avaient tourné sur leur base sans se renverser, et ne se maintenaient d'aplomb que par un prodige d'équilibre. Quelquefois, les crevasses produisent des résultats analogues. Pendant le tremblement de terre de la Calabre, une crevasse se forma sous une tour de Terra-Nuova; les deux moitiés de la tour ne s'écroulèrent point; mais, lorsque la crevasse se referma, elles se recollèrent sans correspondre entre elles et en offrant la plus singulière dissymétrie.

Ainsi, ces formidables ébranlements du sol consistent tantôt en *secousses verticales*, tantôt en *oscillations horizontales*, tantôt en *tournoiements*, qui résultent de la simultanéité de ces deux mouvements combinés.

Remarquons d'abord les *secousses verticales* qui, agissant de bas en haut, produisent des effets comparables à ceux d'une mine, et qui nous obligent à admettre pour leur cause productive une force puissante s'exerçant avec une extrême violence.

Lors du tremblement de terre de Calabre, en 1783, on a vu des maisons entières projetées en l'air à une hauteur considérable; en moins de deux minutes, toutes les villes et tous les villages de cette province furent détruits de fond en comble; au même moment, un terrible raz de marée, après avoir balayé d'un seul coup deux mille personnes réunies sur la plage de Scilla, s'engouffra dans le port de Messine, y coula tous les navires et démolit en partie la grande rangée de palais qui bordaient le rivage : plus de 42000 personnes périrent sous ces ruines. Des pavés des rues furent lancés de bas en haut, obliquement, comme des projectiles. On ressentit, dans ce même tremblement de terre, qui ravagea ce pays pendant quatre années consécutives et donna plus de douze cents secousses, des mouvements ondulatoires dont nous parlerons tout à l'heure.

A Forio (Ischia), 1883, une jeune fille qui se tenait sur une terrasse a été portée, comme par

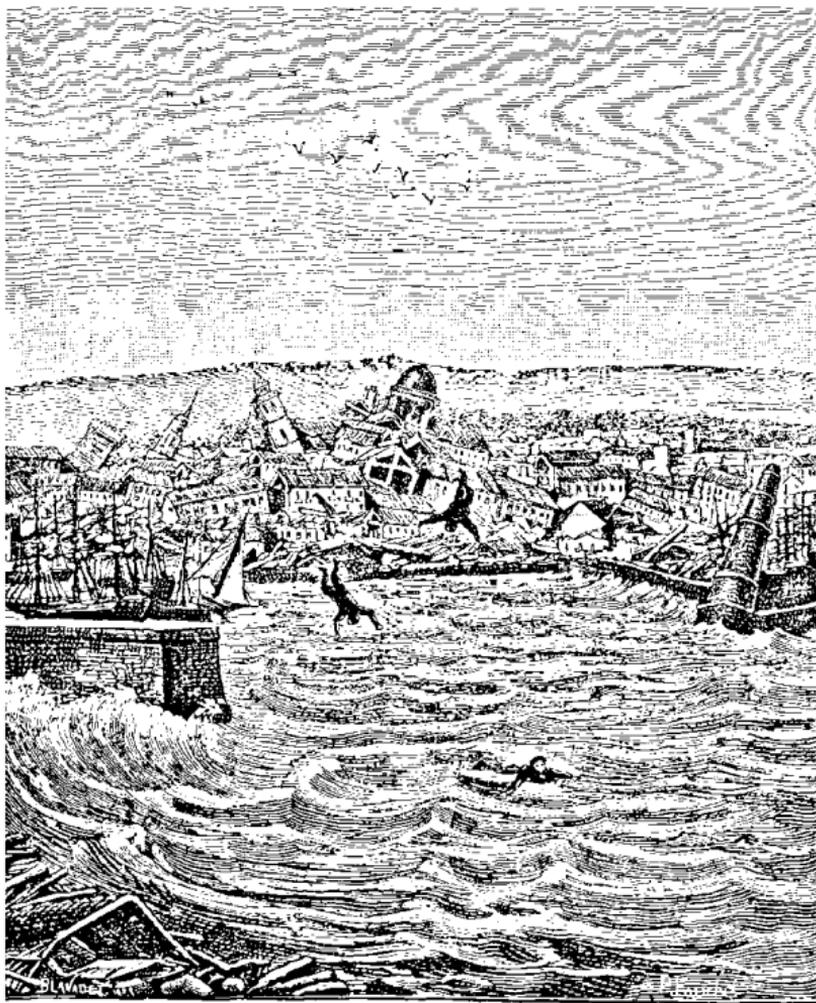


Fig. 17. — Hommes lancés en l'air à Port-Royal de la Jamaïque.

une main invisible sur un rocher à vingt mètres au-dessus du sol et à cent mètres de distance, sans en avoir ressenti aucun mal.

Ce sont là des faits qui témoignent non d'effondrements intérieurs, d'éboulements ou de glissements de terrains, mais d'explosions profondes qui ne peuvent être causées que par des gaz ou des vapeurs à une haute tension. Les mouvements ondulatoires ne sont pas moins importants à constater mais sont d'un autre ordre. En voici quelques exemples :

On a vu le sol onduler comme les vagues de la mer et, comme nous le remarquions tout à l'heure, des arbres s'incliner si fort pendant le passage des ondulations que parfois leur cime descendait jusqu'à toucher le sol !

Lors du tremblement de terre d'Ischia, le campanile de la chapelle de Baveno s'est fortement incliné du nord au sud, marquant ainsi la direction de la propagation du mouvement, puis s'est redressé, et cela à plusieurs reprises diffé-

rentes ; les murs de la chapelle se sont fendus, puis refermés instantanément, après s'être montrés largement ouverts.

