

TRAITÉ
»
MÉTÉOROLOGIE,
»
PHYSIQUE DU GLOBE.

*Les exemplaires voulus par la loi ayant été déposés, on
poursuivra les contrefacteurs.*

BRUXELLES. — IMPRIMERIE DE V. LACROIX.

TRAITÉ
DE
MÉTÉOROLOGIE,
OU
PHYSIQUE DU GLOBE,

PAR
J. G. GARNIER,

ANCIEN AIDE-CHIEF GÉNÉRAL DU CADASTRE EN FRANCE, ANCIEN PROFESSEUR A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE,
A L'ÉCOLE ROYALE MILITAIRE DE ST-CYR, A L'UNIVERSITÉ DE GAND, MEMBRE DE L'ACADÉMIE
ROYALE DES SCIENCES ET LETTRES DE BRUXELLES ET DE PLUSIEURS SOCIÉTÉS SAVANTES.



Bruxelles.

SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE, ETC.,

HAUMAN, CATTOIR ET C^o.

—
1837.

A SA MAJESTÉ,

Le Roi des Belges,

SIRE,

Votre Majesté m'a permis de lui offrir un ouvrage sur la Météorologie ou plutôt sur la Phy-

sique du Globe. Antérieurement, elle avait daigné m'indiquer les recherches de M. Schübler et autres physiciens allemands, que j'ai consultées avec fruit. J'aurais dû à votre Majesté d'autres renseignemens importans, si j'avais été en position de les solliciter. Mais, Sire, la publication de ce livre me vaudra sans doute l'avantage de remonter à d'autres sources connues de votre Majesté, et que j'exploiterai avec confiance.

Je suis, avec un profond respect,

De votre Majesté,

Sire,

LE TRÈS HUMBLE ET TRÈS DÉVOUÉ
SERVITEUR ET SUJET,

J. G. GARNIER.

AVERTISSEMENT.

Le mot *Météores*, limité dans notre langue à la désignation *des corps lumineux* qui apparaissent accidentellement dans le ciel, a été, conformément à l'étimologie grecque, appliqué à tous les phénomènes aériens. Pendant le moyen âge, la météorologie resta intimement liée avec *l'astrologie*, et même on en désigna une partie sous la dénomination de *Météoromancie*. Elle n'a commencé à se constituer comme science, qu'à la suite des progrès récents de la physique et de la chimie. C'est à l'époque de l'établissement de l'Académie des sciences de Paris et de la Société royale de Londres, que commencèrent en France et en Angleterre des observations météorologiques qui s'étendent aujourd'hui dans toutes les parties du monde. On a dit que les volcans, les tremblemens de terre et d'autres phénomènes terrestres étaient revendiqués par la *Géologie*; mais peut-on en dire

autant des causes qui les déterminent. Au reste, en remplaçant le dénomination *météorologie*, par celle de *physique du Globe*, c'est-à-dire en étendant le titre, on nous pardonnera peut-être d'étendre le champ des matières.

L'ouvrage que nous annonçons, est extrait d'un autre, très étendu et que nous avons composé à l'aide des matériaux fournis par les savans de tous les pays ; nous citerons les suivans : MM. Arago ; Bouvard, Boussingault, Brandes, Bergman, Benjamin-Bevan, Burckhardt, Bory-St.-Vincent, Becquerel, Babinet, Brongniart, Biot, Brochant, Bertrand (de Genève), Berzelius (J. Jacob) ; Cote (oratorien), Cassini (les), Canton, Coldstream, Chladni, Cordier, Crahay ; Davy (John), Dufay, Dalton, Duperrey, de Buch (Léopold), de Beaumont (Élie), Deluc, Daubuisson, Daniell, Dolomieu, de la Hire, de Candolle ; Erman, Euler ; Fourier, Francklin (le docteur), Flaugergues, Friedler, Fresnel, Farey, Frauenhofer, Forster, Foggo, Farquaharson, Franklin (cap. de marine), Fusinieri, Fuss ; Gay-Lussac, Gensanne ; Humboldt (le baron de), Herschel (s^r.-John), Herman, Harvey, Hube, Hantsteen, Hoffman, Howard ; Jordan ; Klaproth,

Kraaf, Kirwan; Le Roy, Lohrman, Lavoisier, Laplace, Lagrange, Lecoq; Musschenbrock, Mairan, Mariotte, Maxwell, Monge, Moreau de Jonnes; Newton, Nollet; Ordinaire; Pentland, Pictet, Prévost (Constant, Benedict et Pierre), Perry (cap. de marine), Pouillet, Preesler, Peltier, Pilgram; Quetelet; Ross (cap. de marine), Ramond; Saussure, Schübler, Scoresby (Nav.), Struve; Volta, Wells, Wollaston (le docteur), Van Swinden; Young, etc.

Beaucoup d'autres noms figurent dans les passages historiques, et, par exemple, ceux du créateur de la Météorologie, d'Aristote, de son disciple Théophraste, de Plin, de Lucrèce, de Sénèque, etc. Les personnes qui désireraient consulter d'autres sources et connaître les recherches et les opinions faites et émises sur les différens points de cette science, pourront fouiller les ouvrages suivans.

OUVRAGES SUR LA MATIÈRE.

Sur les progrès de la Météorologie, par Senebier, *Journal de Physique*, tom. 27 et 30. Considérations sur la météorologie, tom. 52, pag. 388. Id. et tom. 53, pag. 262. Tableau chronologique des principaux phénomènes météorologiques observés en différens pays, depuis 33 ans (de 1774 à 1806), et comparés avec les températures correspondantes du climat de Paris, par Cotte, tom. 65, 68 et 70. Mémoire sur l'application de la météorologie à l'agriculture et sur l'établissement d'une correspondance pour les progrès de cette science, par d'Hombres Firmas, tom. 90, pag. 190.

La meteorologia applicata all'agricoltura. Venise, 1786.

Della vera influenza de gli astri, delle stagione et mutazioni di tempo, saggio meteorologico, par Toaldo. Padoue, 1770.

A Journal of atmospheric electricity, from 1789 to 1790. Read, tom. LXXXI, pag. 185, of *Trans. Phil.* Idem, from 1790 to 1791. Read, tom. LXXXII, p. 225.

Transactions de la Société météorologique du Palatinat. Manheim, 1781.

Histoire naturelle de l'air et des météores, par Richard (l'abbé).

Tableau des propriétés de l'air, par Roulaud. Paris, 1784.

Essai sur l'hygrométrie et voyage aux Alpes, par Saussure.

Recherches sur les modifications de l'atmosphère. 4 vol. in-8°, par Deluc.

Essais météorologiques sur la véritable influence des astres, par Daguni.

Recherches sur les causes des principaux faits physiques. 2 vol. in-8°, par Lamarck.

Observations faites dans les Pyrénées en 1789. Ascension au Mont-Perdu. Météorologie du pic du Midi, 1826, par Ramond.

Anciens mémoires de l'Académie royale des sciences de Paris.

Sur les principaux phénomènes de la météorologie. Annales de Chimie, tom. V, par Monge.

Meteorological observations and essays, in-8°. London, 1793. Rules for judging of the weather, par Dalton's.

On Meteorology, in-8°, 1794, par Six.

On the weather. — On the variations of the atmosphere. Trans., tom. V et VIII, par Kirwan.

Météorologie terrestre. Rouen, 1797, par Ponchet.

Tableaux de la nature, etc., par M. de Humboldt.

Natural philosophy, 2 vol. in-4°, London, 1807, par Young (T.) renferme un excellent chapitre sur la Météorologie et une table très complète des ouvrages et des mémoires relatifs à chacune des branches de cette science.

Researchs about atmospheric phenomena. London, 1813, par Forster.

Meteorological essays and observations. London, 1827, par Daniell. Un long chapitre est consacré

aux applications de la météorologie à l'horticulture.

Mémoires composés au sujet d'une correspondance météorologique, ayant pour but de prédire le temps beaucoup à l'avance sur un point donné de la terre ; 1^{er}, 2^e et 3^e mém., 1827-1828. L'auteur, M. Morin, établit l'importance d'une correspondance météorologique bien combinée, et rend compte de ses efforts à cet effet. Dans le 3^e mémoire, il tente un premier essai de prédiction jusqu'à la fin de l'année 1830. La fin de 1828 et le commencement de 1829 ont été favorables à ses prédictions.

Annales de physique et de chimie, par MM. Gay-Lussac et Arago.

Annuaire du bureau des longitudes de Paris et Bruxelles.

Bulletin des sciences mathématiques, physiques et chimiques (4^e sect. du Bull. univ. de M. de Férussac), donne l'analyse des nombreux mémoires et recueils d'observations météorologiques, publiés dans toutes les langues.

Bibliographie astronomique, par J. Lalande.

Encyclopédie moderne, en 24 vol. et 2 vol. de planches.

Traité de Météorologie, par Maria Paci, à Naples.

De la connexion des sciences physiques, ou exposition des principaux phénomènes, accompagnée des découvertes et expériences les plus remarquables, par Mary-Somerville, traduit de l'Anglais, sous les auspices de M. Arago, par T. Meulien : 1 vol. in-12.

Un écrit de M. Elsner sur les causes du choléra, qu'il attribue à un courant extraordinaire de la chaleur intérieure du globe, de la ligne de l'équateur

vers le pôle nord. Une foule d'apparitions très rares coïncident avec l'hypothèse de ce physicien, par exemple, les aurores boréales, les aërolithes, l'éclat des crépuscules, les vapeurs épaisses, etc.

SUR LA TEMPÉRATURE.

1° Observations on the temperature of the earth below the surface in different climates, par Hunter, tom. LXXVIII, pag. 53. Trans. Phil.

2° Notice sur la température de la terre, par Daubuisson, tom. 62, pag. 443 du Journ. de Phys.

3° Sur la température de l'intérieur du globe terrestre, par de Lametherie, tom. 64, pag. 54. Journ. de Phys.

4° Sur la diminution de la chaleur, à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, par Daubuisson, tom. 71, pag. 35. Id.

Mémoire sur la température, par MM. Dulong et Petit. Journ. de Phys., tom. 87.

Sur la température des mines, par Forbes et Fox. Journ. de Phys., tom. 91, pag. 230.

Sur la profondeur et la température du lac de Grenade, par La Bèche. Journ. de Phys., tom. 89.

On European climates. Pugh, in-8°. London, 1784.

Estimate, etc., (Appréciation de la température de différens climats). Essay, etc., (Essai sur les variations de l'atmosphère, in-8°. Lond., 1787), par Kirwan, traduit par Adet.

On the temperature of the water in the well. Trans. Phil., tom. LXXVIII.

Traité des lignes isothermes, etc., par M. de Humboldt.

SUR LES VOLCANS ET LES TREMBLEMENS DE TERRE.

Transactions Philosophiques, tom. LXXI, LXXII, LXXVII, LXXXII et LXXXVI.

Observations sur la cause des tremblemens de terre, par Courrejolles, tom. 54, Journ. de Phys.

Addition aux observations sur les tremblemens de terre et la position des volcans. Réplique à la critique de M. Deluc, par M. Courrejolles père. Journ. de Phys., tom. 75.

Des volcans, par de Lametherie. Journ. de Phys., 64 et 67.

Sur les causes des commotions souterraines, par de Lametherie. Journ. de Phys., tom. 81.

Sur les terrains ardens et fontaines ardentes, par J. Ménard de la Groye. Journ. de Phys., tom. 85.

SUR LA PHOSPHORESCENCE, SUR LA SALURE DE LA MER ET DES LACS, ETC.

Sur la cause des sources, sur la salure de la mer et des lacs, par J. Davy, tom. CVII des Trans. Phil.

Sur la pesanteur spécifique et la température de l'eau de la mer, par John et Humphry Davy, tom. 85 du Journ. de Phys.

On the gravity and temperature of sea water, par Marcet, tom. CIX. Trans. Phil.

Sur les causes de la diminution des eaux de la mer. Journ. de Phys., tom. 60 et 64.

Telliamed, ou entretien d'un philosophe indien avec un missionnaire français sur la diminution de la mer. 2 vol. MDCCXLVIII.

On the heat of the water in the Gulph-Stream ,
tom. LXXI. Trans. Phil., par Blagden.

Phosphorescentia Maris quatuordecim lucescen-
tium animalculorum novis speciebus illustrata. 1 vol.
in-4°. Anno 1805.

DES VENTS, ETC.

Tom. LXXI, LXXVII, LXXXV des Trans. Phil.

Sur la distinction des tempêtes d'avec les orages et
les ouragans, et sur le vent désastreux du 18 bru-
maire an IX, par Lamarck. Journ. de Phys., tom. 52.

Théorie des vents et des ondes. In-8°. Copen-
hague, 1796, par Coudraye.

Observations sur les vents et les moussons. Lon-
dres, 1801, par Capper.

Essai sur les vents et les courans , par Dampier.

Tableaux des vents, des marées et des courans
observés dans toutes les mers du globe, par Romme.

DE L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE, Foudre, ETC.

Effets extraordinaires de la foudre tombée le 14 fé-
vrier 1809. Journ. de Phys., tom. 69.

Description d'un effet singulier de la foudre, par
B. G. Sage. Journ. de Phys., tom. 69.

De la nature du tonnerre, in-12. Paris, 1766, par
Poncelet.

De l'électricité des météores. Paris, 1787, par
Bertholon.

De avertendi fulminis artificio, in-4°. Leipsig, 1753, par Winkler.

Traité des parafoudres et des paragrêles ou cordes de paille, précédé d'une météorologie électrique, in-8° 1821, par Lapostole.

Recherches sur l'électricité atmosphérique, par Schübler. Journ. de Phys., tom. 83.

DE LA PLUIE, DE LA GRÊLE, DE LA NEIGE, ETC.

Sur les phénomènes de l'atmosphère, particulièrement sur la formation des nuages, leur permanence, leur chute en pluie, en neige, en grêle, et sur l'élévation du baromètre, qui en est la suite. Journ. de Phys., tom. 65, par Cornélius Varley.

Mémoire de Volta sur la grêle, tom. 69 du Journ. de Phys.

Sur la pluie et l'évaporation. Sur la constitution des gaz mélangés, par Dalton.

On the forms of the clouds; ou sur la constitution de la pluie, par Howard. Phil. Mag., tom. 16 et 17.

Nouvel aperçu sur la Météorologie, contenant seulement une nouvelle classification des nuages et idées particulières à ce sujet, par Clos. Paris, in-8°, 1828.

SUR LES TROMBES.

Traité complet sur les trombes (ouvr. italien), par Boscovich.

Description des trombes avec figures. Phil. Trans., 1702, par Stuart.

Sur les trombes, par M. de France. Journ. de Phys., tom. 88.

SUR LES CHUTES DE SUBSTANCES MÉTÉORIQUES, ET SUR
QUELQUES PHÉNOMÈNES LUMINEUX.

Dissertatio de lapide tonitruali. Wallerii, 1 vol.
Journal de Physique, tom. 55, 57, 66, 68, 70,
71, 74, 86, 87, 88, 90, 91, 92 et 94. Sur un incendie météorique, idem, tom. 93.

DES PARHÉLIES, PARASÉLÈNES, DES HALOS.

Description of a set of halo's and parheliæ in nord America, 1771, Baxter. Trans. Phil. LXXI, LXXIII, LXXVII, LXXXIII, XC.

Observation d'un arc-en-ciel lunaire, par Cordier. Journ. de Phys., tom. 65.

DE L'ARC-EN-CIEL.

Trans. Phil., tom XCIV. Journ. de Phys., tom. 57 et 90.

DU MIRAGE.

Sur le mirage latéral, par Jurine, Journ. de Phys., tom. 90.

DE L'AURORE BORÉALE.

Traité par Mairan, 1754. De aurora boreali, in-4°. Weidler. De Iride et aurora boreali, cum notis Boscowich. Rom. 1747, par Nocetus. De vi vaporum solarium in lumine boreali, in-4°, par Winkler. Trans. Phil., tom. LXXIV et LXXVII. Journ. de Phys., tom. 70, 73, 85, 93 et 98.

FAUTES A CORRIGER :

- Page 54 , au titre , ajoutez Addition.
- Page 54, ligne 5, 13. Les observations , lisez : 12. Les observations.
- Page 58, ligne 6, 14. La direction , etc., lisez : 13. La direction , etc.
- Page 59 , ligne 18 , Revenons , lisez : 14. Revenons.
- Page 62 , ligne 18 , Additions , lisez : Addition.
- Page 64 , au titre , ajoutez : Additions.
- Page 68 , ligne 3 , en remont. supprimez : ou de la physique du globe.
- Page 69 , ligne 3 , sous ce titre , lisez : sous le titre de physique du globe.
- Page 86 , ligne 12 , *météologie* , lisez : *météorologie*.
- Page 92 , ligne dernière , *météorologie* , lisez : *métrologie*.
- Page 149 , ligne 9 , épouvantable , lisez : effrayant.
- Page 160 , ligne 16 , à Stravelot , lisez : Stavelot.
- Page 165 , ligne 9 , en remontant : il en eut . lisez : il y en eut.
- Page 187 , à la suite du titre il faut ajouter : Additions.
- Page idem , ligne 8 , M. Finlayson , lisez : 36. M. Finlayson.
- Page 188 , ligne 10 , ont démonté , lisez : ont démontré.
- Page 189 , ligne 3 , M. Balard , lisez : 37. M. Balard.
- Page 193 , ligne 17 , 1^o M. Despretz , lisez : 38. 1^o M. Despretz.
- Page 196 , ligne 14 , La Dordogne , lisez : 39. La Dordogne.
- Page 201 , ligne 5 , Le soleil , lisez : 40. Le soleil.
- Page 202 , ligne 6 , Considérons , lisez : 41. Considérons.
- Page 204 , ligne 5 , on distingue , lisez : 42. On distingue.
- Page 208 , ligne 6 , en remontant : M. Doussy , lisez : 44. M. Doussy.
- Page 209 , ligne 7 , Si dans , lisez : 45. Si dans.
- Page 211 , supprimez la note au bas de la page.
- Page 248 , ligne 13 , en remontant : perça des galeries , lisez : et percer des galeries.
- Page 409 , ligne 13 , *Antonius Gomma* , lisez : *Antonius Gemma*.

TRAITÉ

DE

MÉTÉOROLOGIE.

CHAPITRE PREMIER.

De la température moyenne à la surface du sol. — Températures à diverses profondeurs. — De la couche invariable. — De la température de l'air à diverses hauteurs. — De la limite inférieure des neiges perpétuelles. — Températures des sources et des lacs et conclusion à déduire de celle des puits artésiens. — Différence dans la marche de la congélation des eaux stagnantes et courantes. — Températures moyennes de la zone torride et du pôle nord. — De l'équilibre de température de la terre et des espaces célestes. — Opinions sur les températures antérieures et actuelles. — De quelques observations. — Additions.

1^o DE LA TEMPÉRATURE A LA SURFACE DU SOL.

1. Autrefois on n'avait pas une notion exacte de ce qu'on appelle aujourd'hui *température moyenne d'un lieu*. Pour arriver à cette donnée, on peut employer indifféremment l'un des procédés suivans.

1^o Prendre chaque jour *la moyenne* de trois observations thermométriques faites comme il suit : la première au lever du soleil ; la seconde à deux heures de l'après midi ; la troisième au coucher du soleil (1).

2^o Prendre *la moyenne* entre deux températures *maximum* et *minimum* de la journée.

La température moyenne d'un mois, est la somme des températures moyennes de tous les jours du mois, divisée par le nombre de ces jours. Enfin la température moyenne d'une année, est la somme des températures moyennes des douze mois, divisée par douze.

On arrive, à peu près, à ce dernier résultat, 1^o en prenant seulement la moyenne thermométrique du mois d'octobre ; 2^o en prenant la moyenne des températures correspondantes à une seule heure de la journée, qui, pour notre latitude, serait 9 heures du matin.

On ne cherche la température moyenne de l'année que pour arriver à celle du lieu où se font les observations, laquelle est la moyenne de toutes les moyennes étendues à une longue suite de toutes les moyennes annuelles. Il faut opérer sur une longue suite d'années pour avoir une moyenne qui approche de la vérité.

Les observations tendent à démontrer que tous les climats de la terre, sont *stables*, et que leurs vicissitudes n'ont que des variations peu étendues.

Les températures moyennes des années, présentent beaucoup moins de différence qu'on ne serait tenté de le supposer : les différences extrêmes atteignent à peine deux ou trois degrés : le plus haut degré de chaleur, en été, est, à peu près, le même partout : en sorte que le thermomètre ne monte pas plus haut sous la ligne équinoxiale que sous

(1) Rigoureusement la température moyenne d'un jour serait la somme des températures thermométriques observées de seconde en seconde, divisée par le nombre des secondes contenues dans vingt-quatre heures.

le cercle polaire, quoique la température moyenne diminue en allant de l'équateur vers les pôles. La limite de la plus grande chaleur pour tout pays, oscille entre deux ou trois degrés, au-dessus ou au-dessous de 26 degrés, terme moyen de la plus grande chaleur des étés de Paris.

La latitude, et, comme nous le verrons bientôt, la hauteur d'un lieu au-dessus du niveau de la mer, sont les deux causes générales qui déterminent la température moyenne d'un lieu de la terre, causes dont l'influence est modifiée par beaucoup d'autres circonstances locales.

M. le baron de Humboldt, dont le nom figurera souvent dans le cours de cet ouvrage, a imaginé de marquer sur une mappemonde, tous les points de la terre dont les températures moyennes sont respectivement $+ 0^{\circ}$, $+ 5^{\circ}$, $+ 10^{\circ}$, $+ 20^{\circ}$, etc. du thermomètre centigrade (1) : les courbes qui passent par ces diverses séries de points, c'est-à-dire, par tous ceux dont la température est $+ 0^{\circ}$, par tous ceux dont la température est $+ 5^{\circ}$, etc., s'appellent *lignes isothermes*, ou d'égal température de $+ 0^{\circ}$, $+ 5^{\circ}$, etc. On doit observer que la température moyenne de Paris, étant de $+ 10^{\circ}$, 6, la ligne isotherme de 10° , 6 qui passe par Paris, ne coïncide pas avec le parallèle de Paris; elle est irrégulière et sinueuse, c'est-à-dire qu'elle passe par une suite de points qui ont des latitudes très différentes entre elles et de celle de Paris : il en est de même de chacune des autres lignes isothermes.

L'espace compris entre deux lignes isothermes consécutives, et, par exemple, entre celle de $+ 10^{\circ}$ et de $+ 5^{\circ}$, est dite *zone* ou *bande isotherme*.

On appelle *lignes isothermes* les lignes d'égalété, et *lignes isochimènes*, celles d'égal température hyémale.

(1) Nous distinguerons par ce signe $+$ les degrés ou les hauteurs du thermomètre centigrade, au-dessus de zéro, ou du point de congélation, et par le signe $-$ les degrés ou les dépressions au-dessous de zéro.

On a divisé l'hémisphère boréal en six zones isothermes.

1 ^o	La zone de	30 à 23,5
2 ^o	. . . . .	23,5 à 20
3 ^o	. . . . .	20 à 15
4 ^o	. . . . .	15 à 10
5 ^o	. . . . .	10 à 5
6 ^o	. . . . .	5 à 0

Si l'on prend dans la zone de 15° à 10°, les villes de France dont la température moyenne est de 12° à 13°, on trouve que leurs latitudes sont plus grandes que celles des points soit à l'est, comme Pékin, soit à l'ouest, comme Cincinnati, New-York, Philadelphie. Ainsi, dans la zone tempérée, à égalité de latitude, le climat d'Europe est plus chaud que ceux de l'Asie et de l'Amérique. Ajoutons ici que l'hémisphère austral est, en général, plus froid que l'hémisphère boréal, ce qui est dû surtout à la moins grande quantité de terre que renferme le premier, à ce que la durée des saisons n'est pas la même dans les deux hémisphères; car l'été boréal est plus long de huit jours que l'été austral, et l'hiver boréal est plus court de huit jours que l'hiver austral: le printemps et l'été ont ensemble au moins huit jours de plus que l'automne et l'hiver. La chaleur de l'été est donc augmentée dans l'hémisphère boréal, tandis que le froid de l'hiver y est diminué.

Les climats sont caractérisés par la température moyenne de l'année et par les variations que la température des jours, des mois et des saisons, peut éprouver. En sorte que deux lieux situés sur la même ligne isotherme, et possédant des températures moyennes parfaitement égales, peuvent cependant avoir des climats excessivement différens par leurs productions végétales, par les époques de la floraison et de la maturité, par l'influence qu'ils exercent sur l'économie animale, etc., etc. L'époque et la durée des grandes chaleurs et des grands froids, sont encore les élémens

essentiels de *la climatologie* sur laquelle M. le baron de Humboldt s'est livré à un grand travail (1). On peut dire que le climat est *brûlant* dans la zone torride; *chaud* dans la zone de 23°, 5 à 20°; *doux* dans la zone de 20° à 15°; *tempéré* dans la zone de 15° à 10°; *froid* dans la zone de 10° à 5°; *très froid* dans la zone de 5° à 0°, et *glacé* dans celle dont la température moyenne est au-dessous de 0°. Nous appellerons *climats constans* ceux qui, dans le cours de l'année, n'offrent pas de très grandes différences entre les extrêmes de la chaleur et du froid: *climats variables* ceux qui offrent d'assez grandes différences entre ces limites: et *climats excessifs* ceux pour lesquels ces différences sont très grandes.

M. Arago a présenté à l'Académie royale des sciences de Paris, au nom du D^r Brandes, une table d'observations météorologiques faites d'heure en heure pendant toute une année, à Selzhutten, en Westphalie, à une lieue de Wezel: on en a pris la moyenne: on a trouvé ensuite que l'observation de 4 heures $\frac{1}{2}$ du matin, peut remplir celles de toute la journée: cette température moyenne est de 7° 5' ou 7° 7' therm. de Réaumur(2). J'ai voulu voir, dit M. Arago, si en prenant la moyenne de deux heures homonymes, par exemple, de 4 heures du soir et de 4 heures du matin, on aurait une grande différence, et j'ai trouvé qu'elle ne s'écartait pas de 7° 5' de plus d'un dixième tant en plus qu'en moins. M. Hudson a communiqué à la société royale de Londres, des observations analogues.

(1) M. le baron de Humboldt a lu à l'Académie royale des sciences de Paris, un mémoire sur la grande collection qu'il a publiée avec MM. Bonpland et Kunth sur plusieurs questions de physique générale, surtout de climatologie, de magnétisme et de géographie volcanique: il expose avec beaucoup de développemens les causes perturbatrices qui, dans la distribution de la chaleur sur le globe, ont modifié le non parallélisme ou les inflexions des lignes isothermes.

(2) On lit le premier de ces résultats dans *le Temps*, et le second dans le *Journal des Débats*.

M. Bigelow a inséré dans les derniers volumes des *Memoirs of the American Academy*, quelques observations qui nous paraissent mériter d'être rapportées, tant à cause des conséquences auxquelles elles conduisent, que parce qu'elles indiquent une source de données à la portée de tout voyageur. Nous pensons que l'auteur entend parler de la première époque ou du début de la floraison.

NOMS DES LIEUX.	Latitude.	Longit. Ouest de Greenwich.	ÉPOQUES de la FLORAIISON.
Fort-Clairbona.	31° 50' N.	87° 50'	Le 4 mars 1817.
Charlestown.	32 44	80 39	Du 6 au 12 mars.
Richmond.	37 40	77 50	Du 23 mars au 6 avril.
Lexington.	38 6	85 8	Du 6 au 15 avril.
Baltimore.	39 21	77 48	Au 9 avril.
Philadelphie.	39 56	75 8	Au 15 avril.
New-Yorck.	40 42	74 9	Du 21 au 26 avril.
Boston.	42 23	70 52	Au 9 mai.
Albany	43 39	73 20	Au 12 mai.
Mont-Réal	45 35	71 11	Idem.
Valence en Espagne.	39 29	0 23 Ou.	Au 19 mars 1817.
Genève.	46 12	8 9 Est.	Au 1 ^{er} avril.

La pêche fleurit dans les mois dont la température moyenne est de 5°, 5 centigrades, c'est-à-dire :

NOMS DES LIEUX.	Latitudes.	ÉPOQUES de la FLORAIISON.
Rome.	41° 53'	Au commencement de février.
Paris.	48 50	En mars.
Bruxelles.	50 50 59''	Le 28 mars 1821.
Upsal.	59 51	Fin d'avril.
Uleo.	65 0	Mai.
Cap Nord.	71 0	Fin de juin.

2^o TEMPÉRATURES A DIVERSES PROFONDEURS AU-DESSOUS
DU SOL (1).

2. Dès 1671, Cassini avait reconnu que la température des caves de l'observatoire de Paris, situées à 85 pieds ou 27 mètres au-dessous du pavé, n'éprouvait aucune variation dans le cours d'une année : en 1730, Lahire avait observé le même fait. En 1771, le comte Cassini fit une série d'expériences à l'effet d'avoir des données plus positives sur ce fait : le 4 juillet 1783, il établit avec le célèbre Lavoisier dans les mêmes caves, un appareil très sensible qui devait donner des résultats décisifs. Les observations de M. Cassini et celles faites depuis 32 ans par M. Bouvard, l'un des membres de l'Académie, montrent que, depuis plus de 50 ans, la température de ces caves, est constante et égale à 11°, 82 centigrades. La série de ces points inférieurs à la surface du globe, dans lesquels la température commence à rester constante, forme ce qu'on appelle la *couche invariable*. C'est à cette couche que viennent s'éteindre les variations brusques et périodiques qu'éprouve la croute supérieure par les alternatives du jour et de la nuit, le renouvellement des saisons, le rayonnement, les changemens de vents, etc. Malheureusement faute d'observations à diverses profondeurs, dans les autres climats, on ne peut rien statuer sur la profondeur précise à laquelle il faut descendre pour arriver à cette couche enveloppante des points de température constante. Mais la théorie indique que partout la température invariable ne doit s'écarter que très peu de la température moyenne du lieu correspondant, et elle indique aussi que, partout, il faut, pour la trouver, descendre à une profondeur de 40, 60 ou 80 pieds, ou, d'à

(1) Voy. add. au chap. I, art. d.

peu près, 13, 19 ou 26 mètres. La courbure de cette couche invariable n'est pas régulière : entre la surface du sol et cette couche invariable, on n'a fait jusqu'ici qu'un très petit nombre d'observations et qui ne vont qu'à une très petite profondeur : cependant en discutant tous les résultats obtenus, on est conduit aux conséquences suivantes qui paraissent s'appliquer à tout l'hémisphère boréal.

1° Au mois d'août, la température va en décroissant d'une manière à peu près uniforme, depuis la surface du sol jusqu'à la couche invariable.

2° Pendant septembre, la température est, à peu près uniforme depuis la surface du sol, jusqu'à la profondeur de 15 ou 20 pieds : plus bas, elle décroît un peu jusqu'à la couche invariable.

3° Pendant octobre et novembre, la température va en croissant depuis la surface jusqu'à une profondeur de 15 ou 20 pieds ; et plus bas, elle se trouve à peu près égale à celle de la couche invariable.

4° Pendant décembre, janvier et février, la température va en croissant d'une manière à peu près uniforme depuis la surface jusqu'à la couche invariable.

5° Pendant mars et avril, la température décroît très rapidement, jusqu'à la profondeur d'un ou de deux pieds ; plus bas, elle décroît moins vite et elle finit par devenir croissante.

6° Pendant mai, juin et juillet, la température est encore décroissante, mais moins rapidement et jusqu'à une profondeur plus grande ; puis elle redevient un peu croissante, pour regagner la température de la couche invariable.

Le sol, dans ses couches superficielles, depuis quelques lignes jusqu'à un pouce de profondeur, a toujours une température très différente de celle de l'air ; mais néanmoins on peut dire que, pendant le jour, la surface prend ordinairement des températures beaucoup plus élevées que celles

de l'air, et pendant la nuit, des températures beaucoup plus basses.

Gensanne paraît être le premier qui ait porté le thermomètre à des profondeurs graduellement croissantes et qui ait découvert ce fait important, savoir *que la température augmente avec la profondeur*. Depuis, M. R. V. Fox, de Humboldt, Freiseleben, Daubuisson et Cordier ont donné une nouvelle vie à cette question fondamentale et ont confirmé la solution de Gensanne. On peut dire approximativement que, pour obtenir un degré d'accroissement dans la température, il faudra descendre de 25 à 30 mètres au-dessous du sol (1). MM. Marcet et Delarive ont communiqué à l'Académie des sciences de Paris, quelques observations relatives à la température de la terre, à différentes profondeurs. Jusqu'à présent, pour connaître la température des couches dans lesquelles l'homme a pu pénétrer, on a dû se borner à plonger le thermomètre dans des courans d'eau sortant des mines, ou dans l'air qu'elles contiennent. Il y avait dans cette méthode d'expérimenter plusieurs causes d'erreur; néanmoins tous les faits s'accordent pour assigner aux différentes couches une température croissant avec la profondeur; mais ils ne donnent pas d'une manière uniforme la progression de cet accroissement. Un puits artésien creusé à une lieue de

(1) Dans un essai sur la température de l'intérieur de la terre, M. Cordier, par suite de différentes expériences, prouve qu'à la même profondeur, la température varie selon les pays. A une lieue au-dessous de la surface de l'Océan, la température serait égale à celle de l'eau bouillante. En supposant cette progression croissante et régulière, il s'ensuivrait qu'au centre de la terre, la température serait excessive. Ce savant attribue la plupart des anomalies de température, observées dans un très grand nombre de lieux, et qui ne permettent guère de calculer le climat d'un pays d'après sa latitude, à la moindre épaisseur ou à la plus parfaite conductibilité des couches géologiques qui enveloppent le liquide intérieur à l'état d'incandescence. Il avance que l'augmentation de température est d'un degré pour 13 mètres dans certains lieux et pour 57 mètres dans d'autres.

Genève, jusqu'à la profondeur de 682 pieds au-dessous de la surface du sol, et 400 pieds au-dessous du niveau du lac, sans qu'on ait pu obtenir d'eau jaillissante, a fourni aux auteurs l'occasion de résoudre la question par des expériences qui paraissent susceptibles de précision. En effet, le puits est rempli presque tout entier d'eau ou plutôt d'une boue liquide qui doit accuser avec exactitude la température des différentes couches intérieures. En outre, les thermomètres à *maximum* qu'ils ont employés, étaient protégés par une enveloppe en cuivre, qui était en contact avec les parois du canal. Il résulte qu'à partir d'une profondeur de 100 pieds (32, 48 mètres, *s'il s'agit de pieds français*), point où le thermomètre se tient à 8° 7 (Réaumur), l'accroissement suit jusqu'à 680 pieds, une progression uniforme qui est 0°, 87 pour chaque 160 pieds de profondeur, ce qui revient à 1, 09 degré centigrade pour 33 mètres au-dessous du sol.

M. Arago avait communiqué au mois de décembre (1835), les résultats des observations qu'il avait faites sur la température du fond du puits qui se fore à l'abattoir de Grenelle : à cette époque, on était parvenu à une profondeur de 250 mètres; maintenant on est à 300 mètres (923 pieds). Les travaux étant suspendus depuis la veille, M. Arago a fait descendre au fond du puits un thermomètre à index enfermé dans un cylindre de métal, pour prévenir les effets de la compression sur l'instrument : au bout de 24 heures, on a retiré ce thermomètre, et on a vu qu'il marquait 22°, 3 centigrades, tandis qu'à l'embouchure, la température n'était que de 12°. Dans l'observation de décembre, la température avait été trouvée de 20° centigrades. Ainsi pour une augmentation de profondeur de 50 mètres, il y a eu un accroissement de température de 2°, 2, accroissement plus rapide que celui qui avait été déduit de la comparaison des observations faites à la surface avec celles qui avaient eu lieu à 200 mètres de profondeur; des dernières, on déduirait

un accroissement d'un degré pour 23 mètres. Les observations faites au puits de l'école militaire, par M. Walferdin, indiquent jusqu'à une profondeur de 174 mètres, un accroissement de température d'un degré par 29^m, 83, en prenant la température moyenne du sol à la surface, égale à 10°, 6, ou par 32, 01 mètres, si on évalue cette température à 11°.

A l'abattoir de la barrière de Grenelle, dont il a été question plus haut, la sonde est arrivée aujourd'hui à l'énorme profondeur de 1240 pieds. La réussite de cette tentative consisterait à fournir de l'eau qui pourrait être immédiatement employée à l'usage des bains chauds. Ce puits a été commencé le 30 décembre 1833; il en résulte que la moyenne du forage de chaque jour, a été d'un pied et quelques lignes: le puits doit être continué jusqu'à 1700 pieds, à moins que l'eau ne jaillisse plus tôt. A l'école militaire, on en est à 630 pieds environ où le béliet se trouve engagé dans un banc de rocher très dure (add. au chap. I (b).) Le 1^{er} mai 1837, MM. Arago et Dulong ont descendu dans le puits de Grenelle, à la profondeur de 400 mètres, 4 thermomètres à *maxima* qui, après avoir séjourné un jour et demi dans la boue épaisse du fond, ont donné une température de 23°, 5. On trouve aisément, en partant de cette donnée, de la température et de la profondeur des caves de l'Observatoire, que, pour obtenir une température de 34 à 35 degrés, il faut que l'on s'enfonce encore d'environ 300 mètres; on conclut de là 31^m, 5 par degré (1).

(1) En partant des expériences de MM. Arago et Dulong, et de celles de M. Walferdin, on conclut ces résultats :

$$23^{\circ},75 - 10^{\circ},60 = 13^{\circ},15 \text{ pour } 409 \text{ mètres de profondeur} \\ = 30^{\text{m}},41 \text{ par degré centigrade}$$

$$23^{\circ},75 - 11^{\circ},70 = 12^{\circ},05 \text{ pour } 372 \text{ mètres de profondeur} \\ = 30^{\text{m}},11 \text{ par degré centigrade}$$

ou 10°, 60 indiquent la température moyenne de la surface à Paris, et 11°, 7 la température des caves de l'Observatoire à la profondeur de 28 mètres. Les

3° DE LA TEMPÉRATURE DE L'AIR A DIVERSES HAUTEURS.

3. La question des températures à diverses hauteurs, a provoqué un grand nombre d'observations que nous nous dispenserons de rapporter ici. Les tableaux dressés et que nous avons rapportés ailleurs, mettent en évidence le fait du décroissement de la température, quand la hauteur augmente, et on remarque en même temps que ce décroissement a lieu d'une manière fort irrégulière. Le terme moyen fourni par l'un de ces tableaux, qui comprend 38 observations, serait une élévation de 164,7 mètres, pour refroidissement de 1° centigrade. Suivant M. Laplace, la diminution de température, relative à 3000 mètres de hauteur, est de 16 à 17 degrés, ce qui revient à 176 mètres pour un abaissement de 1°.

Les causes du froid qui règne sur les montagnes et dans les régions élevées de l'atmosphère, sont surtout les suivantes : 1° l'air très rare et diaphane qui ne retient qu'une faible portion de la chaleur des rayons solaires qui le traversent. 2° les couches inférieures plus denses et échauffées en partie par le calorique rayonnant émis par la terre et les eaux, et plus vivement par leur contact avec le sol, se dilatent, s'élèvent et se refroidissent par le seul fait de leur dilata-

observations faites à l'aide du thermomètre à *maxima* ne permettent plus de douter d'un fait qui n'avait pas encore été vérifié avec une exactitude suffisante : c'est que la température s'élève de la surface au centre, en proportion régulière, et telle qu'à la distance du centre, égale au dixième du rayon de la terre, *toutes les matières connues doivent être en fusion*. Nous pourrions ajouter d'autres détails sur le forage, mais nous nous bornerons aux suivans : M. l'ingénieur Mulot marquait 1098 pieds et l'eau ne jaillissait pas encore : il a pris l'engagement de forer jusqu'à 1200 pieds, et si l'eau ne se montre pas, il ira jusqu'à 2,000 pieds. C'est un travail difficile et imposant que celui de pénétrer à une telle profondeur avec un instrument qui ne pèse pas moins de 15 à 16 milliers, et qui a le triple de la hauteur du dôme des Invalides. Ici la question d'art disparaît devant l'importance des résultats.

tion (1). Au reste, si les observations suivies des températures terrestres, sont rares, celles faites à différentes hauteurs dans l'atmosphère, le sont bien plus encore : on peut même dire qu'on ne connaît à peu près rien sur ses observations diurnes et annuelles : on ignore encore s'il existe des couches où ces variations cessent de se manifester : il serait intéressant, au moins, de rechercher si les limites de ces variations, se resserrent en s'élevant [dans l'atmosphère, et de reconnaître où se trouvent les couches dans lesquelles les variations diurnes et annuelles ont le plus d'intensité. Ce sont là des problèmes curieux de la physique du globe, restés jusqu'ici sans solution. Malgré les efforts de Toaldo, de Cotte et Lamarck, etc., il a été impossible d'apercevoir le moindre rapport entre les variations atmosphériques et les phénomènes d'un caractère plus constant qui se passe au-dessus de la surface du globe. Mais tout ~~est~~ manquant le but vers lequel on tendait, on est cependant arrivé à des résultats qui, sous plusieurs points de vue, ont agrandi le cercle de nos connaissances (2).

4^o DE LA LIMITE INFÉRIEURE DES NEIGES PERPÉTUELLES.

4. Les neiges éternelles qui couvrent les hautes montagnes de notre globe, peuvent être considérées comme un

(1) On peut consulter sur ce point un mémoire de M. Boussingault (*Ann. de chim. et de phys. Juillet 1833*).

(2) On trouvera dans le chap. XVIII, n^o 117, une observation curieuse de M. Pictet, de Genève, sur les températures des couches atmosphériques dans une nuit calme et sereine. On conçoit qu'avant d'arriver à une science, il faut passer par une longue suite de faits et d'observations dont plusieurs même peuvent paraître contradictoires. En tout, il faut procéder à la recherche et à l'inventaire exact des faits particuliers avant de songer à établir une théorie générale qui les embrasse, ce qui s'applique surtout à la *météorologie* que nous ne regardons pas comme la science des seuls phénomènes qui ont l'atmosphère pour laboratoire.

effet du décroissement de température dans l'atmosphère, et, en même temps, comme une cause de ce décroissement, au moins dans la portion de l'atmosphère qui enveloppe ces grandes masses. *La limite inférieure des neiges, suit moins la trace des lignes isothermes, que celle des lignes isothères* (n° 1). La courbe qui passe par la plus grande hauteur à laquelle les neiges se conservent pendant le cours d'une année, atteint dans différentes saisons et dans chaque zone, un *maximum* d'élévation : la quantité de cette élévation, est l'oscillation annuelle de cette limite. Cette question a été l'objet d'une discussion approfondie dans les *Prolegomena de distributione plantarum* de M. de Humboldt. On doit à MM. Léopold de Buch, Pentland, de Saussure, Kirwan, de Webb, etc., des mesures et des observations relatives à cette limite. Le tableau suivant est dû au premier de ces physiiciens ; nous en avons écarté la troisième colonne.

LATITUDE.	HAUTEUR de la LIMITE INFÉRIEURE DES NEIGES.
0	4795 mètres.
14 à 19	5200
20	4580
45	2729
61	1690
62	1582
65	1500
67	1169
67 1/2	1072
70	1060

D'après l'observation de M. Pentland, du 14° au 19° degré de latitude, la limite inférieure des neiges est plus élevée que sous l'équateur même. L'abaissement de cette limite à la latitude de 70°, montre l'influence de l'état brumeux de l'atmosphère.

phère et du voisinage de la mer. M. Erman, a trouvé que la limite perpétuelle des neiges au Kamschatka, était entre 4900 à 5000 pieds, ou, à peu près, à 1600 mètres d'élévation. M. Arago explique ainsi la production des neiges perpétuelles. L'atmosphère est très peu échauffée par le passage des rayons solaires : elle doit donc être plus froide que la surface de la terre ; et, par la même raison, les hautes montagnes et les terres les plus exposées à l'action de l'atmosphère, doivent toujours être plus froides que les lieux situés à peu près au niveau de la mer. L'atmosphère doit aussi, comme l'expérience l'a prouvé, être d'autant plus froide qu'on s'y élève davantage : en effet, tous les corps renferment une certaine quantité de calorique rendu latent et insensible : la grande chaleur émise par la vapeur d'eau qui se condense, en est une preuve évidente : or l'air contient d'autant plus de calorique latent, qu'il est plus raréfié ; ce que démontre aussi *le briquet à air* en rendant libre, lorsqu'on le comprime, assez de chaleur pour enflammer un morceau d'amadou : l'air absorbant peu de chaleur par rayonnement, et, au contraire, beaucoup par le contact, il en résulte qu'il doit s'établir un courant ascendant d'air qui se dilate, lorsqu'il est parvenu à une certaine hauteur, et produit du froid, en absorbant une quantité de calorique nécessaire pour maintenir cette dilatation. Il devra donc, si des corps plus chauds se rencontrent dans ces régions élevées, les refroidir beaucoup en leur enlevant le calorique qui lui manque.

5° TEMPÉRATURE DES SOURCES, DES LACS ET DES RIVIÈRES ET DE LEUR CONGÉLATION.

1° *Des sources.*

5. Toutes les sources abondantes ont une température qui

varie pendant les différentes saisons de l'année : pour notre hémisphère, elles atteignent, en général, leur plus haut degré de chaleur, vers le mois de septembre, et leur plus grand froid vers le mois de mars. La différence pour ces deux époques, s'élève à 1° ou 2°. Dans la zone torride, la température moyenne de l'air, est, en général, un peu plus haute que celle des sources; mais dans la zone tempérée, les sources sont plus chaudes que l'air : l'excès croît avec la latitude tellement que vers 60° ou 70° de latitude, la température des sources l'emporte sur celle de l'air de 3 ou 4 degrés centigrades. Nous rencontrerons en Islande des sources nommées *Geysers* dont la température est de 82° (n° 30 et 32) : les sources abondantes arrivent au jour, avec la température des couches où elles sont formées; cette conclusion est confirmée par les observations faites sur les *puits artésiens* dont la température des eaux paraît à peu près la même que celle des nappes profondes dans lesquelles elles ont leur source : car il y a cette différence entre les sources très petites et celles qui sont très abondantes, que les premières sont en quelque sorte forcées de prendre la température des couches qu'elles traversent, tandis que les secondes arrivent au jour avec celle des couches au sein desquelles elles ont pris naissance. M. Arago a recueilli un grand nombre d'observations qui permettent en quelque sorte de juger de la profondeur d'un de ces puits, dès qu'on connaît la température de ses eaux, et réciproquement de prédire la température de ces mêmes eaux, lorsqu'on sait à quelle profondeur elles ont été puisées. Les *eaux thermales* atteignent quelquefois des températures voisines de leur ébullition, et, tout ce que l'on sait jusqu'à présent sur le gisement de ces sources, ne permet pas de décider si elles tiennent ces hauts degrés de chaleur de la profondeur à laquelle elles prennent naissance, ou si elles les tiennent de quelques circonstances particulières aux couches qu'elles traversent. Pour plusieurs de ces sources, la température est

restée constante pendant plusieurs années. L'expérience proposée par M. Laplace, relativement à la chaleur des eaux thermales, et qui se fonde sur la température élevée de l'intérieur de la terre, paraîtrait confirmée par un grand nombre d'observations. Au reste, on pourra consulter sur cette question le mémoire que M. Boussingault vient de remettre à l'Académie des sciences de Paris. Nous ne pouvons cependant nous empêcher de consigner ici quelques observations faites en dernier lieu par M. J. N. Legrand, et appuyées par M. Arago chargé d'un rapport sur une note de ce physicien, communiquée à la même Académie. Le thermomètre de Réaumur n'était pas gradué à l'origine comme celui qui porte aujourd'hui le nom de cet illustre naturaliste : ainsi les observations de Carrère, faites dans la plupart des établissemens thermaux des Pyrénées Orientales, ne peuvent pas être comparées directement à celles qu'on fait de nos jours, avec un instrument très différent, quoique portant le même nom. M. Legrand, après avoir fait les corrections convenables, est arrivé à reconnaître que de 1754 à 1819, les différences observées entre les températures, n'ont pas dépassé $1^{\circ} \frac{2}{10}$, et qu'ordinairement elles étaient nulles. Ainsi 65 ans n'ont apporté aucune altération notable à la température de ces sources thermales. Après la lecture de ce rapport, M. Arago a cité une observation que lui-même a faite à Bagnères-de-Bigorre et qui tend aussi à prouver l'invariabilité de cette température.

6° DES LACS.

NOMS DES LACS.	FROID	FROID	PROFONDEUR
	A LA SURFACE.	AU FOND.	EN PIEDS.
Lac de Genève. (1)	5,0	5,4	950
de Thun.	19,0	5,0	350
de Brientz.	19,4	4,8	500
de Lucerne.	20,3	4,9	600
de Constance.	18,1	4,3	370
Majeur.	25,0	6,7	335
de Neufchâtel.	23,1	5,0	325
de Bienne.	20,7	6,9	217
d'Annecy.	14,4	5,6	163
du Bourget.	17,9	5,6	240

6. Les températures à la surface, sont très différentes, parce qu'elles ont été observées à diverses saisons de l'année; elles sont d'ailleurs les plus chaudes; mais la température du fond et celle de la surface, sont du même jour, et en quelque sorte du même instant. La température du fond, est, à peu près constante dans tous ces lacs, et elle est de beaucoup inférieure à la température moyenne du lieu.

Posons quelques principes qui trouveront d'autres applications.

1° Si l'on jette pêle mêle dans un même vase, des liquides de densités différentes, le plus lourd finit par aller se placer au fond, le plus léger à la surface, et les autres se rangent de bas en haut, dans l'ordre de leur densité décroissante.

(1) Voyez la note, art. 103. MM. Becquerel et Breschet (n° 12) annoncent une évaluation de la température du lac de Genève à une profondeur de plus de 300 pieds, recherche qui aurait dévoilé une nouvelle propriété des courans électriques.

2° Les liquides augmentent de densité, quand leur température diminue et inversement, en sorte que la surface de niveau a toujours la température la plus élevée.

3° L'eau seule, dans une certaine étendue fort petite de l'échelle thermométrique, offre une exception singulière à la seconde loi : prenons de l'eau à $+10^{\circ}$ centigrades et faisons-la refroidir graduellement à $+9^{\circ}$; on lui trouvera plus de densité qu'à $+10^{\circ}$; à $+8^{\circ}$ plus de densité qu'à $+9^{\circ}$; à $+7^{\circ}$ plus de densité qu'à $+8^{\circ}$ et ainsi jusqu'à $+4^{\circ}$: à ce terme, la condensation cessera d'être croissante : de $+4^{\circ}$ à $+3^{\circ}$, il se manifestera déjà une diminution sensible de densité ou de poids : cette diminution continuera, quand la température descendra de $+3^{\circ}$ à $+2^{\circ}$, de $+2^{\circ}$ à $+1^{\circ}$ et de $+1^{\circ}$ à 0° : c'est donc à 4° au-dessus de zéro, que se manifestera *le maximum* de densité, ou du poids de l'eau, sous le même volume. Ajoutons enfin que l'eau est un mauvais conducteur du calorique (1).

Rien n'est plus simple maintenant que la congélation des *eaux stagnantes*. Supposons qu'au moment où le vent du nord amènera la gelée, l'eau, dans toute sa masse, soit à $+10^{\circ}$; le refroidissement du liquide, par le contact de l'air glacial, s'effectuera de l'extérieur à l'intérieur : la surface de niveau, qui, par l'hypothèse, était à $+10^{\circ}$, ne sera bientôt plus qu'à $+9^{\circ}$; donc, en vertu du premier principe, elle tombera au fond de la masse, et sera remplacée par une couche non encore refroidie, dont la température est encore à $+10^{\circ}$; celle-ci à son tour, éprouvera le sort de la première couche et ainsi de suite. Dans un temps plus ou moins long, la masse entière sera tombée à $+9^{\circ}$, cette masse à $+9^{\circ}$ se refroidira exactement comme la masse à $+10^{\circ}$, par couches successives dont chacune, à son tour, viendra à la surface perdre 1° de sa température. Le même phénomène se

(1) On sait qu'on peut faire bouillir l'eau de la surface d'un bain dont le fond serait glacé.

reproduira avec des circonstances exactement pareilles à $+8^{\circ}$, à $+7^{\circ}$, à $+6^{\circ}$, à $+5^{\circ}$: mais quand on arrivera à $+4^{\circ}$, tout sera changé, comme il est aisé de s'en assurer. En effet, à $+4^{\circ}$, l'eau sera parvenue à son *maximum* de densité. Quand l'action atmosphérique aura enlevé un degré de chaleur à la couche superficielle, quand elle l'aura amenée à 3° , cette couche sera moins dense que la masse qu'elle recouvre; donc elle ne s'y enfoncera pas : une nouvelle diminution de chaleur ne la fera pas enfoncer davantage, puisqu'à $+2^{\circ}$, l'eau est plus légère qu'à $+3^{\circ}$: mais la couche en question aura bientôt perdu les 4° primitifs de sa chaleur; elle finira donc par arriver à zéro et par se congeler. Ainsi la congélation d'une eau stagnante, procédera de la surface au fond et ne pourra procéder autrement.

7^o DES EAUX COURANTES.

7. L'effet du mouvement des eaux d'une rivière ou d'un fleuve, quand il est un peu rapide, quand il engendre des remous, quand il s'opère sur un lit raboteux ou inégal, est de mêler toutes les couches : l'eau la plus légère ne flotte plus alors à la surface, comme on l'a vu dans les masses stagnantes; les courans la précipitent dans la masse qu'elle va refroidir, et qui, bientôt, se trouve avoir dans toutes ses parties, la même température. Dans une masse d'eau agitée, la surface, le milieu et le fond peuvent tomber simultanément à zéro. Il reste à expliquer pourquoi, dans cet état de choses, la congélation s'opère par le fond et non par la surface. On sait que, pour hâter la formation des cristaux dans une dissolution d'eau saline, il suffit d'y introduire un corps pointu, ou à surfaces inégales; que c'est autour des aspérités de ce corps que les cristaux prennent principalement naissance et reçoivent de prompts

accroissemens et qu'il en est de même des cristaux de glace; que si le vase où doit s'opérer la congélation présente une fente, une saillie, une solution de continuité, cette fente, cette saillie ou cette solution, deviendront comme autant de centres autour desquels les filamens d'eau solidifiée se grouperont de préférence. Le mouvement de l'eau, ce grand obstacle à la cristallisation, s'il existe au fond comme à la surface, y est, du moins, très ralenti : d'ailleurs c'est au fond, dans le lit même qu'il se trouve des roches, des cailloux, des cavités, des herbes, enfin tous les accidens qui favorisent la cristallisation.

Pendant la congélation du fond de l'Aar, à l'endroit même où la glace se formait, M. Hugi descendit dans la rivière des cruches pleines d'eau chaude et d'autres pleines d'eau froide : les premières, dit-il, quand on les retira, étaient couvertes d'une couche de glace, épaisse d'un pouce; les autres n'en offraient aucune trace. Des boulets enveloppés de drap, les uns chauds et les autres froids, donnèrent des résultats semblables. Ces expériences singulières doivent être répétées et variées avant d'en essayer l'explication (1).

Il faut donc reconnaître que la théorie de la congélation des eaux courantes, n'est pas aussi complète que celle des eaux stagnantes, et qu'elle offre des lacunes sur lesquelles la sagacité des physiciens peut encore s'exercer.

Ajoutons quelques autres observations remarquables. En décembre 1762, la Seine à Paris, fut totalement prise à la suite de six jours de gelée dont la température moyenne était de $-3^{\circ},9$ centigrades et sans que le plus grand froid eût dépassé $-9^{\circ},7$, tandis qu'en 1748, la rivière coulait encore après 8 jours d'une température moyenne de $-4^{\circ},5$ centigrades, le plus grand froid dans cet intervalle s'étant

(1) Quoique ce fait soit d'une source qui ne peut être suspecte, il nous est cependant difficile de lui accorder pleine confiance.

déjà élevé à -12° , 0. Cependant la hauteur des eaux était la même aux deux époques, et cette hauteur en règle constamment la vitesse. Comment expliquer cette anomalie. On le pourra peut-être, si les circonstances atmosphériques n'ont pas été pareilles en 1762 et 1748. En 1762, les six jours qui précédèrent la congélation totale de la rivière, furent parfaitement sereins, tandis qu'en 1748, le ciel était ou nuageux ou totalement couvert; or en ajoutant 10° ou 12° comme effet du rayonnement du calorique de l'eau vers le ciel (1), au froid indiqué par le thermomètre en 1762, on trouvera que, nonobstant l'indication de l'instrument, l'eau, dans cette année, a éprouvé, du moins à sa surface, un froid beaucoup plus vif qu'en 1748, et dès lors la contradiction disparaîtrait. Nous omettrons d'autres anomalies singulières qui s'expliqueraient de la même manière. Un des froids les plus vifs dont on ait tenu note à Paris, depuis que les observateurs se servent du thermomètre, est celui de 1709 : or, cette année, par des températures de -23° centigrades, la Seine, dans son milieu, resta constamment fluide. Ne pourrait-on pas attribuer ce résultat singulier, 1° à l'abondance des eaux, qui alors étaient très élevées, 2° à la faiblesse du rayonnement nocturne, sous un ciel couvert ?

8° DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE DE LA ZONE TORRIDE ET DE CELLE DU POLE NORD. — DES POLES MAGNÉTIQUES.

8. Suivant M. Boussingault (*Ann. de chim. et de phys. juill. 1833*), on peut établir que la température moyenne de la zone torride, varie de 26° à 28° , 5 centigrades. M. Arago pense que la température du pôle nord peut

(1) Dans un des chapitres suivants, nous expliquerons avec quelque détail le phénomène du rayonnement.

être de — 50° centigrades. C'est près du pôle sans doute qu'il faut aller chercher la réponse à toutes les questions que soulèvent les phénomènes de l'aiguille aimantée : car de même que, dans les régions tropicales, certaines lois se manifestent très vivement, tandis qu'elles échappent à l'observation dans les climats tempérés où leurs effets sont compliqués de trop de causes perturbatrices, de même il est probable que, dans les régions polaires, se trouve le centre d'une action puissante qui, chez nous, se dérobe sous une multitude de petites actions locales. Du pôle s'élèvent en effet les aurores boréales que nous considérerons (chap. XVI), qui agissent sur les aiguilles aimantées de nos observatoires et dont la cause est encore incertaine : c'est aussi là que réside cette force qui commande la boussole. Suivant les observations faites par le capitaine John Ross dans son dernier voyage dans les mers polaires, le *pôle magnétique nord* serait à une latitude $70^{\circ} 5' 17''$ et à une longitude occidentale de Greenwich, de $96^{\circ} 46' 45''$. La plus grande inclinaison de l'aiguille aimantée dans l'hémisphère austral, a été observée par le capitaine Cook à $60^{\circ} 40'$ de latitude et à $93^{\circ} 45'$ de longitude occidentale (ch. XVI, add. et chap. XVIII). Ce n'est, pour ainsi dire, qu'occasionnellement que nous consignons ici ces données.

9^o DE L'ÉQUILIBRE DE TEMPÉRATURE DE LA TERRE ET DES ESPACES CÉLESTES.

9. Il nous reste à indiquer, autant que nous pouvons le faire ici, les principales causes qui tendent à maintenir dans toute l'étendue de notre globe, la distribution de la chaleur et l'ordre des températures qu'on y observe : cette grande question est du ressort des mathématiques : c'est

dans les recherches que nous a laissées M. Fourier, l'un des secrétaires perpétuels de l'Académie, et surtout dans son beau *Traité de la théorie de la chaleur*, qu'il faut en chercher la solution : en discutant tous les faits connus et en les soumettant au calcul, ce grand géomètre a été conduit à ces conséquences :

1° La quantité totale de chaleur que le soleil verse continuellement entre la surface du sol et la couche invariable, est égale à celle qui serait nécessaire pour fondre une couche de glace qui couvrirait la surface de la terre et qui aurait quatorze mètres d'épaisseur. Il existe dans la croûte du globe, au-dessous de la couche invariable (n° 2), un mouvement latéral par lequel une partie de la chaleur absorbée sous la zone torride et sous les zones voisines, se transmet progressivement dans les deux hémisphères, pour aller se dissiper à la surface des régions polaires. Sans l'influence de cette cause et de celles que nous avons assignées (n° 2), combinées avec les courans de la mer et de l'atmosphère, les contrées de l'équateur et des hautes latitudes seraient inhabitables.

2° Toute la chaleur qui est au-dessous de la couche invariable, est une chaleur primitive que le globe tient de son origine.

3° Cette chaleur est constante et excessivement intense, dans un vaste noyau central : à une distance du centre, elle commence à diminuer suivant des lois régulières, jusqu'à la couche invariable.

4° Cet équilibre intérieur que nous observons aujourd'hui, change avec le temps, et il changera sans cesse jusqu'au moment où toute la chaleur primitive sera complètement dissipée par la surface : mais ces changemens s'accomplissent avec une telle lenteur qu'il faut une longue série de siècles pour qu'ils se manifestent à nos observations. Ainsi à 200 ou 300 mètres au-dessous des caves de l'Observatoire (n° 2), la température est aujourd'hui de 20° à 30° ;

elle tombera successivement à 19° , à 18° , mais ce ne sera qu'à une époque extrêmement éloignée, que le commencement de cette diminution pourra être observé (1).

5° Ce flux de chaleur qui vient des couches profondes s'écouler par la surface, ne peut, quelque grand qu'il soit, modifier d'une manière appréciable la température moyenne de la surface elle-même, ni l'ordre des températures qui s'établissent suivant les saisons, dans toute l'écorce supérieure à la couche invariable. M. Fourier estime que la température superficielle ne peut pas en être affectée d'un trentième de degré centigrade.

6° Les climats et l'ordre des saisons dépendent uniquement de la chaleur qui se distribue sur la couche supérieure à la couche invariable : cette chaleur provient uniquement de l'action du soleil; elle est accumulée pendant une partie de l'année et perdue pendant l'autre (n° 9), de manière qu'à la fin, il y ait compensation exacte.

7° Enfin plusieurs indications du calcul et de l'expérience, s'accordent à prouver que la température des espaces célestes, est moindre que 50° ou 60° centigrades au-dessous de zéro. Suivant M. Duhamel, elle serait -70° ; M. Saigey, -60° ; M. Fourier -50° ou -60° ; et M. Poisson -13 du thermomètre centigrade (2).

8° M. Arago est parvenu aux conclusions suivantes : 1° Dans aucun lieu et dans aucune saison, un thermomètre élevé de 2 à 3 mètres au-dessus du sol, et à l'abri de toute

(1) Suivant M. Gensanne (n° 2) à 300 mètres au-dessous des caves de l'Observatoire, l'augmentation de température serait de 10° , ce qui, ajouté à $11^{\circ}82$ donnerait $21^{\circ}82$ centigrades, entre 20° et 30° .

(2) M. Gay-Lussac s'étant élevé à Paris dans un ballon, à la hauteur de 6980 mètres au dessus du niveau de la Seine, a observé le thermomètre à $-9^{\circ},5$ centigrades, lorsqu'il était à $30^{\circ},75$ à l'Observatoire, ce qui faisait une diminution de $40,25$; et cependant cette hauteur n'est guère que le 10° de celle de l'atmosphère = $16 \frac{1}{2}$ lieues : ce physicien a remarqué que la température décroît moins rapidement à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère.

réverbération, n'atteindra le 46^e degré centigrade. 2^o En pleine mer, la température de l'air, quels que soient le lieu et la saison, n'atteint jamais le 31^o degré centigrade. 3^o Le plus grand degré de froid qu'on ait jamais observé sur notre globe, avec un thermomètre suspendu dans l'air, est de 50 degrés centigrades au-dessous de zéro (art. 9). 4^o La température de l'eau de mer, sous aucune latitude, et dans aucune saison, ne s'élève au-dessus de 30 degrés centigrades.

Dans un mémoire ayant pour titre : *Recherches sur les températures de la partie solide du globe, de l'atmosphère et du lieu de l'espace où la terre se trouve actuellement*, M. Poisson, membre de l'Académie royale des sciences de Paris, annonce qu'il s'est proposé de donner un résumé des principaux résultats qui se trouvent dans son ouvrage intitulé : *Théorie mathématique de la chaleur*, d'y ajouter quelques nouvelles remarques, et de rappeler les principes sur lesquels ces résultats sont fondés. L'auteur combat la théorie sur laquelle on s'appuie généralement pour expliquer l'accroissement successif qu'on remarque dans la température de la terre, à mesure que les couches sont plus profondes. Fourier et ensuite Laplace ont attribué ce phénomène à la chaleur d'origine que la terre conserverait encore à l'époque actuelle et qui croîtrait en allant de la surface vers le centre ; de telle sorte qu'elle fût excessivement élevée vers le centre, mais très peu considérable vers la superficie. Quoique cette explication, dit M. Poisson, ait été généralement adoptée, j'ai exposé, dans ma *Théorie mathématique de la chaleur*, les difficultés qu'elle présente et qui m'ont paru la rendre à peu près inadmissible : je crois avoir démontré que la terre a dû perdre depuis longtemps, toute la chaleur provenant de son état primitif, et de nouvelles réflexions m'ayant confirmé dans cette opinion, je vais la présenter avec plus de précision et d'assurance que je ne l'avais fait d'abord. En renonçant à la chaleur d'origine,

pour rendre raison de l'élévation des lieux profonds, j'ai, dit M. Poisson, proposé une autre explication de ce phénomène, fondée sur une cause dont l'existence est certaine et qui peut produire un effet semblable à celui qu'on observe : cette cause est l'inégalité de chaleur des régions de l'espace que la terre traverse, en s'y mouvant avec le soleil et tout le système planétaire.

Nous devons nous borner à cette courte exposition qui suffira pour donner une idée des vues de l'auteur sur ce sujet important.

10° OPINIONS SUR LES TEMPÉRATURES ANTÉRIEURES ET ACTUELLES A LA SURFACE DE L'EUROPE.

10. Dans un article inséré dans les *Annales de chimie et de physique*, tom. XXVII, pag. 407, M. Arago discute la question de la température de la terre à la surface, et arrive à cette conclusion qu'en Europe, en général, et dans la France, en particulier, les hivers, il y a quelques siècles, étaient, au moins, aussi rudes qu'à présent : il appuie son opinion sur le fait de la congélation des fleuves et des mers à une époque très ancienne. Je pense, dit-il, que le déboisement des forêts, le dessèchement des marais, les conquêtes de l'agriculture dans ces contrées, l'encaissement des rivières et des fleuves, etc., ont dû déterminer une élévation sensible de la température moyenne. Suivant M. Lowel, la température moyenne de l'Europe n'aurait pas changé; mais les températures extrêmes se seraient rapprochées. Pilgram, Toaldo, professeur de physique à Pise, le professeur Pfaff, etc., en consultant les historiens, réunissant ceux de leurs passages qui sont relatifs à l'état des récoltes, à plusieurs autres phénomènes naturels, et faisant d'ailleurs la part des exagérations si communes aux anciens auteurs, ont conclu que les hivers par le passé, étaient aussi rudes

que dans le siècle où nous vivons. Quelques météorologistes, pour affirmer que la température de la partie du globe que nous habitons, s'est élevée, s'appuient sur ce que le Rhin, le Danube, le Tigre, l'Euxin et les bords de la Méditerranée ont gelé autrefois suivant les rapports des auteurs anciens. D'autres prétendent que la température a baissé, parce que de nombreuses espèces de graines et de fruits ne peuvent plus atteindre leur maturité dans les mêmes contrées où on les cultivait autrefois avec succès. A cette occasion, nous rappellerons que la découverte du thermomètre, ne remonte guère qu'à l'année 1590, à quoi il faut ajouter qu'avant 1700, ces instrumens n'étaient ni exacts ni comparables (*Add. au chap. II, not. 6*).

II^o DE LA CONGÉLATION DU MERCURE. — DE QUELQUES
DOCUMENTS CURIEUX.

11. 1^o Le mercure commence à se geler à — 39°,5 centigrades: on peut donc affirmer que partout où ce liquide s'est solidifié, la température est descendue à 40 degrés centigrades au-dessous de zéro. Nous avons donné ailleurs un tableau des lieux où ce phénomène a été observé.

2^o Sur les bords du Sénégal, le corps humain supporte une chaleur qui fait bouillir l'esprit de vin; et au nord-est de l'Asie, il résiste à un froid qui rend le mercure solide et malléable.

3^o Suivant sir John Davy, la température de l'homme s'accroît de 1^o et même quelquefois de 1°,5, lorsqu'il passe d'un pays froid et même tempéré à un pays chaud. Le même savant a trouvé qu'en Europe, la température moyenne de l'homme est de 36°,7; sous l'équateur de 37°,2, et par 12^o de latitude de 37°,8. Nous avons rapporté ail-

leurs le procédé expérimental au moyen duquel il a obtenu ces résultats.

4° Dobson a vu un jeune homme rester 20 minutes dans une étuve portée à 98° centigrades. MM. Berger et Laroche supportèrent pendant 7 minutes, une chaleur de 109° centigrades : le pouls battait chez eux plus de 160 pulsations par minute lorsqu'ils sortaient de leurs étuves. Blayden resta 12 minutes dans une étuve marquant au même thermomètre de 115 à 127 degrés. Nous pourrions citer d'autres expériences de ce genre.

5° D'après les observations du docteur Brunner sur l'accélération du pouls à diverses hauteurs, son pouls, au bord de la mer, battait de 62 à 65 fois par minute : à 3,200 pieds d'élévation (1), il comptait 72 pulsations ; à 9,300 pieds, il en comptait 80, et à 10,150 pieds, il en comptait 84. Le docteur Paccard et Jacques Balmat en gravissant la cime du Mont-Blanc, ont compté 115 pulsations à une hauteur de 8,400 pieds (2,728,66 mètres) (chap. III, n° 20).

6° Nous jetterons ici quelques autres données qui, quoiqu'étrangères au sujet de cet ouvrage, peuvent cependant s'y rapporter sous quelques rapports éloignés. 1° Suivant M. Maltebrun, la population de la terre,

serait de 650,000,000

D'après l'*American Missionary Papers*, le nombre des habitans de la terre, en 1830, était de 828,445,000

Suivant un autre tableau, on compte en	
Europe	227,000,000
En Amérique	39,000,000
En Asie	390,000,000
En Afrique.	60,000,000
Océanique	21,000,000

737,000,000.

(1) Nous pensons qu'il s'agit du pied anglais valant 204,7 millimètres.

D'après M. Mac-Carthy (*Dict. de géog. en 2 vol.*), il y

aurait en Europe	220,000,000
Asie.	252,000,000
Afrique	81,000,000
Amérique. ,	39,000,000
Australie	3,000,000
Polynésie	1,180,000
	<hr/>
	596,180,000

2° D'après les recherches auxquelles se sont livrés MM. de Humboldt et Ward, la masse de numéraire existant en Europe, en Asie et en Amérique, aurait été à la fin de 1809, (déduction d'un quatre cent vingtième pour perte et usure), de 11 milliards, 643 millions, 269 mille, 500 francs. A la fin de 1829, la diminution serait de 1 milliard, 663 millions, 36,000 francs. Depuis 1810, le produit des mines d'or et d'argent a diminué de plus de moitié.

ADDITIONS

AU CHAPITRE PREMIER.

(a) Pour comprendre l'influence solaire, il faut observer que son action ne s'exerce pas instantanément, et que la chaleur qu'elle produit n'est que l'effet de cette action longtemps prolongée. Dans le jour, la chaleur n'est à son *maximum*, que quelque temps après que le soleil est parvenu à sa plus grande hauteur : dans l'année, la chaleur ne parvient à ce *maximum*, que quelque temps après la plus grande hauteur solsticielle qui a lieu en juin : à cette époque, les rayons solaires nous frappent presque perpendiculairement, peu sont réfléchis, presque tous sont absorbés, et leur action s'exerce pendant seize heures du jour, tandis que la nuit n'en a guère que huit : la chaleur accumulée

pendant le jour, n'a pas le temps de se dissiper pendant la nuit, par l'effet du rayonnement : chaque jour vient donc ajouter une nouvelle quantité de chaleur à celle qui existait la veille, et cette accumulation ne cesse que quand la longueur des nuits vient contrebalancer celle des jours. Aussi ce n'est que vers juillet et août que l'accumulation arrive à son *maximum*. La zone torride comprise entre les deux tropiques, ayant presque toujours le soleil à plomb, la chaleur y est très intense. Les zones glaciales ne voyant le soleil que sous une très grande obliquité, et les jours et les nuits y étant alternativement de longue durée, le froid y est excessif. Les zones tempérées qui comprennent l'Europe et autres pays situés entre les tropiques et le cercle polaire, ne recevant jamais le soleil sous une trop grande ni sous une trop petite inclinaison, et n'étant pas exposés à de longues alternatives de jour et de nuit, conservent une température moyenne.

(b) On désigne par le nom de *Puits Artésiens* des sources que l'on va chercher dans l'intérieur de la terre, à l'aide de la sonde du mineur. C'est dans l'ancienne province d'Artois que paraissent avoir été faites, pour la première fois, les recherches sur ces fontaines jaillissantes. Ces puits sont aujourd'hui connus dans toute la France et la Belgique. M. J. Dégonssé, ingénieur civil en France, est le premier qui ait extrait ces eaux de dessous la grande masse de craie. Il en existe depuis plus d'un siècle dans la Basse Autriche, dans les environs de Modène et de Bologne. L'Angleterre, l'Afrique et l'Amérique jouissent depuis longtemps de fontaines et d'eaux courantes dues à la sonde. La plupart des départemens de la France et surtout ceux du midi, ont longtemps négligé ce moyen bien simple de se procurer une eau limpide, abondante et pure qui se trouve sous la couche de calcaire crayeux. C'est dans l'ouvrage important de M. Garnier, ancien préfet, que l'on puisera toutes les connaissances théoriques et pratiques sur ce sujet. On trou-

vera encore des notions étendues sur les puits forés, dans le n° 38 du *Magasin pittoresque* : nous recommanderons surtout l'*Annuaire du bureau des longitudes* de 1835 (not. de M. Arago). M. Aubernon, préfet de Seine-et-Oise, vient de publier parmi d'autres instructions, des détails intéressans sur la théorie de M. l'abbé Paramello, pour la découverte des sources; ils lui ont été transmis par M. le préfet du Lot.

(c). 1^{er} TABLEAU.

NOMS DES LIEUX.	TEMPÉRATURE MOYENNE		
	DE L'ANNÉE.	D'OCTOBRE.	D'AVRIL.
Caire.	22°, 4	22°, 4	25°, 5
Alger.	21, 0	22, 3	17, 0
Natchez.	18, 9	20, 2	19, 1
Rome.	15, 8	16, 7	13, 0
Milan.	13, 2	14, 5	13, 1
Cincinnati.	12, 0	12, 7	13, 8
Philadelphie.	11, 9	12, 2	12, 0
New-york.	12, 1	12, 5	9, 5
Pékin.	12, 6	13, 0	13, 9
Bude.	10, 6	11, 3	9, 5
Londres.	11, 0	11, 3	9, 9
Paris.	10, 6	10, 7	9, 0
Genève.	9, 6	9, 6	7, 6
Dublin.	9, 2	9, 3	7, 4
Edimbourg.	8, 8	9, 0	8, 3
Gottingue.	8, 3	8, 4	6, 9
Franecker.	11, 3	12, 7	10, 0
Copenhague.	7, 6	9, 3	5, 0
Stockolm.	5, 7	5, 8	3, 6
Christiania.	5, 9	4, 0	5, 9
Upsal.	5, 4	6, 3	4, 3
Quebec.	5, 5	6, 0	4, 2
Pétersbourg.	3, 8	3, 9	2, 8
Abo.	5, 2	5, 0	4, 9
Brontheim.	4, 4	4, 0	1, 3
Ulco.	0, 6	3, 3	1, 2
Umeo.	0, 7	3, 2	1, 1
Cap-Nord.	0, 0	0, 0	— 1, 0
Enontekies (Laponie).	— 2, 8	— 2, 5	— 3, 0
Nain.	— 3, 1	+ 0, 6	— 2, 5

On remarque que les moyennes d'octobre, sont, à quelques écarts près, très rapprochées de celles de l'année, même à des latitudes très différentes. Nous avons aussi rapporté les moyennes d'avril, à l'effet de montrer qu'en général elles sont un peu trop faibles pour représenter les vraies moyennes de l'année (*Mem. d'Arcueil*, tom. III, par *M. de Humboldt*).

2^e TABLEAU.

*Des températures moyennes d'un certain nombre
de points du Globe.*

NOMS DES LIEUX.	LATITUDE.	LONGITUDE.	TEMPÉRATURE MOYENNE ANNUELLE.	TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'ÉTÉ.	TEMPÉRATURE MOYENNE DE L'HIVER.
Nain.	57° 8'	65° 40' O.	— 3,1	— 18,0	+ 9,1
Enontekiä.	65 30	18 27 E.	— 2,9	— 17,6	+ 12,7
Cap-nord.	71 0	23 70 E.	0,0	— 4,6	+ 6,3
Uleç.	65 3	23 6 E.	0,6	— 11,2	+ 14,3
Umeå.	63 50	17 55 E.	0,7	— 10,6	+ 12,8
Petersbourg.	59 56	27 59 E.	3,8	— 8,3	+ 16,7
Drontheim.	63 24	8 2 E.	4,4	— 4,6	+ 16,3
Moscou.	55 45	35 12 E.	4,8	— 11,8	+ 19,5
Abo.	60 27	19 58 E.	4,6	— 6,2	+ 16,6
Upsal.	59 51	15 18 E.	5,6	— 3,9	+ 15,7
Quebec.	46 47	73 30 O.	5,5	— 9,9	+ 20,0
Stockholm.	59 20	15 43 E.	5,7	— 3,6	+ 16,6
Christiania.	59 55	8 28 E.	6,0	— 1,8	+ 17,0
Copenhague.	55 41	10 15 E.	7,6	— 0,6	+ 17,0
Kendal.	54 17	5 6 O.	7,9	+ 2,7	+ 13,8
Gottingue.	51 32	7 33 E.	8,3	+ 0,9	+ 18,2
Iles Malouines.	53 21	8 39 O.	8,3	+ 4,2	+ 11,7
Zurich.	47 22	6 12 E.	8,8	+ 1,3	+ 17,8
Edimbourg.	55 57	5 30 O.	8,8	+ 3,7	+ 14,6
Varsovie.	52 14	18 42 E.	9,2	+ 1,8	+ 20,6
Dublin.	51 25	62 19 O.	9,5	+ 4,0	+ 15,3
Genève.	46 12	3 48 E.	9,6	+ 1,5	+ 18,3
Prague.	50 5	12 4 E.	9,7	+ 0,3	+ 20,5
Clermont.	45 46	0 45 E.	10,0	+ 1,4	+ 18,0
Manheim.	49 29	6 8 E.	10,1	+ 1,0	+ 19,5
Cambridge.	42 25	73 23 O.	10,2	+ 1,1	+ 21,5
Londres.	51 30	2 25 O.	10,2	+ 4,2	+ 17,3
Vienne.	48 12	14 2 E.	10,3	+ 0,4	+ 20,7
Bude.	47 29	16 41 E.	10,6	+ 0,6	+ 21,4
Paris.	48 50	0 0	10,6	+ 3,7	+ 18,1
Amsterdam.	52 22	2 30 E.	10,9	+ 2,7	+ 18,8
Bruxelles.	50 50	2 2 E.	11,0	+ 2,6	+ 19,0
Francker.	52 36	4 2 E.	11,0	+ 2,6	+ 19,6
Philadelphie.	39 56	77 36 O.	11,9	+ 0,1	+ 23,3
New-York.	40 40	76 18 O.	12,1	+ 0,5	+ 22,7
Pekin.	39 54	114 7 E.	12,7	+ 3,1	+ 28,1
Milan.	45 28	6 51 E.	13,2	+ 2,4	+ 22,8
Bordeaux.	44 50	2 54 O.	13,6	+ 5,6	+ 21,6
Marseille.	43 17	3 2 E.	13,0	+ 7,6	+ 22,5
Montpellier.	43 36	10 7 E.	13,8	+ 7,7	+ 24,0
Nagasaki.	32 45	127 35 E.	16,0	+ 4,1	+ 28,3
Naïchez.	31 28	93 50 O.	18,2	+ 9,2	+ 26,2
Fonchal.	37 37	19 16 O.	20,3	+ 18,0	+ 22,5
Alger.	36 48	0 41 E.	21,1	+ 16,4	+ 26,8
Le Caire.	30 2	28 58 E.	22,4	+ 14,7	+ 29,5
Vera-Cruz.	19 11	98 21 O.	25,4	+ 22,2	+ 27,5
La Harane.	23 10	84 33 O.	25,5	+ 21,8	+ 24,5
Cumana.	10 27	67 35 O.	27,7	+ 26,8	+ 28,7

Il y a lieu à quelques corrections de température, relativement à ceux des lieux suivans qui ne sont pas au niveau de la mer : tels sont Enontekies à 438 mètres de hauteur : Moscou à 300 mètres : Gottingue à 134 mètres : Zurich à 437 mètres, Genève à 396 mètres : Manheim à 140 mètres : Vienne à 156 mètres : Clermont à 411 mètres : Bude à 154 mètres : Paris à 65 mètres : Milan à 188 mètres : Natchez à 58 mètres.

3^o TABLEAU.

Comparaison des vraies moyennes avec celles qui seraient données par les observations thermométriques de 9 heures du matin, pour l'Observatoire de Paris.

NOMS DES MOIS.	MOYENNES	MOYENNES TEMPÉRATURES
	TEMPÉRATURES	DE
	DES MOIS.	9 HEURES DU MATIN.
Janvier.	— 2 ^o , 0	— 2 ^o , 6
Février.	+ 2, 7	+ 2, 6
Mars.	+ 5, 7	+ 5, 6
Avril.	+ 9, 8	+ 11, 1
Mai.	+ 14, 9	+ 16, 4
Juin.	+ 17, 1	+ 19, 1
Juillet.	+ 18, 6	+ 19, 3
Août.	+ 17, 0	+ 18, 3
Septembre.	+ 13, 7	+ 15, 0
Octobre.	+ 10, 0	+ 9, 9
Novembre.	+ 4, 7	+ 4, 2
Décembre.	— 3, 5	— 4, 1
Moyennes.	+ 9, 1	+ 9, 6

D'après ce tableau, la moyenne température donnée par la méthode directe, est 9, 1 : celle qui serait donnée par le mois d'avril, serait 9, 8, par le mois d'octobre, 10, 7 ou

10,0 (1^{er} tableau) ; et enfin celle qui est donnée par la moyenne de 9 heures du matin, et de 9,6, qui ne s'écarte de la vraie moyenne que d'un demi-degré. Sur quoi l'on peut remarquer que si les observations de 9 heures sont bonnes pour donner la moyenne de l'année, elles seraient inexactes pour donner la moyenne des mois : elles conduiraient à des résultats trop faibles pour les mois chauds, et trop forts pour les autres mois.

Voici ce qui résulte d'un grand nombre d'observations faites sur différens points du globe, touchant la recherche des deux jours du printemps et de l'automne dont la température représente le mieux la température moyenne de l'année et des deux autres jours de l'hiver et de l'été, auxquels correspondent les extrêmes de la température annuelle.

4^o TABLEAU.

NOMS DES LIEUX.	POUR LE PRINTEMPS.	POUR L'AUTOMNE.
Enontekies (Laponie).	28 avril.	22 octobre.
Christiania.	3 mai.	14 Id.
Upsal.	22 avril.	18 Id.
Fort Sullivan. (États-Unis).	26 Id.	26 Id.
Manchester.	27 Id.	23 Id.
Turin.	18 Id.	26 Id.
Padoue.	20 Id.	6 Id.
Rome.	1 ^{er} mai.	24 Id.
Villes du Cap.	19 avril.	21 Id.
Fort Johnston (États-Unis).	21 Id.	18 Id.
Abusheher (Côte de Perse).	23 Id.	22 Id.

D'après ces observations, le degré de latitude n'a aucune influence sur l'époque de la température moyenne de l'année ; en effet, Christiania et Rome sont les deux points où cette moyenne arrive le plus tard. La moyenne de toutes

les époques ci-dessus, serait pour le printemps, le 24 avril, et pour l'automne le 21 octobre. Les extrêmes de la température annuelle, sont pour les mêmes lieux.

NOMS DES LIEUX.	POUR LE PRINTEMPS.	POUR L'AUTOMNE.
Enontekies.	20 janvier.	26 juillet.
Christiania.	17 Id.	20 Id.
Upsal.	16 Id.	21 Id.
Fort Sullivan.	24 Id.	29 Id.
Manchester.	12 Id.	27 Id.
Turin.	3 Id.	27 Id.
Padoue.	15 Id.	26 Id.
Rome.	16 Id.	1 Id.
Ville du Cap.	4 février.	6 Id.
Fort Johnston.	18 janvier.	21 Id.
Abusheher.	12 Id.	18 Id.

D'après ces résultats, le 14 janvier, serait, terme moyen, le jour le plus froid, et le 2 juillet, le jour le plus chaud de l'année. Il résulte des observations de M. Kœmps que la température suit, dans toutes les latitudes, une loi uniforme et constante, soit qu'elle augmente, soit qu'elle diminue.

A la suite de ces notions toutes modernes, on ne lira pas sans intérêt un mémoire de M. Mairant (Acad. des Sc. 1765), ayant pour titre : *Nouvelles recherches sur la cause générale du chaud en été et du froid en hiver, en tant qu'elle se lie à la chaleur interne et permanente de la terre, servant de supplément et de correction à un autre mémoire sur le même sujet publié en 1719* : 2° un Mémoire sur la Météorologie, par le père Cotte, oratorien (*Mém. des Sav. etc., année 1773*), et particulièrement la table XV qui comprend les phénomènes météorologiques, et entre autres les tremblemens de terre qui ont eu lieu de 1764 à 1771.

(c) Nous ne pouvons nous dispenser d'annoncer ici : 1° une communication faite par M. Pelletier à l'Académie des

sciences de Paris, sur les moyens de connaître la température de la terre et des mers à de grandes profondeurs et celle de l'atmosphère à de grandes hauteurs. Ce procédé aussi exact que commode, n'exige, pour ainsi dire, aucun déplacement, et l'observateur ne sort pas de son cabinet : c'est une nouvelle application du principe qui a guidé M. Becquerel dans ses recherches sur l'appréciation de la température des êtres organisés, au moyen d'un appareil thermo-électrique : nous aurons occasion de revenir sur cette expérience, dans la suite de cet ouvrage. 2^o M. Libry a lu à la même Académie, un mémoire sur la *Théorie mathématique des températures terrestres*, dont nous nous bornerons à relater une seule conclusion : Dans un temps donné, les refroidissemens, pour chaque couche terrestre, étant proportionnels aux quantités de chaleur, ces refroidissemens seront plus rapides dans les couches plus échauffées qui se trouvent à l'intérieur de la terre; en sorte que c'est surtout à des profondeurs considérables qu'il faudra désormais établir des appareils thermométriques pour découvrir les variations de la température moyenne (*Ann. de Phys. et de Chim.*, tom. LII).

(d) Si l'on considère les variations annuelles du thermomètre et si l'on cherche d'abord le jour le plus chaud et le jour le plus froid de l'année, on trouve les résultats suivans, en faisant usage de tous les documens consignés dans l'*Aperçu Historique de la Météorologie en Belgique*, par M. Quetelet.

SÉRIES D'OBSERVATIONS.	ÉPOQUES DE LA TEMPÉRATURE.	
	MINIMUM.	MAXIMUM.
De 1763 à 1788.	17 janvier.	20 juillet.
De 1800 à 1834.	14 janvier.	21 juillet.
Moyenne.	15 janvier.	20 juillet.

Ces résultats s'accordent fort bien entre eux et ils ne sont pas moins d'accord avec ceux auxquels est parvenu M. le docteur Kœmps dans son *Traité de Météorologie* : en faisant usage des meilleurs documens recueillis en Europe, ce physicien a trouvé que le jour le plus froid est le 14 janvier et que le jour le plus chaud est le 26 juillet.

M. Arago a comparé la constitution météorologique du mois d'avril 1837, avec celles du même mois dans les années précédentes; aujourd'hui il présente les résultats d'une semblable comparaison pour le mois de mai : nous ne consignerons ici que la dernière partie des recherches de ce savant, distraction faite des observations des trois derniers jours.

La moyenne a été trouvée de 11°, 9 centigrades, et depuis un demi-siècle, on n'avait pas eu un chiffre aussi peu élevé. Si au lieu de considérer la moyenne, on s'attache au *minimum* de la température, ce n'est plus le mois de mai 1837 qui occupe le dernier rang; en 1802, le *minimum* de température du mois de mai, est de 0°, 4, et pour 14 autres années, il fut au-dessous de 3°. Le *maximum* n'a été, déduction faite des trois derniers jours, que de 21°, 9 : on trouve deux autres années où ce chiffre n'a pas même été atteint. La moyenne normale de ce mois, déduite des obser-

vations des 50 dernières années, est de 14°, 55, et supérieure, comme on le voit, de 3°, 45 à celle de mai de cette année.

Relativement au nombre des jours de pluie et à la quantité d'eau tombée, le mois de mai, n'est pas exceptionnel. Dans le midi de la France, à Alais, suivant M. d'Hombres Fermas, la moyenne température d'avril, déduite des 35 dernières années, est de +13°, 5 et celle du mois d'avril, pour 1837, a été seulement de 11°, 25, très peu inférieure aux moyennes de 1813 et 1825. Les mois d'avril les plus chauds, ont été ceux des années 1814, 1819 et 1820. Le *minimum* de température a été le 11 avril 1837, de —0°, 5, inférieure à celle de 1809 et de 1822. Le *maximum* a été le 30 de 25°; en 1819 et 1820, il avait été de 28°. On trouve dans les 35 dernières années, plusieurs mois d'avril moins pluvieux et d'autres qui l'ont été davantage.

M. Quetelet, astronome à Bruxelles, a dressé pour les mois de mars, avril et mai des années 1833, 1834, 1835, 1836 et 1837, les tableaux des températures moyennes, des moyennes des maxima et minima et des maximum et minimum absolus de température; d'où il a conclu que la température de ces mois a été bien au-dessous de ce qu'elle est habituellement : en comparant les températures moyennes des mêmes mois à celles observées antérieurement, il a trouvé qu'elles sont à peu près exactement les mêmes que celles de chacun des mois qui les précèdent respectivement. Il en a été de même pour les moyennes des températures *maxima et minima*.

En recherchant si le climat (1) de la Belgique doit être rapporté aux climats constans, variables ou excessifs (n° 1), on ne trouve pas un accord moins satisfaisant entre les observations de ce siècle et celles du siècle précédent : en effet

(1) On peut désigner ainsi *les climats* selon que la différence des températures du mois le plus chaud et du mois le plus froid de l'année, est plus ou moins grande.

si l'on réunit les résultats des observations qui semblent mériter le plus de confiance, on trouve

		Température moyenne de l'année.	TEMPÉRATURE DU MOIS		Différences.
			Le plus chaud.	Le plus froid.	
D'après	L'abbé Mann.	10°, 50	20°, 25	0°, 62	19°, 63
	M. Kickx.	10, 63	20, 60	1, 30	19, 30
	M. Crahay.	10, 88	20, 23	0, 70	19, 53
	Moyennes.	10, 67 (1)	20, 36	0, 87	19, 49

Nous nous bornerons à ces documens, pour passer aux recherches actuelles de M. Quetelet sur les températures terrestres à diverses profondeurs. L'auteur expose d'abord les principaux résultats de la théorie analytique de la chaleur, dans ses rapports avec la physique du globe, et il les compare ensuite à ceux que l'expérience a donnés pour le très petit nombre de lieux où des observations suivies ont été faites, dans la vue de déterminer les variations des températures terrestres ; on sait que ces variations sont de deux espèces : les unes sont *diurnes*, et dans nos climats elles n'exercent leur influence que jusqu'à 1 mètre ou 1 mètre 25 de profondeur environ ; les autres sont *annuelles* et produisent des effets sensibles jusqu'à plus de 20 mètres de profondeur (2) : *les profondeurs où s'éteignent ces varia-*

(1) Le second tableau a donné 11°, 0.

(2) Les premières observations sur les variations diurnes du thermomètre, sont dues à Chiminello de Padoue, vers la fin du siècle dernier : d'autres ont été faites en 1824 et 1825, à Leith, près d'Édimbourg ; par Neuber, en Danemark ; par Bento, Sanchez, Dorta à Rio-Janeiro, en 1785, et par MM. Horner et Langsdoff dans le grand Océan. En 1728, on fit à Florence la découverte d'une caisse qui renfermait un grand nombre de thermomètres de l'Académie del Cimento, thermomètres divisés en 50 parties. M. Guillaume Libry, à qui ils furent confiés, commença par s'assurer qu'ils marchaient tous d'accord entre

tions, sont comme les racines carrées des périodes de temps pendant lesquelles elles s'accomplissent. Le désir d'ajouter aux observations déjà recueillies, a porté l'auteur à entreprendre la pénible tâche d'observer une série de huit thermomètres nouvellement placés à l'Observatoire de Bruxelles, à la surface du sol et au-dessous de cette surface, jusqu'à la profondeur d'un mètre. Les variations annuelles sont spécialement celles que M. Quetelet a cherché à déterminer dans son mémoire : il a employé à cet effet huit thermomètres à esprit-de-vin dont la boule du plus long descend jusqu'à 24 pieds au-dessous de la surface du sol : ses observations ont été commencées en 1834. Les seules séries d'observation de ce genre, qui aient été publiées jusqu'à ce jour, c'est-à-dire, celles de Zurich, d'Edimbourg, de Strasbourg et d'Upsal en Suède, n'ont pas été discutées et n'ont pas subi la correction importante relative à la différence de température que présente généralement la tige et la boule du thermomètre, quand celle-ci descend un peu avant en terre. Dans les observations de Bruxelles, on a tenu compte de cette correction et les résultats corrigés sont donnés dans des tableaux particuliers dont les suivans sont extraits.

eux, et à l'aide de plus de deux cents observations comparatives, il rapporta leur échelle à celles des thermomètres maintenant en usage ; il trouva que le zéro sur l'échelle del Cimento, correspond à -15° de l'échelle de Réaumur ; que le 50^m de la première est identique avec le 44^e de la seconde ; que, dans la glace fondante, le thermomètre del Cimento, marque $13^{\circ},5$. Il est maintenant prouvé qu'à la longue, presque tous les thermomètres deviennent faux. Le zéro, je veux dire le terme de la glace fondante, monte le long de l'échelle graduée, comme si la boule contenant le mercure se rétrécissait : le thermomètre arrive ainsi à marquer $+1^{\circ}$, quand il devrait indiquer zéro, puis $+2^{\circ}$, quand la température n'est que de $+1^{\circ}$. L'erreur va même quelquefois jusqu'à $+1^{\circ} \frac{1}{2}$. Ainsi, les nombreuses températures, observées dans les souterrains de l'Observatoire de Paris, à une époque où on ne savait pas encore que les thermomètres doivent être modifiés sans cesse, sont nécessairement fautives. Nous observerons pour la suite que 1° du thermomètre de Fahrenheit vaut $\frac{5}{9} = 0,55$ du degré centésimal et $\frac{4}{9}$ de celui de Réaumur, dont le degré vaut $\frac{10}{8} = \frac{5}{4} = 1,25$ du degré centésimal.

THERMOMÈTRE	Excès du maximum sur le minimum de température annuelle, d'après l'observation	
	En 1834.	En 1835.
A 0,58 pieds de profondeur. . .	13,44	12,10
1,38	12,56	11,54
2,31	11,50	10,38
3,08	10,78	9,64
6,00	7,53	7,00
12,00	4,66	4,33
24,00	1,30	1,51

Or la théorie indique que l'excès du *maximum* sur le *minimum* de température, doit décroître en progression géométrique, tandis que l'on s'abaisse au-dessous du sol suivant une progression arithmétique. Pour juger si la théorie était ici d'accord avec l'expérience, on a pris les indications de deux des sept thermomètres précédens, et l'on a calculé quelles devaient être les températures indiquées par les cinq autres. Le calcul a donné les valeurs suivantes près desquelles on a placé les écarts des observations.

EXCÈS DU MAXIMUM SUR LE MINIMUM DE TEMPÉRATURE ANNUELLE. (Thermomètre centigrade.)						
RÉSULTATS EN 1834.				RÉSULTATS EN 1835.		
Pieds de profondeur.	Observations.	Calcul.	Différence.	Observations.	Calcul.	Différence.
0,58	13, 44	13,67	— 0,23	12, 10	12,04	+ 0,06
1,38	12, 56	12,65	— 0,09	11, 54	11,21	+ 0,33
2,31	11, 50	11,55	— 0,05	10, 38	10,32	+ 0,06
3,08	10, 78	10,72	+ 0,06	9, 64	9,64	0,00
6,00	7, 53	8,08	— 0,55	7, 00	7,44	— 0,44
12,00	4, 66	4,50	+ 0,16	4, 33	4,37	— 0,04
24,00	1, 30	1,40	— 0,10	1, 51	1,51	0,00

Dans ce tableau, les résultats observés s'accordent d'une manière très satisfaisante avec ceux donnés par le calcul, surtout si l'on considère que les thermomètres peuvent avoir éprouvé de petites variations dans les points fondamentaux de leur échelle. On voit que les limites dans lesquelles varie la température annuelle, se resserrent très rapidement avec les profondeurs : à 24 pieds au-dessous du sol, par exemple, la variation annuelle n'a plus été que de 1°, 40 environ, et les écarts de cette moyenne, n'ont été que d'un dixième de degré. Les formules données dans la note, montrent que l'excès du *maximum* sur le *minimum* de température,

N'EST PLUS QUE DE	A LA PROFONDEUR DE	
	D'après 1834	D'après 1835
1°,00 centigrades.	27,5 pieds.	28,6 pieds.
0,10	51,1	54,6
0,01	74,8	80,6

Ainsi les oscillations de température, pendant le cours de l'année, ne tombent que dans les centièmes de degré à la profondeur de 60 pieds. Ce résultat s'accorde fort bien avec les résultats observés dans les eaux du puits de l'Observatoire, qui descend à plus de 60 pieds au-dessous du sol. Les observations faites aux différens mois de l'année, n'ont pas, en effet, donné un dixième de différence en température, pendant tout le cours de 1834 et 1835 : ces nombres comparés à ceux que M. Quetelet a déduits par le calcul de toutes les observations connues jusqu'à présent, et qui ont rapport aux températures terrestres, donnent les résultats suivans :

NOMS DES LIEUX.	Profondeur à laquelle les plus grandes oscillations des températures annuelles ne sont plus que de		
	1°,00	0°,10	0°,01
Edimbourg.	6 ^m ,19	11 ^m ,99	17 ^m ,78
Upsal.	8, 46	14, 14	20, 91
Zurich.	8, 57	15, 54	22, 44
Strasbourg.	9, 73	17, 58	25, 43
Paris.	9, 12	15, 80	22, 40
Bruxelles.	9, 21	17, 08	25, 25
Moyennes.	8, 55	15, 35	22, 37

Au milieu des petits écarts qui tiennent surtout à la manière dont les thermomètres sont exposés à l'action des températures extérieures, il paraîtrait assez que les variations annuelles pénètrent moins profondément en terre à des latitudes élevées; dans nos climats, on peut estimer d'après les observations de Zurich, de Strasbourg, de Paris et de Bruxelles, que les variations sont, à peu près, éteintes à 24 mètres de profondeur (n° 2 et suiv.), puisqu'elles n'y sont plus que d'un centième de degré; et les plus grands écarts de cette moyenne, ne sont que d'un mètre et demi. Nous avons déjà dit que l'action de la variation diurne, est, à peu près, insensible à la profondeur de 1^m, 25. La détermination des époques des *maxima* et des *minima* de la température annuelle, présente de grandes difficultés dans le voisinage de la surface de la terre: les variations diurnes viennent en effet se mêler aux variations annuelles: il arrive encore que la température *maximum* ou *minimum* à une certaine profondeur, se trouve être le résultat de plusieurs *maxima* ou *minima* observés à l'air libre, et qui se sont succédé de manière qu'il serait impossible de pré-

ciser l'époque que l'on pourrait considérer comme appartenant à leur résultante. Cette incertitude devient d'autant moindre qu'on opère sur les résultats d'un plus grand nombre d'années; à Bruxelles, par exemple, on peut prendre pour point de départ le 15 janvier et le 20 juillet pour les époques du *minimum* et du *maximum* à l'air libre. Quand on descend ensuite à des profondeurs plus grandes, la courbe des températures procède d'une manière plus régulière et permet de mieux apprécier les instans de ses plus grandes excursions. Cependant à ces profondeurs, la température, quand elle est près d'atteindre son *maximum* ou son *minimum*, varie si peu que le thermomètre est à peu près stationnaire pendant plusieurs jours. On démontre, en effet, que la différence de la température actuelle à la température moyenne, augmente proportionnellement au sinus du temps écoulé depuis l'instant où cette température moyenne avait lieu.

Dans les résultats qui suivent, on a eu soin de faire la correction nécessitée par l'inégalité de température que présentent en général la boule et la tige du thermomètre, et cette correction est ici d'une telle importance que pour le thermomètre le plus long, par exemple, l'époque du *maximum* s'est présentée environ deux mois plus tôt, en faisant usage des résultats non réduits.

PROFONDEUR	MAXIMUM DE TEMPÉRATURE	
	en 1834	en 1855.
à 3,08 pieds.	le 22 août + 18°, 30	le 24 août + 17°, 12
6,00	le 30 Id. 16, 56	le 1 ^{er} septem. 15, 86
12,00	le 9 octobre 14, 95	du 10 au 15 oct. 14, 75
24,00	du 10 au 30 déc. 12, 66	du 10 ou 15 déc. 12, 89

En reportant l'époque du *maximum* de température à

l'air, au 20 juillet, on aurait donc compté 148 jours environ jusqu'à l'époque du *maximum* de température à 24 pieds de profondeur, pour l'année 1834 : ce qui fait un peu plus de 18 jours pour 3 pieds ou 1 mètre de profondeur. On obtient à peu près identiquement le même résultat pour 1835.

M. Poisson en discutant les observations de Paris, trouva par la théorie qu'à la profondeur de 24 pieds, le *minimum* de température doit se présenter le 18 décembre, ce qui s'accorde très bien avec les observations précédentes.

Les époques du *maxima* pour les thermomètres de Bruxelles, placés à 6 ou 12 pieds de profondeur, se rapprochent également beaucoup des époques indiquées par le calcul. Quant au *minimum*, son époque a eu lieu du 10 au 20 juin, à 24 pieds de profondeur ; du 10 au 15 avril à 12 pieds, et vers le 20 mars, à la profondeur de 6 pieds.