Dans ces mouvements ondulatoires, qui sont les plus fréquents et les plus prolongés, l'agitation des édifices est naturellement plus prononcée au sommet qu'à la base.

Les crevasses sont peut-être ce qu'il y a de plus désastreux encore dans ces étranges mouvements du sol. Le 10 décembre 1869, les habitants de la ville d'Onlah, en Asie Mineure, effrayés par des bruits souterrains et par une première secousse très violente, s'étaient sauvés sur une colline voisine : ils virent de leurs yeux stupéfaits plusieurs crevasses s'ouvrir à travers la ville, *et la ville entière disparaître* en quelques minutes sous ce sol mouvant.

Le 11 avril 1871, lors du tremblement de terre qui détruisait la ville de Battang, en Chine, et engloutit plusieurs milliers de personnes, les affaissements étaient si considérables que des

montagnes s'entr'ouvrirent et que plusieurs petites collines disparurent complètement.

Les désastres causés par ces crevasses pendant le tremblement de terre de la Calabre, en 1783, sont restés mémorables entre tous. A Terra-Nuova et dans d'autres villes, des maisons tombées dans ces abîmes furent broyées comme du plâtre lorsque ces crevasses se refermèrent. Des hommes et des troupeaux furent enterrés vifs, en grand nombre. L'une de ces crevasses, celle de Plaisano, mesurait 7 500^m de longueur, 35^m de largeur et 75^m de profondeur. Nous avons vu, plus haut, que des crevasses analogues ont été produites par les tremblements de terre de l'Espagne, et que l'une d'entre elles se referma sur un mulet qui venait d'y tomber, en lui laissant la tête hors du sol. A Riobamba, des hommes furent sauvés en étendant les bras pour ne pas être engloutis et en sautant en dehors, tandis que non loin de là des troupes de cavaliers et de mulets chargés disparaissaient.

Encore un mot sur les crevasses de la Calabre, qui peuvent être considérées comme types de ces phénomènes :

Le premier rapport envoyé à Naples sur les glissements de terrain, écrit Lyell, qui donnèrent naissance à un grand lac, près de Terra-Nuova, était conçu en ces termes : « Deux montagnes situées sur les côtés opposés d'une vallée se déplacèrent de leur position originelle jusqu'à ce qu'elles se rencontrassent au milieu de la plaine; là, se réunissant, elles interceptèrent le cours d'une rivière. »

Non loin de Soriano, dont les maisons furent rasées par la grande secousse, une petite vallée, renfermant une magnifique plantation d'oliviers, désignée sous le nom de Fra Ramondo, éprouva une révolution extraordinaire. Une multitude de fissures traversèrent d'abord en tous sens la plaine dans laquelle coulait la rivière, et absorbèrent l'eau jusqu'à ce que les sous-strates argileuses en fussent imprégnées, de sorte qu'une

grande partie de celles-ci fût réduite à l'état de pâte liquide, et qu'il s'ensuivit d'étranges changements dans la configuration du pays, le sol prenant aisément, jusqu'à une grande profondeur, toute espèce de formes. De plus, les débris des collines voisines furent précipités dans les cavités qui s'étaient formées; et tandis qu'un grand nombre d'oliviers étaient déracinés, d'autres continuaient à végéter sur les masses tombées et inclinées sous divers angles. La petite rivière Caridi disparut entièrement pendant plusieurs jours; et lorsque, enfin, on la revit, elle s'était creusé un lit complètement nouveau.

Près de Seminara, un verger et une vaste plantation d'oliviers furent lancés à une distance de 60 mètres, dans une vallée de 18 mètres de profondeur. En même temps une cavité profonde s'ouvrit dans une autre partie du plateau élevé d'où le verger avait été détaché, et la rivière y entra aussitôt, laissant son ancien lit complètement à sec. Une petite maison habitée, qui se

trouvait sur la masse de terre transportée dans le fond de la vallée, fut entraînée avec elle, entière, et sans aucun mal pour les habitants. Les oliviers aussi continuèrent à croître sur la terre qui avait glissé dans la vallée, et rapportèrent la même année une récolte abondante. Deux portions de terrain, sur lesquelles reposait une grande partie de la ville de Polistena, consistant en quelques centaines de maisons, furent détachées et transportées à 800 mètres environ de leur emplacement primitif, dans un ravin contigu, de manière à le couper presque entièrement; et ce qu'il y a de plus extraordinaire, c'est que plusieurs des habitants furent retirés sains et saufs des décombres.

Près de Mileto, deux métairies, désignées sous le nom de Macini et de Vaticano, et qui occupaient une étendue de terre de 1 600 mètres environ de longueur, sur 800 mètres de largeur, furent entraînées à la distance de 1 600 mètres dans une vallée. Une chaumière, ainsi que de grands oli-

viers et mûriers, dont la plupart restèrent debout, furent transportés intacts jusqu'à cette distance extraordinaire. Suivant Hamilton, la surface déplacée avait longtemps été minée par de petits ruisseaux, qui se trouvèrent ensuite en pleine vue sur les terrains laissés à nu par la disparition des deux métairies.

Quelques-uns des gouffres qui s'ouvrirent semblent résulter de l'enfoncement du sol dans des cavités souterraines. On en observa un qui se produisit sur la pente d'une colline voisine d'Oppido, et dans lequel furent précipités des terrains plantés de vignes et d'oliviers. Il n'en resta pas moins, après la secousse, une vaste cavité, en forme d'amphithéâtre, de 150 mètres de longueur sur 60 mètres de profondeur.