Dans un *Traité de Météorologie* faisant partie d'une *Encyclopédie portative* publiée à Paris, il est dit qu'on a reconnu au moyen de thermomètres placés à diverses profondeurs, depuis 1 jusqu'à 8 pieds, qu'il règne dans le sol un courant régulier de chaleur pendant l'été, aussi longtemps que la température moyenne de l'atmosphère, est plus élevée que celle de l'intérieur ; et, au contraire, pendant l'hiver, le courant se dirige vers la surface pour compenser le défaut de chaleur produit par le froid extérieur. De cette manière, à une certaine profondeur, l'équilibre de température de la terre s'établit graduellement et a lieu deux fois par an, en mai et en octobre. On lit encore qu'en 1825 où la chaleur a été très intense, le thermomètre à 25 pieds de profondeur a marqué . . . 11°, 5

15 pieds.	15°, 0
5 pieds.	18°, 0
3 pieds.	22°, 0
Dans le sable à la surface	53°, 0
Dans la terre noire	55°, 0

Les résultats de 1836 rapprochés de ceux des deux

années précédentes, ont présenté les dates qui suivent pour la marche du *maximum* de température à l'intérieur de la terre, à partir de la surface jusqu'à la profondeur de 24 pieds.

A LA PROFONDEUR	ÉPOQUE DE LA PLUS HAUTE TEMPÉRATURE.		
	1834.	1835.	1836.
de 0,58	26 juillet.	2 août.	17 juillet.
1,38	4 août.	10 Id.	22 Id.
2,31	10 Id.	15 Id.	26 Id.
3,08	14 Id.	18 Id.	29 Id.
6,00	4 septembre.	8 septembre.	19 Id.
12,00	8 octobre.	8 octobre.	10 octobre.
24,00	12 décembre.	3 décembre.	20 décembre.

Voici comment les froids d'hiver se sont successivement transmis au-dessous de la surface du sol.

A LA PROFONDEUR	ÉPOQUE DE LA PLUS BASSE TEMPÉRATURE	
	1835.	1836.
de 0,58	17 janvier.	21 janvier.
1,38	24 Id.	20 Id.
2,31	10 février.	24 février.
3,08	18 Id.	26 Id.
6,00	19 mars.	(1)
12,00	20 avril.	4 avril.
24,00	16 juin.	8 juin.

Ainsi l'on peut estimer que le *maximum* et le *minimum* de température, ont employé, terme moyen, environ 144 jours à se transmettre depuis la surface jusqu'à 24 pieds

(1) Ce thermomètre a été cassé dans le cours de 1836.

de profondeur, ce qui donne pour vitesse de leur marche, 1 pied par 6 jours.

En 1836, la différence de température du mois le plus chaud au mois le plus froid, a été de 14°, 9 à la surface : cette même différence n'a plus été que de 1°, 41, à 24 pieds de profondeur. Voici quelles ont été les différences d'après les résultats moyens de 1834, 1835 et 1836 à côté desquels on trouve les résultats calculés.

PROFONDEUR		EXCÈS DU MAXIMUM SUR LE MINIMUM DE TEMPÉRATURE	
		DE L'ANNÉE, D'APRÈS	
		l'observation.	le calcul.
de	0,58	13,00	13,13
	1,58	12,35	12,17
	2,31	11,25	11,15
	3,08	10,36	10,36
	6,00	7,59	7,86
	12,00	4,47	4,45
	24,00	1,43	1,43

D'après la formule (1), la différence du mois le plus chaud au mois le plus froid, ne serait plus que de 1°, 0 centigrade à 29 pieds de profondeur.
 0°, 1 à 52
 0°, 01 à 76 ou 24, 7 mètres.

A cette dernière limite, on pourrait donc regarder les variations annuelles de la température, comme à peu près constantes, et l'on aurait atteint la couche des températures invariables.

M. Crahay, déjà cité plus haut, vient de présenter à

(1) Cette formule est

$$\text{Log } \Delta p = 1,14198 - 0,04111 p$$

Δp étant la différence des températures *maximum* et *minimum* à p pieds de profondeur.

L'Académie royale des sciences et lettres de Bruxelles, un *Mémoire sur la Météorologie*, contenant trois parties, l'une sur la température de Maestricht, la seconde sur celle des Galeries souterraines de la montagne de St.-Pierre et la troisième sur la Pression atmosphérique : nous donnerons ici et au chap. II, (*Add.*), une courte analyse de la première et de la troisième partie. Pendant 16 années, c'est-à-dire, depuis 1818 jusqu'à 1833, inclusivement, le *maximum* de température à Maestricht, s'est présenté le 19 juillet, ou 28 jours après le solstice d'été, et le *minimum*, le 22 janvier, ou 32 jours après le solstice d'hiver : depuis 1826 jusqu'en 1833, la moyenne des huit années, a été 9°,95, moyenne annuelle des températures de Maestricht. Dans les mois d'avril, mai, juin, juillet et août, la température de 9 heures du matin, est supérieure à la moyenne véritable de ces mois, tandis que, pour les autres mois de l'année, elle est inférieure. La coïncidence est, à peu près, complète entre la température moyenne et celle du mois d'avril. Il est digne de remarque que dans les mois d'été comme dans ceux d'hiver, la différence entre les températures extrêmes est presque toujours la même. Nous ne consignons ici que les résultats les plus importants, et nous saisissons cette occasion de manifester le vœu qu'on se livre à des recherches sur le même plan dans toutes les villes où on est pourvu d'instrumens convenables. Cette partie du mémoire est terminée par quatre tableaux.

Nous dirons quelques mots des observations thermométriques faites par M. Bouvard à l'Observatoire de Paris, et consignées en tableaux dans son mémoire (chap. II, n° 13). La température la plus basse de l'année, répond au 14 janvier, c'est-à-dire, environ 25 jours après le solstice d'hiver ; la plus haute arrive du 13 au 15 juillet, à peu près 25 jours après le solstice d'été : enfin la température moyenne a lieu, à peu près du 20 au 22 avril. La température moyenne d'avril est sensiblement plus faible que la moyenne de

l'année, et celle d'octobre la surpasse d'environ $\frac{1}{2}$ degré (1).

(d). L'extrait suivant du travail de M. Arago, consigné dans l'annuaire du Bureau des longitudes, année 1833, sous le titre de *Notices scientifiques*, servira de résumé à ce chapitre.

1° *A l'origine des choses, la terre était probablement incandescente : aujourd'hui elle conserve encore une partie de sa chaleur primitive.* Dans tous les lieux de la terre, dès qu'on est descendu à une certaine profondeur, le thermomètre n'éprouve plus ni variation diurne, ni variation annuelle : il marque constamment le même degré et la même fraction de degré, pendant toute l'année et pendant toutes les années. Ainsi il n'est pas vrai que les phénomènes de température des couches terrestres, puissent être attribués à la seule action des rayons solaires. L'action solaire une fois éliminée, la cause de l'accroissement régulier de chaleur qui s'observe en tout lieu, à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur du globe, ne saurait être qu'une chaleur propre, une chaleur d'origine.

2° *Y a-t-il quelque moyen de découvrir depuis combien de siècles, la terre se refroidit ?* Il existe une formule destinée à calculer la valeur du refroidissement séculaire du globe, dans laquelle figure le nombre des siècles écoulés depuis l'origine du refroidissement, en admettant qu'à cette origine, la même température était devenue commune à toute la masse. Si donc ce nombre de siècles était connu, on pourrait en déduire la perte de la chaleur séculaire qu'éprouve notre globe et inversement. Ainsi, dans le der-

(1) M. Arago donne à l'Académie des sciences de Paris quelques détails sur l'instrument nommé *montre-thermomètre*, inventé par M. Jules Jürgensen, de Copenhague, laquelle donne la température actuelle et les températures *maxima* et *minima* qui se sont conservées dans les 24 heures. On doit à M. Brewster un instrument nommé *montre-atmosphérique*, propre à trouver la véritable température moyenne par une seule observation.

nier cas, la question de l'ancienneté de notre terre, se trouverait ramenée à la détermination d'une variation thermométrique, laquelle, à cause de son excessive petitesse, est réservée aux siècles à venir.

3° *En deux mille ans, la température générale de la masse de la terre, n'a pas varié de la 10^{me} partie d'un degré. Démonstration de cette proposition tirée du mouvement de la lune.*

4° *La chaleur primitive du globe dont les effets sont encore si sensibles à une certaine profondeur, contribue-t-elle pour une part notable, à la température actuelle de la surface ?* L'académicien Fourier démontre (n° 10) que l'effet thermométrique que la chaleur centrale produit à la surface, est la 30^{me} partie d'un degré centésimal, c'est-à-dire, que tous les changemens sont accomplis, à un 30^{me} de degré près. Cependant à de certaines profondeurs, la chaleur d'origine est encore énorme.

5° *La température des espaces célestes, est-elle variable ? Cette température peut-elle devenir la cause de changemens dans les climats terrestres ?* Fourier a introduit, depuis peu d'années, dans la *Théorie des Climats*, une considération qui, jusqu'ici, avait été entièrement négligée : il a signalé le rôle que doit y jouer la température de ces espaces célestes dans lesquels s'opèrent les mouvemens planétaires, dans lesquels, en particulier, la terre décrit son orbite annuel autour du soleil : il a trouvé que la température de l'espace que la terre sillonne tous les ans, est de 50 à 60 degrés centigrades au dessous de zéro (1). Tel est le degré qu'un thermomètre marquerait dans toute la région occupée par notre système, si le soleil et les planètes qui l'accompagnent venaient à être anéantis.

6° *Les variations qu'éprouvent certains élémens astronomiques peuvent-elles modifier sensiblement les climats ter-*

(1) Chap. I, art. 9, 7°.

restres. Il n'y a sur le globe qu'une seule région où, abstraction faite des réfractions astronomiques, les jours et les nuits aient en tout temps la même durée; c'est l'équateur terrestre: partout ailleurs, les jours et les nuits ont, en général, des longueurs inégales. Les 20 et 21 mars, les 22 et 23 septembre sont les seules époques où les jours et les nuits se composent exactement du même nombre d'heures, c'est-à-dire qu'il y a alors, dans tous les lieux de la terre, d'un pôle à l'autre, et de l'Orient au Couchant, la même égalité entre la durée de la présence du soleil sur l'horizon et la durée de sa disparition. Sous toutes les latitudes, l'époque des longs jours et des courtes nuits sera une époque de haute température, et celle des longues nuits, combinées avec les jours de courte durée, sera une époque de la saison froide. Enfin, les extrêmes thermométriques auront, dans chaque lieu, une liaison intime et nécessaire avec la différence des jours de plus grande et de moindre durée: toute cause qui réduirait cette différence, rendrait les hivers et les étés moins dissemblables: il n'est pas aussi évident qu'il en résulterait un changement *dans les températures moyennes*: mais une certaine *égalisation* des saisons serait déjà un fait trop remarquable, trop susceptible de modifier en tout lieu les phénomènes de la végétation pour qu'il ne soit pas utile d'examiner si, depuis les temps historiques, cette égalisation n'a pas pu être amenée par quelque changement de forme et de position de l'orbite terrestre. On a reconnu que les changemens qui s'opèrent dans *la position* de l'orbite solaire ou terrestre n'ont pas pu modifier les climats terrestres, et qu'il en est de même des variations que cette orbite éprouve dans sa forme.

CHAPITRE II.

Sur les variations périodiques du baromètre. — Sur l'influence du vent sur les hauteurs barométriques. — Sur les secousses atmosphériques.

1^o SUR LE BAROMÈTRE (1).

13. Les observations tant barométriques que thermométriques, au nombre de plus de cent mille, sont le sujet d'un mémoire de M. l'astronome Bouvard, lu à l'Académie royale des sciences de Paris, le 23 avril 1827. Les premières ont été faites sans interruption, dans un espace de onze années, depuis 1817 jusqu'à 1827 : on observait les variations jour par jour, dans la hauteur du baromètre, à 9 heures du matin, à midi, à 3 heures après-midi, et à 9 heures du soir. Le baromètre, dont on s'est servi, est celui de Fortin, à niveau constant, dont le tube a un dia-

(1) Le baromètre est placé dans une pièce dont la température varie peu ; on a pris les mesures nécessaires pour assurer sa verticalité. Les thermomètres doivent être souvent comparés et vérifiés pendant le cours de l'année. Ces thermomètres ainsi que l'hygromètre à cheveu de Saussure, sont suspendus librement vers le nord et à l'ombre, sans communication avec les fenêtres ni les murs, et à 3 mètres au-dessus du sol. La hauteur la plus commune du baromètre, au niveau des mers, lorsque le temps est calme, est 0^{mm},760 ou 28 pouces environ : c'est cette hauteur que l'on a choisie pour *la hauteur moyenne*.

mètre intérieur de 14 millimètres, et dont le vernier donne directement des 50^{mes} = 0,02 de millimètre. On sait que le baromètre éprouve dans nos climats comme à l'équateur *une variation diurne* dont la marche devient sensible, quand on combine un assez grand nombre d'observations, pour compenser les effets fortuits des causes accidentelles. On trouve ainsi que le baromètre atteint sa plus grande élévation ou son *maximum* à 9 heures du matin ; qu'il descend ensuite jusqu'à 3 heures de l'après-midi ; qu'à partir de cette époque, il remonte et produit un second *maximum* vers 9 heures du soir, et qu'il redescend de nouveau pour présenter le jour suivant les mêmes oscillations. L'excès de la plus grande hauteur, de celle de 9 heures du matin, sur la plus petite qui répond à 3 heures de l'après-midi, excès qu'on a nommé *période*, fait donc connaître l'étendue de cette *marée atmosphérique* pour le lieu où les observations ont été faites (1). Pour avoir la valeur moyenne de ces marées, il faut y employer un grand nombre d'années, afin d'arriver à un résultat qui ne soit que le produit de causes régulières. M. Bouvard a dressé des tableaux résultant des observations des onze années : le second de ces tableaux, qui n'est qu'un résumé du premier, s'étend de 1816 à 1826, et donne en quatre colonnes les hauteurs moyennes annuelles du baromètre, à zéro de température, et dans deux autres colonnes les variations diurnes moyennes correspondantes ou les périodes. La moyenne des variations diurnes de 9 heures du matin à 3 heures du soir, est 0^{mm},756 ou 0^{mm},76 (mm. indiquant des millimètres), et la moyenne des variations diurnes de

(1) Dans une série d'observations barométriques, M. Dombasle s'est servi d'un baromètre dont le tube très incliné à l'horizon, donnait des variations six fois aussi grandes que celles du baromètre vertical. Avec cet appareil, ce physicien a souvent observé des montées de 3 ou 4 lignes en quelques minutes au moment où une pluie d'orage commençait à tomber.

midi à 9 heures du soir, est $0^{\text{mm}},373$ ou $0^{\text{mm}},37$: la seconde période est, à peu près, la moitié de la première. Le tableau 3 est aussi un résumé du premier tableau, dans lequel on a réuni les hauteurs moyennes barométriques à 9 h. du matin, à midi, 3 h. et 9 h. du soir, par mois, de même dénomination pour les onze mêmes années, et les deux colonnes de périodes analogues aux précédentes. La période de 3 h. du soir à 9 h. du soir n'éprouve dans les différens mois que des variations petites et irrégulières, tandis que celle de 9 h. du matin à 3 h., en éprouve de considérables dans lesquelles on entrevoit une sorte de régularité. Le tableau 4 offre les hauteurs moyennes barométriques pendant les onze mêmes années, à 4 h. et à 9 h. du matin, à 3 h. et à 9 h. du soir, avec les variations de 4 h. à 9 h., de 9 h. à 3 h., de 3 h. à 9 h. et de 9 h. à 4 h. du matin. L'époque de 4 h. du matin est, à peu près, celle où arrive le premier *minimum* de hauteur du mercure. De ces quatre périodes, la mieux constatée, est celle de 9 h. du matin à 3 h. du soir, savoir $0^{\text{mm}},76$. Sa valeur n'est pas la même dans tous les climats : elle diminue à mesure que la latitude augmente, comme on le voit, dans le tableau ci-joint, qui est dû à M. de Humboldt.

TABLEAU DES VARIATIONS DIURNES DU BAROMÈTRE, SUIVANT LES LATITUDES.		
Noms des observateurs.		Période diurne.
Humboldt et Bonpland.	Amérique septentrionale, latitude 23° nord, à 12° sud, entre 0 et 1500 toises d'élévation.	— 2,55
La Condamine.	A Quito, au Pérou, à 0° de latitude, et à 1492 toises au-dessus de la mer. . .	2,82
Duperrey.	A Payta, côtes du Pérou, latitude 5°, au niveau de la mer.	3,40
Boussingault, et Rivero.	Santa-Fé de Bogota, à 4°35', nord, à 1366 toises d'élévation.	2,39
	La Guaira, latitude 10°36', nord, au bord de la mer.	2,44
Dorta, Freycinet et Erchwege.	Brésil, Rio-Janeiro, latitude 22°54', sud, et aux missions des Indiens.	2,34
Léopold de Buch.	Las-Palmas, Canaries, latitude 28°8', nord.	1,10
Coutelle.	Au Caire, Égypte, latitude 30°3', nord.	1,75
Marqué Victor.	Toulouse, latitude 43°34', nord.	1,20
Gambard.	Marseille, latitude 43°18', nord.	0,72
Billet.	Chambery, latitude 45°34', nord, 137 toi- ses d'élévation.	1,00
Ramond.	Clermont-Ferrand, latitude 45°46', nord, 210 toises d'élévation.	0,94
Herrensche- ncider.	Strasbourg, latitude 48°34', nord.	0,80
Bouvard, aîné.	Paris, Observatoire, latitude 48°50' nord.	0,76
Nell de Breauté.	La Chapelle, près Dieppe, latitude 49°55', nord.	0,36
Bessel et Som- mes.	Kœnisberg, latitude 54°42', nord.	0,20
Parry.	— latitude 74°, nord.	0,00

En examinant ce tableau, on remarque que la plus grande valeur de la période barométrique, a lieu, à peu près, sous l'équateur et au niveau de la mer; qu'elle est un peu plus petite à Quito, à 1,500 toises (2928,5 mètres) au-dessus des eaux de l'Océan; que les observations sous la zone torride la donnent sensiblement plus faible, et qu'à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur, elle diminue de manière à devenir

insensible à de grandes latitudes. Cette loi est générale, à quelques exceptions près relative au Caire et à l'île de Palmas ; mais cette irrégularité est probablement due au petit nombre des observations et aux imperfections des instrumens mis en œuvre (chap. V).

14. La direction du vent exerce aussi une influence assez grande sur la hauteur du mercure dans le baromètre (1) : les vents des régions australes, le font baisser et ceux des régions boréales le font monter. Le tableau suivant donne le nombre total des observations faites sous le même vent à 9 heures du matin, à midi et à 3 heures, et les hauteurs moyennes barométriques correspondantes à ces trois époques de la journée (2).

PAR LE VENT DU	NOMBRE D'OBSERVATIONS.	HAUTEURS.
Sud.	2029	752,757
Sud-Ouest.	2125	753,227
Ouest.	2608	755,950
Nord-Ouest.	1050	758,412
Nord.	1470	759,776
Nord-Est.	1142	759,672
Est.	958	757,221
Sud-Est.	658	754,300
	12044	756,414

Ce tableau rend tout-à-fait évidente l'influence du vent sur les hauteurs du baromètre. La plus petite hauteur cor-

(1) Nous renverrons aux chapitres V, IX et à l'addition (a), les observations de M. Bouvard, relatives à l'influence de la pluie sur le baromètre.

(2) Comme il ne s'agit ici que d'avoir les hauteurs moyennes, nous nous sommes contentés de relater dans la seconde colonne, le nombre total des observations correspondantes aux trois époques et de consigner la moyenne dans la troisième colonne.

respond aux vents du sud, et la plus grande aux vents du nord : la différence est de $7^{\text{mm}},019$: M. l'astronome Burckhardt n'a trouvé que $5^{\text{mm}},146$: en prenant un terme moyen entre les hauteurs qui correspondent à des vents opposés, on obtient ces résultats :

Moyennes entre les hauteurs qui correspondent aux vents de	}	Sud et nord.	$756,207^{\text{mm}}$
		Sud-Ouest et Nord-Est.	$756,450$
		Ouest et Est.	$756,585$
		Nord-Ouest et Sud-Est.	$756,356$

on doit conclure de cette remarque que, pour obtenir exactement la hauteur moyenne du baromètre dans nos climats, il faut employer autant qu'il est possible un nombre égal d'observations faites par des vents contraires.

Plusieurs physiciens et entre autres, M. Ramond ont reconnu que l'abaissement du baromètre au-dessous de la hauteur moyenne, était, en général, plus considérable que son élévation au-dessus de ce terme.

Revenons sur les observations de M. Bouvard. La première période, c'est-à-dire, $0^{\text{mm}},756$ est à son maximum dans les mois de février, mars et avril, et à son minimum $0^{\text{mm}},373$ pendant les trois mois précédens : il y a donc une cause annuelle qui diminue la variation diurne dans les mois de novembre, décembre et janvier, l'augmente pendant les trois mois suivans, et la soutient pendant les six autres à une valeur moyenne.

Enfin de son beau travail sur les *oscillations diurnes barométriques*, M. Bouvard tire les conclusions suivantes :

1^o Que vers l'équinoxe, le baromètre atteint son *maximum* à 8 h. 50' du matin et à 10 h. 30' du soir, et son *minimum* à 3 h. 40' du soir et, à peu près, à la même heure du matin.

2^o Qu'en été, le *maximum* arrive à 8 h. 30' du matin et en hiver à 9 h. 20' : les autres instans critiques du baromètre, varient également avec les saisons.

3^o Que les périodes du jour sont plus grandes que celles

de nuit , et qu'elles varient à peu près comme les températures correspondantes.

4° Que sous l'équateur , en s'élevant à de très grandes hauteurs , ces périodes diminuent comme les températures correspondantes.

5° Enfin qu'en allant de l'équateur vers l'un ou l'autre pôle , les périodes diminuent également comme les températures correspondantes , et , à peu près comme le carré du cosinus de la latitude.

M. Bouvard pense que les lois qui régissent les variations du baromètre , dépendent principalement de la rotation diurne de la terre , puisque les périodes se rétablissent chaque jour : mais son mouvement annuel a aussi une influence sensible , de sorte que ces variations sont soumises à la fois à ces deux mouvemens combinés avec l'action du soleil considéré comme corps échauffant : c'est donc par sa chaleur que le soleil ferait monter et descendre régulièrement le baromètre deux fois par jour.

La plupart des physiciens avec M. Ramond , admettent que la principale cause des *oscillations variables* du baromètre est la chaleur du soleil , par suite de laquelle le poids de l'atmosphère est augmenté ou diminué par la pression qu'occasionnent les courans descendans ou ascendans de l'air. Cette explication très simple et très naturelle atteint jusqu'aux moindres circonstances du phénomène. Il résulte d'une multitude de faits bien avérés , qu'il y a des relations entre les variations du baromètre et l'état du temps , notamment en ce qui concerne le vent : mais il ne s'ensuit pas que ce dernier puisse en être considéré comme la cause : c'est seulement reconnaître que les deux phénomènes se montrent en même temps.

2° SUR LES SECOUSSÉS ATMOSPHÉRIQUES.

15. Il s'opère dans la hauteur de la colonne barométrique

que, dans le même milieu, des variations subites qu'on nomme *secousses atmosphériques*. Déjà en 1690, le 28 novembre, sur le soir, M. de la Hire avait observé que le mercure du baromètre était descendu en très peu de temps, de 28 pouces, à 26 pouces 10 lignes. Ces secousses sont dues à une cause inconnue jusqu'à présent qui agit avec une extrême rapidité et presque simultanément sur une vaste étendue tant horizontale que verticale. On a dit que les grandes chutes du baromètre sont accompagnées d'une température supérieure à celle de la saison, et qu'au contraire, les élévations considérables du mercure, le sont par une chaleur inférieure. Il y a eu à peu près 1 h. 3' d'intervalle entre les époques du *maximum* d'abaissement du mercure à Genève et à Alais : or un vent violent de 50 pieds par seconde (chap. V, n° 42) ne parcourt qu'environ 12 lieues par heure, ou 16 $\frac{6}{10}$ lieues dans 1 h. 23', et il y a entre ces deux villes, 65 lieues, à vol d'oiseau. Le 2 février 1823, on observa à Genève, à l'Hospice du mont Saint-Bernard, à Soleure, à Strasbourg, à Avignon, à Toulouse, à Joyeuse, etc., un abaissement du baromètre qui ne fut accompagné d'aucun ouragan : la température était douce, le temps pluvieux, mais calme. Le baromètre, dont la moyenne du mois avait été de deux lignes au-dessous de la moyenne générale, descendit tout à coup et offrit ce fait singulier : de Strasbourg à Avignon, sur une ligne de 130 lieues, l'abaissement fut presque simultané. Le 23 janvier 1824, on a observé, en même temps à Joyeuse, à Genève, à Leipsig et à Potsdam, un abaissement remarquable du baromètre.

Suivant M. Pictet, la simultanéité de ces secousses atmosphériques, dans des régions fort distantes, est l'un des faits les plus singuliers que présente la météorologie et l'un des plus difficiles à expliquer. M. Brandes, auteur d'un écrit intitulé : *De repentinis variationibus in pressione atmosphære observatis*, in-4°, *Leipsig observatis*, a publié

une discussion sur l'état de l'atmosphère, pendant le cours de l'année 1783, si remarquable par le tremblement de terre de Messine (chap. III), accompagné d'un grand nombre de phénomènes météorologiques : il y analyse toutes les circonstances du grand ouragan arrivé le 25 décembre 1821, et qui, en certains lieux, a fait descendre le baromètre de 22 lignes. M. l'astronome Quetelet parle d'un abaissement considérable du baromètre, qu'il a observé dans la matinée du 21 ou 22 septembre 1835 : vers 9 heures du matin, le baromètre était à une hauteur de 726^{mm},95, et le thermomètre de l'instrument indiquait 18°,0 centim., ce qui a donné, en faisant la réduction à zéro, une hauteur de 724^{mm},59. Cet abaissement est le plus considérable de ceux observés depuis trois ans. Nous pourrions citer beaucoup d'autres observations de ce genre, si le fait de ces abaissements subits du baromètre, n'était suffisamment établi (1).

ADDITIONS

AU CHAPITRE II.

(a). M. Crahay, dans le mémoire cité (chap. I, addit. d), consacre deux planches et huit tableaux à la *question de la pression atmosphérique* : il donne pour chacune des

(1) M. Herschel, en allant au cap de Bonne Espérance, s'est assuré, entre autres résultats, de l'existence d'une dépression du baromètre entre les tropiques, phénomène déjà annoncé par M. Schow de Copenhague : mais alors, dit-il, j'ignorais qu'on en eût jamais fait la remarque. Depuis mon voyage, j'ai obtenu qu'on fit des observations, en traversant l'équateur, et de l'un et l'autre côté de cette ligne, c'est-à-dire, dans l'océan Atlantique et dans l'océan Indien. Toutes ces observations s'accordent pour confirmer le fait, et donnent, à peu près, la même différence, c'est-à-dire un quart de pouce.

seize années de 1818 à 1833, et pour chacun des douze mois, les hauteurs moyennes à 9 h. du matin, midi, 3 h. et 9 h. du soir. Le 23 janvier est l'époque de la plus grande hauteur, et le 15 décembre, celle de la moindre hauteur annuelle : la moyenne hauteur de l'année entière, est de 757^{mm},195. Pour avoir la moyenne pression, il suffit d'observer le baromètre à midi. Dans les mois d'été, le maximum se présente après 9 h. du matin, et le minimum avant 3 h. du soir. Dans des lieux peu éloignés entre eux, tels que Paris et Maestricht, où les variations devraient avoir une marche sensiblement parallèles, il y a, au contraire, une déviation très forte ; nous renvoyons le lecteur au mémoire cité qu'il trouvera dans le volume des mémoires des membres de l'Académie de Bruxelles, pour 1836.

CHAPITRE III.

Sur les hauteurs des principales montagnes du globe au-dessus du niveau de l'Océan ; et sur celles de quelques édifices au-dessus du sol. — Des volcans. — Des tremblemens de terre et sous-marins. — Sur divers autres phénomènes remarquables.

16. Les montagnes, suivant leur position, leur forme ou leur étendue, prennent le nom de *groupes*, de *plateaux* ou de *chaînes*. Les deux grandes faces d'une chaîne se nomment *versans*, et la partie supérieure, *le faite*, la *crête* ou l'*arête* : les endroits où cette arête s'abaisse et présente un passage, sont appelés *cols*, *défilés*, *gorges* ou *pas*. Les montagnes sont généralement de forme conique, c'est-à-dire qu'elles diminuent graduellement depuis leur base jusqu'à leur sommet et se terminent par une cime plus ou moins pointue. De là les noms de *pic* ou d'*aiguille*, donnés à la partie la plus élevée des grandes montagnes. Il ne m'appartient pas, dit M. Arago (*Ann. de 1830, par le Bureau des longit.*) de prévoir le rang que les naturalistes assigneront au travail de M. Elie de Beaumont sur l'ancienneté relative des différentes chaînes de montagnes de l'Europe : mais je me tromperais fort, s'ils ne le rangeaient pas unanimement parmi tout ce que la théorie de la terre possède de plus curieux et de mieux établi. Le témoignage extrêmement favorable que MM. Brongniart et Beudant en ont déjà rendu à l'Académie, entraînera, je suppose, l'assentiment de toute l'Europe savante. C'est une opinion

presque généralement admise maintenant, que les montagnes se sont formées par voie de soulèvement, qu'elles sont sorties du sein de la terre, en perçant réellement sa croûte, en sorte qu'il y a eu peut-être une époque où la surface du globe, ne présentait aucune aspérité remarquable. Depuis que cette grande vue a été accueillie, on voit qu'on peut adopter la présence des coquillages au sommet des plus hautes montagnes, sans supposer que la mer les ait recouvertes dans leur état actuel. Ce principe posé, il s'agissait de reconnaître si toutes les grandes chaînes ont surgi à la même époque, et, dans le cas d'une réponse négative, quel est l'ordre de leur ancienneté relative? Telles sont les questions dont M. Elie de Beaumont vient de s'occuper et dont M. Arago présente les résultats dans son extrait.

1^o HAUTEURS DES PRINCIPALES MONTAGNES DU GLOBE
AU-DESSUS DU NIVEAU DE L'OcéAN.

EUROPE.

Mètres.		Mètres.	
Mont-Blanc (Alpes)	4810	Pointe-Lomnis (Crapats)	2701
Mont-Rose (Alpes)	4736	Monte-Rotondo (Corse)	2672
Fisterhorn (Suisse)	4362	Monte-d'Oro (Id.)	2652
Jung-Frau (Suisse)	4180	Lipsze (Crapats)	2534
Ortler (Tyrol)	3918	Snechaten (Norwége)	2500
Malahasen (Grenade)	3555	Monte-Vellino (Appenins)	2393
Col-du-Géant (Alpes)	3426	Mont-Athos (Grèce)	2066
Malahite ou Néthou (Pyrénées)	3431	Mont-Ventoux	1960
Mont-Perdu (Id.)	3410	Mont-d'Or (France)	1884
Le Cylindre (Id.)	3369	Cantal (Id.)	1857
Maladetta (Id.)	3355	Le Mezen (Cevennes)	1766
Vignemale (Id.)	3354	Sierra d'Estre (Portugal)	1700
Le Cylindre (Id.)	3332	Puy-Mary (France)	1658
Etna (Sicile)	3237	Hussoko (Moravie)	1624
Pic du midi (Id.)	2935	Schneckoppe (Bohême)	1608
Budosch (Transilvanie)	2924	Adelat (Suède)	1578
Surul (Id.)	2924	Suœfials-Iokull (Islande)	1559
Legnone	2806	Mont-des-Géans (Bohême)	1512
Canigou (Pyrénées)	2781	Puy-de-Dôme (France)	1467

	Mètres.		Mètres.
Le Ballon (Vosges).	1403	Mont-Erix (Bale).	1187
Pointe-Noire (Spitzberg).	1372	Broken (Hartz-Saxe).	1140
Ben-Nevis (Invernsbire).	1325	Sierra de Foja (Algarbes).	1100
Fichtelberg (Saxe).	1212	Snowden (Pays de Galles).	1089
Vésuve (Naples).	1198	Shehalien (Ecosse).	1039
Mont-Parnasse (Spitz-Berg).	1194	Hekla (Islande).	1013

AMÉRIQUE.

Nevado de Sorata.	7698	Pic d'Orizaba.	5295
Nevado de Illimani.	7315	Montagne d'Inchoaio.	5240
Chimborazo (Pérou).	6530	Cerro de Potosi.	4888
Cayambé (Id.).	6954	Mowna-Roa (Owhyée).	4838
Antisana (Volcan du Pérou).	5833	Sierra-Nevada (Mexique).	4786
Chipicani.	5760	Montagne du Beau Temps (Côte	
Cotopaxi (Volcan du Pérou).	5753	N.-O. Amérique).	4549
Montagne de Pichu-Pichu.	5670	Coffre de Perote.	4088
Volcan d'Arequipa.	5600	Montagne d'Otaïti (Mer du sud).	3323
Mont-St-Elie (Côte. N.-E. Amé-		Mont.-Bleues (Amérique).	2218
rique).	5513	Volcan de la Solfatara (Guade-	
Popocatepetl (Vol. du Mexique).	5400	loupe).	1557

ASIE.

Pics les plus élevés de l'Hi-		Elbrouz (Caucase).	5000
mâlaya (Thibet),		Pic de la frontière de la Chine	
Le 14 ^e	7821	et de la Russie.	5135
Le 12 ^e	7088	Ophyr (Ile de Sumatra).	3950
Le 3 ^e	6959	Mont-Liban.	2906
Le 23 ^e	6925	Petit-Altaï (Sibérie).	2202

AFRIQUE.

Pic de Ténériffe.	3710	Piton des Neiges (Ile Bourbon).	3067
Montagne de Ambotismène		Montagne de la Table (Cap de	
(Madagascar).	3507	Bonne-Espérance).	1183
Montagne du Pic (Açores).	2412		

Passage des Alpes qui conduisent d'Allemagne, de Suisse et de France en Italie.

Passage du Mont-Cervin.	3410	Passage du Mont-Cenis.	2066
de Furka.	2530	du Simplon.	2005
du Col de Seigne.	2461	du Splügen.	1925
du Grand St-Bernard.	2461	la Poste du Mont-Cenis.	1906
du Col Terret.	2321	le Col de Tende.	1795
du Petit St-Bernard.	2192	les Taures Rastadt.	1659
du St-Gothard.	2075	du Brenner.	1420

Passage des Pyrénées.

Mètres.		Mètres.
3002	Port d'Oo.	Port de Gavarnie. 2333
2561	Port-Viel d'Estaubé.	Port de Cavarère. 2241
2499	Port de Pinède.	Passage de Tourmalet. 2177

AMÉRIQUE.

Passage ou cols des deux Cordilières.

4641	Passage de Chullunquani.	4290	Passage de Tolopalca.
4641	de Paquani.	4137	des Altos-de-los Hues-
4520	de Gualilas		cos.

Hauteurs de quelques lieux habités du Globe.

4792	Maison de poste d'Ancomarca (l).	1604	Village de St-Remi.
4376	Maison de poste d'Apo.	1485	Village de Heas (Pyrénées).
4344	Tacora (village d'Indiens).	1444	Village de Gavarnie (Id.).
4166	Potosi (La partie la plus haute).	1306	Briançon.
4141	Ville de Calamarca.	1269	Village de Barège (Pyrénées).
4101	Métairie d'Antisana.	1155	Palais de St-Ildefonse (Espagne).
3911	Puno (ville).	1040	Bains du Mont-d'Or (Auvergne).
3792	Oruro (Id.).	828	Pontarlier.
3717	La Paz (ville républ. de Bolivie).	608	Madrid.
3618	Micupampa (ville, Pérou).	566	Inspruck.
3049	Tupisa (ville, Bolivie).	538	Munich.
2908	Ville de Quito.	507	Lausanne.
2860	Ville de Caxamarca (Pérou).	475	Augsbourg.
2844	La Plata (Capitale de Bolivie).	452	Salszbourg.
2661	Santa-Fé de Bogota.	438	Neufchatel.
2633	Ville de Cuença (province de Quito).	421	Plombières.
2575	Cochabamba (ville capitale).	411	Clermont-Ferrand (préfecture).
2377	Arequipa (ville).	372	Genève.
2277	Mexico.	372	Freyberg.
2075	Hospice du St-Gothard.	369	Ulm.
2040	Village de St-Veran (Alpes maritimes).	362	Ratisbonne.
2007	Village de Brenil (vallée du Mont-Cervin).	300	Moscow.
1902	Village de Maurin (Basses Alpes).	285	Gotha.
		230	Turin.
		217	Dijon.
		179	Prague.
		168	Mâcon (Saône).
		162	Lyon (Rhône).

(1) Habitée seulement pendant quelques mois de l'année.

Mètres.		Mètres.	
Cassel.	158	Bologne	121
Lima.	156	Parme.	93
Gœttingue.	134	Dresde.	90
Vienne (Danube).	133	Paris. (Obs. Roy. 1 ^{er} étage).	65
Toulouse (Garonne).	132	Rome (Capitole).	46
Milan (jardin Botanique).	128	Berlin.	40

Hauteurs de quelques édifices.

Mètres.		Mètres.	
La plus haute des pyramides d'Égypte.	148	La flèche des Invalides au-dessus du pavé.	105
La tour de Strasbourg (Le Munster), au-dessus du pavé.	142	Le sommet du Panthéon, au-dessus du pavé.	79
La tour de Saint-Etienne, à Vienne.	138	La balustrade de la tour de Notre Dame, au dessus du pavé.	66
La coupole de Saint-Pierre de Rome, au-dessus de la place.	132	La colonne de la place Vendôme.	43
La tour de Saint-Michel, à Hambourg.	130	La plate-forme de l'Observatoire royal.	27
La flèche de l'église d'Anvers.	120	La mâture d'un vaisseau français de 120 canons, au-dessus de la quille.	73
La tour de Saint-Pierre, à Hambourg.	119	Ces chiffres sont empruntés en partie à M. de Humboldt (1) et aux voyageurs anglais, et en partie, au tableau publié en 1832 par M. Desjardins de Munich.	
La tour de Saint-Paul à Londres.	110		
Le dôme de Milan, au-dessus de la place.	109		
La tour des Absinelli, à Bologne.	107		

2^o DES VOLCANS.

17. Dans son *Traité de Météorologie*, faisant suite à celui de *Physique (Élém. de Phys., t. II, 2^e partie)*, M. Pouillet n'a pas cru devoir faire entrer les volcans, les tremblemens de terre, les aurores boréales, et en général, *les météores terrestres*. En faisant plusieurs emprunts à cette excellente section de l'ouvrage, nous avons cru pouvoir adopter une définition plus large de la science météorologique ou de la physique du globe, et consé-

(1) On a dit que M. le baron Alexandre de Humboldt, en se couchant, pouvait, comme le pape, donner sa bénédiction *urbi et orbi*.

quemment un plan plus étendu que celui de cet habile physicien. D'après cela, nous nous sommes rapproché de quelques traités sous ce titre, publiés en Allemagne, en Angleterre et dans d'autres pays.

La dénomination de *volcan*, empruntée de celle que les Romains donnaient au dieu qui, selon eux, présidait au feu, désigne aujourd'hui les montagnes qui vomissent de la fumée, de la flamme et des torrens de matière fondue qui porte le nom de *laves* : on les nomme *ignivomes*. La cheminée, en forme de cône tronqué, par laquelle sortent ces déjections, se termine d'une part et inférieurement par une cavité qui est le *foyer volcanique*, et de l'autre par une ouverture qu'on nomme *cratère*. Plusieurs minéralogistes ont partagé les laves en pierres-ponces, scories, pouzzolanes, cendres volcaniques et tufs produits par l'agglutination de ces cendres. On rencontre encore dans les terrains volcaniques anciens et nouveaux, une argile blanche, friable, farineuse et peu liante et une autre verdâtre et facile à pétrir. Les parties constituantes des laves, sont généralement la silice, l'alumine, la chaux, l'oxyde de fer, la soude et l'acide hydro-chlorique (n° 19).

Les signes avant-coureurs de l'explosion, sont des mouvemens violens qui ébranlent au loin la terre, des mugissemens prolongés et des tonnerres souterrains. Il est de ces détonations ou bruits précurseurs qui se font entendre à 210, 220 et à 300 lieues : tels sont ceux qui ont précédé les éruptions du Rio-Apure, en 1811; du Cotopaxi, en 1744; et du Tomboro, dans l'île de Sombava, en 1815.

Les volcans se distinguent en anciens et modernes : les premiers ont cessé de brûler avant les temps historiques : dans cette période de volcanisation, les soulèvemens des terrains étaient beaucoup plus fréquens qu'ils ne le sont dans la période moderne ou historique. La France et les autres contrées de l'Europe, offrent une foule de volcans

éteints qui ont donné lieu à des explications curieuses sur lesquelles nous reviendrons.

A côté des éruptions volcaniques formées de laves, il faut placer les éruptions aqueuses, boueuses et gazeuses. *Les salses* ou volcans boueux sont nombreux vers le centre du duché de Modène et abondent en carbonate de soude.

18. M. Ordinaire compte en totalité 205 volcans brûlans dont 107 sont dans les îles et 98 sur les continents, mais le long des côtes. Deux volcans brûlans ou solfatares situés dans la Tartarie centrale, sont à 400 lieues de la mer Caspienne qui en est la plus voisine. M. Cordier regarde l'existence de ces volcans comme très propre à détruire l'hypothèse suivant laquelle les phénomènes volcaniques seraient dus à la filtration des eaux de la mer dans les cavités où résident les matières incandescentes qui servent d'aliment aux éruptions, opinion d'ailleurs partagée par plusieurs savans.

Les recherches les plus récentes ont fourni le tableau suivant qui ne s'accorde pas avec l'évaluation ci-dessus :

NOMS DES DIVISIONS. DU GLOBE.	NOMBRE des VOLCANS ACTIFS		TOTAL.
	Sur les continens.	Dans les îles.	
Europe.	1	11	12
Afrique.	0	6	6
Amérique.	58	3	61
Asie.	8	24	32
Océanie (1).	0	52	52
	67	96	163

(1) Ou plus généralement, l'*Australie* et la *Polynésie*. Il se forme dans la

On trouve (*Mag. Pitt.* t. I, p. 210) ce tableau du nombre des volcans :

Continens d'Europe.	1
Iles d'Europe.	12
Continent d'Amérique.	97
Iles d'Amérique.	19
Continens d'Asie.	8
Iles d'Asie.	58
	<hr/>
	195

D'après des recherches faites par M. Huot, continuateur de M. Maltebrun, et minéralogiste très distingué, on aurait ce tableau de distribution des volcans.

En Europe.	14
En Asie.	100
En Afrique.	31
En Amérique, y compris l'Islande.	202
Australie et Polynésie.	171
	<hr/>
	518

M. Texier, dans une lettre à M. Dureau de la Malle, annonce qu'il a observé de superbes volcans dans la Phrygie brûlée (*Asie mineure*) : aucun volcan n'a encore été découvert en Afrique. (*Voy. l'Annuaire du bureau des longitudes, année 1824, p. 167 et suiv.*) M. Erman parle des volcans qu'il a observés au Kamschatka ; l'un dont la hauteur est à peu près celle du Mont-Blanc, puisqu'il a

mer du Sud un sixième continent : la mer Pacifique est semée d'îles dans un immense espace de près de 50° de longitude et autant de latitude, dont chacune semble être le centre de la formation de bancs de corail qui, par un progrès perpétuel, s'élève des profondeurs de la mer. L'union de ces masses prend bientôt la forme d'une île. Quand cette formation est trop lente, la nature a recours à l'assistance des volcans ou des tremblemens de terre. Depuis le sud de la nouvelle Zélande, jusqu'au nord des îles Sandwich, les eaux sont fécondes en ces sortes de bancs.

14,700 pieds, lançait, quand il a été vu par l'auteur de la note, des laves, des scories, des cendres et de la vapeur d'eau. Un autre, de 9,892 pieds, ressemble, par sa constitution et sa forme, au Chimborazo. M. Roulin donne quelques nouveaux renseignemens sur un volcan situé dans *la chaîne centrale des Andes*, et qui a commencé en 1828 à donner de nouveaux signes d'activité. M. Boussingault, qui observait cette chaîne du côté occidental, fut le premier à signaler l'existence de ce volcan : ce volcan et celui de Toloma qui en est distinct, ont commencé à donner de nouveaux signes d'activité depuis les grandes commotions qui, en 1826 et 1827, ont agité le sol de la nouvelle Grenade. M. Lherminier vient de donner à l'Académie des sciences de Paris, quelques détails sur une éruption d'un volcan à la Guadeloupe : elle a été précédée depuis une dizaine d'années par de fréquens tremblemens de terre, et caractérisée par une abondante déjection de laves pulvérulentes ou de cendre volcanique : elle a commencé le 3 décembre à 2 heures après midi (1836) après un bruit ressemblant à celui d'un torrent roulant de grosses roches et qui s'est fait entendre distinctement pendant 3 ou 4 minutes. M. Lherminier présume que le volcan, après avoir successivement passé par les phases de cratère de soulèvement, d'explosion et d'éruption finira par retomber dans la catégorie des cratères de soulèvement. Des lettres de la Guadeloupe, du 26 février 1837, apprennent que le volcan *la Soufrière* a fait de nouvelles éruptions : il s'est déclaré de nouvelles bouches qui donnent de grandes inquiétudes à la basse-terre et aux habitations circonvoisines. M. Biot lit à l'une des séances de l'Académie (mai 1837) une note sur la dernière éruption boueuse de ce volcan et présente des produits qui lui ont été remis par M. Mercier. Le 12 février 1837, une éruption s'est faite dans la partie nord-ouest de la montagne et une énorme quantité d'eau boueuse en est sortie et a pris son cours par la voie de

Faujas, faisant déborder toutes les rivières qui s'alimentent de ce côté : dans certains endroits de cette voie, l'eau s'est élevée à plus de 20 pieds et a entraîné tous les rochers qui lui faisaient obstacle. Dans un examen comparatif des cendres du volcan de la Guadeloupe et de celles de l'Etna, M. Elie de Beaumont, chargé d'un rapport à ce sujet, par l'Académie de Paris, conclut *qu'il y a une ressemblance générale de tous les produits d'un même volcan, et une différence souvent complète dans les produits de volcans différens.*

19. M. Boussingault a visité les volcans compris entre l'équateur et le cinquième degré de latitude : il a établi son laboratoire successivement dans les cratères de Tolima, de Puracé, du Pasto, du Tuqueras et du Cumbal. Ce dernier, qui est plus actif, a son cratère bordé d'un mur de glace qui s'est formé depuis peu de temps. Les fluides qui se dégagent de ces volcans, sont 1° l'acide carbonique, 2° le gaz acide hydro-sulfurique, 3° de la vapeur d'eau. Dans aucun d'eux il ne s'est rencontré de l'acide hydro-chlorique, qui se trouve dans la plupart des volcans d'Italie. L'acide sulfureux et l'azote qui se rencontrent dans les cratères de ces volcans, doivent être considérés comme des substances accidentelles. L'étude des phénomènes chimiques qui se passent dans l'intérieur des volcans, est importante pour conduire à des notions satisfaisantes sur la constitution passée et actuelle du globe. Les uns ne veulent voir dans les volcans qu'un accident extraordinaire du feu central, les autres qu'un phénomène local, un centre de réactions chimiques qui donnent lieu à un dégagement de chaleur, trait le plus caractéristique de ce grand phénomène. On trouve, dans ces deux hypothèses, une explication de la plupart des faits connus jusqu'à ce jour, et, en particulier, le dégagement de l'acide hydro-chlorique du Vésuve et d'autres volcans de l'Europe. La nature des eaux thermales de l'Amérique, se rattache à celle des produits volcaniques.

Nous aurons soin de rapporter les opinions de divers savans de nos jours sur les causes de ces phénomènes ; on n'y trouvera pas , il faut en convenir, un accord parfait ; mais seulement des aperçus propres à mettre sur la voie d'explications plus complètes et qu'on ne peut attendre que d'une longue série d'observations et d'investigations qui exigent une grande variété de connaissances. Nous observons que beaucoup de physiciens admettent aujourd'hui que l'état actuel des choses sur notre planète, a été produit par une succession non interrompue de phénomènes analogues à ceux qui ont amené les états antérieurs, diminuant seulement d'importance avec l'intensité des causes agissantes, suivant l'énergie du *vulcanisme* primitif, l'abaissement du niveau des eaux et de la température intérieure.

20. Comme introduction, nous décrirons trois ascensions faites dans ces derniers temps, l'une sur le Mont-Blanc, montagne non volcanique, l'autre sur le Popocatepetl et la troisième sur l'Etna.

1° Depuis 1786, époque à laquelle le docteur Paccard et Jacques Balmat osèrent les premiers gravir la cime du Mont-Blanc, dix-neuf ascensions ont été tentées, mais aucune d'elles, peut-être, n'a offert plus de danger que celle que viennent de faire MM. Chenal, de Faucigny, et Violet, de la Maurienne : outre le temps affreux qui régnait alors, les crevasses dont l'étendue augmente toujours avec l'élévation de température, offraient cette année une largeur de 100 à 150 pieds (32, 48 à 48, 73 mètres) : pour franchir ces abîmes, il faut prendre mille détours : un mur de glace, incliné le plus souvent de 30 à 40 degrés, est le seul passage possible pour gagner un point plus élevé : mais un faux pas, le moindre vertige entraînerait le voyageur dans un gouffre. Pour obvier à ce danger, ceux qui font l'ascension se ceignent d'ordinaire la ceinture d'une corde dont les extrémités retenues par les guides qui ont gagné

un lieu plus sûr, leur permettent de s'avancer sur ces aspérités. A 1400 toises (2728, 66 mètres) d'élévation, nul être vivant, l'aigle lui-même ne franchit plus les airs : l'atmosphère devient de plus en plus rare et la vie n'est qu'un fardeau pénible et douloureux ; le corps éprouve un affaissement et une surexcitation remarquable : un sommeil profond, en affaiblissant les facultés intellectuelles, rend peut-être moins vif le sentiment du péril que l'on court. Le cœur semble près de défaillir, et la répugnance marquée que l'on ressent pour toute nourriture atteste aussi que les liens qui attachent l'homme à l'existence sont sur le point de se rompre : néanmoins la chaleur qui dessèche la poitrine, réclame de moment en moment une boisson fraîche et légère : le vin est déjà trop stimulant pour la faiblesse des organes ; l'estomac supporte à peine quelques raisins confits. D'ailleurs les artères battent violemment : les pulsations du cœur également accrues soulevaient avec force la blouse de l'un des voyageurs : on en comptait plus de 115 par minute (chap. I. art. 11^o) : l'odorat paraissait aussi plus subtil. On dirait que les pieds ne touchent pas le sol, et qu'une légère couche d'air les en sépare ; aussi redescend-on avec beaucoup plus de facilité. Arrivés au second plateau dont la hauteur surpasse celle du Pic de Ténériffe, les voyageurs voulurent connaître au moyen d'un pistolet, l'intensité du son : quoique l'arme eût été chargée avec force et malgré le silence profond qui règne dans ces lieux, la détonation fut très faible : la neige qui rend la surface du sol plus uniforme et la raréfaction de l'air expliquent cet affaiblissement. A mesure qu'on approche du sommet de la montagne, le ciel devient plus noir ; une couleur d'ébène en remplace l'azur. La raréfaction de l'air appelle le sang à la surface de la peau, ce qui, joint à la réverbération du soleil sur les neiges, donne à la physionomie un air africain. Qu'on songe en outre au froid qui menace les extrémités de gangrène, et l'on sentira tout ce qu'on doit

souffrir à une hauteur si prodigieuse; mais, en échange, on aperçoit de ce belvédère aérien, plus de 350 glaciers dont la surface de diamant brille du plus vif éclat, et offre un coup d'œil qui tient de la féerie. D'énormes groupes de montagnes bordent l'horizon, et la chaîne des Alpes, jusqu'au Tyrol, se déroule aux regards avec une magnificence extraordinaire. Toutes les sommités qui paraissent si colossales du fond de la vallée, s'étaient abaissées devant le roi des montagnes : Chamouni ne semblait qu'un point noir, l'Arve qu'un fil d'argent sillonnant la plaine : le Mont-Blanc dominait toutes les cimes de sa tête superbe. Les voyageurs trouvèrent sur son sommet des traces multipliées de la foudre, empreintes sur les rocs qu'elle avait transformés en une matière à laquelle les savans ont donné le nom *d'amphilotites*.

2° Un de nos jeunes diplomates, le premier secrétaire de la légation française au Mexique, a adressé à un de ses amis, le récit d'une ascension qu'il vient de faire au sommet du Popocatepetl, situé dans la vallée du Mexique, et élevé de 5400 mètres au-dessus du niveau de la mer (1°) : ce volcan se trouve sur le bord du grand plateau des Cordilières. Nous nous bornerons à donner ici le résumé de cette expédition. Cette montagne est un volcan qui n'est pas éteint, quoique ses éruptions doivent avoir cessé depuis plusieurs siècles : son cratère à 1000 pieds de profondeur, sur une lieue de circonférence; le bord de ce goufre s'abaisse de 150 pieds anglais à l'est (1); et du fond où se trouve déposée une quantité prodigieuse de soufre pur, s'élèvent, à 400 pieds de hauteur, des tourbillons de vapeur aqueuse : sept fissures principales situées sur l'arête même du cratère en dégagent aussi; l'extérieur du volcan est noir, rouge et grisâtre : l'intérieur est d'un blanc sale, et tapissé de stalactites de glaces sur le re-

(1) Le pied anglais vaut 304,7 millimètres.

vers du côté du sud de la montagne : je n'ai vu ni fumée, ni matières en fusion, ni pierres projetées par le volcan. Un bruit très fort et prolongé s'entend par intervalles ; je l'attribue à la chute des rochers qui se détachent continuellement du bord supérieur du cratère. Les exhalaisons sulfureuses nous gênaient sur le sommet, à l'air libre et malgré un vent très fort : un être vivant ne pourrait être plongé dans le goufre, sans être asphyxié. Si l'on pouvait y descendre, ce ne serait, je crois, que derrière la rentrée du nord, où se trouve un éboulement qu'on rencontre à peu près à la moitié du mur perpendiculaire, et encore serait-on obligé d'employer des cordes de trois ou quatre cents pieds de longueur, pour atteindre jusqu'au commencement du plan incliné. J'éprouvai un violent mal de tête et une pression assez forte sur les tempes : mon pouls battait 145 pulsations par minute, et 108 seulement, après avoir pris quelque repos. Nous étions tous les quatre d'une pâleur effrayante ; nos lèvres étaient d'un bleu livide, nos yeux enfoncés dans leur orbite, et nous ressemblions à des cadavres. En 1825 et 1830, quelques Anglais sont parvenus jusqu'au cratère : d'autres voyageurs, arrivés à une certaine hauteur, ont été pris de vomissemens de sang, qui les ont forcés de renoncer à leur entreprise.

3° Nous citerons en troisième et dernier lieu, mais en l'abrégeant, la relation d'une ascension sur l'Etna, par lord Hamilton que nous aurons occasion de citer ailleurs à l'occasion de la production passagère de l'île de Pantellaria. L'Etna se divise en trois parties bien distinctes, connues sous les noms de *région cultivée*, *région des forêts* et *région inculte*. La première, fécondée par le double feu du volcan et du soleil, est couverte de vignes, de blé, d'arbres à fruits et parsemée de bourgs et de villages. Un sentier rempli de pierres, sur le bord d'un précipice n'ayant que la largeur nécessaire pour une mule dont le pied peut glisser et vous perdre sans ressource ; des montées, des des-

centes, des chemins étroits derrière les blocs effrayans de laves durcies, aux formes les plus fantastiques; des profondeurs immenses sur lesquelles on se trouve comme suspendu, ou vers lesquelles on se dirige pour arriver à des passages inaperçus : tel est l'Etna au delà des forêts. Après quatre heures de marche, nous entrâmes dans la région dite inculte : là tout change, toute végétation a disparu : tout est lave, cendres, scories, pierres calcinées, produits volcaniques : nous parvînmes à la région des neiges : après une demi-heure de marche, nous arrivâmes à un fleuve de laves, de 12 pieds de hauteur. Le mercure avait baissé jusqu'à 11°4' (Réaumur) : nous avons parcouru un espace de six mille pieds perpendiculaires et la cime n'était plus qu'à deux mille pieds au-dessus de nous, elle était couverte de nuages : à une certaine distance, nous ne trouvâmes plus de neige, enfin nous atteignîmes l'extrême cime : l'ouverture du cratère avait alors environ une lieue de circuit : placés sur son bord, nous n'apercevions le fond qu'à travers les flocons d'une fumée bleuâtre et sulfureuse.

21. C'est M. de Buch qui le premier a proposé de diviser les volcans en deux classes distinctes, savoir : *les volcans disposés en ligne et les volcans centraux*; les premiers, comme leur dénomination l'indique, sont placés les uns à la suite des autres, et souvent à peu de distance, comme les soupiraux d'une longue galerie souterraine, ou comme les cheminées du globe terrestre. Le caractère des volcans centraux, est d'être situés au milieu d'éruptions partielles qui ont lieu presque régulièrement tout autour. Nous n'entrerons pas ici dans les détails géographiques des lignes volcaniques et des volcans centraux. Beaucoup d'observations font présumer que la plupart des foyers volcaniques sont situés immédiatement au-dessous du granit. M. de Buch a encore annoncé en 1825, qu'il y avait deux espèces de cratères d'origine très différente : 1° *les cratères d'érup-*

tions, c'est-à-dire, ceux des véritables volcans dont l'axe est un canal de communication entre l'intérieur du globe et sa surface; ces cratères qui ne sont pas fort grands, se trouvent au sommet des cônes produits par l'entassement des déjections : 2° *les cratères de soulèvement* qui forment des cavités circulaires, mais sans canal de communication avec l'intérieur de la terre. Ces cratères, quoique n'ayant pas vomis de flammes, sont plus grands que les cratères ignivomes et se trouvent souvent dans le voisinage de ceux-ci : ils donnent lieu aux lacs circulaires. Les cratères de soulèvement forment la transition des volcans aux soulèvements des terrains et à la formation des montagnes. M. Elie de Beaumont, déjà cité (n° 16), a confirmé toutes les vues de M. de Buch, qui le sont encore par MM. Nerée-Boubée, Théodore Virlet et autres géologues, mais rejetées par quelques autres, parmi lesquels nous citerons M. Constant Prevost. Nous recommanderons encore à ceux qui veulent approfondir la question, les écrits de MM. Dolomieu, Ordinaire, Cordier, d'Omalius d'Halloy qui, en s'accordant à considérer les volcans comme des soupiraux par lesquels le feu central se fait jour, semblent, et les trois derniers surtout, lier les grands phénomènes volcaniques aux faits géologiques les plus importants, tels que les soulèvements des chaînes de montagnes et d'autres terrains. On doit encore consulter les écrits de MM. de Humboldt, Klapproth, etc. M. Léopold Pilla cite des faits qui démontrent que le volcan primitif du Vésuve est un volcan de soulèvement. On trouve (*Ann. de l'Obs. de Bruxelles, ann. 1834 et 1835*) une lettre de M. Necker Saussure de Genève, sur l'action magnétique des volcans.

Nous rapporterons quelques vues sur les causes des phénomènes volcaniques.

1° Suivant M. Amédée Burat (*Terrains volcaniques de la France centrale*, 1 vol. avec 10 planches) l'Auvergne, le Valais et le Vivarais seraient la terre classique des terrains

volcaniques. Ces provinces représentent les restes les plus évidens d'une longue suite de perturbations volcaniques. Ces montagnes enfantées par les feux souterrains, avant toute époque historique, n'avaient encore été étudiées qu'isolément : celles du Valais et du Vivarais, peu habitées, difficiles à parcourir, avaient été à peine signalées. M. Burat a entrepris de lier entre elles ces contrées, d'établir la série des phénomènes volcaniques qui se sont succédé à la surface de quatre départemens et de faire connaître les parties de ce vaste système, qui n'avaient pas été explorées. Suivant l'auteur, la distribution et l'identité des phénomènes volcaniques sur toute la surface du globe, conduisent à regarder la force expansive qui les produit, comme inhérente à sa constitution : or, cette force que nous voyons actuellement concentrée sur quelques points, s'exerçant, à des intervalles plus ou moins rapprochés, par des orifices permanens, détermina des perturbations bien plus considérables pendant les époques antérieures à l'apparition de l'homme. Lorsqu'elle ne se manifesta point par des émissions de roches fluides ou pâteuses, des épanchemens de laves, ce fut par des soulèvements de la croûte consolidée, d'où résultèrent les déplacements des eaux, et, par suite, la formation de la plus grande partie des terrains de sédiment. Ceux qui se plaignent de ce que les plaines de sable et de calcaire sont d'un aspect et d'une étude monotones, n'ont qu'à parcourir les contrées où la force expansive s'est exprimée soit par des soulèvements, comme dans les Alpes et les Pyrénées, soit à la fois par des épanchemens et des soulèvements, comme dans la France centrale, où 1800 lieues carrées (1) sont couvertes de laves et de roches ignées, formant des montagnes dentelées, des plateaux et des cônes à cratères, ils y trouveront ce que la nature présente de grandiose, et l'intérêt que ces phénomènes leur inspire-

(1) La lieue terrestre, vaut 4,44 kilomètres.

ront, en fera des prosélytes aux sciences géologiques. Les éruptions se terminèrent en France, par l'émission de la chaîne des Puys, cônes volcaniques alignés sur une fracture de dix lieues de longueur, qui ont vomis des déjections, des coulées de laves, absolument comme les volcans brûlans : mais malgré leur parfaite conservation, ils sont bien antérieurs aux temps historiques. C'est sur la cime du Mont-d'Or de l'Auvergne que se trouve placé le lac Pavin qui occupe le cratère d'un ancien volcan ; c'est par une échancrure placée dans sa couronne, et qui donnait issue aux produits de l'ancien volcan, que le lac actuel déborde et tombe en cascade dans un canal que l'eau s'est creusé sur le penchant de la montagne : on a trouvé que ce lac volcanique avait 93,55 mètres de profondeur.

2° La théorie de l'illustre Davy sur la constitution intérieure du globe, suppose que l'intérieur de notre terre est, en partie, formé de métaux combustibles, tels que le potassium, le sodium, le silicium, etc., qui, s'enflammant par le contact des eaux souterraines, forment les volcans et la chaleur de certaines eaux thermales : c'est ce qu'à démontré M. Longchamps dans un mémoire intitulé : *Considérations sur la constitution intérieure du globe, tirées de l'analyse des eaux thermales sulfureuses de la chaîne des Pyrénées.*

3° D'après M. Gay-Lussac (de l'Acad. des scienc. de Paris), on peut former deux hypothèses sur la cause des phénomènes volcaniques : suivant l'une, la terre serait incandescente à une certaine profondeur, et cette chaleur serait le principal agent de ces phénomènes : suivant l'autre, la principale cause de ces volcans serait une affinité très énergique et non encore satisfaite entre des substances, à laquelle un contact fortuit leur permettrait d'obéir, et d'où résulterait une chaleur suffisante pour fondre les laves et les élever par l'action des fluides élastiques, à la surface de la terre. Dans ces deux hypothèses, il faut nécessairement que les foyers volcaniques soient alimentés par

des substances qui leur étaient d'abord étrangères, et qui y sont amenées d'une manière quelconque. Ces substances étrangères sont des fluides élastiques, ou plutôt des liquides susceptibles d'en produire soit par la chaleur qui les vaporise, soit par suite de quelque réaction chimique. Ces substances sont l'air ou l'eau, ou toutes les deux ensemble. Beaucoup de géologues font jouer un grand rôle à l'air dans les volcans : c'est, suivant eux, son oxygène qui entretient la combustion. Mais une observation très simple suffit pour renverser entièrement cette opinion : en effet, comment l'air pourrait-il pénétrer dans les volcans, quand il y existe du dedans au dehors une pression qui peut élever la lave liquide, matière trois fois plus pesante que l'eau, à plus de 3000 mètres, comme cela arrive dans beaucoup de volcans ? et comme cette pression se soutient pendant un grand nombre d'années, durant lesquelles les phénomènes volcaniques conservent néanmoins une grande activité, l'air ne doit y contribuer en rien : il est donc probable que l'eau en est un agent très important : il reste à examiner son véritable rôle dans chacune des hypothèses posées plus haut. Dans la première, où la terre est encore incandescente à une certaine profondeur au-dessous de la surface, il est impossible de concevoir l'existence de l'eau à cette profondeur ; car la température de la terre ayant été plus élevée autrefois et sa fluidité plus grande, l'eau aurait dû nécessairement se dégager de son intérieur et s'élever au-dessus de sa surface. Cette difficulté et d'autres encore rendent inadmissible l'hypothèse que la chaleur des volcans soit due à l'état d'incandescence de la terre à une certaine profondeur au-dessous de sa surface. M. Gay-Lussac adopte ensuite une explication purement chimique et qui diffère de celle de M. Davy (2^o), surtout en ce que, suivant le premier de ces physiciens, l'air n'y est pour rien, et qu'il admet que les métaux, les terres, les alcalis et le fer lui-même, sont déjà, en grande partie, au moins, à l'état de

combinaison altérable par l'eau, soit à l'état de chlorure, explication très plausible, lorsqu'on considère la grande quantité d'acide hydro-chlorique (n° 17), qui se dégage des volcans et la facilité avec laquelle plusieurs chlorures, et notamment celui de fer, sont décomposés par l'eau, à la température rouge. Mais j'avoue, dit M. Guibourt, dans ses *Considérations sur la cause des éruptions volcaniques* (*Ann. de chim. et de phys.*, tom. 47) que je trouve cette explication encore trop restreinte ou trop faite pour un cas particulier. Pour rester dans les généralités, il aime mieux dire 1° qu'il est suffisamment prouvé par les faits et par le raisonnement, que l'eau parvient à l'état liquide jusqu'aux couches incandescentes du globe : 2° qu'il est impossible que cette eau, à cette température, n'exerce pas une action chimique très intense sur un grand nombre de corps non oxydés : 3° qu'il est tout aussi incontestable qu'elle y jouit d'une force élastique immense, toujours prête à exercer sa puissance. Que c'est à ces causes réunies qu'il faut attribuer l'ébranlement de la croûte du globe, son déchirement et le rejet des matières fondues, soit que cet état de fusion soit un effet de la chaleur centrale ou qu'il résulte de l'action chimique. M. Girardin se refuse de croire à la pénétration de l'eau dans les profondeurs du globe, et il préfère aux explications précédentes celle qui a été proposée par M. Cordier, suivant laquelle les phénomènes volcaniques seraient le résultat simple et naturel du refroidissement et de la contraction naturelle de la croûte solide du globe : il entre à ce sujet dans quelques explications que nous supprimerons, pour ne pas nous arrêter trop longtemps sur cette question, dans l'état problématique que présente encore la science des volcans. Nous regrettons de ne pas connaître l'hypothèse de M. Poulett-Scrope sur la production des volcans, et dont il s'est habilement servi, suivant M. A. J. S. Jourdan, pour expliquer les tremblemens de terre.

22. Il est rare que les grands volcans, c'est-à-dire les volcans élevés, aient assez de force pour lancer la lave jusqu'à la cime ; ou plutôt, comme l'ont dit MM. Daubuisson et Girardin, les flancs de la montagne n'offrent point à cette masse de déjection, longue et pesante, une résistance suffisante pour la contenir : les flancs du volcan se déchirent, la lave se fait jour par une ou plusieurs ouvertures et s'en échappe avec rapidité. Quant au Vésuve (1) et aux volcans encore plus petits, la lave en sort en débordant par dessus le cratère : cependant cette assertion est démentie par des faits comme on le verra plus loin. On a avancé que l'étendue des courans de lave est proportionnée à la force et à l'importance des volcans, et qu'en général, à égalité de hauteurs, les volcans éteints paraissent avoir été doués d'une force et d'une fécondité supérieures à celle des volcans actuels. La vitesse des courans de laves dépend principalement de l'inclinaison des terrains qu'elle traverse : en général, ces laves coulent avec lenteur. M. Dolomieu cite une coulée qui mit deux ans à parcourir un espace de 3800 mètres. M. de Buch vit un torrent de laves s'échapper du Vésuve et traverser en trois heures, jusqu'à la mer, un espace de 7000 mètres en ligne droite ; mais c'est, dit-on, le seul exemple d'une telle rapidité, et le premier atteste avec quelle lenteur se refroidissent certaines laves. En suivant les traces de la lave vomie en 1767, 1779, et 1822, on reconnaît qu'elle a comblé la plaine dite des Genêts dans sa plus grande étendue sous une hauteur de 15 pieds, et qu'elle occupe un quart de mille. Le 3 janvier 1832, les premières matières produites par l'éruption ont formé, en se refroidissant, trois arches semblables à celles d'un pont, et sous lesquelles coulent les substances liquides échappées du cratère. Le Vésuve est de nouveau entré en éruption, le 28 mai 1833 ; il s'est formé un nouveau cratère sur

(1) Depuis vingt ans, ce volcan s'est affaissé de plus de 300 pieds.

le flanc oriental de la montagne, et il en roule des torrens de laves vers le village de la *Torre de Hannunziata* (*Ann. hist. univ.*). La dernière éruption rapportée en même temps, avec quelque différence par le *Moniteur*, le *Temps* du 21 septembre 1834 et le *Giornale delle due Sicilie*, du 30 août 1834, a été signalée par l'ouverture de nouvelles bouches. Nous aurions pu citer antérieurement les observations de don Ignazio Serrentino et le journal de M. Darthenay. Suivant M. Hamilton, le plus grand courant du Vésuve a 14000 mètres de longueur; celui de l'Etna, en 1787, en avait 16000. Dolomieu rapporte que ce dernier volcan a fourni un courant de plus de 10 lieues de long. L'Hécla en Islande, en 1783, donna naissance à un courant de 20 lieues de longueur sur 4 de largeur.

Les volcans à laves, rejettent quelquefois de l'eau bouillante, de la boue, de l'argile carburée et imprégnée de soufre, etc., etc. Les éruptions gazeuses qui s'échappent verticalement charient avec elles, dit M. Scrope, des matières pulvérulentes et même des fragmens de rochers qui, en s'élançant, se heurtent avec une violence telle qu'ils sont réduits en une poussière qui reste suspendue dans les airs comme un nuage épais qui, lorsque l'état de l'atmosphère le permet, prend la forme d'une ombrelle, ou celle du pin d'Italie auquel Pline le jeune comparait celui qui s'éleva du Vésuve, lors de la fameuse éruption de l'an 79 (n° 27), spectacle qui se renouvela en octobre 1822. Le capitaine de vaisseau Forest rapporte qu'il y a quelques années une des montagnes de la côte méridionale des îles Philippines (*Arch. aust.*) lança des flammes et de la fumée avec toute la violence d'un volcan : les environs furent couverts d'une immense quantité d'énormes pierres : il s'y mêlait un sable noir qui fut poussé à Mindanao, c'est-à-dire à 6 ou 7 milles, et les cendres volèrent jusqu'à Soulon, à 40 lieues de là : on ne voit plus dans les environs la moindre trace d'une rivière qui, dit-on, y coulait autrefois.

3^e DES TREMBLEMENS DE TERRE ET SOUS-MARINS.

23. Si l'on veut recourir à l'ouvrage de Buffon (tom. IV de l'édit. de Paris, en 12 vol., publié en 1818, suivie d'un supplément en 5 vol., par M. de Lacépède), on y trouvera sous le titre ; *Traité de l'Aimant et de ses usages*, les vues de ce grand homme sur les volcans et les tremblemens de terre ; les foudres électriques qu'il met seules en jeu , sont aujourd'hui remplacées par d'autres agens. A cette occasion, on aura peut-être lieu de s'étonner que ces phénomènes et d'autres encore n'aient pas été mentionnés dans la partie des ouvrages de MM. Pouillet et Despretz, sous le titre de *Météologie* (n^o 17), tandis que beaucoup de savans, et, en particulier, M. Arago, les traitent comme élémens de la physique du globe ou de la *Météorologie*, dénominations qui nous paraissent synonymes.

Un phénomène terrible, ordinairement lié avec les éruptions des volcans visibles et sous-marins, est celui des tremblemens de terre, de ces mouvemens convulsifs qui ébranlent et déchirent la croûte du globe, soit en suivant une direction horizontale par des ondulations semblables à celles des flots, soit verticalement, lorsqu'une partie du terrain est soulevée et l'autre engloutie, soit enfin circulairement, lorsque des masses pesantes de rochers et de terre tournent comme sur un pivot. Telles sont les trois espèces de mouvemens distingués par les Italiens, et dont nous trouverons grand nombre d'exemples dans les additions à ce chapitre. Il arrive même que plusieurs secousses qui se suivent offrent successivement ces trois mouvemens. D'une autre part, en visitant avec grand soin les ruines de plusieurs villes renversées, sous le règne de Tibère, M. Texier a fait dans la presqu'île de Téos des remarques curieuses :

par suite de secousses, les colonnes du temple de Délos sont toutes couchées du Nord-Ouest au Sud-Est. Dans un temple de Bacchus, les tambours des colonnes sont couchés les uns sur les autres, à peu près dans la même direction. Le temple d'Apollon Didyme dont les colonnes avaient cinquante pieds de hauteur, a été renversé par une catastrophe semblable; mais les colonnes sont couchées directement de l'Ouest à l'Est. C'est ce qui est encore arrivé à Césarée, ainsi qu'on le verra dans les additions à ce chapitre où nous donnerons la liste des tremblemens de terre que nous avons pu recueillir depuis 1816 jusqu'à ce jour.

Plusieurs de ces tremblemens sont accompagnés d'un bruit analogue à celui d'un tonnerre voisin ou d'une lourde voiture roulant sur le pavé, et quelquefois de flammes qui jaillissent de la terre, sans issue ou ouverture apparente, et sans brûler les corps combustibles qu'elles rencontrent. Entrons dans d'autres détails dont abonde l'histoire de ce fléau. Ces mouvemens changent souvent l'aspect d'un pays; ils y causent des crevasses énormes d'où s'exhalent des flammes bleuâtres et des vapeurs mortelles, crevasses qui, avec le temps, se transforment en vallées. En d'autres endroits, des montagnes sont renversées ou englouties: souvent détachées l'une de l'autre, elles glissent sur des terrains plus bas, et ces rochers, en vertu de la vitesse acquise, franchissent des vallons et même des collines. Quelquefois des fleuves, arrêtés par ces énormes débris, se répandent et forment d'immenses marais. Ailleurs de nouveaux lacs sont creusés au milieu des terres. Là des rochers jusqu'alors invisibles, élancent subitement leurs humides sommets de la mer écumante. Ici des sources tarissent, ou des sources nouvelles sortent des flancs déchirés de la montagne. Des rivières et même des fleuves disparaissent et se perdent sous terre; tandis que d'autres, dans leur jeunesse impétueuse, s'efforcent de se creuser un lit au milieu des débris et des ruines: il en est qui soulèvent leurs

eaux à une hauteur considérable, et la mer elle-même participe à ces violentes agitations (1).

24. Si l'on avait pris la peine de rassembler chaque année les observations auxquelles ces phénomènes ont donné lieu, comme on l'a fait pour les chutes d'aérolithes (chap. XI), on pourrait, en consultant un pareil catalogue, découvrir si, à l'époque où nous vivons, les causes encore inconnues de ces terribles crises acquièrent de l'activité, ou, ce qui paraît plus vraisemblable, si elles s'amortissent, ou encore si elles restent stationnaires; si elles se déplacent, si elles ont quelque connexion avec quelques autres météores ou accidens naturels : peut-être aurait-on pu saisir quelques lois ou plutôt quelques aperçus sur leur mode d'action, sur la manière dont ces secousses se transmettent, sur les directions constantes ou invariables quelles affectent dans le même lieu, sur la vitesse de propagation, sur les saisons où elles ont lieu, etc., etc. A cette occasion nous dirons que M. Nicolas Santi, de Rimini, prétend avoir trouvé un appareil propre à faire connaître la direction et l'intensité des tremblemens de terre. Aux distinctions faites précédemment on peut ajouter les suivantes. Ces commotions se propagent au loin, ou elles ne s'étendent qu'à une petite distance, ce qui revient à dire que la cause déterminante se trouve à une très grande profondeur, ou qu'elle réside à une profondeur beaucoup moindre. Celui qui ravagea la Calabre, en 1783, ne s'étendit qu'à une petite distance : celui de Lima, au Mexique, en 1746, se propagea jusqu'en Europe. Le 8 septembre 1601, on ressentit, entre 1 heure et 2 heures après minuit, un tremblement de terre qui s'étendit dans presque toute l'Europe et l'Asie. Nous pourrions citer beaucoup d'autres exemples. La cause de ces commotions réside au-dessous du fond de l'Océan, puisque,

(1) A Constantinople, on croit à une coïncidence entre les tremblemens de terre et les pestes très malignes.

dans plusieurs localités, on a vu non seulement les vaisseaux se heurter dans les ports, mais encore les flots quitter et reprendre plusieurs fois la place qu'ils occupent ordinairement.

25. Les anciens, tels qu'Aristote et Sénèque attribuaient les tremblemens de terre à la transformation subite de l'eau en vapeur : suivant eux, cette transformation s'opérait dans les entrailles du globe par la chaleur souterraine. Suivant M. Gay-Lussac, les tremblemens de terre ne seraient que la propagation d'une commotion à travers une masse solide, ou un banc de terre, commotion indépendante de toute cavité souterraine, et qui s'étendrait d'autant plus loin et d'autant plus rapidement que ce banc serait plus homogène et plus compacte; et, par exemple, le léger choc produit par la tête d'une épingle, à l'une des extrémités d'une poutre, en fait vibrer toutes les fibres, et le son se transmet distinctement à une oreille placée à l'autre extrémité (Phys.).

Ces secousses ont ordinairement une direction déterminée; rarement elles en changent pour en prendre une autre : cependant durant le tremblement de terre de Caracas, les secousses, d'abord dirigées du Nord au Sud, alternèrent avec d'autres qui se dirigeaient de l'Ouest à l'Est. La durée de ces secousses, varie selon leur intensité ou les localités : ordinairement elle n'est que de quelques secondes. Le tremblement qui, le 29 novembre 1822, ravagea le Chili, dura d'abord trois minutes, et fut suivi de plusieurs autres secousses qui se succédèrent à deux ou trois minutes d'intervalle. Dans quelques contrées, les tremblemens de terre se répètent pendant plusieurs années de suite : ainsi les vallées du Mississipi, de l'Ohio et de l'Arcansas, furent agitées depuis le 16 décembre 1811 jusqu'en 1813. Dans un autre ouvrage dont celui-ci est extrait, nous avons mentionné les tremblemens de terre du Chili, du Pérou, de l'Épire, de la république de Venezuela, en Amérique, et

ceux de Bakou dans la région caucasienne de l'Asie. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que la plupart de ces commotions cessent ordinairement, lorsqu'il s'ouvre dans leur direction une nouvelle branche volcanique : souvent aussi elles précèdent les éruptions volcaniques. Les éruptions et les tremblemens de terre occasionent quelquefois des perturbations plus ou moins sensibles dans l'aiguille aimantée. Nous verrons ailleurs que c'est une propriété des Aurores Boréales.

26. M. le professeur Mérian vient de publier un opuscule sur les tremblemens de terre, et, en particulier, sur ceux qu'on a ressentis en Suisse : il résulte de ses recherches que dans

Le XI ^e siècle, il y a eu	3
XIV ^e	4
XV ^e	5
XVI ^e	23
XVII ^e	59
XVIII ^e	24
Et pendant le premier tiers du XIX ^e .	4

Les chiffres pour les siècles sont incomplets : ce n'est qu'à dater du 17^e que les indications sont exactes. Précédemment, dit l'auteur, la ville de Bâle était plus sujette aux tremblemens de terre que maintenant. Sur le nombre total de ces tremblemens,

41	ont eu lieu en hiver.
22.	. . . au printemps.
18.	. . . en été.
37.	. . . en automne.

27. Nous placerons ici la description de quelques tremblemens de terre, remarquables et antérieurs à l'année 1816 (n^o 23).

1^o Herculanium et Pompéia furent détruites par la ter-

rible éruption du Vésuve, arrivée le 24 août an 79 de J.-C. Ces deux villes qui avaient déjà souffert d'un fort tremblement de terre, l'année 63 de J.-C., étaient à peine réparées qu'un autre tremblement vint les surprendre et fut suivi de près par la mémorable éruption de 79 qui les ensevelit sous une pluie de cendre et de lapilli (*pierres ponces très petites*) vomis par torrens par le volcan. Sous l'empereur Constance, l'Asie éprouva les plus grands désastres par d'affreux tremblemens de terre qui détruisirent cent cinquante villes dans l'Orient : celle de Nicomédie fut renversée de fond en comble. Vers l'an 375, toutes les côtes de l'Égypte vers Alexandrie furent bouleversées par un affreux tremblement de terre; la mer, fuyant le rivage, découvrit aux regards surpris ses profonds abîmes; et après avoir laissé les vaisseaux à sec et une foule innombrable de poissons mourans sur le sable, l'onde, par une réaction violente, franchissant ses limites, ruina plusieurs villes et inonda de vastes contrées. Alexandrie perdit 150 mille citoyens. En 1703, un violent tremblement de terre, et un incendie encore plus affreux, ont détruit la grande ville de Jeddo (au Japon), presque aussi étendue et aussi peuplée que Pékin : plus de 200,000 habitans ont été ensevelis sous ses ruines.

2° La Calabre et les contrées qui l'avoisinent sont exposées à de fréquens tremblemens de terre, à cause de la proximité de la grande région volcanique méditerranéenne. Les épouvantables commotions de la fin du dernier siècle ont laissé des souvenirs d'un triste intérêt. Le 5 février 1753, des tremblemens commencèrent à se communiquer au loin avec une violence inégale et se succédèrent à divers intervalles pendant quatre ans. La première secousse renversa beaucoup de maisons dans les villes et villages de la Calabre ultérieure et jusque dans Messine : mais la plus grande force du tremblement fut surtout concentrée dans un espace de 45 lieues carrées : la surface du pays y fut entière-

ment bouleversée : d'innombrables fosses, des fissures profondes s'ouvrirent de toute part, des collines s'éroulèrent et comblèrent des vallées de leurs ruines ; des rivières chassées de leur lit se rencontrèrent et se réunirent ; des sources jaillirent tout à coup sur des chemins, tandis que d'autres disparurent. Près de Laureano , deux champs entiers furent enlevés avec leurs oliviers, du milieu d'une plaine unie, et transportées à plus d'un quart de lieue : à leur place se formèrent des courans d'eau chaude et des jets de sables. A Sencinara, un plan d'oliviers fut précipité de 200 pieds de haut (1) dans une vallée, ce qui n'empêcha par les propriétaires de faire quelques mois après une abondante récolte d'olives. Une partie du sol de la ville de Polistena fut emportée avec les maisons jusqu'au bord d'un ravin peu éloigné. La plupart des ouvertures qui sont restées béantes après l'événement, avaient de 25 à 250 pieds de profondeur, et quelques-unes plus d'un quart de lieue de longueur. Non loin du rocher de Scylla, au bord de la mer, du côté de Messine, d'énormes masses détachées des rochers écrasèrent plusieurs villes : l'eau de la mer était profondément agitée. Le vieux prince de Scylla et 1400 personnes réfugiées avec lui sur des barques, furent engloutis.

3^o Il existe encore quelques témoins du tremblement de terre qui renversa presque entièrement Lisbonne, le 1^{er} novembre 1755, et leurs récits confirment les détails répandus dans l'Europe après ce grand désastre. Entre autres pièces importantes sur cette catastrophe, consignées dans les *Transactions Philosophiques de Londres*, nous citerons l'extrait suivant d'une lettre écrite du lieu de la scène, sous la date du 18 novembre 1755, par M. Wollfall, chirurgien. « L'été avait été plus frais que de coutume, et, pendant les derniers quarante jours, le temps avait été très clair et très

(1) Les valeurs en millimètres ne se trouvent ni dans les *Annales du bureau des longitudes*, ni dans le *Traité de Météorologie* de M. de Saigey.

beau. Le 1^{er} novembre, vers 9 h. 40' du matin, une très violente secousse de tremblement de terre se fit sentir ; elle parut durer environ un dixième de minute, et, en ce moment, toutes les églises, tous les couvens de la ville, le palais du roi et la magnifique salle d'opéra s'écroulèrent : les habitans assurent que le bâtiment de l'inquisition a été renversé le premier. Il n'y eut pas un seul édifice considérable qui restât debout : environ un quart des maisons particulières ont eu le même sort, et, suivant un calcul très modéré, il périt 30,000 personnes : le spectacle des corps morts, les cris des mourans à demi ensevelis dans les ruines, sont au delà de toute description. La crainte et la consternation étaient telles que les personnes les plus courageuses n'osèrent pas rester un seul instant pour arracher à la mort les victimes arrêtées sous les débris : chacun ne songeait plus qu'à se réfugier sur les places découvertes, ou à se jeter au milieu des rues : ceux qui étaient dans les étages supérieurs, ont été, en général, plus heureux que ceux qui ont essayé de s'échapper par les portes : car ceux-ci furent ensevelis sous les ruines avec la plus grande partie de ceux qui fuyaient à pied. Les équipages avaient plus de chances de salut, quoique les cochers et les laquais fussent très maltraités. Mais le nombre des personnes écrasées dans les maisons et dans les rues ne fut pas comparable à celui des gens ensevelis sous les décombres des églises : car c'était un jour de grande fête, et alors tous les édifices religieux étaient remplis de fidèles : les clochers tombèrent presque tous avec les voûtes des églises, en sorte qu'il n'échappa que peu de monde. Environ deux heures après le tremblement, le feu se déclara en trois endroits différens de la ville ; il était occasioné par celui des cuisines que le bouleversement avait rapproché des matières combustibles : à ce moment, un vent très fort succéda au calme, et anima tellement l'incendie qu'en trois jours la ville fut réduite en cendres. Tous les élémens semblaient conjurés pour nous détruire : aus-

sitôt après la catastrophe du tremblement qui eut lieu à peu près au moment de la grande élévation des eaux, le flot monta tout à coup quarante pieds plus haut qu'on ne l'avait jamais observé et se retira aussi subitement : s'il n'eut pas ainsi rétrogradé, la ville entière aurait disparu sous les eaux. Il était à craindre que le nombre des corps morts et le manque de bras pour les enterrer, ne donnassent naissance à une maladie contagieuse; mais le feu en les consumant, dissipa ces alarmes. La famine était imminente : cependant quelques-uns des greniers furent heureusement conservés : d'abord une once de pain valut une livre d'or, enfin il devint assez abondant et bientôt la crainte de la disette fut écartée. Il y avait encore lieu à redouter la cupidité des dernières classes de la population, qui pouvaient profiter de la consternation pour se livrer à toute sorte de brigandages : à la vérité, il y eut d'abord un assez grand nombre de crimes commis; mais, par ordre du roi, on dressa des gibets autour de la ville, et après une centaine d'exécutions, le pillage cessa. Nous avons souffert jusqu'à vingt-deux secousses différentes depuis la première; personne n'osa se coucher dans les maisons : le roi et sa famille étaient à Béline. La secousse s'est fait sentir dans toutes les parties du royaume, mais particulièrement sur les côtes; il est possible que la cause de tous ces désastres soit venu du fond de l'Océan Occidental : car je viens de converser avec un capitaine de vaisseau qui m'a dit qu'étant à 50 lieues au large, il éprouva une secousse si violente que le pont de son vaisseau en fut très endommagé : il crut avoir touché sur un rocher et fit mettre aussitôt la chaloupe à l'eau pour sauver son équipage; mais il parvint heureusement à amener, bien qu'en mauvais état, son vaisseau dans le port. On assure encore que l'agitation de la mer, se fit sentir jusque sur les côtes de la Norwége et de l'Angleterre, et que ce tremblement s'étendit dans le même jour, dans le Nord de l'Afrique, en France et particulièrement à

Toulouse, en Suisse, en Allemagne et même aux Antilles. »

Nous citerons, en second lieu, quelques effets des volcans sous-marins.

Un volcan sous-marin, parfaitement observé est celui qui se trouve auprès de l'île Saint-Michel, l'une des îles Africaines. En 1720, on vit s'élever entre cette île et celle de Terceire, une île semblable à une montagne volcanique, qui lançait des feux, des cendres et des pierres poncees; bientôt elle s'affaissa, et, en novembre 1723, elle avait entièrement disparu. Par suite d'une éruption, un îlot volcanique surgit en Islande, jeta des flammes, puis des pierres poncees, puis disparut. L'île de Nérita qui, depuis a été appelée Julia, est sortie en 1831 du sein de la mer de Sicile, entre la Sicile, l'île de Pantellaria et le banc de Skorki; elle a été d'abord aperçue par un capitaine sarde qui étant resté en calme avait considéré le phénomène pendant trois jours et à trois lieues de distance : trois colonnes de feu, accompagnées de beaucoup de fumée, sortaient de la mer. Le capitaine en second du brick l'Excellent, de Marseille, venant de Malte, aperçut le volcan à une distance de dix lieues : à vingt, il entendit le bruit de l'explosion et son navire ressentit un mouvement convulsif qui dura plusieurs secondes. M. Hoffman, célèbre géologue allemand, se trouvait sur les lieux à l'époque de son apparition; en ce moment, les sources de l'île volcanique de Pantellaria, devinrent plus abondantes et le sol de la côte voisine de la Sicile éprouva des oscillations. M. Constant Prevost, chargé par l'Académie des sciences de Paris d'explorer cet îlot, reconnut qu'il avait trois quarts de mille anglais de circonférence et quatre-vingt pieds de hauteur : depuis il s'est affaissé et a disparu. M. Prevost vient de remettre à l'Académie ses recherches sur l'exploration de l'île Julia, de Malte, de la Sicile, etc. Dans la série de ses communications, il a eu soin de traiter avec les plus grands détails tout ce qui avait rapport à l'île de Julia : son jour-

nal renferme, outre les observations personnelles de l'auteur, les notes qu'il a recueillies de témoins oculaires, sur ce qui s'était passé avant son arrivée : il ne laisse rien à désirer sous le rapport de la description minutieuse et circonstanciée de tous les phénomènes qui ont précédé, accompagné ou suivi cette éruption. Nous pensons, disent en terminant MM. les rapporteurs, 1^o que M. Constant-Prevost a rempli de la manière la plus satisfaisante la mission que l'Académie lui a confiée, et que l'extension qu'il lui a donnée atteste tout à la fois son zèle éclairé et son dévouement pour les progrès de la science; 2^o qu'il y a lieu d'insérer dans les mémoires des savans étrangers, le rapport du voyage dans l'île Julia et dans les parties voisines de la Sicile; 3^o que quelque intéressantes que soient les observations de M. Constant-Prevost sur les autres parties de la Sicile, sur Malte, sur Lipari, sur Stromboli, sur le Vésuve et sur les champs Phlégréens, on ne pourra les apprécier que lorsque l'auteur en aura complété la description et l'aura soumise à l'Académie (31).

Le chevalier Hamilton, déjà cité, qui a fait une étude approfondie de la science conjecturale des volcans, pense que les tremblemens de terre, qui eurent lieu à Messine et à Catane, le 13 juillet 1830, étaient liés à l'explosion de l'île de Pentellaria désignée plus haut. En effet, sous cette date, on ressentit à Messine une très forte commotion; plus tard, les 18 et 28 janvier et le 10 février 1831, on en ressentit de nouvelles; mais le foyer des agitations était à Melazzo, à 20 milles, au nord : les habitans avaient abandonné la ville, après plus de soixante secousses telles qu'on craignait qu'une bouche de feu ne vint à s'ouvrir sur son emplacement : la consternation était générale, lorsque le 18 février suivant, vers le soir, on entendit à Catane une épouvantable détonation : c'était le cratère de l'Etna qui se déchirait : les matières volcaniques venaient de s'ouvrir un passage, et un nouveau fleuve de laves, sortant du sommet

de la montagne, se dirigea vers le nord. Ce travail ne mit pas fin aux tremblemens, mais il les diminua et les affaiblit. Cependant les craintes sur la naissance d'un nouveau volcan se trouvèrent fondées : au mois de juillet, parut l'île de Pentellaria, et dès lors les secousses cessèrent tout-à-fait.

Les navigateurs assurent que les vaisseaux éprouvent souvent des ébranlemens terribles par un mouvement subit et convulsif dans la mer, fort semblable aux commotions qui secouent les continens. M. Le Gentil (*de l'Acad. roy. des Scien. de Paris*) s'exprime ainsi : les vaisseaux à l'ancre sont agités si violemment, qu'il semble que toutes leurs parties vont se désunir : les canons sautent sur les affuts, et les mâts rompent leurs haubans : cependant la surface de la mer reste lisse et toute l'agitation est intérieure. (Add. au chap. III).

4^o DES SÈCHES, OU SEICHES OU LAIDÈCES.

28. On appelle ainsi le mouvement de flux et de reflux qu'éprouve, par exemple, le lac de Genève, en certaines occasions. Dans les mémoires de l'Académie royale des Sciences de Paris, pour 1740 et 1741, on trouve quelques essais d'explication de ce singulier phénomène, par M. Jallabert. En 1763, le 3 août, M. de Saussure observa le même fait sur les eaux d'un fossé, communiquant avec celles du lac : la différence de hauteur entre le point le plus haut et le point le plus bas, était de 4 pieds 9 lignes à la première oscillation; à la seconde de 4 pieds 6 pouces 9 lignes; à la troisième de 2 pieds 8 pouces 9 lignes (1). M. Bertrand de Genève suppose que des nuées électriques attirent et soulèvent les eaux du lac, et que ces eaux re-

(1) Le pied de Genève vaut 283 millimètres.

tombant ensuite, produisent des ondulations dont l'effet est comme celui des marées, d'autant plus sensible que les bords sont plus élevés. On pourra s'étonner que, dans une ville comme Genève, personne n'ait jamais remarqué à l'avance l'intumescence locale produite par l'électricité, et qui, quelques minutes plus tard, devait occasioner une sèche. Sans admettre cette explication, nous dirons que ces sèches ont lieu dans la mer, dans les fleuves et autres masses d'eau, aux époques des grands tremblemens de terre. A l'heure où la ville de Lisbonne fut détruite en 1755 (n^o 27, 3^o), l'océan offrit en quelques minutes, plusieurs mouvemens de flux et reflux, depuis Gibraltar jusqu'aux îles Shetland et depuis le Tage jusqu'à la Jamaïque. Le tremblement de terre beaucoup moins fort, du 31 mai 1761, donna lieu aussi à une semblable agitation des vagues à Lisbonne, à Madère, à Cork, à Mount's Bay (*Cornouailles*), à Bristol, à Amsterdam et même à la Barbade. A Mount's Bay, la mer s'éleva de 6 pieds (1828 millim.) et reprit son niveau cinq fois de suite, dans l'espace d'une heure. De tels mouvemens ont lieu fréquemment à Marseille. Ce phénomène même fut observé le 13 juillet 1725, au port de Flamenville, en Normandie. Il reste à en chercher l'explication, comme celle de tant d'autres phénomènes météorologiques.

5^o SUR LES BRUITS SOUTERRAINS QU'ON ENTEND A NAKOUS
OU NAKOOS, A TROIS LIEUES, AU NORD DE TOR, SUR LA
MER ROUGE, EN ARABIE.

29. La relation suivante que nous avons abrégée, est due à M. Seetzen (*Monatliche-corres. oct. 1812*). Nous laisserons parler l'auteur. « Accompagné d'un chrétien grec et de quelques bédouins, je partis le 17 juin, à 5 heures du matin; après un quart d'heure de marche, nous arrivâmes

au pied d'un majestueux rocher de grès : la montagne toute nue en est entièrement formée. A midi nous atteignîmes la partie appelée *Nakous* : là, au pied de la chaîne, on voit un roc à pic, isolé des deux côtés : la montagne présente deux surfaces tellement inclinées, que le sable blanc et peu adhérent qui les recouvre, se soutient à peine et glisse au moindre ébranlement, ou lorsque les vapeurs du soleil achèvent de détruire sa faible adhérence : ces deux pentes sabloneuses peuvent avoir une hauteur d'environ 150 pieds; elles se réunissent derrière un rocher isolé, en formant entre elles un angle aigu, et sont parsemées comme aussi les deux surfaces adjacentes, de rochers escarpés souvent formés d'un grès blanc et friable : le premier son se fit entendre peu après midi : nous grimpâmes avec peine le long de la pente sabloneuse, jusqu'à une hauteur de 70 à 80 pieds, et nous nous arrê tâmes sur des rochers où les pèlerins avaient coutume de se placer pour écouter : en gravissant, j'entendis le son se former sous mes genoux, ce qui me fit penser que le glissement du sable était la cause et non l'effet de l'ébranlement sonore : à 3 h. le son se fit entendre plus fortement et dura six minutes : puis après avoir cessé pendant dix minutes, il se reproduisit : il me parut avoir la plus grande analogie avec celui d'une toupie creuse : il naissait et se perdait comme les résonnances de la *Harpe éolienne*. Pour me convaincre de la vérité de mes soupçons, je grimpai avec la plus grande peine jusqu'aux rochers les plus élevés, puis je me laissai glisser le plus vite possible, en m'efforçant, à l'aide des pieds et des mains, de mettre le sable en mouvement : l'effet ainsi produit fut si grand, le sable en roulant sous moi, fit naître un son si éclatant que la terre paraissait trembler. » L'auteur se fait ces questions : la couche du sable roulant, agit-elle comme l'archet qui en frottant sur les bords d'une lame de verre, fait tressaillir et distribuer en figures déterminées, la poussière dont cette lame est saupoudrée? la couche de sable

adhérente et fixe, joue-t-elle ici le rôle de la lame de verre et les rochers celui de corps résonnant? Sir John Herschell, dans un écrit qu'il a lu à la Société royale de Londres, indique comme cause unique probable de ce phénomène, une production souterraine de vapeurs dont la génération et la condensation peuvent, comme il arrive dans certaines circonstances, produire des bruits de cette nature, qu'on obtient, par exemple, par la combustion d'un jet de gaz hydrogène dans un tube de verre. Nous avons rapporté ailleurs les opinions de ce savant sur d'autres phénomènes analogues.

C'est ici le lieu de décrire un phénomène connu qui pourra servir, jusqu'à un certain point, à expliquer le précédent. Il résulte des recherches récentes d'un savant et judicieux critique, que le phénomène vocal de *Memnon* (1), ne se serait fait entendre qu'à l'époque où sa statue fut brisée, qu'il n'aurait acquis de célébrité que sous le règne de Néron, et aurait cessé au temps où Septime Sévère le fit rétablir: d'où il faudrait conclure que la partie inférieure du colosse était seule douée de la propriété de rendre des sons. Des anciens disaient que le bruit produit par ce colosse ressemblait à celui des cordes d'une lyre, qui viendraient à se rompre. Des voyageurs ayant observé en Égypte même, et parmi d'autres monumens, un bruit tout-à-fait analogue, ont reconnu qu'il était dû à l'humidité dont ce bloc s'imprégnait pendant la nuit, et qui venant à se dégager aux premières chaleurs du soleil, produisait, en écar-

(1) Ces colosses situés à une lieue de la rive occidentale du Nil, vis-à-vis de Louqsor, sont connus dans le pays sous les noms de *Châma* et de *Tâma*: c'est au dernier que l'on attribuait le don de la voix: on assigne pour cause de sa destruction, le tremblement de terre qui eut lieu l'an 27 avant Jésus-Christ. Le piédestal et le colosse réunis, après la restauration par Septime Sévère, pèsent 1,305,992 kilog. Ou 2,811,999 livres: la hauteur totale est celle d'une maison de Paris à cinq étages. On peut consulter sur ce point les recherches des antiquaires de nos jours, et en particulier, celles de M. Letronne.

tant les molécules de la pierre naturellement sonore, une décrépitation qui se répercutait dans toute la masse et excitait en elle une vibration générale. Le même phénomène a été observé par M. de Humboldt, parmi les rochers granitiques de l'Orénoque; par M. de Rozières, membre de la commission d'Égypte, dans les cavernes de granit de Sienne. On peut encore citer les craquemens sonores que Champollion a souvent entendus dans les vastes solitudes de Karnak (Haute-Égypte); les sons qui, pendant plusieurs matinées, étonnèrent W. J. Banckes dans le portique de Philes, et qui ressemblent à ceux d'une corde de harpe, et enfin ceux que l'on entend aux environs de la Maladetta. Septime Severe en rétablissant le colosse en question, appliqua une sourdine sur l'instrument. C'est ainsi que le son d'un verre ou d'une corde en vibration, cesse dès qu'on y passe le doigt. C'est encore d'après la même loi qu'une cloche fêlée rend un son mat, et qu'en isolant ses deux parties, chacune d'elles redevient sonore.

5° SUR LES FEUX SOUTERRAINS DE L'ISLANDE.

30. L'Islande (1) considérée moralement et physiquement, n'étonne pas moins qu'elle n'intéresse : située par le

(1) L'Islande (*terre de glace*) a été découverte en 861 par le pirate norvégien Naddodd : en 864, Gardar, Suédois, fut poussé par le mauvais temps, sur ses côtes désertes; il reconnut qu'elles appartenait à une île qu'il nomma *île de Gardar*. Les premiers établissemens datent de 874. Le célèbre Bank visita l'Hekla avec Solander et Troil en 1772, et en 1810, M. Mackensie, le docteur Holland et quelques autres, y sont encore montés. On a remarqué la singulière coïncidence des éruptions de l'Etna ou du Vésuve avec celles des volcans d'Islande, notamment en 1538, 1554, 1653, 1717, 1754, 1755, et 1766, époque de la dernière grande éruption de l'Hekla. En 1783, le *Skoptaa Jokul* fit une éruption plus terrible qu'aucune de celles de l'Hekla : neuf mille créatures y perdirent la vie. On doit une description détaillée et intéressante de cette contrée au docteur anglais Henderson qui y a trouvé

soixante-quatrième degré de latitude, dans une région où règne un hiver perpétuel, cette île accuse sur toute sa surface des feux souterrains dont l'effet est effrayant. Partout sur cette terre; on foule de ses pieds les laves éteintes : outre les volcans qui vomissent nécessairement des torrens de fumée et de flammes, des fleuves de bitume, de soufre, de métal fondu ; des nuées de cendres et de pierres, l'île offre encore ces colonnes d'eau bouillante qui jaillissent des entrailles de la terre, et s'élèvent à une hauteur de plus de 100 pieds : ces *Geisers* ont la singulière propriété de tapisser leurs canaux et tout le terrain qu'ils inondent, d'une couche étendue et épaisse de silex concrétionné, à structure ondoyante, phénomène qui explique une foule de particularités géologiques. Autour du terrible Hékla (volcan), se trouvent plus de 100 sources d'eau chaude, dans un cercle de moins de deux milles. Le bruit précurseur d'une éruption du grand Geiser, peut être comparé à un coup de canon ; la terre en est ébranlée. A quelque distance de cette énorme masse d'eau jaillissante, on voit le nouveau Geiser auquel les voyageurs ont donné le surnom de *Rugissant*, et que les Islandais nomment *Stroeken*, qui signifie *Baratte* : le conduit qui l'alimente est moins grand et moins profond que celui du grand Geiser, et tout y est diminué proportionnellement aux volumes des eaux affluentes (n° 32).