En 1692, à la Jamaïque, on vit deux ou trois cents crevasses s'ouvrir et se refermer subitement. Un grand nombre de personnes furent englouties dans ces fissures; quelques-unes ne furent ensevelies que jusqu'à moitié du corps, et ne résistè-

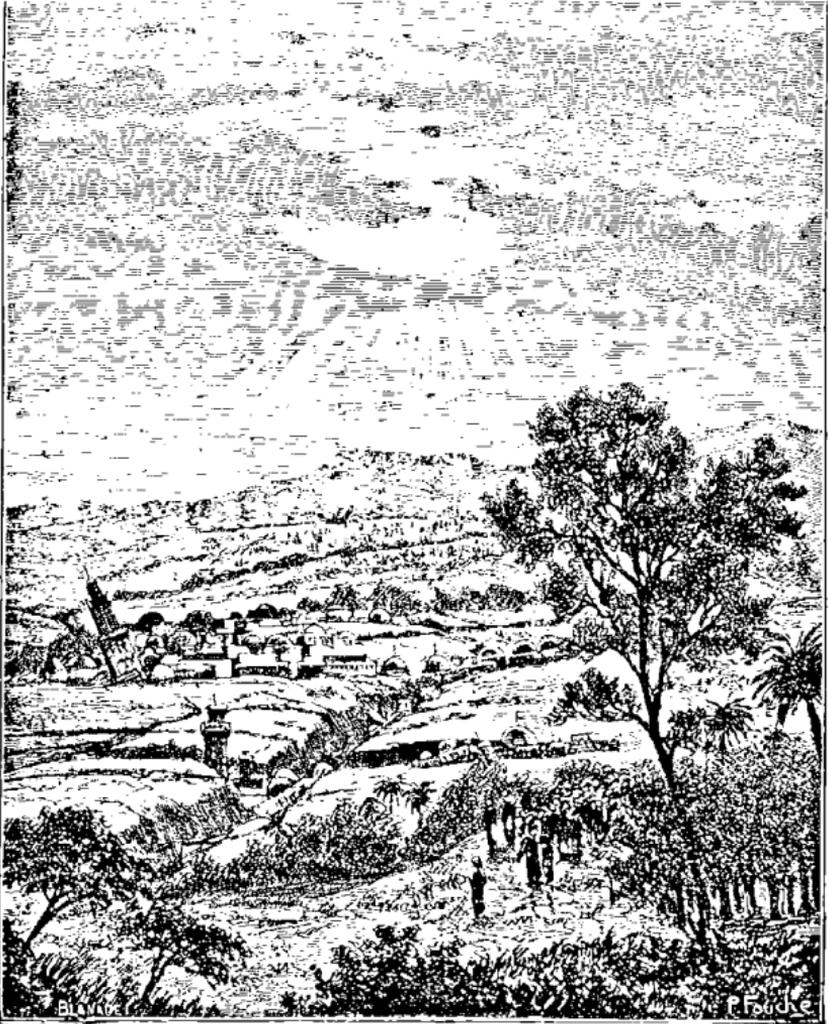


Fig. 18. — La ville d'Onlah disparaissant entièrement dans des crevasses.

rent pas aux étreintes du sol, plusieurs autres restèrent la tête hors de terre; d'autres, enfin, après avoir été englouties, furent rejetées à la surface, avec de grandes quantités d'eau. La dévastation fut telle, que, même à Port-Royal, alors capitale de la Jamaïque, où l'on dit qu'il resta plus de maisons debout que dans tout le reste de l'île, les trois quarts des constructions s'enfoncèrent entièrement sous l'eau avec le sol qui les supportait et avec tous leurs habitants. Elles y sont restées; et dans notre siècle même plusieurs navigateurs ont assuré les avoir parfaitement distinguées, au-dessous du navire, par la mer calme.

Et pourtant, plus terribles encore sont les raz de marée qui ont été produits par certains mouvements du sol. Nos lecteurs se souviennent que, lors de l'éruption du Krakatoa, la mer se retira des ports d'Anger et de Telokbetong, revint, élevée à la masse formidable de 35 mètres de hauteur au-dessus de son niveau moyen, se rua

sur ces deux cités (il était six heures du matin et les habitants s'éveillaient), submergea la ville, et, en se retirant, emporta demeures et habitants, à ce point que, quelques minutes plus tard, l'œil le plus expérimenté ne pouvait plus même retrouver la place de ces deux villes populeuses ! Des navires furent jetés par-dessus la ville à plusieurs kilomètres du rivage, lequel du reste changea absolument de configuration géographique. Nous avons vu que cette formidable commotion de la mer s'étendit jusqu'au Japon, jusqu'à Panama et jusqu'en Europe, jusqu'en France.

Lors du tremblement de terre de Lisbonne, en 1755, la mer s'éleva à plus de 15 mètres au-dessus du niveau moyen, redescendit de la même quantité au-dessous de ce même niveau, remonta encore et oscilla ainsi quatre fois de suite, en balayant tout sur les rivages. La propagation de ce mouvement se fit sentir jusqu'en Irlande d'une part, jusqu'aux Antilles d'autre part.