7° SUR LE SOULÈVEMENT DES TERRAINS PAR DES FEUX SOUTERRAINS OU AUTRES CAUSES INCONNUES.

31. Existe-t-il des terrains qu'une cause locale ait élevés au-dessus de leur niveau primitif ? la réponse affirmative a

tous les bienfaits d'une antique civilisation. On peut encore consulter les observations faites dans cette île par MM. Marmier et Lottin, attachés à l'expédition de *la Recherche*, et dont M. Arago a donné un extrait à l'Académie des Sciences de Paris ; M. Lottin n'a pas vu la colonne d'eau du grand Geiser, dépasser 30 pieds.

été fournie par M. le baron de Humboldt. Dans la nuit du 28 au 29 septembre 1759, un terrain de trois à quatre milles carrés, situé dans l'intendance de Valladolid au Mexique, se souleva sous forme de vessie : sur les limites, l'élévation du terrain n'est que de 12 mètres; au centre cette élévation a été de 160 mètres : le plus haut des monticules ainsi formés, est le *volcan de Jorullo*. Mais si le terrain avait mieux résisté, s'il n'avait pas donné issue à des matières enflammées, et à des déjections, la plaine de Jorullo, au lieu de devenir une simple colline, aurait peut-être acquis le relief de telle sommité des Cordillères. Strabon parle d'un terrain situé près de Méthone en Grèce, soulevé à la hauteur de sept stades, ou plutôt de 700 mètres, en prenant le stade à 1111 au degré. Les soulèvemens brusques ou graduels du sol, paraissent destinés à jouer un trop grand rôle dans l'histoire de la terre, pour que nous ne devions pas inviter d'une manière toute particulière MM. les officiers de la *Bonite* (chap. XVIII), à tenir note de tous les phénomènes récents de cette espèce qu'ils pourront rencontrer, et à ne pas oublier spécialement la côte du Pérou. Dans ses observations diverses, (*Ann. du Bur. des long.*) M. Arago s'exprime ainsi : En 1822, dans le mois de novembre, à la suite du tremblement de terre qui renversa, au Chili, les villes de Valparaiso, de Quillota, etc., une grande partie du pays, se trouva élevée de 1 à 2 mètres au-dessus de son ancien niveau. Les tremblemens de terre de 1834 ont été, à ce qu'il paraît, plus forts encore que celui de 1822 : il serait donc important d'examiner si, comme ce dernier, ils n'auraient pas soulevé subitement toute la contrée. Un rivage le long duquella mer, par l'effet de la marée, ne monte jamais au delà de 1 à 2 mètres, doit fournir une multitude de repaires, tels qu'embarcadères, bancs d'huîtres, de moules et d'autres coquillages adhérens au rocher, à l'aide desquels toute question de soulèvement peut être résolue. Nous croyons devoir citer le *lac de Quintero* qui communiquait avec la

mer, comme très propre à fournir des preuves incontestables de changemens de niveau. Nous recommanderons aussi de recourir aux cartes hydrographiques de Vancouver, de Malaspina, etc. : car il n'est nullement probable que les soulèvemens se soient arrêtés au rivage, et que le lit de la mer n'y ait pas participé. M. Fitzroy dit aussi que l'île de Santa-Maria a monté de 10 pieds anglais (3 mètres). Il est à présent démontré que le volcan du Vésuve est un *volcan émergé* : l'émergence du Vésuve comme celle des Champs-Phlégréons, de l'Époméo, de l'Etna, est un fait général dû à la cause qui a mis à sec les terrains marins sub-Apennins ; ce peut être aussi à une dislocation plus nouvelle à laquelle toute la côte ouest de l'Italie semble avoir participé. M. Capocci rapporte des faits qui tendent à prouver que depuis 1800 la mer s'est abaissée de 2 palmes et demie dans les environs de Pouzzoles, et qu'il y a soulèvement du sol aux environs de Naples et près de la Sicile. Dans un complément du rapport verbal sur l'ouvrage de ce savant, M. Arago présente des considérations qui l'ont conduit à penser contre l'opinion générale des géologues, que, dans sa partie immergée, *l'île Julia* fut le résultat d'un soulèvement solide et rocheux de la mer (n° 27), opinion que M. Constant Prévost a combattue.

L'île de Mélida (Melita des anciens), près de Raguse, très éloignée de tout foyer volcanique, éprouve de fréquentes détonations qui ont appelé l'attention des physiciens de l'Allemagne et de l'Italie ; elles ressemblent à celles d'un canon tiré dans l'éloignement ; elles occasionnent un grand tremblement dans les portes et fenêtres au village de Babinopoglie : le 10 août 1832, une explosion subite très sonore remplit les habitans de terreur : ces détonations ont eu plusieurs retours. A cette occasion, nous citerons un phénomène dont la cause n'est pas mieux expliquée. Le 18 octobre 1732, à 4 h. $\frac{1}{2}$ du soir, M. Daleman, ingénieur, revenant de faire un nivellement à Chamfort, dans

le combat d'Avignon, entendit tout à coup un bruit souterrain équivalent à celui de 100 pièces de canon, de 24 livres de balles, tirées à la fois; la terre trembla : deux minutes après, il tomba une pluie de terre, comme il arrive lorsqu'une mine a joué. Dans plusieurs endroits de la campagne, on trouva la terre ouverte à une très grande profondeur. (*vol. de l'Acad. année 1738*). De nos jours divers terrains ont été le théâtre d'événemens de ce genre; d'autres sont dûs à des soulèvemens très lents. Il est bien constant que la mer a séjourné longtemps sur diverses parties de nos continens; mais comment le niveau des eaux a-t-il pu baisser d'une manière aussi considérable? Ne peut-on pas penser que la masse des eaux, sans diminuer en aucune façon, se soit seulement déplacée? la chose se serait faite à peu près, comme lorsqu'on a de l'eau dans un vase, et qu'on le relève légèrement : l'eau coule tout entière d'un côté et sa profondeur augmente dans cet endroit, en même temps qu'elle diminue et qu'elle devient nulle à l'opposite. Telle est l'explication qui paraît la plus probable et qui est vérifiée par les diverses inclinaisons des couches de sable et de vase, qui ont certainement été déposées primitivement dans une situation horizontale, comme tous les sédimens que l'eau abandonne et qui maintenant sont fortement relevés dans divers sens : telles sont encore les dislocations et les grandes fissures qui attestent que le sol a été soumis à des mouvemens capables de le rompre. Les continens auraient donc été soulevés en masse, de manière à s'élever peu à peu au-dessus du niveau de la mer, travail qui exige un très grand nombre de siècles. On peut suivre le mouvement successif, en étudiant attentivement le sol, depuis l'intérieur des continens, jusque vers le rivage actuel de la mer : on reconnaît alors, de distance en distance, la trace des anciens rivages où la mer s'est successivement arrêtée, où elle a séjourné quelque temps, et d'où elle a été ensuite forcée de s'écouler, pour continuer sa marche vers le bassin

qu'elle occupe aujourd'hui. Il y a des monumens qui montrent d'une manière incontestable qu'autour de Naples, le sol, en quelques endroits, a baissé et remonté alternativement : par exemple, près de Pouzzoles, il existe un temple ancien dont le pavé se trouve maintenant au-dessus du niveau de la mer; lorsqu'on examine les colonnes qui sont encore debout, on s'aperçoit que quelques-unes sont toutes percées à 8 ou 10 pieds de hauteur, par des coquillages qui vivent ordinairement à fleur d'eau : donc le pavé du temple s'est trouvé, pendant un temps, à 8 ou 10 pieds au-dessous du niveau de la Méditerranée; il n'est plus maintenant qu'à un pied, il s'est donc élevé, et comme on l'avait certainement bâti sur un terrain sec, il a donc aussi descendu depuis sa fondation. On ne saurait assurément nier qu'aujourd'hui le sol de la France, sauf quelques secousses passagères de tremblement de terre, ne soit dans une immobilité parfaite. Mais les derniers mouvemens qui ont achevé d'élever ce pays au-dessus de l'Océan et de lui donner son étendue actuelle, remontent à une époque qui, bien qu'antérieure sans doute aux âges historiques, n'est pas cependant tellement reculée qu'elle aille se perdre dans la nuit des temps. Dans les vastes plaines de la Picardie, autrefois occupées par de grands lacs et de grands marécages, on retrouve les ossemens des castors qui y construisirent alors leurs demeures; et dans le fond des tourbières, on découvre quelquefois des pirogues creusées dans un seul bloc, comme celles des sauvages de l'Amérique, et qui attestent quelle était alors la nature des habitans de ces parages aujourd'hui desséchés et fertilisés par une culture si belle. Nous avons près de nous l'exemple de ce qui a dû se passer autrefois chez nous. Le sol de la Suède et de la Norwége s'élève continuellement par un mouvement insensible au-dessus des eaux de la mer Baltique : comme on le pense bien, cette manœuvre est excessivement lente, et il faudra bien du temps encore avant que la mer Baltique soit entièrement

vidée. Voici ce qui établit la vérité de ce phénomène si singulier, qu'on pourrait se refuser à le croire, s'il n'était appuyé sur des preuves que chacun peut vérifier. D'abord à une grande distance des côtes et à une hauteur déjà considérable, on trouve des coquillages dont le test est encore très frais et très bien conservé, et qui sont les mêmes que ceux qu'on irait prendre sur le bord du rivage. Ceci est pour l'antiquité la plus haute. Voici maintenant pour les temps historiques. Il existe des chants des anciens Bardes, qui célébraient les exploits de ces guerriers, lorsqu'ils allaient à la pêche, et qui contiennent les noms des rochers sur lesquels ils avaient l'habitude d'aller pêcher les phoques endormis : ces rochers où se tiennent les phoques, sont des tables peu élevées au-dessus de l'eau, sur lesquelles ces animaux montent aisément et s'étendent au soleil ; or, ceux de ces rochers dont parlent les Bardes, et dont les noms sont encore conservés dans le pays, sont maintenant tellement élevés au-dessus de l'eau, que les escarpemens qui les entourent ôtent complètement à un phoque la possibilité d'y monter ; ces rochers se sont donc élevés depuis les temps où les anciens Scandinaves naviguaient autour d'eux, pour y lancer leurs flèches sur les animaux marins qui y faisaient leur séjour. Quant à notre temps, la chose est encore plus évidente. On a fait des marques à fleur d'eau, au pied de ces divers rochers, afin de s'en servir comme de points de repaire, et en visitant ces marques d'une manière régulière, on trouve qu'elles s'élèvent successivement au-dessus du niveau de la mer : or ce n'est pas le niveau de la mer qui s'abaisse ; car il s'abaisserait partout de la même manière, sur les côtes d'Allemagne et de Danemark, aussi bien que sur celles de la Suède, ce qui n'a pas lieu ; donc c'est bien le fond de la mer qui s'élève lui-même. Dans le fond du golfe de Bothnie, l'exhaussement total du terrain est d'environ $4 \frac{1}{3}$ pieds : dans le bas de la mer Baltique, au-dessous de Stockholm, il n'est plus guère que d'un pied, et

enfin, dans les provinces les plus méridionales, vis-à-vis le Danemark, le mouvement n'est plus appréciable et n'existe probablement plus (1). Nous joignons ici un tableau indiquant les endroits principaux du golfe de Bothnie, où l'on a gravé les marques et les résultats principaux que les observateurs en ont déduits. Pour éviter les causes d'erreur, on a pris une moyenne, et c'est cette moyenne qui donne la hauteur de $4 \frac{1}{3}$ pieds, citée plus haut (2).

(1) D'après les recherches des anciens naturalistes, des phénomènes de ce genre arrivent le plus souvent dans les contrées les plus voisines du cercle polaire septentrional. Les lacs de Danemark ont baissé à tel point qu'on manque d'eau dans quelques endroits. Il y a 2500 ans, la Suède et la Norwége formaient une île. La ville de Pitea s'est trouvée en 45 ans éloignée de la mer à deux milles : Loulea en 28 ans, à 1 mille : l'ancienne ville de Loldisa, en est actuellement à 4 milles et Westerwick à deux. Lors de la fondation de Tornéo, de grands vaisseaux pouvaient arriver jusqu'à la ville même ; maintenant elle se trouve située sur une presqu'île. Les îles Engsoë et Caroë, Aspoë et Terteröë sont déjà réunies depuis un grand nombre d'années ; et d'autres comme Louisoë, Psahoodi et Magdelone se sont réunies à la terre ferme. En sorte qu'il est incontestable que la terre ferme baignée par les eaux de la Baltique, s'agrandit, que les fleuves et les lacs perdent de leur profondeur, et que dans 2000 ans, cette mer ne vienne à disparaître.

(2) Le pied de Suède = 296,0 millim., et celui de Danemark, le même que celui de Norwége, = 313,85 mill. On pourra prendre la moyenne entre ces longueurs, puisqu'on ne sait pas duquel de ces pieds les observateurs se sont servis.

NOMS DES LIEUX.	DATE DU PREMIER SIGN.	DATE DES COMPARAISONS.	ENLACSEMENT	
	Nom de l'observateur.	Nom de l'observateur.	par	siècle.
Raholman. . .	1700. Dawison.	1750. Hellant.	pi. 4	po. 1
Stor-Rebhen. .	1751. Hellant.	1775. Zælberg.	3	3
Ratan 64°. . .	1749. Chydenius.	1785. Schulten.	5	
		1796. Hjort.	4	2
		1785. Schulten.	4	7
		1795. Wallman.	5	4
		1810. Halstrom.	3	5
	1774. Hellant.	1785. Schulten.	5	
		1795. Wallman.	5	5
		1810. Halstrom.	3	6
Ronnskar. . .	1755. Klingius.	1797. Halstrom.	4	
		1821. Brod.	4	4
Vargon.	1755. Klingius.	1785. Schulten.	4	8
		1797. Halstrom.	4	
		1821. Brod.	4	3
Losgrand et 61°45.	1731. Rudman.	1785. Schulten.	5	4
		1796. Robson.	3	3

On doit reconnaître que, pour se faire une idée des choses qui se sont passées dans les temps reculés où l'homme n'était pas encore jeté sur la terre, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des théories bizarres et à des hypothèses fantastiques : il suffit souvent de considérer ce que la nature produit encore aujourd'hui, avec des apparences différentes peut-être, mais au fond par des moyens semblables : elle ne change pas ses procédés, elle se contente pour les œuvres nouvelles, de les modifier. On se bornera à comprendre que la forme de la terre, déjà si éloignée d'un sphéroïde parfait, change encore en quelques points et prend d'autres courbures : de là les volcans peut-être, les soulèvements et les agrandissemens actuels des continens et des îles.

On lit dans la gazette de commerce de St.-Pétersbourg, du 28 mai 1834, ce qui suit : on a fait la remarque que ,

dans les vingt dernières années, les eaux de ce port y ont considérablement baissé : cela peut servir de nouvelles preuves de la justesse des anciennes observations des riverains de la Baltique, que le fond de cette mer hausse continuellement, que le niveau et le volume des eaux diminuent, et que la terre ferme s'accroît de toutes parts.

8° DE QUELQUES AUTRES FEUX DONT LA CAUSE EST INCONNUE,
ET DES ABSORPTIONS TERRESTRES.

32. 1° A Lausanne, un phénomène dont on n'a pas encore l'explication, a généralement étonné. Le 1^{er} août 1832, vers midi, sur la place de la Palud et près de la fontaine, on vit tout à coup sortir du milieu des pavés une flamme qui s'est élevée à un demi-pied au-dessus du niveau du sol : cette apparition a été immédiatement suivie d'une vapeur noire et épaisse exhalant l'odeur du goudron. On a fait enlever les pavés et même creuser à une profondeur de deux pieds : la terre était dure et compacte. Plusieurs personnes assurent que, dans la matinée, le même phénomène s'était fait apercevoir à la distance de quelques pieds (du sol probablement).

Le 24 juillet 1832, dans le département de l'Isère, la partie des montagnes de la commune de Gresse, qui confine à celles de Romayer et St-Agnès, était en feu et brûlait continuellement depuis une douzaine de jours, sans qu'il ait été possible de cerner et d'arrêter cet incendie dont la cause est entièrement inconnue. Le feu a pris dans trois endroits différens : on n'ose pas s'aventurer à marcher dans ces lieux, de crainte que la terre ne s'enfonce sous les pas : on ne voit pas de flamme, mais il s'échappe de la terre une fumée semblable à celle des fours que l'on pratique dans les champs et on entend continuellement un bruit semblable à celui

d'une chute de pierres; à tout moment, il tombe des arbres dont le tronc ni les branches n'ont été attaqués par le feu; les racines seules sont brûlées. Des cailloux jetés sur une fourmillière qui était en feu, se sont enfoncés à plusieurs mètres de profondeur. Le même phénomène eut lieu en 1790 : la pluie seule put arrêter l'incendie, et la place consumée est restée stérile et impraticable.

Au mois de juin 1685, des feux souterrains qui s'étaient fait jour, incendièrent plusieurs villages autour d'Évreux et un village du Perche (France), que tous les secours ne purent sauver (*Mém. de l'Acad. des Sciences de Paris*).

Dans un mémoire Hollandais sur les puits forés, M. Van-Beek raconte qu'en 1729, à Aeng-Wierum (Frise), en construisant un puits dans la maison d'un paysan, on vit sortir de la cavité des flammes et de la fumée; l'un des ouvriers se brûla cruellement : les sceaux qui servaient à épuiser l'eau, prenaient feu aussitôt que le liquide s'y introduisait, et tous les bestiaux qui s'en abreuverent, moururent sur-le-champ. Ce phénomène a souvent été observé autour de ce village.

Les détails suivans sur les *puits de feu*, sont extraits d'une lettre écrite par un missionnaire français résidant en Chine, et citée par M. Klaproth à la suite d'une description de plusieurs phénomènes du même genre, reconnus par M. de Humboldt (Frag. de Géolog). Tous ces puits sont dans le rocher : ils sont ordinairement de 1500 à 1800 pieds de profondeur, et 5 à 6 pouces de largeur. La manière de percer ces puits est analogue à celle qu'emploient les ingénieurs européens pour forer les *puits artésiens* (Addit. au chap. 1. (b)) : il est de ces puits dont on ne retire point de sel, mais seulement du feu et qu'on appelle *puits de feu* : les grands puits de feu sont à Tsee-Lieou-Tsnig. Dans une vallée voisine, il s'en trouve quatre qui donnent du feu d'une manière vraiment effroyable et point d'eau : dans le principe, ils ont donné de l'eau salée : mais ce liquide ayant tari, on creusa, il y a environ 14 ans, jusqu'à 3000 pieds

et plus de profondeur, pour trouver de l'eau ; ce fut en vain : il sortit soudainement une énorme colonne d'air qui s'exhala en grosses particules noirâtres, semblables à la vapeur d'une fournaise ardente : cet air s'échappa avec un bruissement affreux qu'on entendit fort loin : il y a quelques années, le feu ayant été mis à la surface, il se fit une explosion affreuse suivie d'un fort tremblement de terre. Dans l'hiver, les pauvres, pour se chauffer, creusent, dans certains lieux, le sable à un pied de profondeur ; avec une poignée de paille, ils enflamment ce creux, et se chauffent aussi longtemps que bon leur semble. Des phénomènes analogues se retrouvent en plusieurs autres contrées. M. Jobard de Bruxelles, adresse à l'Académie de Paris la traduction d'un passage du récit de l'ambassade Hollandaise sur les puits forés observés en Chine, et qui sont les puits de sel, les puits de feu, et les puits d'huile : ce passage est tiré d'un ouvrage Hollandais publié en 1670 et qui n'a pas été traduit. Les personnes qui réduisent la *Météorologie* à la science des phénomènes de l'atmosphère, trouveront sans doute tous ces titres surabondans et déplacés : quant à nous, d'après plusieurs savans contemporains, nous lui donnons une acception beaucoup plus large et que nous avons cherché à justifier dans la composition de cet ouvrage.

Il y a environ dix ans qu'aux environs de Burkesville (Kentucky), en perforant un puits artésien (chap. 1. addit. b), pour obtenir de l'eau salée, et déjà parvenu à travers un lit de rochers solides, à une profondeur de plus de deux cents pieds, on perça une source d'huile pure, ou plus correctement de bitume, qui, dès ce moment, lança un jet continu qui s'élevait à 12 pieds au-dessus de la surface du sol. Le puits se trouvant près de l'embouchure et sur les bords d'un petit creek qui décharge ses eaux dans la rivière Cumberland, l'huile ainsi projetée vint se répandre jusqu'à une grande distance sur la surface de ces eaux. Plusieurs habitans du bas de la côte, curieux de savoir si cette huile

possédait des propriétés inflammables, y appliquèrent une torche; alors cette matière s'enflamma avec la rapidité de l'éclair : les flammes atteignirent les escarpemens les plus élevés et embrasèrent les sommets des arbres. Cette substance est d'une couleur verte; mais exposée à l'air, elle prend une teinte brune : elle est extrêmement volatile : elle a une odeur acre et indéfinissable, et le goût de l'essence de goudron : on lui a donné le nom d'*huile américaine*.

2° Les habitans de Ripon ou Rippon (Yorkshire) ont tout récemment éprouvé de grandes alarmes, par suite d'un phénomène qu'ils ont pris à tort pour l'effet d'un tremblement de terre. Une roche de forme ronde a disparu dans un champ, au nord de Ripon, et a laissé un trou de 13 aunes de diamètre (11, 87 mètr.) et de 23 1/2 aunes de profondeur (21, 48 mètr.), au tiers et demi rempli d'eau. A l'examen on a trouvé près de la surface, une mince couche de terre et au-dessous une couche de gravier, toutes deux ayant environ une aune d'épaisseur (0, 91 mètr.), et le reste était rempli par une couche solide formée du roc même. Des phénomènes analogues ont été remarqués dans les champs voisins. Un savant qui a examiné le fait avec soin, pense que c'est un exemple de ces *absorptions terrestres* dont ont parlé Kircher et d'autres géologues : suivant eux, d'immenses abîmes se sont ouverts, des cités et des montagnes se sont englouties et des rivières se sont détournées de leur cours, accidens qui ne seraient pas dus à des tremblemens de terre, mais à des causes accidentelles ou à des décompositions naturelles.

Le 23 avril 1837, à 10 heures du soir, un phénomène extraordinaire a eu lieu sur les bords de la Baltique, dans la province de Koeslin, en Prusse. Une montagne de plus de 100 pieds de hauteur et couverte de bruyères, s'est subitement enfoncée avec un bruit semblable à celui du tonnerre. A juger d'après les fentes et les excavations du terrain, mais qui, pour la plupart, ont été comblées par un sable

mouvant, l'abîme qui s'est ouvert a dû avoir, à peu près, 200 pas de longueur. Cet événement a produit un mouvement dans le terrain, par suite duquel plusieurs grands arbres ont été déplacés et les collines voisines ont reçu un exhaussement de 20 à 30 pieds.

9° DES CAVERNES FROIDES, OU A COURANT DE GAZ.

33. De Saussure et plusieurs autres naturalistes ou voyageurs ont déjà décrit les cavernes froides de Cesi, dans les États du Pape : celles de Caprino, près du lac Lugano et plusieurs autres en Asie et en Amérique, qu'ils ont désignées par la dénomination de *cavernes à courant de gaz*. Près du volcan de Gérolstein, dans le pays de l'Eifel (en Prusse), on trouve une caverne qui donne issue à un courant de gaz qui ne paraît pas différer de l'air atmosphérique, puisqu'on peut le respirer sans danger : il est froid et humide; pendant l'été, il dépose, sur les parois de la grotte, une couche de glace épaisse; et pendant l'hiver, ce vent souterrain s'arrête, et la glace cesse de se déposer. La température très basse de ce courant est le résultat de l'expansion subite qu'il éprouve, et indique par conséquent un état de compression antérieure (Phys). La présence dans l'intérieur de la terre, d'un réservoir considérable d'air comprimé, est un fait digne d'attention, et qui pourrait, peut-être, se rapporter à quelques cas particuliers des puits artésiens. On doit à M. Jules Burat des notions générales de Géologie, appliquées à la recherche des eaux souterraines.

10° DES FEUX FOLETS.

34. On a donné ce nom à de petites flammes errantes auxquelles les gens de la campagne attribuent tant de mali-

gnité, et qu'on rencontre assez souvent à la fin de l'été, ou au commencement de l'automne dans les cimetières : ils se développent aussi sur les bords des rivières, des étangs et enfin dans les lieux marécageux, d'où il peut s'exhaler des gaz susceptibles de s'enflammer à la température actuelle. Ces petites flammes volent au gré des vents dans l'atmosphère, et continuent de briller jusqu'à ce que la matière inflammable soit consumée. Lorsqu'on va à leur rencontre, on refoule devant soi l'air qui les repousse; lorsqu'au contraire, on s'en éloigne, on laisse derrière soi un espace dans lequel l'air est devenu un peu plus rare, et où elles sont précipitées par la pression que l'air extérieur exerce sur elles. Leur apparence, les lieux où on les aperçoit le plus habituellement et les époques de l'année où ces petits météores sont les plus fréquens, ont fait croire qu'ils sont dus au dégagement de gaz hydrogènes phosphorés, résultat accidentel de la décomposition des matières animales et qui ont la propriété de s'enflammer au contact de l'air atmosphérique. Des lueurs assez semblables sont produites par diverses matières pyriteuses, et notamment par les cendres noires ou lignites sulfureuses. Il importe d'observer que ces gaz prennent feu aussitôt qu'après avoir traversé les couches du terrain ou les eaux, ils arrivent à se mêler avec l'air.

EXPLOSION DES MINES, OU DU FEU GOUBRE.

35. Le *feu goubre* qui se manifeste dans les mines de houille et y cause si souvent des accidens épouvantables, est le produit d'un dégagement analogue d'hydrogène carboné : mais ce gaz ne prenant feu qu'au contact d'un corps incandescent, les accidens n'ont lieu que quand ce gaz s'est accumulé dans les galeries et qu'il vient à être traversé par une des lampes de mineurs. C'est aussi par cette raison

que l'on peut toujours se préserver du danger de ces explosions, au moyen des *lampes de sûreté de Davy*, qui, munies de toiles métalliques, isolent en quelque sorte la flamme, et ne lui permettent pas de sortir du réseau de métal qui l'enferme. (Ces lampes ont été perfectionnées.)

Nous serions conduit à parler des *émanations putrides*, ou des *miasmes* contre lesquels on a employé avec tant de succès le *chlore* et le *chlorure de chaux*; mais nous craindrions alors de sortir des limites de la *Météorologie*, comme l'ont fait quelques auteurs qui ont traité ce sujet et d'autres encore qui lui paraissent étrangers.

ADDITIONS

AU CHAPITRE III.

TREMBLEMENS DE TERRE, EN 1816 (1).

Le 2 février, à 0 h. 40' du matin, on sentit à Lisbonne une forte secousse de tremblement de terre qui dura presque une minute entière : les oscillations paraissaient se faire du Nord-Est au Sud-Ouest : ce phénomène causa une épou-

(1) Cette liste nécessairement incomplète, surtout quant aux tremblemens sous-marins, est extraite des *Annales de Chimie et de Physique* de MM. Gay-Lussac et Arago, des *journaux périodiques et quotidiens* et de *plusieurs autres recueils* que nous nous dispenserons de citer ici. Nous avons, du moins, autant que nous avons pu le faire, vérifié les noms et les positions des lieux d'après les ouvrages de Malte-Brun et de ses continuateurs; de William Guthrie et Hyacinthe Langlais, de Walcknaer et Eyries, les dictionnaires de Vosgien et de Mac-Carthy, l'Atlas de Vandermaelen, etc. etc.

vante générale : la plupart des habitans sortirent de leurs maisons , dans la crainte de nouvelles secousses : on en ressentit en effet d'autres à 6 h.³/₄ du matin. Ce tremblement s'étendit non seulement dans tout le royaume , mais il se propagea jusqu'à la distance de 300 lieues , à l'occident de cette ville , ce qui résulte des extraits suivans de deux journaux de navigation. 1° Le 1^{er} février 1816, à 11 h. ³/₄ du soir (ce qui , d'après la position du bâtiment , en comptant les heures sur le méridien de Lisbonne , correspondait au 2 février à 0 h. 46 minutes du matin) on ressentit dans le navire un mouvement qui , de prime abord , fit croire que la quille venait de toucher sur un haut-fond et le sillonnait. Cet effet qui , sans doute , était dû au tremblement de terre , dura plus de deux minutes ; il se renouvela à 5 h. du matin (6 h. de Lisbonne) , mais avec beaucoup moins d'intensité. Les observations astronomiques du 5 février nous apprirent qu'au moment du grand tremblement de terre , notre bâtiment se trouvait par 34° 15' de latitude nord , et 15° 10' de longitude occidentale comptée du méridien de Lisbonne ; ce qui revient à dire que nous étions à l'ouest-sud-ouest de cette ville , et à 270 lieues de distance. 2° Le 2 février à 0 h. 15 minutes du matin (0 h. 42' à Lisbonne) , nous ressentîmes de grandes secousses qui durèrent 5 à 6 minutes : elles se renouvelèrent à 3 h. ¹/₄ (3 h. 40' à Lisbonne) , mais seulement pendant 2 ou 3 secondes. Nous étions alors à 120 lieues à l'ouest-sud-ouest de cette ville. Enfin à 5 h. ¹/₂ du matin (5 h. 57' à Lisbonne) , nous éprouvâmes , pour la troisième fois , les mêmes secousses pendant 3 minutes. Le même tremblement de terre s'est fait sentir à l'île de Madère et en Hollande.

Le dernier lundi d'avril , à 2 h. du matin , à l'île de Penang (Poulo) , appelée par les Anglais Ile du prince de Galles , Ile du détroit de Malacca , par 5° 20' de lat. nord et 90 de long. E , secousses de longue durée. Des bâtimens en mer , ressentirent la commotion à plus de 30 lieues de l'île.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1817.

Le 28 janvier, à 3 h. du matin, à Macao (en Chine), plusieurs secousses violentes.

Le 2 février, à Madère (l'une des îles africaines occidentales), secousse violente ressentie en mer, par des bâtimens à plus de 200 lieues de cette île.

Le 11 juillet, à Calcutta (capitale du Bengale) et les environs, secousses peu remarquables.

En septembre, à Madras (Indostan) : ce phénomène y est très rare.

Le 31 octobre, à l'île Macquarie (Nouvelle Galles), secousses violentes avec bruit souterrain : ce phénomène se renouvela fréquemment durant le reste de l'année 1817 et jusqu'en avril 1818.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1818.

Le 9 janvier, à 8 h. 9' du matin, à Hayfield (en Suède), une secousse.

Le 6 février, à Coningby, dans le Lincolnshire (en Angleterre), secousse légère et bruit semblable aux décharges de plusieurs pièces de canon.

Le 19 février, à 10 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Rouffach, Soultz et BÉfort (département du Haut-Rhin), forte secousse : la ville voisine de Colmar ne s'en est pas ressentie.

Le 20 février, à Catane (en Sicile), Calabre et Malte. A Catane, le docteur Agathino-Longo, professeur de physique à l'université de cette ville, a publié sur le tremblement de terre qui s'y est fait sentir, un mémoire détaillé d'où sont extraits les faits suivans. Ce tremblement se fit sentir à 1 h. 10' d'Italie : le ciel était serein, l'air calme et

tempéré : il faisait un beau clair de lune : on éprouva dans la nuit du 20 février, une nouvelle secousse, mais moindre que la première, et deux autres le 28 qui occasionèrent de grands dégâts. Les animaux, comme d'habitude, furent les premiers à pressentir l'arrivée de ce phénomène : toutefois quelques signes visibles l'avaient précédé. L'Etna était tranquille depuis l'année 1811; mais le 20 février, au coucher du soleil, on vit de Catane des flammes serpenter sur d'anciennes coulées de laves et l'on entendit des bruits souterrains : des flammes sortaient aussi çà et là par les crevasses du sol, avec de légères explosions ; la mer était calme dans la matinée, mais néanmoins, par l'effet d'un courant inaperçu, elle écumait sur le rivage et les écueils : les eaux de quelques puits se troublèrent peu de jours avant l'événement. Dans un endroit appelé Paraspolo, quatorze jets considérables d'eau salée sortirent subitement de terre avec un grand bruit, cinq à six minutes avant la secousse : ils s'élevèrent à six palmes du sol (1) et durèrent environ 20 minutes ; les trous par où l'eau avait jailli, étaient encore si chauds deux jours après, qu'on ne pouvait y plonger la main : près de là, on entendit une détonation semblable à celle du tonnerre : dans un point de la côte où la mer était tranquille, une barque à l'ancre toucha trois fois le fond avec sa quille. Les secousses étaient dirigées du sud-est au nord-est : on varie sur la durée totale du phénomène ; les uns la fixent à 10", d'autres l'étendent jusqu'à 40" : quelques personnes pensent que le mouvement du sol, avait lieu par oscillation et se fondent sur ce que des bassins de fontaines, remplis jusqu'au bord, se vidaient en partie à chaque secousse. Une circonstance rapportée par l'auteur, est digne de remarque ; c'est qu'après l'événement, quelques statues avaient un peu changé d'orientation, comme si le mouvement avait été tourbillon-

(1) On peut estimer la palme de 228 à 242 millimètres.

nant : il cite aussi une masse considérable de pierres de Syracuse, qui se trouva tournée de 25° de l'orient vers le midi : on vit dans quelques maisons, des murs s'entr'ouvrir horizontalement, laisser pénétrer un instant la lumière de la lune, et se rejoindre ensuite, sans montrer de traces bien sensibles de rupture. Dans la ville de Catane, la secousse détacha du haut des édifices d'immenses masses de pierres qui, en tombant, enfonçaient les toits et les voûtes. La statue colossale d'un ange, placée sur la façade d'une église, perdit ses deux bras, comme s'ils avaient été coupés avec une hache. Des croix de fer, courbées sur la façade des temples, montrent que l'électricité a joué un assez grand rôle dans le phénomène. A Aci-Catane, à Mascallucia, Nicolosi, Trecastagne, Viagrande, des édifices publics et un grand nombre de maisons particulières furent renversés : néanmoins le nombre des morts et des blessés ne s'éleva qu'à soixante-neuf. Peu après l'événement, l'air perdit sa transparence et le ciel se couvrit de nuages.

Le 22 février, à 7 h. 13' à Turin, la direction de la secousse était du nord au midi.

Le 23 février, à 7 h. du soir, à Marseille, Draguignan, Oneille (en Savoie), secousses très fortes dirigées du nord-ouest au sud-est. Bruit sourd.

Le 24 février, à 7 heures du soir, à Antibes et Vence (département du Var); à Vence, plusieurs maisons s'éroulèrent; à Antibes, au moment de la secousse, la mer vint se briser avec force sur le rivage. Du 24 idem, à 11 h. du matin, on parle d'une secousse à Marseille, St.-Remi, et dans une partie du département du Var.

Le 25 février, à 10 h. du matin et à 11 h. 15' du soir, à Vence, Marseille et Aix, deux secousses légères.

Les 27 et 28, à Catane (en Calabre), tremblement.

Le premier mars, à St.-Remi (Puy de Dôme), secousse égère.

Le 2 idem. à Val di Noto (en Sicile), secousses assez

fortes : une colonne de fumée sortit alors des bouches de l'Etna.

Le 2 idem, à 4 h. du matin, à Nice et dans le département du Var, légère secousse qui dura 4' : trois oscillations lui succédèrent à 8" d'intervalle.

Le 9 idem, à St.-Remy (1), une secousse légère.

Le 7 avril, à minuit un quart, à Latour (en Piémont), cinq fortes secousses : deux heures après, on en ressentit d'autres plus faibles.

Le 30 avril, à Ancône (Italie), forte secousse peu remarquable.

Le 3 mai, à Ancône, forte secousse.

Le 17 idem, à Motz (en Savoie), secousse dirigée du sud-est au nord-ouest, précédée de fortes détonations. Le ciel était serein.

Le 21 idem, à 9 h. du soir, à la Martinique, secousse légère.

Le 28 idem, peu avant minuit, à Brudeis, Kranau, Rosenberg et dans la chaîne de montagnes qui sépare la Bohême de l'Autriche, secousses très violentes.

Le 30 mai, à Mexico (au Mexique), les bâtimens publics, à la ville et à la campagne, souffrirent beaucoup.

Le 1^{er} juin, à Grammaica, violente secousse dans toute l'île dont nous ne pouvons assigner la position.

Le 19 juillet, à Perpignan et dans toute la Vallée d'Ortès (près les Pyrénées).

Le 22 idem, à 10 h. du soir, à Inspruck (dans le Tyrol), une forte secousse accompagnée d'un bruit semblable à celui du tonnerre.

Le 27 juillet, à 1 h. après midi, à Albano (en Italie), légère secousse.

(1) Il y a un St.-Remy (Puy-de-Dôme) et un St.-Remy (Bouches-du-Rhône) : nous ne savons duquel de ces lieux il s'agit.

Le 29 idem, à 7 heures du matin, Pau, Ortez, quelques secousses dirigées dans le sens des Pyrénées.

Fin de juillet, au Mexique, fortes secousses.

Le 3 août, à 8 h. du matin, à Castiglione (Italie), secousse assez forte.

Le 5 août, dans la nuit, à Rome, Albano, Frascati, secousse assez forte.

Le 8 idem, dans l'île de Candie, forte secousse.

Le 8 septembre, à 5 h. $\frac{1}{2}$, à Cuneo (sans autre indication), secousse d'assez longue durée.

Le 8 idem, à 11 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Palerme (en Sicile), forte secousse qui a paru renfermée dans l'enceinte de la ville.

Le 21 idem, à Lisbonne, secousse très violente.

Le 2 octobre, à 1 h. $\frac{1}{2}$ après midi, à Brutten-Sorg (Batavia), très forte secousse.

Le 11 octobre, au nord de Quebec (Canada), secousses assez fortes.

Le 31 idem, à Dalton (en Lancashire, Angleterre).

En octobre, en Islande, grande secousse, bruits souterrains, suivis d'une éruption du mont Hékla.

Les 4 et 5 novembre, dans la nuit, à Aquisgrana, secousse peu violente : après le lever du soleil, nouvelle secousse : quelques minutes après, elle se renouvela avec un bruit semblable à celui d'une canonnade éloignée : les mêmes secousses se firent sentir dans toute la ville de Witchbach (sans autre désignation).

Le 10 novembre, à minuit, à Inverness (en Angleterre), secousse pendant 3'' ; bruit semblable à celui du tonnerre.

Le 20 novembre, au cap Henry (île d'Haïti), fortes secousses.

Le 7 décembre, à Banger ou peut-être Bangor (en Angleterre), secousse très légère.

Le 8 idem, à 7 h. du soir, à Parme (Italie), secousse

assez faible; elle fut plus intense à Gênes, à Modène et à Reggio : on la ressentit aussi à Livourne.

Le 9 idem, à Parme, une église s'est écroulée.

Le 10 idem, à 10 h. du soir, à Reggio (en Lombardie), secousse légère.

Le 14 idem, à 9 h. du matin, à Bangor (en Angleterre), secousse légère.

Le 20 idem, à St.-Domingue, secousse violente.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1819.

Le 8 janvier, à Gênes, beaucoup d'habitans se sont enfuis dans la campagne.

Le 25 janvier, à St.-Uber, secousse légère (1).

Le 1^{er} février, à 8 h. du matin, à Parme, légère secousse.

Le 24 février, dans la nuit, à Tesin (canton près de Morbio). Cette indication nous paraît erronée.

Idem, dans la nuit, à Palerme, diverses secousses. Plusieurs maisons se sont écroulées.

Le 26 février, à Rome, Frascati et Albano, secousses dirigées du S-E au N-E.

Le 28 idem, dans la nuit, à Tifflis (en Géorgie), secousses précédées d'un bruit souterrain; plusieurs vieux édifices détruits.

Derniers jours de février (en Syrie), fortes secousses.

Le 7 mars, à Kjachta (frontière de la Chine), longue secousse.

Le 18 mars, au Fort de Malbrough (sur la côte occidentale de l'île de Sumatra), une secousse très violente.

En mars, à Oran et Mazera ou plutôt Mascara (en Afrique), secousse pendant une heure : un grand nombre d'habitans ont disparu sous les décombres.

Les 3, 4 et 11 avril, à Copiapo (au Chili), trois épou-

(1) Ou Saint-Ubes, en Portugal.

vantables secousses qui ont entièrement détruit cette ville; plus de 3,000 personnes se sont sauvées dans les plaines environnantes.

Le 8 avril, à Temeswar (en Hongrie), trois secousses.

Le 10 avril, à Landhut (en Allemagne), légère secousse.

Le 11 avril, à 5 h. du soir, à Ballenloan (sans autre désignation), secousse suivie immédiatement d'un épouvantable ouragan.

Le 26 mai, à 6 h. du soir, à Corneto (en Italie), beaucoup de maisons se sont écroulées et beaucoup de personnes ont perdu la vie.

Le 27 mai, à 1 h. après minuit, en Sicile, violente secousse : l'Etna, qui, depuis 3 ans était dans un état de tranquillité profonde, parut tout enflammé et une éruption considérable commença.

Le 16 juin, vers 8 h. du soir, à Mirzapore, Jionpoor, Sultanpore, Calcutta (Asie, Indostan), à Chunar, la secousse fut accompagnée dans l'atmosphère d'un bruit semblable à celui que font des oiseaux qui s'envolent rapidement.

Le 16 idem, pays de Kutch (en Asie) : la ville de Booj et le fort de Booja furent renversés ; 2000 habitans ensevelis sous les ruines. Trois jours après la première secousse, on ressentit encore d'heure en heure des mouvemens oscillatoires dans le sol. Un volcan s'est ouvert à 10 lieues de Booj.

Le 10 juillet, à 6 h. $\frac{3}{4}$ du soir, à Guérande (département de la Loire inférieure), légère secousse dirigée du nord au sud : bruit semblable à celui d'un tonnerre éloigné.

Le 28 idem, à Munich, forte secousse.

Fin de juillet, à Olette (Pyrénées orientales), légère secousse.

Le 5 août, à Constantinople, forte secousse.

Le 12 août, à 2 h. $\frac{1}{2}$ après minuit, à l'île de la Trinidad(1).

(1) On trouve la Trinidad dans l'île de Cuba, par 21° 48' 20" de latitude nord et 82° 36' 53" de longitude ouest de Paris : la Trinité, port d'Espagne,

secousse violente dirigée de l'est à l'ouest : durée 4 ou 5 secondes : un bruit épouvantable précéda la secousse.

Le 15 idem, au village de Saint-Andrew (bas Canada), secousse accompagnée d'une forte explosion.

Les 29 et 30 août, en Suède et Norwége, légère secousse.

En août, à Venise.

Le 4 septembre, à 9 h. du soir, à Corfou (île de Corfou, Europe), deux violentes secousses dirigées vers le nord : toutes les cloches de la ville sonnèrent par l'effet des oscillations.

En septembre, à Irkutsk (Sibérie, Asie), violente secousse.

Du 2 au 3 oct. dans la nuit, à Staltdalen, Drontheim, ect., (en Norwége) tremblement de terre précédé d'un bruit très intense qui paraissait se propager de l'ouest à l'est.

Le 16 octobre, à 1 h. après minuit, à la Martinique, la durée des secousses a été plus remarquable que leur intensité : aucun accident.

Le 31 octobre, à Plaven (en Saxe), secousse très forte.

Le 28 novembre, à 1 h. $\frac{1}{2}$ après minuit, à Comrie en Perts-hire (en Angleterre), forte secousse accompagnée d'un bruit semblable à celui d'un tonnerre éloigné et qui dura 10 secondes.

Au milieu de novembre, à Montréal (Canada) léger tremblement de terre, suivi d'une épouvantable tempête pendant laquelle il tomba une pluie aussi noire que de l'encre.

Le 4 décembre, à 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Amulrée (Écosse)(1), forte secousse; durée 2 ou 3 secondes; bruit semblable à celui d'une charrette qui se meut sur le pavé.

Le 20 décembre, à 7 h. 55' du matin, à Mittenwald (en

l'une des îles sous le vent, par 10° 38' 42" de latitude nord, et 63° 58' 15" de longitude ouest de Paris et qu'on nomme *Trinitad*. Il y a encore l'*Archipel de la sainte Trinité*.

(1) Il y a probablement erreur de nom.

Bavière), secousses dirigées du sud au nord; durée 7 à 8 secondes.

Les 24 et 25 décembre, pendant la nuit, à Foligno (en Italie), plusieurs secousses.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1820.

Du 17 janvier, à 4 h. du matin, à Pistoja (Italie, Toscane), secousse ondulatoire de l'ouest à l'est : durée 4" ou 5"; bruit très intense : une éruption du Vésuve avait commencé le 16.

Le 22 idem, à 8 h. $\frac{1}{2}$, à Glasgow (Écosse), forte secousse : grand mugissement qui paraissait venir du nord; les eaux du Lach-Losmond s'élevèrent et furent agitées.

Le 29 janvier, à 3 h. après midi, à la Martinique, deux secousses de peu de durée.

Le 21 février, à Ste.-Maure (îles Ioniennes), le sol a été dans des oscillations continuelles, depuis le 15 février 1820, jusqu'à la fin d'avril : néanmoins, le tremblement de terre du 21 février a été le plus fort : dès le matin, on entendit un bruit sourd qui fut suivi d'un violent orage : à ces deux phénomènes succéda une secousse de tremblement de terre, qui fut si violente qu'une partie de la forteresse, les églises et presque toutes les maisons en pierres, s'écroulèrent. La place située au milieu de la ville, s'affaissa sensiblement. On annonce qu'une île nouvelle est sortie de la mer, dans le voisinage de Sainte-Maure.

Le 22 février, à 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Glasgow (Écosse), dégel subit suivi de trois secousses de tremblement de terre, dirigées du nord au sud. Une agitation particulière fut remarquée dans le même moment dans les eaux du port. Plusieurs cloches de la ville sonnèrent d'elles-mêmes par le seul effet des secousses.

Le 3 mars, dans la nuit, à Unalaska (îles Aleutiennes) grande secousse accompagnée d'un bruit souterrain très intense. Un nouveau volcan se forma à l'île de Turinak, éloignée de 100 werstes (1) de celle d'Unalaska (2). Ces îles sont fécondes en volcans.

En mars, à l'île de Chio (en Grèce), une secousse s'est manifestée au milieu d'une grande tempête et a occasionné beaucoup de dommages.

Le 6 avril, entre 2 et 3 h. du matin, à Cork et dans les villes circonvoisines (Irlande), secousses accompagnées d'un bruit semblable à celui d'une lourde voiture roulant sur le pavé.

Le 21 avril, à 9 $\frac{1}{2}$ du soir, à Brest (France), commotion assez sensible accompagnée d'une détonation sourde et peu prolongée : le mouvement paraît s'être fait de l'est à l'ouest.

Le 22 avril, à Curaçao (Archipel Columbien), fort tremblement.

Le 11 juin, à 11 h. $\frac{1}{2}$, à Gunung-API (île de Banda), tremblement de terre accompagné de l'éruption d'un volcan.

Le 17 juin, à Inspruck (comté du Tyrol), secousse assez forte.

Le 5 juillet, à 3 h. 25' du matin, à Tifflis (en Géorgie), deux secousses accompagnées d'une détonation très violente.

Le 21 août, vers 2 h. après midi, à Curaçao (Archipel Columbien), forte secousse : elle ne s'est pas fait sentir dans l'archipel des Antilles.

Le 27 septembre, à 9 h. du soir, à Barmouth (comté de Merionet), une secousse accompagnée d'un bruit semblable à celui du canon.

Le 19 octobre, à Honduras, Omba et Saint-Pardo (au

(1) De 1000 à 1292 mètres par werste.

(2) On lit Unalashka (Amérique Russe).

Mexique). A Saint-Pardo, l'église et plusieurs maisons ont été renversées; la terre s'est entr'ouverte en plusieurs endroits; quelques collines ont été jetées dans la rivière et beaucoup de personnes ont péri.

Le 17 novembre, dans la nuit, à Marseille, quelques personnes disent avoir senti une faible secousse de tremblement de terre.

Le 18 novembre, à 8 h. $\frac{1}{4}$ du soir, à l'île d'Antigue (Archipel Columbien), secousse d'assez longue durée.

Le 18 novembre, à 7 h. 40', à l'île d'Antigue (idem), nouvelle secousse.

Vers le milieu de décembre, dans la haute Bavière et dans le Tyrol septentrional, assez forte secousse.

Le 29 décembre, vers les cinq heures du matin, à Morée, Zante et aux îles voisines (îles Ioniennes). A Zante, les secousses ont renversé une partie de la ville. M. le comte Mercati dit qu'il y a eu trois secousses; la première parut verticale; la seconde produisit un mouvement d'ondulation, et la troisième qui fut la plus violente, se manifesta par un mouvement de rotation.

Idem sur la côte sud de Célèbes (Asie, Océanique), très fort tremblement de terre: la mer s'éleva à une hauteur prodigieuse; beaucoup d'habitations ont été englouties: beaucoup de victimes.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1821.

Le 4 janvier, aux îles Célèbes (Océanique), secousse peu remarquable.

Le 6 janvier, à 6 h. $\frac{3}{4}$ du soir, à Zante (île de Zante, îles Ioniennes), secousses qui ont produit de graves dommages dans la plupart des villages qui entourent la ville: ces tremblemens et ceux du mois de décembre ont détruit presque

complètement la ville de Zala (en Morée) : un grand nombre de personnes ont péri sous les décombres.

Le 14 janvier, dans la nuit, à Berne (Suisse), forte secousse.

Le 29 janvier, à 2 h. du matin, à Kiew (en Russie), secousses assez fortes dirigées de l'est à l'ouest.

Les 3 et 4 février, à Berghen (en Norvège), assez vives secousses.

Le 10 février, à 2 h. du matin, à Jassy (Moldavie Turque), tremblement sensible.

Fin de février, à Québec (Canada), légère secousse.

Le 5 mars, à 5 h. du matin, à la Martinique, secousses.

Le 9 mars, à l'île Bourbon (îles Africaines, Orient.), secousse de peu de durée : l'éruption du volcan qui avait commencé le 27 février, durait encore.

Le 22 mars, à Rieti (États de l'Église), secousse extrêmement forte : à l'instant où elle commença, on vit sortir du Fiune di Canera une colonne de feu qui passa sur la ville et alla se jeter dans le lac de Cantelice.

Le 8 avril, à 2 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Melilla (royaume de Fez, Afrique), forte secousse accompagnée d'un bruit extraordinairement intense et suivie de secousses plus légères.

Le 8 juin, à 5 h. du matin, à la Martinique, un tremblement de terre s'est fait sentir à la suite d'une de ces bourrasques qu'on appelle *grains*.

Le 2 août, dans la matinée, à Naples, légère secousse.

Le 3 août, à Argèles et Lourdes (Hautes Pyrénées), légère secousse.

Du 1^{er} au 15 septembre, à Catanzaro (Italie), fréquentes secousses.

Le 17, à Jassy (Moldavie), beaucoup d'édifices ont souffert de la secousse.

Le 23 idem, à 3 h. du soir, à Albano et Frascati (Italie).

Le 7 octobre, à Épinal, Remiremont et Plombières (département des Vosges); direction des secousses, sud-nord;

durée 30" : bruit semblable à celui que font entendre, quand elles tournent avec rapidité, ces sphères creuses et percées d'un trou que les enfans appellent *le diable*.

Du 11 au 24 octobre, à Sienne (en Italie). Du 11 au 14, il y eut environ 10 secousses par jour, dirigées de l'ouest à l'est ; elles se firent constamment sentir vers minuit et au lever du soleil ; les 15 et 16, tout fut calme ; le 17, il y eut plusieurs secousses ; la plus forte arriva à 8 h. du matin ; on ressentit la dernière le 24 au matin.

Le 15 octobre, dans la matinée, île de Bute, Rothsay et Grenoch (en Angleterre), secousse unique.

Le 22 octobre, au matin, à Inverary (Angleterre), bruit semblable à celui que produisent plusieurs voitures en mouvement.

Le 23 octobre, à Comrie (Angleterre), forte secousse.

Le 28 octobre, à 6 h. du soir, à Leipsick et lieux environnans (Allemagne), forte secousse accompagnée d'un bruit semblable à celui que produiraient trois ou quatre voitures roulant l'une après l'autre.

Fin d'octobre, à Rothsay (Angleterre), bruit semblable à celui d'une voiture roulant sur le pavé, dans le lointain.

Le 22 novembre, à 2 h. du matin, à Termoli, Porto, Cannone (Italie), un météore lumineux s'était montré peu d'instans avant la secousse.

Le 26 novembre, à Odessa (Russie), secousse d'assez longue durée.

Le 24 décembre, à Rhintal (en Suisse), secousse après l'apparition de plusieurs météores ignés.

Le 25 décembre, à 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Mayence, légère secousse. Ce phénomène est remarquable en cela surtout qu'il a coïncidé avec la baisse extraordinaire du baromètre, observée le même jour.

Le 26 décembre, après minuit, sur la côte de l'Adriatique, deux fortes secousses.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1822.

Le 19 janvier, à Salerne (Royaume de Naples), secousses légères, une de jour et l'autre de nuit.

Le 8 février, à Landshut (en Bavière), cinq secousses de tremblement de terre, en peu de temps.

Le 15 février, à Halland (en Suède), forte secousse.

Le 18 idem, à Comorn (en Hongrie), forte secousse de peu de durée, précédée d'un bruit très intense qui paraissait venir de l'atmosphère : les eaux du Danube furent très agitées, et déposèrent sur le rivage beaucoup de sable rougeâtre.

Le 19 février, à 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Paris, Lyon, Bourg, Clermont, Genève, Chambéry, etc., forte secousse.

Le 23 février, à 3 h. 35' de l'après midi, à Belloy (département de l'Ain), une seule secousse.

Le 3 mars, à 6 h. 30' du soir, à Bassano (en Italie), légère secousse.

Le 22 mars, à Marsalla (en Sicile), deux petites ouvertures se formèrent sur le rivage de la Méditerranée : dans le même jour, la mer étant parfaitement tranquille, un navire fut jeté sur des écueils par un mouvement subit qu'on attribue à une éruption volcanique sous-marine.

Les 6 et 10 avril, à Nicosia (en Sicile), fortes secousses : celle du 10 fut la plus intense : il y eut un violent coup de tonnerre par un ciel parfaitement serein.

Le 13 idem, à 9 h. du matin, à Comrie (en Écosse), violente secousse, fort mugissement dans l'air et sous les pieds.

Les 18 et 19 idem, à 3 h. 35' du matin, à Catane (en Sicile), légère secousse.

Le 8 mai, dans la nuit, à Cuba (Archipel Columbien), la secousse dura 30 secondes.

Le 18 idem, entre 9 et 10 heures du matin, à Crieff et les environs (en Écosse), fortes secousses.

Le 31 mai, à 8 h. du matin, à Cognac, Angers, Tours, Bourbon-Vendée, Laval, Nantes et Paris : la secousse a été assez forte dans les trois premières villes; personne ne paraît l'avoir ressentie à Paris; mais les mouvemens dont fut subitement agitée à la même heure, une aiguille aimantée suspendue à un fil, et à l'aide de laquelle on observe les variations diurnes (chap. XVI. Phys.) firent soupçonner sur-le-champ qu'un tremblement de terre devait avoir lieu : les journaux confirmèrent plus tard cette conjecture : la direction de la secousse a dû être, à peu près, perpendiculaire au méridien magnétique. Voici les heures où les secousses ont eu lieu : à Cognac, entre 7 à 8 h. du matin, à Nantes, à 5 h. 53', direction N. N. E. au S. S. O.; bruit semblable à celui d'une voiture pesamment chargée roulant sur une route : à Rennes, 7 h. 55'; à Tours, 7 h. 35', direction est-ouest : à Bourbon-Vendée, 7 h. 35'; direction nord-ouest au sud-est : bruit sourd semblable à celui que produirait une charrette lourdement chargée, en passant avec vitesse sur un pavé inégal ou sur un pont levis : à Laval, 8 h. 2' du matin : trois secousses successives assez fortes, dans la direction du sud-est au nord-ouest.

Le 16 juin, entre 4 h. $\frac{1}{4}$ et 4 h. $\frac{1}{2}$ de l'après midi, à Cherbourg et dans tout l'arrondissement, deux secousses très fortes : on n'a rien senti à St.-Lo, ni dans l'arrondissement de Coutance, ni dans ceux de Mortain et d'Avranches. Peu d'instans après la secousse, on aperçut au sud, dans la baie du Mont-St.-Michel, un météore lumineux qui semblait s'élever, et qui fut suivi d'une forte détonation. Dans tout le département de la Manche, il tomba le même jour des torrens de pluie.

Le 6 juillet, à 6 h. $\frac{3}{4}$, à Lisbonne, violente secousse qui a duré 6 à 7 secondes : oscillation plutôt verticale qu'horizontale.

Le 10 juillet, à 1 h. après le coucher du soleil, à Ancône (Italie), secousse accompagnée d'une forte détonation : le 11, aux premiers rayons du jour, le Vésuve fit éruption.

Le 14 idem, à Catanzaro (Royaume de Naples), secousse assez forte.

Le 29 juillet, à 1 heure du matin, à Grenade (1), fort tremblement de terre qui a ébranlé un grand nombre d'édifices, entre autres le clocher de la cathédrale : les secousses se sont renouvelées dans la nuit du 29 au 30 juillet.

Le 30 idem, à Catanzaro (idem), secousse légère.

Le 1^{er} août, à 8 h. du soir, à la Martinique, une secousse peu remarquable.

Le 8 août, à 3 h. 1/4 du matin, à Lubiana (sans désignation de pays), secousse assez forte.

Le 8 idem, à Tomsk (en Sibérie), violente secousse du nord au sud.

Le 13 août, à 10 h. du soir, à Alep (en Syrie), tremblement de terre qui a détruit une grande partie de la ville, et enseveli sous les décombres plusieurs milliers d'habitans.

Le 16 août, à Alep (idem), nouvelles secousses : les deux tiers de cette grande ville n'existent plus.

Le 29 idem, à 3 h. 3/4, à Venise, légère secousse.

Le 5 septembre, à Alep, les secousses de tremblement de terre ont renversé dans cette malheureuse ville, les édifices que les précédentes avaient laissés debout : on rapporte qu'il a péri plus de 2000 habitans. Cette catastrophe s'est étendue à beaucoup d'autres villes de la Syrie. Le tremblement a été ressenti à Damas et à l'île de Chypre.

Le 10 septembre, à Carlstadt (en Suède), fort tremblement de terre, précédé d'un bruit semblable à celui du canon et accompagné de l'apparition d'un grand nombre d'étoiles filantes très brillantes (chap. XII).

(1) Nous pensons qu'il s'agit de Grenade (en Espagne).

Le 18 septembre, à 1 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Dunston, près de Newcastle-Upon-Tyne (Angleterre), forte secousse accompagnée d'un bruit semblable à celui du tonnerre dans l'éloignement.

Le 29 septembre, à Alep (Turquie d'Asie ou Syrie), une secousse.

Le 29 septembre, à Algeiras et Cordoue (Espagne), forte secousse.

Le 30 idem, à 1 h. de nuit, à Alep (en Syrie), nouvelle secousse.

En novembre, à Alep, dans la première moitié du mois, on ressentit presque journellement de forts tremblemens de terre.

Le 22 octobre, à Naples, quelques secousses.

Le 19 novembre, la ville de Valparaiso (au Chili), a été presque totalement détruite par un tremblement de terre : plus de 200 personnes ont péri.

Le 19 novembre, à Santiago (au Chili), tremblement de terre.

Le 25 novembre, à 3 h. du matin, à Sulz (Allemagne), secousse accompagnée d'un mugissement souterrain semblable à celui du tonnerre.

Le 28 novembre, à Stargard, Spire, Kelh, Strasbourg, assez forte secousse.

En novembre, la ville de Copiapo (au Chili), fut presque entièrement détruite par des tremblemens de terre : sur quelques points, le terrain paraît avoir éprouvé pendant la secousse un mouvement de rotation : des murs et des maisons, après l'événement, étaient tournés en rond (on regrette que cette expression dans les relations originales, manque de précision). A Quintero, à dix milles au nord de Concon, situé à l'embouchure du Rio-Quillota, sont plusieurs gros palmiers : trois d'entre eux, à la suite du tremblement, s'étaient enroulés les uns sur les autres comme des baguettes de saule : chacun de ces arbres avait balayé

un petit espace autour de sa tige, ce qui prouve le mouvement de rotation : le terrain avait été soulevé de 2 à 4 pieds le long de la côte, et de 6 à 7 pieds à un mille de distance dans l'intérieur. On a vu à Valparaiso, près de l'embouchure du Concon et le long du rivage de la mer, au nord de Quintero, des rochers qui ne s'apercevaient en aucune manière avant le tremblement de terre. Un vaisseau qui s'était brisé sur la côte, et qu'on pouvait approcher en bateau dans les basses eaux, est maintenant accessible à pied sec. Dans le sol alluvial de la rivière Quillota, on vit plusieurs bancs de sable récents, dont chacun a un creux au centre, comme le cratère d'un volcan. A Valdivia, par $39^{\circ} 59'$ de latitude sud, on n'éprouva qu'une secousse un peu forte, mais au moment où elle eut lieu, deux volcans du voisinage firent tout à coup éruption avec un grand bruit, éclairèrent toute la contrée environnante pendant quelques secondes, et rentrèrent ensuite dans leur ancien état de tranquillité. Le 27 novembre, 8 jours après la secousse, il y eut, dans une grande étendue du Chili, des pluies abondantes accompagnées de violens tourbillons : jamais, auparavant, il n'était tombé dans ce pays de pluie en novembre. Ainsi ce tremblement de terre avait déterminé dans l'atmosphère des modifications considérables.

Le 1^{er} décembre, à l'île de Grenade (Archipel Columbien ou petites Antilles), tremblement de terre extrêmement fort qui a occasioné de grands dommages dans les bâtimens.

Du 29 novembre au 10 décembre, à Santiago (au Chili), 21 secousses très fortes et 150 petites : on ne sait pas sur combien de jours ces secousses furent réparties.

Le 20 décembre, à l'île de Grenade, nouvelles secousses : d'énormes rocs ont roulé des montagnes dans la vallée.

Le 27 décembre, à Java (Asie), dix-huit secousses : la montagne de Merapie a commencé presque aussitôt à lancer des pierres : puis elle a fait une forte éruption.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1823.

Le 15 janvier, à 6 h. du soir, à Santiago (au Chili), forts tremblemens.

Le 30 idem, à Norrkelji (en Suède), deux secousses.

Le 30 idem, entre 11 h. et minuit, à l'île d'Alond ou peut-être Along (presqu'île de Malacca), violente secousse accompagnée d'un bruit souterrain.

Le 9 février, à 6 h. du soir, à Bucharest (en Turquie), violentes secousses.

Le 10 février, entre 6 h. et 7. du soir, à Jassy (Moldavie), violentes secousses.

Le 10 idem, en mer, par 1° 15' de latitude nord et 84° 6' de longitude de Greenwich, le vaisseau l'*Orphée* ressentit deux secousses de tremblement de terre; on crut qu'il avait touché sur un banc; un bruit confus s'entendit pendant plus d'une minute; la mer était calme; le navire demeura parfaitement vertical, et telle fut cependant dans ce sens la grandeur de l'oscillation, que la rosette d'une des boussoles, sortit des pointes qui la soutenaient.

Le 19 idem, à 6 h. du soir, à Belley (département de l'Ain), secousses assez sensibles.

Le 27 février, à Foggia, St.-Severino, etc., (Italie), de fortes secousses.

En février, à Rasipatz, station de poste entre St.-Petersbourg et Riga, forte secousse.

Le 2 mars, à Madras (Indes), secousse qui s'est également fait sentir à Ceylan (île Afric. orient.)

Le 5 mars, à Palerme, forte secousse.

Les 9, 10 et 11 mars, à San-Severino (province du Capitanata, royaume des deux Siciles), secousses légères.

Le 27 mars, à l'île de Favignano (près de Traponi, en

Sicile), fort tremblement de terre; une partie de l'ancienne forteresse est tombée; 22 personnes ont péri.

Le 31 mars, à Messine (en Calabre), secousse qui n'a produit aucun dommage.

Le 3 avril, à 10 h. du soir, à Calcutta (Bengale), secousse dirigée du nord au sud et réciproquement jusqu'à 11 h. du soir.

Le 22 avril, à 5 h. 3' du matin, à l'île Penang (1), deux secousses.

Le 28 avril, à 5 h. 45' du matin, à la Martinique (Archip. Columbien), une seule secousse.

Le 7 mai, à 5 h. 1/2 du soir, à Bucharest (en Turquie), secousse verticale : le 9 la secousse se répéta.

Le 26 idem, à Alep (Turquie), plusieurs secousses.

Le 31 idem, à Borgo-San-Sepolcro, ou Borgo-Santo-Sepolcro (Grand Duché de Toscane, près du Tibre), légère secousse.

Le 18 juillet, à Sienne (en Toscane), légère secousse.

En juin, à Santiago (Chili), deux secousses.

Le 27 juillet, à 11 h. 30', en mer, dans le voisinage de Tristan d'Acugna (Océan Atlantique), secousses ressenties par plusieurs navires (2).

Le 20 août, à Raguse (Hongrie), fort tremblement précédé de l'apparition d'un météore enflammé qui tomba dans la mer; l'eau se retira jusqu'à un mille du rivage : ce même tremblement occasiona beaucoup de dégâts en Bosnie.

Les 22, 23 et 24 idem, à Pawlonisk (en Russie), légères secousses.

Le 28 août, une étendue de terrain, contenant 207 arpens, dans la paroisse de Champlain (au Canada), commença subitement à se mouvoir, et parcourut rapidement 360

(1) Voyez ce qui a été dit sous le titre : *Tremblemens de terre en 1818.*

(2) Dans la table alphabétique de l'ouvrage de Malte-Bruu, on trouve le nom de l'île, mais dans le renvoi qui l'indique, on ne trouve rien qui lui soit relatif. Il faut lire Tristan d'Acunha, (37°6' lat. S. et 13°14' de long. O.)

mètres, en renversant dans sa marche haies, arbres, maisons, etc. Ce phénomène, que quelques personnes ont attribué à un tremblement de terre, fut précédé d'un bruit considérable : une forte vapeur suffocante de poix et de soufre, se répandit subitement dans l'atmosphère.

Le 12 septembre, vers minuit, au couvent de Saint Bernard (sans autre indication), grand bruit, secousse assez forte.

Le 3 octobre, à 1 h. du matin, à la Martinique (aux Antilles), deux fortes secousses.

Le 23 octobre, à Minschrifk (en Sibérie), légère secousse accompagnée d'une chaleur extraordinaire.

En octobre, à Fiorizano (1), secousse légère.

En octobre, la sécheresse et les maladies contagieuses répandaient partout la désolation à Raguse (Hongrie) et dans les environs : tout à coup l'air s'obscurcit ; un météore igné se montra au-dessus de la ville, tomba dans la mer, et fut suivi d'un tremblement de terre qui renversa plusieurs maisons : un grand nombre de personnes furent écrasées sous les ruines : la mer se retira à près d'un mille de la côte : la première secousse se fit sentir dans la Bosnie turque, détacha un immense rocher qui alla se perdre dans les flots et brisa un bâtiment dont le chargement et l'équipage furent perdus : un fort que les Français avaient construit pendant l'occupation, fut ruiné de fond en comble. Si on en croit les lettres de St. Pétersbourg, de légères secousses furent senties à Pawlonisk dans le gouvernement de Worosch.

Le 11 novembre, à 5 h. 45' du matin, aux Antilles, deux secousses fortes et remarquables ; aucun accident notable.

Le 11 novembre, à 5 h. $\frac{3}{4}$, à la Martinique (Archipel Columbien ou Antilles), deux secousses : nous pensons qu'elles sont les mêmes que les précédentes.

(1) Ou peut-être Fiorenzuola (duché de Parme).

Le 21 novembre, à 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Fribourg en Brisgau, Kentzingem, Strasbourg, Schelestadt, assez fortes secousses dirigées de l'ouest à l'est, et accompagnées d'un bruit sourd à peu près semblable à celui d'un fort coup de vent.

Le 23 novembre, à 10 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Arezzo (en Italie), secousse légère : à Sabbiano, la secousse fut accompagnée d'un bruit semblable à celui que produit un violent coup de vent.

Le 24 novembre, à 6 h. du soir, à Stockholm, dans la Dalécarlie, etc., faible secousse précédée d'un bruit sourd qui paraissait descendre de l'atmosphère.

Le 26 novembre, à 11 h. 50', à Calcutta (Bengale), une secousse et bruit souterrain.

Le 30 novembre, à 3 h. 30' après midi, à la Martinique (Arch. Columbien, ou Antilles), forte ondulation précédée d'un bruit très intense : il avait fait dans la journée une chaleur étouffante : une marée eut lieu après la secousse et occasiona quelques accidens dans les ports : une pluie abondante succéda à ce phénomène et dura pendant dix jours.

En novembre, à Santiago (au Chili), une secousse.

Le 4 décembre, à 1 h. du matin, à Rome, petite secousse.

Le 13 idem, à 1 h. du matin, à la Martinique (aux Antilles), deux secousses.

Le 16 décembre, à 3 h. du matin, on ressentit à Belley (département de l'Ain), des secousses assez fortes qui ont duré quelques secondes et ont paru dirigées de l'est à l'ouest : elles furent précédées par une détonation semblable à celle de plusieurs pièces de gros calibre. Un habitant de Benonces, qui était parti de ce village de très grand matin, rapporta qu'étant sur le sommet de la montagne, à 3 h. de la nuit, le ciel lui parut tout en feu, un instant avant la détonation, quoiqu'aucun météore lumineux ne parût alors sur l'horizon. Quelques personnes de Belley prétendent avoir senti une première secousse à 1 h. du matin dans la nuit du 12 au 13 de décembre.

En décembre, dans le commencement du mois, on ressentit en Tauride des secousses assez fortes.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1824.

Le 2 janvier, à midi 7 minutes, à Macao (en Chine), légère secousse qui a duré de 4 à 5 secondes.

Le 5 janvier, entre 3 et 4 heures du matin, à la Trinidad (île de Cuba), secousse assez forte.

Le 6 janvier, à 5 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Bergen (en Norwége), fortes secousses dirigées du S.-E. au N.-E.; bruit souterrain qui dura plus d'une minute.

Les 7, 9 et 10 idem, à Startenberg (en Bohême): les secousses du 10 furent très violentes; un mugissement souterrain très intense avait commencé le 1^{er} du mois et continué jusqu'à 6: le 10, les mineurs effrayés abandonnèrent les mines de charbon de terre.

En janvier, à Manille (îles Philippines), épouvantables secousses après lesquelles on vit beaucoup de poissons morts à la surface du fleuve qui baigne la ville.

Le 4 février, à 11 h. 50' du soir, à Bobbio (Italie), deux fortes secousses: bruit semblable à celui d'un ouragan.

Le 11 idem, à Irkutsk (en Sibérie), légère secousse.

Le 12 idem, entre 8 et 9 heures du soir, à Eglisau (canton de Zurich), secousse violente.

Le 17, après minuit, à Sala (prov. de Palerme), forte secousse verticale.

Le 18 idem, à 5 h. $\frac{3}{4}$ du soir, à Sala et dans tous les environs, secousse très forte, d'abord verticale et ensuite horizontale: durée 6 secondes.

Le 21 février, à 8 h. du soir, à Ste.-Maure (en Turquie), violente secousse: beaucoup de bâtimens endommagés.

Le 4 mars, à Alla-Pieve, St.-Stefano (en Toscane), forte secousse ondulatoire de l'ouest à l'est.

Le 8 idem, vers 2 h. du matin, à Irkutsk (en Sibérie), trois fortes secousses.

Le 16 idem, à San-Sepolcro (sans autre indication), forte secousse horizontale.

Le 10 avril, peu de minutes avant 10 heures du soir, à Kingston et en différens points de la Jamaïque, très fortes secousses précédées d'un vent violent et accompagnées d'un bruit souterrain intense : trois ou quatre maisons s'éroulèrent.

Du 10 au 15 avril, à la Jamaïque, secousses moindres que celles du 10.

Le 20 avril, vers 3 h. du matin, à St.-Thomas (Archip. Columbien, ou Antilles) : terrible tremblement de terre, bruit semblable à celui du tonnerre : beaucoup de personnes ont été renversées de leur lit : un bâtiment s'est englouti par suite de la commotion.

En avril, à Chiraz ou Shiraz (en Perse), un tremblement de terre a duré six jours sans interruption et a englouti plus de la moitié de la ville ; le reste est renversé ; on rapporte que 500 habitans seulement ont échappé à cette catastrophe : plusieurs des montagnes voisines de Kazroun se sont affaissées, dit-on, de manière qu'il n'en reste plus de traces.

Le 31 mai, à 4 h. du soir, à Burg (en Prusse), légère secousse.

Le 10 juin, à Sienne (en Toscane), forte secousse.

Le 25 juin, à 5 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Chiraz (en Perse), secousse extrêmement violente accompagnée d'un fort mugissement ; la ville se couvrit d'une vapeur très dense : trois nouvelles secousses se firent sentir avant 10 heures.

Le 9 juillet, à New-Brunswick (Canada), forte secousse accompagnée d'une détonation semblable à celle d'une pièce de canon.

Le 15 juillet, à Monte-Rotundo (État de l'église), forte secousse.

Le 18 juillet, à 10 h. 20' ou 25' du soir, dans le départe-

ment des Pyrénées-Orientales, dans celui de l'Aude, à Réalmont (départ. du Tarn). En Roussillon, la secousse parut dirigée du N.-E. au S.-O. : elle dura 4" ou 5" : à Collioure, un bruit souterrain précéda le phénomène et se prolongea 4" ou 5" après. A Mont-Louis, le ciel avait été constamment pur et l'air calme toute la journée ; mais immédiatement après la secousse, il s'éleva un violent ouragan. A Perpignan, le thermomètre était monté dans la soirée jusqu'à près de 35° centigrades : l'atmosphère semblait remplie de vapeurs brûlantes : on ne pouvait s'exposer à l'air, sans en être gravement affecté. A Carcassonne, la secousse fut accompagnée d'un sifflement de vent impétueux que les habitans ont comparé à celui d'une fusée : tous les points de l'horizon avaient été sillonnés dans la journée par des éclairs qui n'étaient pas suivis de détonation.

Le 19 juillet, à 5 h. du matin, à Lisbonne (Portugal), légère secousse : le thermomètre à l'ombre s'éleva à +40°,5 centigrades.

Le 20 idem, à 3 h. du matin, à l'île de St.-Thomas (aux Antilles), violente secousse.

Le 1^{er} et 2 août, à Grenade (en Espagne), huit secousses de tremblement de terre.

Le 8 août, dans la matinée, à Comrie (Pertshire), forte secousse ; le bruit a été comparé par les habitans à celui que produirait une lourde voiture roulant sur le pavé.

Le 10 août, à Perth (en Écosse), secousse accompagnée d'un bruit très fort.

Du 12 au 13 août, dans la matinée, à San Petro-in-Bagno (grand duché de Toscane), il y eut une vingtaine de secousses parmi lesquelles trois seulement eurent assez de force pour sonner les cloches de l'église : le jour et la nuit suivans, les secousses recommencèrent, mais sans produire aucun effet bien notable. Avant que ces phénomènes se manifestassent, on avait remarqué dans l'atmosphère et principalement autour du soleil, un brouillard d'une nature particulière.

Le 18 août, à Harderwyk (en Gueldre), une secousse dirigée vers le Sud-Ouest ; grand bruit semblable à celui d'une voiture roulant rapidement sur un pavé inégal.

Le 29 août, à Santiago (au Chili), grands tremblemens de terre, à 2 h. et à 9 h. du matin.

Le 29 idem, dans l'île de Lancerotte (l'une des Canaries), on éprouva pendant la matinée, au port de Récif et dans les environs, des tremblemens de terre qui devinrent plus terribles pendant la nuit, et qui augmentèrent le 30 avec accompagnement de bruits souterrains : la nuit du 30 fut affreuse ; les habitans de la capitale et des villages environnans abandonnèrent tous leurs maisons ; le 31, à 7 h. du matin, à la suite d'un tremblement de terre des plus violens, un volcan a éclaté à une lieue du port de Récif : il vomit par son cratère des torrens de flammes qui éclairèrent toute la contrée ; une masse de pierres, d'une grosseur énorme, rougies par le feu, forma, en moins de 24 heures, une montagne considérable : cette éruption dura jusqu'à 10 h. du matin du 1^{er} septembre : le 2 au matin, il se forma trois grandes colonnes de fumée, l'une d'une blancheur parfaite, l'autre noire et la troisième rouge : le 4, il est sorti constamment du volcan une grande colonne de fumée. Le 22 septembre, à 7 h. du matin, le volcan a éclaté de nouveau, et a vomi par son cratère une quantité d'eau si considérable, qu'elle a formé un grand ruisseau qui, le 26, n'était plus qu'un filet d'eau : au départ du navire, le volcan ne jetait plus de flamme, mais il brûlait toujours ; les bruits souterrains et les tremblemens de terre continuaient.

Le 9 septembre, à 10 h. du soir, Basse-Terre (à la Guadeloupe), plusieurs secousses.

Le 3 octobre, à 1 h. du matin, aux Antilles, forte secousse.

Le 29 idem, à 8 h. et quelques minutes du soir, à Chambéry (en Savoie) et les environs, légère secousse.

Le 29 idem, dans la nuit, à Mulheim, Stornberg et

Schramberg (en Brisgau), secousses dirigées du sud au nord.

Le 30 idem, aux Antilles, secousses.

Du 30 novembre, à 3 h. 30' de l'après-midi, aux Antilles, tremblement très fort; bruit extraordinairement intense : refroidissement subit de l'atmosphère après la secousse.

A la fin de décembre, à Hambourg (Allemagne), légère secousse.

En décembre, à Rossano, (Calabre intérieure), beaucoup de secousses successives et un grand nombre de maisons renversées.

M. Shaw rapporte qu'étant à bord de la Gazelle, vaisseau algérien de 50 canons, on sentit successivement trois violentes secousses, comme si, à chaque fois, on avait jeté d'un point fort élevé, un poids de 20 ou de 30 tonneaux sur le bâtiment (1), et cela arriva dans un endroit où il y avait plus de 200 brasses d'eau (389, 81 mètres).

TREMBLEMENS DE TERRE, EN 1825.

Le 5 janvier, à 9 h. du soir, à Preusdorf (canton de Worth, arrondissement de Wissembourg), légère secousse.

Le 17 janvier, à 6 h. $\frac{3}{4}$ du matin, à Florence (Italie), légère secousse.

Le 18 idem, à 6 h. du matin, à Teramo (dans l'Abruzze), deux légères secousses.

Le 19 janvier, entre 11 h. et midi, à Sainte-Maure et à Leucade, (îles Ioniennes). La ville de Sainte-Maure a été presque totalement détruite, beaucoup d'habitans ont péri : une pluie abondante a succédé à la secousse et a duré plusieurs jours. On parle, sous la même date, d'une forte se-

(1) Le tonneau anglais est de 1015,65 kilogrammes.

cousse à l'île de Leucade; mais nous croyons que c'est la même.

Le 20 janvier, en Islande, fortes secousses : quelque temps auparavant, on avait éprouvé de violens ouragans et de désastreuses inondations. Il y a eu dans le même mois, d'autres secousses dont on ignore la date.

Le 21 janvier, à 2 h. $\frac{3}{4}$ du soir, à Marseille, deux légères secousses à 5 ou 6 secondes d'intervalle.

Le 22 janvier, à 1 h. après-midi, à Marseille, Aix, etc., légère secousse.

Le 30 idem, à Stanza-Protch-Nookopsin (sur la rive droite du lac de Kouban, en Russie) : un roulement assez fort accompagna la secousse.

Le 17 février, à 8 h. $\frac{1}{4}$ du soir, à Sienne (en Toscane), secousse ondulatoire pendant 4"; trois minutes plus tard une seconde secousse, mais plus légère que la précédente : une troisième plus faible encore se manifesta après minuit.

Le 18 idem, à Sienne (en Toscane), balancement oscillatoire qui dura 4 secondes, et fut précédé d'un bruit éclatant : au bout de 3 minutes, on ressentit une secousse plus légère ; une autre plus faible encore eut lieu le lendemain à 4 h. du matin.

En février, entre 7 et 8 heures du soir, par un temps très noir, l'équipage du navire *le Recovery*, allant de Madère à Honduras (en Amérique), fut alarmé d'un bruit sourd, comme si le bâtiment avait passé sur un banc de rochers : tout le monde courut sur le pont, jetant un regard inquiet par-dessus le bord du navire, et s'attendant à tout moment à le voir couler : on essaya les pompes, mais elles ne donnèrent point d'eau ; on conclut alors que le navire avait pu heurter un gros bois de charpente : mais en abordant à Bélize, on fut convaincu que c'était l'effet d'une violente secousse de tremblement de terre, qui avait été ressentie dans ce lieu, à l'instant même où on éprouva la secousse. Le capitaine Beaufort, commandant *le Recovery*, a fait con-

naître le même fait éprouvé en mer, au Sud du Cap Matapan (en Morée). La secousse fut violente et dura une minute et demie.

Les 2, 3, 4, 5 et 6 mars, à Alger (Afrique), et dans presque toutes les villes dépendantes de cette région, onze secousses extrêmement violentes : la première fut ressentie le 2, à 10 h. 42^e du matin : la ville de Blissa a été, dit-on, presque entièrement détruite : si l'on en croyait diverses relations, près de 15 mille habitans auraient péri sous les ruines. Peu d'heures avant le tremblement de terre, tous les puits et toutes les sources auraient tari. On sait qu'en Sicile, et dans le royaume de Naples, ce phénomène précède ordinairement les éruptions de l'Étna et du Vésuve.

Le 14 mars, à 4 h. après-midi, à Turin, Rivoli (Piémont), légère secousse.

Le 11 avril, vers 4 h. de l'après-midi, à Caracas (Amérique, nouvelle Grenade), forte secousse.

Le 14 avril, à Lagonera ou Lagonegro (royaume des Deux Siciles), secousse qui commença par des ondulations horizontales, et qui finit par des mouvemens verticaux.

Le 1^{er} mai, à 11 h. du soir, à Modica (province de Syracuse), secousse légère; une autre eut lieu à 2 heures après minuit.

Le 3 mai, après minuit, à Aquila (en Italie), légère secousse; à 4 h. après-midi, on en ressentit une seconde.

Le 24 idem, à 3 h. $\frac{1}{2}$ et à 9 h. après-midi, à Cantazaro, (Sicile), légères secousses : le 28, on en ressentit une autre, à 3 h. après-midi.

Le 7 juin, dans la nuit, à Smyrne (Turquie d'Asie), secousse légère; durée 3 secondes.

Le 12 juin, à 2 h. du matin, à Santiago (au Chili), fort tremblement.

Le 2 juillet, à Alger et dans les environs (Afrique), très fortes secousses.

Le 20 août, à 4 h. du matin, à Kingston (aux Antilles), forte secousse.

Le 26 idem, à 3 h. $\frac{1}{4}$ du matin, à Livourne (Italie), deux ondulations distinctes; à 5 h. $\frac{1}{4}$ ondulation légère; à Gènes (en Italie), cette dernière fut très forte et dura 5 ou 6 secondes.

Le 7 idem, à Orsomarso (Calabre intérieure), secousse légère : une source qui sortait de terre à $\frac{1}{2}$ mille des habitations, cessa de couler.

Le 20 septembre, à l'île de la Trinidad (1), fortes secousses; plusieurs maisons écroulées.

Le 23 octobre, à 8 h. et 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Aquila (Naples, Abruzze), deux secousses, la première forte et d'assez longue durée : le phénomène se renouvela le 24, d'abord à 3 h. du matin, et ensuite à trois reprises différentes dans la soirée et dans la nuit.

A la fin d'octobre, à Chiraz (en Perse), secousse très violente; la ville n'est maintenant qu'un amas de décombres : les magnifiques tombeaux de Hafs et Saadi n'existent plus.

Le 19 décembre, dans la matinée, au Port-au-Prince (Rép.-d'Haïti), plusieurs maisons écroulées.

Le 8 décembre, entre 10 h. et 11 h. du soir, à Genève (Suisse), assez forte secousse.

Le 23 décembre, à 5 h. du matin, à Strasbourg, secousses sensibles.

TREMBLEMENS DE TERRE DE 1826.

Le 7 janvier, à 7 heures du matin, à la Martinique (Archipel Columbien), deux secousses, l'une faible et l'autre violente : celle-ci a jeté l'alarme parmi les habitans; mais elle n'a produit aucun dégât.

(1) Voyez la note sur les tremblemens de terre de 1830.

Le 26 janvier, à Prévésa (dans l'Épire), violente secousse : la ville a beaucoup souffert.

Dans les premiers jours de février, à Constantinople, trois fortes secousses qui ont occasionné de grands dommages.

Le 8 février, à Smyrne (Turquie d'Asie), secousse peu remarquable.

Le 18 mars, à minuit vingt minutes, à Pesaro (dans les États Romains), secousse assez forte dirigée du S.-E. au N.-O.; la mer était un peu agitée; le même jour, à midi quarante minutes, secousse plus intense que la précédente : pendant cette commotion, on observa une forte agitation dans la mer, près des parages du Senegallia : quoi que l'air fût tranquille, le sable se mêla aux eaux et troubla leur transparence jusqu'à deux milles de la côte. A 1 h. 14', à 2 h. 4' et à 10 h. 45' de l'après-midi, on ressentit encore de légères secousses.

Le 19 mars, à 1 h. 45' et à 3 h. 15' après minuit, à Pesaro (États Romains), secousse assez légère; direction S.-E. au N.-O.

Le 20 idem, à 1 h. 50' après minuit, à Pesaro, légère secousse, mais assez longue : direction S.-E. au N.-E.

Le 6 avril, à 4 h. 20' après minuit, à Pesaro (idem), légère secousse, dirigée du S.-O. au N.-O.

Le 14 idem, à 5 h. du soir, à Saint-Brieuc et aux environs (département des Côtes du Nord), secousse qui dura de 12 à 15 secondes, dirigée de l'est à l'ouest : elle fut précédée d'un bruit semblable à celui que ferait une voiture roulant sur des cailloux.

Le 22 idem, à 10 h. $\frac{1}{3}$ du matin, à Santiago (au Chili), fort tremblement.

Le 2 mai, à minuit, à la Martinique, légère secousse.

Le 15 idem, à 11 h. du matin, à Grenade (en Espagne), tremblement de terre assez fort, précédé d'un bruit souterrain; de nombreuses secousses succédèrent à celle-là, le même jour; mais aucun bruit ne les accompagna. Le 17,

vers la pointe du jour, il y eut une secousse très violente : vingt minutes après, l'ébranlement se reproduisit; un mugissement terrible accompagna le phénomène; plusieurs édifices furent plus ou moins endommagés.

Le 17 juin, à 10 h. $\frac{3}{4}$ du soir, à Santa-Fé de Bogota (Amér. Nouvelle Grenade), épouvantable secousse dont la relation suivante est extraite d'une lettre de M. Boussingault à M. de Humboldt, en date du 29 juin. « Le 17, nous avons » éprouvé ici un tremblement de terre épouvantable : à » 10 h. $\frac{3}{4}$ du soir, je me retirais chez moi, lorsque près » d'arriver à la porte de la maison, je ressentis une violente » secousse qui dura environ huit secondes : les mouvemens » étaient horizontaux et dirigés du sud au nord : aussitôt » la rue fut remplie de monde et l'on n'entendait que les » cris de *misericordia*, *elle suelo trembla* : la ruine de Ca- » racas me vint alors à la pensée et celle de Bogota me parut » certaine. Je me précipitai chez moi pour sauver mes jour- » naux et prendre mes armes : cette résolution manqua me » coûter cher : à peine avais-je ouvert la porte de ma cham- » bre située au premier étage, qu'une seconde secousse se » fit sentir; ma table et mes livres furent renversés : le mou- » vement d'abord dirigé de l'ouest à l'est, se changea en » une ondulation très forte; la maison était aussi agitée que » l'est une chaloupe sur une mer houleuse; je ne songeai » plus qu'à mon salut; je descendis les escaliers avec peine, » tant il était difficile de se tenir debout : les secousses conti- » nuaient toujours : un craquement horrible et une chute » de gravier, m'annonçaient la ruine prochaine de la mai- » son : lorsque je fus arrivé sous la grande porte, la terre » sembla prendre du repos; je courus alors vers la *plazueta* » de *San Francisco* : quand je passai sur le pont, une mai- » son située à la droite, s'écroula en partie dans la rivière; » enfin je gagnai le milieu de la place : c'était le port de » salut : j'estime que la terre a tremblé pendant 40" à 45". La » seconde secousse avait fait sortir tous les habitans hors des

» maisons : la plupart passèrent le reste de la nuit sur les
 » places publiques : la consternation était générale : les uns
 » priaient à haute voix, les autres se confessaient, etc. Au
 » moment où la terre trembla, le ciel était nuageux, et l'air
 » parfaitement calme : vers minuit, on sentit un léger mou-
 » vement accompagné d'un bruit sourd qui venait de l'est.
 » Au point du jour, presque tout le monde rentra dans les
 » maisons : c'est une chose digne de remarque que l'effet
 » consolant du lever du soleil : on devait, le jour comme la
 » nuit, craindre à chaque moment, une nouvelle secousse :
 » cependant la clarté rassura ceux même qui avaient été les
 » plus effrayés. Le 18, on reconnut que presque toutes les
 » maisons étaient fortement endommagées; la cathédrale
 » menace ruine; la tour de Santa-Clara est tombée; le cou-
 » vent de San-Francisco, en un mot toutes les églises sont
 » en fort mauvais état. La chapelle de Guadalupe, élevée
 » de 650 mètres au-dessus de la ville, est entièrement dé-
 » truite. Le 19, on ressentit quelques légères secousses : je
 » reconnus à l'aide de ma boussole de déclinaison, que la
 » terre était dans un mouvement presque continu. Le 20,
 » à 11 h. du matin, il y eut une secousse très sensible : le
 » mouvement horizontal dirigé du sud au nord, dura quel-
 » ques secondes. Le 21, dans la nuit, on ressentit quelques
 » oscillations. Le 22, à 4 h. $\frac{3}{4}$ du matin, il y eut de violentes
 » secousses horizontales dirigées du sud au nord; elles du-
 » rèrent environ de 25'' à 30''. Une partie de l'hospice s'é-
 » croula; l'état de la cathédrale s'est encore empiré. Depuis
 » le 22, on a eu quelques légers mouvemens, mais peu forts,
 » cependant l'état des maisons ne permet pas de les habiter
 » sans danger.»

Le 12 août, à 5 h. du matin, à Saint-Pierre de la Marti-
 nique, deux secousses consécutives extrêmement fortes.
 Point de dégâts.

Le 18 septembre, entre 3 h. et 4 h. du matin, à San-Jago
 (dans l'île de Cuba), trois secousses très fortes; chacune a

duré environ 1 minute, et a été précédée d'un bruit semblable à celui que feraient des chariots pesamment chargés roulant sur une route pavée : à ce roulement a succédé une terrible explosion : une grande partie de la ville a été détruite.

En septembre, dans la province d'Otrante (Italie), diverses secousses.

Le 13 octobre, à Santiago (au Chili), fort tremblement qui, sinon sous le rapport des dégâts, au moins sous celui de l'intensité, fut aussi considérable que celui du 19 novembre 1822.

Le 15 décembre, à 3 h. 1/2, après-midi, à Zurich, Inspruck, etc., secousse assez forte dirigée vers le nord-est : plusieurs personnes prétendent en avoir ressenti une plus faible le même jour entre 7 h. et 8 h. du matin. Le 16, à 4 h. après minuit, les secousses se sont renouvelées.

TREMBLEMENS DE TERRE, EN 1827.

Le 2 janvier, à Mortagne et dans les environs (département de l'Orne), secousse violente, mais de courte durée, accompagnée d'un bruit très intense : des cheminées et des ustensiles de ménage ont été renversés. La commotion s'est propagée jusqu'à Alençon. Ce jour-là, le ciel était sombre, le temps lourd et orageux.

Le 9 février, à 7 h. du soir, dans la partie N.-O. du pays de Galles et à l'île d'Anglesey, les secousses durèrent de 40" à 1 minute; elles furent assez violentes pour renverser plusieurs meubles. On entendit en même temps un bruit analogue à celui que produit une charrette lourdement chargée roulant sur le pavé.

Le 20 avril, à 1 h. 20' du matin, à Bevers deux secousses consécutives et assez fortes. Les habitans de la Basse-

Engadine (1), assurent avoir compté, dans l'hiver, vingt secousses pareilles.

Le 12 avril, à 11 h. 54' du matin, à Pesaro (États de l'Église), ondulations assez fortes.

Le 29 mai, à Vajacca (2), (au Mexique), deux légères secousses.

Le 30 mai, à 7 h. 32 minutes du matin, à Lima (Pérou), secousses tellement violentes que les murs des principaux édifices ont été renversés. La ville a éprouvé des pertes incalculables. (On croit que ce tremblement de terre, est de 1828.)

Le 30 mai, à Santiago (au Chili), tremblement assez faible.

Le 3 juin, à la Martinique, légère secousse.

Le 12 juin, à 1 h. $\frac{1}{2}$, Tehenacan (3), (au Mexique), violente secousse, bruit effrayant; beaucoup d'édifices endommagés.

Le 12 juin, à 11 h. du matin, à Palerme (Sicile), plusieurs secousses qui durèrent environ 18 minutes avec des interruptions courtes; le mouvement fut toujours oscillatoire.

Le 16 juin, à 5 h. $\frac{1}{2}$, à Aquila (royaume de Naples), une secousse.

Le 21 juin, à 11 h. du matin, à Palerme, quatre fortes secousses dans l'espace de 7 secondes; c'était un mouvement oscillatoire dirigé de l'ouest à l'est.

Le 5 juillet, à Santiago (au Chili), tremblement de terre assez faible.

Le 14 août, à Palerme, tremblement à 2 h. après-midi.

Le 18 septembre, à Lisbonne (Portugal), légère secousse.

En septembre, le fort de Kolitaran, situé près de Lahore

(1) Vallée de Suisse, canton des Grisons. Nous trouvons Bevern dans le Duché de Brunswick.

(2) Le nom est, sans doute, mal orthographié.

(3) Nous pensons qu'il faut lire : Tehuacan.

(Nouvelles de Madras), a été détruit par un tremblement de terre; un millier d'individus ont été ensevelis sous les ruines : par suite de la même convulsion, une montagne s'est fendue, et en tombant dans la rivière Rowée, elle a occasionné d'immenses inondations.

Le 10 octobre, à 10 h. 48' après midi, à Zurich et sur tous les bords du lac (en Suisse), assez forte secousse.

Le 15 octobre, à 8 h. du soir, à Jassy (Moldavie), deux violentes secousses dirigées du nord au sud, et accompagnées d'un bruit souterrain, à la suite de deux ou trois journées d'une forte chaleur.

Le 20 octobre, à Tiflis (Asie, Caucase), forte secousse accompagnée d'un bruit sourd et dirigée du sud-est au nord-ouest.

Du 21 au 23 octobre, à Tiflis, six fortes secousses.

Le 30 octobre, à 5 h. 30' du matin, dans les cantons de Tavano, Tallano et Sartene (en Corse), deux secousses.

Les 16 et 17 novembre, à Popayan (Amérique mérid., Nouvelle Grenade), énorme secousse. Sur ce tremblement de terre, nous rapporterons une lettre de M. Acosta, qui renferme des détails circonstanciés et curieux. « Le 16 novembre, à 6 h. précises du soir, on éprouva dans cette ville située à 1800 mètres au-dessus du niveau de la mer, une violente secousse de tremblement de terre, suivie immédiatement d'un mouvement ondulatoire qui dura 3 ou 4 minutes. La direction de ce mouvement était du sud-est au nord-ouest : pendant toute la nuit, la terre parut sensiblement agitée, et des secousses plus ou moins fortes continuèrent à avoir lieu toutes les 40' à 50', jusqu'à 5 h. du matin où le choc fut encore plus violent que le premier : l'agitation continua jusqu'à 11 h. 45' dans la matinée du 17 : alors les secousses devinrent telles qu'une grande partie de la ville fut détruite: les malheureux habitans qui, abandonnant leur cité, s'étaient réfugiés sur les bords de la rivière le Cauca, furent encore chassés de là par l'inondation, et

obligés de chercher un asyle sur les collines d'alentour. Deux nouvelles secousses eurent lieu, l'une le même jour, 17, à 8 h. du soir, et l'autre le 18, à 4 h. $\frac{1}{2}$ du matin. Non seulement le Cauca, mais toutes les rivières et les ruisseaux des environs, comme le Vinaigre, l'Isasco sont sortis de leur lit et ont ravagé les campagnes voisines. L'éruption du Puracé eut lieu et augmenta l'épouvante : la lave s'est fait jour par le revers oriental du cône : dans ses flancs d'énormes crevasses ont été ouvertes : dans la ville, deux femmes ont péri de frayeur. Le village de Puracé, bâti sur les roches porphyritiques, au pied du volcan, à 2,630 mètres de hauteur, a été totalement détruit ainsi que plusieurs autres villages et fermes des environs. Les secousses furent assez fortes pour endommager plusieurs édifices à Bogota, à 80 lieues de Popayan. »

Le 29 novembre, dans la nuit, à la Martinique, violente secousse dirigée de l'est à l'ouest : elle a duré près d'une minute : c'est la plus forte qu'on ait éprouvée dans l'île, de mémoire d'homme.

Le 30 novembre, à 3 h. du matin, à la Pointe-à-Pitre (Guadeloupe), violent tremblement de terre ; il a été précédé d'une bourrasque assez forte.

TREMBLEMENS DE TERRE PENDANT L'ANNÉE 1828.

Le 14 janvier, à 11 $\frac{3}{4}$ du soir, Venise ressentit les secousses d'un assez fort tremblement de terre : ce phénomène dura environ 2 secondes et suivit dans ses ondulations la direction du sud au nord-est : dans beaucoup de maisons, on entendit craquer les meubles, et, dans d'autres, les fenêtres et les objets suspendus aux murs, s'agitèrent avec bruit : le temps était orageux et sombre ; le baromètre marquait 27 pouces 11 lignes : quelques instans après, on entendit dans l'air un long et sourd mugissement.

Le 23 février, à 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin, dans le nord de la France, la Belgique, etc. Le tremblement de terre, que l'on ressentit le 23 février dans plusieurs villes de la Belgique, a été éprouvé le même jour et à peu près à la même heure, dans le département de la Meuse, de la Moselle et du Nord. A Commercy (Meuse), il y a eu deux secousses dans la direction du midi au nord. A Longuyon (Moselle), une seule, mais assez intense et qui a duré plus d'une minute. A Avesne (Nord), sa durée a été moindre quoiqu'également forte : sa direction était de l'est à l'ouest. A Dunkerque (Nord), la commotion a été ressentie par plusieurs habitans : la direction du mouvement souterrain y a été diversement observée : on lui donne généralement celle du sud au nord : la secousse a ébranlé de gros meubles, entre autres des bois de lit qu'on a vus se mouvoir en divers sens sur leurs roulettes. Le vent qui était au sud-est, à 5 et 6 h. du matin, tourna subitement après la secousse, et devint nord-ouest, sans aucun changement sensible dans la température. La secousse que l'on a éprouvée à Bruxelles (Belgique), a été ressentie à la même heure à Liège (idem) : vers 8 h. 20' du matin, par un temps très calme, on éprouva dans cette dernière ville plusieurs secousses, d'abord très légères et ensuite assez fortes : elles se sont prolongées de 7" à 8" : elles étaient accompagnées d'un bruit sourd et paraissaient se diriger du sud-est au nord-ouest : les maisons tremblaient et les meubles éprouvaient un mouvement oscillatoire très prononcé : quelques cheminées ont été renversées. A partir de 1755, on n'avait pas senti de tremblement de terre dans cette ville. Depuis les secousses qui se sont étendues outre Meuse, le baromètre s'est maintenu dans le même état d'abaissement de 27 pouces 1 ligne. Le mouvement s'est fait sentir très fortement surtout dans les parties élevées des habitations ; il a été sensible aussi dans l'intérieur de la terre : à la houillère de Belle-Vue, près Saint-Laurent, les ouvriers l'ont senti distinctement, et à la houillère de

Banoux, faub.-Vevignis, ils l'ont éprouvé à 52 toises de profondeur, et quelques-uns d'entre eux disent avoir entendu une espèce de roulement. Au Collège Royal de Liège, le mouvement ondulatoire a été très sensible : des personnes ont été secouées fortement dans leur lit : d'autres ont fui des églises : à Saint Denis, le mouvement a été si prononcé, qu'on eût dit qu'on secouait violemment les colonnes : des parties de ciment, se sont détachées de la voûte du chœur. A Maestricht (Hollande), à la même heure, la secousse a été assez forte pour avoir déplacé des meubles dans plusieurs maisons, et occasioné la chute de quelques cheminées. A Tirlemont (Belgique), on a ressenti pareillement, dans la matinée, des secousses qui ont duré à peu près 7 minutes : grand nombre de cheminées ont été renversés; les murs de plusieurs maisons crevassés, et dans une maison, les miroirs, verres et objets de porcelaine ont été brisés. Le 21 février, à 3 h. après-midi, le baromètre à Genève, marquait 26 pouces $\frac{11}{16}$ de ligne; les 19, 20, 21 et 23 du même mois, des tempêtes terribles ont régné dans le midi de l'Europe. Autre exemple de la coïncidence de ces trois phénomènes.

Le 6 mars, à 6 h. 30' du matin, aux Antilles, secousse lente, dirigée de l'est à l'ouest.

Le 9 mars, entre 10 et 11 heures du soir, à Washington et plusieurs autres villages des États-Unis d'Amérique, fortes secousses et bruit semblable à celui que produirait une lourde voiture roulant rapidement sur le pavé.