Aucun signe précurseur, dit Lyell, n'avait averti

les habitants du danger qui les menaçait, lorsqu'un bruit semblable à celui du tonnerre se fit entendre sous terre, et fut immédiatement suivi d'une violente secousse qui renversa la plus grande partie de cette ville. En six minutes environ, 30 000 personnes périrent. La mer se retira d'abord, et mit la barre à sec ; puis elle se précipita sur le rivage, en s'élevant à plus de 15 mètres au-dessus de son niveau ordinaire. Les montagnes d'Arrabida, d'Estrella, de Julio, de Marvan et de Cintra, qui sont au nombre des points les plus élevés du Portugal, furent ébranlées violemment, et pour ainsi dire, jusque dans leurs fondations. Quelques-unes d'entre elles s'ouvrirent à leur cime, qui fut fendue et brisée d'une manière vraiment étrange : d'énormes masses s'en détachèrent et tombèrent dans les vallées situées à leur base.

Parmi les autres événements extraordinaires du tremblement de terre de Lisbonne, on cite l'affaissement d'un nouveau quai tout en marbre et qui avait été bâti à grands frais. Une multitude

de personnes s'y étaient réfugiées, pensant qu'elles y seraient à l'abri de la chute des décombres, lorsque tout à coup le quai s'enfonça avec tous ceux qui s'y croyaient en sûreté, et l'on ne revit pas un seul cadavre des victimes flotter à la surface des eaux. Un grand nombre de bateaux et de petits bâtiments amarrés dans la baie, et remplis de monde, furent engouffrés comme dans un tournant, et *jamaïs aucun débris n'en reparut à la surface*. Suivant quelques auteurs, la sonde, dans l'emplacement qu'occupait l'ancien quai, n'aurait pu atteindre le fond de la mer.

Sans doute une cavité profonde et étroite s'est-elle ouverte et refermée ensuite dans le lit du Tage, après avoir englouti tout ce qui se trouvait au-dessus d'elle.

L'espace considérable sur lequel sévit cette convulsion est extrêmement remarquable. On a estimé, dit Humboldt, que la portion de la surface du globe, qui fut immédiatement ébranlée par le choc du 1^{er} novembre 1755, est égale à quatre fois

l'étendue de l'Europe entière. La secousse se fit sentir dans les Alpes, et, sur la côte de la Suède, dans les petits lacs intérieurs qui se trouvent sur les bords de la Baltique, dans la Thuringe, dans la contrée plate de l'Allemagne septentrionale et dans la Grande-Bretagne. Les sources thermales de Toplitz furent taries, et rejaillirent ensuite, en inondant tout le pays d'une eau couleur d'ocre. Dans les îles d'Antigua, dans les Barbades et à la Martinique, dans les Antilles, la marée qui ne monte ordinairement qu'à la hauteur de 0^m,60, s'éleva subitement à celle de 6^m; l'eau avait perdu sa couleur naturelle et était noire comme de l'encre. Le mouvement fut également sensible dans les grands lacs du Canada. A Alger et à Fez, au nord de l'Afrique, l'agitation du sol fut aussi violente qu'en Portugal; des milliers d'habitants furent engloutis.

Le 28 octobre 1724, Lima fut détruite par un tremblement de terre. La mer s'éleva à 27 mètres au-dessus de son niveau moyen, à Callao, port de

Lima, se précipita sur la ville et l'enleva si radicalement qu'il ne resta plus une seule maison.

On retrouva des vaisseaux couchés sur la terre ferme, à une lieue du rivage.

Le 13 août 1868 commencèrent les tremblements de terre qui désolèrent les rives occidentales de l'Amérique du Sud. La violente secousse de ce jour s'étendit d'Arica jusqu'à Calloa, au nord (4875^{km}), et jusqu'à Cabijia, au sud (2100^{km}). Le mouvement du sol communiqué à la mer produisit une vague qui mesurait 13 mètres de hauteur, à Iquique, et qui partit de là pour s'étendre sur l'Océan tout entier, jusqu'aux îles Chatam, jusqu'aux îles Sandwich, etc., avec une vitesse dépendant de la profondeur de la mer (croissant avec la profondeur), comme nous l'avons vu, à propos des vagues océaniques du Krakatoa.

*
* *

Pouvons-nous obtenir une explication complète des causes qui produisent de pareils mouvements du sol ?

Les théories ne manquent pas ; mais sont-elles satisfaisantes ?

La théorie que l'on pourrait appeler classique considère le globe terrestre comme une sphère en fusion recouverte d'une mince pellicule. Admettant que l'accroissement de chaleur observé à mesure qu'on descend au-dessous de la surface, et qui est en moyenne d'un degré pour 30 à 35^m, se continue, cette théorie conclut que l'accroissement est de 3° environ pour 100^m, de 30° pour 1000^m, de 300° pour 10000^m, de 3000° pour une profondeur de 100 kilomètres ; elle indique même 200000° pour le centre du globe. Mais rien n'est moins prouvé que la continuité de cette progression, observée seulement dans les couches superficielles, nos mines les plus profondes

et nos tunnels n'étant que des piqûres d'épingles dans l'épiderme de la planète.

Il est difficile d'admettre cette fluidité du globe. Si l'écorce solide n'avait que 50^{km} à 60^{km} d'épaisseur, si ce globe était liquide, l'attraction du Soleil et de la Lune produirait des marées formidables qui, deux fois par jour, passeraient sous nos pieds. De plus, le phénomène astronomique de la précession des équinoxes serait tout différent de ce qu'il est, l'aplatissement polaire ne serait pas de $\frac{1}{292}$ à $\frac{1}{294}$. D'après les travaux de M. Roche, le globe doit être solide, ou au moins pâteux, depuis $\frac{1}{8}$ du rayon (environ 1000 kilomètres) jusqu'au centre.

D'après l'ensemble des considérations géodésiques et astronomiques, la masse du globe terrestre n'est pas liquide. La pesanteur au centre est nulle; la pression, au contraire, y atteint son maximum et peut s'élever à 3000000 de kilos par centimètre carré; 3 millions d'atmosphères: la masse du globe doit être à l'état *pâteux*.

Les volcans ne sont pas des cheminées par où s'échappent les matériaux en fusion du foyer intérieur. Le nature des laves, l'analyse des vapeurs vomies, la distribution des volcans à proximité des mers, prouvent que la vapeur d'eau joue le rôle le plus important et le plus considérable dans ces phénomènes.

Quant aux tremblements de terre, il y en a de plusieurs sortes, et ils n'ont pas tous la même cause.

Demander une théorie générale qui explique tous les tremblements de terre équivaut à demander une théorie qui explique tous les accidents qui arrivent journellement à Paris et dans l'humanité entière.

Il nous suffit de comparer les plus récents pour nous rendre compte de leurs différences de caractère : tremblement de terre de Chio, 3 avril 1881 (3650 victimes); tremblement de terre d'Ischia; 28 juillet 1883 (2443 victimes); éruption du Krakatoa, 26 août 1883 (40000 victimes);

tremblement de terre d'Espagne, 25 décembre 1884 (2500 victimes); tremblement de terre de Baramula, vallée de Kachemire, Asie centrale, 17 juin 1885 (3080 victimes); tremblement de terre de Charleston, 31 août 1886, qui ébranla toute la Caroline, etc.; ce sont là les plus graves et les plus terribles de ces dernières années. Nous pourrions leur en ajouter un grand nombre d'autres, qui n'ont pas été si destructeurs mais qui ne seraient pas moins intéressants au point de vue de la théorie, tels, par exemple, que celui du 22 avril 1884, en Angleterre, qui s'est étendu sur une surface de 125000 kilomètres carrés et a plus ou moins endommagé 1213 maisons, 20 églises et 11 chapelles; ceux des 24 juin et 5 août 1885 à Dorignies, près Douai (Nord); ceux qui ont eu lieu en France même en ces dernières années (1), et, au surplus, tous ceux dont

(1) Il y a en moyenne une dizaine de tremblements de terre en France par an, toujours très légers. L'un des plus forts, parmi les plus récents, a été celui du massif breton, du 30 mai 1889, qui a été ressenti jusqu'à Paris.

nous publions chaque année la statistique dans l'*Astronomie* et qui sont au nombre de *plus de quatre cents par an*. La diversité du caractère des secousses, leurs foyers de production, les terrains où elles prennent naissance, prouvent avec évidence que les tremblements de terre ont *plusieurs causes absolument distinctes*.

Ceux d'Ischia, de Java et de Sicile sont incontestablement d'origine volcanique. Ceux d'Espagne, de Charleston et de Ligurie sont indépendants de toute éruption volcanique et produits par une force agissant à une grande profondeur, à la base des montagnes et à proximité de la mer.

Ceux de la Suisse, si minutieusement étudiés par M. Forel, paraissent être des tremblements de terre orogéniques dus à des éboulements, à des effondrements dans le massif des Alpes; il ne se passe pas d'années sans qu'on observe en Suisse des éboulements, des glissements de terrains, lents ou rapides; l'observa-

toire de Neuchâtel, par exemple, descend lentement depuis quarante ans qu'on observe ce mouvement; l'éboulement du Rossberg en 1806, qui engloutit le village de Goldau, a été causé par l'abondance des pluies et par un glissement de la cime le long d'une couche d'argile; celui du mont Périer, en Auvergne, en 1837, est dans le même cas, l'action mécanique et chimique des eaux désagrège les roches et amène inévitablement des modifications intérieures, des déblaiements, des tassements, etc. Aux environs de Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne), il y a souvent de légères trépidations, en rapport évident avec les sources thermales de la localité.

Les tremblements de terre observés en France, en Belgique, en Allemagne, en Angleterre, paraissent dus à des causes locales dont plusieurs, du reste, se sont manifestées d'elles-mêmes, comme à Varangeville et ailleurs. Celui de Dorignies est même particulièrement curieux à cet égard : il a affecté le terrain crayeux qui, sur

une épaisseur de 230 mètres, surmonte le terrain houiller, et *n'a pas agi sur celui-ci*; les ouvriers occupés dans les galeries n'ont absolument rien ressenti! Il importe donc, croyons-nous, de ne pas s'enfermer dans une explication trop exclusive, trop étroite et trop absolue.

Les volcans en activité produisent de temps à autre des commotions de diverses natures; mais, à côté et en dehors de ces commotions d'origine volcanique, il y a place pour un grand nombre d'autres mouvements du sol.

Dans le cas particulier décrit plus haut, de la Ligurie et des Alpes maritimes, on ne peut s'empêcher de remarquer l'analogie qui rattache ce mouvement à celui du 25 décembre 1884 en Espagne. Ici, comme en Espagne, il s'agit d'une chaîne de montagnes au bord de la mer. La commission chargée par l'Académie des Sciences d'étudier le tremblement de terre de l'Espagne a constaté que les secousses les plus violentes et les plus désastreuses se sont pro-

duites sous les anciennes failles géologiques, dans les dislocations de roches auxquelles on doit la configuration de cette partie de l'Espagne. Ces dislocations ou fractures constituent une base instable pour ces terrains. Les roches inférieures s'appuient obliquement les unes sur les autres et laissent des vides entre elles. On a ressenti des trépidations et des oscillations de bas en haut, exactement comme si des gaz et des vapeurs portés à une tension considérable étaient la cause essentielle et peut-être unique de ces commotions.