Le 12 mars, en Calabre, secousse ondulatoire qui a duré 5"; elle a renversé plusieurs maisons.

Le 13 mars, en Calabre, cinq secousses.

Le 23 mars, à 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin, au Quesnoy et dans une des villes des Pays-Bas (1), forte secousse consis-

(1) Nous ne l'avons pas citée, parce que nous n'avons pu en retrouver le nom, dans les cartes du pays.

tant en un mouvement oscillatoire dirigé de bas en haut.

Le 29 mars, à 4 h. 30', aux Antilles, secousse lente dirigée de l'est à l'ouest.

Le 30 mars, à 7 h. 28' du matin, à Lima, Callao, etc. (Pérou), épouvantables secousses qui ont duré 52" : la ville de Lima n'est plus qu'un monceau de ruines; on évalue le dégât à 50 millions; un millier d'individus ont péri : les secousses ont été ressenties par les navires situés dans le port de Callao. (N'est-ce pas le tremblement de terre porté en 1827, sous la date du 30 mai ?)

Le 30 mars, le vaisseau de Sa Majesté Britannique, *le Volage*, était à l'ancre dans la baie de Callao (Pérou), et fixé par deux fortes chaînes de fer; à 7 h. 1/2, un léger nuage passa sur le bâtiment, et aussitôt on entendit le bruit qui, dans ce pays, accompagne le tremblement de terre et qui ressemble à un tonnerre éloigné : une secousse violente se fit sentir, et les personnes qui étaient à bord, comparèrent ce mouvement à celui qu'on éprouve dans un chariot non-suspendu traîné rapidement sur un pavé inégal. Tout autour, l'eau siffla comme si on y eut plongé un fer rouge, et sa surface se couvrit d'une immense quantité de bulles qui, en crevant, laissèrent échapper une odeur d'hydrogène sulfuré. Nombre de poissons morts apparurent flottans autour du vaisseau : la mer qui auparavant était calme et limpide, parut trouble et agitée, le bâtiment roula d'environ 14 pouces sur chaque côté. C'est à ce moment que se fit sentir à terre, le tremblement qui renversa une partie de la ville. En levant l'ancre de poupe, on trouva que sa chaîne qui reposait sur un fond de vase molle, avait souffert une sorte de fusion dans une assez grande étendue et à une distance de 25 brasses du bâtiment (1) : les chaînons faits d'un excellent fer cylindrique, de près de 2 pouces de diamètre, avaient été dans cet endroit, comme étirés, de

(1) La brasse vaut presque partout 6 pieds, ou 1,949 mètre.

sorte qu'ils étaient longs de 3 ou 4 pouces et épais seulement de 4 ou 5 lignes : leur surface présentait de nombreuses crénelures irrégulières dans l'intérieur desquelles étaient fixés de petits nodules de fer qu'on détachait facilement. La chaîne de la seconde ancre n'avait nullement souffert et rien de semblable n'était arrivé aux nombreux vaisseaux qui se trouvaient dans la rade.

Le 4 avril, à 5 h. du soir, à Santiago (Chili), fort tremblement.

Le 11 avril, dans la nuit, à Rome, une légère secousse qui a été très forte à Pesaro.

Le 10 mai, à 6 h. $\frac{3}{4}$ du matin, à Santiago (idem), fort tremblement.

Le 13 mai, vers 10 h. 30' du matin, à Buren et Lindach (en Suisse), fortes secousses (1).

Le 21 mai, à 6 h. du soir, à Santiago (idem), léger tremblement.

Le 23 mai, à 3 h. du soir, à Santiago (idem), léger tremblement.

Le 15 juin, à 5 h. du matin, à Smyrne (Turquie d'Asie), deux secousses successives : l'une verticale dura 2'', l'autre horizontale et dirigée du nord au sud; elle endommagea beaucoup d'habitations.

Dans la nuit du 17 au 18, à Poitiers (département de la Vienne), légère secousse.

Le 4 juillet, à 10 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Santiago (idem), fort tremblement.

En juillet, dans la province de Schirwan (en Perse), la ville du vieux Schamakha a été détruite en partie : d'immenses portions de montagnes se sont éboulées; les eaux de tous les ruisseaux ont éprouvé une crue plus ou moins sensible après les secousses; des crevasses et de nouvelles

(1) Ces noms ne se trouvent pas dans les ouvrages que nous avons pu consulter.

sources se sont formées. A partir du village de Sahiang, il y a maintenant une crevasse large d'une archine (à peu près 708 millimètres), et qui s'étend à plus de deux werstes et demi (le werste est de 1066 à 1292 mètres); pendant la nuit, elle est, disent les relations, surmontée de feux semblables à la lumière des éclairs.

Le 6 août, depuis minuit jusqu'au matin, à Schouscha (en Géorgie), grandes secousses accompagnées d'un vent violent.

Le 7 août, à Schouscha, trois secousses le jour et deux la nuit.

Le 8 août de minuit à 3 h. du matin, à Kouba (Asie, Caucase), trois fortes secousses.

Le 9 août, de 7 h. du matin à minuit, à Schouscha, douze secousses.

Le 14 août, de midi à 1 h., à Schouscha, deux secousses,

En août, le 10 à 1 h. 55' du matin, le 14 dans la matinée et le 25 à 11 h. 40' de la nuit, à Santiago (au Chili), fort tremblement.

Les 13, 14 et 17 septembre, à Murcie, Terra-Vieja, Terra de la Mata et toutes les côtes environnantes (Espagne), fortes secousses : beaucoup de maisons renversées. On ressentit en octobre des tremblemens de terre dans les mêmes localités.

Le 18 septembre, après 7 h. du matin, à Calcutta (Inde), deux secousses extrêmement fortes : mouvement vertical qui faisait sauter les meubles.

Le 23 septembre, à 9 h. 10' du soir, à Santiago (au Chili), assez fort tremblement.

Le 1^{er} octobre, dans la matinée, Grande Canarie (Afrique, l'une des îles occid.), violent tremblement de terre; beaucoup de bâtimens sont lézardés; les navires ont éprouvé la secousse dans le port.

Le 5 octobre, à 11 h. du matin, à Cesona ou Césène (États de l'Église), légère secousse.

Le 8 octobre, à 10 h. 44' et 11 h. 45' du soir, à Pesaro (idcm), légère secousse.

Le 9 octobre, à 3 h. 10' du matin, à Marseille, Turin, Gênes, grandes secousses. Les observateurs de Turin disent qu'elle a duré 30'', ceux de Gênes, 20''. On assure du reste que des sonnettes ont été mises en mouvement par les secousses, que des pendules se sont arrêtées, que beaucoup de bâtimens ont été lézardés : il ne paraît pas toutefois qu'il en soit résulté des dégâts bien notables. Dans le port de Gênes, ce tremblement a donné lieu à un mouvement de la mer très considérable, pendant lequel beaucoup de navires se sont entre-choqués.

Le 3 décembre, à 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Metz, Aix-la-Chapelle, Spa, Liège, Maestricht, etc., deux secousses assez fortes : à Spa, des meubles ont été renversés ; des personnes sont tombées de leurs chaises. A Stravelot, la dernière secousse a été accompagnée d'une détonation très prononcée.

Le 9 décembre, à Manille (Asie, Philippines), violente secousse : beaucoup d'habitations et édifices endommagés.

Le 13 décembre, à 9 h. $\frac{1}{2}$ du matin, au Sand-Gruben, au pied du Schwendelberg (en Suisse), une faible secousse ; à 9 h. 40', secousse extrêmement forte, accompagnée d'un grand bruit souterrain.

Le 16 décembre, à 2 h. $\frac{3}{4}$ du matin, à Sand-Gruben, secousses pendant plusieurs secondes.

La nouvelle Galles du sud (Nouvelle Hollande), paraît peu sujette aux tremblemens de terre ; les relations parvenues en Europe portent à 25'' la durée de l'un d'entre eux : il fut suivi d'un ouragan épouvantable qui déracina les arbres entiers et les porta à de très grandes distances.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1829.

En janvier, au Vieux-Chamachy (1), secousse presque tous les soirs.

Le 8 mars, à la forteresse de Junka, dans le gouvernement d'Irkutsk (en Sibérie), forte secousse de tremblement de terre qui a duré 3 minutes et a renversé beaucoup de maisons : un immense rocher situé sur la rive droite du fleuve Irkutsk, s'est détaché et a volé en éclats dans les plaines environnantes : la terre s'est crevassée dans beaucoup d'endroits.

Le 21 mars, à Orihuela (roy. de Murcie, en Espagne), tous les villages situés dans la Heurta d'Orihuela, ont été renversés de fond en comble : le mouvement paraît s'être fait verticalement : il était accompagné de très fortes détonations ; les secousses n'ont eu une extrême violence que dans une étendue de quatre lieues carrées, où l'on a remarqué, après l'événement, un nombre prodigieux de crevasses de diverses longueurs et de 4 à 5 pouces de largeur, et de plus une multitude de trous circulaires très rapprochés, de 2 à 3 pouces de diamètre : ces ouvertures ont vomé un sable gris jaunâtre, semblable à celui qu'on trouve au bord de la mer et dans les environs, ou une fange noire et liquide, ou enfin des coquillages et des herbes marines.

Le 31 mars, à 4 h. $\frac{1}{2}$ du soir, au Port-au-Prince (île de Haïti), deux fortes secousses.

Le 2 avril, à 7 h. $\frac{1}{2}$ du matin, aux environs de Dieppe (France, Seine inférieure), plusieurs fortes secousses : la première dura quelques secondes et fut accompagnée d'un bruit semblable à celui du tonnerre.

Le 19 mai, à Mexico (au Mexique) violente secousse.

(1) Nous pensons qu'il faut lire Vieille Chamakie, ville de la Russie-Méridionale (Chirvan), à 8 lieues N. E. de la Nouvelle Chamakie.

Le 29 mai, à la Jamaïque, violente secousse.

Vers la fin de mai, à Albano, Gonsano, la Riccia et surtout Castel-Gandolfo (Italie) quatorze secousses : on rapporte que les eaux des lacs voisins ont baissé : il est sorti de la fumée du sol, dans un grand nombre d'endroits : aussi beaucoup d'arbres se sont desséchés.

Du 1^{er} au 10 juin, à Torre-Vieja (en Espagne), soixante-huit secousses dont treize extrêmement fortes.

Le 24 juin, à 7 h. 10' du soir, à Paris, plusieurs secousses, sur l'autorité de plusieurs personnes demeurant dans la rue du Mont-Parnasse.

Le 26 juin, à Caen et aux environs (départ. du Calvados), secousse qui a duré deux secondes.

Le 7 août, à 3 h. du matin, à Colmar, Békfort, Saint-Diez, Strasbourg, plusieurs secousses accompagnées d'un bruit semblable à celui d'un tonnerre lointain.

Le 18 août, de jour, à Copenhague (Danemark), plusieurs secousses violentes accompagnées d'un bruit semblable à celui que produit le roulement d'une voiture.

Fin de septembre, à Torre-Vieja (roy. de Murcie, en Espagne) plus de cinquante secousses.

Le 12 octobre, à 11 h. du soir, à Gessenay (canton de Berne), secousse assez forte, accompagnée d'un bruit souterrain. Temps parfaitement calme.

Le 26 octobre, à Valparaiso ou Valparayso et St Yago (au Chili), secousse de 20'' ; nombre de maisons détruites ; plusieurs personnes ont péri. Le village de Casa-Blanca, à 30 milles de St-Yago, est entièrement ruiné.

Le 26 novembre, à 4 h. du matin, à Jassy (Moldavie), fortes secousses de longue durée ; direction Ouest-Est : beaucoup de bâtimens endommagés.

Le 26 novembre, entre 7 et 8 h. du soir, à Jassy, Odessa, Bernowitz, secousses fort légères : à 3 h. 58', j'ai été réveillé, dit M. Haüy, de l'Académie de Pétersbourg,

par de légères vibrations qui m'ont paru devoir être, à peu près, le commencement du phénomène ; elles ont été en croissant pendant, à peu près, $\frac{2}{3}$ de minute : alors nous avons éprouvé une secousse assez forte qui s'est prolongée pendant quelques secondes : l'amplitude des vibrations a diminué pour augmenter de nouveau pendant le cours d'une minute environ, après laquelle on a ressenti une secousse très forte et bien plus prolongée que la première : un nouveau décroissement encore suivi d'un accroissement, s'est de nouveau manifesté, mais n'a duré que 12 à 15 secondes : alors la troisième secousse a eu lieu ; elle était moins forte que la première et n'a duré que quelques instans : enfin a succédé un nouvel intervalle pendant lequel il y a eu diminution et augmentation dans le mouvement oscillatoire : sa durée a été, à peu près, d'un quart de minute, après quoi une quatrième et dernière commotion qui m'a paru, en intensité, égale à la troisième, et qui n'a duré que 3 ou 4 secondes, s'est fait sentir et a été suivie à son tour d'un tremblement décroissant qui a duré une minute $\frac{1}{2}$: tout est rentré dans le calme à 4 h. 2' 2". Pendant les quatre minutes qu'a duré le tremblement, il s'est fait sentir sans la moindre interruption. Une cloison de bois qui se trouvait dans ma chambre à coucher, m'a fourni, par un craquement continu, une suite de pulsations distinctes au moyen desquelles j'ai compté 152 oscillations complètes dans le cours de 30". Le baromètre n'a pas donné la plus petite trace d'oscillations. Nous supprimerons beaucoup d'autres détails à l'appui du mouvement oscillatoire, qu'on trouvera, si on en est curieux, dans *les Mémoires de l'Académie de St-Pétersbourg*, 6^e série, t. I.

Le 27 novembre, à 4 h. 5' du soir, à la Rochelle, Rochefort, (Charente inférieure), secousses accompagnées de fortes détonations. Voici les détails donnés par M. Fleurieu de Bellevue, correspondant de l'Académie et membre de la chambre des députés. Le 27 novembre, à 4 h. 5' du soir,

on entendit tout à coup, à la Rochelle, deux fortes détonations : la première était d'une médiocre intensité ; mais la seconde qui la suivit d'une ou de deux secondes, fut d'une extrême violence ; puis on entendit un bourdonnement prolongé qui n'était peut-être dû qu'à l'effet des échos : ces deux détonations et ce bourdonnement durèrent 4 ou 5 secondes au plus. Ce bruit parut venir de très haut, comme d'une bombe, dans la direction du midi : il différait tellement d'un coup de tonnerre que chacun crut d'abord à l'explosion d'un magasin à poudre. En effet, on n'avait éprouvé qu'une très violente commotion qui fit fortement vibrer les carreaux de vitres, qui n'ébranla qu'un très petit nombre d'objets portant à faux, mais qui ne fut accompagné par aucune secousse sensible soit de bas en haut, soit dans le sens horizontal : aussi les personnes qui avaient éprouvé des tremblemens de terre dans d'autres pays, ne pouvaient reconnaître ici ce phénomène : plusieurs l'attribuaient à l'explosion d'un Bolide (chap. XI) et s'attachèrent d'autant plus à cette opinion qu'ils apprirent ensuite que ce bruit ne s'était pas fait entendre au delà des limites des arrondissemens de la Rochelle et de Rochefort. Cependant comme, depuis 25 jours, on n'a pas ouï dire que personne ait aperçu de globe de feu, ni de pierres tombées ; comme on assure que plusieurs animaux manifestaient une agitation extraordinaire, un moment avant les détonations ; comme les marins de trois navires ont déclaré que, dans ce même moment, ils ont cru que leurs navires avaient donné sur quelques rochers ; comme enfin neuf jours après cette époque, une seconde secousse s'est fait réellement sentir, il y a lieu de croire que ces détonations doivent se rapporter à la même cause. Le baromètre avait été très bas les jours précédens, et alors il était encore stationnaire à 4 h. 8', au-dessous de sa hauteur moyenne, c'est-à-dire à 27 pouces 10 lignes : il monta aussitôt après, mais, à la vérité, le ciel qui avait été très couvert toute la

journée et même un peu pluvieux, s'était éclairé vers l'ouest, une demi-heure auparavant.

Le 6 décembre, à 5 h. du matin, à la Rochelle (Idem), secousse assez forte qui paraît n'avoir été observée que dans un rayon de 3 ou de 4 lieues autour de cette ville.

Le 9 décembre, à 4 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Santa-Fé de Bogota (Amér., Nouvelle-Grenade), faible tremblement de terre; la secousse avait été très forte à Santa-Ana, à Honda, à Cartago, à la Voga de Zupia; mais partout cependant la durée n'a pas excédé 4 ou 5 secondes.

Le 22 décembre, dans la nuit, à Belley (départ. de l'Ain), secousse assez forte et de longue durée.

En décembre, vers 3 h. du matin, à Hermanstadt (en Hongrie), très violente secousse qui a duré une minute: la température, très froide au moment de la secousse, devint chaude après.

Sur le tremblement de terre de la Huerta d'Orihuela, par M. Gutierrez, professeur de physique à Madrid. Depuis le commencement de ce siècle, ce pays a souffert des tremblemens de terre. Le 17 janvier 1802, on a ressenti à Torre-la-Mata et à Torre-Vieja des secousses qui ont duré jusqu'au 6 février; quelques maisons furent détruites à cette époque. En 1817, les chocs devinrent très fréquens, il y en eut 116 dans trois mois. Le 8 octobre 1821, il y eut un tremblement de terre qui dura 26 jours. Le 10 janvier 1803, il en eut un autre qui fit tomber plusieurs maisons: les chocs se sont répétés plus de 200 fois, en 24 heures: on en a ressenti les effets à Carthagène, à Alicante et à Murcie, c'est-à-dire, sur la même étendue qu'en 1829. Le 15 septembre 1828, il y eut à 5 h. après midi, un tremblement de terre, qui se répéta 300 fois en 24 heures, et détruisit quelques maisons: ces secousses continuèrent faiblement jusqu'au 11 mars 1829, et cessèrent tout à coup, jusqu'au 21 du même mois: ce jour, on en éprouva une

à midi et la plus forte eut lieu à 6 h. $\frac{1}{2}$, et quelques secondes : enfin est survenue l'immense secousse oscillatoire qui a renversé un grand nombre de villes : pendant la nuit, il y eut plus de 100 secousses : depuis lors, il y a toujours eu trente à quarante secousses ou bruits par jour, jusqu'au 16 avril : ce dernier jour, à 7 h. du matin, on éprouva un tremblement très fort, et le 18 avril, un autre aussi violent que celui du 21 mars. On a dit qu'à Torre-Vieja, on a entendu le bruit pendant plus de trois quarts d'heure : ce bruit général ressemblait à celui d'un coup de canon ; d'autres fois, il augmentait graduellement et cessait tout à coup. Les paysans rapportèrent que lorsque ce bruit était très fort, les tremblemens de terre étaient moindres : cependant le 21 mars, il n'en fut pas ainsi : trois mille édifices furent détruits, 389 personnes tuées et 175 blessées : le mouvement du terrain fut ondulatoire et tout fut bouleversé. A Daja-Nueva et à Daja-Vieja, la terre s'est crevassée ; il s'est formé de petits soupiraux qui ont vomi une grande quantité de sable composé de silice, de chaux, avec une petite quantité d'oxyde de fer imprégné de sel commun, d'un peu de soufre et d'une substance bitumineuse. Cette analyse a été faite par M. Antoine Moreno, professeur de chimie au collège de pharmacie à Madrid. Dans ces lieux, des jets d'eau mêlés de sable ont été quelquefois projetés au lieu de sable sec, et cette eau contenait du muriate de soude, un peu de sulfate d'alumine, une petite quantité d'hydrochlorate de chaux avec de l'hydrogène sulfuré : les paysans ont cru que c'était de l'eau de mer. Il est probable que le sable projeté provient des couches plus ou moins épaisses qui sont sous le sol végétal ; les couches étant horizontales, les mouvemens ondulatoires en ont comprimé certaines parties, et les portions les plus faibles ayant cédé, il a dû sortir des matières quelquefois délayées et quelquefois sèches. A Benejuzar, les soupiraux ou les entonnoirs avaient trois à quatre pouces de diamètre, et il

en est sorti avec la terre, des morceaux de lignite ou de jayet (Journ. de Géolog. tom. II, n° 5).

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1830.

Le 26 janvier, à 3 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Lucques (grand duché de Toscane), léger tremblement qui se renouvela sur les 5 heures : une troisième secousse se fit sentir à 5 $\frac{1}{2}$ h : celle-ci dura plusieurs minutes.

Le 7 février, à 10 h. 40' du matin, à Agram (en Hongrie), secousse qui n'a duré que 2 secondes.

Le 9 mars, au Caucase, tremblement de terre très intense; durée 10 secondes : la plus grande partie d'une haute montagne s'est écroulée dans une riche vallée : cette catastrophe avait été précédée de détonations effroyables : plus de 500 personnes ont péri sous les ruines des temples où elles s'étaient réfugiées. Depuis le 9 jusqu'au 20 mars, on ressentit journellement dans la même contrée, des secousses moins fortes et moins funestes.

Les 26 et 27 juin, tremblement de terre en Chine, dans la province de Ho-Nan et dans les parties limitrophes de celle de Pe-Chee-Lee, entre 35° et 37° de latitude, au sud de Pékin : cette terrible catastrophe fut annoncée par d'effrayans préludes : depuis plusieurs jours, des vapeurs brûlantes avaient embrasé l'atmosphère; de sourdes détonations se faisaient entendre dans les airs; de longues zones de feu sillonnaient l'horizon; et lorsque la première secousse se fit sentir, un violent orage de grêle et de pluie vint tout à coup se déchaîner sur la terre : cette première secousse dura environ 2 minutes : mais bientôt de plus terribles et de plus prolongées lui succédèrent, et l'on eût dit que, dans ce moment, la nature réunissait tous ses efforts pour englober tout ce qui se trouvait sur la surface de la terre.

La consternation a été si grande qu'à cette époque, quoique l'événement se fût écoulé depuis dix à douze jours, on n'avait encore pu recueillir aucun détail sur les malheurs survenus pendant cet horrible bouleversement. On savait seulement que douze villes avaient été englouties ou plus ou moins endommagées. Mais pendant qu'à l'une des extrémités de la province de Pee-Chee-Lee, le tremblement de terre exerçait ses ravages, le district de Ching-Ting-Fou, appartenant à la même province, et situé vers le 38° de latitude nord, était la proie d'un ouragan terrible : les régions intermédiaires furent envahies par les eaux des fleuves et des lacs débordés. Une grande partie des habitans qui fuyaient éperdus les lieux où le tremblement de terre menaçait de les ensevelir, fut engloutie dans les eaux, ou anéantie par la chute des grêlons d'une grosseur énorme. On pensait généralement à Canton que six à sept mille ames avaient dû périr dans cette convulsion extraordinaire de la nature. La scène des événemens n'avait pas moins de 66 à 100 lieues d'étendue.

Le 23 novembre, à 6 h. du matin, à Mulhouse, St. Louis, Bâle, etc. (en Suisse), vive secousse précédée d'une détonation semblable à celle d'une pièce de gros calibre.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1831.

En mai, plusieurs personnes ont ressenti à Odessa (en Russie), pendant la nuit, des secousses de tremblement de terre, dont une a été très violente.

Le 10 et 11 août, à la Barbade (Archipel Columbien), pendant un ouragan excessivement violent, on a ressenti des tremblemens de terre, accompagnés d'effets électriques épouvantables. On porte à 3000 le nombre des personnes qui ont péri sous les décombres des habitations. Il y a eu

coïncidence d'ouragan, de tremblement de terre et d'éruption volcanique.

Le 27 août, à Besançon (département du Doubs), à minuit, on a ressenti deux secousses assez violentes, précédées de deux détonations sourdes dont chacune a duré 2 secondes : l'intervalle a été de 10 secondes : les portes, les fenêtres, meubles, etc., ont été ébranlés.

Le 11 septembre, à 7 $\frac{1}{4}$ h., à Venise et à Parme (Italie), tremblement de terre : secousses violentes qui ont duré 8 minutes ; direction du N.-E. au S.-O. ; mouvemens oscillatoires. A Parme, les pendules et les horloges se sont arrêtées : des pans de mur se sont détachés : les habitans se sont précipités hors des maisons et des églises : les cloches ont sonné d'elles-mêmes : les chevaux mugissaient et les chiens fuyaient dans les rues, poussant des cris d'épouvante. A Reggio, deux cents cheminées ont été renversées : le palais Benizzi est détruit en grande partie. On croyait qu'un volcan allait s'ouvrir entre Parme et Reggio.

Du 27 octobre au 7 novembre, la ville de Fuligno (en Italie), a éprouvé des secousses de tremblement de terre, qui ont fait écouler une partie du couvent des capucins de Ste.-Marie.

Le 17 novembre, au milieu d'une tempête, on a ressenti en Suède une secousse de tremblement de terre, accompagnée d'une forte détonation : au même moment, on aperçut une lueur extraordinaire à l'horizon vers le nord.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1832.

Le 13 janvier, à 3 h. de l'après midi, après une pluie battante à laquelle se mêlait de la grêle, on ressentit à Foligno (près de Rome), une terrible secousse, et une autre non moins forte se répéta vers les 4 h. Il n'y a plus une seule maison habitable. Les mêmes secousses se sont

aussi fait sentir à Perouse, Assise ou Assisi, Spello, Montefalco et Cannara, qui ont éprouvé des dommages considérables. La ville de Bavagna s'est écroulée aux deux tiers : dans les environs de cette ville, il s'est élevé de terre beaucoup de matières bitumineuses et des cendres sont sorties du sol (Ann. Hist. Univ.)

Les 12 et 13 mars, un tremblement de terre affreux a désolé la ville d'Assise et ses environs (Italie) : la Bastia et la Cannara sont renversées de fond en comble : la majestueuse église de Sainte-Marie-des-Anges a vu s'écrouler sa grande voûte avec le toit de la nef du milieu ; peu après la voûte et le toit de la nef gauche tombèrent ; la nef droite est très ébranlée. Dans les Calabres, les secousses durèrent onze secondes : c'est surtout à Cantaro ou plutôt Catanzaro qu'elles ont eu le plus de violence : le lycée royal, le palais de l'intendance, la prison et l'hôpital sont les uns ruinés, les autres endommagés. Cotrone, Monteleone et Reggio ont aussi été ébranlées par des secousses. Le 22, des secousses ont produit, dans cette dernière ville, les plus terribles effets : le palais ducal a été fortement ébranlé (Ann. Hist. Univ.)

Le 24 décembre, à Nicolosi et à Belpasso sur la pente méridionale de l'Etna, et pendant une éruption, forte secousse de tremblement de terre qui a renversé plusieurs édifices, causé la mort de trois enfans et blessé plusieurs individus.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1833.

Le 11 janvier, à 2 h. moins dix minutes du matin, il y a eu à Laybach (en Illyrie), deux violentes secousses de tremblement de terre, dont la durée a été de 2" $\frac{1}{2}$.

Le 13 janvier, on a ressenti à Linköping (en Suède), deux secousses qui ont duré environ 10" : on rapproche

de ce fait le singulier phénomène qu'on a ressenti la nuit suivante : auprès du pont de Montala, les eaux du fleuve ont cessé de couler et se sont élevées comme en mer ; on a pu traverser le lit à sec et pourtant il passe ordinairement sous ce pont 60,000 tonnes d'eau par minute.

Le 14 janv., entre 10 $\frac{1}{2}$ h. et 11 h. moins $\frac{1}{4}$ du matin, un tremblement de terre s'est fait sentir en Suisse, à Machern, Brandis, Puchace et autres villages voisins, aux environs de Leipzig ; il a commencé par une forte secousse accompagnée d'une détonation sourde semblable à l'explosion d'une mine pratiquée dans une carrière de pierres ; puis il a été suivi d'un roulement semblable à celui d'un tonnerre lointain, ou au bruit d'une voiture. La secousse a eu lieu dans la direction du sud au sud-ouest ; elle a duré près de deux secondes.

Le 5 février, à 5 h. quelques minutes du matin, on a ressenti à Noirmoutiers (Charente), deux secousses ; la première qui était la plus forte, a duré de 6" à 7" ; elle eût été prise pour le passage d'une voiture sur le pavé ; au bout de 7" ou 8", il en est survenu une autre : cette commotion réagissant sur la mer, a imprimé aux navires un mouvement sensible. Le bruit souterrain a passé du midi au nord.

Vers le 2 avril à 8 $\frac{1}{4}$ h. du soir (lettre de Londres, du 10 avril), à Horsham (comté de Sussex), une secousse de tremblement de terre, plus sensible dans quelques maisons que dans d'autres : quelques personnes ont été très effrayées : d'autres n'ont rien ressenti.

Dans la nuit du 3 au 4 avril, à 4 h. 18', on a ressenti à Vicence (en Italie), une forte secousse de tremblement de terre : une autre plus légère s'était précédemment fait ressentir vers 1 h. $\frac{1}{4}$: elles ont été ondulatoires. La cloche de la grosse tour a produit un son.

Le samedi, 6 avril, vers 10 $\frac{1}{2}$ h. du soir, on a ressenti à Alger, une secousse qui a duré 3", et une autre, le 7 à 3 h. du matin, plus forte que la précédente.

Suivant une lettre de Murcie (Espagne), du 24 avril 1823, les tremblemens de terre n'ont cessé de se faire sentir de temps en temps, depuis 1829 : mais c'est surtout à Torre-Vieja et à Almoradi, village réédifié sur ses anciennes ruines. Dans la nuit du 16 au 17 courant, à minuit et demi, trois tremblemens assez forts se sont fait sentir dans les villes de Carthagène, Orihuela et dans les villages d'Almoradi et Torre-Vieja et sur quelques points de la côte d'Afrique, vis-à-vis de Carthagène.

Le 25 avril, vers 10 $\frac{1}{2}$ h. du matin, il y a eu un violent tremblement de terre à Huasco ou Juasco (province de Coquimbo), entre les 28 et 29 degrés de latitude méridionale : une grande partie des maisons a été renversée et les autres menacent ruine (lettre de Santiago, au Chili). Une autre lettre annonce qu'une seconde secousse a achevé de détruire l'église fort endommagée par la première.

M. Moreau de Jonnés (membre de l'Acad. Roy. des sciences de Paris) donne les dates des tremblemens de terre qui ont eu lieu aux Antilles, depuis le commencement de 1833. Le 7 février, à minuit $\frac{1}{2}$, une faible secousse. Le 10, à 8 h. 45' du soir, une secousse. Le 14, à 2 h. $\frac{1}{2}$ du matin, deux fortes secousses. Le 23 mars, à 10 $\frac{1}{2}$, du soir, une secousse. Le 15 avril, à 9 h. 45' du soir, une assez forte secousse. Le 4 mai, à 11 h. du soir, une secousse faible, mais prolongée.

Le 21 mai, à 2 h. de l'après-midi, on a ressenti à Frascati et à Monte Pozzio (aux environs de Rome), une secousse de tremblement de terre, sans dommage.

Le 22 juin, samedi, à 7 h. du matin, un tremblement de terre s'est fait sentir dans le département de la Seine inférieure, à Confreville, Caillot, Angerville-Bayeul, St.-Maclou, Limpville et autres communes du canton de Goderville, arrondissement du Havre. Des secousses violentes qui n'ont duré que quelques secondes, ont effrayé les habitans de ces contrées.

Le 23 août, vers midi, à Utrecht (Hollande), une légère secousse de tremblement de terre.

Dans la matinée du 2 décembre, on a ressenti dans les environs de Harlem (en Hollande), une secousse de tremblement de terre, qui a duré de 20 à 25 secondes.

Le 18 septembre, à Arica et Saena (Amérique Mérid. Pérou). M. John Reid, voyageur anglais, rapporte que les aboiemens continuels des chiens et le braiement des ânes, annonçaient l'approche du danger. Le jour précédent, l'atmosphère avait été d'une immobilité effrayante : sans quelques rares bouffées venant tantôt d'un côté et tantôt d'un autre et qu'on ressentait tout aussi bien dans l'intérieur des appartemens qu'au dehors, on pourrait dire que, pendant toute la journée du 18 septembre, l'immobilité de l'air fut complète à Saena. Les secousses avaient laissé un grand nombre de bouteilles vides aux places qu'elles occupaient, mais on trouva leurs bouchons répandus sur le parquet dans tous les sens : aucune de ces bouteilles vides n'avait même été renversée ; les bouteilles pleines, au contraire, furent jetées hors de leurs tablettes et brisées. Le vernis dont une table neuve de M. Reid était couverte, redevint tellement fluide que, le lendemain des secousses, l'acajou était comme entouré de glu pendante. De grands vases en terre cuite, appelés jarres, étaient enfoncés en terre et renfermaient de l'eau ; mais le niveau du liquide s'y maintenait à trois ou quatre pieds seulement au-dessous de l'ouverture de la jarre ; néanmoins une grande partie de l'eau fut lancée de ces vases sur le sol environnant. A Saena, on a remarqué qu'après une secousse grande ou petite, tous les chiens de la ville vont se désaltérer à la première mare d'eau qu'ils peuvent rencontrer.

Des lettres de la Trinité dont nous n'avons pas la date, confirment aujourd'hui la destruction de la ville de St.-Marc (ville d'Haïti), par un tremblement de terre.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1834.

On écrit de Bologne (Italie), que le 4 octobre 1834, à 8 h. du soir, une violente secousse de tremblement de terre a jeté l'alarme et la consternation dans la ville : une heure après, les thermomètres exposés au nord, étaient tombés à $12^{\circ} \frac{5}{10}$: le ciel était serein, et un vent d'est, fort vif, rendait la température très froide. Une espèce de mugissement précéda la secousse qui fut d'abord verticale et ensuite ondulatoire : sa direction a été d'est-nord-est à ouest-sud-ouest; elle a duré près de 8 secondes. Le même jour, à Venise et à Padoue, à 8 h. du soir, les mêmes secousses ont eu lieu, mais avec moins de force et elles n'ont duré que 2 secondes.

TREMBLEMENS DE TERRE EN 1835.

Le tremblement de terre du 20 février dont les effets se sont fait sentir à Valparaiso (au Chili), s'est étendu à la Conception, Talcahuana, Yome et à toutes les villes situées entre Valparaiso et Valdivia, ainsi que depuis Mendoza, à l'est des Cordillères, jusqu'à l'île Juan-Fernandez, à 4 milles de la côte où l'on vit, à 1 mille et demi de distance, sortir de l'océan qui en cet endroit a 100 brasses de profondeur (la brasse est 1,949 mètres), une colonne de flamme et de fumée. Heureusement que Valparaiso et Santiago étaient hors de la portée de sa violence, sans quoi le Chili n'existerait plus. Les vaisseaux du port furent arrachés de leurs ancres ou jetés sur la plage. La mer avait atteint 24 pieds au-dessus de son niveau le plus élevé; mais au moment où elle s'élança sur la côte, des vaisseaux qui avaient sous eux 54 pieds d'eau, restèrent

à sec. La Conception qui comptait 10,000 habitans est entièrement abandonnée; il ne reste de cette ville qu'une seule maison. Les principales secousses durèrent 2' 22". Le seul avertissement qu'on ait eu de ce phénomène, fut un bruit sourd dans les entrailles de la terre : un moment après, elle s'ébranla avec une telle violence qu'il était difficile de garder l'équilibre : heureusement encore que cette catastrophe arriva en plein jour. On lit ailleurs que la plus forte secousse a duré cinq minutes, et que la mer fondit avec l'impétuosité d'un torrent sur le terrain où avait été la Conception et engloutit tout ce qu'elle rencontra. Plusieurs individus perdirent la raison par suite du saisissement qu'ils avaient éprouvé.

Le 19 mai, entre 1 h. et 2 h. du matin, une forte secousse de tremblement de terre à Laybach (en Autriche).

Le 23 mai, on a éprouvé à Boves, près de Conis (aux environs de Chambéry), deux secousses de tremblement de terre, dont la première a été assez forte pour renverser les meubles et faire crouler un grand nombre de cheminées.

Le 25 août, vers 5 h. du soir, il s'est élevé du mont Ardschek, sur lequel s'appuie Kaissarich (Césarée, ville de l'ancienne Cappadoce), une fumée épaisse d'où ont jailli des colonnes de feu, accompagnées d'un bruit épouvantable : c'était comme l'éruption d'un volcan. Au même moment on a senti le sol s'ébranler, et un affreux tremblement de terre a commencé : les secousses se sont succédé pendant six heures et toujours au bruit d'un tonnerre effroyable ; il semblait qu'on se trouvât sur une mer battue par la tempête. Plus de 200 maisons se sont écroulées : les habitans se sont réfugiés dans les champs ; plusieurs d'entr'eux ont été arrêtés dans leur fuite et ensevelis sous les décombres : on compte plus de 150 victimes : les secousses ont continué jusqu'au 1^{er} septembre ; mais elles étaient plus faibles et sans suites funestes. Les villages au sud du mont Ardschek, dans une étendue de plus de 30 milles, ont tous souffert

horriblement et la plupart des habitations sont entièrement détruites. A Tawlusin, 60 maisons se sont écroulées, 15 personnes ont perdu la vie. Le village de Mandzofer est un de ceux qui ont été le plus maltraités : de toute la population, 5 individus ont pu seuls échapper à cette catastrophe. Les deux tiers de Welkeri sont en ruines : enfin Kumetri a été englouti et a fait place à un vaste lac. En outre on compte environ une vingtaine d'autres villages qui ont plus ou moins souffert. Les montagnes au pied desquelles se trouve l'ancienne Césarée, sont d'anciens volcans éteints depuis dix-sept siècles et que Strabon a vus en éruption.

Dans le mois de septembre, entre 6 et 7 h. du matin, une légère secousse de tremblement de terre s'est fait sentir dans l'arrondissement d'Yvetot et à Bourg-Dun (arrondissement de Dieppe), dans une étendue de 2 myriamètres; elle n'a pas duré plus de 5" à 6" : on a entendu un bruit sourd, et quelques meubles ont été ébranlés. Des marins à la pêche ont également senti la secousse.

Dans la nuit du 27 octobre, vers les 4 h. du matin, un très fort tremblement de terre s'est fait sentir à Saint-Bertrand de Comminges : le sol a été vivement ébranlé et à tel point que, dans les maisons, tous les meubles étaient rudement secoués et soulevés jusqu'à plusieurs pouces au-dessus du plancher. La secousse a été sentie également à Louzer, à Valcabrere, Izaourt, Anla et dans tous les environs : elle s'est prolongée pendant 1 minute, à peu près : elle consistait en un mouvement ondulatoire rapide, accompagnée d'un bruit souterrain comparable au roulement d'une lourde voiture. La direction de ce mouvement, qu'il était facile de reconnaître à Saint-Bertrand, était, dit M. Boubée, de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest, direction qu'affectent précisément les couches de calcaire compacte du terrain de craie inférieure, sur lequel St.-Bertrand est bâti, et qu'affecte également la chaîne entière des Pyrénées. J'ignore, ajoute l'auteur, si le tremblement de terre s'est

fait sentir avec les mêmes circonstances dans les lieux les plus rapprochés de l'axe de la chaîne et où sont les terrains plus anciens. Une heure après la première secousse, on en ressentit une seconde à St.-Bertrand.

Dans la matinée du 28 octobre, à 3 h. 45^r, on a ressenti à Lux, près Barèges (Pyrénées), une forte secousse de tremblement de terre, telle que de mémoire d'homme il n'y en a eu d'aussi intense : tous les meubles ont été déplacés. La direction de cette secousse était de l'ouest à l'est, et la durée de 4 à 6 secondes. Deux autres secousses, mais bien moins fortes que la première, se sont fait sentir à un quart d'heure d'intervalle.

Le 28 octobre, vers les 4 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Tarbes (Hautes-Pyrénées), la terre s'est émue : les secousses se sont fait sentir à plusieurs lieues à la ronde; mais elles ont considérablement augmenté de violence et de durée dans les localités les plus rapprochées des Pyrénées. On raconte qu'à Bagnères, elles se sont prolongées pendant plusieurs minutes, et que les habitans effrayés se sont jetés presque nus hors de leurs maisons. Quelques murs, quelques plafonds lézardés sont les seuls sinistres qu'on signale. Ce phénomène a été suivi d'un grand bruit assez semblable au roulement du tonnerre dans les gorges des Pyrénées.

En octobre, d'après un journal des deux Siciles, du 7 novembre, un tremblement de terre s'est fait sentir dans le district de Cosensa (Calabre Citérieure) : la commune de la Pigliona a croulé entièrement : sa population de 1000 âmes, est restée en grande partie sous les ruines : plus de 100 individus sont morts et beaucoup sont blessés. Le petit village de Rovello a eu le même sort. Il y a eu 19 morts et plusieurs blessés à San-Pietro, à Guarano. Une famille de Leppano, mari, femme et quatre enfans ont été ensevelis sous les ruines. Plusieurs édifices sont tombés à Rende, à Casale et même à Cosensa, chef-lieu. On annonce la des-

truction de Castiglione , même district , arrivé dans la nuit du 12 octobre.

Le 1^{er} novembre , un tremblement de terre a exercé d'affreux ravages aux îles Moluques : cette catastrophe paraît avoir été produite par une éruption du volcan de Banda à Amboine : 58 personnes ont perdu la vie sous les décombres d'une des casernes du fort Victoria , et 66 ont été blessées : tous les bâtimens ont été fortement ébranlés et lézardés : le camp des Chinois est détruit en grande partie : la nouvelle jetée de mer , a été mise en pièces. On attend avec anxiété des nouvelles des autres îles.

TREMBLEMENS DE TERRE PENDANT L'ANNÉE 1836.

Lundi 11 janvier , à 4 h. 3 minutes du matin , à Rome , on a ressenti une violente secousse de tremblement de terre , qui a duré près de deux minutes : depuis cette époque , l'atmosphère est extrêmement chaude ; les soirées ressemblent à des soirées de printemps : on s'attendait à quelque autre secousse plus violente.

Dans la nuit du 24 avril , un terrible tremblement de terre a désolé le district de Rossano dans la Calabre Citérieure : le district tout entier en a plus ou moins souffert ; mais les deux communes de Rossano et de Crosia ont été particulièrement maltraitées : dans la première , un instant après le tremblement de terre , on voyait la plupart des maisons abattues ou croulantes , et dans Crosia , pas une seule maison n'est restée debout. Dans ces deux communes , 192 individus ont perdu la vie le jour du désastre , et 40 ont été plus ou moins grièvement blessés : le reste du district a eu à déplorer des pertes moins considérables. C'était un douloureux et lamentable spectacle que celui des travaux de la population et des autorités occupées à déterrer sous ces ruines les cadavres des morts et des malheureux à demi-écrasés. La bienfaisance publique est promptement venue au secours des gens sans asiles , sans vêtemens et sans pain.

Le *Journal de Naples* rapporte qu'à l'instant de la secousse, un météore igné était apparu le long du rivage de Calopez-zati, sous la forme de larges poutres enflammées; que de longues et profondes crevasses ont déchiré la terre dans la campagne; que la mer s'est retirée dans un espace de 40 pas sur une partie de la rive, et a envahi une égale portion de l'autre côté; qu'enfin on a trouvé sur la plage des matières volcaniques et des poissons d'une espèce tout-à-fait inconnue aux pêcheurs du pays. Il est à remarquer que la même secousse s'est communiquée à Cinosa, dans la province d'Otrante et à Craco, province de Basilicata, ou quelques édifices ont été renversés.

Le 13 mai, vers 5 h. du matin, on a ressenti à Angers (France), plusieurs secousses de tremblement de terre, précédées d'un bruit sourd : dans beaucoup de maisons, les fenêtres et les meubles ont été violemment agités. A la même heure, un léger tremblement de terre s'est fait sentir à Nantes. A 5 h. 3 minutes du matin, par un temps calme, le vent nord-est et avec l'espoir d'une journée de printemps, on a ressenti à Parthenay deux secousses de tremblement de terre, accompagnées d'un bruit souterrain semblable au roulement du tonnerre entendu de loin. Deux fortes oscillations ont été senties du N.-O. au S.-E., beaucoup plus violentes que la première et à peu de secondes d'intervalle; la seconde secousse a causé un ébranlement général : des personnes debout se sont senties comme soulevées; d'autres couchées et endormies ont été relevées par une commotion pareille à celle que produit une machine électrique et se sont assez longtemps ressenties d'un malaise. A 10 h. $\frac{1}{2}$ du soir, une nouvelle secousse moins forte que les précédentes, a encore été sentie dans la même direction. Les maisons de la ville ont été ébranlées de la base au faite. A la Rochelle, on a aussi éprouvé le 14 quelques mouvemens d'oscillation.

Les 11 et 12 juin, dans la nuit, un tremblement de terre s'est fait sentir dans toute la Haute Italie. Dans la matinée

du 12 juin, on ne parlait d'autre chose dans toute la ville de Venise, que de la violente secousse qui avait réveillé et frappé de terreur presque tous les habitans, à 3 h. 35 minutes du matin : la secousse, plus forte et plus longue que les précédentes, a duré de 7 à 8 secondes dans la direction du couchant au levant : un mouvement ondulatoire a été imprimé aux meubles ; quelques cloches se sont mises à sonner, des portes se sont ouvertes d'elles-mêmes, et des personnes dignes de foi affirment qu'un individu a été jeté en bas de son lit. Dans les lieux qui, par leur construction ou leur exposition, se sont trouvés plus exposés à recevoir l'impression du mouvement, des objets placés sur des buffets ont été jetés à terre, et on a remarqué qu'un marchand de sangsues a perdu toute sa marchandise. Les habitans que le tremblement de terre n'avait pas réveillés, l'ont été par le bruit que faisaient les animaux domestiques dans les maisons et aussi par les oiseaux qui volaient en grandes troupes.

A Brixen, le 20 juillet, vers midi, on a ressenti de nouvelles secousses de tremblement de terre ; trois de ces secousses se sont succédé rapidement : les murs des chambres ont été ébranlés, et il semblait qu'on marchait à pas lourds au-dessus du plafond : en même temps, on a entendu un bruit semblable au tonnerre dans le lointain. Le tremblement a été aussi ressenti à Munich et à Inspruck.

On écrit de Nîmes, le 20 septembre. Un de ces phénomènes extraordinaires qui n'apparaissent dans nos contrées qu'à de rares intervalles, puisque, depuis 15 ou 16 ans, il n'y avait pas été remarqué, est venu, dans la journée du 16, jeter un effroi momentané au sein de la population nîmoise et des villages environnans. A Nîmes, on entendit comme une violente détonation accompagnée d'un tremblement général qui se faisait sentir non seulement par un léger tressaillement du sol, mais par une sorte d'oscillation des murs et des objets mobiles ; cette secousse a duré 2 ou 3 se-

condes. A Vauvert et dans quelques villages circonvoisins , le tremblement fut plus prononcé.

RÉCAPITULATION DES TREMBLEMENS DE TERRE, DÉCRITS
DANS CES ADDITIONS.

DÉSIGNATION DES ANNÉES.	CHIFFRE DES TREMBLEMENS DE TERRE.
1816	2
1817	5
1818	45
1819	37
1820	22
1821	29
1822	43
1823	43
1824	42
1825	30
1826	16
1827	24
1828	37
1829	24
1830	5
1831	6
1832	3
1833	15
1834	1
1835	10
1836	6
En 21 ans.	445

Ainsi ces vingt et une années auraient fourni *quatre cent quarante cinq tremblemens* de terre, qui ne font qu'une partie de ceux qui ont réellement eu lieu (n° 23) : mais du moins ces descriptions suffiront pour faire connaître les phénomènes qui les annoncent quelquefois, ceux qui les

accompagnent assez souvent, les lieux où ils sont les plus fréquens, etc., etc.

TREMBLEMENS DE TERRE PENDANT L'ANNÉE 1837.

On a ressenti à Genève, dans la nuit du 23 au 24 janvier, deux secousses de tremblement de terre, assez fortes pour avoir réveillé beaucoup d'habitans : la première a eu lieu vers deux heures de la nuit ; la seconde entre quatre et cinq heures du matin : cette dernière paraît avoir été la plus forte. Malheureusement, il a été impossible de faire des observations bien exactes sur la durée et les diverses circonstances de ce phénomène nocturne. Une lettre de M. Etienne Elaerts, professeur à Sion, du 24 janvier, rapporte que l'auteur n'avait pu, à cause du mauvais état de sa santé, suivre la marche de ses instrumens météorologiques, autant qu'il aurait désiré le faire : deux secousses qui se suivaient de près, dit-il, vers 1 h. 58', ont été très sensibles à Sion ; le bruit m'a paru se diriger du midi vers le nord ; le ciel était calme et très peu nuageux : je n'ai eu que la force de me transporter vers mon baromètre ; il se trouvait vers 716 qui est, à peu près, la hauteur moyenne à Sion : la veille, vers 6 h., il était à 717, 80, et l'hygromètre était monté d'environ 15°. A Brigue, onze lieues de Sion, le tremblement a été beaucoup plus sensible : plusieurs jours après jusqu'en février, on y entendait encore un bruit de fourgons, qui allait en diminuant ; on en ressentait de temps à autre de légères secousses. Dans la nuit du 30 au 31 janvier, des secousses plus fortes que celles du 24, peu sensibles à Brigue, ont causé à quelques lieues de là, en remontant vers les sources du Rhône, des dégâts plus ou moins considérables.

On écrit de Constantinople, le 25 janvier : des nouvelles reçues de Smyrne, portent que la ville de Jaffa a été con-

vertie en un monceau de ruines par un violent tremblement de terre : sur 15,000 habitans que renfermait cette ville, 13,000 auraient été ensevelis sous les décombres. Dans une lettre de Beyrout, du 9 janvier 1837, où l'on rend compte des désastres causés en Syrie par des tremblemens de terre, mais dans laquelle il n'est pas question de l'événement de Jaffa, on lit que la première secousse a eu lieu dimanche à 4 h. $\frac{3}{4}$, qu'elle a failli renverser la ville, et qu'elle a duré 30 secondes : que les plus grands ravages de ce tremblement de terre ont eu lieu dans le sud, et qu'ils proviennent du volcan souterrain qui vomit le bitume dans la Mer-Morte : le désastre s'est moins fait sentir dans le nord : on n'a ressenti qu'une secousse forte à la vérité, mais sans démolition à Tripoli et à Moms, le 1^{er} janvier, vers 5 heures, tandis que les dommages ont commencé à Beyrout, à Montaye et à Damas, et qu'ils ont toujours été en augmentant jusqu'à Saplut, ville de 4,000 ames, où il n'est pas resté pierre sur pierre et où 3,500 personnes ont péri sous les décombres. Tibissorde est ruiné, Saint Jean d'Acre, Seyde, etc., ont été fortement endommagés ainsi que les campagnes environnantes et plusieurs villages ont été même engloutis. On ne sait encore ce qui sera arrivé à Bethléem et à Jérusalem. Nous supprimons le récit d'autres désastres.

Le 25 février, vers 5 h. $\frac{1}{4}$ du matin, par un temps orageux, on a eu à Gand, une secousse assez forte de tremblement de terre, qui a duré de 2 à 3 secondes et dont l'oscillation était du sud-est au nord-ouest : la secousse a été plus forte que celle du tremblement de terre qui eut lieu il y a huit ans. Le vent venait du sud-sud-ouest, et le thermomètre de Réaumur était à 4 $\frac{1}{2}$ degrés au-dessus de zéro.

Le 15 mars, le soir, à 4 h. 45 minutes, on a ressenti à Vienne un tremblement de terre dont les secousses étaient si fortes que, dans les chambres des étages supérieurs, les meubles, tables, chaises, etc., se mouvaient, et qu'à l'université, les professeurs et les étudiants ont quitté les salles en

toute hâte. Sur la Jøgerzeile, les personnes effrayées des secousses s'arrêtèrent tout à coup dans la rue : beaucoup de maisons ont été lézardées : les cloches de quelques églises ont sonné ; mais , à la frayeur près , aucun malheur n'est à déplorer. On a remarqué que le tremblement était plus prononcé le long du Danube. D'après les renseignements adressés à l'Académie de Bruxelles , par M. le baron O'Sullivan de Grass , deux secousses ont eu lieu , la première à 4 h. 3' du soir et la seconde quelques secondes après : la direction du mouvement allait du N.-O au S.-E. et la durée de chaque mouvement était de 2 à 3 secondes environ. Ce tremblement s'est fait sentir à Tallu, Brünn, Grætz , Linz , etc.

La gazette de Gênes donne quelques détails pleins d'intérêt sur le tremblement de terre du 11 avril. D'affreux malheurs ont eu lieu sur plusieurs points et partout les habitans frappés de terreur , ont pris la fuite ou se sont vus menacés d'une mort affreuse. A Pivizzano , la plus grande partie de la population était rassemblée dans l'église principale , quand une secousse très forte se fit sentir : tous les assistans poussèrent un cri terrible et bientôt le désordre se mit dans l'assemblée : les uns prirent la fuite ; d'autres furent renversés ; le plus grand nombre criaient et pleuraient : c'était un spectacle de terreur et de confusion : toutefois le mal ne fut pas grand : quelques cheminées , quelques toits , quelques corniches tombèrent : plusieurs maisons furent crevassées : aucun habitant ne fut blessé. A Ugliano , le tremblement de terre eut les plus épouvantables suites : les secousses furent telles qu'on vit les neiges amassées sur la haute cime du Pizzo , voler en tourbillons , et les rochers rouler jusqu'au bas de la montagne : toutes les maisons du village s'écroulèrent à la fois : par bonheur , les habitans travaillaient à la campagne : sur 15 seulement restés chez eux , 8 sont morts ; les autres ont été retirés de dessous les ruines , non sans de graves blessures. On raconte

beaucoup d'événemens déplorables. Depuis 6 heures du soir jusqu'au lendemain matin, on a compté 32 secousses. La montagne d'Ugliano présente de toutes parts des fentes et des éboulemens. A Orcigliano, 24 maisons sont tombées. On compte aussi beaucoup d'édifices renversés à Minucciano, Casole, Rignano, Vignetta, Pognano et quelques autres lieux où il y a eu plusieurs blessés et quelques morts. Nous supprimons plusieurs détails.

On écrit de Trieste, le 13 avril : un navire arrivé ce matin de Grèce, nous apporte la nouvelle qu'un affreux tremblement de terre a été ressenti en ce pays : à Hydra, 40 maisons auraient été renversées : Poros aurait été séparé en deux, et la moitié de Santorino aurait été engloutie : on assure que 4 à 5 mille hommes y auraient perdu la vie : il paraît que les secousses auraient été moins ressenties sur la terre ferme. Mais ces détails méritent confirmation. On écrit de Trieste, le 16 avril, que plusieurs habitans d'Hydra où un tremblement de terre a renversé une douzaine de maisons, se sont rendus dans cette île. La terre s'est fendue dans le voisinage de Santorino, et la partie de la terre sur laquelle la ville était bâtie a disparu dans la mer avec tous les habitans, sans avoir laissé de trace de cet horrible sinistre. Le continent de la Grèce n'aurait rien souffert.

Le 27 mai, vers six heures du soir, on a ressenti à Coblentz une légère secousse de tremblement de terre.

Différentes secousses de tremblement de terre, se sont fait sentir dans les pays voisins du Monte-Lopiale qui, comme on sait, est un volcan éteint. D'autres secousses ont eu lieu le 28 mai au soir, à Velletri, et le 29 au matin, à Gensano, Albano, Marino, Frascati, etc. : mais elles n'ont heureusement produit aucun dommage.

M. Moreau de Jonnés annonce à l'Académie des Sciences de France, qu'un tremblement de terre a eu lieu à la Martinique, le 28 mai dernier, à 6 h. 35' du matin : la secousse a été très forte : il est remarquable, dit M. Moreau, qu'aucun

des phénomènes volcaniques qui ont eu lieu récemment à la Guadeloupe, ne s'est étendu à la Martinique dont les volcans éteints n'ont donné aucun signe d'activité.

Le 31 mai, à 5 h. 15 minutes du matin, on a ressenti à Inspruck deux fortes secousses de tremblement de terre : les portes et les fenêtres de toutes les maisons tremblaient : les toits de quelques autres ont été endommagés. Les animaux domestiques ont annoncé cette commotion par leur inquiétude et les chiens par leurs hurlemens.

Le 21 juin 1837, quelques minutes avant 11 heures du matin, on a ressenti à Bleibourg, Guttenstein et Schwarzenbach, un tremblement de terre assez fort qui s'est étendu jusqu'à Schonstein en Styrie : il a été annoncé par un bruit semblable au roulement du tonnerre et a duré l'espace de plusieurs secondes. On ignore encore si les secousses ont occasioné des dommages.

Le choléra exerce aujourd'hui des ravages terribles dans la Calabre où de continuels tremblemens de terre viennent encore augmenter l'effroi des habitans.

CHAPITRE IV.

Sur la phosphorescence, la composition, la salure, la couleur et autres propriétés des eaux de la mer. — Sur la profondeur moyenne des eaux de l'Océan. — Sur le maximum de densité et le point de congélation de ces eaux. — De la température à la surface et à diverses profondeurs. — Du Mascaret, the Rollers, Bore ou Pororaca.

1° SUR LA PHOSPHORESCENCE.

M. Finlayson, dans la relation de sa mission à Siam et à la Cochinchine, rapporte que les corps qui produisent ce phénomène pendant la nuit, se rencontrent en si grande quantité dans la rade de l'île du Prince de Galles, qu'on peut, à la distance de plusieurs milles, distinguer aisément un navire : cette lumière semble jaillir du sein des flots sillonnés par le gouvernail : on dit alors que la mer *brésille* ; les lames phosphorescentes poussées par le vent, viennent couvrir de leur poudrin cristallisé, les gens de l'équipage ou les groupes des spectateurs situés sur le rivage. On sait que le poisson de mer, lorsqu'il est mort, ou qu'il entre en putréfaction, donne aux flots une lueur pareille à celle dont il est ici question, et que le frai du poisson produit le même phénomène.

Dans un *Essai sur la question de la phosphorescence des eaux de la mer*, M. Artaud, pharmacien, s'exprime ainsi : Dans le moment où la phosphorescence fut dans sa plus

grande splendeur, je fis puiser de l'eau de la mer, à une très grande distance de la côte, qu'on porta dans une chambre obscure; l'eau en repos ne donna aucun signe de phosphorescence : en soufflant légèrement sur sa surface, on vit de petits corpuscules se détacher des parois du vase, et plus on soufflait, plus on en voyait : en l'agitant violemment avec une baguette, elle parut toute illuminée : en filtrant cette eau, le filtre retint les atomes lumineux, et l'eau filtrée perdit la propriété phosphorescente. Vianelli, Rigaud, Dicquemare ont démontré que, dans beaucoup de cas, cette lumière était produite par un petit animal nommé *ver luisant de mer*. Les observations de Grisellini, de Godcheu, de Dagelet, d'Andanson, etc., ont prouvé que la mer contient d'autres animaux lumineux. MM. Piron et Langsdorff ont confirmé l'observation que les zoophytes et les mollusques semblent posséder la phosphorescence. M. Rivière fils a écrit à M. Biot, du Fort royal de la Martinique, une lettre sur ce phénomène, dont nous avons donné un extrait dans notre *grand Traité* : il est tenté d'en attribuer la cause à l'électricité. Cette phosphorescence se montre très fréquemment dans les lagunes de Venise.

Quoique ce phénomène appartienne à toutes les mers, cependant il est plus fréquent et plus prononcé dans les mers équatoriales et dans la vaste étendue de l'océanique qui n'est resserré par aucune côte. On pourra encore consulter sur cette question, un mémoire de M. Leroy, correspondant de l'Académie de France, inséré dans le *volume des savans étrangers*, année 1740, et parmi les recherches modernes, les *Essais* de M. G. Ozann, *sur la phosphorescence, suivis de la description d'un nouveau Photomètre* (3^e année, 115 de l'Institut de Genève, *Journ. Génér. des sociét. et trav. scientif.*).

2° SUR LA COMPOSITION, LA SALURE, LA COULEUR DES
EAUX DE LA MER, ETC.

M. Balard, pharmacien de Montpellier, a découvert dans l'eau de mer, une substance qui présente la plus grande analogie avec le chlore et l'iode, et qu'il a nommée *Brôme* (1). Cette substance avait été désignée par M. Anglada, sous le nom de *Muride* (Muria, Saumure). Un mémoire du docteur Marcet, inséré dans l'un des derniers volumes des *Transactions Philosophiques*, tendrait à faire croire que la salure des eaux de l'Océan, est plus considérable au sud qu'au nord de l'équateur, ce qui résulterait encore des observations faites par M. Baily, pendant le troisième voyage de Cook, tandis qu'on déduit tout le contraire des pesanteurs spécifiques déterminées par Sir John Davy, dans sa traversée de Londres à Ceylan. La question avait donc besoin d'un nouvel examen. M. Freycinet, au retour de son voyage de circumnavigation, a remis à l'un des commissaires de l'Académie Royale des sciences de France, cinquante flacons d'eau de mer recueillie dans différens parages au midi et au nord de l'équateur : l'analyse de ces eaux doit procurer à la science quelques déterminations nouvelles et intéressantes. L'eau recueillie par M. Lamarche et que M. Gay-Lussac a pesée, a donné pour pesanteur spécifique de celles

de l'hémisphère du nord.	1028, 2
du sud.	1029, 1 (2)

(1) Le brôme n'existe qu'en petite quantité dans les eaux de la mer et de quelques sources salées, de sorte qu'il est assez rare jusqu'à présent. Le brôme, l'iode et le chlore ne se trouvent que dans les eaux de la mer, et jamais à la surface de la terre.

(2) Le poids de l'eau distillée étant 1000.

En masse, on peut admettre que les eaux de l'Océan, sont, à peu près, également chargées de substances salines sur tout le globe. MM. Gay-Lussac et de Humboldt admettent non seulement que cette salure est à peu près la même à toutes les latitudes, à distance des côtes, mais encore qu'elle se conserve à toutes les profondeurs, telles qu'elle est à la surface, assertion qu'il serait peut être nécessaire de vérifier. D'autres observateurs concluent d'une série d'expériences, que la pesanteur de l'eau de la mer et conséquemment sa salure, décroissent de l'équateur aux pôles.

M. Alexandre Marcet est arrivé à ces conclusions : 1° qu'il n'existe ni mercure ni sels mercuriels dans les eaux de l'Océan ; 2° qu'elles ne contiennent pas de nitrates ; 3° qu'elles contiennent du sel ammoniac ; 4° qu'elles tiennent en dissolution du carbonate de chaux ; 5° qu'elles ne contiennent pas de muriate de chaux ; 6° qu'elles contiennent du sulfate et du muriate double de potasse (*Trans. Philos.* 1822).

D'autres chimistes y ont trouvé de la soude, de la chaux, de la magnésie, de l'acide hydro-sulfurique et de l'acide hydro-chlorique. M. Wollaston y a annoncé l'existence de la potasse, et MM. Lagrange et Vogel celle de l'acide carbonique. Plusieurs naturalistes modernes regardent la mer actuelle comme le résidu d'un fluide primitif qui a dû tenir en suspension et en dissolution toutes les substances dont le globe est composé : ces eaux-mères ayant déposé tous les principes terreux, acides et métalliques, il n'est resté dans le résidu que ceux qui étaient trop intimement combinés avec l'eau, pour s'en dégager : ce sont ceux que présente l'analyse de ces eaux. L'amertume des eaux de la mer, qui diminue à mesure qu'on la puise à une plus grande profondeur, peut être due, en partie, aux sels de magnésie, en partie à la grande quantité de matière animales et végétales en décomposition et en putréfaction, qui flottent vers la surface et qui sont continuellement char-

riées par les fleuves et les rivières qui s'y déchargent. Sur les lacs salés sans communication avec la mer, etc., nous renverrons aux traités modernes de Géographie et de Physique.

C'est uniquement dans les lieux où la mer est profonde, que l'eau prend une teinte déterminée et permanente, laquelle est ordinairement un bleu azuré qui diffère très peu de celui que nous offre l'atmosphère dégagée de nuages et de vapeurs. Les rayons de la lumière bleue, comme les plus réfrangibles, pénètrent en plus grande quantité le fluide aquatique qui leur fait subir une forte réfraction : prise en petite quantité, cette eau est limpide comme l'eau ordinaire. Les effets du fond ont probablement donné lieu à ces dénominations mer Blanche, mer Noire, mer Rouge. Dans son état de tranquillité et de limpidité parfaites, l'eau de la mer est traversée par la lumière jusqu'à une très grande profondeur : on aperçoit son fond à 80 brasses (155, 923 mètres) et plus. Rien n'est plus surprenant et plus agréable que la transparence singulière de l'eau dans les mers du nord : là où le fond est de sable, les différentes espèces d'astéries et d'échinus et jusqu'aux plus petits coquillages, se distinguent à l'œil nu, à une très grande profondeur. L'eau de ces mers semble produire à la fois les effets du microscope et du télescope, en rapprochant et en amplifiant les objets.

Suivant M. Freycinet, l'eau de mer distillée peut, sans nuire à la santé, être employée pendant un temps assez long, à la boisson et aux autres besoins de la vie : pendant son voyage de circumnavigation, on a fait, à sa table, usage de cette eau pendant trois mois consécutifs, sans en être incommodé. Ce navigateur ajoute qu'à Timor, il l'a préférée à celle qu'il avait prise à terre. Un projet a été présenté à l'Académie Royale des Sciences de Paris, par M. Perinet, pharmacien à l'Hôtel royal des Invalides, ayant pour objet la distillation de l'eau de mer et la conservation de l'eau à

bord des navires : il a paru mériter que l'on fit des observations pour s'assurer de son efficacité. M. Peyre, d'Entraigues (Vaucluse), envoie à la même académie une bouteille d'eau de mer, qu'il a rendue potable par un procédé chimique très simple : il a été reconnu en effet que peu de combustible suffisait pour mettre l'appareil en fonction ; qu'en même temps qu'il faisait cuire dans quatre grandes marmites les alimens de l'équipage, il versait de l'autre côté et en abondance de l'eau distillée qui dissolvait le savon, était propre au lavage, au bain et à la cuisine, et qui, ne fut-elle bonne que pour ces genres de service, diminuerait déjà d'autant la provision d'eau à emporter pour l'alimentation ; qu'enfin cette eau recueillie dans une futaille, devenait au moyen d'une dernière préparation aussi prompte que simple, une boisson agréable et salubre. Les expériences pour la distillation et la purification de l'eau de mer, se continuent à Boulogne-sur-mer d'une manière satisfaisante. L'appareil, en fonctionnant deux heures, fournit 20 litres d'eau de la meilleure qualité.

Une bouteille vide bien bouchée et plongée à une certaine profondeur dans la mer, étant retirée, se trouve remplie d'eau en tout ou en partie ; par fois, le bouchon, quoique bien assujéti et cacheté, a été repoussé dans l'intérieur de la bouteille ; parfois il a été renversé et refoulé dans le goulot. M. Green a conclu d'une expérience faite avec soin, mais que nous nous dispenserons de détailler, qu'à la profondeur de 230 brasses (450 mètres), l'eau pénètre à travers les bouchons et les enveloppes qui les recouvrent et non point par les pores du verre. Dans d'autres expériences faites par M. Ch. Weston, non seulement les bouteilles furent détruites, mais l'extrême division du verre donnait l'idée de l'immense pression exercée sur les bouteilles. Ces expériences tendraient à prouver l'impénétrabilité du verre par l'eau, au moins jusqu'à une certaine limite. Nous ajouterons qu'on jette à la mer des bouteilles

bien bouchées renfermant des renseignemens précis sur le lieu et le moment de l'immersion : ces bouteilles retrouvées à une époque quelconque de leur course, soit à la côte, soit ailleurs, font connaître la direction et la vitesse des courans.

La masse des eaux de la mer est peu considérable, lorsqu'on la compare à celle de notre planète. M. Laplace a démontré que la profondeur moyenne des eaux de l'Océan ne pouvait être qu'une fraction de la différence qui existe entre les deux demi-axes de la terre, et qu'elle ne pouvait excéder 8000 mètres : la plus haute des montagnes connues du Globe, le 14^me Pic de l'Hymalaya (Thibet), n'est que de 7821 mètres (chap. III) (1).

DU MAXIMUM DE CONDENSATION ET DU POINT DE CONGÉLATION DES EAUX DE LA MER.

De la Température à la surface et à diverses profondeurs.

1^o M. Despretz, physicien connu, vient de découvrir que le *maximum* de condensation de l'eau de la mer agitée,

(1) On dit encore que, d'après les observations faites, la profondeur de la mer, près de la terre, est, jusqu'à un certain point, proportionnée à la hauteur des montagnes les plus voisines, et, autant que l'on a pu s'en assurer, que la profondeur croît en raison de l'éloignement des côtes ; suivant le docteur Young, la profondeur moyenne de l'Océan Atlantique, est environ de 3000 pieds et celle de l'Océan Pacifique de 4000. Bien que la sonde n'ait encore pénétré qu'à une profondeur moitié de cette dernière, il résulte des observations faites à ce sujet, que les mers d'Europe sont les moins profondes. L'Adriatique entre la Dalmatie et les bouches du Pô, est d'une profondeur de 182 pieds ; celle de la Méditerranée est très inégale : entre Gibraltar et Ceuta, elle est de 5700 pieds, suivant le capitaine Smith : à Nice, elle est, suivant Saussure, de 2000 pieds environ. M. Scoresby, dans les mers australes, a descendu la sonde à 7700 pieds, sans rencontrer le fond. M. Parry qui a choisi le même lieu pour ses observations, ne l'a pas non plus rencontré. L'expérience de M. Scoresby est celle qui a été faite sur la plus grande échelle ; la plus grande profondeur obtenue égale à peine la hauteur du Pic du midi, l'une des plus petites montagnes du globe.

a lieu à $+ 3^{\circ}, 67$ du thermomètre centigrade, et que son point de congélation répond à $- 2^{\circ}, 55$. Dans l'état de repos, ce liquide peut être maintenu jusqu'à $- 15^{\circ}$ et au delà, sans passer à l'état solide. L'eau que M. Despretz a soumise à l'expérience, a été prise dans le grand Océan Austral. En opérant sur de l'eau pure, la moyenne de 28 expériences lui a donné 3,99 pour la température du *maximum*, et celle de quatre expériences faites par un autre procédé, lui a donné $4^{\circ}, 00$.

2° Des calculs approximatifs indiquent que, dans l'hémisphère septentrional, la surface de la terre est à celle de la mer, comme 419 à 1000, et que, dans l'hémisphère austral, ce rapport est celui de 129 à 1000. Il résulte des observations de M. de Humboldt que, dans l'Océan Atlantique ainsi que dans le grand Océan, la température des eaux ne varie pas d'un degré, sur une étendue de plusieurs milliers de lieues carrées, à une grande distance des côtes. Sous les différens méridiens entre l'équateur et le 27° degré de latitude, la température est sensiblement constante, mais elle est assez variable dans les latitudes élevées, à cause de la fonte des glaces polaires et de l'obliquité des rayons solaires. Sur 1850 observations faites par le capitaine Duperrey pendant un voyage de circumnavigation (add. au chap. XVI), la mer à sa surface, entre 0° et 20° de latitude nord ou sud, a été 1371 fois plus chaude que l'air, et l'air 479 fois seulement plus chaud que la mer : entre 25° et 50° , l'air n'est que très rarement plus chaud que la surface de l'eau. Dans les régions polaires, il est presque sans exemple que l'air soit aussi chaud que la mer ; il est toujours plus froid et ordinairement beaucoup plus froid. Entre les tropiques, la température diminue avec la profondeur ; c'est ce que M. Peron affirme de la température de l'Océan (1). Il

(1) Voyez sur ce sujet, le mémoire de M. Peron, naturaliste de l'expédition des découvertes, sur la température de la mer soit à sa surface, soit à diver-

résulte d'une grande quantité d'observations faites par des navigateurs physiciens, à des latitudes et à des longitudes différentes et à différentes profondeurs, que la température décroît assez rapidement depuis la profondeur de 779,616 mètres jusqu'à 974,519, et qu'au-dessous, elle décroît très lentement. Dans les mers polaires, au contraire, la température augmente avec la profondeur. Une longue suite d'expériences exécutées depuis 1826 jusqu'en 1829, par M. le capitaine Dumont d'Urville, ont offert les résultats suivans : jusqu'à 100 brasses (500 pieds), la température des couches sous-marines paraît dépendre de celle de la surface, et, en général, elle s'en écarte peu : au delà, la température des couches devient de plus en plus uniforme, tout en décroissant rapidement. Au-dessous de 400 brasses (2000 pieds), le changement de température devient très peu sensible. C'est ainsi que les sondes à 400, 450, 520, 600, 610 et 820 ont successivement offert à ces profondeurs, pour température des couches relatives, 5°, 2 cent., 7°, 7; 5°, 4; 6°, 9; 5°, 6 et 4°, 5, tandis que les couches superficielles variaient à 26°, 8; 28°; 17°, 3; 20°, 7; 19°, 4; et 25°.

La mer s'échauffe moins que les terres, à cause de la plus grande quantité d'eau qui s'y évapore et parce que les rayons du soleil y pénètrent à une grande profondeur et ont par conséquent moins d'effet à sa surface. La mer se refroidit aussi plus lentement, parce que, quand la température des couches supérieures diminue, elles deviennent plus pesantes et tombent au fond. Mais cette diminution de température ne paraît pas dépasser le maximum de densité de l'eau. Par la même raison, la mer est plus froide que la terre dans les climats chauds et pendant le jour, tandis qu'elle est plus chaude dans les climats froids et durant la

ses profondeurs, inséré dans *les Annales du muséum d'histoire naturelle*, tome 5, page 123, ann. 1804. Ce mémoire est divisé en cinq sections.

nuit. Toutefois, ces circonstances se balancent, en sorte que sa température moyenne reste la même : il en résulte seulement que la mer éprouve de moins grandes variations de température que la terre. Quant à l'évaporation qui devrait refroidir la mer, il arrive que les vapeurs en se condensant en pluie sur elle, lui restituent une égale somme de chaleur.

Au point où en est restée cette question et quand les explications sont aussi vagues, les faits doivent être considérés comme encore inexplicables : en sorte que la distribution de la chaleur dans les eaux de la mer attend encore une solution.

4° DU MASCARET, THE ROLLERS, BORE OU PORORACA.

La Dordogne, dans le département de la Gironde (France), est celle de nos rivières où se présente avec le plus d'intensité, le phénomène dont nous venons d'inscrire les différents noms. Lorsque l'instant est venu où le courant descendant doit s'arrêter, on aperçoit une grande ondulation qui remonte la rivière et annonce l'arrivée du flot : cette ondulation se compose d'une, de deux, de trois et quelquefois de quatre vagues consécutives, hautes, courtes et rapides, qui s'étendent d'une rive à l'autre, et élèvent subitement le niveau des eaux : c'est le *mascaret*. Quoique le mascaret de la Dordogne soit le plus remarquable de l'Europe par son élévation qui va jusqu'à cinq ou six pieds, cependant le phénomène n'offre généralement rien de bien redoutable, sauf aux équinoxes ; et pourvu qu'à son approche les embarcations se soumettent à quelques précautions connues des marins, on a rarement d'accident à craindre.

Depuis un certain nombre d'années, la Garonne n'y est plus sujette comme autrefois. Dans la rivière des Amazones, en Amérique et sur l'Hougly, branche occidentale du Gange, sur laquelle est située la ville de Calcutta, le mascaret s'élève de douze à quinze pieds (le pied anglais est de 304, 7 mill.) ; les vagues qui barrent le fleuve et remontent son cours, brisent souvent à leur sommet, et font entendre des mugissemens qui les annoncent à plus de deux lieues. Dans l'Amazone, les Anglais ont appelé les vagues du Mascaret, the Rollers (les cylindres) ; pour les naturels, c'est le Pororaca. Pendant les trois jours les plus voisins des pleines et nouvelles lunes, temps des plus hautes marées, dit M. de la Condamine (1), la mer, au lieu d'employer six heures à monter, parvient en une ou deux minutes à sa plus grande hauteur. On juge bien que cela ne peut se passer tranquillement. On entend d'une ou de deux lieues de distance, un bruit effrayant qui annonce le Pororaca : à mesure que ce terrible flot approche, le bruit augmente et bientôt on voit un promontoire d'eau de 12 à 15 pieds de hauteur, puis un second, puis un troisième, puis quelquefois un quatrième qui se suivent de très près et qui occupent presque toute la largeur du canal : cette lame avance avec une rapidité prodigieuse, brise et écrase en courant tout ce qui lui résiste. On voit en quelques endroits de grands terrains emportés par le Pororaca, de très gros arbres déracinés, enfin des ravages de toute espèce. Sur l'Hougly, le Mascaret a reçu le nom de Bore : on le voit arriver en bouillonnant, et troubler la tranquillité des eaux du fleuve. *Les savans se sont fort occupés de rendre compte*

(1) On sait que la disposition la plus favorable aux plus grandes marées, est celle où le soleil et la lune, dans leur plus courte distance à la terre, arriveraient ensemble à la syzygie et se trouveraient dans le plan de l'équateur. Si les eaux étaient encore favorisées par la direction des vents, comme il est arrivé en 1825, il en résulterait des inondations et des catastrophes dont on a eu des exemples à Saint-Petersbourg, en Hollande, etc.

de ce phénomène; mais les circonstances variables qui l'accompagnent, en diverses localités, déjouent toutes les hypothèses. Dans un ouvrage très remarquable de M. Emy, colonel du génie, on trouve une explication très plausible du Mascaret, qui repose sur une théorie toute nouvelle et ingénieuse *des flots de fond*.

ADDITIONS

AU CHAPITRE IV.

(a). On doit à M. Macartney un beau mémoire sur la phosphorescence de la mer (*Phil. Trans.* 1810, Part. I). Parmi les poissons phosphorescens, il faut surtout compter le maquereau, le tetroodon-mola, la dorade, le mullet, la mulette, etc., etc. D'après l'observation de M. Bajon, les dorades, quand elles émigrent, ont le corps couvert d'une infinité de points brillans, qui paraissent être des animaux parasites semblables à ceux qui causent la phosphorescence. M. Godeheu de Riville, en disséquant le Scomber Pelamis, a trouvé que le corps de ce poisson contenait une huile lumineuse. Sir Joseph Banks, en allant de Madère à Rio-Janeiro, a vu la mer lumineuse par un crustacé, le cancer fulgens et une espèce de méduse, la médusa pellucens : quand ce dernier animal qui a plus de 6 pouces de diamètre, vient à se contracter, la lumière qu'il répand éblouit le spectateur. Le capitaine Horsburg a reconnu sur la mer des tropiques, que la phosphorescence était due à d'autres animaux marins que nous nous bornerons à citer, savoir : les Élater, les Lampyries, les Fulgora, les Pausus, etc. En

disséquant les lampyres, mon collègue M. Morren a observé que la nature a pourvu l'organe lumineux de ces animaux, d'un système de prismes destinés à répandre la lumière au loin, d'après la même loi qui a dirigé le célèbre Fresnel dans la construction de ses phares de rotation. Le même naturaliste rapporte qu'ayant observé en septembre 1835, la mer depuis Blankenberg et Heyst jusqu'à Nieuport, il a remarqué sa phosphorescence et celle du sable encore mouillé, et il ajoute que ce phénomène est dû à une espèce de *Gleba* sur lequel il présentera plus tard un travail zoologique.

(b). On ignore entièrement la cause de la phosphorescence des plantes. On sait que les bois parvenus à un certain état de putréfaction, deviennent phosphoriques. MM. Nees van Esenbeck ont reconnu que les *rhizomorpha subterranea* et *aidula* répandent, et surtout par leurs extrémités, une lumière si vive qu'on peut lire à sa clarté. Suivant quelques botanistes, plusieurs fleurs, et, entr'autres, la capucine, lanceraient parfois dans l'obscurité, des étincelles lumineuses. Tout les corps exposés pendant quelques instans au soleil, brillent ensuite dans l'obscurité, ce qui résulte des expériences de Boyle, de Dufay, de Beccaria et de celles plus récentes de M. Dessaignes qui pense qu'il existe beaucoup de rapports entre la phosphorescence et l'électricité. Enfin dans plusieurs combinaisons chimiques, il se produit une phosphorescence plus ou moins vive. M. E. Jacquemyns, professeur des sciences physiques à l'Athénée de Gand, m'a communiqué l'observation suivante : lorsqu'on déchire une toile de coton dans l'obscurité, on observe une lumière blanche qui suit la déchirure, et quand cette déchirure est rapide, il apparaît une traînée de lumière dans toute son étendue. L'urine lumineuse pourrait s'expliquer par la présence des vers de terre dans le lieu où on jette l'urine, à l'époque de la phosphorence de ces vers ; on a reconnu qu'au moment où elle frappe un scolopendre, l'animal

répand une belle lumière bleue verdâtre qui dure 50".

Le phénomène suivant est rapporté par M. Langstoff, chirurgien à Londres : en allant de la Nouvelle Hollande à la Chine, chaque personne à bord était étonnée de l'apparence lactée de la mer : le vaisseau semblait entouré de glaces recouvertes de neige : quelques-uns crurent que le bâtiment avait donné sur un banc de corail ; mais la sonde donna 70 brasses (136, 43 mètres), sans rapporter de fond : M. Langstoff ayant fait puiser de cette eau, y remarqua dans l'obscurité, un grand nombre de points globuleux, de la grosseur d'une tête d'épingle, liés les uns aux autres : les chaînes ainsi formées, n'avaient pas plus de trois pouces de longueur ; en introduisant la main dans l'eau, elle soulevait plusieurs de ces chaînes de points blancs qui se séparaient, lorsqu'on écartait les doigts, pour se rejoindre bientôt à la manière d'un ressort : ces points étaient si transparens qu'il n'étaient plus visibles au grand jour.

Voyez encore (*Traité sur la Lumière* de Sir. J. F. W. Herschel) le supplément par M. A. Quetelet, ayant pour titre : *Sur la propriété que possède l'électricité de communiquer aux corps la phosphorescence et la coloration.*

CHAPITRE V.

Des vents : de leurs dénominations et de leurs différens degrés de vélocité.
— Des anémoscopes et des anémomètres. — Autre notation des vents. —
De l'influence des divers vents sur les hauteurs du baromètre.

Le soleil et la lune exercent sur la partie liquide de notre globe, ou au moins, sur les grandes masses d'eau, des influences actives très prononcées qui soulèvent l'Océan dans des points qui correspondent momentanément à ces astres, pour le laisser ensuite retomber, ce qui produit le phénomène des marées. L'atmosphère doit être sujette aux mêmes influences et présenter un *flux* et un *reflux* journalier dont M. Laplace trouve l'indice et la mesure dans les mouvemens diurnes du baromètre (chap. II). Il n'est donc pas extraordinaire que l'atmosphère soit sans cesse agitée dans une foule de directions et avec des vitesses très variables : on donne le nom de *vents* à ces mouvemens de l'air. Si l'on considère toutes les causes qui troublent l'équilibre de l'atmosphère, sa grande mobilité due à sa fluidité et à son ressort, l'influence du froid et de la chaleur sur son élasticité, l'immense quantité de vapeurs dont elle se charge et se décharge alternativement, enfin les changemens que la rotation de la terre produit dans la vitesse relative de ses molécules, on ne sera point étonné de l'inconstance et de la variété de ses mouvemens, et on reconnaîtra qu'il est

très difficile de les assujettir à des lois certaines. Si une agitation modérée de l'atmosphère est pour nous une source de bienfaits, les mouvemens tumultueux qui s'y développent parfois sont aussi pour nous des fléaux bien redoutables.

Considérons quelques cas particuliers et supposons avec Francklin que l'air soit en repos dans une chambre et que les fenêtres y soient fermées : s'il n'y a pas de feu dans la cheminée, il ne se formera pas de courant ; mais aussitôt que l'air de la cheminée, raréfié par le feu, et devenu plus léger que l'air ambiant, s'élèvera, l'air voisin du foyer viendra remplir sa place et se précipiter vers le foyer : ce mouvement se communique de proche en proche et *en sens contraire de sa direction*, jusqu'aux couches qui sont contiguës à la porte que nous supposons en face de la cheminée : ainsi le vent se fait sentir dans le lieu vers lequel il souffle, et ici vers la cheminée, avant de se faire sentir dans le lieu duquel il souffle, c'est-à-dire, dans le voisinage de la porte. Autrement, en supposant, dit Francklin, qu'un long canal rempli d'eau, soit fermé à son autre extrémité par une vanne, l'eau y restera en repos ; mais qu'on ouvre la vanne, l'eau en contact avec elle se déplacera la première ; la tranche contiguë se déplacera après et ainsi de suite jusqu'à l'autre extrémité du tuyau où le mouvement se fera sentir en dernier lieu : l'eau marche donc du fond vers l'ouverture, tandis que les ébranlemens successifs des diverses tranches liquides se propagent en sens contraire, c'est-à-dire, en remontant de la vanne vers le fond. Ainsi la cause du vent, existant par exemple, au midi, le vent souffle de ce point, en se propageant vers le nord.

Le vent se propage par *impulsion* quand le souffle et la marche progressive ont lieu dans le même sens, c'est ce qui arrive au vent qui sort d'un soufflet ; et, au contraire, il se propage par *aspiration*, quand le souffle a lieu dans un sens et la marche progressive dans le sens contraire.

Supposons, en second lieu, que dans une certaine étendue de pays, située au midi de l'observateur, l'air vienne à s'échauffer : cet air se dilatera, deviendra plus léger que l'air environnant, il montera donc et l'air plus froid et conséquemment plus dense qui l'avoisine, affluera de toute part et prendra sa place. Si la cause de la chaleur est permanente, ce nouvel air s'échauffera à son tour, s'élèvera et une autre couche d'air froid viendra dans toutes les directions prendre sa place. Ne considérons encore que ce qui arrive relativement à l'observateur situé au nord du lieu échauffé : l'air se précipitant de proche en proche du nord vers le midi, lorsque le déplacement des couches ou des tranches d'air se sera étendu jusqu'à lui ou même au delà, il sentira les effets du courant qui se dirige du nord au midi. Il arrive donc 1° que le vent souffle sur l'observateur du nord au midi, quand la cause de sa production réside au midi; 2° qu'il commence au midi ou dans le lieu vers lequel il souffle.

Supposons qu'on mette en communication par une porte ouverte deux chambres inégalement échauffées, ou dont l'une soit froide et l'autre chaude : si on examine comment la communication s'établit entre elles, on remarquera qu'à la partie inférieure il existe un courant d'air froid qui entre dans la chambre chaude, tandis qu'à la partie supérieure, un courant d'air chaud passe au contraire dans la chambre froide : c'est ce qu'on reconnaît facilement, en plaçant la flamme d'une bougie successivement en haut et en bas; car la manière dont elle s'incline en bas, vers la chambre chaude et en haut vers la chambre froide, met en évidence l'existence de ces deux courans. Il y a une région dans laquelle la flamme ne s'incline ni d'un côté ni de l'autre. Le mouvement inférieur s'explique en disant que l'air froid se précipite vers le vide occasioné par l'ascension de l'air chaud dans les couches supérieures dont la température s'élève peu à peu : mais on ne peut rendre raison du mouvement supé-

rieur de l'air chaud vers la chambre froide, qu'en partant de la dilatation de cet air et de la diminution de pression, occasionée dans la chambre froide, par le courant qui s'établit de cette chambre dans l'autre.

On distingue plusieurs espèces de vents, 1^o *les vents généraux, constans ou alizés* qui règnent entre les tropiques; 2^o *les vents périodiques ou moussons* qui soufflent régulièrement chaque année, pendant un temps plus ou moins long, et sont ensuite remplacés par d'autres vents absolument contraires. Ainsi, dans le golfe d'Arabie et dans celui du Bengale, depuis le mois d'avril jusqu'au mois de septembre, la *mousson* vient du sud-ouest, tandis que, pendant les six autres mois, elle souffle du nord-ouest; 3^o *les vents irréguliers ou accidentels, c'est-à-dire, ceux qui soufflent de différens côtés, sans observer ni époque ni durée déterminées*: ce sont les vents les plus ordinaires dans les zones tempérées: parmi ceux-ci, il en est qu'on appelle *vents dominans*, parce qu'ils soufflent plus fréquemment que les autres dans la même région. Les vents qui soufflent régulièrement à certaines heures, sont appelés *Brises*: il y a des brises de mer, qui soufflent de celle-ci sur la terre, et des brises de terre, qui soufflent vers la mer et qui succèdent assez souvent aux brises de mer. On se rend facilement compte des vents alizés, en observant que, pendant toute l'année, la partie du globe située entre les tropiques, est directement échauffée par les rayons solaires, d'où résulte une élévation de température qui du sol, passant à l'air, lui donne une pesanteur spécifique telle que la colonne atmosphérique qui couvre la zone torride, doit, indépendamment de l'effet centrifuge que produit la rotation diurne de la terre, être plus élevée que les colonnes situées au delà des tropiques: la fluidité de l'air ne permettant pas cette inégalité d'élévation entre des colonnes voisines, celles qui, par suite de leur élévation, tendent à dépasser le niveau commun, se déversent vers l'un et l'autre pôle en même temps

qu'inférieurement l'air des régions tempérées se porte vers l'équateur, pour rétablir l'équilibre. Ainsi, dans chaque hémisphère, il existe deux courans, l'un supérieur et dirigé de l'équateur vers les pôles, l'autre inférieur qui se meut en sens contraire. Mais l'atmosphère participant au mouvement de rotation du globe, le courant inférieur qui arrive à l'équateur a nécessairement moins de rapidité que le point de la terre où il arrive : le globe se mouvant d'occident en orient, un observateur placé à la surface, et, par exemple, sur l'équateur, frappant dans cette direction le courant d'air affluant, éprouve un effet tout semblable à celui qui aurait lieu, si la terre étant immobile, l'air qu'il rencontre était réellement transporté d'orient en occident avec la différence des vitesses. Au reste, on peut partir de ce qui a été dit (n° 41). Voyez encore sur ces vents alizés, ce qui sera dit (chap. XVIII). Les vents périodiques, sont des vents de terre et de mer ; la seconde espèce de vent souffle durant le jour seulement, et avec d'autant plus de régularité que le temps est plus serein ; il s'élève à peu près vers 9 heures du matin, il augmente jusque vers midi, puis faiblit graduellement jusque vers cinq ou six heures du soir, époque à laquelle il cesse tout-à-fait pour reparaitre le lendemain. Le vent de terre souffle pendant la nuit, ne se fait sentir en pleine mer que jusqu'à une distance de quelques milles seulement et présente des modifications que nous nous dispenserons de détailler, ainsi que les causes qui déterminent les courans et qui ne diffèrent pas de celles qui président aux vents généraux.

Dans nos climats, M. Bouvard, déjà cité, a déduit d'une longue série d'observations, que le vent souffle

63 jours	du sud.
67	du sud-ouest.
70	de l'ouest.
34	du nord-ouest.

45	du nord.
40	du nord-est.
23	de l'est ou du sud-est.

La diversité et les fréquentes variations des vents dans notre climat, sont la cause la plus puissante des inégalités du chaud et du froid que nous y éprouvons; car suivant que le vent souffle du midi, ou qu'il nous vient du nord, il nous apporte les chaleurs du tropique ou le froid du cercle polaire. Il ne faut que quelques jours d'un vent du nord-est, pour qu'une masse d'air, partie de la Sibérie, vienne se mêler à celui que nous respirons, et lui imprimer un froid glacial. Le vent qui vient directement du nord, nous apporte le froid du Spitzberg ou du Groenland; et, au contraire, les vents du midi nous apportent les chaleurs de l'équateur. Les pays situés entre les tropiques, entourés de tous côtés, jusqu'à une certaine distance, de pays dont la température se rapproche de la leur; soumis d'ailleurs, comme on vient de le voir, à des vents plus constans que ceux qui règnent dans nos contrées, ne peuvent éprouver de variations comparables à celles dont nous avons si souvent à souffrir et qui pourtant ont leur compensation (addit. au chap. I, (d) 8^o). L'année de 1735 offrit cela de remarquable que le 17 décembre, à 7 h. du matin, un des jours et une des heures de la nuit où il devait faire le plus froid (chap. I), le thermomètre marquait 10 degrés un cinquième, c'est-à-dire qu'il fit aussi chaud à un vingtième de degré près, le 17 décembre, que le 20 juillet de la même année. L'Histoire de l'Académie, pour 1763, fait mention d'une particularité assez remarquable observée aux Sables d'Olonne, en France : dans le mois de janvier de cette année, on y jouissait à six lieues à la ronde d'un air fort tempéré, tandis qu'au delà il faisait un très grand froid : la terre était gelée à une grande profondeur et la Loire était prise.

Les personnes curieuses de détails sur les vents qui règnent dans les diverses localités et parties du globe tels que le Sirocco, l'Harmattan, le Samiel ou Simoon, le Mistral, la Tramontane, etc., etc., pourront consulter le *Neptune Oriental d'Apès de Manneville* et l'*India Directori* de James Horsburgh. Sur les vents d'orage, de pluie, etc., nous avons consigné dans notre grand traité, les hypothèses et les explications de Mariotte, Rendu, Mathieu Dombasle, Alphonse Blanc, Kraaf et Preverand, professeur de physique à Autun, qui a fait des observations météorologiques pendant plus de dix ans, dont il a passé la plus grande partie à courir les mers. M. de la Hire avait déjà remarqué que quand le ciel est serein, et que quelques amas de nuages poussés par un vent médiocre, commencent à nous cacher le soleil, le vent augmente très sensiblement : c'est qu'alors la région de l'air, placée dans l'ombre du nuage, venant à se refroidir et à se condenser, l'air ambiant dilaté par la chaleur, sous un ciel non voilé, se précipite dans les espaces vides ; il y a donc alors production de vent dans la direction même de la nuée.

43. Pour connaître la direction des vents, on a imaginé des appareils nommés *Anémoscopes*, essentiellement composés d'une girouette dont un système de roues dentées transmet le mouvement à une aiguille qui, se mouvant sur un cadran tantôt vertical, tantôt horizontal, indique le sens dans lequel souffle le vent. Les *Anémomètres* servent à mesurer la force ou l'intensité du vent : dans ces appareils on oppose à la force impulsive de l'air, la réaction d'un ressort élastique, d'un poids, ou de toute autre puissance connue. Pour obtenir des résultats comparables, il faut que l'appareil soit toujours dans les mêmes conditions : plusieurs de ces instrumens donnent en même temps la direction et la force du vent.

Le degré de vélocité des vents étant la circonstance la

plus frappante de ce météore, il en résulte plusieurs dénominations dont voici les principales :

Vent doux, celui qui parcourt	10	pieds en une seconde (1).
Moyen	16	idem.
Fort (grand vent)	24	idem.
Impétueux (coup de vent)	35	idem.
Tempête, petite	43	idem.
moyenne	49	idem.
forte.	54	idem.
Ouragan, zones tempérées	60	idem.
zones torrides.	120 à 130	idem.

On trouve dans l'*Annuaire du Bureau des Longitudes*, le tableau suivant qui est plus complet :

DÉNOMINATIONS.	VITESSE	VITESSE	EN LIEUES
	par SECONDE.	par HEURE.	par HEURE.
Vent à peine sensible.	0 ^m ,5	1800	0,40
— — Sensible.	1, 0	3600	0,81
Vent modéré.	2, 0	7200	1,62
Vent assez fort.	5, 5	19800	4,45
Vent fort.	10, 0	36000	8,16
Vent très fort.	20, 0	72000	16,20
Tempête.	22, 5	81000	17,35
Grande tempête.	27, 5	97200	22,04
Ouragan.	36, 0	104400	29,33
Ouragan qui déracine les arbres et renverse les édifices.	45, 0	162000	36,62

M. Doussy a communiqué à l'Académie Royale des Sciences de Paris, un mémoire sur l'influence de la pression atmosphérique sur le niveau moyen de la mer : suivant lui et pour le port de l'Orient, à égale pression barométrique, le niveau moyen reste le même pour les grandes marées et

(1) Le pied français vaut 0^m, 32484, ou 324,84 millimètres.

pour les petites, en observant que ce niveau se déduit de deux pleines mers et d'une basse mer ou de deux basses mers et d'une pleine mer, et, pour le même port, ce niveau est abaissé d'environ 3 pouces par les vents forts et violens du nord et du nord-est, et élevé de la même quantité par ceux du sud-ouest, sud et sud-est.

Si dans un pays et par une cause quelconque, qui pourrait être une *secousse atmosphérique* (chap. II, n° 15), la pression de l'atmosphère venait à diminuer sensiblement et d'une manière rapide, circonstance indiquée par l'abaissement du mercure dans le baromètre, les couches inférieures n'étant plus capables de résister à l'élasticité ou à la tension de l'air environnant, celui-ci se précipiterait avec une vitesse plus ou moins grande dans le lieu où la pression a diminué. Les vents dus à cette cause, sont ordinairement les plus violens. Lorsqu'un seul vent domine pendant plusieurs jours dans l'atmosphère, on observe, en général, que s'il vient à se déplacer, il parcourt les différens points du ciel, du sud au nord par l'ouest, pour revenir au point de départ, et qu'il ne rétrograde pas par les points qu'il a parcourus : quelquefois cependant la rétrogradation a lieu, quand la direction du vent approche de l'est : mais il existe alors des courans supérieurs ; et cette observation peut même, jusqu'à un certain point, signaler leur existence. La difficulté de déduire de l'observation des vents, toutes les conséquences auxquelles elle donne lieu, tient, dit M. l'astronome Bouvard, à leur notation qui se prête peu au calcul des *moyennes* : peut-être ferait-on bien de la remplacer par celle de la circonférence divisée en degrés : on compterait du midi au nord, en passant par l'ouest, 180° positivement, et du midi au nord, en passant par l'est, 180° mais pris négativement. On conçoit qu'il serait facile de rappeler les observations ordinaires à ce genre de notation, et alors on aurait l'avantage d'opérer sur des nombres, au lieu de le faire sur des lettres : ainsi le vent du sud-ouest,

serait représenté par $22^{\circ}, 5$ et le vent d'est par $— 45^{\circ}$.

Suivant M. Schübler, physicien à Stuttgart, et auteur d'un ouvrage allemand à peine connu en dehors de l'Allemagne, et qui pourtant mérite de l'être, la lune, indépendamment de son influence sur la pluie, en exerce une sur la direction du vent et sur les hauteurs moyennes du baromètre. M. Flaugergues, astronome français, est parvenu de son côté, par une voie différente, à des conclusions analogues. Cette action sur le baromètre, serait, à la vérité, très petite, mais cependant appréciable (*addit. au chap. IX*),

Comme cette question complète le chapitre II et que d'ailleurs elle se lie au chapitre IX, nous allons la traiter avec quelque étendue, en rapportant ce qui a été dit par M. Arago (*Ann. du bureau de long.*, 1836, sous le titre : *Instruction à l'état-major des officiers de la Bonnite*). Il y a peu d'années, on se serait fortement récrié contre toute idée d'une différence permanente entre les hauteurs barométriques correspondantes aux diverses régions du globe, au niveau de la mer. Aujourd'hui de telles différences sont regardées non seulement comme possibles, mais encore comme probables. Aussitôt qu'après la mémorable découverte de Toricelli, les météorologistes se livrèrent avec quelque attention aux observations du baromètre, ils reconnurent qu'en général certains vents amènent une ascension rapide de la colonne mercurielle, tandis que les vents opposés produisent l'effet contraire d'une manière également tranchée. La difficulté consistait à déterminer la valeur numérique de ces influences. Il fallait pour éliminer entièrement les causes passagères et accidentelles, pour obtenir la véritable mesure des causes permanentes, opérer sur de très grands nombres. Il fallait donc une longue suite de bonnes observations faites dans la même localité ; il fallait les grouper par rhumbs de vents ; il fallait dégager la moyenne des effets purement thermométriques. Burckhardt cité (chap. II), entreprit ce travail, en s'appuyant sur les

vingt-sept années d'observations que l'astronome Messier avait faites à Paris, depuis 1773 jusqu'à 1801. Si nous désignons par la lettre H la hauteur moyenne du baromètre à Paris, c'est-à-dire la hauteur déterminée par l'ensemble de toutes les observations, les moyennes correspondantes aux différens rhumbs de vent, seront, d'après les calculs de Burckhardt :

Vent du sud	H — 3,1 (1).
du sud-ouest	H — 2,9
d'ouest	H — 0,4
du nord-ouest	H + 1,3
du nord	H + 2,0
du nord-est	H + 2,6
de l'est	H + 1,1
du sud-est	H + 0,8

On voit à la simple inspection de cette table que le vent envisagé quant à sa direction, amène à Paris, dans l'état du baromètre, de 3^{mm}, 1 au-dessus de la moyenne, et de 2^{mm}, 6 au-dessous, formant une variation totale de 5^{mm}, 7, et que les vents opposés combinés deux à deux, donnent une hauteur moyenne qui, dans les cas extrêmes, diffère à peine d'un demi-millimètre de la moyenne de toutes les observations.

M. Bouvard, en s'appuyant sur les observations du baromètre, faites à l'Observatoire de Paris, de 1816 à 1831, a été conduit à ces résultats :

Vent du sud	H — 3,7 ^{mm} .	(2944 observ.)
du sud-ouest	H — 3,0 .	(2847 idem)
d'ouest.	H — 0,8 .	(3402 idem)
du nord-ouest	H + 2,0 .	(1533 idem)
du nord	H + 3,2 .	(2140 idem)

(1) Le signe — signifie *moins* ou *diminué de*; et le signe + signifie *plus* ou *augmenté de*.

du nord-est	H + 3,2	(1390 idem)
d'est	H + 1,7	(1248 idem)
du sud-est	H + 1,7	(890 idem)

Les observations journalières de 9 h. du matin, de midi et de 3 h. du soir, ont concouru à la formation de ces nombres : on trouverait les mêmes résultats à un dixième de millimètre près, en n'employant que les hauteurs maxima de 9 h. et les hauteurs minima de 3 heures. Ici, comme dans la table de Burckhardt, les demi-sommes des hauteurs correspondantes aux vents opposés, sont, à peu près, égales à H, c'est-à-dire, à la moyenne totale : le plus grand effet moyen du vent, est de 6^{mm}, 9, ce qui surpasse les effets donnés par les observations de M. Messier de 1^{mm}, 2. Il découle au reste de l'une comme de l'autre table cette conséquence que *pour obtenir dans nos climats, la hauteur moyenne du baromètre, il est indispensable de faire entrer dans le calcul, un nombre égal d'observations correspondantes à des vents opposés de direction.* En attendant que les données suffisamment nombreuses nous permettent d'expliquer comment l'influence des vents sur la pression atmosphérique, varie avec la position des lieux, avec leur plus ou moins grande distance à la mer, avec leur latitude, etc., nous mettrons sous les yeux du lecteur les résultats de deux séries d'observations très exactes qui ont été communiquées à l'Académie de France par MM. Schuster et Gambart.

Observations de Metz par M. Schuster (9 années).