Les mêmes conclusions ressortent du tremblement de terre des Alpes maritimes.

Or, les cavités internes, les failles et les fissures qui existent à la base des montagnes et résultent de leurs soulèvements mêmes, reçoivent les eaux qui se sont infiltrées à travers les roches et dont on voit les carrières si souvent imprégnées (eau de carrière). Ces eaux atteignent une température d'autant plus élevée qu'elles sont

plus basses, et certaines approximations placent le siège des ébranlements à dix, quinze et vingt kilomètres de profondeur. L'accroissement de la température donne un degré de chaleur plus que suffisant pour rendre compte de la vaporisation de l'eau et de sa force explosive.

*
* * *

Nous pouvons voir, dans la tension de la vapeur d'eau intérieure surchauffée, dans les mouvements rapides des gaz brusquement développés ou subitement dilatés, la cause la plus probable de ces profonds tremblements de terre. La puissance mécanique dont sont capables de tels corps gazeux, est d'une énergie qui dépasse tout ce que l'on pouvait imaginer avant que, par des expériences précises, on eût mesuré des pressions de plus de 600 atmosphères. « Mieux que les ébranlements intérieurs de masses solides, les explosions de masses gazeuses surchauffées expliquent toutes les particularités des tremblements

de terre, écrit à ce propos l'illustre géologue Daubrée, leur régime simulant des coups de bélier, leur violence, leur succession fréquente, leur récurrence sur les mêmes régions depuis bien des siècles ; ils expliquent leur prédilection pour les contrées disloquées, surtout si les dislocations en sont récentes, et leur subordination aux cassures profondes de l'écorce terrestre ».

Les secousses sismiques sont loin d'être réparties au hasard à la surface du globe. Les contrées les plus tranquilles sont, comme la France, la Belgique, une partie de la Russie, celles dont les couches ont conservé leur horizontalité première. Les violentes commotions se font surtout sentir dans les pays de montagnes, qui ont subi des accidents mécaniques considérables et *ont acquis leur relief actuel à une époque récente* : telles sont l'Italie, la Sicile, les Alpes. Les contours des aires ébranlées dans les tremblements de terre à grande surface se rattachent d'une façon si frappante aux lignes de dislocation préexistantes, que plu-

sieurs géologues ont regardé ces secousses comme ayant un lien étroit avec la formation des chaînes de montagnes. A toutes les époques géologiques, on constate les effets gigantesques des pressions latérales qui ont ployé et reployé les couches sur des épaisseurs considérables, et les ont fracturées dans tous les sens. Ces mouvements du sol continuent aujourd'hui, malgré la tranquillité apparente de la surface ; l'équilibre n'existe pas en réalité dans les couches du sol ; ici elles s'affaissent, là elles s'élèvent graduellement.

La vapeur d'eau acquiert une énorme tension, lorsqu'elle se produit à une température aussi élevée que celle des laves. L'eau qui pénètre à ces profondeurs se vaporise à une température qui dépasse certainement 500 degrés et atteint sans doute 1000 degrés et au delà (température des laves qui s'échappent à la surface) ; d'ailleurs, la vaporisation a lieu sous un volume assez faible pour que la densité de la vapeur d'eau soit très peu au-dessous de celle de l'eau elle-même.

« Dans ces conditions de surchauffement, dit M. Daubrée, la vapeur d'eau acquiert une puissance dont les plus terribles explosions de chaudières ne donneraient pas une idée, si l'on n'en avait les résultats sous les yeux. » Et, en effet, dans des expériences entreprises par le savant géologue pour étudier l'action de l'eau surchauffée dans la formation des silicates, des tubes en fer d'excellente qualité et d'une épaisseur de 0^m,011 firent plusieurs fois explosion, projetés en l'air avec un bruit comparable à celui du canon. La température n'était cependant que de 450 degrés, et quelques centimètres cubes d'eau suffisaient pour produire un tel effet. Qu'on juge par là de la force explosive que doit avoir la vapeur d'eau, lorsqu'elle se forme dans les profondeurs des couches du globe, à des températures beaucoup plus élevées et dans des conditions de pression l'obligeant à se condenser dans un volume restreint.

Du reste, est-ce bien là *une hypothèse* que cette

explication des grands tremblements de terre par la force de la vapeur ? Le mot n'est-il pas un peu trop modeste. En fait, nous avons sous la main de l'eau et de la chaleur : pourquoi refuser de les voir en œuvre ? On dit généralement que toute l'eau enlevée à l'Océan par la chaleur solaire et qui va tomber en pluie ou en neige sur les continents, retourne à la mer par les sources, les ruisseaux, les rivières et les fleuves. Cette circulation n'est pas absolue ; pour qu'elle le fût, il faudrait que l'eau des pluies, en arrivant sur le sol et en le traversant, rencontrât *toujours et partout* une couche d'argile imperméable. Or, rien ne prouve qu'il en soit ainsi, et tout conduit à penser le contraire. Les roches les plus profondes sont imprégnées d'eau ; d'autre part, l'aspect géographique de la planète conduit à penser que les mers ont diminué d'étendue depuis les premières époques géologique, et si nous examinons notre voisine la planète Mars, qui, selon toute probabilité, est beaucoup plus âgée que la nôtre, nous constatons

qu'elle ne possède plus de grands océans, mais seulement des méditerranées peu étendues.

Maintenant, que la vapeur d'eau forme la majeure partie des fumées volcaniques, c'est ce qui a été démontré depuis longtemps par Charles Sainte-Claire Deville. M. Fouqué a estimé à plus de deux millions de mètres cubes la quantité d'eau qui est sortie de l'Etna sous forme gazeuse pendant l'éruption de 1865 ! Au surplus, si l'on jette les yeux sur une carte de la distribution des volcans à la surface de la Terre, on voit qu'ils sont presque tous situés sur les bords de la mer ou à proximité de grands amas d'eau. De plus, lorsqu'on apprécie la violence des éruptions volcaniques, lorsqu'on voit, par exemple, 50, 80 et 100 milliards de mètres cubes de laves et de pierres ponce projetées par cet effort épouvantable, il est bien difficile, il est presque impossible, de ne pas conclure qu'il existe une liaison intime entre l'eau et les phénomènes volcaniques, et que la force qui soulève les torrents de lave doit être la tension de la vapeur :

On sait que le point d'ébullition de l'eau est la température à laquelle la tension de la vapeur égale la pression qui pèse sur le liquide. Ainsi, l'eau bout à 100 degrés sous la pression barométrique ordinaire, à 180° sous une pression de 10 atmosphères, à 225° sous 25 atmosphères, etc. La tension de la vapeur augmente beaucoup plus vite que la température, et l'on peut admettre qu'elle atteint 1200 atmbsphères vers 600 degrés, 5000 atmosphères vers 1000 degrés, et probablement 10 000 atmosphères vers 1300 degrés. Or, la température des laves au fond des cratères a été estimée à plus de 1500 degrés, car on a vu des métaux réfractaires se fondre au voisinage d'un courant de laves. Eh bien ! une tension de 5000 atmosphères suffirait pour soutenir le poids d'une colonne de laves de 18 kilomètres de hauteur, et une tension de 10 000 atmosphères équivaldrait à l'effort que les gaz de la poudre produisent dans un canon de gros calibre. Il y a donc là une force plus que suffisante pour expliquer

les effets mécaniques dont les volcans et les tremblements de terre nous offrent le terrifiant spectacle, et même pour rendre compte de l'effroyable explosions du Krakatoa.

Concluons donc en disant qu'en dehors des trépidations du sol d'origines volcaniques, les grands tremblements de terre qui sévissent sur d'immenses surfaces et ont leur siège à plusieurs kilomètres de profondeur (M. Fouqué a évalué à 11 kilomètres la profondeur de l'épicentre du tremblement de terre de l'Espagne), *ont pour cause l'action de la vapeur d'eau* enfermée dans les cavités et les failles des dislocations profondes des chaînes de montagnes. La tension de la vapeur est là dans un équilibre instable qui peut être rompu par la moindre circonstance. Il n'est pas facile de trouver cette circonstance déterminante. Le tremblement de terre de l'Espagne a été précédé de perturbations atmosphériques telles, que les ingénieurs ne pouvaient même plus se servir du baromètre pour prendre leurs ni-

veaux : une forte baisse barométrique déplaçant de plusieurs millions de kilogrammes la pression peut avoir déterminé cette rupture d'équilibre, comme elle le fait pour le grisou. Lors du tremblement de terre de Nice, les conditions étaient tout autres, l'atmosphère était absolument calme et la pression atteignait 770^{mm}, mais on peut remarquer que les statistiques de M. Perrey, portant sur 27 500 tremblements de terre, établissent qu'il y a un peu plus de tremblements de terre aux Nouvelles et Pleines lunes qu'aux quadratures, que l'attraction de la Lune et du Soleil paraît agir là comme elle le fait pour les marées — avec beaucoup moins d'intensité — et que, dans la nuit du 23 février, quelques heures avant le tremblement de terre, il y a eu non seulement Nouvelle Lune, mais encore éclipse centrale de Soleil, la Terre, la Lune et le Soleil s'étant trouvés sur une même ligne droite. La coïncidence est-elle purement fortuite? Il serait téméraire de l'affirmer.

Cette conjoncture a été sanctionnée par le fait

que le jour de la grande marée, le 11 mars, de nouvelles secousses, non insignifiantes, ont été ressenties à Port-Maurice, Bordighera, Menton, Nice, Cannes, Digne, ce qui confirme les indications données par la statistique générale.

Les statistiques de M. de Parville montrent aussi que les tremblements de terre se produisent de préférence quand le Soleil et la Lune ont même déclinaison. — Ce ne sont pas là des causes, assurément, mais des occasions. La cause des principaux tremblements de terre non volcaniques n'est autre, selon toute probabilité, que *l'arrivée de l'eau sur les couches en fusion, la transformation de cette eau en vapeur et la tension de cette vapeur.*

D'après la comparaison des innombrables documents fournis par les observations de tremblements de terre et d'éruptions volcaniques, d'après les résultats obtenus par la mesure des températures des couches profondes, d'après l'ensemble des indications géologiques (Humboldt, Daubrée,

Fouqué) ainsi que des considérations géodésiques et astronomiques (Hopkins, Thomson, Roche), nous sommes amenés aux conclusions suivantes :

La masse interne du globe doit être pâteuse, en raison de l'énorme pression qu'elle a à supporter, et sa densité moyenne doit être environ sept fois supérieure à celle de l'eau ; sa densité maximum est au centre. Ce doit être une pâte métallique inimaginable.