Vend du sud	H — 2,4 ^{mm}
du sud-ouest	H — 2,1
d'ouest	H — 0,6
du nord-ouest	H + 0,3
du nord	H + 2,4

du nord-est	H + 2,1
d'est	H + 1,0
du sud-est	H — 0,8

La différence entre les extrêmes, est sensiblement moindre que par les observations de Paris : cependant il serait prématuré de tirer de ce fait peut-être accidentel, des conséquences générales.

Observations de Marseille, par M. Gambart (5 années).

Vent du sud.	H + 0,0
du sud-ouest	H + 0,7
d'ouest	H — 0,5
du nord-ouest	H — 0,9
du nord.	
du nord-est	
d'est	H + 0,2
du sud-est.	H + 0,5

Quoique ce dernier tableau soit incomplet, quoiqu'il se fonde simplement sur cinq années d'observations, quoique les vents du nord et du nord-est y manquent, il n'en résulte pas moins que si la direction du vent exerce à Marseille quelque influence sur les hauteurs barométriques, cette influence y est très faible, et ne doit pas avoir toujours pour les vents de la même dénomination, le même signe qu'au nord de la France. Ainsi tandis qu'à Paris, le vent du sud-ouest maintient le baromètre au-dessous de la moyenne, à Marseille, son influence est positive : d'autre part, le vent du nord-ouest, qui fait notablement monter le baromètre à Paris, est celui qui produit le maximum d'abaissement à Marseille. Ces remarques, quand elles pourront être appliquées à un grand nombre de lieux, mettront probablement les météo-

rologistes sur la voie de l'explication d'un phénomène qui, jusqu'ici, s'est joué de tous leurs efforts.

46. Nous passerons à la description de quelques effets notables des ouragans.

1^o M. Arago, après avoir rappelé les cas où les trombes ont épuisé l'eau des mares qui se trouvaient sur leur passage et l'ont été verser bien loin de là, ajoute que même les vents ordinaires, pour peu qu'ils soient un peu violens, peuvent transporter à de très grandes distances, de l'eau très divisée, il est vrai, mais non réduite en vapeurs : il cite à cette occasion l'eau de mer, trouvée dans le pluviomètre à Manchester, fait dont il avait reçu la confirmation à son dernier voyage en Angleterre, par l'observateur lui-même, le célèbre Dalton. Une tempête avait eu lieu le 5 décembre 1822, et s'était fait sentir jusqu'à Manchester ; le lendemain M. Dalton apprit qu'on avait trouvé sur les vitres des croisées qui faisaient face au vent, des efflorescences salines, et il aperçut alors que, dans sa propre maison, plusieurs des fenêtres en offraient également. En tenant compte de toutes les circonstances tant dans cette épreuve que dans plusieurs autres toutes différentes, ce savant physicien fut conduit à reconnaître que, dans l'orage du 5, l'eau tombée à Manchester, contenait une partie d'eau de mer sur 400 parties d'eau de pluie ordinaire : maintenant il faut remarquer que, pendant cet orage, le vent souffla tantôt de l'ouest, tantôt du sud-ouest : dans le premier cas, l'eau salée aurait eu seulement à parcourir un espace de 30 milles (48279,4 mètres) ; mais avec le vent de sud-ouest, le trajet eût été presque triple. M. Dalton a depuis observé à différentes reprises à Manchester, des cas semblables à celui que nous venons de rapporter : il a même trouvé une proportion d'eau de mer, beaucoup plus considérable : ainsi le 4 mars 1823, la proportion était de 1 à 200. Ce célèbre physicien est le premier qui se soit occupé de mesurer la quantité d'eau de mer contenue dans ces sortes de pluie : il a encore

eu soin de rapporter quelques indications qu'on trouve à ce sujet dans les *Transactions de la Société philosophique de Londres*. Ainsi le 6 décembre 1703, on vit après une violente tempête, dans le comté de Sussex et fort avant dans l'intérieur des terres, les branches des arbres toutes couvertes d'une couche blanche de sel, du côté qui était tourné vers la mer : cela s'observa même dans des cantons qui étaient à 14 ou 15 milles de la côte et qui en étaient séparés par des chaînes de collines assez élevées. Le 8 décembre de l'année 1703, les côtes de la Hollande furent ravagées par des tempêtes : Leuwenhoeck qui se trouvait alors à Delft, rapporte que sur quelques-unes de ses fenêtres qui étaient tournées du côté d'où venait le vent, les carreaux furent, en moins d'une demi-heure, couverts d'une couche si épaisse de sel, qu'ils avaient perdu toute leur transparence : ce sel examiné au microscope, offrait des cristaux cubiques bien caractérisés, mais d'ailleurs fort petits. Nous n'entrons pas dans l'examen des prétendues exhalaisons salines désignées sous le nom d'*Aura Maritima*, sur lesquelles nous renverrons aux recherches des chimistes Berthollet, Clouet, Boussingault, etc.

2° L'ouragan qui a dévasté la Guadeloupe le 12 octobre 1825, a laissé des traces de violences, presque incroyables : trois pièces de canon de 24 ont été chassées et appliquées contre l'épaule de la batterie. Une goëlette en construction, a été démontée de son chantier et les pièces dispersées. Des cinq bâtimens mouillés dans la rade, aucun n'a reparu. L'un des capitaines a vu son brick enlevé par un tourbillon, faire naufrage dans les airs. Les forêts les plus anciennes ont été renversées. Des blocs de marbre pesant jusqu'à sept quintaux, ont été lancés à de grandes distances. Des tuiles ont été projetées avec tant de violence, qu'elles pénétrèrent dans des magasins à travers des portes épaisses. Une pièce de bois de 20 centimètres d'équarrissage, entra de près d'un mètre dans le sol d'un chemin battu et fréquenté. Dans sa

plus grande intensité, le vent paraissait lumineux : une flamme argentée jaillissant par les joints des murs, les trous des serrures et autres ouvertures, faisait croire, dans l'obscurité des maisons, que l'atmosphère était en feu.

3° M. de Chabert, lieutenant de vaisseau, a envoyé à l'Académie Royale des Sciences de Paris, le détail de deux ouragans qui eurent lieu à Malte, le 17 octobre 1757 : nous en extrairons une seule circonstance. Deux canons de quarante livres de balle, situés sur la plate forme d'un fort, montés sur deux affûts et placés l'un à côté de l'autre, dans la même direction, furent déplacés par un ouragan, et retournés en sens opposé, de manière que les culasses se regardaient : l'extrémité de l'affût de l'une de ces pièces se trouva à treize pieds de distance de sa position primitive : il en fut de même des mortiers. Le calme succéda en même temps aux deux ouragans.

Nous aurions pu citer encore quelques autres effets extraordinaires de ces ouragans, tels, par exemple, que le refoulement des eaux, la production des avalanches, etc., etc. : mais on en trouvera à satiété dans les Traités de Géographie, dans les voyages et même dans les journaux quotidiens.

CHAPITRE VI.

De l'Électricité atmosphérique. — De ses sources. — Sur l'état électrique des nuages et sur leur hauteur. — Sur le Tonnerre et les éclairs. — Sur la Foudre descendante et ascendante. — Production des fulgérites ou tubes fulminaires. — Autres détails. — Additions.

1° SUR L'ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.

47. Nous entrons ici dans l'historique des expériences faites pour reconnaître l'électricité atmosphérique et son identité avec l'électricité physique, afin de sauver au lecteur la peine de le rechercher dans les traités de physique. Autrement nous lui conseillerions de consulter le *Précis historique sur l'électricité et le magnétisme*, en 4 vol., par M. Becquerel.

Descartes pensait que le tonnerre était produit lorsque des nuages plus élevés tombaient subitement sur d'autres plus bas, et que l'air, intercepté, était comprimé par cette chute, au point de produire les éclairs et la foudre. Dès 1728, Wall avait remarqué que la lumière et le craquement des corps électriques semblaient, jusqu'à un certain point, représenter l'éclair et le tonnerre. Stephen Grey, en 1735, publia une remarque analogue. On savait encore que la forme en zig-zag est commune à l'éclair et à l'étincelle électrique : en assimilant les effets, ces physiciens n'avaient pas eu l'idée d'en conclure l'identité des causes. Cette identité fut annoncée par l'abbé Nollet en 1746 ; puis Francklin

publia ses vues à ce sujet. Mais jusque là, ce n'était encore que de simples conjectures non appuyées d'expériences, quoique le dernier de ces physiciens eut alors le projet d'en essayer. Or, dit M. Arago, sans chercher à porter atteinte à la gloire de ce philosophe, on peut dire que l'expérience qu'il proposait était presque superflue : car elle avait été faite par les soldats de la cinquième légion, lorsque, dans la guerre d'Afrique, après un orage, le fer des javelots brilla tout à coup d'une manière spontanée (*Comment. de César*). On sait encore que *Castor et Pollux*, ou *les feux Saint-Elme*, se sont montrés à de nombreux navigateurs sur les pointes métalliques des mâts ou sur d'autres parties saillantes de leurs navires. Au château de Druino, situé dans le Frioul, au bord de l'Adriatique, il y avait de temps immémorial, sur un des bastions de la place, une pique plantée verticalement, la pointe en haut : quand le temps menaçait d'orage, la sentinelle de garde à cet endroit, présentait au fer de cette pique celui d'une hallebarde qu'on laissait toujours là pour cette épreuve; et si le fer de la pique étincelait beaucoup à l'approche de celui de la hallebarde, ou qu'il jetât par sa pointe une petite gerbe lumineuse, alors il sonnait une petite cloche pour avertir les gens de la campagne et les pêcheurs, qu'ils étaient menacés d'orage.

L'expérience indiquée par le philosophe américain fut exécutée par le physicien français Dalibard, le 10 mai 1752 : une tige métallique pointue qu'il avait plantée et isolée dans son jardin, donna pendant un orage de petites étincelles à l'approche d'un fil de fer. Un mois après, Franklin fit aux États-Unis la même expérience, à l'aide d'un cerf-volant : comme il craignait le ridicule dont on ne manque pas de couvrir les essais infructueux, il n'associa à son expérience que son fils : en présentant le doigt à l'extrémité de la corde, il vit paraître une vive étincelle qui fut bientôt suivie de plusieurs autres. De Romas, assesseur au présidial de Nérac, en France, profitant de la première vue de

Francklin qui avait été publiée, avait aussi imaginé de substituer le cerf-volant aux barres élevées, et, de plus, il avait enroulé un fil de métal autour de la corde dans toute sa longueur : cette expérience faite en 1753, fut répétée par le même en 1757, et cette fois il obtint des étincelles de neuf ou dix pieds de long et d'un pouce de grosseur, qui faisaient autant et plus de bruit que des coups de pistolet. Cependant, pour convaincre plusieurs physiciens de l'identité des fluides de la foudre et de nos machines, il fallut encore la mort de Richmann, professeur à St-Petersbourg : ce physicien ayant fait élever sur le toit de sa maison, une barre de fer, enchâssée en bas dans un tuyau de verre, mauvais conducteur de l'électricité, et soutenue par une masse isolante de poix, il attacha à la barre un fil d'archal qu'il conduisit dans sa chambre : il avait encore disposé un appareil pour apprécier la tension électrique de son fil : aux approches d'un orage, il jugea bien qu'il fallait prendre quelques précautions et se tenir à distance. Malheureusement il fit, par mégarde, un mouvement qui le rapprocha de l'appareil, et reçut un coup terrible accompagné d'un grand éclat qui le renversa raide mort. Dokolow, graveur de l'Académie, vit l'étincelle sortir du conducteur et frapper l'infortuné Richmann au front : elle était, dit-il, grosse comme le poing. On observe que lorsqu'un fil métallique est attaché à un cerf-volant, on peut souvent obtenir des étincelles d'un quart de pouce de longueur, sans que le temps annonce aucun orage. Enfin on a renoncé aux dangereuses expériences que nous venons de décrire et qui ont conduit à la certitude de l'identité en question, et on ne cherche plus à soutirer la foudre que pour en préserver les édifices et les habitations.

48. Le Monnier de l'Académie des Sciences de Paris, obtint des étincelles non plus seulement pendant l'orage, mais encore sous un ciel parfaitement pur et serein (n° 47) :

il ne tarda pas à reconnaître que l'électricité d'un ciel serein, est toujours de l'espèce de celle qu'on appelle *positive* ou *vitrée*. (*Mém. de l'Acad. des sciences de Paris, année 1752*). Les expériences de Saussure, Erman, Volta et autres physiciens, confirmeraient ce résultat, en même temps qu'elles démontreraient que cette électricité augmente d'intensité à mesure qu'on s'élève. D'après les expériences de Beccaria et Cavallo, l'air est, en général, à l'état d'électricité positive, surtout quand le temps est froid et clair ; par un ciel nuageux, cet état électrique diminue et, pendant la pluie, l'air est à l'état électrique négatif. Cependant les diverses séries d'expériences faites par M. Gay-Lussac, ne conduisent pas à une conséquence aussi absolue. Au reste, c'est encore un sujet très intéressant de recherches, livré aux Météorologistes.

De Saussure et Volta ont recherché l'origine de l'électricité atmosphérique et de la formation des nuages orageux. M. Pouillet a découvert deux grandes sources de ce fluide électrique, savoir l'électricité produite par la végétation, et l'électricité produite par l'évaporation. Ainsi la combinaison des gaz, et notamment celle de l'oxygène de l'air avec le carbone des plantes, développe de l'électricité : il y a pareillement dégagement du fluide électrique dans l'évaporation de l'eau, toutes les fois qu'elle n'est pas parfaitement pure : ces causes plus au moins actives en chaque lieu, suivant les périodes des saisons, sont en même temps constantes autour du globe, dans le cours d'une année. Dans les divers climats, il y a diverses saisons pour les orages, mais, dans toute l'étendue de l'atmosphère, il se détruit chaque année par les explosions de la foudre, une certaine quantité d'électricité, qui est, à peu près la même, et c'est cette dose qui, chaque année, est fournie par ces deux sources (*addit. au chap. VI*). Nous ajouterons à ces premiers aperçus quelques observations sur la production de l'électricité atmosphérique, communiquée à l'Aca-

démie royale des sciences de Paris par M. Peltier. L'eau répandue à la surface du sol, emporte en se vaporisant, l'électricité positive et laisse à la terre l'électricité négative : c'est vers deux heures après midi, que l'état électrique du sol a le plus d'intensité : l'air qui touche la terre et les maisons, se charge peu à peu de cette électricité négative dont la couche s'étend de telle manière que dans les temps chauds et secs, les monumens les plus élevés sont plongés dans une atmosphère négative fort intense. Lorsque des nuages se forment, l'électricité qu'ils possèdent étant ordinairement positive, ils augmentent par influence l'intensité de l'électricité négative de ces couches d'air, et l'y retiennent. Les premières gouttes d'eau qui tombent, neutralisent l'électricité du sol par l'électricité contraire qu'elles ont apportée des nuages : il arrive alors que les couches supérieures de l'air sont plus chargées que le sol lui-même, et lui rendent par tous les conducteurs possibles, c'est-à-dire par nos édifices, nos arbres et nos propres corps, une portion de l'électricité qu'elles avaient reçue. A l'appui de ce raisonnement sur la manière dont s'établissent des courans d'électricité entre l'air et la terre, M. Peltier cite l'observation suivante. Vendredi dernier, 4 septembre 1835, le temps s'était maintenu beau, la température était élevée et la terre avait donné des signes d'électricité négative jusqu'à 7 h. de l'après-midi : depuis quelque temps, les vapeurs devenaient visibles : quelques nuages peu puissans apparaissaient, et bientôt des gouttes d'eau tombèrent, rares, en petite quantité, mais constamment pendant une demi-heure : à peine les premières gouttes étaient-elles tombées que l'électromètre multiplicateur donna les signes d'un courant électrique ; il indiqua qu'un courant négatif descendait de l'atmosphère au sol, attirée par l'électricité positive des gouttes de pluie : bientôt je vis un jet continu d'étincelles entre le fil conducteur ascendant qui s'élève jusqu'au-dessus des cheminées de mon laboratoire et l'électromètre multiplicateur mis en

communication avec le fond du puits : ce jet d'étincelles indiquait une grande intensité dans l'électricité négative de l'air dominant la maison. A six pouces de distance du fil conducteur, les feuilles d'or de l'électroscope étaient projetées, et cependant, pour me préserver d'un courant dangereux, ce fil n'avait qu'un cinquième de millimètre de grosseur : ce courant continua durant vingt minutes, puis diminua et bientôt cessa tout-à-fait : la pluie était devenue abondante; le galvanomètre, un moment incertain, reprit son indication habituelle qui démontre l'état négatif du sol, mais très affaibli. M. Peltier termine sa lettre, en disant qu'il a cru devoir communiquer à l'Académie ce fait du retour d'un courant énergique aux premières gouttes de pluie, parce qu'il indique clairement l'état de l'atmosphère dans laquelle nous sommes alors plongés, et il a remarqué, dit-il, que cet état coïncide avec le malaise que l'on éprouve dans le moment qui précède certaines pluies d'été. Mais ne faut-il pas ajouter à ce qui vient d'être dit pour expliquer l'action de l'électricité de l'air sur nos corps, l'état dans lequel se trouve le sol lui-même avec lequel nous sommes en contact, et qui nous communique nécessairement l'électricité dont il est lui-même chargé. Ainsi, lorsque des nuages orageux planent au-dessus de nous, leur électricité positive décompose l'électricité naturelle de la terre, et attire à la surface l'électricité contraire : or cette surface, nous en faisons naturellement partie, puisque nous sommes perpétuellement en contact avec elle : nos corps, comme tout ce qui repose sur le sol, se charge d'électricité négative qui agit sur notre système nerveux ; et, en effet, ce n'est pas seulement, comme le dit M. Peltier, au moment où tombent les premières gouttes de pluie, que nous éprouvons le plus de malaise, mais c'est souvent longtemps avant que l'orage éclate, que nous souffrons et que nous ressentons l'influence des temps orageux.

Un an après cette communication, M. Peltier a fait la

suivante. Pendant l'été dernier, la plupart des nuages furent électriques, et presque tous ceux qui l'étaient, possédaient l'électricité positive. Cette année, il en est tout autrement : la plupart des nuages se sont montrés neutres, et ceux qui étaient électriques, l'étaient presque toujours négativement. A diverses reprises, il a pu observer les changemens plus ou moins brusques dans le signe de l'électricité des nuages. Ainsi, le 8 avril dernier, les nuages étaient fortement négatifs, et la déviation de l'aiguille pendant plusieurs minutes, se maintint à 80 degrés; mais il y eût plusieurs renversemens subits qui portèrent la déviation à 90° dans l'autre sens. Chaque fois que la déviation négative augmenta très subitement, il y eut presque aussitôt une averse de grésil : les nuages du reste du mois et de tout le mois de mai furent peu électriques. Le 8 juin, vers 4 heures, il y eut un courant négatif descendant : la pluie commença vers 5 heures : il y eut plusieurs alternatives négatives et positives dans le sens du courant : l'eau qui tombait ne changeait pas de signe comme le courant : elle donna toujours des signes négatifs à l'électroscope. Le 11 juin, le commencement de l'orage fut positif, le milieu négatif ; la fin redevint positive.

Le 16, à 2 h. du matin, dit M. Peltier, je fus réveillé, lorsque l'orage éclatait de toutes parts : je courus à mes instrumens : ils marquaient 80° d'un courant descendant négatif : les grands éclairs produisaient à peine 10 à 15 degrés de diminution dans la déviation : à 2 h. 30', le courant négatif marquait encore 70°, lorsqu'un très fort éclair eût lieu : l'aiguille pirouetta et alla s'arrêter à 80° de l'autre côté, où elle resta 30 minutes, puis revint à ses 70° primitifs. L'orage s'éloigna vers 2 h. 45' : l'aiguille revint à zéro, puis passa du côté positif où elle resta.

Nous laissons au lecteur le soin d'apprécier ces explications.

49. En étudiant l'état électrique des nuages qui passent au-dessus d'un cerf-volant, les physiciens, et, entr'autres,

le physicien anglais Canton, ont reconnu qu'ils sont chargés les uns d'électricité positive, les autres d'électricité négative, et qu'il s'en trouve qui sont à l'état naturel, et on peut conclure avec certitude que ceux qui sont chargés de la même électricité, se repoussent, tandis que ceux qui portent des électricités opposées, s'attirent. C'est au milieu de l'agitation générale de l'atmosphère, occasionée par le déplacement de ces masses que l'on voit briller l'éclair et qu'on entend retentir les éclats du tonnerre.

D'après M. Gay-Lussac (lettre à M. Alexandre de Humboldt), l'électricité s'accumule sur la surface extérieure des nuages où elle finit par acquérir une tension énorme en vertu de laquelle elle parvient à vaincre la pression de l'air, et s'élance en longues étincelles soit d'un nuage à l'autre, soit d'un nuage à la terre. On peut, dit-il, s'assurer facilement dans les pays de montagnes, qu'elle est souvent de plus d'une lieue : le bruit ne vient jamais qu'après l'éclair, et on compte autant de secondes ou de battemens de pouls entre l'apparition de l'éclair et le bruit qui lui succède, qu'il y a de fois 340 mètres (174,5 toises) entre le lieu où l'on est et celui où la foudre éclate. On dit que la production de la foudre est, en général, très rare au-dessus de 6000 mètres, et que son élévation est ordinairement comprise entre 6000 et 2000 mètres. Suivant MM. de Saussure et Gay-Lussac, les nuages se tiennent, en général, entre 2000 et 3000 mètres. M. John William assure que, dans un orage, la décharge électrique, au lieu de se faire du nuage à la terre, lui a paru se faire de la terre aux nuages. M. l'abbé Chappe d'Auteroche a souvent observé à Tobolsk, en Sibérie, et à Paris, dans les orages du 7 juillet 1766 et du 6 août 1767, la foudre s'élever de terre, et dans le dernier orage, elle parcourut de bas en haut un mât de 32 pieds, circulaire, dont l'extrémité inférieure avait un pied de diamètre, et l'extrémité supérieure, 8 pouces : ce mât, placé au milieu de la terrasse de l'observatoire, lui a servi de conducteur.

Nous pourrions citer d'autres faits à l'appui de la foudre ascendante.

50. M. Fusinieri vient d'étudier les effets de la foudre, sous un point de vue entièrement neuf. Suivant ce physicien, les étincelles électriques dues aux machines ordinaires, que nous voyons traverser l'air, contiennent du laiton en fusion et des molécules incandescentes de zinc, quand elles émanent d'un conducteur en laiton; si les étincelles partent d'une boule d'argent, elles contiennent des particules impalpables d'argent. Une sphère en or, donne naissance de la même manière à des étincelles qui, pendant leur trajet dans l'atmosphère, renferment de l'or fondu, etc., etc. Dans le centre de toutes ces étincelles, il y a des molécules seulement fondues; mais sur le contour extérieur, les parcelles métalliques éprouvent une combustion plus ou moins forte par leur contact avec l'oxygène de l'atmosphère. Lorsqu'une étincelle provenant d'une boule d'or, traverse une plaque d'argent, même assez épaisse, on aperçoit sur *les deux faces* de cette plaque, au point d'entrée et au point de sortie du jet électrique, une couche circulaire d'or dont l'épaisseur doit être bien petite, puisque la volatilisation naturelle suffit pour la faire disparaître en entier au bout de quelque temps. Suivant M. Fusinieri, ces deux taches métalliques se forment aux dépens de l'or en fusion que l'étincelle électrique contient. Le dépôt sur la première face, n'aurait rien d'extraordinaire; mais en adoptant pour la tache de la surface de sortie, l'explication du physicien italien, on est obligé d'admettre que l'or disséminé dans l'étincelle électrique, a traversé avec elle, du moins en partie, toute l'épaisseur de la plaque d'argent. Une étincelle sortant d'une boule de cuivre, donne lieu à des phénomènes analogues. L'étincelle qui émane d'un certain métal n'abandonne pas seulement une partie des molécules dont elle était d'abord imprégnée, quand elle va traverser un autre métal: elle se charge encore, aux dépens de celui-ci,

de molécules nouvelles. M. Fusinieri assure même qu'à chaque passage de l'étincelle, il s'opère des échanges réciproques entre les deux métaux en présence : que si l'étincelle, par exemple, part de l'argent pour se porter sur le cuivre, il n'y a pas seulement transport du premier métal sur le cuivre, mais aussi transport du cuivre sur l'argent. Ces phénomènes ne sont cités ici qu'afin de montrer que les étincelles de nos machines ordinaires, contiennent des matières pondérables. M. Fusinieri prétend qu'il existe de pareilles matières dans la foudre; qu'elles y sont aussi à l'état de grande division, d'ignition et de combinaison. Suivant ce physicien, des matières ainsi transportées sont la véritable cause des odeurs passagères que laisse le tonnerre partout où il éclate, comme aussi des dépôts pulvérulens dont restent entourées les fractures à travers lesquelles la matière électrique s'ouvre un passage. Ces dépôts beaucoup trop négligés jusqu'ici par les observateurs, ont offert à M. Fusinieri du fer métallique, du fer à divers états d'oxydation et du soufre. Les taches ferrugineuses laissées sur les murs des maisons pourraient, à la rigueur, provenir du fer dont la foudre se serait chargée aux dépens de celui qui fait partie des bâtisses de tout genre; mais que dirait-on des taches sulfureuses de ces mêmes murs, et surtout des traces ferrugineuses qu'on trouve en rase campagne sur les arbres foudroyés? M. Fusinieri se croit donc autorisé à conclure de ses expériences, que l'atmosphère renferme à toute hauteur, ou du moins jusqu'à la région des nuées orageuses (n° 49), du fer, du soufre et d'autres matières sur la nature desquelles l'analyse chimique est restée muette jusqu'ici; que l'étincelle électrique s'en imprègne et qu'elle les transporte à la surface de la terre où elles vont former de très minces dépôts autour des points foudroyés. Cette manière nouvelle d'envisager les phénomènes électriques, mérite assurément d'être suivie avec l'exactitude que comporte l'état actuel de la science. Tous ceux qui seront témoins de

la chute de la foudre, feront donc une chose très utile en recueillant avec soin la matière noire ou colorée que le fluide électrique semble avoir déposée sur toutes les parties de sa route où il a dû y avoir des changemens brusques de vitesse. Une analyse chimique scrupuleuse de ces dépôts peut conduire à des découvertes inattendues et d'une grande importance.

51. Le bruit du tonnerre, dans tous ses éclats et ses roulemens, n'est pas plus difficile à expliquer que le craquement de la plus petite étincelle : c'est la vibration de l'air ébranlé avec plus ou moins d'intensité. Quand l'étincelle part entre deux corps, il y a décomposition et recomposition d'électricité entre toutes les couches qu'elle traverse, et par conséquent vibration plus ou moins violente dans la matière pondérable : c'est une espèce de déchirement, ou de brusque séparation, comme il arrive dans l'expérience du crève-vessie : c'est cette vibration qui fait le bruit, en se propageant dans toute la masse environnante. Concevons maintenant le sillon d'un éclair d'une lieue, ou seulement de 3400 mètres d'étendue : la lumière brille au même instant dans toute cette étendue ; donc c'est au même instant que le bruit est excité dans toutes les couches ; mais le son ne se propage qu'à raison de 340 mètres en 1 seconde ; par conséquent, pour un observateur qui serait placé sur la ligne de l'éclair, à 340 mètres de l'une des extrémités, il y aurait d'abord éclat de lumière, puis silence absolu pendant 1" : alors le bruit commence à l'atteindre, et ce qu'il entend d'abord, c'est la vibration de la couche la plus voisine de lui ; le bruit des autres couches, arrive à la suite, se succède sans interruption et doit durer 10 secondes, dans l'hypothèse que nous avons faite, que l'autre extrémité est à 3400 mètres = 10×340 mètr : c'est donc la longueur de l'éclair qui détermine la durée du bruit. Les mêmes principes expliqueraient les éclats déchirans, les roulemens prolongés et tous les effets de cette redoutable

harmonie. Il arrive encore que les forêts, les vallées, les montagnes et même les nuages forment des échos pour répéter le bruit primitif. Quant au choc en retour, nous renverrons aux traités de physique et particulièrement à celui de l'abbé Haüy.

On a entendu, rarement à la vérité, le tonnerre gronder sous un ciel très pur. Par une température élevée, on aperçoit souvent des lueurs plus ou moins vives qu'on appelle *éclairs de chaleur*, et qui ne sont accompagnés d'aucun bruit : on a pensé 1° que ces lueurs proviennent d'étincelles électriques trop éloignées pour que le son parvienne jusqu'à nous; 2° que ce sont les irradiations de nuages isolés et surchargés d'électricité; 3° que c'est l'électricité de l'air, qui se dissipait aux dernières limites de l'atmosphère.

52. Suivant le physicien anglais Canton déjà cité, un orage peut parcourir huit, seize et même vingt-quatre mille géographiques par heure (1). Le voisinage des rivières, des fleuves et des montagnes, change sa direction et sa vitesse. Quelques physiciens prétendent avoir remarqué qu'il y a plus d'orages dans les nouvelles et pleines lunes que dans les autres phases.

Le célèbre Volta auquel on doit dix mémoires sur la *Météorologie électrique*, a publié une lettre sur le retour périodique des orages et sur le vent très froid et extraordinairement sec qui se fait sentir plusieurs heures après ceux qui sont accompagnés de grêle.

53. On a observé une espace de flux et de reflux périodiques dans le fluide électrique de l'atmosphère. En été, lorsque la terre est sèche, que le jour est chaud et serein, l'électricité atmosphérique va en croissant depuis le lever du soleil jusqu'au milieu du jour où elle atteint son *maximum* : elle reste stationnaire pendant une couple d'heures,

(1) Le mille géographique de 60 au degré, vaut 1851,8 mètres.

et diminue ensuite jusqu'à la chute de la rosée : vers minuit, elle se ranime de nouveau et presque entièrement. En hiver, le maximum d'électricité a lieu à 8 h. du matin et à 8 h. du soir : elle est plus faible dans la journée. M. Becquerel et Breschet, dans le mémoire cité (ch. I, n° 12), annoncent un moyen de recueillir immédiatement et avec facilité l'électricité atmosphérique, à 300 pieds au-dessus des plus hautes cimes des montagnes et même à de plus grandes hauteurs et de déterminer son accroissement à mesure que l'on s'élève.

54. Il y a plusieurs opinions sur la manière dont le fluide électrique agit sur l'économie animale : nous les avons rapportées ailleurs : ici nous nous bornerons à citer la relation des malheurs arrivés à Châteauneuf-les-Moustiers, le 11 juillet 1819, telle qu'elle fut adressée à l'Académie des Sciences de Paris, par M. Trancalve, vicaire-général de Digne. Ce village est situé au sommet et à l'extrémité de l'une des premières montagnes des Alpes, qui forment un amphithéâtre sur Moustiers.

Le 11 juillet 1819, jour de dimanche, M. Salomé, curé de Moustiers (*petite ville limitrophe du village*) et commissaire épiscopal, alla à Châteauneuf, pour y installer le nouveau recteur : vers les 10 h. $\frac{1}{2}$, on se rendit en procession de la maison curiale à l'église : le temps était beau ; on remarquait seulement quelques gros nuages : la messe fut commencée par le nouveau recteur. Un jeune homme de 18 ans, qui avait accompagné M. le curé de Moustiers, chantait l'épître, lorsqu'on entendit trois détonations du tonnerre qui se succédèrent coup sur coup : le missel fut enlevé de ses mains et mis en pièces : il se sentit lui-même serré étroitement au corps par la flamme qui le prit de suite au cou : alors, par un mouvement involontaire, ce jeune homme, qui d'abord avait jeté de grands cris, ferma la bouche, fut renversé et roulé sur les assistans qui tous avaient été terrassés, puis jeté avec eux hors de la porte.

Revenu à lui, sa première idée fut de rentrer dans l'église, pour se rendre auprès de M. le curé qu'il trouva asphyxié et sans connaissance : ce jeune homme appela sur ce respectable et infortuné pasteur, les soins et l'intérêt de ceux qui, légèrement blessés, pouvaient lui porter quelques secours : on le releva, on éteignit la flamme de son surplis, et par le moyen du vinaigre, on le rappela à la vie, deux heures après son étourdissement : il vomit beaucoup de sang et il assure n'avoir pas entendu le tonnerre et n'avoir rien su de ce qui s'était passé : on le porta au presbytère : le fluide électrique avait touché fortement la partie supérieure du galon d'or de son étole, coulé jusqu'au bas, enlevé un de ses souliers qu'il porta à l'extrémité de l'église, et brisé la boucle de métal et le siège sur lequel il était assis. Le surlendemain, il fut transporté dans son presbytère à Moustiers, pour être pansé de ses blessures qui n'ont été cicatrisées que deux mois après : il avait à l'épaule droite une escarre de plusieurs travers de doigt : une autre s'étendait du milieu postérieur du bras du même côté, jusqu'à la partie moyenne de l'avant-bras : une troisième escarre profonde partait de la partie moyenne et postérieure du bras gauche et allait jusqu'à la partie moyenne de l'avant-bras, du même côté : une quatrième plus superficielle et moins étendue, au côté externe de la partie inférieure de la cuisse gauche, et une cinquième sur la lèvre supérieure jusqu'au nez. Il a été fatigué d'une insomnie absolue pendant plus de deux mois ; il a eu les bras paralysés et a souffert des variations de l'atmosphère. Un jeune enfant fut enlevé des bras de sa mère et porté à six pas loin d'elle : on ne le rappela à la vie qu'en lui faisant respirer le grand air. L'église fut remplie d'une fumée noire et épaisse, et on ne pouvait distinguer les objets qu'à la lueur des flammes des vêtemens allumés par la foudre. Neuf personnes périrent, et on compta quatre-vingt-deux blessés. Parmi les victimes était une fille de 19 ans qui expira le lendemain matin, en proie aux dou-

leurs les plus horribles, à en juger par ses hurlemens. Le prêtre célébrant, c'est-à-dire, le nouveau recteur, ne fut point atteint de la foudre, sans doute parce qu'il avait un ornement en soie. Tous les chiens qui étaient dans l'église, furent trouvés morts dans l'attitude qu'ils avaient auparavant. Une femme, placée dans une cabane, à la montagne de Barbin, au couchant de Châteauneuf, vit tomber successivement trois masses de feu, qui semblaient devoir réduire le village en cendres. Il paraît que la foudre frappa d'abord la croix du clocher, qu'on trouva dans la fente d'un rocher, à une distance de 16 mètres : le feu électrique pénétra ensuite dans l'église par une brèche qu'il fit à la voûte, à la distance d'un demi-mètre de l'ouverture par où passe la corde d'une cloche : la chaire fut détruite. On trouva dans l'église une excavation d'un demi-mètre de diamètre, prolongée sous les fondemens du mur, jusque sur le pavé de la rue, et une autre qui pénétrait sous les fondemens d'une écurie qui est en-dessous, et où l'on trouva morts cinq moutons et une jument.

Le 30 août, à 3 h. de l'après-midi, un orage eut lieu sur la ville de Bologne (Italie) : tout à coup la foudre tomba sur l'une des maisons qui bordent une rue, et bientôt elle en sortit pour frapper le docteur Mazzoni ; heureusement elle ne pénétra qu'entre la cravatte et le cou, effleura la poitrine, l'estomac, l'abdomen, descendit le long de l'une des cuisses et par la jambe, s'écoula de l'une des bottes qu'elle déchira en sortant, après avoir tracé sa route sur le corps entier par un sillon très visible qui était une longue et douloureuse écorchure. A l'instant même, non seulement le docteur et ceux qui l'accompagnaient, tombèrent privés de toute force, mais encore quatre ou cinq personnes accourues sur les lieux, tombèrent également avec le même symptôme d'un affaiblissement général qui n'a pas eu de suites alarmantes. On n'a pu s'accorder sur la cause de ce phénomène.

55. Un fait très digne de l'attention des navigateurs, est le renversement par la foudre, des pôles de l'aiguille aimantée d'une boussole : d'où il résulte que le signe particulier qui sert à marquer le nord, passe au sud et inversement, en sorte que les marins trompés par cette fausse indication, sont exposés par un temps couvert ou brumeux, à suivre une route diamétralement opposée à celle qu'ils devaient tenir.

2^o DES FULGÉRITES OU TUBES FULMINAIRES.

56. Un des effets les plus remarquables de la foudre, est la production *des fulgérîtes* ou *tubes fulminaires* formés par la chute de la foudre dans le sable : c'est en 1711 que le professeur Hermann découvrit ces tuyaux à Messel en Silésie : depuis, d'autres naturalistes en ont trouvé dans diverses contrées. Un de ces tubes déterrés et conservés par le docteur Friedler, n'a pas moins de 22 pieds de longueur. La surface intérieure de ces tubes est un verre parfait, uni et très brillant ; et la surface extérieure est rugueuse et pleine d'aspérités. Au moyen de la batterie de feu M. Charles, la plus forte qui existe à Paris, MM. Arago, Hachette et Savart ont fait artificiellement des tubes vitreux, en faisant passer la décharge électrique à travers la poussière de verre, pilée et tassée dans un trou fait dans une brique.

3^o SUR LES ANGUILLES ÉLECTRIQUES.

57. On lit dans le *recueil des voyages* du baron de Humboldt, la description suivante *des Anguilles électriques* et de la manière de les pêcher : on les trouve dans les mares d'eau stagnante qui bordent l'Orénoque : ces poissons ont pour moyen de défense, leur excessive agilité qui ne permet pas de les saisir avec des filets. Le procédé des Indiens consiste à les prendre avec des chevaux : ils employèrent

une trentaine de coursiers qu'ils firent entrer dans le marécage : le bruit causé par leurs sabots, fit sortir du limon fangeux des milliers d'anguilles excitées à se défendre : la lutte entre des animaux d'une organisation si différente est un spectacle curieux. Les anguilles, semblables à de grands serpens jaunâtres et livides, se mirent à nager à la surface de l'eau, puis se rassemblèrent sous le ventre des chevaux et des mules. Les Indiens, armés de harpons et de longs roseaux minces, cernaient la mare ; quelques-uns d'entre eux grimperent sur les arbres dont les branches s'étendaient horizontalement au-dessus de l'eau : leurs cris sauvages et leurs longues baguettes empêchaient les chevaux de s'approcher du bord. Les anguilles étourdies par le bruit, se défendirent par de fréquentes décharges de leurs batteries électriques, et parurent longtemps avoir tout l'avantage. Plusieurs chevaux succombèrent à la violence des coups qu'ils reçurent dans les parties les plus vitales du corps, et paralysés par la force et la répétition du choc électrique, disparurent sous les eaux. Les autres, haletans, la crinière hérissée, l'œil hagard et exprimant les plus vives angoisses, se dressaient et cherchaient à échapper aux attaques de ces terribles reptiles ; mais les Indiens les ramenaient au combat : quelques-uns parvinrent cependant à tromper leur vigilance ; ils gagnèrent le bord, trébuchant à chaque pas, et restèrent étendus sur le sable, épuisés de fatigue et engourdis par le contact électrique des anguilles. En moins de cinq minutes, cinq chevaux moururent. Les anguilles finirent par se disperser et par se porter vers les bords où on en saisit cinq avec les harpons attachés avec de longues cordes : le soir, on en prit plusieurs autres, et le savant naturaliste cité plus haut en eut assez pour faire ses observations, que nous nous dispenserons de rapporter. MM. Broussonet, Lorenzini, Réaumur, etc., citent beaucoup d'autres poissons électriques qu'on rencontre dans la rivière des Amazones, dans le Niger, dans le Nil et ailleurs.

ADDITIONS

AU CHAPITRE VI.

(a). L'électricité que M. Pouillet a cru être fournie par le seul acte de la végétation aérienne, provient de deux sources différentes : en effet, une partie du fluide électrique se dégage de la portion aérienne du végétal qui décompose les principes constituans de l'air, absorbe le carbone pendant le jour et émet de l'oxygène, tandis que, la nuit, cette même partie exhale de l'acide carbonique. La partie souterraine de la plante décompose à son tour l'humus et les matières liquides du sol, et cette décomposition fait dégager directement de la terre, une grande quantité de fluide électrique : c'est seulement la première de ces doses électriques qui est fournie en plus pendant l'été; c'est elle qui contribue en plus à la formation des orages; tandis que la seconde continue à se dégager pendant l'hiver, époque où les racines des plantes ne cessent pas de se nourrir. L'électricité paraît favoriser dans les plantes la circulation de la sève, la transpiration des animaux et ranimer le jeu des fibres engourdis.

(b). On fait en ce moment en France et en Angleterre des expériences ayant pour objet de remplacer les perches des houblonnières par des fils de fer. Sous le rapport de l'économie, il n'est pas douteux qu'on n'arrive à de bons résultats; mais il en est un encore plus satisfaisant et qui est dû à une autre cause : en France, on croit qu'à l'aide de ces fils, on pourra se dispenser d'élever autant les tiges, et qu'en faisant, pour ainsi dire, tracer la plante autour de fils horizontaux, le sol s'échauffera davantage et les cônes muriront plus tôt. En Angleterre, ce n'est pas sous ce point

de vue qu'on a envisagé l'emploi des tiges en fer ; on les fait aussi longues au moins que les gaules actuelles , et on les termine en pointe. On a remarqué avec satisfaction que l'action électrique que déterminent ces conducteurs métalliques, avance considérablement la végétation : les effets sont tellement marqués qu'on peut voir une différence sensible dans la houblonnière avant et après le passage d'un nuage électrique auquel les conducteurs n'ont pas cessé d'emprunter du fluide. Ces conducteurs se comportent donc en tout comme les paratonnerres ; ils rendent neutres les nuages électriques qui passent à leur portée, et les agriculteurs, en les employant, rendent service à la contrée en faveur de laquelle ils diminuent les chances d'orage.

CHAPITRE VII.

Du serain. — De la rosée. — De la gelée blanche. — Du givre. —
De quelques procédés.

1^o DU SERAIN.

58. *Le serain* est une petite pluie fine qui tombe quelquefois sans que l'on aperçoive aucun nuage. Dans nos climats, ce phénomène se manifeste seulement pendant l'été et presque toujours au coucher du soleil : il a lieu surtout quand la sécheresse est grande : on l'observe plus fréquemment dans les vallées et dans les plaines basses, à une petite distance des lacs et des rivières : il est beaucoup plus rare dans les lieux élevés. Une pluie sans nuage nous semble d'abord un phénomène impossible ou, au moins, inexplicable ; mais on s'en rendra compte d'après l'expérience que nous allons décrire, et en observant que, pendant la chaleur du jour, tous les corps humides fournissent une grande quantité de vapeurs qui se répandent dans l'air, sans en troubler la transparence. Pour saisir facilement cette explication, qu'on conçoive un vase cylindrique en verre, rempli d'eau, ayant ses parois parfaitement transparentes, nettes et bien essuyées : qu'on suppose qu'il soit placé sur un support ou sur une table, dans un lieu dont la température est, par exemple, de 20 degrés, et qu'il ait lui-même cette température : on sait que si l'eau contenue dans ce vase est graduellement refroidie à 19°, à 18°, à

17°, etc., il arrive un instant où la transparence du verre est tout-à-fait troublée, et lorsqu'on regarde l'appareil attentivement, on aperçoit que ce phénomène est dû à une rosée très fine qui s'est déposée sur les parois. Appelons *point de rosée* l'instant précis où cette pluie commence à se déposer : si ce point a lieu, par exemple à 15°, on en conclura que la force élastique de la vapeur contenue dans l'air, est de 13 millimètres, force élastique *maximum* pour la température de 15°; c'est la limite de la résistance de la vapeur d'eau à être liquéfiée (Phys.). Le phénomène en question dépend donc de deux élémens qui sont la température de l'air ambiant et la force élastique de la vapeur qui existe dans l'air, et la condition de la production du phénomène est que la température s'abaisse au-dessous de celle qui convient à la l'apparition du phénomène. Ainsi que, dans un jour d'été, la température s'élève à 20°, que la force élastique de la vapeur contenue dans l'air, soit de 13 millimètres, et qu'à partir de 5 à 6 heures du soir, la température s'abaisse de plus en plus, les conditions du phénomène auront lieu, et il y aura production du serein.

2° DE LA ROSÉE.

59. Aristote avait déjà remarqué (*Traité de Météor.*) que les nuits calmes et sereines sont les seules pendant lesquelles il se produit de la rosée. Ce philosophe avait même recherché les causes de ce phénomène, causes auxquelles la physique de son temps ne lui permettait pas de remonter. Les cloches de verre avec lesquelles les jardiniers couvrent les plantes pendant la nuit, sont le matin tapissées intérieurement d'humidité : cette observation fit supposer que cette humidité s'élève de la terre. On trouve les premières traces de cette opinion dans l'histoire de l'Académie des sciences de Paris, pour 1687. Musschenbrook, Geersten, Dufay, Le Roy, Leslie, Benedict et Pierre Prevost, Young, Pictet,

Wilson (*Patrick*), Six de Canterbury ont écrit sur cette question. Suivant M. Arago (*Détails hist. sur la rosée, ann. du bureau des longitudes*), on doit faire honneur à Aristote de plusieurs observations importantes : c'est lui qui a reconnu le premier que la rosée est moins abondante sur les montagnes que dans les plaines : que la gelée blanche se dépose d'abord sous la forme de rosée proprement dite et se congèle ensuite : que tel vent qui produit tel effet dans telle localité particulière peut avoir un effet tout contraire dans tel autre lieu. Gersteen en 1733 et d'après lui Musschenbroek pensaient que la rosée s'élève de terre : le dernier admettait trois espèces de rosée. Dufay en 1736, chercha à faire revivre les idées de Gersteen et confirma la curieuse remarque de Musschenbroek suivant laquelle les métaux polis ne se couvrent pas de rosée. M. Leroy de Montpellier, déjà cité, paraît être celui qui a le plus approché de la véritable explication (*Mém. sur la rosée, vol. de l'Acad. Roy. des Scienc. de Paris, 1751*) : on doit à ce physicien cette observation importante : c'est que l'air est quelquefois tellement près du terme de la saturation que, par un temps serein et en plein jour, il dépose de l'eau sur les plantes garanties des rayons du soleil. Les observations de M. Bénédicte Prevost sont relatives à l'influence que les armures métalliques exercent sur la quantité de rosée qui se dépose sur les vitres des croisées. M. A. Wilson ayant suivi la marche du thermomètre pendant une nuit d'hiver, qui fut successivement et, à plusieurs reprises, claire et brumeuse, trouva qu'il montait constamment d'environ 0,6° centigrades dans l'instant où l'atmosphère s'obscurcissait, et qu'il revenait au point de départ, lorsque les brumes étaient dissipées. En 1792, M. Prevost indiqua le rayonnement des nuages, comme cause physique du phénomène en question. Mais il était réservé au docteur Wells de donner la véritable théorie de la rosée avec des détails qu'exige son importance. Le mémoire de ce physicien, que nous allons faire connaître,

a été couronné en 1816, par la Société Royale de Londres.

60. Si l'on place deux corps diversement échauffés, l'un devant l'autre, à une distance quelconque, même dans le vide, celui dont la température est la plus élevée échauffera graduellement le corps de la température la plus basse; il y a donc des effluves de rayons de chaleur, qui émanent de la surface des corps, à toutes les températures, et par l'intermédiaire desquels un corps peut agir à distance. Ces effluves ou ces rayons constituent ce que les physiciens nomment *calorique rayonnant*. Des métaux polis ont un pouvoir rayonnant très faible: il en est de même des substances filamenteuses telles que la laine, le coton, le duvet de cygne, etc. Au contraire, les vases de verre ou de métaux noircis ont un pouvoir rayonnant très fort. Tous les corps de la nature rayonnent constamment du calorique les uns vers les autres: les corps qui rayonnent le plus de calorique, sont aussi ceux qui en absorbent le plus. Le calorique rayonnant est absorbé en plus ou moins grande quantité par les corps qu'il vient frapper, et le surplus est réfléchi. Les corps polis tels que les métaux, réfléchissent presque tout le calorique rayonnant qui vient frapper leur surface, et par conséquent ces corps ne s'échauffent qu'à peine; au contraire, les surfaces ternes ne réfléchissent point le calorique, ou, n'en réfléchissant que très peu, s'échauffent rapidement par l'absorption qu'ils en font. *Le pouvoir absorbant est en raison inverse du pouvoir réfléchissant, ou il en est le complément*. Les corps s'échauffent en raison de leur pouvoir absorbant, et ils se refroidissent à raison du pouvoir rayonnant. On a reconnu que *plus les corps ont de pouvoir rayonnant, plus ils ont aussi de pouvoir absorbant, et moins conséquemment ils ont de pouvoir réfléchissant*. Le tableau suivant indique assez exactement la quantité de rayons que réfléchissent et absorbent quelques substances connues, lorsqu'elles sont rencontrées par 100 rayons de calorique.

	Rayons réfléchis.	Rayons absorbés.
Cuivre jaune	100	0
Argent	90	10
Étain en feuille	80	20
Acier	70	30
Plomb	60	40
Verre	10	90
Verre huilé.	5	95
Noir de fumée	0	100

Par rapport à la *conductibilité* ou *conducibilité* des corps, nous nous bornerons à dire que les métaux sont de très bons conducteurs de la chaleur : parmi eux, l'or tient le premier rang et le plomb le dernier. Les plus mauvais conducteurs sont le verre et surtout le charbon. Tous les corps réduits en filamens très fins ou en parcelles très petites, sont de mauvais conducteurs : les liquides ont une faible conductibilité et celle des gaz est plus faible encore.

Nous énoncerons à part deux principes posés par le docteur Wells :

1^o *Tout corps qui tend à diminuer l'étendue de la portion du ciel, qui peut être aperçue de la place qu'occupe un autre corps, diminue la quantité de rosée dont celui-ci se couvre.*

2^o *Le refroidissement d'un corps précède constamment l'apparition de la rosée*

L'observation vient à l'appui du premier principe : en effet, elle nous apprend que, pendant une nuit calme et sereine, les corps se mouillent plus ou moins ; que le matin, les gouttelettes de la nuit continuent à grossir encore pendant quelque temps ; qu'à l'instant où le ciel se couvre, la rosée cesse de se former, et que celle qui avait déjà mouillé les plantes disparaissait entièrement, ou, du moins, qu'elle diminuait très sensiblement. Quant au second, il suffira de se rappeler que, pour chaque degré du thermomètre, l'air

ne peut contenir qu'une quantité déterminée de vapeurs aqueuses, et d'autant plus grande que la température de l'atmosphère est plus élevée, en sorte qu'une couche d'air atmosphérique en contact avec un corps d'une température inférieure à la sienne, étant refroidie, son eau hygrométrique se précipite sur le corps et le mouille. Or ce refroidissement de l'air atmosphérique et de tous les corps déposés à la surface de la terre, s'opère, comme on le sait, par le rayonnement vers les espaces célestes. La différence de température entre les corps solides placés sur le gazon et l'atmosphère, sous un ciel parfaitement serein, s'élève à 6,7 ou 8 degrés centésimaux : si le ciel vient à se couvrir, cette différence disparaît tout à coup, ou elle devient insensible. L'agitation de l'air est toujours un obstacle à la formation de la rosée : il en est de même des brouillards qui, comme les nuages, font fonction d'écran, arrêtent et renvoient les rayons calorifiques émanés des corps qui sont au-dessous d'eux, en sorte que la température de ces derniers se conserve, au lieu de diminuer graduellement. Ajoutons que l'air rayonnant peu, un thermomètre placé à 4 pieds au-dessus du sol, ne varie pas.

Passons aux expériences qui confirment la théorie. Dans une nuit calme et sereine, le docteur Wells plaça 10 grains de laine, sur une planche peinte, d'un mètre et demi de long, de $\frac{2}{3}$ mètre de large et de deux centimètres d'épaisseur, soutenue à plus d'un mètre au-dessus de l'herbe, par quatre appuis de bois, très minces et d'égale hauteur ; en même temps, il attachait, mais sans trop les serrer, 10 grains de laine, au milieu de la face inférieure de cette planche : les deux touffes étaient conséquemment à deux centimètres de distance et se trouvaient également exposées à l'action de l'air : cependant le lendemain matin, il trouva que la couche supérieure était chargée de 14 grains d'humidité, tandis que l'inférieure n'en avait absorbé que 4. Une seconde nuit, ces quantités d'humidité étaient respectivement 16

et 9 grains ; une troisième nuit , elles étaient 12 et 11 ; une quatrième 20 et 4, et c'était toujours la touffe fixée à la surface inférieure qui acquérait le moins de poids. Les différences étaient moindres quand la touffe inférieure n'occupait plus, comme dans l'expérience précédente, une place d'où l'on ne découvrait presque aucune portion du ciel : ainsi 10 grains de laine, suspendus verticalement au-dessous de la planche, à une petite distance de l'herbe, acquirent dans une première nuit un excédent de poids de 7 grains : dans une seconde de 9 ; dans une troisième de 16. Dans les mêmes circonstances, une égale quantité de laine, placée sur l'herbe, mais tout-à-fait à découvert, se chargea de 10, 16 et 20 grains d'humidité. Dans la première expérience, la planche horizontale masquait la presque totalité du ciel ; dans la seconde, une portion considérable du ciel était visible de la place qu'occupait la touffe suspendue à la distance d'un pied de la planche. Cette théorie rend parfaitement compte de tous les phénomènes *de la rosée et des gelées blanches*, la première ayant lieu, lorsque la température ne descend pas au-dessous de zéro, et la gelée blanche étant produite dans le cas contraire.

61. Avant d'avoir reconnu le rôle important que joue le rayonnement nocturne dans les phénomènes de température, les physiciens ne croyaient pas à l'utilité de ces légers abris à l'aide desquels les agriculteurs garantissent les végétaux les plus délicats de l'action du froid. Suivant une expérience du docteur Wells, un mouchoir de batiste, ayant été tendu horizontalement sur quatre minces piquets de bois, au-dessus d'un pré, il arriva que, dans une nuit claire, la température du petit carré sous le mouchoir, se trouva quelquefois de 6 degrés centigrades plus élevée que celle des environs : quand les environs étaient fortement gelés, la température du gazon abrité par le mince tissu qui le recouvrait à deux pouces de distance du sol, était encore de plusieurs degrés au-dessus de zéro. Dans un temps couvert,

l'effet de la natte est peu appréciable. On trouve dans un ouvrage de l'*Inca Garsilaso de la Vega* intitulé : *Comentarios reales del Peru*, le passage suivant : « lorsque les » Indiens voyaient, à la nuit tombante, le ciel découvert et » sans aucun nuage, craignant alors la gelée, ils mettaient » le feu à leur fumier, afin de faire de la fumée, et chacun » d'eux, en particulier, tâchait d'en produire, autant qu'il » le pouvait, dans sa cour, parce que, disaient-ils, la fu- » mée empêchait la gelée, en faisant comme les nuages, » l'office d'une couverture. » Voyez dans le tome *LXII des Ann. de Chimie et de Physique* de MM. Gay-Lussac et Arago, les observations de M. Boussingault, sur le rayonnement nocturne, faites dans les Cordillères de la Nouvelle Grenade.

62. Il serait presque superflu de faire ressortir la liaison de ce phénomène avec les opinions des agriculteurs sur la *lune rousse* (1), s'il ne convenait de montrer qu'ils ne se trompent que sur la cause. Dans les nuits d'avril et de mai, la température de l'atmosphère n'est souvent que de 4, 5 ou 6 degrés centigrades au-dessus de zéro : quand cela arrive, les plantes exposées à la lumière de la lune, c'est-à-dire, à un ciel serein, peuvent se geler, nonobstant l'indication du thermomètre. Si la lune ne brille pas, c'est-à-dire, si le ciel est couvert, la température des plantes ne descendant pas au-dessous de celle de l'atmosphère, il n'y aura pas de gelée, à moins que le thermomètre n'ait marqué zéro. Il est donc vrai, comme les jardiniers le prétendent, qu'avec des circonstances thermométriques toutes pareilles, une plante pourra être gelée ou ne l'être pas, suivant que la lune sera visible ou cachée derrière les nuages : s'ils se trompent, c'est seulement dans la conclusion ; c'est en attribuant l'effet à la lumière de l'astre qui n'est ici que l'indice

(1) C'est la lune qui, commençant en avril, devient pleine, soit à la fin de ce mois, soit plus ordinairement dans le courant de mai.

de l'atmosphère pure, sereine et d'ailleurs calme à laquelle seule est dû l'effet en question (1).

Nous ne rapporterons pas ici d'autres expériences concluantes du docteur Wells, ainsi que les expériences antérieures faites par Harvey, Dufay et quelques autres météorologistes : on les trouvera détaillées dans l'ouvrage dont celui-ci est extrait. Dans une lettre au professeur Jameson, M. Henry Home Blackader développe une nouvelle théorie de la rosée qu'il distingue en rosées de première et de seconde formation : l'auteur annonce un second travail sur ce sujet (*Edimb. Phil. journ.* n° XXI, pag. 51). La société de physique expérimentale de Rotterdam, avait proposé un prix pour une nouvelle théorie de ce phénomène météorologique : M. Van Roosbroeck de Louvain, a envoyé un mémoire qui a été couronné et qui vient d'être publié. En voici en somme les principales conclusions, ou les faits dont il déduit sa théorie : l'eau qui est contenue dans l'atmosphère, est la source de tous les météores aqueux, et il n'y a pas plus de raison pour attribuer la cause de la rosée et des brouillards au refroidissement des corps placés à la surface de la terre, que de lui attribuer la cause de la pluie ou de la neige. Tous ces météores sont des phénomènes atmosphériques absolument indépendans de l'action de la terre ; les instrumens nous indiquent qu'il se passe dans

(1) Dans le Journal des Sciences Physiques, Chimiques et Industrielles, M. Arago a traité cette question : *La lumière de la lune noircit-elle le teint?* Il conclut d'abord d'une expérience que le noircissement de la peau ne peut être attribué à une action directe de la lumière lunaire. Le hâle du bivouac, dit-il, ce hâle qui se manifeste exclusivement dans les nuits sereines, ne semble-t-il pas ne pouvoir être considéré que comme l'effet du rayonnement de la peau qui, à la vérité, serait beaucoup moins intense que celui des substances mortes, placées dans les mêmes circonstances, et dont la température peut descendre de 6°, 7°, 8° et même 9° au-dessous de celle de l'air. En sorte qu'ici la lune serait encore non pas la cause, mais seulement l'indice de la cause qui est un ciel serein : enfin son rôle serait encore celui de la lune rousse.

l'atmosphère, quatre phénomènes remarquables : 1^o aspiration ou raréfaction de l'air, avec ou sans formation d'eau, l'une et l'autre accompagnées d'abaissement dans la température : 2^o refoulement ou affaissement de l'air, avec ou sans déposition d'eau; l'une et l'autre accompagnées d'élévation dans la température. Ces quatre phénomènes dépendant des marées atmosphériques, observées depuis longtemps par les physiciens, mettent sur la voie d'expliquer non seulement la rosée et les brouillards, mais encore la pluie ou la neige : ils rendent également compte des différentes circonstances qui accompagnent la formation de ces météores. Le calorique joue aussi un très grand rôle dans ce phénomène : il agit dans tous les corps d'une manière triple : il donne la forme, il maintient le volume, il règle la température. Or l'eau contenue dans l'air à l'état de vapeur, se condense en partie sous forme liquide, lorsqu'elle vient à perdre son calorique soit de forme soit de température. Ceci est tout-à-fait analogue à ce qui se passe dans la machine pneumatique : quand on y raréfie ou qu'on y comprime l'air, on y peut produire de la rosée ou du brouillard avec les mêmes circonstances que dans la nature.

63. M. l'astronome Flaugergues a imaginé un instrument nommé *drosomètre*, propre à mesurer la quantité de rosée qui se précipite pendant une nuit : il a trouvé qu'en 1823, il était tombé 152,5 fois autant de pluie que de rosée; que le mois où il est tombé le moins de rosée, est celui de mars, et que celui où il en est tombé le plus, est le mois d'octobre (*midi de la France*).

64. Pour compléter les notions précédentes, nous citerons une expérience qui prouve que l'effet calorifique produit par les rayons solaires peut être augmenté : le procédé consiste à affaiblir la perte éprouvée par le rayonnement du corps échauffé. Voici l'appareil employé à cet effet par M. de Saussure : il consiste en une caisse de bois, dans l'intérieur de laquelle on dispose plusieurs lames ou cloisons

de verre bien transparent, à distance les unes des autres : l'intérieur de la caisse est enduit de noir de fumée dont le pouvoir absorbant est très énergique, d'après le tableau ci-dessus : l'air échauffé est ainsi contenu de toutes parts, soit entre les lames, soit entre la dernière et le fond. Des thermomètres placés dans ces divers compartimens, marquent le degré de chaleur de chacun d'eux. Cet appareil ayant été exposé au soleil vers midi, on a vu le thermomètre placé dans le fond, monter jusqu'à 140°, et les autres indiquaient des températures d'autant moindres que le compartiment correspondant était plus éloigné du fond. Ici la chaleur n'est pas dissipée par le renouvellement de l'air : d'ailleurs elle se change dans l'appareil en chaleur obscure. Cette expérience justifie l'usage des doubles croisées pour élever la température des appartemens.

3° DU GIVRE ET DE LA GELÉE BLANCHE. INFLUENCE DU GEL ET DU DÉGEL.

65. *Le givre ou la gelée blanche* s'observe dans nos climats, pendant les fraîches matinées du printemps et de l'automne : la cause est la même que celle de la rosée ; car le givre n'est autre chose que de la rosée congelée (n° 59). Le refroidissement des feuilles par le rayonnement, en vertu duquel elles se couvrent d'eau, peut être porté à un tel point que cette eau se congèle. Ce phénomène constitue *les gelées blanches*.

On a remarqué que lorsque l'air extérieur se refroidit la nuit, les vitres des fenêtres se couvrent intérieurement d'humidité : cette eau s'est précipitée de la portion de l'air intérieur en contact avec le carreau qui s'est refroidi : ce refroidissement venant à continuer, cette eau se convertit en glace sous des formes particulières : telle est l'origine de

ces ramifications cristallines qu'on appelle *givre*, et qu'on voit sur les vitres, les matins des jours froids.

C'est ici le lieu d'indiquer le procédé qu'on a imaginé depuis longtemps pour faire de la glace au Bengale. Un terrain bien nivelé et d'une étendue convenable est divisé en petits carrés de 4 à 5 pieds de côtés, entouré d'un petit rebord de terre de 4 à 5 pouces de hauteur : dans chacun de ces compartimens, on fait un lit de paille ordinaire, ou de cannes à sucre, bien sèches, puis on y place autant de terrines remplies d'eau qu'ils peuvent en contenir : la glace se produit abondamment, quand l'air est calme et le ciel serein. Les nuages et les vents empêchent sa formation. On a élevé dans la plaine de S.-Ouen, auprès de Paris, une fabrique de glace, qui repose sur les mêmes principes.

Pendant tout le temps que le froid a duré, les murailles se sont refroidies : dès qu'arrive le dégel, elles enlèvent du calorique à l'air ambiant ; l'eau qui s'en précipite se dépose sur la paroi et la mouille. Un moyen très efficace de se débarrasser de cette humidité qui pénètre dans les appartemens par les murs, consiste à couvrir le mur entier ou seulement la partie humide, avec des feuilles de plomb, laminées et très minces, qu'on fixe au mur, en se servant de petits clous de cuivre : le papier de tenture peut être immédiatement collé sur le plomb.

Le soleil ne pénétrant pas dans l'intérieur des forêts, si l'air des environs dont la température est plus élevée, vient à s'y introduire, cet air se refroidit et lâche une partie de son eau : telle est l'origine d'un grand nombre de sources qu'on a desséchées en déboisant les forêts.

66. 2° Une autre cause qui contribue peut-être aussi à produire du froid dans les climats tempérés, c'est l'alternative de la gelée et du dégel. M. Prévost a observé que la gelée gagne bien plus rapidement que le dégel, et qu'ainsi une même quantité de chaleur doit être plutôt rendue libre dans le premier cas, qu'elle n'est absorbée dans le second ;

et comme la chaleur rendue libre de cette manière se disperse dans tous les sens et qu'une très petite partie en est retenue par les corps environnans, il en résulte qu'il y a dans les alternatives de gelée et de dégel, plus de chaleur perdue que gagnée, de sorte que là où la glace s'est formée, sa production doit par cela même augmenter. Cet effet se manifeste jusqu'à la latitude de 35°.

A cette occasion, nous citerons une merveille qui peut à bon droit, passer pour une curiosité du premier ordre ; c'est une couche de glace conservée depuis des siècles entre deux couches de lave. En 1828, la chaleur de l'été avait été si intense que Catane n'avait point de glace : on en manquait en Sicile et à Naples où la glace est le besoin de tous et de tous les jours. Les magistrats de Catane eurent l'idée de s'adresser à l'un des explorateurs les plus savans et les plus assidus de l'Etna, M. Gemellaro : ce géologue avait depuis longtemps remarqué sur le sommet du volcan, entre des cendres et des scories, un petit massif de glaces se montrant au jour par ses bords : il soupçonna que ce n'était là que l'affleurement d'une couche de glace beaucoup plus vaste et plus épaisse qui, dans les temps antérieurs, aurait été recouverte par la lave : il fit creuser la roche à coups de pioche, perça des galeries, et enfin on arriva à une couche épaisse de glace, emprisonnée de toutes parts dans la lave. L'explication du fait est simple. Durant l'hiver, la grande élévation de l'Etna fait qu'il s'accumule autour de son sommet beaucoup de neige et de glace que la chaleur de l'été fait ensuite fondre presque entièrement : il n'en peut entrer que dans les fentes et dans les crevasses qui font abri contre les rayons du soleil. On conçoit facilement que le volcan n'étant pas toujours en feu, son sommet peut devenir aussi froid que celui de tout autre montagne de même taille. Or imaginons que la partie supérieure du volcan étant ainsi enveloppée d'une calotte de glace, une éruption se produise : alors une colonne de feu s'élève, se

refroidit en partie pendant son ascension, puis retombe sur la glace, la saupoudre, peu à peu s'y accumule, et y forme une couche plus ou moins haute sur toute son étendue : le seul effet produit est de déterminer la fusion d'une petite quantité de glace qui, mouillant la couche de cendre dans sa partie inférieure, achève de la refroidir : que le volcan continuant le cours de ses éjections, vomisse maintenant par son cratère des flots de lave, cette lave descend vers la partie de la montagne où régnait tout à l'heure l'hiver et qu'une couche de glace couvrait ; mais la glace abritée sous la couche de cendre qui la revêt, reste à l'abri du feu : la chaleur ne pénètre pas ou ne pénètre que faiblement jusqu'à elle : elle demeure tranquille sous son manteau de feu : peu à peu ce manteau se refroidit, se solidifie, prend la température commune des régions supérieures de l'Etna, tandis que la glace inaccessible à son influence, préservée à tout jamais par lui des rayons du soleil, demeure fixe, inaltérable, éternelle. Les bergers qui habitent les rochers élevés de l'Etna ont l'habitude, afin de conserver la neige destinée à abreuver leurs troupeaux pendant l'été, de répandre à sa surface vers la fin de l'hiver, une couche de cendre qui suffit pour la préserver des rayons solaires. Les paysans savent que la cendre est un des plus mauvais conducteurs de la chaleur ; aussi ont-ils soin de s'en garnir le creux de la main, lorsqu'ils vont chercher du feu l'un chez l'autre. M. Gemellaro avait sans doute observé ces pratiques, et c'est en généralisant qu'il est parvenu à deviner et à découvrir cette glacière si précieuse pour le pays. L'ignorant se contente d'observer, l'homme sage observe et s'efforce sans cesse de comparer et de conclure.

CHAPITRE VIII.

De l'ascension. — De l'abaissement et de la suspension des nuages. — Réduction des formes des nuages à quelques classes principales.

67. L'histoire de l'évaporation apprend qu'à une température donnée, un espace limité n'admet qu'une quantité déterminée de vapeurs, et qu'aussitôt qu'on diminue l'espace ou la température, la vapeur se condense et s'offre à nos regards sous différens états. Suivant M. de Saussure, la vapeur, au moment où elle se précipite de l'air, se transforme en sphères creuses ou remplies d'air, qu'on a désignées sous le nom de *vésicules* (1); il les a vues flotter et voltiger dans l'air: il faut les distinguer des gouttelettes d'eau qui sont sphériques et pleines. Pour observer ces vésicules, qu'on expose aux rayons du soleil, ou, au moins, à un très grand jour, une tasse remplie d'un liquide aqueux très chaud, du café, par exemple: il en sortira une fumée plus ou moins épaisse. L'œil attentif ou armé d'une loupe, observera dans cette vapeur, un grand nombre de bulles sphériques de différentes grosseurs dont les plus déliées s'élèvent avec rapidité, et les plus grosses retombent bientôt dans la tasse, et roulent sur le liquide qu'elle contient: il

(1) M. le physicien Beudant pense qu'il est très difficile de s'assurer de l'existence de ces vapeurs *vésiculaires* ou *vésiculeuses*.

suffit de les voir pour être convaincu que ce sont *des sphères creuses* semblables aux bulles de savon. On sait depuis longtemps que l'*arc en ciel* ne paraît que quand les nuages commencent à se résoudre en gouttes liquides (*chap. XIV*).

M. Fresnel a donné une explication de l'ascension des nuages, indépendante de leur composition en globules d'eau ou en vapeurs vésiculaires, et qui s'applique même au cas où le nuage serait composé d'un assemblage de cristaux de neige, très déliés, comme cela peut avoir lieu dans les hautes régions de l'atmosphère (1).

Ce célèbre physicien fonde son explication sur la propriété dont jouissent l'air et les autres gaz de se laisser traverser par le calorique rayonnant sans s'échauffer; en sorte que pour en élever la température, il faut le contact des corps solides ou liquides échauffés eux-mêmes par ces rayons calorifiques. Cela posé, si un nuage est formé par des globules d'eau ou par des cristaux très déliés, ces globules ou cristaux s'échaufferont par les rayons solaires directs et réfléchis, et élèveront ainsi la température de l'air avec lequel ils sont mélangés: de sorte que l'air contenu dans l'intérieur de ce nuage sera plus chaud, plus dilaté et conséquemment plus léger que l'air ambiant: enfin lorsque le poids total du nuage sera spécifiquement moindre que celui de l'air environnant, le nuage s'élèvera, en vertu du principe d'Archimède. Il est encore d'autres circonstances qui tendent à favoriser cette ascension. Pendant la nuit, le nuage étant privé des rayons solaires, la température doit diminuer, mais d'autant moins rapidement qu'il aura plus d'épaisseur: d'ailleurs il continue à recevoir les rayons calorifiques en-

(1) L'explication de M. Fresnel paraît d'autant plus satisfaisante, que Deluc (*Rech. sur les modifications de l'atmosphère*) a constaté l'existence des nuages ascendants dont la température était plus élevée que celle du fluide ambiant. M. Gay-Lussac pense qu'ils obéissent à des courans verticaux ascendants ou descendans (*Ann. de Phys. et de Chim.*, tom. XXI).

voyés de la terre et dont l'effet retarde le refroidissement. Aussi remarque-t-on généralement qu'après le coucher du soleil, les nuages s'abaissent sensiblement. Nous avons dit (n° 49) que les nuages se tiennent à 2000 et 3000 mètres d'élévation : on en voit quelques-uns à la hauteur des édifices : d'autres restent plusieurs jours à la même hauteur.

Ne peut-on pas admettre avec vraisemblance, dit M. de Laplace, que le calorique des molécules aériennes exerce sur le calorique des molécules d'un corps réduit en parties très fines, une force répulsive d'autant plus grande que ces molécules se rapprochent de la ténuité des molécules de l'air, ce qui doit contribuer à soulever ces dernières et à les retenir pendant longtemps dans l'atmosphère. N'est-ce pas ainsi que les vapeurs vésiculaires qui forment les nuages s'y trouvent suspendues.

Howard et Lampadius ont réduit à quelques classes principales les formes si nombreuses, si variées et parfois si bizarres que les nuages affectent dans leur expansion : ces classes sont les suivantes : 1° *Cirrus*, *Cumulus*, *Stratus*, qui sont les élémens des espèces suivantes : 2° *Cirro-Cumulus*, *Cirro-Stratus*, *Cumulo-Stratus*, *Nimbus*. M. de Lamarck avait déjà désigné par des noms les diverses apparences de nuages, et tout récemment M. Clos a adopté une classification particulière.

CHAPITRE IX.

De la pluie. — des pluies de couleur. — De la grêle. — De la neige rouge. — Des brouillards humides et secs. — Du grésil. — Du verglas. — Addition où l'on revient sur plusieurs de ces phénomènes.

1° DE LA PLUIE.

68. La pluie tombe rarement, peut-être même ne tombe-t-elle jamais par un simple abaissement de température : elle est presque toujours le résultat de la rencontre de deux nuages à températures différentes, que des vents opposés poussent l'un vers l'autre. Or il est démontré en physique que si deux masses d'air, l'une à 25° et l'autre à 15°, par exemple, viennent à se rencontrer, le résultat de leur mélange sera une masse d'air à une température moyenne de 20 degrés, et que l'excès de capacité que produit l'ascension de 15° à 20°, n'est pas capable d'absorber la vapeur que perd l'autre masse, en descendant de 25° à 20° : il y aura donc une certaine quantité d'eau mise à nu, et par conséquent il peut y avoir production de pluie. Jamais il n'y a production de pluie dans une atmosphère calme (n° 69) ou agitée, suivant une même direction : car lors même que c'est le vent le plus favorable à la direction de la pluie, et, par exemple, le vent du midi qui souffle pendant

plusieurs jours de suite, il n'y a pas de précipitation d'eau : il arrive seulement que les sommets des montagnes, plus froids que le plat pays, font déposer à cet air une portion de son humidité qui favorise la végétation.

69. Le tableau suivant offre la quantité moyenne d'eau qui tombe annuellement dans différens pays.

Cap. Français (St.-Domingue)	308 mètres cubes.
La Grenade (aux Antilles)	284
Tivoli (St.-Domingue).	273
Garfagnana (duché de Modène).	249
Bombay	208
Calcutta (Bengale).	205
Kendal (en Angleterre)	156
Gênes.	140
Charlestown.	130
Joyeuse (France)	129
Pise	124
Naples	95
Douvres	95
Milan.	94
Viviers	92
Lyon	89
Liverpool	86
Manchester	84
Venise	81
Lille	76
Utrecht	73
La Rochelle.	66
Londres	53
Paris	53
Marseille.	47
Pétersbourg.	46
Upsal (Suède)	43

Ce tableau montre que la quantité d'eau tombée, est

d'autant plus grande qu'on s'approche plus de l'équateur, ce qui s'accorde avec les observations de M. de Humboldt. En même temps que les jours de pluie sont plus nombreux, ces pluies sont moins abondantes. Quoique les pluies soient habituellement plus fortes en été qu'en hiver, les débordemens des rivières sont cependant plus fréquens dans la dernière saison que dans la première, ce qui s'explique en observant que les pluies d'été tombent presque toujours par orage, et qu'elles ne sont pas aussi universelles que les pluies d'hiver, saison pendant laquelle elles sont, à la vérité, moins intenses, mais beaucoup plus générales. Il faut ajouter que l'évaporation est beaucoup plus grande en été qu'en hiver. Il est de ces phénomènes extraordinaires sur lesquels la science possède peu d'observations, par la raison que ceux auxquels il a été donné de les voir, évitent d'en parler, de peur de passer pour des rêveurs. Au nombre de ces phénomènes, nous rangerons certaines pluies des régions équinoxiales. Quelquefois, entre les tropiques, *il pleut* par l'atmosphère la plus pure, par un ciel du plus bel azur : les gouttes ne sont pas très serrées, mais elles surpassent en grosseur les plus larges gouttes des pluies d'orage de nos climats. On a pour garans de ce fait et M. de Humboldt qui l'a observé dans l'intérieur des terres, et M. le capitaine Beechey qui en a été témoin en pleine mer. Quant aux circonstances dont une aussi singulière précipitation d'eau peut dépendre, elles ne nous sont pas connues. En Europe, on voit quelquefois par un temps froid et parfaitement serein, tomber lentement en plein midi, de petits cristaux de glace, dont le volume s'augmente de toutes les parcelles d'humidité qu'ils congèlent dans leur trajet : ce rapprochement ne mettrait-il pas sur la voie de l'explication désirée ? Les grosses gouttes n'ont-elles pas été dans les plus hautes régions de l'atmosphère, d'abord de très petites parcelles de glace, excessivement froides ; ensuite, plus bas, par voie d'agglomération de gros glaçons, plus bas encore des glaçons fon-

du sud ou de l'eau? il faudrait encore rechercher si, pendant ces singulières pluies, les régions du ciel d'où elles tombent n'offraient pas quelques traces de halos (chap XIII). Si ces traces s'apercevaient, quelques légères qu'elles fussent, l'existence des cristaux de glace dans les hautes régions de l'air serait démontrée. Au surplus, nous sommes, dit M. Arago, dans une ignorance complète sur les causes de la pluie (chap. XIV).

70. Suivant M. l'astronome Bouvard, lorsqu'il pleut, quoique le baromètre soit élevé, il règne généralement deux courans dans l'atmosphère, l'un inférieur venant du nord, l'autre supérieur dirigé en sens contraire. Quelquefois le baromètre est très bas, sans qu'il pleuve : c'est qu'alors le phénomène précédent se produit généralement en sens contraire, c'est-à-dire que le courant inférieur vient du sud et le courant supérieur arrive du nord. Quand plusieurs vents troublent à la fois l'atmosphère, et M. Bouvard en a observé jusqu'à quatre qui soufflaient simultanément, on ne peut plus rien déduire de la marche du baromètre (1). Le physicien Schübler déjà cité (chap. V), a examiné avec beaucoup de soin la question de l'influence de la lune sur la pluie : les bases sur lesquelles il se fonde, sont 28 années d'observations météorologiques faites en Allemagne, savoir :

A Munich de 1781 à 1788 .

Stuttgard de 1809 à 1812

Augsbourg de 1813 à 1828

Mais pendant les vingt années de 1809 à 1828, il a trouvé que le *maximum* du nombre de jours pluvieux

(1) Le baromètre, suivant l'opinion commune, prédit la pluie ou le beau temps, suivant que la colonne s'abaisse ou s'élève : cependant, ainsi qu'on le démontre en physique, le baromètre devrait monter, lorsque le temps est pluvieux, puisque la pression atmosphérique augmente de toute celle de la vapeur d'eau : néanmoins le contraire arrive presque toujours, notamment dans les grandes tempêtes.

avait lieu entre le premier quartier et la pleine lune, le *minimum* entre le dernier quartier et la nouvelle lune. Le nombre des jours de pluie, dans le dernier intervalle, est au nombre des jours de pluie pendant le premier, comme 5 à 6. En étendant ces observations à 28 années, M. Schübler a suivi le phénomène non seulement pendant les quatre octans qu'on appelle premier, second, troisième et quatrième, et qui sont à égales distances de la nouvelle lune et du premier quartier; du premier quartier et de la pleine lune, de la pleine lune et du second quartier, du second quartier et de la nouvelle lune, et il a trouvé un accroissement assez régulier du nombre de jours pluvieux, depuis la nouvelle lune, jusque vers le 2^e octant, ensuite un décroissement graduel; enfin un *minimum* situé entre le dernier quartier et le quatrième octant : quand on posséderait une plus longue suite d'observations, il sera facile d'effectuer les mêmes calculs relativement à tous les jours du mois lunaire. Le même physicien a encore examiné l'influence sur la pluie de la distance de la lune à la terre : il a trouvé que, toutes choses égales d'ailleurs, plus la lune est voisine de la terre, plus les chances de pluie sont grandes. Les observations faites à Vienne ont amené Pilgram à la même conclusion. Nous n'insisterons pas davantage sur ces influences et d'autres encore qui seraient dues au lever, au coucher, au passage au méridien de notre satellite, et nous renverrons sur ces questions qui ne sont encore que soulevées, à l'addition (a) à ce chapitre (1).

(1) Dans un mémoire adressé à l'Académie des Sciences de Paris, sur l'influence attribuée à la lune sur les changemens de temps, M. Lartigue, capitaine de corvette, laisse aux agriculteurs le soin de soutenir que tout passage d'une phase de la lune à la suivante, amène un changement de temps et aux marins, qu'elle exerce une influence sur le temps et sur les vents. Des observations continuées pendant deux ans, me convinquirent, dit M. Lartigue, que les courans des marées exerçaient une action puissante sur l'atmosphère, et que l'influence de la lune y était pour peu de chose.

71. De toutes les espèces d'eau, la plus pure est l'eau de pluie; les eaux qui proviennent des pluies d'orage, sont moins bonnes que celles que fournissent des pluies douces, et celles-ci sont plus pures pendant la durée de la pluie, qu'au moment où elle commence à tomber. Une condition essentielle à l'eau potable, est de tenir de l'air en dissolution : les eaux filtrées la remplissent à un très haut degré, parce qu'elles ont été mises en contact avec l'air, par une infinité de points. Après les eaux de pluie viennent les eaux de rivière qui sont plus légères que celles des sources et des citernes. Les eaux de puits sont de deux espèces, stagnantes ou courantes : les premières sont de mauvaise qualité. Voyez l'addition (e).

72. Dans quelques observatoires, on a établi un *hydromètre*, ou *udromètre*, ou *pluviomètre* (1) qui est un instrument propre à mesurer la quantité d'eau tombée dans un temps déterminé, et, par exemple, dans une année : dans celui de Paris, l'un de ces instrumens est placé dans la cour, et l'autre en haut de l'observatoire : le premier reçoit toujours une quantité d'eau plus grande que le second : cette différence qui tient à la diminution de la divergence des filets d'eau, à mesure qu'on s'approche de la terre, est d'environ un septième. D'ailleurs le fait de cette différence s'explique naturellement, en observant que sur la plateforme de l'observatoire, l'eau est, en partie, déviée de l'hydromètre par l'action des vents, tandis qu'il n'en est plus ainsi de celle qui alimente l'hydromètre inférieur, parce qu'étant abrité par le bâtiment, les filets de pluie tombent verticalement. Sur cette explication, nous renverrons au n^o (c) des additions à ce chapitre et aux n^o 101 du chapitre XIV et 121 du chapitre XVIII.

(1) M. Samuel Crosley de Londres, a récemment inventé une *Rain-Gauge* qui donne la quantité de pluie tombée.

2° DES PLUIES DE COULEUR, DE CRAPAUDS ET DE POISSONS.

73. On a vu des pluies de sang, dans le langage populaire, dont la couleur est due à des insectes rouges. Des pluies de feu, que le célèbre Bergman attribue à la combinaison d'une forte décharge électrique qui étincelle en touchant la terre. Le 31 mars 1823, il tomba dans les environs de Crailsheim, une pluie de couleur de soufre : vue au microscope, elle paraissait composée de beaucoup de globules ronds qui ressemblaient au pollen des arbres verts. Les forêts de pins, d'où ces globules pouvaient provenir, sont éloignées d'une lieue et demie de Crailsheim. Il existe des pluies d'autres couleurs qui seront mentionnées plus loin.

MM. le professeur Morren, Ch. Vanhoorebeek, etc., ont parlé avec détails de pluies de couleur tombées en différents points de ce pays, et de la poussière qui les a colorées. M. Lyngbye a cité une pluie de soufre, tombée au printemps à Copenhague et aux environs, formée de grains polliniques du *pinus sylvestris*. Le *scolopendra phosphorea* de Linnée, tomba sur un vaisseau qui naviguait dans la mer des Indes et de l'Éthiopie, à cent milles du continent. On pourrait citer une infinité d'autres causes de coloration de la pluie, de la neige, etc.

Nous relaterons ici un autre phénomène appuyé de preuves irrécusables et qui cependant a été contesté par M. Dumeril, membre de l'Institut de France. Une première lettre à ce sujet, est de M. Huard : J'étais, dit-il, à Jouy, au mois de juin 1832, et je me rendais à l'église pour assister au baptême d'un nouveau né, accompagné du parrain, de la marraine et de la nourrice. Un orage nous surprit et je vis alors tomber du ciel des crapauds : j'en reçus sur mon parapluie ; le sol était couvert d'une quantité prodigieuse de ces animaux qui sautillaient, et je les vis ainsi pendant

environ 10 minutes, sur un espace de plus de 200 toises, qui me restait à parcourir ; les gouttes d'eau qui tombaient en même temps, n'étaient guère plus nombreuses que les crapauds. Une seconde lettre de M. Zichel, rapporte qu'étant en 1808, sous-lieutenant au 10^e régiment de chasseurs, et commandant un piquet de 25 chevaux, sous les murs de Burgos, il vit tomber à travers les branches dont il s'était formé une sorte de petit toit en abri, une quantité innombrable de petits crapauds. Dans l'été de 1794, M. L. Gayet, actuellement employé au ministère du commerce, faisait partie d'une grand'garde de 150 hommes, fournie par le 5^e bataillon du Nord, cantonné à cette époque dans le village de Lalain, département du Nord, près de l'abbaye de Flines, aux environs du territoire que les Autrichiens avaient inondé pour défendre l'approche de la ville de Valenciennes que les Français assiégeaient : il faisait très chaud, et, pendant la matinée, les rayons du soleil avaient fait élever sur les lieux inondés, des vapeurs épaisses qui montaient sous forme de colonne : tout à coup, vers les trois heures de l'après-midi, il tomba une pluie si abondante que les 150 hommes de la grand'garde furent obligés, afin de n'être pas submergés, de sortir d'un grand creux où ils s'étaient abrités : mais quelle fut leur surprise, lorsqu'ils virent tomber sur le terrain d'alentour, un nombre considérable de crapauds de la grosseur d'une noisette. M. Gayet, ne pouvant croire qu'ils tombaient avec la pluie, fit étendre à hauteur d'hommes, son mouchoir qui reçut, en peu de temps, un assez grand nombre de crapauds dont plusieurs étaient encore à l'état de têtards. Nous supprimons quelques autres détails qui viennent appuyer cette observation. L'un des derniers dimanches d'août 1804, après plusieurs semaines de sécheresse et de chaleur, et à la suite d'une matinée étouffante, un orage éclata vers trois heures de l'après-midi, sur le village de Fremar, à 4 lieues d'Amiens ; je me trouvais alors, dit M. Duparcque, avec le curé de la

paroisse : en traversant le clos peu étendu qui sépare l'église du presbytère , nous fûmes inondés ; mais ce qui me surprit , ce fut de recevoir sur la figure et sur les vêtements de petites grenouilles : ce n'est pas la première fois que je vois cela , dit le curé : un grand nombre de ces animaux sautaient sur le sol : M. Duparcque expose ensuite ses idées sur les causes de ce phénomène : il partage l'opinion déjà émise plusieurs fois avant lui , que ces animaux ont été enlevés par un tourbillon de vent à la surface du sol , et peut être avec une portion de l'eau des marais.

M. Ampère qui regarde ce phénomène comme incontestable , en avait proposé à la Société des Sciences naturelles une explication qui paraît assez plausible et que des observations attentives mettaient entièrement hors de doute. Ce savant avait remarqué , et c'est ce que les promeneurs ont pu remarquer aussi , que lorsque les crapauds ou les grenouilles viennent de perdre leurs queues , ces animaux éprouvent le besoin d'abandonner le lieu de leur naissance , et se mettent en effet à courir d'une manière vagabonde et par très grandes masses dans la campagne. Durant ces promenades , il serait possible qu'un de ces coups de vent violens qui accompagnent les orages , enlevât sur son passage une certaine quantité de ces faibles et légers animaux. Il suffirait donc d'être amené à observer l'effet d'un coup de vent violent sur une de ces petites armées voyageuses.

M. Peltier , physicien connu (n° 48) , raconte , qu'un jour un orage s'avançait sur la petite ville de Ham , en Picardie , qu'il habitait alors , et qu'il en observait la marche menaçante , lorsque tout à coup , la pluie tomba par torrens ; il vit aussitôt la place de la ville couverte de petits crapauds ; plusieurs tombèrent sur son chapeau , sur son corps et dans ses mains. En 1814 , une dame qui désire que son nom reste ignoré , écrit ces lignes : dans les premiers jours de septembre , je chassais avec mon mari dans le parc du château d'Ognon que nous habitons près Senlis ; il pouvait

être midi, à peu près, lorsque le tonnerre gronda fortement, et tout à coup un nuage énorme et fort noir obscurcit le jour : nous nous mîmes de suite en marche vers le château dont nous étions encore passablement éloignés, quand un coup de tonnerre d'une force extraordinaire rompit le nuage qui versa sur nous un torrent de crapauds, mêlé de gouttes de pluie : je crus d'abord que c'était de la grêle ; mais quand je vis la terre se joncher de ces vilains animaux, au point que nous en étions couverts, ah ! monsieur, je ne puis vous exprimer ce que j'en ai ressenti ? M. le colonel Jules Marnier venait de traverser un chemin sur lequel un gros nuage versa une pluie peu abondante sur une largeur d'environ 50 toises : quel fut son étonnement de voir, quelques minutes après son retour, une innombrable quantité de petits crapauds répandus sur la terre ? bien qu'il n'ait pas été présent au moment de leur apparition, il ne peut croire qu'ils se soient développés en quelques minutes sur place, et cela dans une direction d'environ 100 toises (194 mètres) des deux côtés de la route, direction qui était celle du nuage. M. Pontus, professeur à Cahors, adresse à l'Académie des Sciences de Paris, une communication sur un phénomène de cette espèce, dont il a été témoin au mois d'août 1804, dans la diligence d'Alby à Toulouse. A cette occasion, M. Arago fait la remarque que les *Traité de Météorologie* sont remplis d'observations semblables, et que, pour les rejeter, il faudrait admettre une singulière hallucination chez les personnes qui les ont rapportées sans intérêt et sans prétention.

On a encore observé des pluies de paille, de sable, etc. ; mais nous reviendrons sur ces singularités au titre cinquième du chapitre onze.

M. Vital Masson, curé de Balligné, canton de Varade, département de la Loire inférieure, a vu, pendant l'été de 1820, tomber avec une pluie d'orage, des petits poissons de 9 à 10 lignes de longueur, fait qui ne serait pas le

seul qu'on pût citer. Dans l'été de 1820, les élèves du séminaire de Nantes, virent avec surprise à la suite d'un orage pendant lequel ils s'étaient mis à l'abri, la surface de la campagne couverte, sur une étendue de 400 pas, d'une multitude de poissons, d'un pouce de longueur environ. Dans l'Inde sur les bords du Gange, on a observé en 1834, à la suite d'un ouragan, des poissons du poids d'une livre, tombés sur le sol dans un espace de deux arpens. En Écosse, dans le Kinross-Shire, il tomba une pluie de harengs, et enfin dans l'Amérique Méridionale, une pluie de sangsues.

3° DE LA GRÊLE.

74. La grêle qui paraît avoir une grande analogie avec la neige, en diffère surtout par l'époque de sa formation. c'est dans le printemps et l'été, aux heures les plus chaudes de la journée, que la grêle se forme le plus abondamment. En Europe, elle tombe presque toujours dans le jour : cependant, il n'est pas aussi rare qu'on le suppose, d'en voir tomber la nuit : la grêle précède ordinairement les pluies d'orage : jamais ou presque jamais elle ne les suit, surtout quand ces pluies ont eu quelque durée. Les nuages chargés de grêle semblent avoir beaucoup plus de profondeur que les autres, et se distinguent des autres nuages orageux, par une nuance cendrée très remarquable : leurs bords offrent des déchirures très multipliées : leur surface présente çà et là d'immenses protubérances irrégulières : elle semble gonflée : on a reconnu que ces nuages paraissent généralement très peu élevés ; car on en a vu plus d'une fois, d'où la grêle devait, quelques minutes plus tard, s'échapper par torrent, couvrir, comme d'un voile épais, toute l'étendue d'un vallon, pendant que les collines voisines jouissaient d'un ciel pur et d'une douce température.

On entend quelquefois, avant la chute de la grêle, un bruit, un craquement particulier qu'il serait difficile de mieux définir qu'en le comparant à celui que produit un sac de noix, qu'on vide. La grêle présente des formes très variées; mais tous les grêlons d'une même averse affectent, à peu près, des figures semblables. Les observateurs ont remarqué de bonne heure, qu'il y a presque toujours au centre des grêlons, un petit flocon de neige spongieux : cette partie est ordinairement la seule opaque : les couches concentriques dont elle se trouve entourée, ont toute la diaphanéité de la glace ordinaire. Il tombe quelquefois de gros grêlons à centre neigeux, qui sont formés de couches concentriques alternativement diaphanes et opaques, qui pourraient répondre à autant d'époques de formation. Au reste, nous n'entrerons pas plus avant dans le détail de ces variétés dont la représentation exigerait des figures que nous avons écartées de ce Traité. Une assertion avancée dans quelques ouvrages, attribue à la grêle une densité supérieure à celle de l'eau : ce fait peu vraisemblable, mais facile à constater, indiquerait que, dans quelques circonstances, cette congélation se forme autrement que celle de la glace qui est spécifiquement plus légère que l'eau.

Il n'y a peut-être jamais eu dans aucun pays une chute de grêle, ni plus affreuse dans ses résultats, ni plus remarquable par les particularités qu'elle a offertes, que celle dont M. Tessier publia la relation en 1790. L'orage commença au midi de la France, dans la matinée du 13 juillet 1788, traversa en peu d'heures toute la longueur du royaume, et s'étendit ensuite dans la Belgique et la Hollande. Tous les terrains grêlés, se trouvèrent situés sur deux bandes parallèles étendues du sud-ouest au nord-est. L'une de ces bandes avait 175 lieues de longueur, l'autre environ 200 lieues (*la lieue terrestre vaut 4,4444 kilomètres*): on reconnut que la largeur moyenne de la bande grêlée la plus occidentale, était de 4 lieues, et que celle de l'autre

bande, était de 2 lieues seulement : l'intervalle compris entre ces deux bandes ne fut pas grêlé : il reçut une pluie très abondante : sa largeur moyenne était de cinq lieues . il tomba beaucoup d'eau soit à l'orient de la bande grêlée de l'est , soit à l'ouest de la bande grêlée occidentale. Partout la chute du météore fut précédée d'une obscurité profonde qui s'étendit bientôt loin des pays grêlés : l'orage avait une marche très rapide : sa vitesse était de 16 lieues $\frac{1}{2}$ à l'heure ; elle fut, à peu près, la même sur les bandes orientale et occidentale, comme on en peut juger par le tableau suivant :

Bande occidentale.

Grêle à 6 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Loches en Touraine.
à 7 h. $\frac{1}{2}$ auprès de Chartres.
à 8 h. à Rambouillet.
à 8 h. $\frac{1}{2}$ à Pontoise.
à 9 h. à Clermont en Beauvoisis.
à 11 h. à Douay.
à 12 h. $\frac{1}{2}$ à Courtray.
à 1 h. $\frac{1}{4}$ à Flessingue.

Bande orientale.

Grêle à 7 h. $\frac{1}{2}$ du matin, à Artenay près d'Orléans.
à 8 h. à Andonville en Beauce.
à 8 h. $\frac{1}{2}$ au Faubourg Saint-Antoine à Paris.
à 9 h. $\frac{1}{2}$ à Crespy, en Valois.
à 11 h. à Château-Cambresis.
à 2 h. $\frac{1}{2}$ à Utrecht.

On voit que le nuage oriental avait un peu d'avance sur l'autre. Dans chaque lieu, la grêle ne tomba que 7 à 8 mi-

nutes : les grêlons n'avaient pas tous la même forme ; les uns étaient ronds et les autres armés de pointes : les plus gros pesaient une demi-livre. Les dégâts occasionés en France, dans les mille trente-neuf paroisses que frappa cette grêle, se montèrent, d'après une enquête officielle, à 24,690,000 francs. Ce phénomène offre l'exemple le plus prodigieux et de l'énergie des puissances qui agissent pour rassembler la vapeur d'eau et pour la maintenir suspendue dans les airs ; et de celles qui agissent pour produire, au milieu des chaleurs de l'été, un refroidissement subit dans autant de régions de l'atmosphère (1).

M. Lecoq adresse à l'Académie des Sciences de France quelques observations que nous croyons devoir consigner ici. Un orage ayant éclaté le 28 juillet 1835, M. Lecoq, à l'exemple de M. Tessier, chercha quelle avait été sa marche : celui du 28 juillet prit naissance sur l'Océan, vers 10 heures du matin. La grêle commença par ravager une partie de l'île d'Oleron ; ensuite le nuage traversa de l'est à l'ouest le département de la Charente Inférieure, puis celui de la Haute-Vienne ; à midi, il arriva dans celui de la Creuse ; à une heure et demie, il franchissait la limite occidentale du département du Puy-de-Dôme ; enfin de deux heures un quart à deux heures et demie, il alla terminer son désastreux voyage sur Clermont et Montferrand. Ainsi en quatre

(1) De pareils désastres qui, malheureusement sont trop fréquens, font naître les regrets qu'on n'ait pas accueilli le *projet d'établissement des compagnies d'assurances contre la grêle*, proposé par l'un des savans les plus distingués de notre époque, le baron Fourier, déjà cité (chap. 1, n° 10) : à la vérité, l'habitant des campagnes est toujours peu disposé à profiter de ces associations qui sont mieux accueillies dans les villes.

Nous ne dirons rien des préservatifs nommés Paragrêles, comme étant fort douteux et très dispendieux.

Au nombre des réglemens et capitulaires les plus remarquables arrêtés à Aix-la-Chapelle, en 729 et 788, dans une assemblée générale convoquée par Charlemagne, il fut défendu de suspendre des billets à des perches pour empêcher la grêle.

heures et demie, le nuage orageux parcourut un espace d'environ 90 lieues. La grosseur des grêlons alla sans cesse en augmentant pendant toute la durée du météore. Dans la Charente Inférieure, ces grêlons étaient sphériques et peu abondans : leur nombre et leur volumes étaient déjà considérablement accrus dans la Haute-Vienne ; mais c'est auprès d'Aubusson qu'ils acquirent le grand développement et la forme ovoïde qu'on leur trouva aussi à Clermont. Le nuage au sein duquel la grêle s'élaborait n'était pas très élevé : on peut même indiquer sa hauteur avec une certaine exactitude, puisqu'on sait que le grand Puy-de-Dôme ne reçut aucun grêlon, tandis qu'il en tomba abondamment sur le petit, à 1200 mètres. A Clermont, après l'orage, MM. Bouillet et Lecoq trouvèrent sur des plantes au jardin botanique, de nombreux grêlons intacts, gros comme des œufs de poule, et quelques-uns qui atteignaient le volume d'un œuf de dinde : ils avaient tous une forme ellipsoïdale : une multitude d'aiguilles étaient implantées vers les deux extrémités du grand axe ; elles avaient 18 lignes et même 2 pouces de long : celles de ces aiguilles sur lesquelles la fusion n'avait pas fait trop de progrès, laissaient encore voir des traces de prismes hexagones terminés par des pyramides à six faces. Le 2 août, les environs de Clermont furent grêlés de nouveau, et cette fois, M. Lecoq se trouva au milieu même du nuage où se formait le météore : le but de sa promenade avait été de déterminer les limites de la grêle du 28 juillet ; mais s'étant aperçu qu'un nouvel orage se formait, il voulut l'observer aussi complètement que possible, et, en conséquence, il se hâta d'atteindre le sommet du Puy-de-Dôme, d'où il pouvait embrasser un immense horizon ; il y était avant midi : bientôt, dit-il, le vent d'ouest qui régnait depuis le matin, amena quelques nuages abaissés qui passaient à quelques mètres sur ma tête ; mais le soleil reparut encore : je vis ensuite d'autres nuages se détacher du Mont-d'Or, et arriver près de moi, chassés par un vent du sud assez violent, que je ne ressentis cepen-

dant que vers une heure. En voyant ainsi des nuages volumineux marcher dans deux directions, je ne doutai pas un instant de la formation de la grêle, et mes doutes se changèrent bientôt en réalité. Tant que les deux couches de nuages ne furent pas superposées, il n'y eut aucun signe de grêle : seulement ceux qui venaient du sud, et qui étaient les moins élevés, se réunissaient par petits groupes qui semblaient se précipiter les uns sur les autres, et formaient de gros nuages noirs, épais et pesans, que les vents ne déplaçaient qu'avec peine ; ils se mouvaient cependant vers le nord ; le dessous du nuage s'allongeait, offrant une énorme protubérance ; puis des torrens d'eau s'en échappaient, inondant un espace très circonscrit : le nuage alors devenu beaucoup plus léger, était emporté par le vent et disparaissait à l'horizon. Ce phénomène se renouvela plusieurs fois dans l'espace d'une heure : mais alors le vent d'ouest avait accumulé une grande quantité de nuages qui formaient un large rideau tendu sous la voûte du ciel : le vent du sud poussait sous cette couche de vapeurs de nouveaux nuages blancs qui arrivaient avec vitesse. Le vent devint violent et très froid au sommet du Puy-de-Dôme : la couche des nuages inférieurs n'était pas uniforme comme la supérieure, mais composée d'énormes flocons colorés qui marchaient dans le même sens, à des distances inégales et avec des vitesses différentes. Des éclairs très vifs les illuminaient de temps en temps, et la foudre, sous forme de sillons de lumière, passait d'un flocon à l'autre : quelquefois même un éclair prolongé semblait traverser au même instant l'espace qui sépare le Puy-de-Dôme du Mont-d'Or : mais jamais je ne vis l'étincelle électrique traverser la couche d'air qui séparait les deux couches de nuages, et c'était dans l'inférieure seulement que ces phénomènes se passaient : je voyais de loin la grêle s'en précipiter et tomber sur le sol : je la vis distinctement à 50 mètres du sommet du Puy-de-Dôme, en face de moi : le nuage qui la laissait épancher, avait les

bords dentelés et offrait dans ses bords mêmes un mouvement de tourbillonnement difficile à décrire : il semblait que chaque grêlon fût chassé par une répulsion électrique : les uns *s'échappaient par-dessous*, les autres *par-dessus* : enfin ils partaient dans tous les sens, et seraient inévitablement arrivés sur le sol, dans une foule de directions, si le vent du sud, inférieur au vent d'ouest, ne les avait tous dirigés vers le nord. Après cinq minutes de cette agitation extraordinaire à laquelle les bords antérieurs du nuage semblaient seuls participer, la grêle cessa et le nuage qui la lançait, continuant sa route vers le nord, ne versa plus qu'un peu de pluie qui même paraissait se dissoudre dans la couche inférieure de l'atmosphère, avant d'atteindre le sol.

M. Lecoq attendait une seconde scène semblable à celle-là ; mais le nuage inférieur avait atteint son observatoire, et un vaste éclair qui l'entoura comme d'un nuage de feu, le détermina à quitter au plus vite un poste si dangereux. Pour ne pas perdre entièrement le spectacle de ces phénomènes, il se dirigea alors vers le Puy-de-Goules distant environ d'une lieue, où il arriva vers 3 heures : le ciel était toujours à peu près dans le même état : les deux couches de nuage existaient encore, et le vent du sud très froid amena un nouveau nuage à grêle dans lequel il fut plongé pendant environ 5 minutes : les grêlons étaient nombreux et les plus gros atteignaient à peine le volume d'une noisette ; ils étaient formés de couches concentriques plus ou moins transparentes, arrondies ou légèrement ovales ; *ils étaient tous animés d'une grande vitesse horizontale* ; mais l'attraction de la montagne semblait les dévier un peu et plusieurs tombèrent sur ses flancs. La majeure partie du nuage passa, dit-il, au-dessus de ma tête, et il ne laissa échapper les grêlons qu'il portait, qu'à une demi-lieue au delà du point où je me trouvais ; je pus recueillir dans un flacon certain nombre de grêlons ; j'essayai l'eau par divers réactifs, et j'obtins un trouble très sensible avec le nitrate d'argent et le muriate

de baryte. Tous les grêlons étaient animés d'un mouvement de rotation très rapide, mais dans des sens différens autant que je pus en juger. Plusieurs autres nuages chargés de grêle arrivèrent du sud, et soit sur ce point, soit sur l'autre, il grêla sans interruption depuis une heure jusqu'à quatre, sur toute la chaîne du pays, depuis le Mont-d'Or jusqu'au delà de Riom et de Volvic. Entre 4 ou 5 heures, la grêle cessa : les nuages ne formaient plus qu'une seule couche, mais ils présentaient souvent le phénomène que j'avais observé le matin, c'est-à-dire qu'ils se groupaient, puis versaient à la lueur des éclairs une énorme quantité d'eau. Le vent du sud avait cessé : celui d'ouest seul soufflait et chassait ces trombes effrayantes. A cette occasion, nous rapporterons une observation dont plusieurs personnes garantissent l'exactitude, suivant laquelle la grêle qui tombe dans les campagnes serait, en général, plus grosse que celle qui tombe dans les villes. M. Elie de Beaumont dit qu'il a été témoin d'un orage de grêle remarquable en raison de la circonstance suivante : les grêlons avaient tous la forme pyramidale, ou plus exactement celle de secteurs sphériques : ils présentaient des indices de zones concentriques et donnaient l'idée de sphères de glace qui se seraient formées par un encroûtement successif et qui ensuite se seraient brisées, non pas en tombant, car ils étaient déjà réduits à la forme observée.

L'explication qu'a donnée Volta de la formation de la grêle, a eu de la célébrité, et, en effet, si elle n'est pas complètement satisfaisante, elle est, au moins, très ingénieuse. En admettant que les noyaux de grêlons soient formés et qu'il existe un froid suffisant, ce célèbre physicien suppose que deux vastes nuages chargés d'électricités contraires soient disposés l'un au-dessus de l'autre : alors les grêlons encore très petits, tombant sur le nuage inférieur, y éprouveront deux effets : 1^o en pénétrant à une certaine profondeur, ils se couvriront d'une nouvelle cou-

che de glace, parce que la température est très basse : 2^o ils s'électriseront de l'électricité même de ce nuage, et seront repoussés par lui, en même temps qu'ils seront attirés par le nuage supérieur : ainsi remontant contre leur propre poids, ils arriveront au nuage supérieur où ils éprouveront deux effets analogues : puis retombant de nouveau dans le nuage inférieur, ils seront de nouveau repoussés dans le nuage supérieur, et pourront ainsi faire la navette un très grand nombre de fois, comme le représente une expérience qu'on fait en physique ; mais bientôt soit que les grêlons continuellement croissans, deviennent trop lourds, soit que les nuages perdent leur électricité, ou qu'ils soient emportés par le vent à des distances trop grandes, la cause qui maintient la grêle suspendue entre ces nuages sera insuffisante ou nulle, et on verra la grêle tomber instantanément et en masse ; mais, entre autres objections, les deux suivantes, faites, je crois, par M. Arago, sont d'un grand poids : 1^o comment se peut-il qu'une puissance électrique qui n'exerce pas son action d'une manière brusque et instantanée, soit capable d'enlever un morceau de glace d'une demi-livre ? comment se fait-il que l'étincelle ne parte pas entre ce morceau de glace et le nuage chargé d'une électricité opposée ? 2^o Si les deux nuages superposés sont fortement électrisés, comme ils doivent l'être pour enlever des masses pesantes, et si les grêlons font la navette dans l'espace qui les sépare, comment se fait-il que l'électricité ne s'écoule pas subitement d'un nuage à l'autre, puisque les grêlons forment entre les nuages une espèce de chaîne de communication qui favorise à un haut degré l'explosion de l'éclair ?

A côté de la théorie de Volta, il s'en présente une autre. On peut supposer que le refroidissement étant produit par le vent, c'est aussi la puissance du vent qui transporte les grêlons horizontalement, ou, au moins, très obliquement dans l'atmosphère ; qu'ils parcourent ainsi quinze ou vingt

lieux et qu'ils n'ont pas besoin de rester suspendus bien longtemps au milieu des nuages très denses et très refroidis, pour atteindre le volume énorme qu'ils ont quelquefois : ainsi ce serait la même cause qui déterminerait la formation et l'accroissement de la grêle. Quant à l'électricité qui accompagne toujours ce phénomène, elle serait un effet, et non pas une cause : car il est impossible que l'accumulation de vapeurs qui est nécessaire pour engendrer la grêle, puisse se faire, comme nous l'avons déjà dit, sans un grand dégagement d'électricité, puisque les nuages qui viennent se condenser au foyer même où se forme la grêle, y viennent avec une électricité positive ou négative, qui acquiert une grande tension par la condensation (chap. VI).

Au reste, toutes les explications laissant beaucoup à désirer, l'Académie des Sciences de Paris avait pensé que cette question pourrait aujourd'hui être étudiée avec succès; que les connaissances déjà exactes qu'on a acquises sur le rayonnement de la chaleur, sur la température de l'atmosphère, à différentes élévations, sur le froid qu'engendre l'évaporation, sur la production de l'électricité, etc., etc., conduiraient peut-être à une solution complète de ce problème important de la météorologie. « Ce que » demande l'Académie, c'est une théorie appuyée sur des » expériences positives, sur des observations variées, faites, » s'il est possible, dans les régions mêmes où naît la grêle » et qui puissent remplacer les apparences vagues dont on » a été obligé de se contenter jusqu'ici. En traitant de la » formation des grêlons, quant à leur constitution physique, » quant à l'énorme volume qu'ils acquièrent quelquefois; » quant aux saisons de l'année et aux époques du jour où » on les observe ordinairement, il sera indispensable de » suivre les conséquences de la théorie qu'on aura adop- » tée, etc., etc. » (1).

(1) Cette question a été retirée par l'Académie dans une des séances du

4^o DE LA NEIGE.

75. Lorsque la température de l'air, en s'abaissant, est arrivée au degré de la congélation, les gouttes d'eau produites par l'abaissement de température des nuages vésiculaires, se convertissent en neige et forment par leur réunion, des étoiles à six rayons, si cependant la cristallisation s'opère au milieu d'un air calme; si l'air est agité, il ne se forme que des flocons irréguliers. Le capitaine Scoresby a observé avec soin dans les régions boréales, les diverses formes qu'affecte la neige; il en a compté 48 dans lesquelles on retrouve une tendance vers la forme à 6 rayons. M. Cassini observant avec un microscope la figure des flocons de la neige tombée le 1^{er} février de 1692, remarqua que les six rayons de chaque flocon étaient garnis de feuilles, et portaient en certains endroits une espèce de fleur. En mars 1803, une averse de neige lumineuse, tombée dans l'Argilshire, en Angleterre, étonna et même épouvanta ceux qui en furent témoins : toute la surface du sol ressemblait à une immense couche de feu et chaque individu paraissait brûler. La neige conserva cette propriété pendant 12 à 15 minutes. L'électricité de la neige tombant d'un nuage orageux, n'est pas la même que celle de la pluie tombant d'un nuage pareillement orageux (*Cotte, orator.*)

Si l'on dépose à la surface de la neige des morceaux d'étoffe noire et d'autres d'étoffe blanche, la neige ne fondra pas sous l'étoffe blanche qui réfléchit les rayons du calorique, et elle fondra très sensiblement sous l'étoffe noire qui les absorbe (chap. VII). Aussi les montagnards sont-ils

mois de novembre 1834. Nous pensons cependant que les observations de M. Lecoq et d'autres semblables, pourraient conduire à cette importante explication.

dans l'usage de répandre des terres noires sur la neige, pour en accélérer la fonte. La neige empêche la grêle de pénétrer profondément dans la terre qu'elle recouvre. Le froid, pendant les hivers rigoureux, pénètre le sol à des profondeurs d'autant moindres que la terre a été plutôt et plus abondamment couverte de neige : les agriculteurs ont constaté de bonne heure cette vertu préservatrice à laquelle ils sont souvent redevables de la conservation des semences. Dans le rigoureux hiver de 1789, la terre, suivant les expressions de M. Teissier, se gela jusqu'à la profondeur de 22 pouces sous les points couverts de neige, tandis que, dans les places toutes voisines, mais d'où la neige avait été balayée par le vent, la gelée pénétra douze pouces plus avant. La neige est une des substances connues les moins conductrices : elle opposera donc toujours, pour peu qu'elle ait d'épaisseur, un obstacle presque insurmontable au passage du froid atmosphérique dans le sol qu'elle recouvrira : la neige fait aussi l'office d'écran, et empêche par sa présence que le sol qu'elle abrite n'acquière, la nuit, en rayonnant vers le ciel, une température inférieure de plusieurs degrés à celle de l'air : c'est à sa surface que s'opère ce genre de refroidissement, et, à cause du manque de conductibilité, le sol y participe à peine. Lorsque le temps est très froid, un thermomètre profondément enfoncé dans la neige, indique une température plus élevée que celle qu'il indiquerait à la surface. On s'explique ainsi comment certaines personnes ont pu rester ensevelies plusieurs jours dans la neige, sans périr, et l'instinct physique des animaux qui, pour se garantir du froid, se tapissent sous la neige, usage familier aux Lapons, lorsqu'ils sont surpris par des ouragans qui les forcent à s'arrêter. M. Quetelet a adopté le chiffre 10 pour représenter la densité moyenne de la neige.

5° NEIGE ROUGE.

76. Les navigateurs ont trouvé de la neige rouge à la baie de Baffin, dans l'hémisphère boréal, à la nouvelle Shetland, dans l'hémisphère austral. Au St.-Bernard, la neige rouge est permanente : c'est par les soins des picux solitaires de l'hospice de ce nom, que M. de Candolle a pu faire à Genève, une comparaison directe entre la substance colorante de ces neiges polaires et des neiges du St.-Bernard. Les capitaines W. Scoresby, Perry et Ross ont trouvé sur les glaces flottantes antarctiques, de la neige rouge, orangée et couleur saumon, ainsi colorée par l'eau de mer, qui tient cette couleur de différentes espèces d'animalcules. M. Francis Bäuer a découvert que la matière qui colore en rouge les neiges des mers polaires, est un très petit champignon du genre *Uredo*, qui colore aussi la neige des Alpes, ces neiges étant comme le sol naturel de cette espèce de champignon. MM. Scoresby, de Saussure, le docteur Wolaston, de Candolle, Thénard, Prevost, Kew, Ross, Brown, Sementini ont donné diverses explications de cette coloration. Pline savait déjà qu'il existait de la neige rouge : il a dit (*liv. IX, chap. XXXV*) : *ipsa nix vetustate rubescit*. On trouve (*Mag. Pitt. 1834, pag. 183*), les huit formes que prend la neige dans ces contrées de frimas. M. de Saussure dit que nulle part cette neige ne se trouve à une hauteur au-dessus de la mer, supérieure à 1440 toises. Nous nous dispenserons de décrire quelques phénomènes analogues au mirage (chap XV), produits par la neige.

6° DES BROUILLARDS HUMIDES ET SECS.

77. 1° Les brouillards sont une suite du refroidissement

nocturne de l'atmosphère : l'air, pendant ce refroidissement, se trouvant supersaturé, une partie de la vapeur qu'elle tenait en dissolution, devient libre sous forme de sphères creuses ou vésiculaires, remplies de vapeurs aqueuses (chap. VIII, n° 67), et comme ces sphères sont spécifiquement plus légères que les globules d'eau d'un même diamètre, elles restent suspendues entre les molécules de l'air, d'où résulte un nuage : l'augmentation de température qui a lieu pendant le jour, le dissipe et rend à l'air sa transparence primitive. Les lacs, les rivières et autres masses d'eau présentent souvent le matin des brouillards. S. H. Davy a annoncé qu'il ne se forme des brouillards sur les eaux tranquilles ou courantes, que dans le cas où leur température surpasse celle du sol environnant : nous abrègerons l'explication qu'il en donne. Partout où il existe une masse d'eau considérable jouissant dans le jour d'une température supérieure à 4°, 4 cent., qu'on sait être celle de son *maximum* de densité, on observe la nuit, par un temps calme et serein, que la couche superficielle de l'eau est plus chaude que celle des terres environnantes ; par conséquent l'air qui repose sur l'eau sera plus chaud que celui qui repose sur le sol : or si les deux airs sont, à peu près, saturés d'humidité et si les localités leur permettent de se mêler, il en naîtra des brumes ou des brouillards en quantité d'autant plus grande que le sol environnant sera plus haut, et surtout que la température du liquide sera plus élevée, température qui devient celle de l'air qui repose sur l'eau : par le mélange supposé, la température de l'air en contact avec l'eau, domine ; d'où résulte une précipitation de vapeurs.

Le tableau suivant a été communiqué à M. Harvey par son ami, M. G. Pridham : toutes les observations sont de 7 h. du matin.

DATES.	TEMPÉRATURE	TEMPÉRATURE	ÉTAT du BROUILLARD.
	de L'AIR.	de L'EAU.	
11 juin	+ 15,0	+ 17,2	Épais.
4 août	+ 11,1	+ 15,0	Idem.
6 Idem. . . .	+ 12,2	+ 15,0	Médiocre.
7 Idem. . . .	+ 13,3	+ 15,0	Léger.
8 Idem. . . .	+ 12,2	+ 15,5	Brouillard et pluie.
28 Idem. . . .	+ 14,4	+ 16,7	Idem.
31 Idem. . . .	+ 9,9	+ 16,3	Très épais.
4 septembre .	+ 13,3	+ 16,1	Léger.
10 Idem. . . .	+ 11,7	+ 15,4	Épais.
12 Idem. . . .	+ 12,2	+ 15,6	Idem.
24 Idem. . . .	+ 14,4	+ 15,0	Très épais.
4 octobre. . .	+ 11,7	+ 15,4	Idem.
15 Idem. . . .	+ 8,1	+ 13,9	Idem.

Dans les régions équinoxiales, les brouillards se maintiennent souvent pendant une partie de l'année. M. Berg, officier russe, parle d'une espèce de brouillard qu'il nomme *fumée*, qui paraît sortir de la mer, dans les temps orageux, et qui s'élève à 100 pieds de hauteur.

Tout le monde sait que l'haleine des hommes et des animaux, est visible pendant l'hiver : il est facile de s'en rendre raison : l'air étant alors plus froid que la vapeur expirée, lui enlève le calorique et la sollicite à repasser à l'état liquide: il se forme alors une quantité plus ou moins grande de ces globules aqueux dont l'assemblage produit le phénomène en question.

2° La propriété par laquelle les brouillards ordinaires se distinguent de ceux que nous allons décrire, c'est que les premiers sont généralement fort humides, tandis que les relations s'accordent à présenter les derniers comme très secs (1). A Genève, Senebier trouva que l'hygromètre de

(1) M. Elsner de Breslau avance qu'il y a depuis plusieurs années, un courant extraordinaire de la chaleur intérieure du globe, de l'équateur vers

Saussure, qui, dans les brouillards proprement dits, marque 100 degrés, n'indiquait au milieu de ceux dont nous allons parler, que 68°, 67°, 65° et même 57°.

Le brouillard extraordinaire de 1831, qui a si vivement excité l'attention du public, dans les quatre parties du monde, a été remarqué pour la première fois

Sur la côte d'Afrique	le 3 août.
A Odessa	le 9 idem.
Dans le midi de la France . .	le 16 idem.
A Paris	le 10 idem.
Aux États-Unis (New-York). .	le 15 idem.

On ne saurait rien déduire de ces observations ni sur la vitesse ni même sur le sens de la propagation de ce brouillard : il affaiblissait à tel point la lumière qui le traversait, qu'on pouvait, toute la journée, observer le soleil à l'œil nu, sans verre noir, sans verre coloré, sans aucun de ces moyens qu'emploient les astronomes. Sur la côte d'Afrique, le soleil ne commençait à être visible, que lorsque sa hauteur sur l'horizon, surpassait 15° ou 20°. La nuit, le ciel s'éclaircissait quelquefois, et l'on pouvait observer même les étoiles. M. Rozet, capitaine d'état-major à Alger, les observateurs d'Annapolis, aux États-Unis, ceux du midi de la

le pôle nord (chap. 1), que ce courant prend sa direction du sud-est vers le nord-ouest : qu'il occasionne partout sur son passage des évaporations extraordinaires qui troublent le juste rapport entre l'électricité et le magnétisme dans l'étendue de l'atmosphère affectée de ces évaporations. Partant de ces hypothèses, le physicien a établi depuis un an, et toujours de 3 en 3 mois, des observations sur le temps qu'il fera ; il les a publiées d'avance, et ses prédictions se sont presque toujours accomplies d'une manière frappante de vérité. Il est digne de remarque qu'une foule d'apparitions coïncident avec l'hypothèse établie par M. Elsner, telles, par exemple, que la fréquence des aurores boréales, des aërolithes nombreux, l'éclat extrême des crépuscules, et les vapeurs épaisses qui se sont fait remarquer et que l'on désigne sous le nom de *Hobenrauch* (haute fumée). Ce physicien annonce qu'il va publier un petit écrit sur cette matière.

France, ont vu le disque du soleil bleu d'azur ou verdâtre ou vert d'émeraude. Pendant l'existence de ce brouillard, il n'y eut pas, à proprement parler, de nuit dans les lieux où l'atmosphère en paraissait fortement imprégné. Ainsi, dans le mois d'août, à minuit même, on pouvait lire quelquefois les plus petites écritures en Sibérie, à Berlin, à Gênes, etc. Aucune circonstance n'a pu nous amener à supposer que ce brouillard ait été déposé dans notre atmosphère par la queue d'une comète.

Pendant l'été de 1783, après des temps inconstans qui régnèrent pendant le mois de mai et une partie de juin, on vit le 17 de ce mois l'atmosphère remplie de vapeurs épaisses semblables à ces brouillards qui règnent pendant l'hiver. Ces vapeurs qui allèrent en croissant et qui durèrent sans interruption jusqu'au 22 juillet, étaient très basses et non aqueuses : car on n'observa pas la plus légère humidité ni sur le sol ni sur les plantes. ~~Après ces vapeurs~~ terre et les bouleversemens qui eurent lieu cette année en Europe, on serait fondé à croire que quelques foyers souterrains ont été mis alors dans une activité extraordinaire, sous une assez large bande de terre, dans la direction du nord-ouest au sud-est de l'Europe, bande dont l'étendue a été de 35°, depuis l'Islande jusqu'à Tripoli en Syrie : l'explosion fut terrible dans deux de ses points, savoir en Islande et dans la Calabre : c'est en février qu'eurent lieu dans ce dernier pays, ces effroyables et continuels tremblemens de terre qui bouleversèrent le pays de fond en comble et ensevelirent plus de 40,000 habitans sous les débris de montagnes renversées, sous les décombres des églises et des maisons, dans les profondes crevasses dont des oscillations aussi violentes et aussi souvent renouvelées sillonnèrent le sol. Plus tard, le Mont-Hécla fit une des plus grandes éruptions dont les annales de la météorologie aient conservé le souvenir. On vit même surgir de nouveaux volcans du sein de la mer, à une assez grande distance de l'île : il s'éleva

successivement de nouvelles terres et il s'exhala en même temps une fumée extrêmement épaisse qui se soutint jusqu'à la fin de juillet. On rencontra dans la direction indiquée ci-dessus, à Gleicken, en Saxe, un autre foyer très considérable d'où s'élançait une vapeur si épaisse et si fétide, que les feuilles des arbres perdirent leur couleur et que les végétaux furent desséchés. En même temps que cette vapeur s'étendait en Hongrie, en Transylvanie, en Autriche, dans les montagnes qui se lient aux Alpes, on observa que les bains chauds abondans dans ces contrées, avaient acquis une température beaucoup plus élevée. Ces vapeurs s'étendirent dans le Golfe Adriatique et dans la mer de Naples. Ces feux souterrains franchirent la mer du Levant et produisirent deux fortes secousses de tremblement de terre à Tripoli. En France, on ne s'est presque pas aperçu de l'existence de ces vapeurs. A Kromley, dans le comté de Kent, il y eut pendant le 21 juillet, un orage qui offrit un spectacle curieux : les éclairs enflammèrent cette vapeur extraordinaire qui parut comme une flamme brillante, quand l'orage eût cessé (*Acad. Roy. des Scienc. de Paris*).

En 1812, le 11 septembre, M. Gasparin, en gravissant le Mont-Ventoux, en Provence, traversa un nuage épais qui ne mouillait pas les habits, qui ne ternissait pas les métaux, qui ne faisait pas marcher l'hygromètre à l'humidité, qui enfin paraissait sous tous les rapports semblable au brouillard de 1783.

Le dimanche, 25 mai 1834, pendant toute la matinée, il a régné à Orléans et dans les environs, un brouillard sec et fétide qui s'est probablement étendu beaucoup plus loin : à en juger par la vue et l'odorat, on eût dit d'une fumée de chaux brûlée que chassait un vent froid et violent de nord-est : l'éclat du soleil n'en était pas voilé, mais seulement affaibli comme dans une éclipse partielle.

Cette espèce de fumée, et les circonstances qui la pré-

cèdent et qui la déterminent, justifieraient les hypothèses proposées par M. Arago, dans l'*Annuaire de 1832* : il suppose que ces vapeurs ou soient formées dans l'immense fournaise qui occupe le centre de notre planète d'où elles s'échappent à travers les fentes de la croûte plus ou moins solide sur laquelle nous marchons ; ou qu'elles soient la fumée d'une éruption volcanique, disséminées au loin par les vents, ou bien celle d'un corps étranger à notre globe et qui se serait embrasé sans flamme, en tombant dans notre atmosphère (chap. XI) ; ou enfin que ces vapeurs soient la poussière impalpable d'un de ces débris d'une planète volée en éclats par l'explosion de son feu central, ou brisée par le choc de quelque comète : d'ailleurs, une queue de comète ne peut servir à expliquer toutes les circonstances qui ont accompagné l'apparition des brouillards secs de 1783 et 1831 (1).

7^o DU GRESIL.

78. Le grésil que nous avons occasion d'observer dans nos climats, presque toutes les années, dans les mois de mars et d'avril, a, sans doute, une origine analogue à celle de la neige : c'est aussi de l'eau congelée, ou plutôt de petites aiguilles de glace, pressées et entrelacées, formant une espèce de pelotte assez compacte, et quelquefois enveloppée d'une couche de véritable glace transparente. Quelques

(1) Tous les animaux, en général, tombent d'épouvante, lorsque des ténèbres imprévues succèdent subitement à la lumière, et il n'y a rien en cela qui doive surprendre : car c'est le propre des brutes de se gouverner uniquement par les impressions immédiates de leurs sens : aussi tout passage rapide d'un contraire à l'autre, doit les dérouter complètement : c'est un nouvel état qui commence et il leur faut du temps pour se reconnaître : toute lumière directrice étant éclipée, l'animal n'est plus dans les mêmes circonstances, il ne fait rien, car il ne voit et ne connaît plus rien : l'objet qui irritait sa fureur a disparu. C'est ainsi que la férocité du lion est vaincue, lorsque sa tête est voilée par un tour de main adroit et léger. Lisez le passage de Pline, où il est question des chasses qui procuraient aux arènes de Rome, et par centaines, les lions consacrés aux plaisirs du peuple.

physiciens regardent le grésil comme une espèce d'intermédiaire entre la grêle et la neige. Jusqu'à présent, on ne sait rien sur les causes de ce phénomène.

M. Fournet a communiqué à l'Académie des Sciences de Paris, les observations suivantes : 1° la forme des longs cristaux de givre, qui restent quelquefois suspendus aux branches, varie suivant la nature des circonstances atmosphériques : 2° quand la température s'est abaissée graduellement, les lames de givre sont recouvertes de stries formant entre elles des angles dont les sommets se trouvent tournés vers la branche à laquelle la lame est suspendue : 3° lorsqu'au contraire, le froid se manifeste brusquement et avec une très grande intensité, les stries des lames cristallines affectent une position inverse : les ouvertures des angles qu'elles forment sont alors tournées vers la branche. La neige se compose aussi assez souvent d'étoiles blanches ayant des stries à angles ouverts ou rentrants. Ces formes inverses de la neige, ne seraient-elles pas, comme celle du givre, déterminées par la manière dont le froid se manifeste dans les hautes régions de l'atmosphère ?

8° DU VERGLAS.

79. Le verglas est une couche de glace unie, mince et transparente, qui couvre la terre et quelquefois les plantes, les arbres et tous les objets répandus sur le sol. La condition nécessaire à sa production, c'est que l'air soit assez chaud pour donner naissance à de la pluie, et que le sol soit assez froid pour la congeler, à mesure qu'elle tombe. Dans le Haut Canada, on a rarement de la pluie pendant l'hiver ; mais quand il en tombe, elle est toujours accompagnée d'une gelée très piquante : rien ne surpasse alors la beauté des forêts : la pluie se gèle à mesure qu'elle tombe, et si elle continue à tomber avec abondance, les troncs des

arbres, leurs branches et leurs rameaux sont si complètement couverts de glace et garnis de glaçons, que la forêt semble transformée en un innombrable assemblage de chandeliers de cristal, qui rélléchissent dans leurs festons élégamment taillés, les rayons de la lumière avec toutes les couleurs de l'arc-en-ciel. Le soir, lorsque les rayons de la lune descendent sur la scène et viennent l'éclairer de leur lumière argentée, il semble que les sommets des arbres soient revêtus d'or, et que les perles et les améthystes y soient semées avec profusion.

ADDITIONS

AU CHAPITRE IX.

(a). M. Savary a fait à l'Académie Royale des Sciences de Paris, un rapport sur un mémoire de M. Eugène Bouvard, neveu de l'auteur du travail analysé (ch. II), mémoire relatif à l'influence de la lune sur notre atmosphère : n'ayant pas sous les yeux ces recherches que l'auteur avait cependant pris l'engagement de nous communiquer, nous rapporterons les résultats obtenus par M. l'astronome Flaugergues déjà cité. Ce savant a observé journallement à midi, la hauteur du baromètre, depuis l'année 1808 : Viviers où ces observations ont été faites, est à $2^{\circ} 21'$ de longitude-est de Paris, à $44^{\circ} 29'$ de latitude nord, et à 57 mètres au-dessus du niveau de la mer. L'ensemble de 20 années d'observations, ont conduit l'observateur aux résultats suivans où les hauteurs barométriques sont exprimées en millimètres :

POINTS LUNAIRES.	NOMBRE D'OBSERVATIONS.	HAUTEURS du BAROMÈTRE.
HAUTEUR MOYENNE.		
Générale	7281	755,46
Nouvelle lune.	247	755,48
Premier octant.	248	755,44
Première quadrature.	247	755,40
Jour avant le 2 ^e octant.	245	755,01
Second octant.	247	754,79
Jour après le 2 ^e octant.	247	754,85
Pleine lune	246	755,30
Troisième octant.	246	755,69
Jour avant la 2 ^e quadrature.	246	756,19
Seconde quadrature.	246	756,23
Jour après la 2 ^e quadrature.	247	755,87
Quatrième octant	247	755,50
Lunisticte boréal.	271	755,75
Lune à l'équateur.	534	755,45
Lunisticte austral.	272	755,48
Lune Périgée (Parall. 60' 24'').	265	754,73
Parall. 60 minutes.	371	755,01
Parall. 59 Idem.	529	755,30
Parall. 58 Idem.	530	755,41
Parall. 57 Idem.	530	755,46
Parall. 56 Idem.	520	755,50
Parall. 55 Idem.	530	755,64
Parall. 54 Idem.	354	755,75
Lune apogée (Parall. 54' 4'').	285	755,73

Ces observations étant faites à midi, ne sont pas affectées de l'action solaire ou le sont également : alors on peut assimiler une révolution mensuelle de la lune, à une révolution diurne apparente : dans ce cas, les phases indiquent les différentes distances de la lune au méridien ; et, en suivant cet astre dans une révolution entière, on voit que le baromètre baisse jusqu'à ce que la lune soit arrivée au second octant ; que le baromètre remonte jusqu'à la seconde quadrature, pour redescendre ensuite jusqu'à cette première position.

M. Flaugergues trouve que le *minimum* est 754,78, et qu'il a lieu quand la lune est éloignée de 135° du méridien, vers l'est, et que le *maximum* 756,26 arrive lorsque cet astre est à 90° du méridien, vers l'ouest : il n'y a donc qu'un seul flux et un seul reflux par jour lunaire, contrairement à l'opinion de M. Laplace. L'étendue total du flux et du reflux atmosphérique, est de 1,48 millimètres. En outre, la lune australe agit plus fortement que la lune boréale, pour diminuer la pression barométrique, et la différence est de 0,27 millimètres : cette action varie encore avec la distance de la lune à la terre, en sorte que la diminution est comme le cube de la parallaxe ou de la distance : l'action varie de 1,99 à 2,73 millimètres : la moyenne 2,36 ajoutée à la hauteur générale moyenne du baromètre, donnerait la hauteur moyenne véritable telle qu'on l'observerait s'il n'y avait pas de lune : en d'autres termes, la lune diminue le poids de l'atmosphère de la 321^{me} partie, pour la station de Viviers. M. Flaugergues a également suivi les variations horaires du baromètre : la variation de 8 h. 23' du matin, époque du *maximum*, à 8 h. après-midi, époque du *minimum*, s'élève à 1,137 millimètres. Enfin l'auteur a trouvé que les nombres des jours pluvieux pendant 20 ans, ont été dans les rapports suivans :

Nouvelle lune	78
Premier quartier	88
Pleine lune	82
Dernier quartier.	65
Lune périgée	96
Lune apogéc.	84

Les résultats de M. Flaugergues sont restés longtemps inconnus, sans doute parce qu'ils s'écartent de toutes les analogies : jusque là, l'analogie ne pouvait indiquer pour les mouvemens atmosphériques provenant de l'action lu-

naire, que des oscillations diurnes comme le sont les marées : or la période diurne de la hauteur barométrique, suit de toutes autres lois.

Dans le travail de M. Eugène Bouvard comme dans celui de M. Schübler, on voit les quantités de pluie et les nombres de jours pluvieux s'accorder sous le rapport de l'influence lunaire, avec la marche du baromètre.

Le journal de la Société Asiatique, publié à Calcutta, a donné une courte notice sur un mémoire de M. Everest, renfermant des observations météorologiques intéressantes, et quelques explications assez curieuses sur plusieurs phénomènes.

Nous nous bornerons aux faits suivans. Pendant huit ans et dans les quatre premiers mois de chaque année, 25,31 pouces d'eau tombent dans les 7 jours voisins du renouvellement de la lune, et seulement 9,24 dans la suite de la période lunaire, c'est-à-dire que, pour des temps à peu près égaux, la quantité d'eau est dans la proportion de 2,73 : 1. Si au lieu de la quantité de pluie, on prend le nombre des jours pluvieux pendant les mêmes périodes, on trouve pour ces 8 ans, le nombre 45 dans les 7 jours de la nouvelle lune et 23 dans le reste du mois lunaire, donnant le rapport 2 : 1. Une différence analogue, quoique moins considérable, peut s'observer dans les deux mois suivans, mai et juin ; la proportion rapportée aux mêmes périodes devient celle de 1,6 à 1. Dans le mois de juillet, le rapport s'approche encore plus de l'égalité : il est 1,5 : 1, et celui des jours pluvieux, de 60 à 61. Dans les autres mois de l'année, la proportion des jours pluvieux est à peu près, de 1 à 1,1. Dans la même série d'années, le minimum moyen de la hauteur du baromètre au lever du soleil, est tombé le 3^{me} jour après la nouvelle lune. En recherchant de même les jours de la plus grande humidité, l'auteur la trouve correspondre pendant l'hiver, au 4^e ou au 5^e jour avant la nouvelle lune, et aussi au onzième jour après, ce qui coïn-

cide presque exactement avec les jours de maximum de pluie, dans la même saison. Selon l'auteur, il est extrêmement probable que le point de la plus grande humidité atmosphérique, varie avec la déclinaison de la lune de la même manière que les marées de l'Océan.

Ce qu'il y a de certain, c'est que, dans les régions inter-tropicales, un observateur attentif est frappé du pouvoir que la lune exerce sur le règne animal et sur le règne végétal, aussi bien que sur les saisons. A Démérara ou plutôt Démérary, il y a chaque année, treize printemps et treize automnes; car il est constaté que la sève des arbres monte aux branches et redescend aux racines treize fois alternativement. Le vallaba, arbre résineux assez commun dans les forêts et qui ressemble à l'acajou, fournit un exemple très curieux en ce genre : si on le coupe la nuit, quelques jours avant la lune, son bois est excellent pour les charpentes et toute espèce de construction, et la dureté est telle qu'on ne peut le fendre qu'avec beaucoup de peine, et encore inégalement : abattez-le pendant la pleine lune, vous le partagerez en une infinité de planches aussi minces et aussi droites qu'il vous plaît, et avec la plus grande facilité; mais alors il ne vaut rien pour les constructions et il se détériore bientôt. Faites des pieux avec des bambous de la grosseur du bras, si vous les avez coupés à la nouvelle lune, ils dureront 10 ou 12 années; mais si c'est pendant qu'elle était dans son plein, ils seront pourris en moins de deux ans. Les effets de la lune sur la vie animale sont aussi prouvés par un grand nombre d'exemples. J'ai vu, dit l'auteur de de l'article (*Extrait de Martn's History of the British Colonies*), en Afrique, des animaux nouveau-nés périr en quelques heures auprès de leur mère, pour être restés exposés aux rayons de la pleine lune. Le marinier qui dort sans précaution la nuit sur le tillac, la face tournée vers la lune, est atteint de nictalopie ou de cécité nocturne, et quelquefois sa tête enfle d'une manière prodigieuse. Voyez

les notices scientifiques par M. Arago dans l'Annuaire du Bureau des longitudes, pour l'année 1833, et surtout la remarque faite dans les pages 242 et 243.

(b). Le professeur Schübler a déterminé (Chap. V.), l'électricité de la pluie et de la neige tombées dans un intervalle de trente mois. Quand la pluie est de peu de durée ou quand elle est due à un orage; quand elle est peu abondante ou de neige, l'électricité varie et passe du négatif au positif ou *vice versa*. Quand elle dure longtemps, l'électricité ne varie ni dans sa nature ni dans son intensité. Par les vents du nord, les précipitations aqueuses positives sont un peu plus fréquentes que les négatives. Par le vent du sud, au contraire, le nombre des négatives est plus que double de celui des positives. Les précipitations négatives sont aux positives dans le rapport de 155 à 100. L'intensité moyenne des électricités tant positives que négatives de toutes les précipitations, est presque la même que celle de l'électricité des précipitations observées pendant les vents du sud seulement. La vapeur aqueuse du pied des cascades est fortement électrisée. Près des grandes chutes d'eau, l'électromètre diverge de plus de 100°. Ces expériences ont été faites aux cataractes de la Suisse.

(c). La météorologie est une des parties des sciences naturelles qui a fait le moins de progrès depuis quelques années : cependant elle n'est point restée stationnaire, ainsi qu'on serait tenté de le croire, d'après le petit nombre de découvertes qu'on a faites dans son domaine. Les recherches qui ont été poursuivies à la fois dans diverses contrées sur la manière dont se forme la pluie et sur les circonstances les plus importantes de ce phénomène naturel, en sont une preuve bien manifeste : ce sujet, il est vrai, se rattachait à d'autres questions du plus haut intérêt. On admet assez généralement que la formation de la pluie est le résultat de la condensation de l'humidité de l'atmosphère, opérée à une grande élévation, laquelle ainsi condensée,

tombe en gouttes d'eau à la surface de la terre. L'air contient toujours en dissolution une certaine quantité de vapeur à l'état de fluide élastique invisible : refroidie à un degré donné, elle se condense sous la forme de vapeur visible ou de nuage, comme nous l'avons dit en son lieu, et d'après les différentes conditions dans lesquelles elle se trouve, mais spécialement suivant l'état électrique de l'atmosphère, elle reste ainsi suspendue par la répulsion naturelle de ses molécules : ou bien ces dernières s'agglomérant sous forme de gouttes, tombent en pluie plus ou moins abondante. L'attention des observateurs a été appelée récemment sur ce sujet par la remarque de quelques anomalies qui ne purent être expliquées dès le premier abord. On avait généralement observé qu'il tombe plus de pluie dans les contrées montagneuses et sur les endroits élevés que dans les pays plats; ce que l'on expliquait par l'attraction qu'exercent les lieux élevés sur les nuages, et par la température basse qui y règne et y accélère la formation de la pluie. On crut donc trouver une anomalie dans le résultat de quelques observations faites par M. Arago, et d'après lesquelles la quantité de pluie qui tombe au haut de l'Observatoire de Paris, est beaucoup moins considérable que celle qui atteint le sol. Quelques observations analogues faites par le docteur Heberden sur le sommet des tours de l'abbaye de Westminster et comparativement à la surface du sol, sur un point voisin, fournirent les mêmes résultats. Ce fait curieux, intimement lié à différentes questions sur la constitution de l'atmosphère et les formations qui peuvent s'y opérer, attira l'attention de plusieurs savans Anglais et spécialement de M. Philips, secrétaire de la Société Philosophique du Yorkshire et professeur de géologie à *King's College*. A la première réunion des savans Anglais à York, en 1831, le comité engagea MM. Philips et Grey d'York à entreprendre une série d'expériences sur la quantité de pluie qui tombe au sommet de la grande tour de la cathédrale d'York et

près de sa base : la disposition des lieux et les facilités fournies par l'autorité, permirent de faire ces expériences avec une rare exactitude. La grande vallée ou plutôt la plaine qui occupe tout le centre de l'Yorkshire, et dont la longueur varie de 15 à 20 milles, ne présente pas une seule élévation qui dépasse la moitié de la hauteur de la tour centrale de la cathédrale d'York, laquelle s'élève à 200 pieds au-dessus du sol. Ce fut sur cette tour qu'on disposa l'une des mesures : et encore était-elle élevée sur une perche, de manière à se trouver à quelques pieds au-dessus du parapet de la tour : dans cette position, on pouvait apprécier l'état de l'atmosphère dégagé de l'influence de toute espace d'élévation, ce que l'on n'aurait pu obtenir sur beaucoup d'autres points plus élevés, mais près desquels se trouvaient des hauteurs capables de modifier les résultats que l'on désirait obtenir. Du haut de cette tour, on peut suivre l'orage, même depuis les montagnes isolées de Richmond, et observer la déviation que lui font éprouver les côtés de la vallée, l'abaissement subit de la température, la direction des vents et les autres phénomènes qui accompagnent la précipitation de la pluie. Les autres stations étaient au Muséum de la Société Philosophique du Yorkshire, qui est situé en dehors de la ville, et dont le toit est le point le plus élevé du voisinage : on posa sur ce toit, une mesure à la hauteur d'environ 30 pieds au-dessus du sol : une troisième mesure fut placée à quelques distance de là, à la surface même du sol et loin de tout bâtiment. M. Philips suivit ces expériences avec la plus grande exactitude pendant une année entière, et en fit connaître le résultat à l'association des savans anglais, en 1832. Ces observations établissent et confirment de la manière la plus évidente, l'anomalie déjà indiquée, savoir : la quantité de pluie augmente pendant la chute, à mesure qu'elle approche du sol, la plus grande quantité se trouvant à la surface, une quantité moindre à une hauteur moyenne, et enfin la moindre quantité sur la

plus grande élévation. M. Philips cherchant à expliquer ce phénomène, voulut d'abord trouver un rapport numérique ou une loi entre ces différentes quantités, et n'y réussit qu'incomplètement. Cependant les résultats qu'il obtint furent de nature à lui faire croire que cette loi existe réellement dans la nature. La diminution de la quantité de pluie tombée sur les lieux élevés, lui parut plus forte dans la saison froide que pendant les mois d'été, et le degré de cette diminution, se trouve avoir un rapport assez exact avec la sécheresse de l'air. L'auteur crut pouvoir conclure de ces résultats, que la différence dans la quantité de pluie, recueillie à différentes hauteurs, dépendait de l'augmentation continuelle de chaque goutte de pluie, depuis le commencement de sa chute jusqu'à la fin, à mesure qu'elle traverse successivement les couches humides de l'air, à une température assez inférieure à celle de ses couches, pour qu'elle attire à sa surface l'humidité. Ce n'est donc pas à l'augmentation du nombre des gouttes, qui s'opérerait dans les régions inférieures de l'air, mais à l'accroissement que prend chaque goutte aux dépens de l'humidité de l'air qu'elle traverse, qu'est due cette différence : car venant d'une région plus froide, elle en apporte la température dans les régions moins élevées : c'est pourquoi on voit souvent la pluie rafraîchir l'air : l'augmentation suit une proportion non pas uniforme, mais accélérée qui n'a pas encore été réduite à une loi exactement formulée. Les résultats numériques ne fournissent encore que des approximations. M. Philips, désirant arriver à des données positives, continua ses observations pendant une année entière, et en présenta, en 1834, les résultats à l'association des savans anglais à Edimbourg, et alors il établit que les quantités obtenues sur les trois points où il avait fait ses observations, étaient dans le rapport des nombres 14, 19 et 25. A la réunion des savans anglais à Dublin, M. Philips présenta le résultat d'une troisième année d'observations qui

confirmèrent celles des deux années précédentes : les calculs établis sur toutes ces observations, l'amènèrent aux résultats suivans :

1° *Que le volume de chaque goutte de pluie, augmente à mesure qu'elle descend sur la terre, à travers les couches de l'atmosphère, chargées d'humidité.*

2° *Que cette augmentation suit une progression plus rapide que la distance entre le sol et le point d'où part la goutte.*

3° *Que la proportion de cette augmentation, varie suivant les saisons et offre un rapport déterminé avec la température moyenne de la saison.*

Les lois mathématiques de ces faits sont combinées en une formule algébrique qui représente exactement les observations. (*Rev. Britannique*).

(d). 1° *Des Vapeurs invisibles.* L'humidité suspendue dans l'atmosphère, est fournie par l'évaporation qui a lieu sur les terres, mais principalement sur la vaste étendue des mers. Cette évaporation continuelle est augmentée par la sécheresse de l'air, et la rapidité de son renouvellement. Quand l'espace au-dessus d'un liquide, contient déjà autant de vapeur qu'il peut s'y en trouver, en raison de la température actuelle, celle qui se forme incessamment demeure suspendue sous forme de particules visibles, ou tombe immédiatement sous forme de pluie. Deluc, Volta et Dalton, ont établi que la quantité de vapeur qui peut exister dans un espace placé au-dessus d'un liquide, est entièrement indépendante de la nature, de la densité et même de la présence de l'air ou des gaz que cet espace renferme. Quand l'air, dans le voisinage de la surface de l'eau, est saturé d'humidité, l'évaporation devient très lente, la vapeur étant précipitée presque aussitôt qu'elle est formée. Mais si l'air est continuellement renouvelé, en sorte que la portion chargée d'humidité soit emportée et remplacée par de l'air sec, l'évaporation est considérablement augmentée. C'est ce qui arrive par l'effet du vent ou par l'ascension de l'air qu'oc-

casione l'élevation de la température de l'eau ou du sol au-dessous de l'air ambiant. Quand on empêche ce déplacement de l'air, l'évaporation est beaucoup diminuée, lors même que la température s'élève. La vapeur qui, à la température de 100° et sous la pression de 76 c. m. de mercure, occupe un espace près de 1700 fois plus considérable que l'eau, absorbe, pour se maintenir à cet état, une quantité de calorique capable d'élever l'eau à 550° environ. Cette quantité de calorique latent est restituée dans la condensation de la vapeur, d'où il résulte que la formation de la pluie élève la température de l'air, comme la vaporisation la diminue. La quantité de vapeurs qui existe dans l'atmosphère, étant en proportion de la température, varie en raison du climat, des saisons et de l'élevation : ainsi elle décroît de bas en haut, et de l'équateur vers les pôles. Des lois de l'évaporation dans l'air, M. Daniell tire les conclusions suivantes : on doit considérer la terre comme environnée de deux atmosphères distinctes quoique mêlées et dont les relations avec la chaleur, ainsi que l'état d'équilibre, sont différens : l'une est un gaz permanent qui s'étend en proportion arithmétique en raison de la température, et dont l'équilibre serait maintenu par un système régulier de courans opposés : l'autre est une vapeur élastique qui se condense par le froid avec dégagement de calorique, dont la température augmente la puissance en proportion géométrique, enfin qui se mêle dans le premier gaz et se meut dans ses interstices. Quand cette filtration est retardée dans un courant par l'inertie du milieu gazeux, alors les particules se pressent entre elles, il y a rapprochement, réunion et précipitation de la vapeur. Telle est l'origine de la pluie. M. Daniell admet encore deux grands principes d'action sur l'atmosphère : l'électricité et le globe lunaire.

2^o *Des vapeurs visibles ou nuages.* Nous avons dit précédemment que les vapeurs existent dans l'air sous deux états différens, tantôt *invisibles* et tantôt *visibles*. Dans le premier

cas, elles constituent l'humidité proprement dite, et leur présence est accusée par les hygromètres, par leur dépôt sur différens corps et par la rosée (*chap. VII, n° 59*). Loin de troubler en cet état la transparence de l'atmosphère, la vapeur semble l'augmenter dans plusieurs circonstances, en sorte qu'on peut considérer cette plus grande transparence comme un signe d'humidité. La vapeur passe à l'état visible, lorsqu'elle devient *vapeur vésiculaire*, c'est-à-dire, lorsqu'elle forme de petites vésicules creuses dont la pesanteur est, à peu près, la même que celle de l'air (*chap. VIII, n° 67*) : elle trouble alors la transparence de ce gaz, à cause des réfractions multipliées qu'elle fait subir à la lumière, et demeure généralement en suspension sous la forme de *brouillards* ou de *nuages*. M. de Humboldt a remarqué que la zone des nuages est toujours plus chaude qu'elle ne devrait être, sans doute à cause de la chaleur devenue libre par la transformation de la vapeur en eau. Les particules des brouillards sont d'un volume assez considérable; autrement elles seraient invisibles. Les brouillards qui se forment le soir, quand le temps est sercin, aux bords des lacs et des rivières, sont produits par le refroidissement dû au rayonnement. La couche supérieure du liquide, devenant alors plus froide, tombe au fond et est remplacée par des couches plus chaudes; mais les corps solides du rivage, qui ne peuvent se déplacer, se refroidissent bien davantage : il en résulte qu'ils ne peuvent plus tenir la même quantité de vapeur en suspension, et si une circonstance quelconque, comme une petite déclivité du sol, un léger souffle de vent, amène l'air du rivage à se mêler avec celui qui repose sur le lac ou sur la rivière, le premier, qui est plus froid, refroidit le second : celui-ci abandonne aussitôt une partie de son humidité qui d'abord n'altérerait pas sa diaphanéité, mais qui, passant à l'état de vapeur vésiculaire, trouble l'air et forme bientôt un brouillard (n° 77).

3° *Des brouillards secs*. On a pensé que les brouillards

étaient quelquefois formés de particules autres que celles de l'eau : on leur attribue la *brouissure* des végétaux : ces brouillards sont souvent accompagnés d'une odeur assez semblable à celle que produit l'étincelle électrique (n° 77). L'atmosphère présente encore d'autres brouillards difficiles à expliquer : ce sont ceux qui rendent quelquefois l'obscurité si grande qu'on ne peut plus trouver son chemin qu'à tâtons : ces brouillards se forment quelquefois presque subitement.

(e). Dans un rapport sur les appareils de filtrage de M. H. Fonvielle, fait par M. Arago, au nom d'une commission de l'Institut, il est dit que ces appareils dont un modèle fonctionne déjà depuis longtemps à l'Hôtel-Dieu de Paris, paraissent propres à satisfaire à tous les besoins. Depuis 8 mois, plus de 12 millions de mètres cubes d'eau, ont déjà traversé le sable non renouvelé, et l'eau sort toujours aussi pure et aussi limpide que dans le commencement. Il serait bien temps que l'on s'occupât sérieusement dans les grandes villes de tout ce qui concerne la distribution et la pureté des eaux : nous sommes tellement inférieurs sous ce rapport, à ce qu'étaient les villes anciennes et Rome en particulier, que l'on en est presque à douter du perfectionnement de la science et de la puissance de nos inventions. La proportion de la matière terreuse est plus ou moins considérable suivant la nature des fleuves : dans la Seine à Paris, elle est d'environ 1 partie sur 2 mille : ainsi celui qui introduit dans son estomac, 3 litres de cette eau, le charge en même temps de 1 $\frac{1}{2}$ gramme de limon, ce qui, à la longue, ne peut être indifférent pour la santé. A Bordeaux, l'eau de la Garonne n'est pas encore clarifiée au bout de 10 jours. Remarquons encore combien il était nécessaire que les eaux douces fussent courantes ; car si elles étaient stagnantes, elles ne tarderaient pas à prendre mauvais goût et à manquer leur effet. Les mares sont le fruit de notre maladresse, et les géographes ont observé que

tous les lacs sans écoulement, étaient des lacs salés. Ces dispositions attestent la vigilance avec laquelle la providence a disposé toutes choses sur la terre pour le plus grand avantage des habitans. Suivant un ingénieur anglais, *l'eau, comme la femme de César, doit être à l'abri de tout soupçon.*

CHAPITRE X.

Des trombes de terre et de mer : — Distinction de ces dernières en ascendantes et descendantes.

80. Nous considérerons d'abord la trombe de mer : elle consiste en une colonne d'eau ou de vapeur, dont une des extrémités est fixée à un nuage épais, tandis que l'autre aboutit à la surface de la mer : cette colonne est tantôt verticale, tantôt plus ou moins inclinée à l'horizon ; elle est droite ou sinueuse, d'une épaisseur égale dans toute sa longueur, ou renflée dans certains points et amincie dans d'autres : quelquefois elle paraît immobile ; d'autres fois, elle est animée d'un double mouvement de translation et de rotation, plus ou moins rapide. Les dimensions de ces trombes varient à l'infini ; les unes ont à peine une toise (1,949 mètres) de diamètre, tandis que d'autres en ont vingt-cinq ou trente et même au delà (48,7 ou 58, 47 mètr.). Assez souvent la trombe commence au nuage : il sort de celui-ci une sorte d'appendice de figure conique, dont la longueur augmente continuellement : bientôt on voit naître à la surface de la mer, des bouillonnemens : l'eau s'élève et forme de son côté, un second cône semblable au premier vers lequel il s'élève jusqu'à le rejoindre : quelquefois les deux cônes ne se réunissent pas et alors ils constituent ce que l'on a nommé, l'un *une trombe descendante*, l'autre

une trombe ascendante : par fois même, on n'a observé que l'un de ces deux cônes.

Les trombes de terre ont beaucoup d'analogie avec celles de mer, et il est probable qu'elles dépendent de la même cause ; seulement les premières ne contiennent pas, ou, du moins, elles ne contiennent que très peu d'eau : aussi sont-elles moins fréquemment accompagnées de pluie ou de grêle. On cite des exemples de trombes qui, en traversant une rivière, en ont absorbé l'eau qu'elles ont transportée dans l'intérieur des terres où elles ont ainsi causé des inondations.

81. Aucune des hypothèses successivement imaginées jusqu'ici pour expliquer la formation des trombes, n'est complètement satisfaisante. Les uns ont attribué celles qui se manifestent sur mer, à des irrptions de vapeurs souterraines ou même à des volcans sous-marins : cette explication qui peut être admise à l'égard des trombes ascendantes, ne saurait rendre compte des trombes descendantes et surtout des mouvemens de translation et de rotation dont elles sont animées. Le physicien Brisson expliquait ainsi ce phénomène (1). Lorsqu'un nuage fortement électrisé se trouve à une petite distance de la terre, la partie du nuage la plus voisine du sol est fortement attirée et s'allonge en descendant. Si le phénomène se passe sur la mer, l'eau étant fortement attirée par le nuage, s'élève sous la forme d'un second cône. Il crut justifier cette explication par une expérience que nous ne rapporterons pas ici, et qu'on trouvera dans les ouvrages cités : nous nous bornerons seulement à observer que la décharge électrique qui a lieu au moment du contact des cônes, mettrait fin au phénomène qui, à ce point, ne serait qu'instantané, tandis que les trombes peuvent durer quelques heures. La troisième opi-

(1) Voyez son *Traité de Physique* ou son mémoire consigné dans ceux de l'Académie des Sciences, année 1767.

nion qui est la plus généralement admise, suppose que les trombes sont produites par l'action mécanique qu'exercent des vents contraires sur les nuages et les eaux de la mer. On conçoit, en effet, que deux courans opposés et peu distans, doivent imprimer aux corps intermédiaires un mouvement giratoire, et que si la rotation devient très rapide, la force centrifuge écartera les particules de l'axe du mouvement, en sorte qu'il se formera intérieurement un vide dans lequel l'air et l'eau se précipiteront; ce qui explique encore très bien les énormes quantités d'eau, de grêle, etc., que les trombes lancent autour d'elles. Cette théorie satisfait à la plupart des apparences que présentent les trombes, telles que leur transparence, leur forme, leur mouvement plus ou moins rapide, le bruit qu'elles font entendre et les dégâts qu'elles occasionent; mais elle ne saurait rendre compte de ces trombes dont parlent plusieurs observateurs et qui apparaissent au milieu du calme le plus parfait. A l'appui de cette assertion, nous citerons deux trombes qui ont paru sur le lac de Genève : la première décrite par M. Jallabert, fut observée en 1741 par un temps fort calme, et lorsqu'elle se dissipa, il n'y eut ni vent ni pluie. La seconde qui eut lieu l'année suivante, sur le même lac, présenta, à peu près, les mêmes circonstances : elle fut décrite par M. le professeur Cramer : ces physiciens en attribuaient la cause à des matières gazeuses lancées par des volcans qui se seraient ouverts au fond du lac. Le 11 août 1827, à 6 h. 52' du soir, le professeur Mercanton aperçut une trombe sur le même lac, près de S.-Gingolph : elle était de forme conique : quand elle atteignit le lac, l'eau s'agita vivement et ses bouillons écumeux s'élevèrent à une hauteur d'environ 50 pieds (14,4 mètres) : dans sa marche rapide, elle présentait les ondulations d'un ruban qui serait soumis à l'action d'un fort courant d'air : elle faisait un bruit semblable à celui des roues d'un bateau à vapeur, qui tourneraient avec rapidité.

82. Nous décrivons quelques trombes des deux espèces.

Le 6 septembre 1814, le capitaine anglais Nappier aperçut à la mer, une trombe à la distance de trois encablures (701,64 mètres) : au moment de son apparition, elle offrit une forme cylindrique, et l'eau de la mer s'y éleva avec rapidité; parvenue à un mille (1609,31 mètres) du bâtiment, elle s'arrêta pendant quelques minutes; à sa base, la mer, en ce moment, paraissait en ébullition, et formait beaucoup d'écume : des quantités considérables d'eau étaient transportées jusqu'aux nuages : une espèce de sifflement s'entendait; la trombe en masse semblait avoir un mouvement spiral fort rapide; mais elle se courbait tantôt dans un sens et tantôt dans l'autre, suivant qu'elle était plus ou moins directement frappée par les vents variables qui, alors et en peu de minutes, vinrent à souffler successivement de tous les points du compas. Lorsque la trombe commença de nouveau à marcher, sa course était dirigée du sud au nord, en sens contraire du vent qui soufflait : comme ce mouvement l'amenait directement sur le bâtiment, le capitaine fit tirer plusieurs coups de canon sur le météore : un boulet l'ayant traversé à une distance de la base, égale au tiers de sa hauteur totale, la trombe parut coupée horizontalement en deux parties, et chacun des segmens flotta çà et là incertain, agité successivement par des vents opposés : au bout d'une minute, les deux parties se réunirent pour quelques instans, puis le phénomène se dissipa, et l'immense nuage noir qui lui succéda, laissa tomber un torrent de pluie. Quand la trombe fut séparée en deux par le boulet, sa distance au bâtiment n'était pas tout-à-fait d'un demi-mille (804,6 mètres) : sa base (en appelant ainsi la partie de la surface de la mer, qui paraissait bouillonner), avait 300 pieds anglais de diamètre (91,410 mètres) : la hauteur perpendiculaire de la trombe, ou la longueur du tuyau ascendant, comprise entre la mer et le nuage, était de 1720 pieds (524,084 mètres). Cette détermination est importante,

puisqu'elle prouve que l'eau ne s'éleva pas dans le tube intérieur par le seul effet de la pression de l'air, qui, dans le cas d'un vide intérieur, ne la soutiendrait qu'à 32 pieds (10,390 mètres).

D'autres trombes décrites par M. Maxwell commencèrent dans des nuages dont la surface s'abaissa en forme de cône, avant que l'eau parût s'agiter au-dessous. Suivant cet observateur, au moment de la formation d'une trombe, une partie du nuage dont la surface est d'abord de niveau, descend verticalement vers la mer, sous la forme de cône dont la base est au nuage et la pointe en bas; la mer bouillonne longtemps avant que la pointe du cône l'atteigne: l'espèce de vapeur semblable à celle de la fumée qui s'élève de la mer, monte graduellement au-dessus de sa surface. C'est alors que l'aspect du phénomène est le plus effrayant: peu de momens avant l'entière disparition de la trombe, il existe entre la pointe du cône et la mer, un tube délié et transparent qui aboutit au point où la mer bouillonne encore: on voit très distinctement l'eau de la mer s'élever au milieu de ce tube vertical, précisément comme la fumée monte dans le tuyau d'une cheminée. M. Buchanan a décrit quelques trombes de mer, qui présentent à peu près les mêmes circonstances.

Pour fixer les idées sur les trombes de terre, plus rares que celles de mer, nous placerons ici la description d'un météore de ce genre, qui a dévasté plusieurs communes du département du Pas-de-Calais, description rédigée sur les lieux par M. Desmarquoy, médecin à St.-Omer, et communiquée à l'Académie des Sciences de Paris, par M. Duméril. Le 6 juillet 1822, à 1 h. 35' de l'après-midi, dans la plaine d'Assonval, village situé à six lieues (1) ouest-sud-ouest de St.-Omer, et à six lieues sud-est de Boulogne, des labou-

(1) La lieue terrestre est de 4,444 kilomètres. Le pied vaut 0,32484 mètres.

reurs durent quitter leur charrue, à cause de l'obscurité et par la crainte d'un orage dont ils étaient menacés. Des nuages venant de différens points, se rassemblèrent rapidement au-dessus de la plaine, bientôt ils n'en formèrent plus qu'un seul qui couvrit entièrement l'horizon : un instant après, on vit descendre de ce nuage une vapeur épaisse ayant la couleur bleuâtre du soufre en combustion : elle formait un cône renversé dont la base s'appuyait sur la nue : la partie du cône qui descendait sur la terre, forma bientôt en tournoyant avec une vitesse considérable, une masse oblongue de 30 pieds environ, détachée du nuage : elle s'éleva en faisant le bruit d'une bombe de gros calibre, qui éclata, laissant sur la terre un enfoncement de 20 à 25 pieds de circonférence et de 3 à 4 pieds de profondeur à son milieu. A peine éloignée de cent pas du point de départ et dirigeant sa route de l'ouest à l'est, la trombe franchit la haie d'un manoir, y abattit une grange et donna à la maison plus solidement bâtie, une secousse que le fermier a comparée à celle d'un tremblement de terre : elle avait, en franchissant la haie, déchiré et emporté la couronne des arbres les plus forts : vingt-cinq à trente arbres étaient renversés et couchés en sens divers, de manière à prouver que la trombe faisait son chemin en tournoyant ; d'autres furent enlevés et accrochés ainsi que plusieurs couronnes, aux sommets des plus grands arbres de 60 à 70 pieds de hauteur. Après ces premiers effets, la trombe parcourut une distance de deux lieues, sans toucher la terre, en emportant de très grosses branches d'arbres qu'elle vomissait à gauche et à droite avec bruit : arrivée à la pointe élevée du bois de Fanquembergue, elle y arracha de nouveau la tête de plusieurs chênes, que l'on vit passer avec elle au-dessus du village de Vendôme, situé au pied de la colline, du côté est de la forêt; elle ne fit dans cette commune d'autre ravage que celui d'enlever avec sa racine un sycamore très gros, dans la prairie appartenant à M. Degroseillers ;

l'arbre fut retrouvé à la distance de six cents pas. Continuant sa route à la manière d'un boulet qui frappe la terre et se relève en ricochant, la trombe se porta au village d'Audinctum, où elle abattit la toiture de trois maisons, et enleva plusieurs arbres, entr'autres, cinq ormes de très grande hauteur, tous sortant d'une même souche. Au sortir de la vallée où sont situés ces deux villages, la trombe s'éleva sur une montagne dite de *Cápelle* : plusieurs paysans qui labouraient, virent avec effroi ce phénomène extraordinaire traverser leurs habitations : ils craignirent bientôt pour eux-mêmes, et n'eurent pour échapper au danger, que le temps de se coucher, en se tenant fortement à leurs instrumens aratoires : ils remarquèrent avec étonnement que leurs chevaux étaient tristes, mais qu'ils ne s'effrayaient pas : le soc de l'une de leurs charrues fut enfoncé dans la terre assez profondément pour résister aux efforts de trois chevaux, et ils employèrent une pioche pour le dégager sans le casser : ce fut par ces laboureurs qui étaient placés sur la montagne de manière à voir la trombe arriver et continuer sa route, que je parvins à connaître à peu près sa forme, sa grandeur et les élémens présumés qui pouvaient entrer dans sa composition : la forme était ovale, la longueur leur parut de 30 pieds environ, l'autre diamètre pouvait en avoir vingt. La trombe tournait dans sa marche, de manière à présenter chacune de ses faces à tous les points de l'horizon : il sortait de temps en temps de son sein, des globes de feu, et souvent aussi des globes de vapeurs comme soufrées : les uns et les autres rejetaient dans divers sens des branches que le météore avait transportées de très loin. Le bruit qu'il faisait dans sa marche rapide était semblable à celui d'une voiture pesante courant au galop sur un chemin pavé. A chaque sortie d'un globe de feu ou de vapeur, on entendait une explosion semblable à celle d'un fusil : le vent qui était impétueux, ajoutait à ce bruit un sifflement terrible. Après avoir déchiré la terre et

emporté tout ce qui lui résistait, la trombe s'élevait au-dessus du sol, pour aller à une lieue et quelquefois à deux lieues de distance, recommencer ses ravages. C'est ainsi qu'en quittant le Mont-Capelle, et suivant toujours la même direction, elle alla enlever des meules de foin et beaucoup d'arbres à Hernin St.-Julien distant d'une lieue de la montagne. De ce village à Witernestre, dans un intervalle de trois lieues, la trombe ne fit aucun ravage notable : on reconnut seulement sur la montagne qui sépare Hernin St.-Julien d'Étrée-Blanche, un sillon de la longueur de trente pas, dans lequel le grain était détruit, dans une étendue de trente arpens de terre, placés au sommet : de là elle pénétra dans les villages de Witernestre et Lambre : le premier de ces villages, composé de quarante habitations, n'en conserva que huit intactes : trente-deux maisons avec leurs granges furent renversées, et une énorme quantité d'arbres abattus, déchirés et emportés à une grande distance. On a remarqué à Witernestre que les pignons et les murs des maisons, furent couchés d'une manière divergente, du dedans au dehors. A Lambre, le désastre ne fut pas moindre : plusieurs personnes distinguèrent la marche tournoyante du météore, sa couleur d'un brun soufré, et le foyer du feu ardent d'où sortaient des explosions de vapeur bitumineuse. Les arbres qui entouraient l'église furent cassés et déracinés : le mur et le toit de la maison du curé, enlevés, et dix-huit maisons, la plupart bâties en briques, frappées dans leurs fondations et offrant le phénomène extraordinaire de l'écartement des murs renversés en dehors. Une circonstance heureuse au milieu de ce grand désastre, c'est que personne n'a péri, même dans les deux derniers villages : un seul individu de Witernestre, a été gravement blessé au bras par une poutrelle. En quittant Lambre, la trombe se divisa ; une partie se dissipa dans les airs ; l'autre qui ne se montrait plus que comme un nuage chassé par un vent impétueux du nord-ouest, se porta sur Lillers,

bourg à trois lieues de Lambre, où elle cassa et déracina près de deux cents arbres; ensuite elle se dissipa à son tour. Le tonnerre qui n'avait cessé de se faire entendre de tous les points de l'horizon, finit en même temps que la trombe.

Le 26 août 1826, une épouvantable trombe dévasta une grande portion de terrain, au nord de l'arrondissement de Carcassonne, en France : un jeune homme de 17 ans fut enlevé et jeté sur un rocher où il eut la tête fendue : quatorze moutons emportés dans les airs, se trouvèrent un moment fort loin du lieu où la trombe les saisit. Le météore déplaça d'énormes rochers, souleva et renversa les pierres de taille de la porte cochère du château de Laconette, fit écrouler divers appartemens, emporta des charettes, déracina plusieurs noyers, et laissa de profonds sillons dans le sol, sur toute la direction qu'il suivit. On assure que l'air était imprégné d'une forte odeur de soufre. Les journaux qui ont rapporté ces faits, appellent ce météore une *trombe enflammée*.

Le 9 juillet 1833, dans l'île de Corse, un immense tourbillon d'eau, de feu et de vent, s'est tout à coup détaché des nuages, au-dessus de la Boca-Miranda, et s'est précipité sur la terre où il a produit un effet singulier : ces masses gazeuses chargées d'électricité, se déployant en une nuée épaisse, élevaient les terres en l'air, les absorbaient et offraient dans leurs mouvemens impétueux, l'aspect d'un globe enflammé d'une étendue considérable et d'une forme sphérique; puis les gerbes de lumières, éclatant et remplissant un vaste espace, se sont changées en un arc-en-ciel, et le phénomène électrique, après avoir paru de nouveau avec le même caractère, mais non pas avec le même éclat que la première fois, et duré environ $\frac{1}{2}$ heure, a disparu totalement, laissant des traces visibles de ses ravages. Le lieu où cette vapeur dense s'est précipitée, présentait une excavation de 25 pieds de diamètre et de 10 pieds de profondeur,

et, autour, de longs sillons de la forme de ceux faits par un soc de charrue.

Le 8 juillet 1833, sur les huit heures du matin, une trombe marine s'est formée à la pointe du Pausilippe, près de Naples : après avoir parcouru sur la mer et près de la côte une ligne irrégulière, elle s'est approchée avec une rapidité toujours croissante, de la terre où elle est venue éclater. Mais parmi les accidens qui ont accompagné ce phénomène, il en est un qui a un côté plaisant : quelques marchands d'oranges, qui se trouvaient sur la place du marché, virent tout à coup disparaître deux grandes corbeilles pleines de leur marchandise : qu'on juge de leur étonnement ; il fut moins grand cependant que celui d'une jeune fille qui se trouvait en ce moment sur la terrasse d'une maison très élevée, et qui, en voyant pleuvoir sur elle ces pommes d'or, put croire un moment que le maître des dieux, voulait répéter en sa faveur l'aventure de *Danaé*.

Le 16 décembre 1834, vers les 7 heures du soir, on vit à Mauriac, Puy-de-Dôme, une épaisse colonne de fumée, poussée par un vent violent de N.-O : les cris *au feu, au feu*, se firent entendre de toutes parts. Depuis plus d'un quart heure, un terrible tourbillon de fumée rasait les toits de la ville : le flanc en était sillonné d'une lueur rougeâtre et intense comme la flamme d'un vaste embrasement. Cette fumée, cette flamme, tous ces signes d'un vaste incendie, étaient produits par un nuage extraordinaire. Cette trombe, condensée sans doute par le froid, semblait venir du côté de la Dordogne.

En juillet 1820, M. Segato, parcourant pour ses travaux géographiques les sables brûlans de l'Afrique, se trouva dans cet espace qui, depuis Ouadi-Elfa s'étend jusqu'à Mograt, dans la province de Sokkot : là, il vit une trombe terrestre en forme de colonne, formée de nuées de sable mobile, s'élevant de la terre au ciel : il suivit d'assez près la

marche de cette colonne par les chemins profonds qu'elle creusait, et dans les traces profondes qu'elle avait laissées, il aperçut un fragment de substance carbonisée qu'il reconnut appartenir à l'espèce humaine. (*Journ. de l'Inst. Hist. tom. III, octobre*).

Nous emprunterons la traduction par Majasson, d'une trombe observée près d'Antiqua (*Antilles*), par le docteur Mercer. Il parut, dit-il, à peu de distance de l'embouchure du havre de Saint-Jean, deux ou trois trombes dont l'une dirigeait son cours vers le havre; son mouvement progressif était lent et inégal, non point en ligne droite, mais par élans et par bonds. Lorsqu'elle fut parvenue directement au-dessus du port, il parut dans l'eau un cercle d'environ vingt verges (60 pieds) de diamètre : l'eau était violemment agitée dans ce cercle, où elle était balayée et emportée avec beaucoup de rapidité et de vacarme, et réfléchissait un éclat, comme si le soleil y avait dardé ses rayons les plus vifs, ce qui était d'autant plus remarquable qu'il paraissait un cercle ténébreux tout à l'entour. Lorsqu'elle eut gagné le rivage, elle enleva, entre autres choses, une petite maison de bois qu'elle porta à la distance de 40 pieds, sans la briser et sans la renverser, et de l'est à l'ouest, quoique le tourbillon s'avancât de l'ouest à l'est. Deux ou trois Nègres et une femme blanche furent tués par la chute.

On a vu vers onze heures du matin, plusieurs trombes marines près des dunes de Douvres : elles allaient avec rapidité dans la direction du sud. L'une de ces colonnes, quoique vue à la distance de plusieurs milles, paraissait de fort grande dimension, et s'élevait majestueusement dans les nuages, offrant un élargissement considérable à sa partie supérieure. L'impulsion du vent lui imprimait un mouvement oscillatoire, et en la faisant glisser sur les vagues, donnait à ces dernières l'apparence d'une chaudière bouillante. Des éclairs brillaient de temps à autre au milieu des

nuages et ne laissent pas douter que le fluide électrique, combiné avec le vent, ne fût le principal agent de ce phénomène.

On écrit de Vevey (Suisse) 22 juillet 1837 : notre petite ville a été témoin hier d'un phénomène qui a mis en émoi toute sa population : il s'agissait d'une immense colonne d'eau dont le sommet était un nuage de quelques mille pieds d'élévation et qui avait le lac pour base. A 9 heures environ, on vit dans le lac de Plan, à peu de distance de Vevey, sur la route de Lausanne, l'eau tourbillonner, et s'élever en poussière fine et serrée à une élévation considérable : bientôt cette colonne d'eau, poussée par le vent d'ouest, se dirigea vers la Veveyse, dont elle suivit le cours pendant quelques minutes, en aspirant toute son eau : de là on la vit continuer à suivre la direction du vent, se condenser en nuages d'un sombre effrayant et s'arrêter sur les monts qui dominant Blonay. L'air comprimé par cette trombe était d'une force telle qu'un noyer d'une très grande dimension a été déraciné et renversé. Un homme occupé au bord du torrent a été renversé : il s'était tellement cramponné aux digues qu'après l'orage on eut peine à l'en arracher.

M. de la Nux qui a demeuré pendant plus de quarante ans dans l'île de Bourbon, s'est trouvé à portée de voir un grand nombre de trombes : ses observations ont été adressées à M. de Buffon, qui les a consignées dans un article sur les trombes, qu'on trouvera *dans la Théorie de la Terre*. Presque toutes les trombes, ajoute M. de la Nux, subissent des inflexions en forme d'S dont la tête est au nuage et la queue à la mer.

Nous devons ajouter que ce météore est beaucoup plus commun dans les pays chauds que dans les pays froids et qu'il ne se manifeste habituellement qu'après de longs calmes. Il est très probable que ce phénomène, ainsi que beaucoup d'autres, est susceptible de se développer sous l'influence d'une foule de causes diverses qui lui impriment

de telles modifications que les différences sont plus faciles à établir que les similitudes. Cette réflexion se présente naturellement aussitôt que l'on compare les récits de ceux que le hasard a mis à portée d'observer des trombes. D'ailleurs des illusions d'optique accompagnent presque toujours ces sortes de météores qui fort souvent se montrent à l'instant où l'on s'y attend le moins et laissent à peine le temps de les fuir.

83. Comment cette puissance si prodigieuse peut-elle prendre naissance au milieu de l'atmosphère, et même d'une atmosphère calme? c'est une question à laquelle la science n'a encore pu faire aucune réponse satisfaisante. M. Arago pose cet énoncé : l'électricité joue-t-elle quelque rôle dans la production des trombes? Une réponse nette, catégorique à cette question, aurait un grand intérêt : elle se réduirait à découvrir s'il s'y engendre des éclairs et du tonnerre.

CHAPITRE XI.

Chutes de substances météoriques, solides, dites aërolithes. — Chutes de poussières et de substances molles, sèches et humides, tombées du ciel. — Sur le mouvement par bonds, de plusieurs globes de feu. — Météores ignés différens des précédens. — Vues diverses sur ces phénomènes. — De quelques météores singuliers.

84. Le nom d'*Aërolithes* signifie *Pierres de l'air* (1) : il est remarquable que ces phénomènes dont les physiciens de

(1) Nous ne comprenons pas sous le nom d'*aërolithes*, des minéraux connus autrefois sous la dénomination de *pierres de foudre*, que Pline appelait *Brontia*, pour lesquelles les anciens avaient une profonde vénération, au point que leur *Dieu Élagabale* n'était autre qu'une pierre noirâtre tombée du ciel. Trois faits singuliers du même genre qui ont eu lieu en 1769, ont paru à l'Académie des Sciences de Paris, devoir être rendus publics. Trois pierres ont été amenées avec la foudre, en trois lieux différens de la France; elles offraient à l'œil une similitude parfaite : elles étaient, à peu près, du même grain : on y a reconnu des parties métalliques et pyriteuses. Pulvérisées et brûlées, ces pierres ont donné une forte odeur de soufre. L'Académie est loin de conclure que ces pierres ont été apportées par l'orage : peut-être doit-on accuser quelques *bolides* dont la chute accompagnait celle de la foudre.

Nous pensons qu'il convient d'établir ici la distinction entre l'atmosphère et l'air atmosphérique, quoiqu'elle appartienne plus spécialement à un traité de physique. On donne le nom d'*atmosphère* à cette masse gazeuse qui entoure le globe terrestre, et qui est formée 1^o de tous les corps susceptibles de rester à l'état de gaz, au degré de température et de pression sous lequel nous vivons ; 2^o d'une foule d'autres corps solides très divisés et suspendus dans ce fluide élastique. On réserve, au contraire, la dénomination d'*air at-*

l'Europe n'aient encore la réalité au commencement du dix-neuvième siècle, aient été connus dès le huitième chez les Arabes, et que les Chinois en aient des observations très exactes qui datent de plusieurs siècles avant l'ère chrétienne : que les Arabes aient eu connaissance de ce phénomène à l'époque dont nous parlons, c'est ce qui résulte clairement d'un *Roman d'Antar* : il y est dit qu'un berger ayant voulu arrêter un chameau qui s'échappait, lui lança une pierre et le tua : le propriétaire survint, chercha la pierre, l'examina et reconnut que c'était *une pierre de Tonnerre : elle avait un aspect noirâtre et une dureté semblable à celle d'un roc : de plus elle était brillante et étincelante*. Or, ce sont là les caractères physiques du fer météorique, très exactement décrits dans le Roman. Quant aux Chinois, un mémoire très curieux que M. Abel Rémusat, si célèbre par ses connaissances profondes dans les langues asiatiques, a inséré dans le *X^m volume des Annales de Chimie et de Physique*, pag. 443 et suiv., montre combien leurs connaissances sur ce point sont précises et anciennes. Dans la langue chinoise, les aërolithes sont désignées sous le nom d'*Étoiles tombées* ; car il faut remarquer que chez eux, le mot *Étoile* a une signification plus étendue que chez nous, puisqu'il désigne tous les corps célestes, quels qu'ils soient, aussi bien les planètes, les satellites, les co-

mosphérique, à l'air dépouillé de toutes les exhalaisons, vapeurs, etc. Cet air, dans tous les temps, dans tous les lieux et à toute hauteur, est composé de 79 parties d'azote et de 21 parties d'oxygène : ces constituans, dit M. Julia de Fontenelle, n'ont pas varié depuis 58 ans. Ce physicien qui a analysé les boissons, les alimens et l'air de Paris, pendant le choléra, a trouvé que ce dernier a conservé sa composition ordinaire. On a remarqué que lorsque ce fléau exerçait ses plus grands ravages sur Paris, l'air qui couvrait la capitale était constamment renouvelé par celui que les vents y apportaient des montagnes de la Suisse, air qui est regardé comme très pur. Sans prétendre nier l'influence des constitutions atmosphériques sur la production des maladies épidémiques, nous nous bornerons à affirmer que la chimie météorique est encore bien arriérée sur ce point.

mètes que les étoiles fixes. L'auteur d'un voyage à Pékin, fait mention de neuf phénomènes de cette espèce, tous observés avant l'ère chrétienne, et d'ailleurs on trouve dans les auteurs chinois, un grand nombre d'observations semblables. Les peuples les plus ignorans font usage du fer météorique sans le connaître : ainsi, dans le voyage du capitaine Ross, on lit que les Esquimaux qu'il rencontra vers le soixante-quinzième degré de latitude, se servaient de couteaux dont la lame était formée de fer météorique, comme cela a été constaté par l'analyse qu'en ont faite plusieurs chimistes qui y ont trouvé du *nickel*, métal qui ne se rencontre dans aucun minerai de fer, trouvé dans l'intérieur de la terre. L'histoire fait mention de pluies de pierres, qui, dès l'antiquité la plus reculée, avaient frappé d'étonnement ceux qui en avaient été témoins : Tite-Live, Pline et d'autres écrivains en citent des exemples positifs : l'armée de César, lors de la guerre d'Afrique, observa dans une nuit, une chute d'aérolithes, à la lumière électrique des lances. (Chap. V). On n'en a jamais douté dans le moyen âge, et Cardan, particulièrement, parle d'un phénomène semblable qui eut lieu en 1510 : sur douze cents pierres tombées, il y en avait, d'après son dire, une du poids de cent vingt livres et une autre du poids de soixante livres. Ce n'est que dans ce dernier siècle que la difficulté d'expliquer la chute des pierres de l'atmosphère, a enfin conduit les physiciens à nier ce phénomène sur lequel ils auraient dû se tenir dans une sage réserve, en attendant et en cherchant des renseignemens nombreux et précis. Cependant les observations se multipliaient et les hommes qui avaient vu ces pierres, qui avaient failli être écrasés par leur chute, ne pouvaient se résoudre à croire, sur l'assurance des savans, qu'ils n'avaient rien vu, rien entendu, rien palpé : les faits d'ailleurs se répétèrent si souvent dans la dernière moitié du XVIII^e siècle, qu'il est inconcevable qu'on y ait pas fait plus d'attention : ce qui aurait dû surtout convaincre nos

savans de la réalité du phénomène, c'est que toutes ces pierres étaient étrangères au sol où on les trouvait : qu'elles différaient intérieurement de toutes celles que les physiciens et les chimistes avaient rencontrées jusque là ; qu'elles avaient entre elles les plus grands caractères de ressemblance, bien que recueillies à des époques très différentes et dans des lieux très éloignés entre eux. Ajoutez à cela que les témoins s'accordaient sur les circonstances accessoires ; tous les avaient vues tomber de l'atmosphère au moment de l'explosion de ces météores lumineux dont la production accompagne souvent les orages, et plusieurs d'entre eux les avaient recueillies encore chaudes, au moment de leur chute. Enfin la multiplicité et l'évidence des faits, ont triomphé de toutes les préventions, et cette chute de pierres n'est plus contestée aujourd'hui. Ce qui a surtout contribué à vaincre l'obstination des plus incrédules, c'est l'existence d'un métal qui s'y trouve à l'état natif, et que jusqu'ici on n'avait jamais rencontré au même état dans aucun autre corps : cette preuve qui ne pouvait être appréciée que par les chimistes, devait avoir par cela seul plus de poids sur la conviction de leurs confrères et des autres savans, puisque les témoignages sur ce point étaient fournis par des gens non suspects et pouvaient être vérifiés par ceux qui cultivaient cette science. Au reste, un fait positif fit cesser tous les doutes. Le 26 avril 1803, un globe enflammé, d'un éclat très brillant, et qui se mouvait dans l'atmosphère avec une très grande rapidité, fut aperçu de diverses parties de la Bretagne et de la Normandie : quelques instans après, on entendit à Laigle et aux environs de cette ville, et à près de 30 lieues à la ronde, une explosion violente qui dura 5 à 6 minutes : ce furent d'abord trois ou quatre détonations semblables à des coups de canon, bientôt suivies d'une espèce de décharge comparable au bruit d'une fusillade, après quoi on entendit comme un épouvantable roulement de tambour. L'air était tranquille,

le ciel serein, à l'exception de quelques nuées : le bruit paraissait d'un nuage qui parut immobile pendant tout le temps que dura le phénomène : seulement les vapeurs qui le composaient s'écartaient momentanément de différens côtés par l'effet des explosions successives. Dans tout le canton sur lequel le nuage planait, on entendit des sifflemens semblables à ceux d'une pierre lancée par une fronde et l'on vit en même temps tomber une multitude de masses solides exactement semblables à celles que l'on a désignées sous le nom de *Pierres Météoriques* : leur nombre, que l'on peut porter de deux à trois mille, a été inégalement disséminé dans une étendue elliptique d'environ deux lieues et demie de long, sur à peu près une de large : d'où il faut conclure que bien que le nuage d'où ces masses provenaient parût immobile, il devait cependant avoir un mouvement de translation dans le sens du grand axe de l'ellipse. Cette relation la plus circonstanciée de toutes celles qu'on a recueillies, est due à M. Biot qui s'est transporté dans le pays et qui a interrogé les témoins qui ont vu et entendu l'explosion du météore. Enfin les apparences extérieures de ces pierres, l'analyse chimique qui en a été faite plus tard, prouvent que, sous tous les rapports, elles ressemblent à celles que l'on avait précédemment recueillies dans des circonstances analogues. Depuis cette époque, toute diversité d'opinions a disparu, et les physiciens demeurent convaincus que, sans qu'il y ait eu à la surface de notre globe d'irruption volcanique, il tombe des pierres de l'atmosphère.

85. Avant d'en venir aux explications qu'on a hasardées, entrons dans quelques détails. Ces masses sont amenées sur la terre par des météores qu'on nomme *Météorites*, *Bolides* ou *globe de feu* qui paraissent tout à coup dans l'atmosphère et s'y meuvent avec une extrême rapidité : car leur vitesse y est quelquefois égale à celle de la terre dans son orbite : du reste, les Bolides ne paraissent affecter aucune direction déterminée. Le caractère le plus remarquable et le plus dis-

unctif des aërolithes, c'est que ces substances se ressemblent parfaitement; ce sont des masses pyriteuses où l'on voit briller quelques points métalliques; la surface extérieure est noire, comme si elle avait subi l'action du feu: l'intérieur est d'un blanc jaunâtre; elles ont toutes la même pesanteur spécifique, du moins, à très peu près, et on peut l'évaluer à 3,591, celle de l'eau étant prise pour unité. Nous ferons connaître plus loin les analyses de plusieurs de ces pierres, faites par les chimistes. Dans une chute d'aërolithes, observée par M. Orioli, professeur de physique à Bologne, qui eut lieu le 15 janvier 1824, dans la partie basse de la commune de Renalzo (*Province de Ferrare*), on entendit sur une étendue de quelques milles, trois fortes explosions semblables à des coups de canon, suivies d'un bruit ressemblant à des décharges de mousqueterie, qui se fit entendre jusque dans la ville de Cento: bientôt ce bruit ressembla à un son pareil au retentissement de corps métalliques que l'on frapperait en même temps: enfin quelques pierres furent trouvées dans l'intervalle d'environ un mille: des personnes font mention d'un nuage noir qui apparut d'abord entre l'est et le sud, d'où il se dirigea vers la base d'un corps noir du volume apparent d'un chaudron ordinaire, et qui enfin devenant lumineux, offrit à l'ouïe et à la vue les phénomènes décrits ci-dessus. Une de ces pierres, que possède le professeur et abbé Ranzani, est, dit-on, du poids d'environ une livre et demie.

86. L'analyse chimique de ces pierres donne toujours à peu près les mêmes substances, et à peu près dans les mêmes proportions: elles sont composées d'*oxyde de fer* ou de *fer pur*, de *silice*, de *magnésie*, de *soufre*, de *alumine*, de *nickel*, de *chrome*, de *cobalt*, de *traces de selenium* et de *silicium* et quelquefois de *chaux*: mais quelques-unes de ces substances peuvent manquer. Dans deux mémoires lus à l'Académie des Sciences de Paris, M. Laugier que la mort vient d'enlever aux sciences, a prouvé que les aërolithes

pouvaient être privés de nickel, et n'en contenir pas moins le chrome et d'autres principes essentiels à leur nature : dans les uns, il a trouvé l'*oxyde de fer, la magnésie, le soufre, l'alumine, le nickel, le chrome, des traces de cuivre et de manganèse* : dans d'autres, *le fer pur, la silice, le nickel, la magnésie, le soufre et le chrome*. On observe que le fer ne se rencontre jamais ou presque jamais à l'état métallique pur dans les corps terrestres ; que le nickel est très rare à la surface de la terre et que le chrome y est plus rare encore. On dit ailleurs que le nickel et le cobalt, qui jouissent de propriétés magnétiques, semblent se trouver plus abondamment dans le nord que dans tout autre lieu. Ce mode de décomposition des aërolithes, a fait croire que ces météores n'ont pas une origine tellurique, mais cosmique. MM. Laplace et Biot ont pensé que ces masses pouvaient être jetées sur la terre par des volcans lunaires : car en partant de données que nous ne rapporterons pas ici, ils sont arrivés à cette conclusion qu'il suffirait que la force de projection d'un volcan lunaire, fût double (1) de celle qu'un canon de fort calibre imprime au boulet, pour que le projectile sortît de la sphère d'attraction de notre satellite, qu'il entrât dans celle de notre planète et qu'il se précipitât sur sa surface. Le célèbre Lagrange suppose que les aërolithes sont lancés principalement par des volcans situés dans les régions polaires, et qui produisent en même temps les aurores boréales. On lit ailleurs que suivant Chladni et Lagrange les météorites seraient de petits corps planétaires errans dans les espaces célestes jusqu'au moment où ils entrent dans la sphère d'attraction de la terre (*Encycl. Mod. de Courtin, tom. XXIV,*

(1) M. Biot ayant calculé avec M. Poisson, la force nécessaire pour qu'un corps sorti de la lune pût arriver au point où il serait attirable par la terre, a trouvé qu'il suffirait pour cela d'une impulsion quintuple de celle qui anime un boulet de canon. Au reste, la mesure de cette force de projection n'est d'aucune importance dans la question.

A. J. S. Jourdan). MM. Brayley, membres de la Société météorologique de Londres, pensent que les agens volcaniques ne sont pas étrangers à la production des météores ignés et des corps qui en descendent. Telle était déjà l'opinion de Freret en 1717; mais aux agens volcaniques il adjoignait les ouragans qui, après avoir éloigné ces corps de la surface de la terre, les laissait ensuite retomber. Cette opinion, à de légères nuances près, était celle de Gassendi : elle fut partagée par plusieurs physiciens et entre autres par Muschembroek, de Lalande, etc. (1). Dans des remarques sur les Bolides, M. P. Prevost de Genève, pense que l'opinion des physiciens qui envisagent les aërolithes comme étrangers à notre globe, est celle qui présente le moins de difficultés.

Aussi, dit ce physicien (*Ann. de Chim. et Phys.*, tom. 43), je ne crois pas inutile de la reproduire sous sa forme vraisemblable : nous n'offrirons ici qu'une analyse fort succincte de cet écrit. Il n'est pas déraisonnable de supposer que les planètes et la terre, en particulier, puissent avoir des satellites cométaires qui nous apparaissent, lorsqu'ils s'approchent de nous, les uns sous l'aspect d'*étoiles qui filent* (chap. XII) et s'éloignent rapidement ; les autres sous celui de Bolides (2) : ceux-ci appartiennent sans doute à la terre,

(1) On remarque qu'il ne s'agit ici que des chutes de pierres qui auraient été lancées par des volcans, et non formées au-dessus de notre globe.

(2) D'après Deluc, l'astronome Maskelyne a soupçonné que les Bolides étaient des satellites de la terre, ou de petits corps planétaires qui circulent dans l'espace, et qui se trouvant engagés dans l'atmosphère terrestre, y perdent peu à peu de leur vitesse, et tombent enfin vers la terre par l'effet de leur pesanteur. Dans cette idée, les étoiles tombantes ou filantes, ne seraient que des corps de ce genre entrant dans notre atmosphère à de très grandes hauteurs, mais avec une vitesse suffisante pour la traverser, en sorte qu'ils ne feraient que s'enflammer en passant. Vassali regarde les étoiles filantes (ch. XII) comme des courans de matière électrique qui se déchargent d'une région de l'air, où elle est en plus, dans une autre où elle est en moins. Toaldo les regarde comme produites par l'inflammation d'une longue traînée

et contractent, en traversant notre atmosphère, une chaleur suffisante pour faire éclater leur surface (1) : il est à remarquer, dit-il, que plusieurs écailles ardentes ainsi détachées, si les circonstances retardatrices sont insuffisantes pour opérer leur chute rapide vers la terre, suivront quelque temps le Bolide dans sa trajectoire. Il explique encore l'aspect d'une queue enflammée, phénomène qui accompagne le plus souvent les Bolides, et qui a probablement toujours lieu, dans le cas d'une chute, ou pluie de pierres. Il y a lieu à plusieurs autres questions, et surtout à demander d'où naît le bruit ou la détonation qui se fait souvent entendre au moment où le Bolide lance ou laisse tomber quelques pierres ; je ne crois pas, dit-il, que la difficulté d'expliquer cette circonstance soit une objection à la supposition des satellites cométaires et à leur emploi pour expliquer les phénomènes généraux des Bolides et des pierres qui tombent de l'air. Si le Bolide jouit d'un certain éclat et de beaucoup de vitesse, il paraîtra le plus souvent tomber à notre horizon sensible, et c'est de là que les Bolides très élevés ont pris le nom d'*étoiles tombantes* dont il sera question (chap. XII). Suivant l'opinion de plusieurs savans distingués, les aërolithes et les étoiles filantes pourraient bien être des débris de planètes choquées par des comètes : il n'est pas impossible non plus qu'elles résultent du choc d'autres astres entre eux : ces débris tournent autour de la terre, pendant un temps plus ou moins long ; elles finissent par s'engager dans notre atmosphère, s'y enflamment par le frottement qu'elles éprouvent, y perdent peu à peu leur vitesse et tombent enfin vers la terre par

d'air inflammable. Silberschlay a prétendu expliquer l'origine des aërolithes, en supposant des vapeurs gluantes et huileuses qui s'élèvent et s'agglomèrent dans les hautes régions de l'atmosphère.

(1) L'échauffement d'un corps mu rapidement dans l'air, a été suffisamment prouvé par Biot et d'autres physiciens, et dès 1803 par Pictet (*Bibl. Brit.*, tom xxiii, pag. 331).

l'effet de leur pesanteur. Au reste, de toutes les hypothèses précédemment exposées, tant chimiques que mécaniques, aucune ne réunit cet ensemble de caractères qui lui donne de l'avantage sur les autres, c'est-à-dire qu'aucune ne rend complètement raison de toutes les particularités qui accompagnent la chute des pierres météoriques.

87. Nous offrons ici le catalogue de M. E. F. F. Chladni, où sont rangées dans un ordre chronologique les chutes de pierres, de masses de feu, de poussières, de substances molles, sèches ou humides, tombées de l'atmosphère, depuis environ 3000 ans (1). Nous avons augmenté cette liste de toutes les chutes que nous avons recueillies dans les journaux scientifiques et littéraires : cependant on peut supposer qu'elle ne renferme qu'un petit nombre de ces phénomènes, puisque tous ceux de cette espèce qui ont lieu à la surface de la mer, et dans les contrées inhabitées, ou qui n'ont pas été recueillies, sont perdues pour l'observation. Nous avons fait précéder du signe ? celles de ces chutes que M. Chladni ne regarde pas comme suffisamment constatées, et de la lettre A, initiale du mot *ajouter*, celles que nous avons empruntées à d'autres sources.

1° CHUTE DE PIERRES OU DE FER, AVANT LE COMMENCEMENT DE NOTRE ÈRE.

? 1478 ans avant notre ère, tomba en Crète, la pierre de foudre dont parle Malchus, probablement regardée comme symbole de Cybèle (*Chronique de Paros*. lig. 18 et 19).

(La pluie de pierres, dont parle Josué, n'était peut-être que de la grêle).

(1) Il existe plusieurs listes chronologiques de ces chutes, dressées par Chladni, Izarn et Bigot de Morogues.

1200. Pierres conservées à Orchomenos (*Pausanias*).
 ? 1168. Une masse de fer sur le Mont-Ida, en Crète
 (*Chronique de Paros*, lig. 22).
 ? 705 ou 704. L'ancyle, probablement une masse de fer,
 à peu près de la même forme que celle du cap d'Agram
 (*Plutarque*).
 654. Pierres tombées sur le Mont-Alban (*liv. 1, 30*).
 644. Pierres tombées en Chine (*de Guignes*).
 465. A. Ægopotamos (*Plutarque, Pline et autres*).
 Une pierre près de Thèbes (*Scholiaste de Pindare*).
 211. En Chine (*de Guignes et Histoire Générale de la*
Chine).
 De 205 à 206. Pierres ignées (*Plutarque, Fab. Max.*
Cap. 2).
 192. En Chine (*de Guignes*).
 176. Une pierre dans le lac de Mars.
 90 ou 89. Lateribus Coctis pluit (*Pline et Jul. obs.*).
 89. En Chine (*de Guignes*).
 56 ou 52. Fer spongieux, en Lucanie (*Pline*).
 ? 46. Pierres à Acilla (*César*).
 38, 29, 22, 19, 12, 9 et 6. Chutes de pierres en Chine
 (*de Guignes*).

2° PIERRES TOMBÉES A DES ÉPOQUES NON ASSIGNÉES.

- La mère des Dieux, tombée à Pessinus.
 L'Elagabal, à Emisa, en Syrie.
 La pierre conservée à Abydos et celle de Cassandra
 (*Pline*).
 ? La pierre noire et une autre qui se trouve dans la Caaba
 de la Mecque.
 (La pierre conservée dans le siège de couronnement des
 rois d'Angleterre, n'est pas, comme on l'avait dit, une pierre
 météorique).

3^o CHUTE DE PIERRES OU DE FER, DEPUIS LE COMMENCEMENT
DE NOTRE ÈRE.

Dans les années 2, 106, 154, 310 et 333, des pierres tombèrent en Chine (*Abel Remusat, Journ. de Phys*, mai 1819).

(La prétendue pierre tombée du ciel, en 416, à Constantinople, dont Sethus Calvisius fait mention dans son *Op. Chronolog.*, n'était qu'une pierre de la grande colonne de Constantin, qui, par sa chute, avait endommagé le piédestal).

Une pierre tombée dans le pays des Vocontins (*Pline*).

452. Trois grandes pierres en Thrace (*Cedrenus et Marcellinus*).

VI^e siècle. Pierres tombées sur le Mont-Liban et près d'Emisa, en Syrie (*Damascius*).

? 570, à peu près. Pierres tombées près de Bender, en Arabie (*Le Coran, VIII, 16, CV, 3 et 4 et les commentateurs*).

616. Pierres en Chine (*Abel Remusat*).

? Une pierre ignée à Constantinople (*quelques Chroniques*).

839. Pierres dans le Japon (*Abel Remusat*).

852. En juillet ou août, une pierre tombée dans la Tabaristan (*MM. de Sacy et Quatremère*).

856. En décembre, cinq pierres tombées en Égypte (les mêmes).

885. Pierres tombées dans le Japon (*Abel Remusat*).

897. Pierres à Ahmed-Dad (*Quatremère, suivant le Chron. Syr. en 892*).

921. De grandes pierres à Narni, dans les États de l'Église (*Chronique manuscrite du moine Benedictus de Saint-Andrea, qui se trouve dans la bibliothèque du prince Chigi, à Rome*)

951. Une pierre à Augshourg (*Alb. Stad* et autres).
998. Pierres à Magdebourg (*Cosmas et Spangenberg*).
- 1009, ou peu de temps après, masse de fer dans le Djorjan (*Avicennes*).
1021. Entre le 24 juillet et le 21 août, pierres en Afrique (*de Sacy*).
1057. Une pierre en Corée (*Abel Remusat*).
1112. Pierre ou fer, près Aquileja, vers Trieste, en Allemagne (*Valvasor*).
- 1135 ou 1136. Une pierre à Oldisleben, dans le duché de Saxe-Weymar (*Spangenberg* et autres).
- 1164, à la fête de la Pentecôte, fer en Misnie (*Georg. Fabricius*).
- 1249, 26 juillet. Pierres à Quedlinbourg, etc., en Prusse (*Spangenberg* et *Rivander*).
- ? XIII^e siècle. Une pierre à Wurzburg, en Bavière (*Schotti. Phy. Cur.*)
- Entre 1250 et 1363. Pierres à Welikoi-Ustnig, ou Velikoië en Russie (*Ann. de Gilbert*, tom. XXXV).
- ? 1280. Une pierre à Alexandrie, en Égypte (*de Sacy*).
- 1300 environ. De grandes pierres en Aragon (*d'après une chronique manuscrite conservée dans le Musée National de Pest, en Hongrie, faisant la continuation de celle de Martinus Polonus*).
- 1304, 1^{er} octobre. Pierres à Friedland ou Friedberg(1) (*Kranz et Spangenberg*).
- 1328, 9 janvier. Dans le Mortahiah et Dakhaliah (*Quatre-mère*).
- ? 1368. Dans le pays d'Oldembourg, une masse de fer, (*Siebrand Meyer*).
- 1379, 26 mai. A Minde, en Hanovre (*Lerbecius*).
1421. Une pierre dans l'île de Java (*Sir Thomas Stamford Raffles*, vol. II, pag. 137).

(1) Il y a plusieurs villes de ce nom en Prusse et en Allemagne.

‡ 1438. Pierres spongieuses à Roa, dans la Vieille Castille (*Proust*).

‡ . . . Une pierre près Lucerne (*Cysat*).

1474. Près Viterbo, deux grandes pierres (*Bibl. Italiana*, tom. IX, septembre 1820, pag. 461).

1491, 22 mars. Pierre près de Crema, dans la Lombardie (*Simoneta*).

1492, 7 novembre. A Ensisheim (France, Haut-Rhin).

1496, le 26 ou 28 janvier. Pierres à Cesena, etc., État de l'Église (*Buriel et Sabellicus*).

A 1510. Sur 1200 pierres tombées, il y en eut une du poids de 120 livres et une du poids de 60 (*Cardan*).

1511, vers le milieu de septembre. Grande chute de pierres à Crema, en Lombardie (*Giorvani del Prato* et autres).

1516. En Chine, deux pierres (*Abel Remusat*).

1520, en mai. Pierres en Aragon (*Diego de Sayas*).

‡ 1528. De grandes pierres à Augsbourg (*Dresseri. Chron. Saxon*).

‡ 1540, 28 avril. Une pierre dans le Limousin (*Bonav. de Saint-Amable*).

1540 à 1550. Masse de fer dans la forêt de Nannhoff (*Chron. des mines de Misnie*).

. . . Fer en Piémont (*Mercati et Scaliger*).

1552, 19 mai. Pierres en Thuringe (*Spangenberg*).

1559. Pierres à Miskolz, en Hongrie (*Isthuanfi, dans son Historia Hungariæ*).

1561, 17 mai. A Torgo et Eilenbourg, en Prusse, exprimées par *Arcem Juliam* (*Gesner et de Boot*).

1580, 27 mai. Pierres près de Gottingue (*Bange*).

1581, 26 juillet. Pierre en Thuringe (*Binhard, Olearius. P.*).

1583, 9 janvier. A Castrovillari, dans le royaume de Naples (*Costo, Mercati et Imperati*).

1583, 2 mars, en Piémont (*Mercati*).

1596, 1^{or} mars. Pierres à Crevalcore ou Crevalcuore, dans l'État de l'Église (*Mittarelli*).

. . . . Dans le même siècle, une pierre dans le Royaume de Valence (*Cæsius et les Jésuites de Coimbra*).

1618, en août. Grande chute de pierres en Styrie (*Fundgruben der Oriens, mines de l'Orient, par M. de Hammer*).

1618. Masse métallique, en Bohême (*Kronland*).

1621, 17 avril. Masse de fer près de Lahore, dans l'Indostan (*Jean-Guir*).

1622, 10 janvier. Pierre en Devonshire, en Angleterre (*Rumph*).

1628, 9 avril. Près de Hatford, en Berkshire (*Gentlem-Magaz.*).

1634, 27 octobre. Pierres en Charollois (*Morinus*).

? 1635, 7 juillet. Pierre à Calce (*Valisnieri*).

1636, 6 mars. En Silésie (*Lucas et Cluverius*).

1637 (et non pas 1627), 29 novembre. En Provence (*Gassendi*).

1642, 4 août. En Suffolk (*Gentlem. Magaz.*).

? 1643 ou 1644. Pierres en mer (*Wurfbain*).

1647, 18 février. Une pierre près Zwickau, dans le royaume de Saxe (*Schmid*).

1647, en août. Pierres en Westphalie (*Annal. de Gilbert*).

Entre 1647 et 1654. Une masse en mer (*Willmann*).

1650, 6 août. Une pierre à Dordrecht (*Senguerd*).

1654, 30 mars. Pierres dans l'île de Fune (1) (*Bartholinus*).

. . . . A Varsovie, une grande pierre (*Petrus-Borellus*).

. . . . A Milan, une petite pierre qui a tué un Franciscain (*Museum Septalianum*).

(La relation de pierres tombées en 1667, à Schiras, paraît fabuleuse).

(1) Peut-être Fünen ou Fyen, île du Danemark.