L'enveloppe externe a pour densité moyenne environ trois fois celle de l'eau et son épaisseur doit être d'environ $\frac{1}{6}$ du rayon, soit de 1 000 kilomètres. Cette enveloppe externe contient, à une faible profondeur (20 à 100 kilomètres), des laves en fusion qui, sans doute, ne forment pas une couche continue, mais plutôt des lacs isolés, car les marées qui s'y produisent ne sont pas très sensibles. Cette couche fluide doit s'élever dans les interstices des cavités et des failles formées à la base des montagnes par les soulèvements et les dislocations.

Les volcans paraissent produits par l'arrivée de l'eau sur cette couche en fusion. Il en est de même des tremblements de terre non volcaniques dont l'extension est considérable, et dont le foyer de production est très profond. Il y a d'autres tremblements de terre produits par des causes superficielles.

Ainsi, selon toutes probabilités, les tremblements de terre sont produits par les différentes causes que nous avons énumérées, en tête desquelles se place l'action de la vapeur d'eau dans les vides creusés par les dislocations dues à la contraction séculaire du globe. Les régions montagneuses déjà disloquées et les régions volcaniques sont plus exposées à ces commotions du sol, La France du Nord, la plaine de Paris, entre autres, présentent au géologue de remarquables conditions de stabilité, et l'on n'a point à redouter que la capitale du monde soit jamais renversée par des cataclysmes de cet ordre. On n'en pourrait pas espérer autant de l'Auvergne, dont

les volcans pourraient peut-être se réveiller, comme le fit le Vésuve qui, dans l'antiquité, était éteint : les armées campaïent dans son cratère endormi. Ces volcans ne sont pas très éloignés de la mer. Nos ancêtres les ont vus en ignition du temps de l'âge de la pierre.

En résumé, les terribles catastrophes dont nous venons d'écrire l'histoire auront donné à la science des aperçus nouveaux sur la solution de ce grand problème des tremblements de terre, et auront servi à soulever quelques-uns des voiles qui nous cachent encore la constitution intérieure de notre planète. C'est encore là une guerre, la guerre des éléments contre l'humanité, et ses victimes innocentes sont comme des holocaustes au Progrès. Autrefois, ces cataclysmes semaient la mort et la ruine sans offrir à l'homme la moindre compensation. Aujourd'hui, leur étude peut nous donner l'espérance d'éviter dans l'avenir une partie de ces pertes irréparables, en cessant de construire les habitations humaines sur les

points de plus grande instabilité. Eh ! dans notre douleur même, n'accusons pas trop la nature d'être une mère marâtre et de détruire les enfants auxquels elle a donné le jour, quand nous voyons que tous les tremblements de terre réunis, les cyclones, la foudre et toutes les causes de destruction étrangères à l'humanité font incomparablement moins de mal que cette humanité ne s'en fait à elle-même, de propos délibéré, par ses guerres perpétuelles, lesquelles versent le sang de *quarante millions* d'hommes par siècle, soit plus de mille par jour, sans jamais s'arrêter. Ainsi l'aveugle nature est beaucoup moins « aveugle » que nous, car elle ne détruit peut-être pas plus de cent mille hommes par siècle, c'est-à-dire incomparablement moins que l'humanité ne s'en assassine volontairement à elle-même.

Il est digne de remarque que nous connaissons bien moins la Terre que le Ciel, et que nous ignorions ce qui se passe à quelques kilomètres sous nos pieds, tandis que nous avons su

peser et analyser des mondes gravitant à des milliards de lieues de distance !

Le seul moyen de connaître avec certitude la composition intérieure du globe terrestre serait de creuser un puits gigantesque de plusieurs kilomètres de profondeur. Un tel travail ne serait point au-dessus du pouvoir actuel de l'industrie. Ce puits serait une source de chaleur humainement inépuisable. Si les divers gouvernements s'entendaient pour diriger vers ce but tous les soldats de l'Europe (chacun employé suivant son corps de métier, etc.), ils remporteraient une victoire supérieure à toutes les exterminations passées, présentes et futures, en mettant au jour le mystère qui se cache sous nos pieds. Et comme, pendant ce travail, on aurait perdu l'habitude de se battre, l'humanité aurait gagné là un progrès en partie double, progrès scientifique et progrès social.

Tel est l'état actuel de nos connaissances sur

les tremblements de terre et leurs causes. Cet état n'est pas aussi définitif, aussi absolu que celui de nos connaissances astronomiques ; mais il vient de nous permettre d'élucider quelques-uns de ces antiques mystères, et il nous fait espérer que bientôt la Science saura étendre là aussi, vers l'intérieur du globe, comme elle l'a fait pour le monde céleste, le domaine de ses impérissables conquêtes.

TABLE DES MATIÈRES

L'ÉRUPTION DU KRAKATOA, LE PLUS GRAND PHÉNOMÈNE GÉOLOGIQUE DE L'HISTOIRE.	1
Le tour du monde en 35 heures.	17
Les vagues océaniques.	24
Le bruit des détonations.	40
La hauteur du jet et la force de l'explosion.	52
Les causes de la catastrophe.	56
Les illuminations crépusculaires.	61
LES TREMBLEMENTS DE TERRE.	97
Le tremblement de terre d'Ischia.	99
Les tremblements de terre de l'Espagne.	119
Le tremblement de terre de la Ligurie et des Alpes-Maritimes.	175
Les tremblements de terre et leurs causes.	
Conclusion générale.	201

PARIS. — IMP. C. MARPON ET E. FLAMMARION, RUE RACINE, 26.