1668, 19 ou 21 juin. Grande chute de pierres à Veronne (*Valisneri, Montanari, Fr. Carli*).

1671, 27 février. Pierres en Souabe (*Annal. de Gilbert, tom. XXXIII*).

1674, 6 octobre. Pierres près Claris (*Scheuchzer*).

? Entre 1675 et 1677. Pierres près Copinsha, au nord de l'Écosse (*Wallace et Gentlem. Magaz, juillet 1806*).

1677, 28 mai. Pierres à Ermendorf, qui probablement contenaient du cuivre (*Misc. Nat. Cur. 1677, App.*).

1680, 18 mai. Pierres à Londres (*King*).

1697, 13 janvier. Près Sienne (*Soldani, d'après Gabriel*).

1698, 19 mai. Pierre à Waltring (*Scheuchzer*).

1706, 7 juin. Pierre à Larisse, dans l'Albanie (*Paul. Lucas*).

1715, 11 avril. Des pierres non loin de Stargard, en Poméranie (*Ann. de Gilbert, tom. LXXI, pag. 215*).

1722, 5 juin. Pierres près Scheftlar, en Freisinge (*Meichelbeek*).

1723, 22 juin. A Plescowitz (*Rost et Stepling*).

(La prétendue chute de métal, en 1731, à Lessay, n'était qu'une phosphorescence électrique des gouttes de pluie : car *dom Stalley* ne dit pas : il tombait des gouttes de métal embrasé et fondu ; mais il tombait *comme* des gouttes, etc.).

1727, 22 juillet. Chute près de Liboschitz, en Bohême (*Stepling*).

1738, 18 août. Près de Carpentras (*Castillon*).

1740, 25 octobre. Pierres à Rasgrad (*Ann. de Gilbert, tom. L*).

1740 et 1741, en hiver. Une grande pierre en Groënland (*Egede*).

? 1743. Pierre à Liboschitz (*Stepling*) : peut-être la même que celle qui est indiquée à l'année 1723.

1750, 1^{er} octobre. Pierre près de Coutances (*Huard et Lalande*).

1751, 26 mai. Fer à Hradschina, près d'Agram.

- 1753, 3 juillet. Pierre à Tabor (*Stepling et Mayer*).
- 1753, en septembre, A Laponas (*Lalande et Richard*).
- 1755, en juillet. Pierre en Calabre (*Domin. Tata*).
- 1766, en juillet. A Alboreto (*Troili*).
- ? 1766, 15 août. A Novellara (*Troili*) : peut-être une pierre fondue par la foudre.
- 1768, 13 septembre. Pierre à Lucé (*Mém. de l'Acad.*).
Pierre à Aire (*Mém. de l'Acad.*).
- 1768, 20 novembre. Pierre à Maurkirchem (*Inhof*).
- 1773, 17 novembre. Pierre à Séna, en Aragon (*Proust*).
- 1775, 19 septembre. Près de Rodach, en Cobourg (*Ann. de Gilbert*, tom. XXIII).
- 1775 ou 1776. Pierres à Obruteza, en Volhynie (*Ann. de Gilbert*, tom. XXXI).
- 1776 ou 1777, en janvier ou février. près de Fabbriano (*Soldani et Amoretti*).
1779. Pierres à Pettiswood, en Irlande (*Gentlem. Magaz.*).
- 1780, 1^{er} avril. Près Beeston, en Angleterre (*Lloyd's Evening-Post*).
- 1780, environ. Des masses de fer dans le territoire de Kinsdale, entre West-River Mountain et Connecticut, aux États-Unis (*Quarterley-Review*, n^o LIX, avril 1824).
1782. Pierre près de Turin (*Tata et Amoretti*).
- 1785, 19 février. Pierres à Eichstaedt, en Bavière (*Pickel et Stutz*).
- 1787, 1^{er} octobre. Dans la province de Charkow, en Russie (*Ann. de Gilbert*, tom. XXXI).
- 1790, 24 juillet. Grande chute à Barbotan, etc.
- 1791, 17 mai. Pierres à Castel-Berardenga (*Soldani*).
- 1791, 20 octobre. A Menabilly, en Cornwallis (*King*).
- 1794, 16 juin. Aux environs de Sienne.
- 1795, 13 avril. A Ceylan (*Le Beck*).
- 1795, 13 décembre. Pierre en Yorkshire.
- 1796, 4 janvier. Près Bélaja-Zerkwa, en Russie (*Ann. de Gilbert*, tom. XXXV).

- 1796, 19 février. En Portugal (*Southey*).
- 1798, 8 ou 12 mars. A Sales (*de Drée, etc.*).
- 1798, 19 décembre. Pierres au Bengale (*Howard, Valentia*).
1801. Sur l'île des Tonneliers (*Bory-de-Saint-Vincent*).
- 1802, en septembre. Pierres en Écosse (*Monthly-Magaz. oct. 1802*).
- A. 1802. Aérolithes tombés près d'Allahabat, dans l'Inde.
- 1803, 26 avril, pierres aux environs de l'Aigle en France,
- 1803, 4 juillet, A East-Norton (*Phil. Mag. et Bibl. Brit.*).
- 1803, 8 octobre. Une pierre près d'Apt, département de Vaucluse.
- 1803, 13 décembre, près d'EGGENFELD ou EGGENFELDEN en Bavière (*Imhof*).
- 1804, 5 avril. Près de Glasgow (*Phil. Mag. et Bibl. Brit.*).
- De 1804 à 1807. A Dordrecht. (*Van Beck-Calkoen*).
- 1805, 25 mars. Pierres à Doroninsk, en Sibérie (*Ann. de Gilbert, tom. XXIX et XXXI*).
- 1805, en juin. Pierres à Constantinople (*Kougas-Ingigian*).
- 1806, 13 mars, à Alais, département du Gard.
- 1806, 17 mai. Pierre en Hantsire (*Monthly-Mag.*).
- 1807, 13 mars. Près de Timochin, en Russie (*Ann. de Gilbert*).
- 1807, 14 décembre. Pierres près de Weston, en Connecticut (1) (*Ann. de Chim. et de Phys., tom. III, pag. 206 et suiv.*).

(1) M. Bowditch a trouvé que la hauteur du météore à l'instant où il fut aperçu à Rutland, était de 18,2 milles (le mille anglais est de 1609,315 mètres). Les observations de Wenham donnent 16,2 et 18,3 : au moment de la disparition, on la trouve de 19,5. Les recherches du premier, reposent sur les solutions de ces deux questions 1^o Étant donnés dans deux lieux connus de position, les azimuths du météore, au même instant et sa hauteur au-dessus de l'horizon de l'un d'eux, déterminer sa position ; 2^o étant donnés l'angle d'élevation du météore dans chacun des lieux, et un seul azimuth, trouver sa

1808, 19 avril. A Borgo-San-Donino (*Guidotti et Sgagnoni*).

1808, 22 mai. Près de Stannern en Moravie.

1808, 3 septembre. A Lissa, en Bohême (*de Schreibers*).

A. 1808. Aërolithes tombés près de Mooradabad (1).

? 1809, 17 juin. En mer, près de l'Amérique Septentrionale (*Med. Reposit. et Bibli. Brit.*).

1810, 30 janvier. Dans Caswell, en Amérique (*Phil. Mag. et Medic. Reposit.*).

1810, en juillet. Une grande pierre, à Schabad, dans l'Inde : le météore a causé de grands dégâts (*Phil. Mag.* tom. XXXVII).

1810, en août. Une pierre dans le comté de Tipperary, en Irlande : *William-Higgins* en a publié l'analyse.

1810, 23 novembre. Pierres à Charsonville, près d'Orléans, en France.

1811, 12 et 13 mars. Une pierre dans la province de Pultawa, en Russie (*Ann. de Gilbert*, tom. XXXVIII).

1811, 8 juillet. Pierres à Berlanguillas.

1812, 10 avril. Près de Toulouse.

1812, 15 avril. Une pierre à Erxleben (*Ann. de Gilbert*, tom. XL et XLI).

position ? Il résulte des observations rapportées plus haut, qu'il se mouvait presque parallèlement à la surface de la terre, à une hauteur de 15360 toises et avec une vitesse qui n'était pas moindre de 2480 toises par seconde. Les évaluations relatives au volume, donnent 491 pieds pour le plus petit des diamètres (le pied = 3,0479 décimètres). Le pied cube d'un fragment de ce météore, trouvé près de Weston, pesait 225 livres : on déduirait de là et du diamètre précédent, que son poids total devait surpasser six millions de tonnes (le poids d'une tonne = 1015,65 kilogrammes). La grande vitesse de ce météore, dit M. Bowditch, ne s'accorderait guère ni avec la supposition qu'il serait formé dans l'atmosphère, ni avec l'idée qu'il aurait été projeté par un volcan de la lune ou de la terre : suivant lui, les aërolithes ne doivent pas être regardés comme des satellites de notre planète. Cet aërolithe a été analysé par M. Warden.

(1) Nous pensons qu'il faut lire : Moqsoudabad, ville de l'Inde, sur le bras occidental du Gange, à 33 lieues nord de Calcutta.

1812, 5 août. A Chantenay, en Vendée (*Brochant*).

1813, 14 mars. Pierres à Cutro, en Calabre, pendant la chute d'une grande quantité de poussière rouge. (*Bibl. Brit. octobre 1813*).

? 1813, en été, beaucoup de pierres près de Malpas non loin de Chester (*Thomson, Ann. of Philosophy, novembre 1813*). La relation ne paraît pas mériter une entière confiance, parce qu'elle est anonyme et surtout parce qu'il n'y a pas eu d'autres notices de cet événement.

1813, 10 septembre. Pierres près de Limerick, en Irlande (*Phil. Mag. et Gentl. Mag.*).

1813, 13 décembre d'après un rapport de Nordenskiöld, ou 1814, en mars, d'après un rapport communiqué à l'Académie de Pétersbourg: pierres aux environs de Lontalax et de Sawitaipal, non loin de Wiborg, en Finlande: elles ne contiennent pas de nickel (*Ann. de Chimie, tom. XXV, pag. 78*).

Dans le *Philos. Magazine*, juillet 1819, pag. 39, M. Murray fait mention d'une pierre tombée à Pulrose, dans l'île de Man, mer d'Irlande, sans préciser la date de la chute: il dit que l'événement est certain, et que la pierre était très légère et semblable à une scorie: elle devait donc ressembler aux pierres tombées en Espagne, en 1438, et relatées ci-dessus.

1814, 3 février. Pierres près de Bacharut, en Russie (*Ann. de Gilbert, tom. L.*)

1814, 5 septembre. Pierre près d'Agen, en France.

1814, 5 novembre dans le Doab, aux Indes (*Phil. Mag. Bibl. Brit. Journ. of Sciences*).

1815, 18 février. Une pierre à Duralla, aux Indes (*Phil. Mag. août 1820, pag. 156*).

1815, 3 octobre. Pierre à Chassigny, près de Langres; elle ne contient ni soufre ni nickel (*Pistollet, Ann. de Chim. et de Phys.*).

1816. Pierre à Glastonbury, en Sommersetshire. (*Phil. Mag.*).

A. 1816, 3 octobre, à 8 h. $\frac{1}{2}$ du matin, pierre météorique tombée dans les environs de Langres. On entendit à 3 ou 4 lieues de distance, un bruit qui paraissait être dû à de nombreuses décharges de mousqueterie, accompagnées de coups de canon. Le poids total des fragmens, était de 4 kilogrammes : la pierre ne contient ni soufre ni nickel (*Ann. de Chim. et de Phys.* tom. 1, pag. 45).

? 1817, entre le 2 et le 3 mai. Probablement des masses de fer sont tombées dans la mer Baltique : après l'apparition d'un grand météore à Gothembourg, on a vu à Odensée, une pluie de fer descendre rapidement vers le S.-E (*Journ. Danois*).

? 1818, 15 février. Une grande pierre paraît être tombée à Limoges, en France, Haute-Vienne, dans un jardin, au sud de la ville. Après l'explosion d'un grand météore, une masse qui en fut projetée fit dans la terre une excavation d'un volume égal à celui d'une grande futaille (*Gaz. de France et Journ. du Commerce*, du 25 février 1818).

(Il serait convenable de déterrer la masse et de l'analyser).

1818, 30 mars. Une pierre près de Zaborzyca, en Volhynie, analysée par M. Laugier (*Ann. du Museum*, 17^e année, 2^o cahier).

A. 1818, le 22 mai. Pierre tombée à Stannern, en Moravie. Cette pierre et celle de Jonzac, ont été analysées par M. Laugier; la seconde ne contient pas de nickel et l'autre renferme du chrome.

1818, 10 août. Une pierre à Slobotka, dans la province de Smolensk, en Russie (*plusieurs journaux*).

1819, 13 juin. Pierres tombées à Jonzac, département de la Charente Inférieure; elles ne contiennent pas de nickel.

1819, 13 octobre. Pierre près de Politz, non loin de Kostritz, dans la principauté de Reuss : elle a été analysée par M. Stromeyer (*Ann. de Chim. et de Phys.* tom. XV).

? 1820, entre le 21 et 22 mars, dans la nuit. A Vedenburg, en Hongrie (*Hesperus*, tom. XXVII, chap. III).

A. 1820, 3 juin. Pierre tombée à Lipna ou Lixna, analysée par M. Laugier (*Bull. des Scien. Math. et Phys. de M. Ferussac*).

1820, 12 juillet. Pierres tombées près de Likna, dans le cercle de Dunaborg, province de Witepsk, en Russie (*Théod. Grotthus. Ann. de Gilbert*, tom. LXVII).

(Ces deux chutes pourraient bien n'en faire qu'une). Sous la même date, on annonce un aérolithe tombé à Duna, gouvernement de Witepsk, en Russie (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XV, pag. 432). M. Grotthus parle d'une substance tombée de l'atmosphère, en feuilles noires semblables à du papier brûlé, renfermant de la silice, de la magnésie, du fer, un peu de nickel et quelques traces de chrome.

A. 1820, 12 juillet, entre 5 et 6 heures du soir. Un globe de feu fut vu en Courlande, ayant la grandeur apparente de la lune : sa disparition fut suivie d'un bruit semblable à trois décharges d'une pièce d'artillerie de gros calibre, et de la chute d'une pierre pesant 40 livres (1), qui s'enfonça à un pied et demi dans le sol : au même instant, un gros bolide tomba avec un sifflement très fort : plus loin, il tomba un corps dans la rivière de Dubna. M. Grotthus a analysé la pierre.

1821, 15 juin. Pierre près de Juvenas : elle ne contenait point de nickel, et pesait 92 kilogrammes. Le maréchal Suchet, duc d'Albufera, en a adressé un fragment à l'Académie des Sciences de Paris (*Bulletin de M. de Ferussac et Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XVII et XVIII) ; elle a été analysée par M. Vauquelin.

1822, 3 juin. Aérolithe tombé à Angers, département de Maine et Loire. A Loudun et à Angers, ville à seize lieues de distance, on vit une lumière vive en masse, devenant ondoyante en se dispersant ; elle dura plusieurs secondes

(1) On pourra prendre la livre polonoise de 404 grammes.

au sud-est d'Angers : à cette lumière a succédé une forte détonation suivie d'une succession rapide d'éclairs bruisans, imitant le feu de file d'armes à feu, et qui a duré de 5 à 6 secondes, ce qui a permis de remarquer le point où le bolide s'est précipité : il s'est résolu en chute de pierres dont un fragment pesant 30 onces (0,9178 kil.), est tombé à Angers, et est conservé au Muséum d'Histoire Naturelle de cette ville.

1822, 10 septembre. Près Carlstadt, en Suède.

1822, 13 septembre. Aérolithe tombé dans la commune de la Baff, canton d'Épinal, département des Vosges, pendant un violent orage : il a été analysé par M. Vauquelin (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XVII et XXI).

A. 1822. A Lentolax, en Finlande (*Bull. de M. de Ferrussac*).

A. 1822, en novembre. Aérolithe tombé à Bourpoor, en Angleterre (*Bull. de M. de Ferrussac*).

A. 1822, 13 décembre. Aérolithes tombés près de Wilborg, en Finlande (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXV).

1823, 7 août. Près de Nobleborough, État du Maine, en Amérique, on entendit un bruit semblable à celui d'un feu de peloton; il paraissait venir d'un nuage qui se forma subitement au zénith, et prit un mouvement de rotation rapide; il pénétra d'environ 6 pouces dans la terre: une pierre qu'il rencontra, occasiona sa rupture; il devait peser de 5 à 6 livres; il exhalait une forte odeur sulfureuse: M. le professeur Cleaveland en a donné l'analyse (1)

(1)	Silice.	29,5
	Magnésie.	24,8
	Soufre.	18,3
	Fer.	14,9
	Alumine.	4,7
	Chrome.	4,0
	Nickel.	2,3
	Perte.	1,5
		Soë = 100,0

(*Silliman's Amer. Journ.*, tom. VII, et *Bullet. de M. de Ferussac*).

A. 1824, 15 janvier, entre 9 et 10 heures du soir, chute d'aérolithes dans la partie basse de la commune de Renalzo, province de Ferrare : l'analyse en a été faite par MM. Cordier et Laugier (1) (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXXIV).

1824, vers la fin de janvier. Pierres près d'Arenazzo, dans le territoire de Boulogne : une d'elles, pesant 12 livres (4344 grammes), est conservée dans l'Observatoire de cette ville (*Diario di Roma*).

A. 1824, le 18 février, à 7 heures du matin, un aréolithe est tombé près de la forteresse de Tounkin, dans la province d'Irkutsk, en Sibérie, il pesait 5 livres (2); il est déposé au Cabinet Minéralogique d'Irkutsk (*Quelques Journaux et M. de Ferussac*).

1824, le 14 octobre. Près de Zébrak, cercle de Béraun, en Bohême : la pierre est conservée au Muséum National de Prague.

A. 1825, 10 février. Pierre de 16 livres, 7 onces, tombée à Nanjemoy, en Maryland, dans la plantation du capitaine Harisson, près la rivière Potoma, en Amérique (3) (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXX).

A. 1825. Aérolithe du poids de 36 livres de France

Il s'agit probablement des mesures anglaises : dans cette hypothèse, le pouce = 2,54 centimètres, la livre roy. = 372,6 et la livre avoirdupois = 453,4.

(1)	43	. . . .	Parties de peroxyde de fer.
	41,75	. . . .	De silice.
	16	. . . .	De magnésie.
	1,50	. . . .	De chrome oxydé.
	1,25	. . . .	D'oxyde de nickel.
	1	. . . .	De soufre.
	<hr/>		
	104,50		

L'excès sur 100 est dû à l'absorption d'une certaine quantité d'oxygène, par le fer, le chrome et le nickel.

(2) On peut supposer qu'il s'agit ici de la livre de la Russie, égale à 409,1 grammes, = 0,40911 kilog.

(3) Voyez la livre anglaise.

(17,622 kilog.), tombé dans l'île de Vaigou, l'une des Sandwich (*Bull. de M. de Ferussac*).

A. 1825, 5 juillet, à 2 heures après-midi. A Torricellastel-Campo, il est tombé une abondante pluie de pierres; elles pesaient de une once à une livre (1) (*Gaz. de Madrid*, 18 juillet).

A. 1825, 14 septembre. Il tomba un aërolithe dans une des îles Sandwich; en arrivant à terre, la masse se brisa: on en recueillit plusieurs fragmens dont un pesait 15 livres (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXXIX).

A. 1827, 27 février, à 3 heures de l'après-midi, cinq fragmens d'une pierre météorique, tombée dans l'Inde, district d'Azim-Gerh: un de ces fragmens brisa un arbre et tua un homme: la chute fut accompagnée d'un bruit semblable au roulement d'une pièce de canon: il contient du nickel et du chrome: sa densité est de 3,5 (*Bull. de M. de Ferussac*).

A. 1827, 9 mai, vers les 4 heures de l'après-midi, plusieurs aërolithes tombèrent à Drako-Creeck, dans l'État de Tennessee: une détonation semblable à celle de plusieurs grosses pièces d'artillerie, la formation de quelques nuages accompagnés de traînées obscures, enfin un sifflement des plus vifs précédèrent la chute: une de ces pierres pesait onze livres et trois autres moins grosses furent recueillies. L'analyse en a été faite (2) (*Ann. de Chim. et de Phys.* tom. XLV).

(1) La livre de Castille, commune à l'Espagne, vaut 0,461 kilog.

(2) Sur 100 parties

Silice.	40,000
Protoxyde de nickel.	2,166
Magnésic.	23,833
Alumine.	2,466
Protoxyde de chrome.	0,833
Fer.	12,000
Peroxyde de fer.	12,200
Soufre.	2,433
	<hr/>
	95,931
Perte.	4,069

A. 1827, 8 octobre, une masse de pierres tomba d'un nuage noir, près de Belostock, en Russie : la chute a été précédée d'un bruit semblable à celui d'un feu continu de mousqueterie : il a duré 3 ou 4 minutes : le plus gros fragment pesait quatre livres (1637,2 grammes) (*Gazette de Pétersbourg*).

A. 1828, 4 juin, à 9 heures du matin, un aérolithe tomba dans le comté de Chesterfield, en Virginie. Les fragmens recueillis par M. John-Cocke, pesaient plus de trois pounds (livres). On entendit d'abord une explosion semblable à celle d'un canon, à laquelle succéda un bruit comparable à celui d'une voiture qui roule rapidement sur une route pavée : il devint de plus en plus intense, et en peu de minutes, il parut avoir son siège au zénith : un moment après, le bruit avait passé outre, et il se termina par un retentissement semblable à celui qu'un corps produit en tombant à terre : les laboureurs coururent alors vers le point où le choc semblait avoir eu lieu, et, après quelques recherches, ils aperçurent un trou de 12 pouces de profondeur, au fond duquel la pierre se trouvait (*Amer. Journ. of Scien.* oct. 1828).

A. 1829, 8 mai, entre 3 et 4 h. du soir, un aérolithe tomba à Forsyth, en Géorgie (Amérique) : sa chute fut précédée de l'apparition d'un petit nuage noir d'où semblèrent partir deux fortes explosions suivies dans l'atmosphère d'un sifflement effrayant : la pierre pesait 36 livres : sa pesanteur spécifique était de 3,37 : réduite en poudre impalpable, elle était attirée presque en totalité par un aimant (*Amer. Journal*).

A. 1829, le 14 août, il est tombé des aérolithes aux États-Unis, dans le New-Jersey, près de Deal. La chute fut précédée vers minuit d'un météore lumineux qui s'éleva d'abord comme une baguette d'artifice, décrivit ensuite une courbe et éclata : il y eut 12 à 13 explosions semblables à des décharges de mousqueterie et accompagnées de scintil-

lations. La surface des pierres qu'on a recueillies, est noire, unie et irrégulière : leur intérieur, d'un gris clair, est parsemé de grains métalliques.

A. 1831, le 13 mai, le maire de Vouillé, près Poitiers, en France, annonce la chute d'un aërolithe. Le ministre du commerce fait parvenir à l'Académie les renseignemens pris sur les lieux et 431 grammes de fragmens de pierre : sa chute avait été précédée d'un globe de feu, que l'on avait remarqué à Poitiers, et qui était dirigé du nord à l'est : on avait ensuite entendu trois détonations, puis un roulement semblable à celui d'une voiture roulant sur le pavé, comme il arrive dans les tremblemens de terre, bruit qui a duré quelques minutes. L'excavation que fit la pierre en tombant, avait 1 mètre de diamètre sur 47 centimètres de profondeur : il sembla qu'elle était animée dans sa chute, d'un mouvement de rotation, puisqu'elle avait rebondi sur le bord de l'excavation : son poids total est d'environ 20 kilogrammes : c'est une pyramide tronquée à base concave, dont il s'est détaché quelques morceaux. MM. Thénard, Cordier, Brongniard et Berthier sont chargés d'analyser les échantillons.

A. 1833. On écrit de Brünn, en Moravie, le 8 décembre : il était déjà nuit, lorsque notre ville fut soudainement effrayée, le 15 novembre, par une clarté si vive que l'on crut à un incendie; mais un bruit continuel et semblable au tonnerre, fit comprendre qu'il s'agissait d'un météore : des personnes qui avaient été dans la campagne, avaient vu tout le ciel éclairé du côté du nord : le même phénomène fut aperçu à Posoriz, à Butchowiz, à Austerlitz, à Sokolniz, à Boskowitz, à Raiz, à Lissiz, à Tichnowiz et sur plusieurs autres points, dans un espace de 70 à 80 lieues allemandes carrées (1). Au milieu de cet espace, on avait vu le ciel tra-

(1) La lieue ou mille d'Allemagne, est de 7527 mètres, ou un peu moins du double de la lieue terrestre de France.

versé par un corps enflammé qui, d'abord petit, s'accrut avec une rapidité extrême, de sorte qu'il ressembla dans le commencement à la pleine lune, puis à un tonneau, enfin à une maison. Sur la ligne de poste de Lipurka à Goldenbrunn, le météore prit une telle apparence que l'on crut voir tomber du ciel des masses entières de feu : sur la route, les chevaux se cabrèrent et plusieurs paysans furent saisis d'une terreur telle qu'ils se mirent à genoux et en prières et que plusieurs même tombèrent malades. La lumière avait tant d'intensité que l'œil ne pouvait la soutenir; elle fut suivie de plusieurs coups de fort tonnerre, qui se firent entendre à plusieurs lieues à la ronde. Quoiqu'on eût vu plusieurs lignes de feu arriver jusqu'à terre, cependant on n'avait pas entendu parler de chutes de pierres, et l'on resta longtemps dans l'incertitude sur la nature de ce météore : enfin le onzième jour, le docteur Reichenbach, de Bansko, qui est connu des naturalistes allemands par plusieurs découvertes, a réussi, à force de recherches, à trouver à une lieue de sa demeure, sur le bord d'un bois, le premier aërolithe : le lendemain on en a trouvé deux autres : de sorte qu'on en possède déjà des fragmens : on espère en découvrir de nouveaux.

A. 1835. On écrit de Palerme, le 16 décembre : un ouragan terrible et tel qu'on n'en avait pas vu de semblable de mémoire d'homme, est venu jeter l'épouvante dans la ville de Marsala, ainsi que dans les campagnes environnantes; pluie, vent, tonnerre, grêle : les toits et les rues étaient couverts d'un amas d'aërolithes de la grosseur d'une noix, de forme arrondie et d'une grande dureté. Le journal Sicilien, *la Cérés*, affirme la réalité de ces aërolithes qui avaient été révoqués en doute : leur analyse démontre qu'un morceau pesant 52 grains, contenait 37, 70 carbonate de chaux, 13,00 de sous-carbonate de magnésic, 1, 30 de fer.

A. 1835, le 13 novembre. On attribue à la chute d'un météore igné l'incendie survenu à Samonod, commune

de Bellemont : ce fut vers 9 heures du soir, sous un ciel serein, qu'apparut dans l'atmosphère un globe enflammé courant du sud-ouest au nord-est, et laissant derrière lui une trace lumineuse de trois à quatre mètres d'étendue : on entendit une détonation assez forte dans le Valromey : le globe, en éclatant, dispersa une infinité de globules et de rayons lumineux sur une surface de deux à trois cents mètres carrés, et répandit une forte odeur sulfureuse. Sur les bords du lac Lemman, l'apparition de ce globe enflammé dont le noyau était brillant et la trace lumineuse assez prolongée, a été prise pour une comète. M. Millet, demeurant à Yon-Altémare, a adressé sur ce phénomène à l'Académie des Sciences de Paris, un mémoire où il prouve que ce météore lumineux est une chute d'aérolithes contenant des parties sulfureuses et métalliques à l'état de fusion ou d'incandescence : il y a recueilli deux fragmens de la grosseur d'un œuf : ils contiennent du fer, des pyrites, du soufre, de la silice : il se propose de les soumettre à une analyse chimique.

A. 1836. Des lettres de l'Asie-Mineure, sans date, nous apprennent qu'une pluie d'aérolithes est tombée dans les campagnes les plus fertiles, qui en ont beaucoup souffert.

A. 1836, au mois de janvier, un aérolithe est tombé dans la commune de Corrèze, département de la Corrèze. La nature de cette pierre est, en tout, conforme à la description que donne des aérolithes le savant M. Daubuisson : à sa chute deux détonations se sont fait entendre dans l'air, et quelques secondes après, l'aérolithe est tombé et s'est enfoncé à la profondeur de dix-huit pouces : sur une partie de sa surface, on remarque des rugosités qui semblent prouver que la pierre a adhéré à une substance en fusion, ce qui lui assignerait un gisement avant sa chute (*Journ. de l'Institut. hist.* 19^e livraison).

A. M. Dabadie, de retour de son voyage au Brésil, transmet une lettre de M. Berthou, qui contient des ren-

seignemens sur une chute de pierres, observée l'an passé (1836) dans la province de Fernambuco. Le 11 décembre, par une de ces nuits brillantes si communes dans le pays, vers les 11 h. $\frac{1}{2}$ du soir, apparut au-dessus du village de Macao, à l'entrée du Réo-assu, un météore d'un éclat extraordinaire, et d'un très grand diamètre : ce météore avait suivi une direction N.-S., et avait été aperçu à plus de 60 lieues de là, dans le Géara : il éclata comme la foudre presque aussitôt qu'on l'eut aperçu à Macao, et dispersa dans un rayon de plus de dix lieues, une immense quantité de pierres : ces pierres pénétrèrent dans plusieurs habitations, et dans la campagne tuèrent ou blessèrent plusieurs bœufs : on en trouva beaucoup enfoncées dans le sable de la plaine où il n'y a point de pierres. M. Berthier doit faire l'analyse d'un de ces aërolithes.

A. On a remarqué un phénomène curieux à Horsey, village d'Angleterre : un météore lumineux passant au-dessus de ce lieu, avait l'aspect d'un globe de feu de diverses couleurs dont le diamètre était, à peu près, égal à celui de la lune dans son plein : il était animé d'une très grande vitesse et répandait une lumière aussi resplendissante que celle du soleil : il s'est dirigé à l'ouest, et au bout de sa carrière, il a fait explosion.

A. Il y a peu de jours, il est tombé à Esnandes un aërolithe d'environ huit pouces cubes, et du poids de trois livres. Des paysans ayant voulu le ramasser, ont éprouvé une forte commotion électrique. Les débris ont été envoyés au cabinet d'Histoire naturelle de Bordeaux.

Dans la soirée du 28 mars 1837, plusieurs habitans de la commune de Montmorot, près de Lons-le-Saulnier (Jura), étant à travailler dans les vignes que domine l'ancien château, entendirent un bruit sourd semblable à un coup de tonnerre lointain : bientôt leur effroi fut grand, lorsqu'ils virent tomber une masse considérable dans une pièce de vigne : ils accoururent et trouvèrent une pierre enfoncée en

terre d'environ 10 pouces : cet aërolithe peut avoir 5 pieds de haut sur 3 de large : sa couleur est grise : cette pierre se rapproche de celle nommée pierre-ponce : elle est entremêlée de parties ferrugineuses.

4^o QUELQUES OBSERVATIONS CHINOISES SUR LA CHUTE DES AÉROLITHES.

644 ans avant Jésus-Christ, au printemps, à la première lune, le jour Ou-chin à la nouvelle lune, cinq pierres tombèrent dans le royaume de Saung (*Ho-non*).

211 ans avant Jésus-Christ, la planète Mars étant dans le voisinage d'Antarès, une étoile tomba à Toung-Kiun, et parvenue à terre, elle se changea en pierre : on grava sur cette pierre six caractères qui signifiaient : *l'empereur va mourir, et son empire sera divisé*. L'empereur envoya sur les lieux des officiers pour arrêter et châtier les auteurs de la supercherie, et fit brûler la pierre.

32 ans avant Jésus-Christ, à la neuvième lune, le jour Ou-tseu, un globe de fer sortit de la Grande Ourse : sa couleur était blanche et sa lumière éclairait la terre : elle était de forme allongée de 40 pieds de long et s'agitait comme un serpent : elle grandit jusqu'à la longueur de 50 ou 60 pieds, et forma des ondulations à l'est et à l'ouest du cercle de perpétuelle opposition, au nord-ouest du Sagittaire ; elle se roula ensuite comme un anneau qui ne se joignait pas du côté du nord.

2^e Année de l'ère chrétienne. A la sixième lune, il tomba deux pierres à Kiou-Lou. Depuis le temps de Hœi-té, on compte onze chutes de pierres, qui, toutes, furent accompagnées de lumière et d'un bruit comme celui du tonnerre.

310. A la 10^e lune, le jour de Keng-tseu, une étoile de feu tomba avec bruit dans la partie du nord-ouest ; on la

fit chercher , et l'empereur en reçut des fragmens à Phing-Yang.

333. Une étoile tomba à 6 lieues, au nord-est de Yê ; elle était d'abord d'un rouge noirâtre : un nuage jaune s'étendait comme un rideau, à plusieurs centaines de pieds : on entendit un bruit comme celui du tonnerre : quand elle tomba à terre, elle était brûlante : la poussière s'éleva jusqu'au ciel : des laboureurs qui la virent tomber , allèrent la chercher ; la terre était encore très chaude : il virent une pierre large d'un pied au moins (0,32 mètres), de couleur noirâtre et assez légère, qui résonnait quand on la frappait, comme l'instrument appelé *Knig*.

1057. A Hoang-Lieï, en Corée, à la première lune, il tomba une pierre avec un grand bruit de tonnerre : cette pierre ayant été envoyée à la cour, le président des Rites, dit qu'il était tombé une pierre dès le temps de Thsin, et qu'on avait observé ce phénomène de temps en temps sous les dynasties de Tsin et de Thang ; qu'ainsi ce n'était pas là une chose extraordinaire et sans exemple, ni qui annonçât rien de fâcheux.

1516. A la 12^e lune, le 25^e jour, à Chunking-fou, dans la province de Sse-tchouan, il n'y avait ni vent ni nuage : tout à coup le tonnerre gronda et il tomba six pierres : les plus pesantes étaient de 15 livres et même de 17 livres : les plus petites pesaient une livre ou même 10 onces (le catti ou la livre est de 600 grammes)

Pour compléter ces documens, nous ajouterons le nombre des chutes de pierres, qui ont été observées en Chine dans chaque siècle, depuis le septième avant Jésus-Christ, jusqu'au 16^e de notre ère.

Dans le 7 ^e siècle avant Jésus-Christ.	2
3 ^e	1
2 ^e	1
1 ^{er}	11
1 ^{er} siècle après Jésus-Christ	4

2 ^e	. . . . .	4
3 ^e	. . . . .	3
4 ^e	. . . . .	11
5 ^e	. . . . .	2
6 ^e	. . . . .	11
7 ^e	. . . . .	11
8 ^e	. . . . .	7
9 ^e	. . . . .	14
10 ^e	. . . . .	11
11 ^e	. . . . .	14
12 ^e	. . . . .	6
13 ^e	. . . . .	1
16 ^e	. . . . .	1

5^o MASSES DE FER, AUXQUELLES ON PEUT ATTRIBUER UNE
ORIGINE MÉTÉORIQUE.

Les masses de fer, probablement météoriques, se distinguent par la présence du nickel, par leur tissu, par leur malléabilité et leur gisement isolé : quelques-unes de ces masses sont *spongieuses* ou *cellulaires* : les cavités se trouvent remplies d'une substance pierreuse semblable au péri-dote. Dans ce nombre il faut ranger

La masse trouvée par Pallas, en Sibérie, dont les Tartares connaissent l'origine météorique.

? Un morceau trouvé entre Eibenstock et Johanngeorgenstadt, dans le royaume de Saxe.

Une masse conservée dans le cabinet impérial de Vienne, provenant peut-être de la Norwége.

Une petite masse pesant quatre livres, qui se trouve maintenant à Gotha.

D'autres masses sont solides : le fer consiste alors en Rhomboïdes ou en Octaédres, composés de couches ou feuilles parallèles.

La seule chute de masses de ce genre, est celle qui eut lieu à Agram, an 1751.

Quelques autres masses semblables ont été trouvées sur la rive droite du Sénégal (*Compagnon, Forster Golbéry*).

Au cap de Bonne Espérance (*Van-Marum et de Dankelmann*).

Au Mexique, dans différens endroits (*Sonneschmidt, de Humboldt. Voyez aussi la Gazette de Mexico, tom. I et V*).

Au Brésil, dans la province de Bahia (*Wollaston et Mornay*).

Dans la juridiction de Saint-Jago del Estero (*Rubin de Celis*).

A Elbogen, en Bohême (*Ann. de Gilbert, tom. XLII et XLIV*).

Près de Lenarto, en Hongrie (*Ann. de Gilbert, tom. XLIX*).

Près de la Rivière Rouge. La masse a été envoyée de la Nouvelle Orléans à New-York (*American Mineralogical Journ., vol. I^{er}*). Le colonel Gibbs l'a analysée et y a trouvé du nickel.

Il y a encore d'autres masses semblables dans le même pays (*the Minerva of New-Yorck, 1824*).

Aux environs de Bitbourg, non loin de Trèves : cette masse pèse 3300 livres; elle contient du nickel; l'analyse faite par le colonel Gibbs, se trouve dans l'*American Journal, vol. I^{er}*.

Près de Brahin, en Pologne. Ces masses, d'après les analyses de M. Laugier, contiennent du nickel et un peu de cobalt.

Dans la République de Colombie, sur la Cordillière orientale des Andes, une grande masse dont le volume est de 102 décimètres cubes, et dont le poids est de 750 kilogrammes, dont 100 parties contiennent 91,41 de fer et 8,59 de nickel et un autre fragment du poids de 561 gram-

mes (*Boussingault et Mariano de Rivero. Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXV).

A quelque distance de la côte septentrionale de la Baie de Baffin, dans un endroit nommé Sauwallik ou Sowallik, il y a deux masses : l'une paraît être solide : l'autre est pierreuse et mêlée de morceaux de fer dont les Esquimaux font des espèces de couteaux (*Cap. Ross.*).

? Peut-être faut-il ranger dans cette classe, une grande masse d'environ quarante pieds de haut, qui se trouve dans la partie orientale de l'Asie, non loin de la source de la Rivière Jaune, et dont les Mogols qui l'appellent *Khadasut-filao*, c'est-à-dire, roche du pôle, disent qu'elle tomba à la suite d'un météore de feu (*Abel Remusat*).

A. Une masse de fer natif, découverte dans le désert Atacuma, au Pérou : les fragmens contiennent près de 11 pour cent de nickel et 1 pour cent de cobalt. La masse peut peser trois quintaux.

Il existe des masses d'une origine problématique : de ce nombre sont :

Une masse à Aix-la-Chapelle qui contient de l'arsenic (*Ann. de Gilbert*, tom. XLVIII).

Une masse trouvée dans le Milanais (*Ann. de Gilbert*, tom. L).

La masse trouvée à Groskamsdorf, contenant, d'après Klaproth, un peu de plomb et de cuivre : il paraît qu'on l'a fondue et que les morceaux conservés à Freyberg et à Dresde, ne sont que de l'acier fondu, qu'on a substitués aux fragmens de la masse primitive.

A. Fer météorique de la Louisiane, analysé par M. Charles Upham Shepard, contenant 90,020 de fer, 9,674 de nickel, perte 0,306 : pesanteur spécifique 7,5 : d'après M. Shepard, les masses de Santa-Rosa et de la Louisiane, malgré la grande distance qui sépare ces deux parties de l'Amérique, sont des fragmens d'un seul et même aërolithe (*Journ. Siliman's*, vol. XVI, pag. 217 et 219).

6^e CHUTES DE POUSSIÈRES ET DE SUBSTANCES MOLLES,
SÈCHES OU HUMIDES.

Tout ce qu'on a observé dans ces chutes, nous fait présumer qu'elles ne diffèrent pas essentiellement des chutes de pierres; quelquefois elles ont lieu en même temps qu'elles, comme aussi elles sont quelquefois accompagnées d'un météore de feu. Les poussières paraissent contenir à peu près les mêmes substances que les pierres météoriques: il semble qu'il n'y a d'autre différence que dans la rapidité avec laquelle ces amas de matière chaotique, dispersée dans l'univers, arrivent dans notre atmosphère; mais dès lors ces substances doivent subir de plus ou moins grands changemens, suivant l'intensité de la chaleur que la compression développe dans l'air. Probablement dans la poussière rouge et noire, l'oxyde de fer est la principale matière colorante: dans la poussière noire, on trouvera sans doute du carbone. Je regarde les pierres noires et très friables tombées à Alais en 1806, comme faisant le passage de la poussière noire aux météorolithes ordinaires, la chaleur n'ayant pas été suffisante pour brûler le carbone de ces pierres et pour fondre les autres substances.

L'an 472 de notre ère (*Chronique de Calvisius, Plaisfair, etc.*), le 5 ou 6 novembre. Grande chute de poussière noire, probablement aux environs de Constantinople: le ciel semblait brûler. Procope et Marcellus l'ont attribuée au Vésuve (*Menœa, Menolog. Graec. Zonaras, Cedrenus, Theophanes*).

652. A Constantinople, pluie de poussière rouge (*Theophanes, Cedrenus, Mathieu Fretz*).

743. Un météore et poussière dans différens endroits (*Theophanes*).

Au milieu du IX^e siècle, poussière rouge et matière semblable au sang coagulé (*Continuat. du Georg. Monachus, Kaswini, El-Mazen*).

869. Pluie rouge pendant 3 jours aux environs de Brixen : peut-être ce phénomène est-il le même que le précédent (*Hadrianus Barlandus*).

929. A Bagdad, rougeur du ciel et chute de sable rouge (*Quatremère*).

1056. En Arménie, neige rouge (*Math. Eretz*).

1110. En Arménie, dans la province de Vaspouragan, en hiver, durant une nuit obscure, chute d'un corps enflammé dans le lac de Van ou lac d'Ardjiche : l'eau devint de couleur de sang, et la terre était fendue dans différents endroits (*Math. Eretz. Notices et extraits de la Bible, tom. IX*).

1222 ou 1219. Pluie rouge aux environs de Viterbo (*Bibli. Italiana, tom. XIX*).

1416. Pluie rouge en Bohême (*Spangenberg*).

? Dans le même siècle, à Lucerne, chute d'une pierre et d'une masse semblable à du sang coagulé, avec apparition d'un dragon igné ou météore de feu (*Cysat*).

1501. Pluie de sang dans différents endroits (*suivant quelques chroniques*).

1543. Pluie rouge en Westphalie (*Suni Commentarii*).

1548, 6 novembre. Chute d'un globe de feu, probablement en Thuringe, avec beaucoup de bruit : on trouva ensuite sur le sol une substance rougeâtre semblable au sang coagulé (*Spangenberg*).

1557. En Poméranie, grandes plaques d'une substance semblable au sang coagulé (*Mart. Zeiler, tom. II, épist. 386*).

1560, jour de la Pentecôte. Pluie rouge à Emden et à Louvain, etc. (*Fromond*).

1560, 24 décembre. A Lillebone, en France, Seine inférieure, météore de feu et pluie rouge (*Natalis Comès*).

? 1582, 5 juillet. A Rockhausen, non loin d'Erfurt, en

Prusse, chute d'une grande quantité d'une matière fibreuse, semblable à des crins humains, à la suite d'une tempête horrible, analogue à celle qu'amènent les tremblemens de terre (*Michel. Bapst.*).

1586, 3 décembre. A Verde, en Hanovre, chute de beaucoup de matière rouge et noirâtre, avec éclairs et tonnerre. Météore de feu et détonation. Cette matière brûlait les planches sur lesquelles elle tombait (*Manuscrit de Salomon, sénateur à Brême*).

1591. A Orléans, à la Madelaine, pluie de sang (*Lemaire*).

1618, en août. En Styrie, chute de pierres, météore de feu et pluie de sang (*de Hammer*).

1623, 12 août, à Strasbourg, pluie rouge (*Elias Habrecht, dans un mémoire imprimé à Strasbourg en 1623*).

1637, 6 décembre. Chute de beaucoup de poussière noire dans le golfe de Volo et en Syrie (*Phys. Trans., tom. I, pag. 377*).

1638. Pluie rouge à Tournay, en Belgique.

1643, en janvier. Pluie de sang à Vachingen et à Weinsberg, dans le royaume de Wurtemberg (*Chron. Manusc. de la ville de Heilbroun*).

1645, 23 ou 24 janvier. A Bois-le-Duc, en Hollande.

1640, 6 octobre. Pluie rouge à Bruxelles (*Kronland et Wendelinus*).

1652, en mai. Masse visqueuse, à la suite d'un météore lumineux, entre Sienne et Rome (*Miscell. Acad. Nat. Curios, ann. IX, 1690*).

? 1663, 28 mars. Près Laucha, non loin de Naumbourg en Prusse ou dans la Hesse, il tomba une substance fibreuse, comme de la soie bleue, en grande quantité (*Joh. Prætorius*).

1678, 19 mars. Neige rouge, près de Gènes (*Phil. Trans. 1678*).

1686, 31 janvier. Près de Rauden, en Courlande et en même temps en Norwége et en Poméranie, il tomba

une grande quantité d'une substance membraneuse, friable et noirâtre, semblable à du papier demi-brûlé (*Misc. Acad. Nat. Curs. Anno 7 pro anno 1688, in. append.*). M. le baron Théodore de Grothhus a analysé une portion de cette substance, qui avait été conservée dans un cabinet d'histoire naturelle, et y a trouvé de la silice, du fer, de la chaux, du carbone, de la magnésie, une trace de chrome et de soufre, mais point de nickel.

1689. Poussière rouge à Venise, etc. (*Valisnieri*).

1711, 5 et 6 mai. Pluie rouge à Orsion, en Suède (*Acta lit. Sueciae, 1731*).

1718, 24 mars. Chute d'un globe de feu dans l'île de Lethy, aux Indes, renfermant une matière gélatineuse (*Barchewitz*).

1719. Chute de sable dans la mer Atlantique, lat. sept., 45°, long. 322° 45; accompagné d'un météore lumineux (*Mém. de l'Acad. des Sciences de Paris, 1719; Hist. pag. 23*). Il aurait fallu examiner ce sable avec plus d'attention.

1721, vers le milieu de mars. à Stuttgartard, météore et pluie rouge en grande quantité (*Notice écrite le 21 mars, par le conseiller Vischer*).

1737, 21 mai. Chute de terre attirable à l'aimant, sur la mer Adriatique, entre Monopoli et Lissa (*Zanichelli, Opuscoli di Calogera, tom. XVI*).

1744. Pluie rouge à St.-Pierre d'Arena, près de Gènes (*Richard*).

1755, 20 octobre. Sur l'île de Getland, l'une des Orcades, poussière noire qui n'était pas venue de l'Hécla (*Phil. Trans. vol. L*).

1755, 13 novembre. Rougeur du ciel et pluie rouge dans différens pays (*Nov. Act. Nat. Curios., tom. II*).

1763, 9 octobre. Pluie rouge à Clèves, à Utrecht, etc. (*Mercurio Historico y Politico de Madrid, oct. 1764*).

1765, 14 novembre. Pluie rouge en Picardie (*Richard*).

1781. En Sicile, poussière blanche qui n'était pas volcanique (*Gioeni. Phil. Trans.*, tom. LXXII).

1792, les 27, 28 et 29 août sans interruption. Pluie d'une substance semblable à de la cendre, dans la ville de Paz, au Pérou : ce phénomène ne pouvait pas être attribué à un volcan : on avait entendu des explosions et vu le ciel tout éclairé. La poussière occasiona de grands maux de tête et donna la fièvre à plusieurs personnes (*Mercurio Peruano*, tom. VI, 1792).

1796, 8 mars. Matière visqueuse et résineuse tombée près de Bautzen, dans la haute Luzace, composée de carbone, d'hydrogène et oxygène. MM. Chladni, Guyton de Morveau et Blumenbach en possèdent des portions (*Ann. de Gilbert*, tom. LV). La couleur et l'odeur sont celles d'un vernis jaunâtre fort desséché.

1803, les 5 et 6 mars. En Italie, chute de poussière rouge, sèche dans quelques lieux et humide dans d'autres (*Opusali Sceiti*, tom. XXII).

1811, en juillet. Près de Heidelberg, dans le grand duché de Bade, chute d'une substance gélatineuse, à la suite de l'explosion d'un météore lumineux (*Ann. de Gilbert*, tom. LXVI).

A. 1812, en mai. Il est tombé une quantité considérable de poussière volcanique, dans l'île de Barbade, accompagnée d'explosions semblables aux décharges de plusieurs pièces de gros calibre (*Ann. de Chim. et de phys.*, tom. IX).

1813, les 13 et 14 mars. En Calabre, Toscane et Frioul, grande chute de poussière rouge et de neige rouge, avec beaucoup de bruit. Il tomba en même temps des pierres à Cutro, en Calabre (*Bibl. Brit.*, octobre 1813 et avril 1814). Sementini a trouvé dans la poussière, silice 33, alumine 15 $\frac{1}{2}$, chaux 11 $\frac{1}{4}$, fer 14 $\frac{1}{2}$, chrome 1, carbone 9; la perte était 15 : il paraît que Sementini n'a pas cherché la magnésie et le nickel.

1814, les 3 et 4 juillet. Grande chute de poussière noire

au Canada, avec apparition de feu. L'événement était semblable à celui de 472 (*Phil. Mag.*, vol. XLIV).

1814, la nuit du 27 au 28 octobre. Dans la vallée d'Onégia, près de Gènes, pluie rouge (*Giornal di Fisica, etc.*, tom. I, pag. 32).

1813, 5 novembre. On a trouvé dans le Doab, aux Indes, que chaque pierre tombée était dans un petit amas de poussière (*Phil. Mag.*).

1815, vers la fin de septembre. La mer, au sud des Indes, était couverte de poussière sur une très grande étendue, probablement à la suite d'une pareille chute (*Phil. Mag.*, juillet 1816).

1816, 15 avril. Neige rouge dans différens endroits de la partie septentrionale de l'Italie (*Giorn. di Fisica, etc.*, tom. I, 1818, pag. 473).

1819, 13 août. A Amherst, en Massachusetts, à la suite d'un météore lumineux, il tomba une masse gélatineuse et puante (*Silliman Journ.* II, 835)

1819, 5 septembre. A Studein, en Moravie, dans la juridiction de Teltsch, entre onze heures et midi, le ciel étant serein et tranquille, pluie de petits morceaux de terre, provenant d'un petit nuage isolé et très clair (*Hesperus*, novembre 1819 et *Ann. de Gilbert*, tom. LXVIII).

1819, 5 novembre. Pluie rouge en Flandre et en Hollande. On a trouvé dans cette pluie du cobalt et de l'acide muriatique (*Ann. Génér. des Scien. Phys.*). Nous retrouvons (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XII, pag. 431) l'extrait d'une lettre écrite par MM. de Meyer et de Stopp, chimistes à Bruges, à MM. Bory de Saint-Vincent, Van Mons et Drapiez sur une pluie rouge tombée à Blankenberg, le 2 novembre 1819, dans laquelle ces chimistes disent que l'acide obtenu, est l'acide chlorique et que le métal est du cobalt.

1819, en novembre. A Montréal et dans la partie septentrionale des États-Unis, pluie et neiges noires, accompa-

gnées d'un obscurcissement extraordinaire du ciel, de secousse comme durant un tremblement de terre, de détonations semblables à des explosions d'artillerie et d'apparitions ignées qu'on a prises pour des éclairs très forts (*Ann. de Phys. et de Chim.*, tom. XV). Quelques personnes ont attribué le phénomène à l'incendie d'une forêt : mais le bruit, les secousses, etc., montrent que c'était un véritable météore, comme ceux de 472, de 1637, de 1762 et de 1814 au Canada. Il paraît que les pierres noires et friables tombées à Alais, en 1806, étaient à peu près la même substance, dans un état de coagulation plus avancée. L'analyse chimique d'une pluie noire tombée dans les mêmes lieux, le 9 novembre, même année, a montré que la seule substance étrangère qu'elle contient, est de la suie ou du charbon, en sorte qu'on peut l'imputer à de vastes incendies qui s'étaient déclarés pendant la sécheresse, dans les forêts au sud de l'Ohio. Dans la nuit du 16 du même mois, il tomba à Broughton, en Amérique, une grande quantité de poudre noire sur la neige qui recouvrait la terre.

A. 1820, le 1^{er} novembre. Il est tombé à Fernambouc ou Pernambouco, province du Brésil, une pluie d'une espèce de soie dont beaucoup de personnes ont ramassé des échantillons : elle s'est étendue à 30 lieues dans les terres, et à peu près autant dans les mers. Cette substance peut avoir quelque analogie avec ces filamens soyeux qu'on rencontre dans nos contrées.

. 1821, 3 mai, 9 h. du matin, pluie rouge dans les environs de Giessen, dans le duché de Hesse-Darmstadt. M. le professeur Zimmermann ayant analysé le sédiment brun rougeâtre que laissait cette pluie, y a trouvé du chrome, de l'oxyde de fer, de la silice, de la chaux, du carbone, une trace de magnésie et des parties volatiles, mais point de nickel.

A. 1823, 8 et 13 mai. Il tomba dans le Wurtemberg, aux environs de Crailsheim et à Crailsheim même, une pluie

de poussière jaune ou de soufre : vue au microscope, elle paraissait composée de beaucoup de petits globules ronds qui ressemblaient au pollen des arbres verts.

1824, 13 août. Une poussière tomba d'un nuage noir dans la ville de Mendoza (république de Buenos-Aires) : à une distance de 40 lieues, le même nuage se déchargea encore une fois (*Gaz. de Buenos-Ayres*, du 1^{er} novembre 1824).

A. 1825, le 5 juillet. Il est tombé à Torricellas-del-Campo, une abondante pluie de pierres : elles pesaient d'une once à une livre (*la livre de Castille* = 0,46098 kilogr.). Les hommes et les animaux dans les champs en ont beaucoup souffert.

1827, au mois d'avril, il est tombé en Perse, dans la province de Romoé, non loin du Mont-Ararath, une pluie de graines, qui, dans quelques endroits a couvert la terre d'une couche de six pouces d'épaisseur : les moutons en ont mangé et ensuite les hommes en ont pris et en ont fait un pain très passable. Les chimistes ont reconnu que cette graine était un *lichen* qui aura été transporté par le vent.

A. 1829, le 1^{er} octobre. Pluie de terre à Orléans : elle était composée d'oxyde de fer, de silice, d'alumine, de chaux et d'acide carbonique.

A. 1830, le 6 mai. Pluie de terre à Sienne, dans le grand duché de Toscane : on y a constaté la présence d'une matière organique végétale, de carbonate de fer, de manganèse, de carbonate de chaux, d'alumine et de silice (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XLV).

On pourra consulter sur ces météores et d'autres que nous avons encore à citer, un ouvrage allemand ayant pour titre : *Sur les principes organiques de l'atmosphère et sur les phénomènes météoriques*, par le docteur C. G. Nees, de Esembeck, 1 vol. in 8° de 120 pages, avec 1 planche.

7° SUR LE MOUVEMENT PAR BONDS DE PLUSIEURS GLOBES DE FEU, ET CONSÉQUENCES TIRÉES DE CE PHÉNOMÈNE.

88. On a remarqué que plusieurs bolides, après avoir pénétré dans l'atmosphère, en se rapprochant de la terre, s'en éloignaient ensuite et poursuivaient leur route : que ce mouvement alternativement ascendant et descendant, avait lieu plusieurs fois de suite, comme il arrive à un corps qui ricoche sur une surface. Au premier aperçu, ceci pourra paraître paradoxal, et moi-même, dit M. E. F. Chladni, en lisant autrefois dans de vieux auteurs qu'un météore igné, qu'on appelait *Capra Saltans*, se mouvait par bonds, je crus qu'il était question d'*Aurores Boréales* : j'ai attendu, pour parler de ce mouvement par ricochets, propre à quelques-uns de ces bolides, que j'eusse rassemblé un grand nombre d'observations bien constatées. Dans un tableau sous ce titre, nous avons consigné suivant l'ordre chronologique, ceux de ces phénomènes qui nous ont paru les plus remarquables. La manière dont tous ces corps se meuvent, montrent qu'après avoir frappé l'atmosphère avec une assez grande vitesse, ils éprouvent une résistance assez forte pour être réfléchis. Il est très vraisemblable que, sous un grand volume, leur masse est très petite, que ces corps sont composés de gaz et d'une matière pulvérulente très divisée et très rare : ce qui confirme cette opinion, c'est l'effet que produit leur immersion dans l'atmosphère : ceux qui ont eu l'occasion d'en être témoins, rapportent qu'ils ont vu d'abord un large trait lumineux dans lequel il se formait par degrés des lignes plus brillantes. Enfin il arrivait un moment où tout ce qui était susceptible de former une matière plus dense, se réunissait en une masse de feu qui continuait à se mouvoir sous la forme d'un globe. Chaque

matière de ce genre, ne donne pas toujours des pierres météoriques : il faut, pour cela, qu'elle ait perdu une telle partie de sa vitesse, qu'elle ne puisse plus sortir de l'atmosphère et que la chaleur produite ne l'ait pas volatilisée en entier ; qu'il existe dans le météore, ou qu'il s'y forme par la combustion, des masses assez denses : sous ces conditions, il en tombera des pierres qui contiendront la totalité, non pas de ce qui est entré dans l'atmosphère, mais le *Caput mortuum* que la combustion y a laissé. Aussi longtemps qu'un de ces météores a la vitesse et la légèreté convenables, il se relève avant d'avoir achevé sa chute et poursuit sa route. On remarque que, dans plusieurs des exemples rapportés, la lumière du météore diminue, quand il descend, et qu'elle augmente quand il remonte, après s'être débarrassé de beaucoup de fumée et de vapeur. On peut donc aujourd'hui regarder la réflexion des bolides par l'atmosphère, comme un fait constant (*Ann. der Physick*, vol. LX, pag. 91).

1649, le 1^{er} septembre, vers 3 heures du matin, on vit à Hambourg, un globe de feu qui se mouvait en montant et en descendant alternativement par sauts (*Ext. du Théât. Europ. ou Ann. der Physick*, vol. XXX, pag. 112).

1719, le 22 février, après 7 h. du soir, un globe de feu fut aperçu dans toute l'Italie, dans une grande partie de l'Allemagne et dans la Suisse. Balbi (*Comm. Bona.* tom. 1, pag. 285), a donné des observations bien faites et des calculs sur ce bolide : on y remarque ce passage : *directio non semper eadem fuit.*

1722, en décembre, on vit à Rochlitz et Annaberg un globe de feu qui décrivit une courbe (*Breslauer. Sammel.* 1 vers. pag. 164).

1728, le 28 mai, vers 9 h. du soir, on vit dans la Haute Luzace un globe de feu qui, à son mouvement par sauts, fut reconnu pour un *Capra Saltans* (*Ann.* vol. XXIII, pag. 334).

1738, le 13 juillet. On trouve dans les mémoires de l'Académie des Sciences de Paris de cette année, la description suivante par M. Genssane, d'un phénomène qu'il observa dans cette ville, sur les onze heures du soir. C'était une espèce de grande étoile très brillante, placée assez près des petites étoiles du genou droit de Persée : son diamètre était, à peu près, le quart de celui de la lune : elle avait à la manière d'une comète, une queue presque aussi brillante que la tête, mais environ de la longueur du quart de cette tête : le mouvement de ce météore était fort rapide et fort bizarre : il partit du premier point où il avait été aperçu, et décrivit une courbe qui, après avoir monté, redescendit jusqu'à un point un peu plus bas que celui du départ ; alors s'élevèrent par cinq ou six reprises des espèces de fusées qui retombaient au point d'où elles étaient parties ; et de là le météore retourna à son point de départ, par une courbe moins élevée que la première ; il redescendit de nouveau vers le même point où il s'était arrêté dans la première courbe, mais par une courbe beaucoup moins régulière que les deux précédentes ; elle était ondulée : dans cette trajectoire, l'éclat du météore était inégal dans les élévations et dans les abaissemens : il fut plus uniforme dans les autres courbes : d'abord égal à celui de Vénus, il ne fut plus sur la fin que celui d'un charbon ardent. Ce phénomène dura une bonne demi-heure. Dans l'ouvrage dont celui-ci est extrait, nous avons décrit avec détails une quinzaine de météores de l'espèce du précédent.

1740. Dans la nuit du 23 au 24 février, on vit à Toulon un globe de feu qui, s'étant élevé peu à peu, continua sa route, en descendant ; puis s'élevant de nouveau, parvint à une grande hauteur où il fit explosion (*Hist. de l'Acad. de France*, 1740, pag. 3).

1758, le 26 novembre, entre 8 et 9 heures du soir, un globe de feu sur lequel Pringle a recueilli un grand nombre d'observations, passa au-dessus de l'Angleterre et de l'Écosse ;

la marche de ce météore a été très exactement suivie par ce physicien : il descendit d'abord obliquement : arrivé au point le plus bas, il parut s'éteindre ; mais bientôt continuant sa route en remontant, il reprit un nouvel éclat. Pringle explique fort bien ces apparences et conjecture avec raison que plusieurs bolides, après avoir été réfléchis par l'atmosphère, poursuivent leur route en s'éloignant dans l'espace (*Phil. Trans.* tom. LI).

1771, 17 juillet. Dans les observations sur la physique, par l'abbé Rosier (tom. 1, pag. 1), où il est question d'un météore lumineux vu d'une grande partie de la France, et décrit par Le Roy (*Mém. de l'Acad. de Paris*, 1771), il est dit qu'on avait remarqué à Versailles, à Corbeil et à Melun, que ce météore se mouvait en descendant d'abord, puis en remontant avec une lumière d'un grand éclat.

1778, le 26 août, vers 5 heures du soir, on vit par un temps serein, à Sondrio, dans la Valteline, un globe de feu se mouvant par sauts et faisant une explosion à chaque chute (*Antol. Romana*, tom. V, octobre 1778, pag. 142).

1787, le 11 septembre, vers 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Édimbourg, il parut dans la partie boréale du ciel, un globe de feu plus grand que le soleil ; son mouvement fut d'abord horizontal vers l'Orient, à la hauteur de 15° à 20° , puis il s'inclina jusqu'à la rencontre de l'horizon : alors il se releva et parvint à une hauteur plus grande, en apparence, que la première ; il descendit et se releva de nouveau, mais en faisant des ondulations plus petites : enfin continuant sa route vers l'Orient, il disparut derrière un nuage noir où il fit explosion (*Gentlemans' Magaz.*, tom. LVII, pag. 926).

1806, le 11 février, à 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir, l'envoyé de Portugal, Lobo de Silveira, observa à Stockholm, un phénomène de ce genre, dont il donna la description (*Magaz. for Naturkunde de Voigt.*, vol. XI, pag. 587). Un corps lumineux, comparable à la pleine lune, parut au zénith ; toute l'atmosphère en fut éclairée à deux reprises diffé-



rentes ; il augmenta et diminua alternativement de volume et de lumière ; on entendait un bruit sourd , et on sentait dans l'air un frémissement. Ces phénomènes paraissent devoir être attribués à la chute verticale d'un corps tellement léger qu'il a pu être réfléchi par l'atmosphère. On doit regretter que ce phénomène n'ait pas été aperçu dans d'autres lieux de la Suède , assez éloignés du premier , pour qu'on ait pu y remarquer le mouvement alternatif de chute et d'ascension.

1806, le 28 septembre, à 8 h. du soir, entre Menningen et Lindau, en Bavière, on vit un globe de feu qui décrivait une courbe. (*Ann. der Berg-Und., Hüttenkunde*, par le baron de Moll., vol. VI, pag. 337-340).

1807, 14 décembre. Le grand globe de feu qui apparut dans l'Amérique Septentrionale , et qui fut suivi de la chute de pierres météoriques, près de Weston (3°), fit à la fin trois sauts (*Trans. of the American Soc.* tom. VI, part. 2, pag. 326).

1810, dans la nuit du 2 au 3 janvier, vers 12 h. $\frac{1}{2}$, on vit à Genève, un globe de feu, dont la direction était fort variable, et qui parut aller en remontant (*Bibli. Brit.* tom. XLIII, p. 83).

1812, le 23 août, vers 9 h. du soir, M. J. Nieuwenhuis, ministre luthérien à Utrecht, revenant d'une maison de campagne, aperçut dans le ciel une bande de la largeur de deux fois le diamètre de la lune, partant du sud-est et s'étendant vers le nord, assez parallèlement à l'horizon, à une hauteur d'environ 20° : au commencement elle parut formée de quelques traits de feu, parallèles, qui allaient en se rapprochant, puis se réunissaient : la lumière augmenta par degrés ; la bande devint rouge de feu, et le milieu comme le fer incandescent : il s'en élança des rayons enflammés qui, à trois reprises différentes, s'épanouirent et se contractèrent en se dirigeant vers le nord : tout à coup, il en partit un corps semblable à une étoile rouge de feu ; en

peu d'instans, elle devint grande comme la moitié de la lune, au moins; sa lumière devint étincelante et presque aussi éclatante que celle du soleil couchant. Ce globe retourna alors dans le milieu de la bande dont il était sorti : suivant toute apparence, il a poursuivi sa route au delà, en remontant, et son éclat s'affaiblit, à raison de la distance qui croisait : cependant on pouvait encore l'apercevoir par intervalles, à travers la partie lumineuse de la bande. Tout se passa dans l'intervalle de quelques secondes; mais la bande lumineuse, et surtout la partie la plus enflammée, pouvait se voir encore après un quart d'heure, et la dernière trace ne disparut qu'à 10 heures, lorsque la lune se dégagaa des nuages. On ne remarqua ni fumée ni vapeur; aucun bruit ne se fit entendre, parce que le globe ne faisait que de se former et était encore loin de pouvoir éclater, et aussi à cause de l'éloignement trop grand du météore (*Kunst- en Letterbode*, 2^e part., pag. 173).

8° GLOBES DE FEU OU MÉTÉORES IGNÉS DIFFÉRENS DES PRÉCÉDENS.

89. Quelle que soit, dit M. Gay-Lussac (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XX) la nature de ces météores, qui restera probablement inconnue, il me paraît incontestable qu'ils viennent ainsi que les étoiles filantes (chap. XII) du dehors de l'atmosphère, et qu'ils s'y enflamment, en y pénétrant. En effet, leur mouvement excessivement rapide, suppose de toute nécessité une force de projection considérable : or si la matière qui les forme, existait dans l'atmosphère avant leur inflammation, il serait impossible de l'y concevoir autrement qu'à l'état de fluide élastique, et lorsqu'elle s'enflammerait, elle ne pourrait en recevoir aucun mouvement de projection, ni produire ce trait lumineux

rapide comme un éclair, qui accompagne ce genre de météores. Il faut donc qu'elle soit à un autre état que celui de fluide élastique, et par conséquent qu'elle soit tout-à-fait étrangère à l'atmosphère : cette matière pouvant être volatile ainsi que sa combinaison avec l'oxygène, elle se dissiperait en fumée dans le lieu même de sa combustion ; et s'il en était ainsi, il faudrait désespérer d'en recueillir jamais à la surface de la terre et de parvenir par conséquent à la connaissance de sa nature (n° 86). Nous avons donc cru devoir placer sous ce titre les phénomènes ou météores suivans qui paraissent s'y rapporter plus ou moins directement.

1676. Manatri vit un globe lumineux qui traversa la mer Adriatique et celle d'Italie : cette masse de lumière fit entendre du bruit dans tous les lieux où elle passa, et surtout à Livourne et en Corse.

1686. Kirch vit à Leipsick un météore dont le diamètre était égal au demi-diamètre de la lune ; sa lumière était si vive qu'il était très facile de lire.

1717. On observa au Quesnoi, en France, département du Nord, un météore dans un nuage au-dessus de la place publique ; il alla se briser contre la tour de l'église, en faisant une explosion comparable à celle d'un coup de canon ; puis il se répandit sur la plaine comme une pluie de feu : l'instant d'après, le même phénomène se reproduisit au même lieu.

1719. Balbus vit un globe de feu dont le diamètre paraissait égal à celui de la pleine lune ; sa couleur ressemblait à celle du camphre ardent : il jetait au milieu de la nuit une lumière aussi vive que celle du soleil, lorsqu'il va paraître sur l'horizon : on y remarquait, dit-il, des gouffres qui vomissaient de la fumée, et l'on voyait de petites flammes qui s'en élançaient : la longueur de sa queue égalait sept fois son diamètre : il creva en faisant un très grand bruit.

1757. Le globe de feu que l'on vit le 15 février, à Rouen

et aux environs, ressemblait assez à une comète, si ce n'est que sa queue était autrement configurée : il présentait en effet trois espèces de serpenteaux qui étaient terminés par autant d'étoiles moindres que le globe qui formait le corps du phénomène. Lorsque ce météore fut près de tomber, il éclata comme une bombe et son explosion fut semblable à celle d'un coup de canon du plus fort calibre.

1761. Le 17 juillet, à 10 h. $\frac{1}{2}$ du soir, on vit un météore à peu près semblable à Paris et dans un espace de 70 lieues à la ronde. On remarqua que le mercure du baromètre fut fort agité pendant le peu de temps que dura ce phénomène.

1815, le 13 mars, un météore parut un peu avant 10 h., à peu près à 35° au-dessus de l'horizon : sa direction était environ de 20° nord-est : il avait la forme d'une ellipse dont les bords étaient anguleux : la largeur du diamètre transversal était, à peu près, égale au diamètre apparent de la lune au méridien : il était plus jaune qu'elle, et formait une trace de lumière de 10 à 12°. Le météore était plus lumineux que sa queue : une multitude de globules du diamètre apparent des étoiles, mais beaucoup plus brillans, s'élançaient continuellement du météore et disparaissaient après quelques instans : une ou deux secondes avant que le météore disparût, trois grands éclairs ou fragmens lumineux s'en séparèrent, dont deux du diamètre apparent de la planète Vénus, et le troisième beaucoup plus grand : leur direction fut d'abord à peu près parallèle à celle du météore ; ils dévièrent ensuite très rapidement, en décrivant des courbes paraboliques, jusqu'à ce qu'ils parussent tomber perpendiculairement sur la terre : le plus grand continua à être visible jusqu'à près de 20° à l'horizon. Le météore lui-même disparut aussi soudainement que s'il était passé dans un milieu opaque ; mais quelques instans après, le ciel fut éclairé comme si la lumière émanait d'un foyer qui eût été invisible : alors il était à peu près à 30° de l'horizon

et dans la latitude de 45° nord-est, ou 25° à l'est de la place où il fut aperçu. Huit à dix minutes après sa disparition, on entendit un bruit plus sourd que celui du tonnerre ou du canon. Cette description est du Réver. S. Dwig (*Amer. Journ. Of. Sci.*, septembre 1827, pag. 35). L'auteur n'a pu savoir si le météore a produit ou lancé des fragmens.

1818, le 6 février, le professeur Clarke, de Cambridge et quelques autres personnes aperçurent à 2 h. après-midi, dans la région du nord, un météore lumineux fort large qui descendait verticalement du zénith vers l'horizon, présentant ainsi l'image d'une masse entraînée vers la terre, par l'effet de sa gravité. Le soleil brillait de tout son éclat. Le météore disparut en laissant après lui une traînée de points lumineux : il a été vu à la même hauteur près de Swaffham, en Écosse.

Idem. Le 11 février, on a signalé entre 11 h. et minuit, un météore de la couleur d'un beau vert : la trace qu'il laissa était de la même couleur, ainsi que les scintillations qui accompagnèrent son explosion apparente (*Amer. Journ. of Scien.*, septembre 1807, pag. 199).

1818, le 3 août, à 11 h. $\frac{1}{2}$ du soir, à Worthing, latitude $50^{\circ} 49'$, longitude $20'$ ouest de Greenwich, on vit un météore très lumineux près de Cassiopée. Le trait de lumière a commencé à 19° du pôle et à 65° , ascension droite; il a fini à 17° du pôle et à près de 80° , ascension droite; il est resté visible près d'une minute, comme une comète (*Docteur Thom. Young*). M. Burckhardt a donné sur ce météore quelques détails extraits du registre original des observations de Kirck. Les observateurs ne lui ont reconnu aucun mouvement.

1820, le 30 décembre, à 4 h. du soir, un météore lumineux, après avoir décrit au-dessus de Zante, une des îles Ioniennes, une vaste parabole, tomba dans la mer.

1822, le 16 mars, à 10 h. $5'$ du soir, on a vu dans la ville de Richmond, en Virginie, un météore lumineux d'une

grandeur extraordinaire, se mouvant rapidement du nord-est au sud-ouest : les étincelles partaient du noyau, dans les directions les plus variées ; à la fin, il détona et le bruit s'entendit dans toute la contrée environnante : la large masse de feu qui se développa au moment de l'explosion, demeura visible pendant plusieurs minutes.

1822, le 9 avril, à 9 h. du soir, écrit-on de Rhodes, en Turquie, une longue et replendissante colonne de lumière se montra dans le ciel ; de nombreuses et vives étincelles en jaillissaient dans tous les sens ; quelques secondes après la disparition complète du phénomène, on entendit le bruit d'une forte explosion.

1822. D'après un article des annonces et affiches de la ville de Sens, en France, département de l'Yonne, communiqué par M. Thénard (*de l'Ac. Roy. des Scienc. de France*), il paraîtrait qu'on a vu dans cette ville et à 15 lieues, un globe de feu qui, en détonant, a fait un bruit semblable à celui d'un violent coup de canon. Jusqu'ici on n'a trouvé aucun aérolicthe (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XX, pag. 83).

1822, le 6 août, vers 8 h. $\frac{1}{4}$ du soir, MM. Berthier et Bertrand, en entrant dans le jardin du Luxembourg, à Paris, par la porte de la rue d'Enfer, suivant l'avenue qui lui fait face et qui se dirige de l'est à l'ouest, furent frappés tout à coup de l'éclat d'une lumière très vive, semblable à celle d'un éclair, mais instantanée : c'était une belle et grande traînée lumineuse, serpentante, de la grosseur du poignet, qui leur parut dans le plan vertical mené par leur position ; elle s'arrêta à 30° environ de l'horizon et occupait dans le ciel un arc au moins égal : sa partie inférieure que nous nommerons *la tête*, était plus lumineuse que le reste qui s'affaiblissait graduellement en allant vers l'autre extrémité ou la queue, et nous y vîmes, au premier instant quelques points plus lumineux que le reste. Ce que ce météore a présenté de remarquable, c'est que la traînée lumi-

neuse fortement ondulée qu'il a laissée, a duré plus de cinq minutes, et qu'elle n'a pas sensiblement changé de place, pendant tout ce temps : elle diminuait de longueur du côté de sa queue en perdant peu à peu de son éclat, et c'est sa tête qui a été visible le plus longtemps. D'après une lettre reçue de Caen, au jour et à l'heure cités plus haut, on a aperçu dans la ville un météore igné qui est descendu presque verticalement, répandant une clarté pareille à celle d'un éclair très brillant et jetant des étincelles : il laissait après lui une traînée lumineuse, ondulée et remplie d'étincelles : il a été vu au Havre, au Mans, à Cherbourg, à la Rochelle et à Southampton, en Angleterre. M. Cauchy (*membre de l'Ac. des Sci. de Paris*), attribue à ce météore une très grande hauteur dans l'atmosphère, comme cela résulte de la distance considérable des lieux où il a été aperçu, et il justifie celle d'environ une centaine de lieues qu'il avait attribué à un autre météore vu à Paris, il y a deux ans, en rappelant qu'il fut vu en même temps sur la Saone, près de Lyon (*Lettres de M. Bertrand sur la Phys.*, tom. II). Dans le tom. XXI des *Annales de Chim.* et de *Phys.*, pag. 403, on annonce sous la date du 16 août, à 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir, un météore dont il aurait déjà été question dans le tom. XX du même recueil, pag. 395, et qui n'est autre que celui que nous venons de décrire sous la date du 6 août : on en a calculé la hauteur verticale qui a été trouvée de 66 lieues de 25 au degré.

1822, le 1^{er} septembre, à 8 h. du soir, il a paru au Fort Royal de la Martinique, un météore lumineux d'une grandeur considérable, se dirigeant avec rapidité de l'ouest à l'est : il fut visible pendant plusieurs minutes, fit entendre un bruit semblable à celui du tonnerre, et éclata avec une forte détonation.

1822, le 11 août, sur les 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir, plusieurs personnes virent dans les environs de Liège, une grosse masse de feu tomber du ciel avec rapidité : les paysans la compa-

rèrent à une charrette de paille enflammée : elle ne fit aucun bruit remarquable en atteignant le sol ; mais longtemps après sa première apparition, on entendit dans l'air comme un violent coup de tonnerre, accompagné d'un roulement très prolongé ; le ciel était presque sans nuages : on n'a pas découvert la place où il était tombé.

1823. Un météore igné se montra au-dessus de la ville de Raguse et tomba dans la mer ; il survint ensuite un tremblement de terre qui renversa plusieurs maisons, après quoi la mer se retira d'un mille de la côte (*Addit. au chap. III*).

Idem, le 31 mai, on vit à Simmersfeld, dans la Forêt Noire, des éclairs qui finirent en globes de feu.

Idem, du 9 au 18 août, on observa dans le Wurtemberg, plusieurs météores lumineux sans orage.

Idem, le 9 août, auprès de Giengen, au pied sud-est de l'Alpe, il s'éleva dans le ciel du nord-est au sud-est, une masse ronde et enflammée qui alla se perdre sans bruit et sans sifflement au milieu des nuages.

Idem, le 12 août, à 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir, on remarqua du côté du sud, à Tubingen, dans le Wurtemberg, entre les constellations du Dauphin et de l'Aigle, un petit globe lumineux dont le mouvement était presque horizontal ; il répandit une grande clarté et disparut sans bruit auprès de l'étoile ϵ de l'Aigle : il traversa le Dauphin, l'Aigle et la voie lactée.

Idem, le 18 août, à 7 h. du soir, près de Munich, un globe igné et d'une espèce particulière, descendit tout à coup de la partie la plus claire du ciel, se tint ensuite à une certaine hauteur, comme une comète, puis se dirigea horizontalement vers l'est, et par ses rayons qui devenaient toujours plus longs et plus forts, traça un cercle toujours croissant, en même temps que le noyau lumineux décrivait un arc opposé ; en sorte que ces deux arcs formaient un ovale. Ce météore fut visible à l'œil nu pendant plus d'une demi-heure.

Idem, le 21 août, 3 heures avant le coucher du soleil, un météore lumineux a effrayé la population de Messine : une immense lumière s'éleva de derrière la citadelle, de telle sorte que les Messinois crurent qu'un incendie dévorait cette forteresse; des globes de vapeurs noires s'agitaient avec violence dans l'air : le phénomène dura quelques minutes.

On écrit de Niort (France) : jeudi 29 septembre, à 7 h. du soir, un météore lumineux se dirigeant de l'est à l'ouest, est venu s'arrêter pendant quelques secondes, à une hauteur de 300 pieds environ, en face de l'hôtel-de-ville, puis est tombé perpendiculairement au devant de cet édifice. Le bolide, au moment où nous l'aperçûmes dans le ciel, à une hauteur moindre que celle des nuages, avait 3 pouces de diamètre : sa lumière était d'un rouge semblable à celui de la lumière de Mars. Au moment de sa chute, alors qu'il était très voisin de nous, son volume n'avait point diminué, et la lumière qu'il jetait semblait plus blanche : nous entendîmes quelques crépitations au moment où le météore atteignait le pavé, puis il s'évanouit complètement sans laisser ni traces ni odeur. Une heure après, le tonnerre commença à gronder et la pluie à tomber.

Idem, le 27 novembre, vers 5 h. 45' du soir, M. Hal-laschka observa à Prague un météore igné qui avait à peu près la grandeur de la pleine lune et qui répandait de tous côtés une lumière blanche éclatante; les bords brillaient d'une lumière bleuâtre : il resta visible 4 ou 5 secondes : il se mouvait du sud-est au nord-ouest : après sa disparition, on vit de grandes lueurs qui elles-mêmes disparurent au bout de quelques secondes (*Journ. de M. Schumacker*).

1824, le 17 avril, à 10 h. 1/2 du soir, on aperçut du village de Upper-Kinneil, paroisse de Borrow-Stouness, en Angleterre, un météore lumineux qui répandit une vive clarté dans l'atmosphère : il se mouvait avec une rapidité

extraordinaire dans la direction du sud, laissant après lui une vive traînée d'étincelles.

Idem, du 11 au 12 août, un voyageur rapporte qu'en traversant les Alpes, il aperçut un globe de feu qui répandit la plus vive clarté dans l'atmosphère : suivant lui le phénomène aurait duré 3 minutes.

Idem, le 13 septembre, à 9 h. du soir, on aperçut à Pétersbourg, au sud-ouest, un petit globe de feu qui descendait sous un angle d'environ 35° dans la direction de l'est à l'ouest et qui parut tomber sur Wassily-Ostrow, dans les environs du champ appelé *Smolensk* : cette boule d'un bleu clair, avait une queue assez longue de même couleur. On soupçonne qu'il pourrait en être tombé des pierres dans le golfe de Finlande.

1825, le 2 janvier, vers 5 h. du matin, M. Antonio Brucalassi se rendant à Arezzo, dans le duché de Toscane, observa entre Giovanni et Montevarchi un phénomène assez curieux. A la hauteur de 10 brasses (1) au-dessus du sol, apparut tout à coup un météore lumineux de la forme d'un cône tronqué qui paraissait formé par un globe de feu situé dans sa partie antérieure la plus étroite, et qui, par l'effet de son rapide mouvement de projection, laissait derrière lui une trace de lumière qui lui donnait l'aspect d'un cône. Cette lumière devenait graduellement moins intense vers la base, et semblait se partager en cannelures ou rayons qui partaient de l'extrémité opposée : toute la superficie du cône était éclairée, et il en jaillissait des étincelles du plus vif éclat, semblables par leur clarté aux bluettes électriques, mais imitant l'effet que produit la limaille de fer jeté sur une chandelle : la longueur totale du météore semblait être d'environ deux brasses, et le diamètre de la base d'une brasse : au centre de cette base, il y avait absence totale de

(1) Nous pensons qu'on peut évaluer cette brasse, qui doit être celle de Florence, à 594,2 millimètres.

lumière, qui formait en cet endroit une tache obscure. La direction de ce météore du couchant au levant, était presque horizontale, s'inclinant un peu vers la terre : son mouvement était très rapide ; car en moins de 5'', il parcourut un espace de 350 pas : durant ce trajet, il jeta une lumière fort vive, et au point qu'une certaine étendue de la campagne s'en trouva éclairée, comme en plein jour. Les émanations de ce corps lumineux se perdaient dans l'air, au lieu de s'étendre sur la terre. Ce météore qui effleura la cime de quelques peupliers, ne laissa derrière lui aucune odeur, ne produisit ni détonation, ni cette sorte de bruissement que font entendre les feux d'artifice. La nuit pendant laquelle apparut ce météore, était calme, mais très froide, et le ciel serein : avant et après son apparition, on vit l'atmosphère sillonnée d'une multitude de feux connus sous le nom d'étoiles tombantes (*Bulletin de M. de Ferussac*). Ce phénomène nous paraît électrique : cependant nous avons cru devoir le consigner ici.

Idem, dans la nuit du 10 au 11 septembre, vers les 9 h. $\frac{1}{2}$ du soir, il parut à Liancourt, département de l'Oise, un météore lumineux de figure elliptique, à peu près de la forme de la lune dans son plein ; il était suivi d'une traînée de lumière et ressemblait ainsi à une comète accompagnée d'une longue queue : il se dirigeait du nord-ouest au sud-est, et paraissait descendre sous un angle d'environ 35° : il avait une lumière argentée et éclatante : après avoir rasé les appartemens du château, il alla se perdre dans une petite rivière et ne laissa aucune odeur sensible (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXX).

Idem, le 14 novembre, à 8 h. du soir, un météore lumineux très brillant apparut dans l'atmosphère, à Leith, en Écosse ; il se mouvait de l'est à l'ouest avec beaucoup de vitesse ; il parcourut toujours dans la même direction, un arc d'environ 25°, et fit ensuite explosion au zénith, comme une fusée : la trace lumineuse qu'il avait laissée dans l'atmo-

sphère, était encore visible deux minutes après qu'il avait disparu (*idem*).

Idem, le 1^{er} décembre, à 5 h. de l'après-midi, on aperçut à Berlin un globe de feu de la grosseur de la pleine lune; sa lumière était terne et rougeâtre; il disparut sans avoir changé de place.

1826. M. Chladni rapporte que le 1^{er} avril, à 4 h. après-midi, on entendit un bruit dans les environs de Saarbrück, en Prusse; l'air était calme et le soleil brillait de tout son éclat: c'était un roulement semblable à celui du tonnerre, pendant la durée duquel on vit dans l'air un corps grisâtre paraissant avoir 3 $\frac{1}{2}$ pieds de hauteur, et s'approchant du sol avec la vitesse de l'éclair, pour s'y étendre en forme de nappe: après une minute de silence, on entendit de nouveau le bruit du tonnerre qui parut s'élever du lieu même où le météore s'était arrêté: on n'a rien trouvé dans les environs.

Idem, le 11 avril, à 10 h. 20' du soir, un brillant météore fut vu par le docteur Waterhouse, à un mille au sud de Burlington, en Amérique: sa hauteur au-dessus de l'horizon fut, au premier instant de 9° 48' 20", son azimuth (1) N 41° 54' E. Lorsqu'il disparut derrière une proéminence, sa hauteur était de 3° 6' 20", et son azimuth N. 26° 57' E: le lieu de l'observatoire est de 44° 26' de latitude nord, et sa longitude de 73° 15' O de Greenwich. A son apparition, il soutendait un arc d'environ 7', qui augmenta jusqu'à environ 28': on crût remarquer qu'à deux reprises, ce météore éprouva un aggrandissement subit; la queue d'abord très petite, éprouva un allongement rapide, et acquit une longueur qui devint égale à 20 ou 30 fois le diamètre du globe: la lumière répandue par ce météore, égalait celle du jour en plein midi: pendant la durée de

(1) On nomme *azimuth*, l'angle que fait le vertical dans lequel se trouve un astre ou un corps avec le vertical nommé *méridien* du lieu: on le compte d'occident en orient, ou *vice versa*.

son apparition qui fut de 6'' $\frac{1}{2}$, aucun bruit ne se fit entendre (*Bullet. de M. de Ferussac*).

Idem, le 31 mars, ont été vus à New-Haven, dans le Connecticut, deux météores ignés, l'un à 7 h. $\frac{1}{2}$ du soir et l'autre le lendemain à 9 h. du soir. Le premier fut très remarquable, et d'après les indications recueillies par l'auteur, M. A. Twining, auprès d'un très grand nombre de personnes, dans des lieux très éloignés les uns des autres, il conclut que l'un des météores pouvait avoir une élévation d'environ 20 milles (1) et un diamètre d'environ $\frac{1}{6}$ de mille.

1828, le 11 février, entre 11 h. du soir et minuit, on observa à Long-Island (2), un météore dont la tête, la queue et les petites étincelles qui s'en détachaient au moment de l'explosion, étaient d'une teinte verte très prononcée (*Silliman Journal*).

1831, le 2 janvier, au soir, un météore brillant a été aperçu au-dessus de la grand-place de Lille, département du Nord; il jetait une clarté vive et verdâtre; il avait le volume d'un boulet de 24: il a passé avec la rapidité de l'éclair dans la direction du nord au sud-ouest.

1832. Dans la nuit du 7 mars, on a observé un météore à Potenza (royaume de Naples): il offrait l'aspect d'une masse de feu à l'occident: les ténèbres avaient disparu pour faire place à une éclatante lumière: ce météore n'a pas duré plus d'une minute: il a été accompagné d'une détonation semblable à celle d'un coup de tonnerre (*Ann. Hist. Univ.*).

1835. On écrit de Belley (*France, département de l'Ain*), que le 13 au soir, (Nous croyons que c'est en novembre), on aperçut dans la direction du nord, un joli météore errant sur l'horizon; il allait et venait, lorsque tout à coup il

(1) Nous pensons qu'il s'agit du mille anglais, qui vaut 1609,31 mètres.

(2) Dans l'état de New-York, ou l'une des îles Lucayes.

a éclaté avec fracas et a disparu. A cette occasion, nous rappellerons que ces météores lumineux précèdent ou accompagnent assez souvent les tremblemens de terre. (*Add. au Chap. III*).

1836. Le 27 janvier, on a vu très distinctement ici (nous devons supposer qu'*ici* veut dire à Gand, puisque nous empruntons ce fait à un journal de cette ville), un météore igné de la grosseur d'un boulet, qui répandait une très vive lumière; ce phénomène a duré 10 à 12 secondes : quelques minutes après, cette partie du ciel en était encore éclairée.

1836. Le *Moniteur Ottoman* donne les détails suivans sur un météore qui s'est montré dernièrement dans les environs de Constantinople. Le 16 du mois dernier (octobre ou septembre), vers les trois heures et demie de la nuit (neuf heures un quart du soir), un météore de forme conique et d'une éclatante beauté, s'est fait voir à Fiyé-Bey, village situé dans le district de Baltzick. Au moment où il se manifesta, le ciel parut s'entr'ouvrir, et le bruit qui accompagnait sa marche, était semblable à celui du tonnerre : arrivé à Guelféré, village sur la côte et éloigné de trois heures de Fiyé-Bey, le météore s'épandit tout à coup et donna naissance à plusieurs milliers d'étoiles. Pendant son apparition qui dura cinq minutes, les environs, à plusieurs lieues à la ronde, furent éclairés comme en plein jour.

1837. Dans la nuit du 4 au 5 janvier, M. Kuhn, médecin à Niederbroon (Bas-Rhin), étant sorti de chez lui vers une heure du matin, vit tout à coup ce qui l'entourait, éclairé, et levant les yeux au ciel, il aperçut un globe de feu aussi éclatant que le soleil, mais dont le diamètre était beaucoup plus grand : ce globe lançait de toute part de nombreuses étincelles, et il avait à sa suite une espèce de queue ou de traînée lumineuse très longue. La lumière du globe était blanche, un peu bleuâtre : celle de la queue, près du globe, était aussi blanche, mais devenait plus rouge, à mesure qu'elle en était plus éloignée. Sa direction était à peu près

du nord au sud, un peu inclinant vers l'ouest : la durée de son apparition fut d'environ trois secondes. Le météore avait été observé à Reichshoffen, bourg situé à $\frac{3}{4}$ de lieue à l'est de Niederbroon, et les détails que reçut M. Kuhn, étaient conformes à ce qu'il avait lui-même observé. M. Sallot, médecin à Vesoul, était aussi en voyage cette même nuit pour visiter un malade : à une heure dix minutes, j'étais, dit-il, à une lieue de cette ville, en un point fort élevé, lorsque je vis apparaître dans le ciel un point lumineux extrêmement brillant qui décrivit lentement un arc d'environ 50 à 55 degrés : son éclat alla continuellement en augmentant, jusqu'à l'instant où il disparut tout-à-fait : la lueur qu'il répandait sur la terre, était bleuâtre, assez semblable à celle du zinc en combustion et assez vive pour permettre de lire facilement. Le diamètre apparent de ce globe de feu, à la fin de sa course, était à peu près égal à celui de la pleine lune : à son apparition, il en était, au plus, la sixième partie : derrière lui était une traînée de paillettes rouges peu éclatantes, formant comme un triangle qui tenait au point lumineux par sa base : sa direction était N.-S. ou plutôt N.-N.-E. et S.-S.-O. M. Giraudet, médecin à Cusset, se trouvait aussi à une heure du matin, sur un point culminant, et de là vit tout à coup la campagne éclairée par un globe lumineux, dont le diamètre apparent était celui de la pleine lune au zénith : sa marche était lente et sa direction du nord au sud : trois points lumineux comme des étoiles, marchaient à sa suite, en conservant une même distance : il disparut tout à coup sans laisser après lui de traînée et sans explosion.

9° DE QUELQUES MÉTÉORES SINGULIERS.

90. Les météores dont nous venons de parler, ont été observés dès la plus haute antiquité et décrits avec quelques

détails, par Aristote, Sénèque et Plin. Le nom que leur donne le philosophe grec, signifie *Muid* ou *Tonneau*, le même que 2000 ans après, les habitans de nos campagnes ont appliqué aux météores de la même espèce. Il en est qui affectent la forme sphérique, traînant quelquefois une queue bordée de rouge et parsemée des couleurs de l'arc-en-ciel. Plusieurs de ces météores par leur explosion, ébranlent les portes, les fenêtres, renversent les cheminées et causent d'autres dégâts que les habitans attribuent souvent à des tremblemens de terre.

De ceux qui ont été décrits, par M. Le Roy, dans le volume de l'*Académie des Sciences de Paris*, de 1771, nous détacherons le suivant qui est le plus remarquable : il paraissait presque de la grandeur de la lune dans son plein, et traînait une queue derrière lui. Tout prouve qu'il prit naissance vers l'extrémité du comté de Sussex ; il parut à Oxford, traversa la mer, la Normandie, passa presque au Zénith de Paris, et fut très visible pour un grand nombre de villes très distantes entre elles et de Paris : deux ou trois minutes après son explosion, dit un observateur, militaire de profession, placé à Melun, j'entendis un bruit sourd et bourdonnant de six à sept coups qui se suivirent de très près et qui étaient articulés ; ce bruit se répéta de la même manière, moitié moins fort, plus d'une minute après, et, dans cet instant, j'éprouvai une commotion pareille à celle que j'ai ressentie plusieurs fois, lorsqu'un boulet de gros calibre passait à cinq ou six pieds de moi : ce météore se sépara en sept ou huit globules qui, en s'écartant, répandirent la plus vive clarté. Il paraît certain, d'après des calculs fort simples, dit M. l'académicien Le Roy, que lorsqu'on commença à apercevoir ce globe, il était à plus de 41076 toises ou 18 lieues de hauteur, ce qui le placerait au delà des limites de l'atmosphère, et qu'à l'instant de son explosion, il se trouvait encore à 20598 toises ou 9 lieues, hauteur qui s'accorde avec l'intervalle de deux minutes, qui s'écoula

entre la perception de la lumière et celle du bruit de l'explosion : on estime que sa vitesse était de plus de six lieues par seconde, et que le globe avait plus de 500 toises de diamètre. Quand ces globes éclatent, leur explosion se compose toujours de deux explosions successives, l'une du globe et l'autre de ses parties, en sorte que ces météores n'arrivent à la terre que par fragmens : ils se meuvent, dit M. Le Roy, dans tous les sens, de haut en bas, de bas en haut, du midi au nord, de l'est à l'ouest, etc. : quelques-uns sont stationnaires : ceux qui se meuvent avec une excessive rapidité, se précipitent vers la terre dans une direction très inclinée : ceux qui montent, marchent moins rapidement. Le même physicien croit que ces globes de feu sont plus fréquens en hiver qu'en été, quoiqu'on en voie dans toutes les saisons. Je pense qu'ils ne paraissent plus fréquens, que parce qu'il y a plus de chances de les découvrir, à raison de la longueur des nuits.

M. l'abbé Nollet fait part à l'Académie des Sciences de Paris, qu'il vient d'être informé par M. l'évêque de Bazas et le curé de Captieux, que des colonnes et des globes de feu, qui se sont montrés sous un ciel serein, ont incendié plusieurs habitations et ont tué plusieurs animaux : ce fait pourrait expliquer plusieurs incendies attribués à la malveillance (1).

1836. On écrit de Florence, sous la date du 20 septembre, que le dimanche, 18 de ce mois, à 10 heures du matin, un globe lumineux apparut dans l'air, s'abattit sur le clocher de l'église Monte-Olivetò où il fit explosion, brisa la grande corniche, arracha la croix de fer, placée à la cime, qui pèse plus de 300 livres, et la jeta au loin dans un champ : l'explosion divisa le météore en un grand nombre d'autres globes de feu plus petits qui pénétrèrent dans le couvent et

(1) Nous aurions peut-être dû placer ces deux météores dans la liste précédente.

dans l'église où ils occasionèrent des dégâts considérables et qui ne sont pas encore bien connus. Plusieurs personnes du couvent ont été blessées grièvement.

Le Mémorial (tom. V, pag. 390), a donné des détails sur une substance atmosphérique, tombée en 1832, à 13 verstes de la ville de Wolokolamsk, qui avait l'apparence du coton et des propriétés singulières. M. Murawief, d'Astachova, ayant adressé à l'Académie des Sciences de Moscow, un échantillon de cette substance, M. R. Hermann en a fait l'examen et lui a reconnu les propriétés suivantes : elle est transparente, d'un jaune pur, élastique, avec l'apparence de la gomme de cerisier, un peu collante et de la consistance d'un vernis non parfaitement desséché ; elle est sans saveur et elle a une odeur faible et particulière qui se rapproche de celle des substances animales rances : sa pesanteur spécifique est de 11000, et elle brûle avec une flamme bleu-claire, sans dépôt de suie et en répandant une odeur d'huile en combustion. L'analyse a donné pour la composition de cette substance, carbone 61,5, hydrogène 7, oxygène 3,5. Cette combinaison qui ne s'est pas encore rencontrée dans la nature, fait soupçonner à M. Hermann, en la rapprochant des autres propriétés de la substance, qui lui donnent quelque analogie avec les corps gras, qu'il s'est formé dans l'atmosphère, au moyen des forces électriques et des affinités chimiques dont on ignore le jeu, une matière approchante du suif et des huiles, qui se sera précipitée avec la neige, et qui, par quelque réaction particulière, aura absorbé une quantité surabondante d'oxygène : en conséquence, il propose de la nommer *Uranélaïne* (ουρανιος, ciel, ελαιον, huile), et l'acide qu'elle forme, en se combinant avec les alcalis, *acide Uranélaïque*.

CHAPITRE XII,

Des étoiles filantes.

91. *Les étoiles filantes* (1) tantôt se présentent sous la forme d'une fusée, tantôt sous la figure d'un petit globe rayonnant de lumière, qui tombe avec une certaine vitesse. Quelques physiciens regardent ces météores comme étant en petit ce que les globes de feu sont en grand. Nous rapporterons d'abord quelques remarques extraites d'un ouvrage de M. Brandes, imprimé à Leipsig, en 1820 : il résulte des observations faites par ce savant et par M. Benzenberg (*Hambourg*, 1800 et 1802), que ces météores se montrent à des hauteurs d'un jusqu'à 30 milles (2), qu'ils ont une vitesse de plusieurs milles par seconde, et qu'ils se dirigent dans tous les sens. Le premier de ces physiciens, résume ainsi ses observations : 1° bien que ces étoiles se meuvent dans toutes les directions par rapport à la verticale, néanmoins celles qui tombent ou s'approchent de la

(1) En Bretagne, quand on voyait le soir une étoile filer, on ne manquait pas de faire le signe de la croix pour l'ame qui sortait du purgatoire (*Hist. de Franco de M. Micholet*).

(2) Le mille de Prusse ou de Hambourg, vaut 7533 mètres : d'ailleurs la lieue terrestre de France, vaut 4,444 kilomètres ou 4444 mètres : en sorte que le mille en question vaudrait près de 2 lieues françaises. Si M. Brandes emploie le mille anglais, comme on peut le supposer, n° 92, alors on ne doit prendre que 1609 mètres par mille.

terre, sont en plus grand nombre que celles qui s'en s'éloignent; par conséquent elles sont soumises à l'attraction terrestre pendant le temps de leur apparition. 2° Les étoiles tombantes se meuvent dans tous les azimuths, et cependant celles qui se dirigent vers le sud-est, sont plus nombreuses que celles qui se dirigent dans le sens opposé. Les observations de l'auteur font connaître la direction de trente-quatre de ces météores; il semblerait, dit-il, que plusieurs d'entre eux ont un mouvement tout-à-fait opposé à celui de la terre dans son orbite. On doit encore, dit ce physicien, distinguer les étoiles filantes qui, sous une vive lueur, ne paraissent pas avoir un diamètre appréciable, et qui, sans laisser de traînée lumineuse, ressemblent à des étoiles: il regrette qu'on n'ait pas plus d'observations sur cette espèce de météores: il a reconnu que ces sortes d'apparitions ont lieu plus fréquemment en hiver, et il assure en avoir vu dans cette saison et dans l'intervalle de quelques heures, plus de 400 dans une même région du ciel, tandis qu'on en voyait sans doute plus de deux mille au-dessus de l'horizon. Quelques physiciens ont regardé le printemps comme la saison la plus favorable à la production de ces météores. M. Forster dit avoir reconnu que le nombre des étoiles filantes qu'on aperçoit dans le mois d'août, est au nombre de celles qui se montrent en septembre, comme 3 est à 2. Suivant le même observateur, dans tous les autres mois de l'année, ce phénomène est trois fois moins fréquent qu'en août. Assez généralement, les étoiles filantes ont été regardées comme un des traits distinctifs des climats chauds et tempérés, tant nous sommes disposés à associer l'idée de chaleur à celle de lumière. Le dernier voyage du capitaine Perry, montre cependant aux physiciens que ces météores se forment par les températures les plus basses: nous nous bornerons ici à dire qu'il en a observé sous des températures de -27° , -28° , -29° , -32 et -34° centigrades. On a vu à Poitiers, un de ces météores qui, par son éclat

et son genre de lumière, ressemblait à la pièce d'artifice qu'on appelle, *chandelle romaine* : elle a laissé après elle une traînée lumineuse qui s'est ensuite déformée et a présenté à peu près la forme d'une hélice sur un cylindre droit à base circulaire, puis elle a affecté d'autres formes. M. Quetelet, déjà cité plusieurs fois, a fait part à l'Académie Royale des Sciences et Lettres de Bruxelles, d'un phénomène qui a eu lieu dans cette ville, dans la nuit du 12 au 13 novembre 1832, et particulièrement dans celle du 13 au 14 : il se composait d'une quantité d'étoiles filantes qui répandaient une lumière très vive : on a remarqué qu'une partie du ciel s'était couverte d'un nuage épais au-dessus duquel ces météores ont été visibles. Dans la soirée du 22, vers 6 h. $\frac{1}{2}$, il a vu encore un météore semblable qui avec une lumière très vive et en projetant des étincelles derrière lui, se dirigeait à peu près du zénith vers l'ouest, perpendiculairement à l'horizon : ce météore s'est éteint à une vingtaine de degrés au-dessus de l'horizon.

Dans le département de l'Orne, aux environs d'Argentan, en décembre 1832, pendant 2 heures entières, l'atmosphère qui était dans un état serein a été sillonnée d'une grande quantité d'étincelles formant une sorte de *pluie de feu* : c'est surtout de 4 à 5 heures du matin, que ce météore a présenté la plus grande intensité. Voici deux observations du même genre qui ont été communiquées à l'Académie des Sciences de Paris. M. Boubée annonce que le 24 novembre 1832 (très probablement) à 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir, il a vu tout à coup à Toulouse, le ciel éclairé au N.-O., par une vive lumière qui s'éteignit subitement, mais d'où il s'échappa une traînée de feu, semblable à celle que laisse une fusée en s'élevant dans l'air : à cette traînée succéda un globe incandescent qui s'éteignit lui-même insensiblement, après avoir parcouru un assez long trajet : il marchait de haut en bas, de O.-N.-O. à E.-S.-E. sous une inclinaison d'environ 22° : la ligne qu'il parcourut dans le ciel, sembla comprise toute entière

entre V et B de la petite Ourse et les petites étoiles de la queue du Dragon. Ces observations, dit M. Arago, sont assez précises pour en conclure la hauteur du météore, s'il a été vu dans d'autres lieux. M. Potier de Valdivia, officier du génie, annonce qu'il a vu aux environs de Grenoble, dans la nuit du 12 au 13 novembre 1832, une pluie d'étoiles filantes; il y en eut 60, au moins, dans l'espace de 25 minutes; elles laissaient des traces lumineuses et parfaitement rectilignes. Le lecteur pourra décider s'il n'y a pas quelque analogie entre les phénomènes dont nous venons de parler et le suivant décrit par M. le sous-préfet d'Embrun, et qui eut lieu le 7 septembre 1820, à 1 h. $\frac{3}{4}$ de la journée. Des globes de feu, du diamètre des plus grosses étoiles, étaient projetés en divers sens de l'hémisphère supérieur du soleil, avec une vitesse incalculable, et bien que cette vitesse de projection parût la même pour tous, tous néanmoins n'atteignaient pas la même distance : ces globes étaient projetés à des intervalles inégaux et assez rapprochés; souvent plusieurs l'étaient à la fois, mais toujours divergens entre eux; les uns parcouraient une ligne droite et s'éteignaient dans l'éloignement; d'autres décrivaient une ligne parabolique et s'éteignaient ensuite; d'autres enfin, après s'être éloignés à une certaine distance en ligne droite, rétrogradaient suivant la même ligne et semblaient rentrer encore lumineux dans le disque du soleil. Le fond de ce magnifique tableau était d'un bleu de ciel un peu rembruni. Au moment du phénomène, l'éclipse du soleil était sur son déclin.

92. M. Farey regarde les étoiles filantes ainsi que les bolides, comme de petits satellites de la terre. M. l'astronome Quetelet soupçonne d'après quelques hauteurs qu'il aurait déjà calculées, que ces météores se forment aux confins de notre atmosphère. M. Lohrman, astronome à Dresde, a fait part à ce savant de la marche qu'il a suivie dans les observations des étoiles filantes. MM. John Farey et Ben-

jamin Bevern ont fait, pendant toute cette année, des observations correspondantes sur ces météores : ils ont évalué à 40 ou 50 milles anglais la hauteur de quelques-uns d'entre eux. On lit ailleurs que des observations comparatives faites en 1823 à Breslau, à Dresde, etc., par le professeur Brandes cité plus haut, et plusieurs de ses élèves, ont donné jusqu'à 500 milles anglais pour la hauteur de certaines étoiles filantes. En admettant, comme l'observe M. Arago, que leur vitesse ne soit que de six lieues à la seconde, elle excéderait encore celles de toutes les planètes supérieures, la terre exceptée. MM. Brandes et Preesler sont parvenus à tracer avec assez d'exactitude le cours de ces météores. Nous rappellerons encore à cette occasion le procédé de M. Bowditch indiqué dans une note relative aux météores près de Weston, en Connecticut (chap. XI). Malte-Brun et quelques autres géographes, plus ou moins physiciens, ont assigné aux étoiles filantes une cause de production qui ne peut plus être admise aujourd'hui. Depuis qu'on s'est avisé, dit M. Arago (*Annuaire du Bur. des Long.*, année 1836), d'observer quelques étoiles filantes avec exactitude, on a pu voir combien ces phénomènes si longtemps dédaignés, combien ces prétendus météores atmosphériques, ces soi-disant traînées de gaz hydrogène enflammé, méritent d'attention. Leur parallaxe les a déjà placés beaucoup plus haut que, dans les théories adoptées, les limites sensibles de notre atmosphère, ne semblait le comporter. En cherchant la direction apparente suivant laquelle les étoiles filantes se meuvent *le plus habituellement*, on a reconnu par une autre voie, que si elles s'enflamment dans notre atmosphère, elles n'y prennent pas naissance et qu'elles viennent du dehors. Cette direction la plus ordinaire des étoiles filantes, semble, comme nous l'avons déjà observé, diamétralement opposée au mouvement de translation de la terre dans son orbite. Il serait désirable que ce résultat fût établi sur la discussion d'une grande quantité d'observations, et nous

croions qu'à bord de la *Bonite* (chap. XVIII) et pendant toute la durée de sa navigation, les officiers devront être invités à noter l'heure de l'apparition de chaque étoile filante, sa hauteur angulaire approchée au-dessus de l'horizon, et surtout la direction de son mouvement. On n'entrevoit guère aujourd'hui la possibilité d'expliquer l'étonnante quantité d'apparitions qui ont eu lieu en Amérique, dans la nuit du 12 au 13 novembre 1833, si ce n'est en supposant qu'entre les grandes planètes, il circule autour du soleil des milliards de petits corps qui ne deviennent visibles qu'au moment où ils pénètrent dans notre atmosphère et s'y enflamment; que ces *astéroïdes* (expression qu'Herschel appliqua jadis à Cérés, Pallas, Junon et Vesta) se meuvent en quelque sorte par groupes; qu'il en existe cependant d'isolés, et que l'observation assidue des étoiles filantes, sera, à tout jamais, le seul moyen de nous éclairer sur ces curieux phénomènes. Ces météores observés en Amérique, se succédaient à de si courts intervalles, qu'on n'aurait pas pu les compter : des évaluations modérées portent leur nombre à des centaines de mille (1) : on les aperçut le long de la côte orientale de l'Amérique, depuis le golfe du Mexique jusqu'à Halifax, depuis 9 h. du soir jusqu'au lever du soleil, et même dans quelques endroits, en plein jour, à 8 h. du matin. *Tous ces météores partaient d'un même point du ciel,*

(1) Les étoiles étaient si nombreuses, elles se montraient dans tant de régions du ciel à la fois, qu'en essayant de les compter, on ne pouvait guère espérer que d'arriver à de grossières approximations. L'observateur de Boston les assimilait, au moment du maximum, à la moitié du nombre des flocons qu'on aperçoit dans l'air pendant une averse ordinaire de neige. Lorsque le phénomène se fut considérablement affaibli, il compta ce qui était tombé d'étoiles en 15 minutes dans une zone qui n'était pas le dixième de l'horizon visible, et pour tout l'hémisphère visible, il en conclut 8660 dans le même temps et conséquemment 34640 par heure : or le phénomène dura plus de sept heures; donc le nombre des étoiles tombées à Boston, dépasse 240,000; car les bases de ce calcul furent recueillies, ainsi que nous l'avons observé, à une époque où le phénomène était dans son déclin.

situés près de γ du Lion, et cela quelle que fut d'ailleurs, par l'effet du mouvement diurne de la sphère, la position de cette étoile. En 1799, une pluie semblable fut observée en Amérique par M. de Humboldt; au Groenland, par les frères Moraves; en Allemagne par diverses personnes: la date est la nuit du 11 au 12 novembre. En 1832, l'Europe, l'Arabie, etc., furent témoins du même phénomène, mais sur une moindre échelle: la date est encore du 12 au 13 novembre. Les observateurs qui ont attendu le phénomène, l'année 1834, en ont aperçu des traces manifestes dans la nuit du 12 au 13 novembre. M. Arago présente à ce sujet des observations faites à Oremburg en 1832, et consignées dans une lettre du gouverneur général, M. Van Suchtelen, à Feodorow. A Oremburg, dans la nuit du 12 au 13 novembre, entre 3 et 4 heures du matin, le temps étant calme et serein, le thermomètre de Réaumur, marquant 16° au-dessous de zéro, le ciel parut parsemé d'une multitude de météores qui décrivaient un grand arc dans la direction du N.-E. au S.-O. : ils éclataient comme des fusées en innombrables étoiles, mais sans faire aucun bruit, et laissaient dans le ciel, longtemps après s'être évanouis, une longue bande présentant les couleurs variées de l'arc-en-ciel. Quelquefois, on eût dit que le ciel se fendait, et dans l'ouverture, se montraient de longues bandes brillantes de couleur blanche. D'autres fois des éclairs rapides traversaient la voûte des cieux, éclipsant la lumière des étoiles, et faisant paraître ces larges bandes lumineuses de couleurs variées. Ces phénomènes continuèrent leur marche sans interruption, jusqu'au lever du soleil: ils furent observés principalement par les sentinelles, les officiers de garde et les prêtres sortis pour la messe. Il paraît qu'à 75 milles au sud d'Oremburg, la même nuit et à la même heure, on observa également des météores lumineux très éclatans. Le 13 novembre 1831, à 4 h. du matin, M. Bérard, l'un des officiers les plus instruits de la marine française, a vu sous un ciel

très pur, un nombre considérable d'étoiles filantes et de météores lumineux d'une grande dimension : pendant plus de trois heures, il en a paru, terme moyen, deux par minute : un de ces météores, qui s'est montré au zénith, en faisant une énorme traînée dirigée de l'est à l'ouest, a présenté une bande lumineuse d'une largeur égale à la moitié du diamètre de la lune, où l'on a très bien distingué plusieurs des couleurs de l'arc-en-ciel : sa trace est restée visible pendant plus de six minutes. Le météore igné de Belley, département de l'Ain, est tombé dans la nuit du 13 novembre 1835, et a incendié une grange : dans la même nuit, une étoile filante plus grande et plus brillante que Jupiter, fut observée à Lille par M. Delezenne; elle laissa sur sa route une traînée d'étincelles, semblable à celle qui suit une fusée à baguette. Enfin on vit en 1803, le 22 avril, tomber en Virginie et dans le Massachussetz, un si grand nombre d'étoiles filantes qu'on aurait cru assister à une pluie de fusées. Dans la nuit du 12 au 13 novembre 1836, on se dispose à observer dans tous les établissemens d'astronomie de l'Europe, l'apparition présumée de météores périodiques qui furent d'abord signalés aux États-Unis, en novembre 1833, et qui ont reparu les deux années suivantes au même mois, et à peu près, au même jour (1). D'après un mémoire très curieux du professeur Olmsted dont un extrait raisonné a paru dans la *Revue Britannique* du mois de juillet, il paraît qu'un nuage météorique composé d'un nombre prodigieux d'étoiles filantes, circule autour du soleil comme une planète, et se rapproche beaucoup de la terre, à un point de son orbite qui correspond à l'époque de novembre. Le point central rayonnant de cet amas de bolides, fut

(1) M. Arago a présenté à l'Académie de France, des observations faites à Oremburg sur les étoiles filantes tombées dans la nuit du 12 au 13 novembre 1832, consignées dans une lettre du gouverneur général, M. Van Suchtelen, à Feodorow.

rapporté par les astronomes américains à un endroit du ciel qui se trouve dans la constellation du Lion. Ce groupe d'étoiles n'est guère visible sur l'horizon de Paris au mois de novembre, que de deux heures du matin jusqu'au lever du jour vers l'orient : ce ne sera donc que fort tard dans la nuit que l'on pourra voir les météores. Il faut remarquer toutefois que l'apparition périodique de ces brillans phénomènes, est encore très incertaine et que l'on ne peut rien affirmer à cet égard. Dans son instruction pour le voyage de *la Bonite*, M. Arago recommande aux officiers de l'expédition l'observation des étoiles filantes qui à différentes années ont été vues en si grand nombre vers le 13 ou le 14 novembre : il était bien entendu qu'à Paris, on serait également attentif à l'apparition de ces météores. Pour expliquer ce phénomène, on a supposé qu'autour du soleil, il y avait un faisceau de très petites planètes qui viennent rencontrer l'orbite de la terre en ce point. Si toutes les années, le nombre des étoiles filantes, n'est pas aussi grand qu'on l'a vu en Amérique en 1833, c'est que notre orbite alors ne plonge pas aussi profondément dans le faisceau d'astéroïdes. Des observations faites en 1833, il semblait résulter que la direction de ces planètes microscopiques, étant vers la constellation du Lion, il y avait de l'intérêt, dans le cas où le phénomène se reproduirait cette année, à voir si la direction serait encore la même, et les aides astronomes de l'observatoire de Paris qui s'étaient chargés à tour de rôle, de suivre l'apparition des étoiles filantes, ont obtenu ces résultats : dans la nuit du 11 au 12, et du 12 au 13, le temps ayant été couvert, on n'a rien vu ; mais la nuit du 13 au 14 ayant été claire, les observateurs ont compté 170 étoiles filantes, nombre qui dépasse de beaucoup celui qu'on observe habituellement. Sur ce nombre, 62 ont paru à l'œil traverser la constellation du Lion, 73 autres l'auraient traversée, si leur route lumineuse s'était prolongée jusque là. Il y en a 40 dont la direction n'est pas encore détermi-

née, et 5 pour lesquelles elle n'a pu être observée. M. Arago rapporte que le nombre de celles qui ont été vues à Bercy, à la Chapelle près Dieppe, à Yon-Allemare, département de l'Ain, à Strasbourg, à Arras, à Angers, à Rochefort et au Havre, étaient, pour la plupart, dirigées vers la constellation du Lion. Il résulte des observations que, dans la nuit du 12 au 13 novembre, ces étoiles formaient par leur nombre, un phénomène extraordinaire : mais il resterait avant tout, à examiner si leur production ne serait pas due à une grosse planète qui, jadis, se serait brisée en quelques milliards de fragmens, dans le moment même où elle se trouvait à la place que la terre doit occuper le 13 novembre, si ces fragmens ne se suivent pas comme les molécules dont se composent les queues des comètes, etc. M. Millet dit avoir aperçu plusieurs de ces météores se projetant sur le versant des montagnes voisines : de son côté, M. Bérard, capitaine de corvette, en a vu un à Paris, descendre jusqu'à la hauteur du parapet du Pont Royal. M. Quetelet croit que ce n'est pas le milieu de novembre seul qui soit remarquable par le grand nombre d'apparitions d'étoiles filantes, mais que le milieu du mois d'août et particulièrement le 10, mérite aussi de fixer l'attention. MM. Sauveur et Plateau, membres de l'Académie de Bruxelles, ont appelé l'attention sur le grand nombre et la beauté des étoiles filantes, observées dans les nuits de 1834 et 1836.

M. Arago, après avoir rappelé le phénomène périodique de l'apparition des étoiles filantes dans la nuit du 12 au 13 novembre, annoncé qu'un phénomène du même genre a été observé dans la nuit du 10 au 11 août dernier (1837) : depuis 11 h. $\frac{1}{4}$ jusqu'à 3 h. 26" du matin, on en a compté 291, ce qui fait une moyenne de 73 par heure. Ce nombre, dit M. Arago, n'est pas le maximum qu'on aurait eu si on avait commencé plus tôt à compter. En effet, un de mes fils qui remarqua le premier le phénomène, en compta 104 dans 50 minutes. La fréquence fut déjà moindre quand les élèves

de l'Observatoire furent avertis. Il ne paraît pas que toutes les étoiles fussent dirigées vers un même point du ciel : la direction de la plupart d'entre elles, cependant, était vers le Taureau, et c'était celle qu'elles devaient avoir en effet, conformément au mouvement de la terre. Au reste, quand ces observations auront été calculées, M. Arago en fera le sujet d'une nouvelle communication.

M. Walferdin observa à Bourbonnes-les-Bains, le 8 août 1836, de 9 h. $\frac{1}{2}$ à 11 $\frac{1}{2}$ un très grand nombre de ces étoiles; pendant 1 heure et du côté du nord, il en vit de 156 à 158. M. Giulio Graziani écrit qu'à Rome, en 1826 et 1827, il a observé dans les nuits des 14 et 15 août, un nombre très considérable de ces étoiles. Les nuits qui précèdent ou suivent celles des 12 et 13 novembre, quoique n'offrant pas un aussi grand nombre de ces étoiles, en présentent plus que les nuits ordinaires. Toutes celles vues à Châteauroux; apparaissaient vers la constellation de Pégase ou un peu plus vers Cassiopée et se dirigeaient suivant une ligne menée de cette dernière constellation vers Antinoüs.

Nous saisisons cette occasion de réclamer pour M. Quelet la priorité de l'observation que M. Arago annonce avoir été confirmée le 10 août, relativement aux étoiles filantes : suivant le premier, le 10 août est singulièrement remarquable par le nombre de ces météores (pag. 272 de l'Annuaire de l'Obs. de Bruxelles, et pag. 80 du tom. III des Bullet. de l'Acad. de cette ville). Déjà, comme nous l'avons rapporté plus haut (n° 91), M. Forster avait signalé le mois d'août comme devant être distingué sous le rapport de la fréquence de ce phénomène.

M. Paravey transmet une note de M. de Hammer, dans laquelle sont contenus trois passages extraits des auteurs arabes, relatifs à des pluies d'étoiles observées en Espagne et en Égypte, dont deux dans le mois d'octobre.

CHAPITRE XIII.

Des parhélies ou faux soleils. — Des parasélènes ou fausses lunes. — Des halos ou couronnes. — Des anthélies et autres apparences.

1^o DES PARHÉLIES ET DES PARASÉLÈNES.

93. Les *Parhélies* présentent à l'observateur une ou plusieurs images du soleil, et les *Parasélènes* une ou plusieurs images de la lune.

Les faux soleils se montrent toujours sur l'horizon, à la même hauteur que le vrai soleil, et ils sont toujours unis par un cercle blanc horizontal, dont le pôle est au zénith. Ce cercle monte et descend en même temps que le vrai soleil, et son diamètre apparent est toujours égal à la distance de cet astre au zénith. Les images du soleil, qui paraissent sur ce cercle, du même côté que le soleil véritable, présentent les couleurs de l'arc-en-ciel (chap. XIV), et quelquefois le cercle lui-même est coloré dans la partie qui les avoisine. Au contraire, les images qui se forment du côté du cercle, opposé au soleil, sont toujours incolores : d'où l'on peut conjecturer qu'elles sont toujours produites par réflexion (*Phys.*). En outre, quand ces phénomènes se produisent,

on voit ordinairement autour du soleil une ou plusieurs couronnes circulaires concentriques qui offrent les couleurs de l'arc-en-ciel, et quelquefois sur ces couronnes ou sur les points du grand cercle, on voit naître des linéamens d'arcs pareils. Le 29 mars 1629, Scheinerus observa à Rome, cinq soleils, et en 1661, Hévélius, vit à Dantzick le soleil accompagné de six images solaires qui le ravirent de surprise et d'admiration. A Anspach (Bavière), le 12 mars 1837, on a pu admirer pendant plusieurs heures, le beau et rare spectacle de plusieurs soleils apparaissant à la fois au firmament par l'effet de la réfraction. Vers les quatre heures de l'après-midi, on a aperçu le premier de ces soleils réfractés du côté du sud du véritable globe lumineux; il jetait des rayons vifs et éclatans, ayant les couleurs de l'arc-en-ciel, et a disparu au bout de vingt minutes. Peu après, un autre soleil se fit voir à droite vers le nord: il était aussi beau que le premier et sa durée a été aussi prolongée. Pendant ce phénomène, le soleil était parvenu à son zénith, et il était entouré d'une auréole très éclatante. Vers les cinq heures, il s'est formé des deux côtés du soleil une clarté assez faible qui affectait les couleurs de l'iris et qui s'est prolongée presque jusqu'au moment du coucher de cet astre: ce coucher était vaporeux et nullement rougeâtre. Dans la soirée, la lune se présentait comme recouverte d'une légère gaze. Ce qu'il y a de remarquable, c'est que l'auréole très étendue qui entourait le soleil vers le soir, ressemblait beaucoup à l'aurore boréale que nous avons pu observer dernièrement: peut-être que ces deux phénomènes tiennent plus qu'on ne croit, dit l'observateur, à des causes à peu près semblables. D'après une lettre de M. le baron de Humboldt, communiquée à l'Académie de Bruxelles, le 11 juin 1837, le soleil s'est montré à Breslau, accompagné de deux soleils apparens placés l'un à droite, l'autre à gauche de cet astre. Ce qui est remarquable, c'est que le même jour, on a vu trois lunes à Postdam; d'où l'on peut naturellement conclure

que la disposition des hautes régions de l'atmosphère, était demeurée la même.

2° DES HALOS OU COURONNES.

94. Les couronnes consistent en divers anneaux lumineux qu'on voit quelquefois pendant le jour autour du soleil, et pendant la nuit, autour de la lune : ce phénomène se désigne souvent par la dénomination de *Halo* qui est *solaire* ou *lunaire*. M. Despretz, physicien distingué, donne sur les halos, les notions suivantes : les halos sont des couronnes lumineuses presque circulaires, qui se montrent quelquefois autour du soleil et de la lune : ordinairement il n'y en a qu'une seule, et son diamètre est d'environ 45 degrés ; s'il s'en forme une seconde, son diamètre est double. On n'a pas observé de couleur dans les halos de la lune : ceux du soleil sont colorés, le rouge est au dedans et toujours plus prononcé ; l'indigo au dehors : la largeur de la bande colorée du rouge à l'indigo, est d'un degré.

95. M. J. Fraunhofer, qui a découvert les raies du spectre solaire (*Phys.*), a donné une théorie des halos, des parhélies et autre phénomènes analogues, appuyée sur des expériences : trois planches jointes à son mémoire, facilitent l'intelligence de ses explications qui offrent une belle application des découvertes récentes faites sur la lumière. L'auteur rapporte avec beaucoup de détails un grand nombre d'observations de halos, la plupart aperçus autour du soleil et quelques autres autour de la lune : il en résulte que le phénomène apparaît ordinairement, quand le ciel est voilé d'une vapeur légère. Deux ou plusieurs halos, de diamètres variables, contigus entre eux et au corps lumineux, offrent les couleurs de l'arc-en-ciel, le rouge étant à l'extérieur de chacun : l'auteur les nomme *halos de la*

petite espèce. Deux anneaux concentriques au corps lumineux, l'un de 45°, l'autre de 90° environ de diamètre, forment les *halos de la grande espèce* : le premier de ceux-ci, est blanc ou coloré, de manière que le rouge est à l'intérieur, le second a des couleurs plus faibles, mais dans le même ordre : quelquefois des anneaux excentriques passant par le soleil, coupent ces divers anneaux, et c'est aux points d'intersection que se montrent les parhélies et les parasélènes dont l'éclat est supérieur à celui des halos. M. Fraunhofer cite les explications des phénomènes en question, données par Descartes, Gassendi, Dechalles, Huyghens, Mariotte, Mairan, Newton, Hube, Jordan, Brandes, Mayer, Brewster; puis il expose la sienne qui ressemble à celles de Hube et Jordan, mais qui est appuyée sur des faits positifs, que ces derniers ignoraient. M. Arago ayant observé de son côté des *halos de la grande espèce*, a trouvé qu'ils brillaient d'une lumière réfractée et non d'une lumière réfléchie : il croit aussi que l'observation des halos, pourra faire connaître la véritable loi du décroissement de température, à mesure qu'on s'éloigne de la surface terrestre : en effet, la condition nécessaire pour la production des halos de la grande espèce, est la présence de particules glacées dans les hautes régions de l'atmosphère. M. Du Fay a publié dans les volumes de l'Académie Royale des Sciences de Paris, année 1738, un mémoire ou plutôt une série d'observations sur les parhélies, couronnes ou halos, qu'il termine ainsi : si on pouvait avoir l'image d'un parhélie complet, que vraisemblablement on n'a jamais rencontrée, on pourrait les étudier tous dans celui-là, et remonter à la véritable cause de ce météore et à toutes les apparences auxquelles il est impossible de satisfaire par l'ingénieux système de M. Huyghens. Les parasélènes tiennent, dit-il, à la même cause. On trouvera à la suite de ce mémoire des figures de ces météores; notre grand traité déjà cité, renferme plus de détails sur ces phénomènes, et de

plus toutes les observations que nous avons pu recueillir dans les journaux scientifiques et autres.

96. Dans les latitudes élevées, dans les parages du *cap Horn*, par exemple, le soleil et la lune paraissent souvent entourés d'un ou de deux cercles lumineux : le rayon du plus petit de ces cercles ou halos, est d'environ 22° , et le rayon du plus grand diffère à peine de 46° ; ces dimensions rapportées par M. Arago dans ses instructions aux officiers de la *Bonite* (*Ann. du Bur. des long. ann.* 1836), ne s'accordent pas avec celles que nous avons relatées précédemment. La première de ces dimensions angulaires, est, à peu de chose près, la déviation minimum que la lumière éprouve en traversant un prisme de glace de 60° ; l'autre serait donnée par deux prismes de 60° , ou par un seul prisme de 90° . Il semblait donc naturel de chercher avec Mariotte la cause des halos dans des rayons réfractés par des cristaux flottans de neige, lesquels présentent ordinairement, comme tout le monde sait, des angles de 60° et de 90° . Au surplus, cette théorie a reçu un nouveau degré de vraisemblance, depuis qu'à l'aide de la *polarisation chromatique*, on est parvenu à distinguer la lumière réfractée de la lumière réfléchie : ce sont en effet les couleurs de la lumière réfractée que donnent les rayons polarisés des halos. D'après la théorie, le diamètre horizontal et le diamètre vertical d'un halos, devraient avoir les mêmes dimensions angulaires : or on assure que ces diamètres sont quelquefois notablement inégaux : des mesures peuvent seules constater un pareil fait, et M. Arago conseille l'emploi des cercles à réflexion de Borda, qui se prêtent à merveille à la mesure des distances angulaires en mer : il suffira d'appliquer ces instrumens à la détermination des dimensions de *tous les halos qui paraîtront elliptiques* : on reconnaîtra que le bord intérieur se prête beaucoup mieux à l'observation que le bord extérieur, et quant au soleil, il faudra avoir soin de noter si on prend le centre ou le bord

pour terme de comparaison. Certains observateurs ont cité des halos circulaires dont le soleil n'occuperait pas le centre.

3^o DE QUELQUES AUTRES CERCLES ET DES ANTHÉLIES.

97. On désigne sous la dénomination de *Cercle horizontal*, un anneau blanchâtre qui passe par le soleil : cet anneau est toujours horizontal et d'un diamètre d'autant plus grand que cet astre est plus près de l'horizon. *Les arcs tangens* sont des portions d'anneaux qui, très rarement paraissent adossés aux halos, à l'extérieur de ceux-ci et à la partie la plus rapprochée de la verticale du spectateur. On donne le nom d'*Anthélie* à un faux soleil qui paraît au point de l'horizon, diamétralement opposé au soleil vrai, et sur le cercle horizontal : on ignore comment il peut être produit. Dans les régions polaires, le soleil se lève souvent avec une traînée lumineuse placée au-dessus : quelquefois cette traînée verticale est accompagnée d'une seconde traînée horizontale, s'étendant à droite et à gauche du soleil : alors on a ce qu'on appelle une *Croix*, laquelle est due à des réflexions de la lumière.

Voyez les pages 422-431 de l'ouvrage de sir J. F. W. Herschel *sur la lumière, supplément* par M. Quetelet, et la *Suite aux notes sur la polarisation*, par M. Délezenne, (*Mémoire de la Société Royale des Sciences de Lille*), p. 221 et suiv.). M. Babinet adresse à l'Académie Royale des Sciences de Paris, sous le titre : d'*Études sur l'Optique Météorologique*, trois mémoires dont M. Arago explique sommairement l'objet ; l'un sur le cercle parhélique, le second sur les couronnes et le troisième sur l'arc-en-ciel et sur les arcs secondaires. Le cercle parhélique passe par le soleil ; il est incolore, son plan est horizontal ; il est produit par les faces verticales des prismes de glaces, suspendus dans l'air. M. Babinet a reproduit ce cercle artificiellement. Quant aux

couronnes, on sait que ce sont des cercles colorés, concentriques au soleil et à la lune, d'un diamètre variable entre 2° et 4° pour la couronne intérieure : elles sont quelquefois au nombre de trois ou quatre; et, comme dans tous les phénomènes de diffraction, elles ont le rouge à l'extérieur et le violet à l'intérieur. Newton paraît avoir attaché une grande importance à l'explication de ce phénomène, qu'il était impossible de trouver avant la connaissance des *interférences* et dont la loi mathématique est formulée par M. Babinet.

CHAPITRE XIV.

Des arcs-en-ciel solaire et lunaire.

98. L'arc-en ciel solaire, par la variété et la magnificence de ses couleurs, semble inviter le physicien à en assigner la cause. Ce météore n'apparaît que sous deux conditions essentielles, savoir la présence du soleil sur l'horizon et la résolution en pluie des gouttes d'eau que l'air tenait en dissolution : de plus, il faut, pour qu'un observateur l'aperçoive, qu'il ait le dos tourné au soleil et qu'il soit placé entre cet astre et le lieu où tombe la pluie, afin que la lumière blanche directe du soleil n'efface pas la faible lumière réfléchie par le nuage. D'autres circonstances rendent la lumière de l'arc-en-ciel plus ou moins apparente : un nuage opaque placé derrière la portion transparente de l'atmosphère, où l'arc est formé, en fait ressortir les couleurs : cette portion de l'atmosphère ne doit pas seulement être transparente, il faut encore qu'elle ait une certaine épaisseur, pour que l'arc-en-ciel soit visible à une grande distance : on aperçoit presque toujours deux arcs ; assez rarement on en voit un troisième. Dans l'arc intérieur, en allant de haut en bas, les couleurs sont dans l'ordre suivant :

Rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo et violet.

Dans l'arc extérieur ou enveloppant, l'ordre des couleurs est inverse. Les couleurs de l'arc intérieur, sont beaucoup plus vives que celles de l'arc extérieur : le troisième arc est

ordinairement si faible qu'il est rarement visible. La théorie indique la possibilité d'une infinité d'autres arcs qui ne peuvent être sensibles.

99. Vers l'an 1300, le Frère Théodoric de Saxe, de l'ordre des Frères Prêcheurs, essaya d'expliquer l'arc-en-ciel : Antonius de Dominis, archevêque de Spalatro, mort à Rome, en 1526, dans les prisons de l'inquisition, a tenté avec quelque succès, de rendre raison du même phénomène : mais cette explication n'est pas aussi heureuse qu'on aurait dû l'attendre de l'expérience qui lui sert de base : le célèbre Descartes réforma l'explication d'Antonio, et enfin Newton ajouta le degré essentiel de perfection aux recherches de Descartes, en analysant la distribution des couleurs, qui est comme l'ame du phénomène. On ne doit pas s'attendre à trouver ici la théorie mathématique de l'arc-en-ciel; nous n'en pouvons donner que les conséquences (1). La largeur de l'arc-en-ciel intérieur est de $2^{\circ} 15'$; celle de l'arc extérieur, est de $3^{\circ} 40'$, et enfin la distance de ces deux arcs est de $8^{\circ} 27'$. La partie visible de l'arc n'est pas toujours la même : lorsque le soleil est à l'horizon, l'arc apparaît sous la forme d'un demi-cercle : à mesure qu'il s'élève, l'arc va en diminuant : enfin l'arc intérieur disparaît, quand le soleil est à 42° au-dessus de l'horizon ; mais l'arc extérieur ne cesse d'être visible que quand la hauteur de cet astre est de 54° . On conçoit qu'un observateur placé sur une hauteur, lorsque le soleil est à l'horizon, peut voir le cercle entier de l'arc-en-ciel. C'est en pleine mer et lorsque le soleil est peu élevé au-dessus de l'horizon, que l'on voit les arcs-en-ciel les plus colorés. Il y a une certaine circonstance assez remarquable pour les navigateurs, c'est la réunion de deux arcs-en-ciel, l'un produit par les rayons directs

(1) Nous nous placerons de suite dans le véritable état des choses, c'est-à-dire que nous supposerons que le soleil a un diamètre apparent, dont la valeur moyenne est d'environ 30 minutes.

du soleil, et l'autre par l'image de cet astre sur la surface réfléchissante des eaux de la mer : les droites menées de l'œil du spectateur au centre du soleil et à celui de son image, au-dessous du niveau des eaux, forment avec l'horizon des angles égaux. Pendant notre retour d'Égypte, dit le célèbre Monge qui accompagnait Bonaparte débarqué à Fréjus, le 8 octobre 1799, lorsque nous approchions des climats d'Europe, un matin, quelques minutes après le lever du soleil, le ciel était clair à l'est, mais il pleuvait à l'ouest, et l'on voyait les deux arcs-en-ciel ordinaires, l'un intérieur, produit, comme on le démontre, par une seule réflexion des rayons au dedans des gouttes de pluie, l'autre extérieur produit par deux réflexions. Dans ce moment, la mer et l'atmosphère étaient parfaitement calmes, et la surface de l'eau, qui était très lisse, réfléchissait assez bien l'image du soleil, laquelle donnait lieu aussi à deux arcs-en-ciel particuliers : les deux premiers arcs produits par les rayons directs et descendans, formaient des segmens moindres que la demi-circonférence; les deux autres, produits par les rayons réfléchis et ascendans, présentaient au contraire des segmens plus grands que 180° : de ces quatre arcs simultanés, les analogues avaient même pied, et divergeaient comme feraient deux segmens d'une même circonférence de cercle, repliés sur la corde commune : les Arabes nomment ce phénomène *âl-Beidhât*, pluriel d'*âl-Beidah* (*la lumière, la clarté*). Quelquefois l'arc-en-ciel est accompagné du phénomène de la convergence des rayons solaires, et comme le point vers lequel ces rayons convergent est exactement opposé au soleil, il coïncide nécessairement avec le centre de l'arc-en-ciel. Les couleurs de cet arc se peignent très vivement sur une plaine couverte de neige ou de gelée blanche (1).

(1) Voyez (*Acad. des Sciences de Paris, ann. 1757*) un mémoire de M. Legendre ayant pour titre : observations de deux arcs-en-ciel singuliers :

Il est donné communication à l'Académie des Sciences et Lettres de Bruxelles, d'une lettre de M. l'astronome Wartman, concernant l'apparition d'un arc-en-ciel par un temps serein, observé à Genève, le 12 de février. Ce phénomène météorologique s'est montré vers 10 h. 5' du matin, par un ciel très pur et sans nuages. Je vis presque à mon zénith, dit M. Wartman, et au nord-ouest du soleil qui brillait de tout son éclat, un arc parfaitement lumineux offrant d'une manière distincte toutes les couleurs de l'iris : il était parfaitement circulaire, embrassait une étendue d'environ 100 degrés, et ses branches étaient situées non dans le sens vertical, mais parallèlement à l'horizon. Le soleil, loin d'en occuper le centre, se trouvait placé en dehors, vis-à-vis de la convexité, à une distance d'environ deux fois et demie la longueur de la corde qui sous-tendait l'arc. En ce moment, l'air était calme ; à peine une légère brise se faisait sentir dans la direction du nord-est : le thermomètre centigrade marquait à l'air libre, — 0,5 : l'hygromètre de Saussure 85° et le baromètre 0^m,736. Plusieurs personnes virent le phénomène comme moi et avec les mêmes circonstances que je viens de rapporter. Pour m'assurer si ce singulier arc-en-ciel qui n'avait aucunement la forme d'un halo, ne se trouvait pas accompagné de quelque parhélie (n° 93), j'examinai avec attention le voisinage du soleil ; mais je ne vis nulle part la réflexion du disque solaire. A 10 h. 45', le phénomène avait complètement cessé et le ciel était toujours très pur ; à 11 h. 1/2, de légers nuages se promenaient dans les régions supérieures de l'atmosphère, et dès l'après-midi, le ciel fut couvert.

En juillet 1836, aussitôt après le coucher du soleil, un phénomène remarquable se montra à Dieppe, à l'horizon et au pied du vertical de l'astre. Le ciel était pur, la mer

voyez encore le supplément par M. Quetelet au *Traité de la lumière* de S. J. F. W. Herschel.

unie comme une glace; une magnifique teinte orangée s'étendait sur tout le couchant. Deux arcs de cercle, avec les couleurs de l'arc-en-ciel, mais à un faible degré, s'élevaient des flots, inclinant de la même quantité, l'un au sud, l'autre au nord; ce dernier était le plus faible en couleur : la concavité de ces arcs était tournée vers la mer; la couleur orangée d'une teinte plus vive que celle de l'arc-en-ciel, occupait la partie supérieure; le bleu verdâtre était à la partie inférieure ou concave. L'extrémité supérieure des arcs se terminait à 30° environ d'élévation. Ce phénomène a duré peu de temps.

100. Il y a aussi des *arcs-en-ciel lunaires*, qu'on observe quelquefois pendant la nuit : leurs teintes variées, toujours incomplètes, sont à peine visibles et le plus souvent, on ne voit qu'un arc blanchâtre. Aristote observa deux arcs-en-ciel lunaires, sans couleur : Gemma Frisius, Verdries et Senner assurent en avoir observé dans lesquels les couleurs étaient sensibles. Musschembroeck soupçonne que dans quelques observations, on a pu prendre pour des arcs-en-ciel colorés quelques-unes de ces couronnes qui entourent quelquefois la lune : on en a vu d'une couleur jaune, mais uniformes. En général, les observateurs physiiciens n'y ont pas reconnu de couleur.

101. L'explication de l'arc en ciel, dit M. Arago (*Ann. de l'ann.* 1836), peut être regardée comme une des plus belles découvertes de Descartes; cette explication, toutefois, même après les développemens que Newton lui a donnés, n'est pas complète. Quand on regarde attentivement ce magnifique phénomène, on aperçoit sous le rouge de l'arc intérieur, plusieurs séries de vert et de pourpre, formant des arcs étroits, contigus, bien définis et parfaitement concentriques à l'arc principal. De ces *arcs supplémentaires*, (car c'est le nom qu'on leur a donné) la théorie de Descartes et de Newton n'en parle pas; elle ne saurait même s'y appliquer. Ces arcs supplémentaires paraissent

être un effet d'*interférences lumineuses* : ces interférences ne peuvent être engendrées que par des gouttes d'eau d'une certaine petitesse : il faut aussi, car sans cela le phénomène n'aurait aucun éclat, il faut que les gouttes de pluie, outre les conditions de grosseur, satisfassent, du moins pour le plus grand nombre, à celle d'une égalité de dimension, presque mathématique. Si donc les arcs-en-ciel des régions équinoxiales n'offraient jamais d'arcs supplémentaires, ce serait une preuve que les gouttes d'eau s'y détacheraient des nuages plus grosses et plus inégales que dans nos climats. Dans l'ignorance où nous sommes des causes de la pluie, cette donnée ne serait pas sans intérêt. Quand le soleil est bas, la portion supérieure de l'arc-en-ciel est très élevée, comme nous l'avons dit plus haut : c'est vers cette région culminante que les arcs supplémentaires se montrent dans tout leur éclat : à partir de là, leurs couleurs s'affaiblissent rapidement. Dans les régions inférieures, près de l'horizon et même assez haut au-dessus de ce plan, on n'en aperçoit jamais de traces, du moins en Europe. Il faut donc que pendant leur descente verticale, les gouttes d'eau aient perdu des propriétés dont elles jouissaient d'abord ; il faut qu'elles soient sorties des conditions d'*interférences efficaces* ; il faut qu'elles aient beaucoup grossi. N'est-il pas curieux de trouver ainsi dans un phénomène d'optique, dans une particularité de l'arc-en-ciel, la preuve qu'en Europe, la quantité de pluie doit être d'autant moindre qu'on la reçoit dans un récipient plus élevé (*Add. au chap. IX. c.*). L'augmentation de dimension des gouttes, on ne peut guère en douter, tient à la précipitation d'humidité qui s'opère à leur surface, à mesure qu'en descendant de la région froide où elles ont pris naissance, elles traversent les couches atmosphériques de plus en plus chaudes qui avoisinent la terre. Il est donc à peu près certain que s'il se forme dans les régions équinoxiales des arcs-en-ciel supplémentaires comme en Eu-

rope, ils n'atteindront jamais l'horizon : mais la comparaison de l'angle de hauteur sous lequel ils cesseront d'être aperçus avec l'angle de disparition observée dans nos climats, semble devoir conduire à des résultats météorologiques qu'aucune autre méthode connue aujourd'hui ne pourrait donner. Ainsi le phénomène en question n'est pas étranger à la météorologie.

102. M. Babinet déjà cité (n° 97) indique comme moyen artificiel de produire l'arc-en-ciel, de faire couler un liquide en filet cylindrique : avec un cylindre de verre de dix millimètres de diamètre, on voit quatorze arcs, et avec des cylindres biréfringens, le premier est double, quoique les autres restent simples. Les arcs secondaires ou surnuméraires sont des récurrences intérieures à l'arc intérieur, et extérieures à l'arc extérieur : ils dépendent de l'uniformité de diamètres des globules, et sont produits par l'interférence de deux rayons qui, n'ayant pas subi tous deux le maximum de déviation, coïncident avec quelques légères différences de marche. L'auteur donne la formule des arcs secondaires dont Newton n'avait pas parlé et que Yung lui-même n'avait pas exprimée : on peut les reproduire avec un filet cylindrique d'un millimètre : on voit au premier seize arcs surnuméraires intérieurs et au deuxième environ neuf arcs extérieurs. M. Babinet signale ensuite un phénomène remarquable qu'offrent des fils de verre, méplats ou elliptiques, en les écrasant par un procédé quelconque : on met ces fils près de l'œil, dans une chambre obscure, éclairée par une seule ouverture d'un quart de mètre de large sur quelques millimètres de haut, et l'on voit les plus brillants phénomènes d'interférence que l'on puisse imaginer : ces couleurs sont celles des arcs secondaires du troisième arc-en-ciel.

CHAPITRE XV.

Du mirage. — De l'apothéose des voyageurs.

1° DU MIRAGE.

103. Les marins avaient observé depuis longtemps que, dans certaines circonstances, les objets, tels qu'un vaisseau dans le lointain, offrent deux images ; l'une les représente dans leur situation naturelle, et l'autre dans une situation renversée. Le même phénomène s'observe encore dans les plaines très étendues, à peu près de niveau, dans lesquelles l'horizon apparent est parfaitement visible de tout point, et dont la surface est considérablement échauffée par les rayons du soleil, comme il arrive en plusieurs endroits des côtes de l'Océan et de la Méditerranée, et surtout dans les plaines sabloneuses de la Basse-Égypte. Le soir et le matin, l'aspect du pays est tel que le comportent et la disposition réelle des objets et leur éloignement ; mais lorsque le sol s'est échauffé par la présence du soleil, le terrain semble terminé à une certaine distance, par une inondation générale : les villages situés au delà, paraissent comme des îles placées au milieu d'un grand lac : sous chaque village, on voit son image renver-

sée, comme elle paraîtrait effectivement dans l'eau; à mesure que l'on approche, les limites de cette inondation, s'éloignent; le lac imaginaire se retire; enfin il disparaît entièrement, et l'illusion se reproduit pour un autre village plus éloigné. Ce phénomène du doublement et du renversement des objets a été nommé *Mirage*. Cette illusion était une cause continuelle de tourmens pour les soldats français qui mourant de soif dans les campagnes d'Égypte, y voyaient toujours un lac qui fuyait sans cesse devant eux; ils éprouvaient ainsi *le supplice de Tantale* (1).

Sur mer le mirage fait voir des rochers et des bans cachés sous l'eau, comme s'ils étaient élevés au-dessus de la surface. Ainsi les marins suédois ont longtemps cherché une prétendue île magique qui se montrait de temps en temps entre les îles d'*Aland* et celles d'*Upland*: ce n'était qu'un écueil élevé par le mirage. D'autres fois, les Anglais ont vu avec effroi la côte de Calais et celle de Boulogne, se rapprocher en apparence des rivages de leur île. Le docteur Vince, établi à Ramsgate, à peu près à soixantedix pieds au-dessus du niveau de la mer, fut fort surpris, le 6 août 1806, lorsqu'en regardant du côté de Douvres, vers 7 heures du soir, il aperçut non seulement les quatre tours du château, comme à l'ordinaire, mais le château lui-même dans toutes ses parties et jusqu'à sa base:

(1) Le baron Larrey, chirurgien en chef de l'armée d'Orient, raconte ainsi l'effet produit par le mirage, sur les soldats : « Des plaines aqueuses sem-
 » blaient nous offrir le terme de nos maux, mais ce n'était que pour nous
 » replonger dans une plus grande tristesse, d'où résultaient l'abattement et
 » la prostration de nos forces, qui se sont portés chez nos braves au dernier
 » degré : appelé trop tard pour quelques-uns d'entre eux, mes secours de-
 » venaient inutiles et ils périssaient comme par extinction : cette mort me
 » parut douce et calme; car l'un d'eux, me disait au dernier moment de
 » sa vie, se trouver dans un bien être inexprimable : cependant j'en ai ra-
 » nimé un très grand nombre avec un peu d'eau douce aiguisée de quel-
 » ques gouttes d'esprit-de-vin, que je portais constamment avec moi dans
 » une petite outre de cuir. »

on le voyait, dit-il, tout aussi distinctement que s'il eut été tout d'une pièce, transporté sur la colline, du côté de Ramsgate. Comme nous l'avons dit plus haut, les vaisseaux se présentent quelquefois renversés, comme s'ils naviguaient dans les nuages. Le plus singulier exemple de ce phénomène, est celui qui se montre fréquemment dans le détroit de Messine, et que le peuple attribue à la Fée Morgane, *Fata Morgana*; le spectateur placé sur le rivage italien, voit sur le plan incliné que forment les flots pressés au milieu du détroit, des images de palais, de remparts crénelés, des maisons et des vaisseaux tantôt renversés, tantôt confusément redressés, et qui semblent lui présenter des objets aériens (1).

Dans la Crau, grande plaine à l'est d'Arles (Bouches du Rhone), on observe souvent le phénomène du mirage.

Quoique ce phénomène soit connu très anciennement, il paraît n'avoir fixé qu'assez tard l'attention des physiciens; car jusqu'en 1797, on ne trouve à cet égard que des indications assez superficielles. M. Huddart entrevit bien la cause qui produit ces illusions; mais il ne l'expliqua pas d'une manière satisfaisante: voici comment Monge en a rendu compte dans *le premier volume de la Décade égyptienne*. Lorsqu'une grande plaine de sable se trouve exposée aux rayons d'un soleil ardent, son sol s'échauffe et élève la température de la couche d'air avec laquelle il est en contact, de sorte que cette dernière est à une température plus élevée que celle des couches supérieures; dès lors, la

(1) Si l'on doit croire ce que rapporte le père Angelucci sur ce qu'il a vu le 16 août 1643, et Henri Swinburne, vers 1779, ces illusions auraient un éclat et une magnificence extraordinaires: mais suivant le récit de voyageurs plus modernes; de l'hydrographe anglais Smith qui a parcouru la Sicile, de 1814 à 1816; de M. Sayve qui a plusieurs fois observé de 1820 à 1821, tous ces phénomènes doivent être réduits à un mirage très commun en effet et parfois d'une force extraordinaire dans ces lieux. M. le comte de Forbin dit que la compagnie avec laquelle il se trouvait en 1820, sur une des forteresses de Messine, observa le phénomène, mais que, pour lui, l'apparition fut nulle.

densité de l'air, au lieu d'aller en décroissant de bas en haut, va, au contraire, en croissant, au moins depuis le sol jusqu'à une certaine hauteur, en sorte que les rayons lumineux qui partent d'un objet peu élevé au-dessus de l'horizon, et qui passent d'une couche plus dense dans une qui l'est moins, sont obligés de se replier ou de s'infléchir de bas en haut, d'où il résulte qu'ils pénètrent dans l'œil, absolument comme s'ils provenaient d'un objet situé au-dessous de celui qui les envoie et placé en sens inverse. On voit alors les nuages flotter, pour ainsi dire, sur la terre et remplacer le sol, et la plaine où le phénomène a lieu, ressemble à un vaste lac. M. Wollaston a produit artificiellement le même phénomène sur une plaque de fer rouge et il l'a observé sur des corps vus à travers deux fluides de réfringences différentes, superposés dans un vase transparent. MM. Biot et Mathieu ont fait des observations de mirage à Dunkerque, sur les bords de la mer, dans la plage sablonneuse qui s'étend au pied du fort Risban. M. Jurine a observé le même phénomène, mais produit par le réchauffement de l'air sur les pentes des montagnes : on lui a donné le nom de *suspension*. La lune se lève quelquefois après midi, et conséquemment dans un moment où les circonstances sont encore favorables au mirage : si alors on peut l'apercevoir à son lever, on verra deux images de cet astre. On observe aussi sur mer un phénomène semblable à l'égard du soleil : on retrouve donc ici les *parasélènes* et les *périhélies* (Chap. XIII). Dans les brouillards épais qui assiègent la côte orientale de la Mantchourie (Tartarie chinoise) en Asie, on éprouve souvent une illusion optique qui produit l'image de côtes élevées et étendues : le navigateur en approche, croit y débarquer, et souvent ces côtes fantastiques disparaissent.

104. Le mirage a été principalement observé dans les climats chauds : c'est là que les conditions physiques propres à le produire, semblent devoir se trouver plus fréquem-

ment réunies. M. Scoresby vient de prouver qu'il n'est ni moins commun, ni moins nuisibles aux observations dans les mers glaciales : on peut même ajouter qu'il s'y présente avec plus de variété : il n'était pas sans exemple qu'on eût aperçu dans nos climats, deux images extraordinaires au-dessus de l'image réelle. M. Scoresby en a vu jusqu'à trois qui étaient renversées. Une autre fois, de deux images comme suspendues en l'air, au-dessus d'un bâtiment baleinier, la moins élevée seulement, paraissait renversée : l'autre était dans sa position naturelle. Ajoutons, pour terminer, que, dans une troisième, l'image aérienne avait une netteté si grande, des contours si bien définis, des teintes si peu altérées qu'un navigateur y reconnut *la Fama*, bâtiment baleinier de M. Scoresby père, situé au moment de l'observation, bien au delà des limites de l'horizon visible.

Nous citerons un phénomène de mirage, assez remarquable par ce fait que personne n'a pu savoir où se trouvaient *les objets mirés*. Le 20 du mois de septembre 1835, les habitans des campagnes voisines de l'Agar, l'une des collines du Mendio, en Angleterre, furent témoins de ce singulier spectacle : vers 5 heures du soir, on aperçut dans le ciel couvert de vapeurs assez épaisses, un immense corps de troupes à cheval, qui semblait défilier tantôt au pas, et tantôt au grand trot : les cavaliers, le sabre en main, étaient tous uniformément équipés, et l'on distinguait presque jusqu'aux brides et aux étriers. Pendant quelque temps, on les vit manœuvrer six de front, puis se former par deux rangs ou par files. Pendant plusieurs jours, ce spectacle extraordinaire a fait le sujet de toutes les conversations dans la ville de Bristol.

Un phénomène assez singulier de mirage, a été signalé par M. Stephenson, comme ayant été observé par lui près de Tirthout, dans l'Inde anglaise. Le lieu où cette observation a été faite est une vaste plaine entièrement privée d'arbres et d'arbrisseaux : on n'y trouve qu'un court gazon,

nourriture des nombreux troupeaux qui paissent dans ce désert : çà et là on voit briller sur le sol de nombreuses efflorescences salines : c'est à 3 heures après-midi, en septembre, que l'auteur observa le phénomène en question : chaque objet y paraissait cinq à six fois plus grand qu'à l'ordinaire : les hommes et les animaux semblaient des êtres gigantesques marchant à grandes enjambées dans le lointain, et quelques-uns même sur des échasses. La tête de quelques buffles paraissait plus grosse que leurs corps ; un petit nombre était élevé si haut que leurs jambes semblaient des troncs de palmiers. Ces bizarres apparences variaient avec le mouvement des objets, de telle manière que les hommes et le bétail changeaient de forme à chaque instant, comme des ombres. S'étant baissé pour regarder l'horizon, l'observateur vit distinctement une espèce de vapeur bleuâtre et transparente, ayant un mouvement ondulatoire et qu'il n'hésite pas à donner comme la cause du phénomène. Du reste celui-ci paraît être rare ; car les gens du pays avaient l'air d'en être consternés et ne voulaient pas en regarder la fin, disant que, parmi les personnes qui l'auraient vu, un grand nombre mourraient. Comme la plaine est bordée à l'est par un marais d'une grande étendue, M. Stephenson pense que la vapeur qu'il a vue, est celle qui cause *le Malaria*, et que sa présence explique les inquiétudes des habitans : il apprit qu'une grande mortalité s'était déclarée dans les villages voisins, quelques jours après sa visite.

2° DE L'APOTHÉOSE DES VOYAGEURS ET DU SPECTRE DE
BROCKEN, MONTAGNE DU HANOVRE.

105. Un jour M. Ramond fut témoin sur le Pic du midi, au sommet des Pyrénées, d'un singulier spectacle qui a mérité la dénomination d'*Apothéose des Voyageurs* ; son ombre et celles de deux personnes qui l'accompagnaient, se

dessinèrent sur un nuage situé à peu de distance au-dessus d'eux, avec une netteté et une correction de contours, qui ne laissaient rien à désirer, et, ce qui est plus extraordinaire, ces ombres étaient entourées d'une auréole resplendissante des plus vives couleurs. Témoin de ce magnifique spectacle, on aurait cru assister à son apothéose. La transparence de l'air devient d'autant plus grande qu'on s'élève davantage; et M. Ramond a constaté qu'elle augmente considérablement *la puissance calorifique* des rayons de la lumière : aussi dans les Pyrénées, sur le Pic du midi, il enflammait les corps avec de très faibles lentilles.

Placés sur la montagne très élevée de Pambarmaca dans le Quito, les académiciens de Paris, Bouguer, Godin et de la Condamine virent aussi leurs propres images reflétées dans un brouillard très fin, et entourées de plusieurs cercles concentriques ornés des couleurs de l'iris.

Le spectre du Brocken (chap. III, n° 20), est une illusion optique du même genre, qui se rapporte à l'arc-en-ciel; l'une des meilleures descriptions de ce phénomène, est celle qu'en a donnée M. Hane qui en fut témoin le 23 mai 1797 : après être monté plus de trente fois au sommet de la montagne, il eut le bonheur de contempler l'objet de sa curiosité. Le soleil se levait à environ 4 heures du matin, par un temps serein : le vent chassait devant lui à l'ouest, vers l'Achtermannshohe, des vapeurs transparentes qui n'avaient pas eu le temps de se condenser en nuages : vers 4 h. $\frac{1}{4}$, le voyageur aperçut dans la direction de l'Achtermannshohe, une figure humaine de dimensions monstrueuses. Un coup de vent ayant failli emporter le chapeau de M. Hane, il y porta la main et la figure colossale fit le même geste : M. Hane fit immédiatement un autre mouvement, en se baissant, et cette action fut reproduite par le spectre. L'observateur voulut faire d'autres expériences, mais la figure disparut : bientôt elle se rencontra dans la même direction, imitant toujours les gestes de l'observateur.

Une autre personne vint rejoindre M. Hane, et bientôt deux figures colossales parurent dans la même direction, reproduisirent les gestes des deux spectateurs, puis disparurent : elles reparurent peu de temps après, accompagnées d'une troisième image, due sans doute, à une troisième personne placée derrière quelque anfractuosité du rocher : tous les mouvemens faits par M. Hane et ses compagnons, étaient répétés par l'une ou l'autre de ces trois figures, mais avec des effets variés.

Des phénomènes tout-à-fait analogues aux précédens, se manifestent quelquefois dans des circonstances moins importantes : on voit une ombre projetée par le soleil levant ou couchant, sur une masse de vapeurs blanches qui passent à quelque distance : la tête de l'ombre, est presque toujours environnée d'un cercle de rayons lumineux : souvent cette figure aérienne n'est pas plus grande que nature. Lorsqu'on se baigne par un beau soleil dans une onde limpide, profonde et tranquille, l'ombre du baigneur est projetée au fond, comme elle se voit sur la terre ; mais quand l'agitation produite par le baigneur, a soulevé la vase du fond, de manière à la disséminer dans la masse liquide, l'ombre n'est plus seulement une figure plate disséminée sur le fond, mais elle présente les apparences d'un corps plus ou moins solide, formé sur les particules flottantes de la vase : la tête de cette ombre paraît encore environnée d'une auréole lumineuse.

CHAPITRE XVI.

De l'aurore boréale et autres phénomènes lumineux,
et additions.

1° DE L'AURORE BORÉALE.

106. On appelle ainsi un météore lumineux qui apparaît plus particulièrement dans les pays septentrionaux, que Gassendi, en 1621, a désigné par ce nom, pour consacrer sa ressemblance avec la véritable aurore, quoiqu'il en diffère par plusieurs circonstances, surtout par l'époque de la nuit à laquelle il se montre. Qu'il nous soit permis d'entrer ici dans quelques détails historiques. Aristote, pendant les huit années qu'il passa en Macédoine auprès d'Alexandre le Grand, observa et décrivit des phénomènes lumineux qui ressemblent fort à celui que nous avons qualifié sous ce titre. Cicéron semble avoir eu en vue quelque chose de semblable dans sa *troisième Catilinaire*, lorsqu'il dit : on a vu des torches ardentes vers l'Occident et le ciel tout en feu : mais ce qui n'est pas ordinaire, observe M. de Mairan, à ce phénomène, c'est qu'il est pris ici en bonne part, et mis au nombre des signes les plus manifestes de la protection des dieux. Pline, dans le *second livre de son Histoire Naturelle*, fait souvent mention des aurores boréales sous plusieurs

noms et divers aspects. Sénèque s'explique plus clairement que Pline dans le *premier livre de ses Questions Naturelles*. Ici nous renverrons le lecteur au *chapitre V du deuxième livre des Machabées*; au *chapitre XII du septième livre de la guerre des Juifs*, par Joseph : aux *livres 37, 41 et 47 de l'Histoire Romaine de Dion de Nicée*, laquelle abonde en récits de prodiges : à *l'Építome de l'Histoire de Dion, par Xiphilin* : à *Sigebert Uspergensis*, auteur du *Chronicon Hirsangienne* et à d'autres historiens de ces temps-là : enfin à *Oleus magnus*, dans son *chap. 111 du livre 11 de son Histoire du Septentrion* : à *Cardan, Lib. 14, Cap. 70, de rerum varietate* : à *l'Histoire de France, par Grégoire de Tours* : à *Cornelius Gomma*, dans son livre intitulé : *de Naturæ divinis characterismis*, imprimé à Anvers en 1575. On lit (*OEuv. de Ségur, Hist. de France, tom. III*) que Charlemagne composa un traité sur les éclipses, sur la conjonction des astres et sur les aurores boréales. M. de Mairan a publié en 1731, un ouvrage ayant pour titre : *Traité physique et historique de l'Aurore Boréale*, faisant partie des mémoires de l'Académie Royale des Sciences de Paris : la section première a pour titre : *De la lumière zodiacale et de l'atmosphère solaire* : cet ouvrage contient plusieurs planches qui offrent sur une grande échelle, plusieurs vues de ces deux phénomènes (1) : après avoir rapporté les opinions de son temps sur la cause des aurores boréales et rejeté la matière magnétique, comme incompatible avec la hauteur, la cessation et les reprises de ce phénomène, il passe à l'histoire de ce météore, de ses reprises et de ses interruptions et à leur ordre chronologique depuis le commencement du cinquième siècle, jusqu'à l'année 1831 : il comptait alors 229 aurores boréales ; mais, dans le volume de 1734, M. de Mairan ayant

(1) On trouve encore dans le *tom. V des Savans Étrangers de Paris*, la figure d'une aurore boréale observée dans cette ville, la nuit du 21 au 22 mai 1762, par M. Messier.

ajouté à ce nombre celui des observations de Celsius, et d'autres qu'il avait recueillis ailleurs, a rassemblé 600 apparitions d'aurores boréales, observées dans le même laps de temps (1) : il cite entre autres celles qui ont été faites à Utrecht par Musschembroek. Au nombre des physiciens et astronomes antérieurs à l'époque actuelle, et qui se sont occupés de ce phénomène, nous devons surtout citer Maraldi, Godin, Beccaria, de Wilke, physicien suédois, Van Swinden, physicien hollandais (2), Buffon (*Traité de l'aimant*), Æpinus (*Tent. élect. et mag. Petrop.* 1760, in-4°), Maupertuis (*fig. de la Terre*), Celsius, Hiorter, Wargentin, Côtes. Les académiciens français qui allèrent vers le pôle nord, mesurer quelques degrés du méridien, observèrent quarante-six aurores boréales en sept mois : elles sont très fréquentes en Islande où la nature se montre très prodigue de météores (*chap. III, n° 30*) : elles sont devenues plus rares pour le spectateur qui se rapproche de l'équateur, ou qui est placé entre les tropiques : elles reparaisent pour ceux qui s'avancent vers le pôle austral.

Quand on cherche la description de ce météore dans un siècle où l'ignorance et la superstition étaient portées au plus haut degré, on ne doit pas être surpris de les voir tellement défigurés par l'imagination terrifiée des spectateurs, qu'on a peine à les reconnaître dans les peintures qu'ils nous en ont laissées : ils ne manquent jamais, comme on l'a dit plus haut, de les composer de colonnes ensanglantées, de torches ardentes, d'épées flamboyantes, d'armées de combattans qui s'attaquent avec des lances enflammées : quel-

(1) Il est très probable que, dans le nombre des 600 aurores boréales, sont comprises des lumières zodiacales, dont il sera fait mention plus loin, et d'autres phénomènes lumineux de l'espèce de ceux décrits dans les chapitres XI et XII.

(2) M. Van Swinden a annoncé dans une lettre à M. de La Lande, qu'il travaillait à un ouvrage sur les aurores boréales : nous ne savons pas s'il a été publié.

ques-uns même vont jusqu'à entendre distinctement le bruit des armes qui s'entrechoquent. (*Armorum sonitum toto germaniæ celo audit*). Le géographe Stein rapporte que, dans les premiers mois de l'année 1817, certaines idées religieuses déterminèrent un grand nombre de Wurtembergeois à émigrer en Amérique, et qu'une aurore boréale qu'on aperçut alors dans le pays, fut regardée par plusieurs personnes comme un signe que le ciel favorisait leur émigration. Ce n'est que dans le siècle dernier qu'on a commencé à étudier ce phénomène suivant les règles d'une saine physique. Nous regrettons de ne pouvoir donner ici sur ce sujet tous les renseignemens que nous avons recueillis dans les journaux scientifiques : nous nous sommes borné à la description des phénomènes les plus saillans et les mieux tranchés.

107. On compte aujourd'hui trois physiciens qui s'occupent spécialement des aurores boréales : ce sont MM. Farquharson, Hansteen et Arago : le dernier, auquel on doit un grand nombre de découvertes en physique et d'aperçus importans, prend note depuis plusieurs années des déviations de l'aiguille aimantée, soit périodiques, soit accidentelles : jusqu'ici il n'a encore pu faire connaître que quelques coïncidences entre les agitations de cette aiguille et les apparences des aurores boréales : c'est lui qui, le premier, a émis l'opinion que cette coïncidence existe, lors même que le phénomène n'est pas visible aux lieux où l'on suit les indications de l'aiguille. Les anciens avaient déjà remarqué que l'aiguille aimantée était fortement *affolée* ou déviée de sa position, lorsque l'aurore boréale avait lieu. En 1825, M. Arago a publié une note relative à l'influence que diverses aurores boréales avaient exercée à Paris sur la position de cette aiguille : il a continué et enregistré ses observations avec d'autant plus de scrupule, que quelques physiciens avaient nié cette influence. Ce ne sera toutefois qu'à l'aide d'observations faites simultanément dans divers points de la terre, avec des aiguilles très délicatement suspendues, qu'on

pourra essayer de découvrir comment elle s'exerce : un appareil très précis a été établi à cet effet à l'Observatoire Royal de Paris. M. Hansteen est un savant physicien qui a fait des recherches immenses sur le magnétisme terrestre : il a d'ailleurs rassemblé avec soin les anciennes aurores boréales et il reçoit et il discute les rapports des observateurs placés sur le sol de la Scandinavie, même au delà du cercle polaire arctique : il pense que les aurores boréales sont aujourd'hui moins fréquentes et moins remarquables qu'elles ne l'étaient au siècle dernier, et cependant sur quelques points du globe, en Écosse surtout, ces aurores sont encore très rapprochées et paraissent n'avoir rien perdu de leur magnificence. La cause qui les produit, n'est donc pas accidentelle et passagère, mais intimement liée à la constitution du globe. Et de même que tous les grands phénomènes cosmologiques, ou sont permanens ou décroissent avec une excessive lenteur, de même aussi les aurores boréales n'ont pas dû s'affaiblir depuis les temps historiques. M. Farquharson a fait de nombreuses observations d'aurores boréales à Alfort, en Écosse, à la latitude de $57^{\circ} 15'$: déjà en 1823, il avait publié une description de la marche habituelle de ce phénomène : depuis il a fait de nouvelles et de nombreuses observations qui toutes ont confirmé ses premiers aperçus. Nous devons encore citer MM. Coldstream et Foggo placés à Leith, en Écosse, vers la limite que les aurores boréales ne dépassent presque plus, et qui enregistrent exactement ceux de ces phénomènes qui se montrent sur leur horizon : les capitaines Parry et Franklin ; le docteur Thieneman qui a passé l'hiver de 1820 à 1821 en Islande ; M. Blachadder à Édimbourg ; le docteur Henri Usschez et d'autres physiciens que nous avons eu occasion de citer ailleurs, et surtout dans les tableaux des apparitions des aurores boréales.

108. Presque toujours l'aurore boréale présente des accidens de forme, de position et de lumière, qui rendent sa

marche inintelligible pour le vulgaire des spectateurs : mais l'observateur attentif et exercé sait débrouiller ce magnifique cahos. Ce qu'il y a de plus remarquable, dit M. Dupin, *membre de l'Académie Royale des Sciences de France*, dans une aurore boréale qu'il observait à Glasgow, le 19 septembre 1817, était le jeu des rayons et leurs ondulations lumineuses : ils étaient formés en larges groupes qui tantôt s'approchaient et tantôt s'éloignaient l'un de l'autre : qui semblaient quelquefois s'élever en masse, et d'autres fois descendre comme une pluie de lumière. Indépendamment de ces mouvemens généraux, il y avait dans chaque faisceau de rayons, un mouvement latéral qu'on distinguait par l'intensité plus ou moins grande des rayons parallèles : on voyait les parties plus ou moins lumineuses avancer parallèlement à elles-mêmes, comme des ondes régulières : et ce qu'il y avait de plus remarquable, c'est qu'on distinguait souvent dans le même faisceau deux mouvemens ondulatoires dirigés en sens opposés, de manière que les nuances d'ombre et de lumière, avançaient régulièrement en sens contraire, et se superposaient sans se confondre, comme deux mouvemens ondulatoires sur la surface d'un fluide, au moment où les contours des ondes opposées commencent à se rencontrer. La lumière était généralement blanche, argentine, ou bien un peu argentée : l'extrémité inférieure des faisceaux, laissait pourtant apparaître quelques couleurs du prisme, le jaune, le rouge et le bleu : pendant un instant, une teinte légèrement verdâtre s'est répandue sur un faisceau. Pour prendre le phénomène dès son début, nous dirons qu'on aperçoit vers le pôle, trois ou quatre heures après le coucher du soleil, un brouillard de la forme d'un segment de cercle : sa circonférence ne tarde pas à devenir lumineuse, et des faisceaux de lumière, diversement colorés, s'élançant du segment obscur sous la forme de grands arcs de cercle, qui vont concourir en un même point du ciel, où se produit une espèce de couronne lumi-

neuse. Des secousses ou des vibrations semblent ébranler la masse du météore, et il se forme des taches ou des brèches obscures qui paraissent ou disparaissent instantanément. Lorsque le phénomène tire à sa fin, la lumière se resserre des côtés vers le centre; le segment obscur s'éclaircit d'abord et finit par s'éteindre. Quelquefois les faisceaux lumineux ne se réunissent pas, en sorte que la couronne brillante n'a pas lieu.

Des aurores boréales extrêmement brillantes, ont été observées pendant plusieurs nuits au pays de Hernoesand (*ville maritime de Suède*), pendant novembre 1835, elles étaient quelquefois d'une blancheur éblouissante : d'autres fois, elles offraient une multitude de couleurs qui alternaient entre elles : ordinairement les lueurs partaient du zénith et s'élançaient d'un même centre en rayons éblouissants ou en colonnes d'un feu radieux : quelquefois encore on voyait briller au firmament un immense demi-cercle blanchâtre. Il est impossible de rendre la magnificence de ce spectacle; l'apparition la plus extraordinaire eut lieu dans la nuit du 25 au 26 novembre : déjà à 7 heures du soir, on vit s'allumer le feu flamboyant du ciel, et il continua avec de courtes interruptions jusqu'à 4 heures du matin : non seulement on voyait, mais même on *entendait* l'aurore boréale : des masses d'un feu étincelant, bruissaient au-dessus de la tête du spectateur : on pouvait aisément percevoir le bruit que faisaient les colonnes de feu, lorsqu'elles s'allumaient. A ce vaste incendie, succéda un rayonnement qui offrait les couleurs les plus variées. Un ciel obscur et sans nuages rehaussait encore ce tableau derrière lequel on voyait briller comme à travers un voile irisé, les étoiles du firmament (*Stockholm, Nordlands Tirdning*).

Les aurores boréales sont assez rares aujourd'hui dans nos contrées. On écrit de Dieppe, le 25 décembre 1834 : lundi dernier, une aurore boréale a été aperçue de notre ville : elle était peu lumineuse : cependant elle projetait

assez de clarté pour dessiner légèrement l'ombre des corps intermédiaires. Le 18 novembre 1835, M. Maas a vu une aurore boréale, à Alost (*en Belgique*) : M. Quetelet l'a observée à Bruxelles : elle était très faible : sa direction était N.-O. et N.-N.-E. : le baromètre marquait $752^{\text{mm}},49$, le thermomètre extérieur $+ 10^{\circ},2$ cent. et l'hygromètre de Saussure 84° . Ce phénomène a dû être visible pour beaucoup d'autres lieux, car M. Quetelet a reçu une lettre d'un gentilhomme anglais, M. Forster, auteur de plusieurs ouvrages sur *la Météorologie*, qui l'a observé de son côté à Aix-la-Chapelle. M. Julius a été témoin de la belle aurore boréale citée ci-dessus ; d'après cet observateur qui se trouvait alors dans les environs de Newhaven, (*Angleterre, Sussex*), l'aurore boréale s'est montrée dans son plus grand éclat, le 17 novembre 1835 ; les jets de lumière s'étendirent jusqu'au zénith ; l'aiguille aimantée déclinait très fortement vers l'ouest et a subi jusqu'à $1^{\circ} 50'$ de variations en 5 minutes de temps. Selon les observations des professeurs Oemsted et Loomis, l'aurore boréale avait sa plus grande intensité au pôle magnétique (6^e Bull. de l'Académie Royale de Bruxelles, 1836). Une lettre de M. Bache, professeur de philosophie naturelle à l'Université de Pensylvanie, adressée à M. Quetelet, annonce trois magnifiques aurores boréales dans les sept derniers mois de 1836 : une du 17 au 18 novembre, et les deux autres du 18 au 19 avril et du 19 au 20 mai : l'aiguille horizontale a été très vivement affectée par la première : pendant la seconde, la variation de l'aiguille était augmentée au lieu d'être diminuée comme d'ordinaire. Pendant les deux dernières, j'observai que l'intensité magnétique horizontale était décidément plus faible que dans les temps ordinaires : je prévis même l'arrivée de la seconde, en observant une diminution graduelle d'intensité commençant dans l'après-midi, quand au contraire, l'intensité aurait dû croître, après l'instant du *minimum*.

Le 18 juillet 1837, on a eu à Brünn en Moravie, le curieux

spectacle d'un météore qui s'était élevé au S.-E. vers 11 h. du soir par un temps légèrement couvert. Ce météore qui, dans un instant, jeta une clarté extraordinaire, disparut bientôt derrière les nuages. Le même météore s'est reproduit le 29 sous une forme tout-à-fait extraordinaire : l'air parut un instant tout enflammé et présentait un rayon lumineux qui s'étendait du nord au nord-est sous la forme d'un arc-en-ciel lunaire et disparut après avoir été visible, pendant environ 30 minutes. Ce phénomène qui était une aurore boréale, fut aussi observé à Vienne et dans plusieurs autres villes de l'Allemagne.

A Naples, le 5 août, un peu après la 24^e heure, c'est-à-dire, 1 heure après le coucher du soleil on a joui du rare spectacle d'une aurore boréale qui se distinguait par la vivacité et l'éclat de ses couleurs. Au commencement, le ciel était rouge de sang du côté du nord et traversé par des rayons de feu qui atteignaient jusqu'au zénith ; peu à peu, le ciel devint plus lumineux et vers la fin, son éclat était de couleur citron. Cet aspect dura environ 1 heure et l'azur reparut de nouveau au firmament.

Le 28 juillet (1837) on a observé à Schwenemunde (bains en Prusse) une aurore boréale très belle qui a duré environ 15 minutes.

109. Il faut que la matière de l'aurore boréale, soit d'une bien grande ténuité, pour que la lumière des étoiles puisse la traverser, sans affaiblissement sensible. Les étoiles de troisième et même de quatrième grandeur, apparaissent encore derrière les arcs et même derrière les rayons émergens ; mais elles deviennent insensibles derrière les nuages floconneux qui naissent ordinairement au sein de l'aurore. M. le docteur Usscher dit que les aurores boréales rendent les étoiles singulièrement ondulatoires dans le télescope. L'extrême ténuité de la matière de l'aurore, ne permet pas de supposer qu'elle soit le résultat d'une substance gazeuse : la direction qu'affectent ses rayons, le trouble qu'ils appor-

tent dans les aiguilles aimantées, et qui les révèle dans les lieux mêmes où elles ne sont pas visibles, tout concourt à faire croire que ce sont des courans électriques qui s'élancent de la surface du globe vers les hautes régions de l'atmosphère, et qui vont se perdre dans l'espace. On a beaucoup différé sur la hauteur à laquelle s'élève ce météore : le lieutenant d'Hood, le capitaine Franklin et M. Richardson s'accordent à lui donner une hauteur absolue de 7 à 8 milles (le mille vaut 1609 mètres), tandis que MM. Crosthwaite, Bergmann et surtout Dalton lui donnent une hauteur beaucoup plus grande. Le docteur Usscher, déjà cité, s'exprime ainsi, (*Mem. de l'Acad. d'Irlande*, tom. II) : ayant trouvé le 25 mai 1788, que les étoiles oscillaient beaucoup dans ma lunette, j'examinai l'état du ciel et j'aperçus des rayons d'une lumière blanche et vacillante, qui s'élevaient de tous les points de l'horizon vers le pôle austral de l'aiguille d'inclinaison, où ils formaient une coupole légère et blanche semblable à celle que présentent la nuit les brillantes auréoles boréales. Ainsi, contre l'opinion de M. de Mairan, il se manifesta des aurores boréales en plein jour. M. Ramm, inspecteur des forêts en Suède, écrivait en mars 1835, à M. Hansteen, qu'il avait entendu en 1767, le bruit des aurores boréales à diverses reprises, dans une durée de quelques heures et que ce bruit consistait dans un bruissement rapide qui accompagnait le mouvement des rayons lumineux au-dessus de sa tête. Un autre physicien dit avoir souvent entendu cette espèce de bruissement semblable à celui d'un vent violent. On rapporte même qu'il serait assez fort pour effrayer les chiens qui chassent les renards bleus sur les bords de la mer glaciale : cependant à des latitudes plus basses, cette circonstance ne paraît pas avoir été constatée d'une manière bien authentique.

M. Darla adresse des observations sur l'aurore boréale telle qu'il la vue à Meaux, près Paris, le 18 février 1837. M. Arago communique aussi quelques détails sur le

même météore observé à Paris : la clarté de la lune a empêché de constater s'il formait ou non, un arc complet : on n'a donc pu s'assurer si son point culminant était dans le méridien magnétique : sa lumière était d'un rouge prononcé, et les changemens qu'elle éprouvait, étaient des plus rapides : elle consistait en plaques d'où partaient des rayons dans la direction du zénith. On sait que les aurores boréales exercent de l'influence sur l'aiguille magnétique, même dans les localités où elles ne se montrent pas : on devait donc, dans cette occasion où le phénomène se passait au-dessus de l'horizon de Paris, s'attendre à un dérangement notable de l'aiguille : mais on n'a pas remarqué qu'il fut plus considérable que dans le cas où l'aurore n'aurait pas été visible : on n'a pas non plus observé de relation entre le sens des perturbations de l'aiguille et ceux des variations de l'aurore. A Meaux, soit que la lumière de l'aurore fût plus intense, ou le ciel plus serein, on a pu voir l'arc entier : ainsi chacun voit son aurore boréale, comme chacun voit son arc-en-ciel. Si les circonstances du phénomène se montrent ainsi dissemblables dans les différentes localités, on ne pourra se confier à des observations de parallaxe faites sur le point culminant du météore, pour en déterminer la hauteur. L'aiguille d'inclinaison a éprouvé un dérangement. Le directeur de l'Observatoire de Bruxelles, a fait part de ses observations sur la même aurore boréale : le phénomène se remarqua vers 7 h. $\frac{1}{4}$ du soir : toute la partie du ciel, comprise entre le N.-N.-E. et l'ouest, jusqu'à une hauteur assez considérable, était éclairée d'une lumière rougeâtre très intense : peu à peu le phénomène se manifesta plus fortement vers l'Occident : à 9 h. on apercevait un peu au delà du zénith, un demi-cercle allant de l'est à l'ouest-sud-ouest, en passant sous la lune et par la constellation d'Orion : le nord était alors assez clair, et c'était à l'ouest que l'aurore boréale conservait sa plus grande intensité. Le phénomène dura jusqu'à minuit. Dans la soi-

rée on aperçut plusieurs étoiles filantes remarquables.

Un des correspondans de l'Académie de Genève, rapporte que pour déterminer la hauteur de l'aurore du 18 octobre 1836, il a employé, comme M. Macrou, la méthode des parallaxes, et que comparant les observations de Genève avec celles qui se faisaient en même temps à Dorpat, il aurait trouvé que la hauteur du point culminant de l'arc, était de 200 lieues, comptées verticalement au-dessus de l'horizon. L'Académie Royale des Sciences et Lettres de Bruxelles, reçoit différens renseignemens sur le même phénomène M. le professeur émérite Van Mons qui a déjà fait connaître par la voie des journaux ses observations sur cette apparition, en a pu suivre à Louvain les principales circonstances. M. Belpaire rend compte de son côté des observations qu'il a faites à Anvers et qui s'accordent fort bien avec celles de M. Quetelet à Bruxelles qui regrette que, jusqu'ici, il ne lui ait pas encore été permis d'établir dans le jardin de l'Observatoire un cabinet magnétique qui aurait pu l'aider à reconnaître jusqu'à quel point le phénomène observé a exercé d'influence sur l'aiguille aimantée. L'aurore boréale, dit ce savant, était, à peu près, dans son plus grand éclat, lorsque je l'aperçus vers 8 h. $\frac{1}{2}$ du soir : sa lumière éclairait alors tout l'espace du ciel, compris entre la constellation du Cocher à l'Orient, et celle d'Hercule à l'Occident, et bordait d'une lueur rougeâtre très intense, à peu près tout l'horizon septentrional, en s'élevant à une hauteur assez considérable. Les jets lumineux qui la traversaient sur trois points principaux, s'étendaient même par intervalles jusque près du zénith. Vers 8 h. 40', ceux qui partaient du côté du ciel rencontré par le méridien magnétique, avaient une intensité très grande et se dirigeaient vers la région comprise entre la tête du Dragon et la constellation de la Lyre : peu à peu les masses rougeâtres les plus à l'Orient s'affaiblirent, tandis que le phénomène semblait gagner et s'étendre davantage vers

l'Occident. A 8 h. 50, les jets étaient dirigés vers la tête du Dragon avec une grande force, et après un ralentissement, ils reprirent quelque activité vers 9 h. Le phénomène alors diminua sensiblement d'intensité, et vers 10 h., il ne restait plus qu'un arc d'une lumière plus claire, partant du N.-N.-O. et fortement incliné à l'horizon vers l'est, à peu près dans le sens de la queue de la grande Ourse. Du reste, cet arc n'éprouva pas de mouvement de translation, comme ces masses flottantes d'une lumière claire et bleuâtre qui accompagnent quelquefois d'une manière si caractéristique les aurores boréales, et l'on n'entendit aucun bruit qui pût être attribué à l'apparition de ce phénomène. La journée avait été belle, et la température, depuis plusieurs jours, assez élevée pour la saison : à midi, le thermomètre cent. indiquait 17°, 1, et, au moment de l'aurore boréale, 12°, 2; le baromètre était très haut, et marquait à l'Observatoire 766^{mill.}, 05, et l'hygromètre de Saussure, 90° : le ciel était serein, et le vent, pendant la journée, avait été au sud.

Cette aurore boréale a été visible dans le midi de la France; M. Bonafoux annonce à l'Académie de Paris, qu'elle a été observée simultanément à Turin et à Chambéry, le 18 octobre dernier, à 9 h. 1/2 du soir dans la direction de l'est à l'ouest. On rapporte qu'on l'a vue dans un grand nombre d'autres lieux et que presque partout on crut à l'existence d'un incendie : elle n'a pas été visible à l'Observatoire de Paris : mais les astronomes se sont très bien aperçus par les oscillations extraordinaires de la boussole, depuis 4 h. jusqu'à 10 h. du soir environ, qu'il devait y avoir quelque part une aurore boréale.

Le 7 février 1835, M. Gauss observait des variations extraordinaires dans l'aiguille magnétique horizontale de Gottingue, et, ce même jour, à Bracensberg (Prusse Orientale), M. Feldt observait une belle aurore boréale. Dans une lettre du 22 décembre 1836, écrite d'une des îles Shetland à M. Biot, par M. Edmonston, la saison actuelle, dit cet

observateur, a été la plus extraordinaire dont on se souvienne, pour les apparitions de l'aurore boréale : ce phénomène s'est montré avec toutes les variétés imaginables d'éclat, de forme, d'évolutions et avec une telle continuité que, depuis trois mois, il s'est à peine passé une seule nuit sans qu'il parût. M. de Humboldt a communiqué des observations faites à Gottingue par M. Goldschmidt sur les mouvemens de l'aiguille aimantée pendant l'aurore boréale du 28 février 1837 : la déclinaison était devenue plus grande.

On lit dans le *Garde National de Marseille*, du 27 janvier 1837 : le phénomène d'une aurore boréale s'est encore montré sur notre horizon, la nuit dernière, vers 1 heure du matin : cette fois, il était accompagné d'un arc-en-ciel lunaire (chap. XIV). Le ciel était embrasé, comme s'il reflétait un immense incendie, et l'arc-en-ciel qui se détachait par sa transparence sur un fond enflammé, coupait le météore en deux sections presque égales. Ce magnifique spectacle n'a duré qu'un quart-d'heure. Le même phénomène a été observé à Nantes et à Genève.

La description qu'on va lire d'une aurore boréale observée sur le lac *Ontario*, n'est pas sans intérêt. Dès mon enfance, j'ai plus d'une fois contemplant l'aurore boréale, sous presque toutes les latitudes où se montre communément ce phénomène magnifique, et assez loin vers le nord pour observer le soleil à minuit. J'en ai particulièrement été frappé durant un long séjour que j'ai fait au Shetland où le peuple extasié de la vitesse prodigieuse de ces feux inexprimables, *s' imagine entendre le bruit de leurs élancements*. Aussi ai-je toujours désiré une occasion favorable pour tâcher de saisir et de décrire leurs formes protégées, dans l'espoir d'exciter l'attention des savans sur l'effet qui se rattache à cette merveille des cieux septentrionaux, et de voir enfin les météorologistes en faire l'objet de leurs observations et de leurs études. Dans les hautes régions septentrionales, quand l'aurore a acquis sa plus grande in-

tensité, elle est presque éblouissante, et la vitesse de ses mouvemens approche de celle de l'éclair. Dans les autres circonstances, elle se revêt de couleurs irisées. Quoique ces apparences combinées soient éminemment étonnantes et pénètrent le spectateur d'une admiration profonde et d'un sentiment de respect, cependant les régions du haut canada, qui avoisinent le lac Ontario, montrent peut-être, mais avec moins de splendeur et de variété, une exposition de ce mystère plus intéressante pour le philosophe. Pendant les mois d'hiver, sur le lac Ontario, l'aurore boréale est une compagne presque constante des nuits sombres et tristes : à toute autre époque de l'année, elle ne paraît qu'accidentellement : elle répand une lumière agréable et continuelle qui ressemble à celle du crépuscule : cette lumière n'émane pas, comme en Europe, de ces flammes vives qui dansent sous la voûte étoilée et se croisent en labyrinthes toujours changeans et inextricables : elle s'élève à l'horizon septentrional sur lequel est jeté un arc pâle, lumineux et déprimé qui embrasse une étendue de 60 à 90 degrés : cet arc est généralement éclairé, non seulement sur le bord supérieur qui se fond dans le vague de l'espace éthéré, mais depuis la circonférence jusqu'à la corde formée par l'horizon, et varie dans son élévation de 12, 15 à 20 degrés : dans la partie où il couvre les étoiles, ces corps paraissent voilés ou obscurs, parce qu'ils sont fortement contrastés par une belle lumière qui semble douée d'un éclat doublement étincelant. Dès que l'aurore boréale prend un aspect splendide, des métamorphoses continuelles s'opèrent dans l'espace embrasé par cet arc de lumière : de volumineux et obscurs flocons de vapeurs, plus noirs que les nuages, en un moment s'élèvent et tombent aussitôt qu'un arc intérieur commence à se former. Il est à remarquer que cette obscurité accompagne le commencement de toute variation dans le spectacle et en accroît ainsi la splendeur.

J'essaierai de détailler les circonstances d'une des plus belles aurores boréales qu'on ait vues en hiver à Kingston, parce que je l'ai examinée avec soin. Le soir du 11 octobre 1835, après le coucher du soleil, le ciel était noir et triste, et quoiqu'il n'y eut que peu de nuages visibles et que les étoiles fussent brillantes, il y avait apparence d'un changement de temps. Trois jours auparavant, il était tombé environ 5 pouces de neige, après un froid rigoureux. Le thermomètre était descendu ensuite à 16° où il resta jusqu'au lundi 13; le mardi il monta à 30° et la pluie tombant en abondance, fit disparaître la neige. C'est donc dans le terme moyen entre le froid extrême et le dégel que l'aurore se montra : à ce moment, le thermomètre indiqua 26° environ et le vent soufflait du nord-est, jolie brise. Le lac est à 219 pieds au-dessus du niveau de la mer (1). Quand l'obscurité fut complète, la première apparence du phénomène se manifesta par l'arc lumineux mentionné précédemment, qui prit sa place accoutumée : de cet arc, s'élevèrent dans le nord, presque incessamment, des flammes de lumière blanche qui s'élançaient vers le zénith et rayaient le ciel noir de leurs lignes argentées. Une fois une masse de lumière s'ouvrit soudainement au zénith : il s'en élança des gerbes innombrables de rayons brillans, couvrant de leur splendeur la voûte obscure, et qui semblèrent un instant illuminer le ciel comme un astre que le vaste espace pouvait à peine contenir. Une autre fois, des lignes de lumière blanche, s'irradiaient en avant de l'horizon nord, et l'une de ces lignes traversait l'arc entier du ciel, en touchant sur le grand lac le sud de l'horizon. Ce spectacle de l'aurore boréale continua de 7 à 9 heures. A ce moment, il parut plus brillant et plus magnifique, et prit ensuite un

(1) Nous regrettons de ne pouvoir indiquer ici les observations barométriques ; mais nous n'avons pu faire usage de celles qui sont consignées dans l'écrit auquel nous empruntons cette description.

autre aspect non moins remarquable. Trois arcs étaient superposés : le plus bas était la limite d'une masse mobile d'un noir très obscur : les intervalles entre l'arc inférieur et le second, entre celui-ci et le troisième ou le supérieur, étaient très lumineux, excepté dans les points ou les lueurs brillantes coupaient le second arc : il y avait là une extrême obscurité et ce second arc était incomplet. Cette dernière apparence se maintint quelques instans : ensuite l'arc inférieur s'éleva et s'obscurcit, marqué çà et là de points lumineux, tandis que de sa circonférence s'échappaient de brillans faisceaux de lumière. Le second arc avait entièrement disparu : mais le supérieur conservait sa place accoutumée : celui-ci était toujours plus pâle et plus vague dans ses contours que les deux autres. Des étoiles apparaissaient faiblement à travers la vapeur obscurcie, entre les deux rubans de lumière. Le ruban inférieur était indistinct, excepté sur la gauche de l'espace central où il était parfaitement défini par une bande effilée de lumière blanche que traversaient de dessus en dessous de très noires masses vaporeuses. Cette seconde apparence dura à peu près autant que la précédente. Aucun des rayons qui s'échappaient de ces transformations de l'aurore, n'était ni plus intense ni plus colorée que ceux vus dans les régions plus septentrionales ; mais ils étaient toujours accompagnés de la noire et lugubre vapeur qui dérobaient tout à la vue et augmentait l'éclat éblouissant qu'ils répandaient sur l'horizon. Une nouvelle métamorphose s'était encore opérée. Les arcs ou rubans lumineux étaient moins distincts et l'inférieur paraissait presque oblitéré : cependant son bord inférieur était bien tranché en dessous par l'arc de vapeur, devenu plus obscur que jamais. Trois larges nappes de lumière intense se déroulaient, l'une sur la corde horizontale, les deux autres de chaque côté de la bande inférieure. Tandis que de l'obscurcissement de cette zone s'échappaient par faisceaux innombrables un déluge de lumière, la zone su-

périeure projetait aussi en avant de larges bandes de rayons brillans. Tous les rayons de l'une et de l'autre zone se mouvaient de l'ouest à l'est, dans une progression pleine de majesté. Les parties sud et est du ciel étaient d'un bleu foncé et étoilées. Orion scintillait d'une manière remarquable. Le nord semblait couvert d'un voile épais à travers lequel les étoiles étaient à peine visibles. J'épiai ces altérations du phénomène jusqu'après dix heures : ensuite les arcs devinrent moins distincts et disparurent, à l'exception du plus grand. Dans cette quatrième transformation, j'observai que les trois arcs de l'aurore se rapprochèrent ; mais ils ne furent pas longtemps concentriques, le troisième s'étant rompu pour former une partie du quatrième arc. Entre le second et le troisième, l'obscurité était devenue complète, tandis que le troisième arc s'était illuminé ; mais les arcs inférieurs n'étaient plus aussi brillans : le plus bas s'était obscurci, contrairement à ce qu'il avait présenté dans le cours des observations de plusieurs années.

Le constant phénomène de l'aurore des lacs, n'a, je crois, jamais été relaté dans les publications scientifiques, quoiqu'il soit bien digne de l'attention des savans. A-t-il été créé pour une localité particulière de la matière dont se compose la substance de l'aurore : ou l'aurore elle-même a-t-elle ainsi que le fluide magnétique, un pôle particulier d'où émanent ses influences. C'est ce qu'on ne peut actuellement déterminer ; mais toujours est-il fort singulier que, sous une latitude aussi basse que celle de 44° , l'aurore affecte des apparences inconnues dans les hautes régions septentrionales où l'on supposait jusqu'ici qu'elle se détermine avec plus de puissance et d'intensité (*The Amer. Journ. of Scien.*).

110. Il est assez bien établi, dit M. Arago (*Ann. du Bureau des Long.*, 1836), qu'il y a autant d'aurores dites boréales vers l'hémisphère sud que dans les régions arctiques. Tout porte à penser que les apparitions des aurores australes

et celles dont nous sommes témoins en Europe, suivent les mêmes lois : cependant ce n'est là qu'une conjecture. Si une aurore australe se montrait aux *officiers de la Bonite*, sous la forme d'un arc, il serait important de noter exactement les orientations des points d'intersection de cet arc avec l'horizon, et, à leur défaut, l'orientation du point *le plus élevé*. En Europe, ce point le plus élevé paraît toujours situé dans le méridien magnétique du lieu où se trouve l'observateur. De nombreuses recherches faites à Paris, ont prouvé que toutes les aurores boréales, voire même celles qui ne s'élèvent pas au-dessus de notre horizon, et dont nous ne connaissons l'existence que par les relations des observateurs situés dans les régions polaires, altèrent fortement la déclinaison de l'aiguille aimantée, son inclinaison et l'intensité magnétique. Qui osera donc arguer du grand éloignement des aurores australes, pour affirmer qu'aucune d'elles ne peut porter du trouble dans le magnétisme de notre hémisphère ? au reste, des dispositions sont déjà prises afin que, pendant toute la durée de la circumnavigation de la *Bonite*, les observations magnétiques soient faites à Paris, à des époques assez rapprochées pour qu'aucune perturbation ne puisse passer inaperçue.

2° SUR QUELQUES PHÉNOMÈNES MÉTÉOROLOGIQUES LUMINEUX,
TRÈS REMARQUABLES.

III. A Odessa, en Russie, dans la nuit du 4 au 5 août 1831, il s'est manifesté une lumière telle que vers minuit, on pouvait lire facilement. Le 8 du même mois, la couleur du soleil, tirait sur le violet : on aperçut à son centre un point noir considérable.

Le 1^{er} mai de la même année, après 6 h. $\frac{1}{2}$ du soir, le ciel étant couvert de nuages accumulés, flottans, on vit à

l'est de Leith en Écosse, exactement en opposition avec le soleil, un grand nombre des rayons lumineux partant d'un point situé en apparence un peu au-dessus de l'horizon et s'étendant tout autour de manière à occuper une bonne moitié du ciel : ces rayons étaient très déliés, mais parfaitement distincts : quelque temps après leur apparition, ils disparurent, lorsque le nuage qui voilait le soleil et qui donnait lieu au phénomène, eut un peu changé de place : mais lorsqu'il fut arrivé près du zénith, un autre phénomène du même genre apparut, c'était un large rayon conique, partant horizontalement de l'intervalle compris entre deux proéminences de nuages, et s'étendant au loin. Ce phénomène est de la nature de ceux dont M. Brewster attribue la cause à *une convergence des rayons solaires*.

Le 3 août de la même année, entre 5 et 6 heures du soir, un nuage séparé d'une masse de nuages amoncelés (*cumulostrati*), marchant vers le sud-est, parut tomber en morceaux et se dissoudre à sa surface inférieure : lorsqu'il eut beaucoup diminué, il s'éleva graduellement jusque dans les plus hautes régions de l'atmosphère, offrant l'image très agréable d'une rose qui s'épanouit, laquelle s'étala et disparut vers le crépuscule : l'ascension du nuage dura environ 5 minutes. Dans la même soirée, un autre nuage, plus éloigné, présenta des phénomènes semblables et dans le même ordre.

M. le baron de Humboldt s'est occupé des phénomènes de lumière atmosphérique, qu'on a vus en divers points de la surface du globe : il a maintenant des nouvelles d'Asie et d'Amérique. Le soir du 12 août 1830, le spectacle d'une atmosphère lumineuse, a frappé les habitans du lac Baïkal, en Sibérie : ils sont tous restés sur pied, durant toute la nuit : c'est à minuit que la lumière parvint à son *maximum* d'intensité ; elle se prolongea jusqu'au retour de l'aurore ; cette lumière n'était pas colorée, comme elle le parut à Berlin. Aux États-Unis d'Amérique, du 15 au

20 août, le soleil parut d'un vert d'émeraude, et telle était aussi la couleur de l'atmosphère du côté du sud.

Un phénomène, analogue au précédent, a fixé l'attention des savans : il s'agit d'une clarté nocturne qui fut observée avec des différences de couleur et d'intensité, dans presque toute l'Europe, vers la fin du mois d'août 1831. M. le baron de Humboldt annonce qu'il parut aussi dans l'est de l'Asie, à Irkutsk ou Irkoutsk, le 21 août, et aux États-Unis, du 15 au 20 du même mois. A Berlin, où ce phénomène apparut du 24 au 27 août, on remarqua le 24, environ 20 minutes après le coucher du soleil, et à une hauteur de 25° au-dessus de l'horizon, un point brillant de couleur pourprée, qui, s'accroissant bientôt, occupa tout l'espace du N.-N.-O. au S., et s'étendit jusqu'à 45 degrés en hauteur. La clarté, que donnait cette région du ciel, était assez vive pour que l'on pût facilement lire dans les rues : ce phénomène dura jusqu'à minuit passé. A Irkutsk, on remarqua aussi des effets analogues, si ce n'est que la lumière dura jusqu'au lever du soleil. Le même phénomène fut moins sensible à New-Yorck : on retrouva cependant la teinte verdâtre que présentait le soleil à son coucher.

Le 21 mars 1833, à 9 heures du soir, à Athboy, en Irlande, par 53°37' de latitude nord et 6°54' de longitude ouest, comptées du méridien de Greenwich, le comte de Darnley a observé un météore lumineux : c'était une traînée lumineuse qui s'étendait de l'est à l'ouest, coupant l'horizon au nord de la constellation d'Orion, de là passant entre la Grande-Ourse et Arcturus, et rencontrant directement les deux étoiles principales des Gémeaux. Le phénomène n'était pas accompagné de ces jets de lumière que présentent communément les aurores boréales ; mais quand on l'observait attentivement, on le voyait comme un courant rapide de matière lumineuse, dirigée de l'est à l'ouest, dont l'intensité variait dans son trajet. Lord Darnley com-

para son apparence, à la lumière près, à celle que présenterait, au milieu de sa course, un jet d'eau lancé par une pompe à incendie, et passant au-dessus de la tête de l'observateur : à son extrémité orientale, l'arc était le plus brillant et le plus étroit, n'ayant guère qu'un degré de largeur en ce point : à partir de là, son éclat diminuait progressivement, tandis que sa largeur allait en croissant jusqu'à l'autre extrémité où elle était de cinq à six degrés. Les étoiles de deuxième et de troisième grandeur, se voyaient très distinctement à travers l'arc lumineux, surtout dans sa moitié occidentale, et quoique cet arc ne parût pas fort élevé, sa lumière était de temps en temps voilée, comme si de légers nuages eussent passés entre lui et l'observateur. Pendant vingt minutes que lord Darnley observa le phénomène, l'arc en totalité semblait s'avancer du nord au sud, ses bords qui étaient des deux côtés, également distans de Castor et Pollux, ayant, dans cet intervalle de temps, complètement abandonné les étoiles les plus au nord de la constellation. Avant 10 heures, le phénomène était éteint. L'observateur ne vit pas le météore à son début, mais il apprit de ceux qui avaient assisté à sa première apparition, qu'il ressemblait alors à la lune, à son lever, et que ce ne fut que progressivement que la traînée lumineuse s'étendit dans le ciel, jusqu'à atteindre l'extrémité opposée de l'horizon. L'effet éclairant de cette lumière sur la terre, était assez peu marqué. Lord Darnley ajoute qu'une observation, toute semblable, a été faite à Castellar, à une distance de 60 milles.

M. Van Mons, membre de l'Académie royale des sciences et lettres de Bruxelles, transmet à cette Académie quelques renseignemens sur un phénomène météorologique lumineux qu'il a observé à Louvain, dans la matinée du vendredi 5 décembre 1835 : ce phénomène s'est présenté dans la direction de l'ouest-sud-est vers 6 h. 2' : deux espèces de fulguration éclatèrent, en se succédant à un faible inter-

valle, et il se répandit une lumière si vive qu'on pouvait distinguer les corps les plus petits : le ciel était sans le moindre nuage ; mais un *brouillard invisible* avait mouillé tous les corps. L'explosion des éclairs (ou probablement des fulgurations) fut suivie de près de l'apparition d'une espèce d'arc-en-ciel dont le segment ne reposait pas sur l'horizon : sa lumière, qui paraissait être celle d'une flamme, était d'un blanc uniforme et d'un éclat très vif : cette bande lumineuse dura quelques instans, puis elle se répandit sur un plus grand espace et disparut. Le même phénomène a été aussi observé à Bruxelles, mais avec des circonstances moins remarquables.

M. Maas, professeur de physique au collège d'Alost, déjà cité (n° 107), a communiqué à la même Académie, la lettre suivante, écrite de l'université de Saint-Louis (*Missouri, l'un des États-Unis de l'Amérique*). Ce météore fut aperçu le 17 novembre 1835, à six heures du soir, immédiatement après la chute du crépuscule, et vers la partie boréale de l'horizon : il se composait de deux bandes lumineuses, d'une lumière argentée, sans aucune ressemblance avec la lumière jaunâtre ou rougeâtre des aurores boréales. Les deux bandes de la branche la plus élevée au-dessus de l'horizon, se courbaient visiblement en hyperbole, dont l'axe faisait un certain angle avec la ligne menée du sommet de la courbe à l'étoile polaire ; les deux branches de l'autre bande lumineuse, de largeur variable dans leurs différentes sections, ne formaient pas de courbe bien déterminée ; au contraire, en faisant abstraction de leurs irrégularités, l'axe en paraissait plutôt être une droite parallèle à la tangente menée au sommet de la courbe. La lumière totale du phénomène était assez éclatante pour produire de faibles ombres des corps terrestres, semblables à celles que procurent les planètes Vénus et Jupiter. Les parties des branches, les plus intenses en lumière, étaient celles qui se trouvaient à peu près également éloignées des extré-

mités visibles et du sommet de la courbe. Les étoiles qui étaient dans les directions de ces bandes lumineuses étaient totalement éclipsées, et l'on ne pouvait découvrir que celles qui étaient sur les bords des branches. A 6 h. $\frac{3}{4}$, le phénomène changea d'aspect : la branche *ouest* inférieure, qui avoisinait le carré de la Grande-Ourse, se rapprocha de l'axe de la courbe, au point de se trouver dans le vertical mené par le carré de la Petite-Ourse : la branche *est* se releva aussi, mais beaucoup moins que sa correspondante. Le phénomène étant établi, ces deux branches formaient plutôt une parabole qu'une hyperbole. L'arc (1) de la courbe se confondit avec la ligne menée du sommet à l'étoile polaire : les deux branches de la bande extérieure se relevèrent aussi un peu au-dessus de l'horizon, et leur direction ne parut plus être une droite, mais une courbe tangente au sommet de la parabole. A 6 h. $\frac{1}{2}$, cette dernière apparence changea aussi, et le phénomène redevint ce qu'il avait été en premier lieu, pour reprendre de quart d'heure en quart d'heure, les mêmes formes alternatives. Ces sortes d'ondulations pouvaient être aisément suivies à l'œil ; elles s'opéraient avec uniformité de mouvement. Le phénomène disparut vers les 8 heures, en laissant sur l'horizon une bordure dont la lumière était évidemment la même que celle qui avait caractérisé les branches. Ce singulier spectacle s'est montré de nouveau vers les 10 heures du soir. Quoi qu'il en soit, si l'on prend en considération la nature de la lumière du phénomène et la direction des courbes qu'il a présentées, pour les comparer à ce que l'on observe généralement dans les aurores boréales, on remarquera qu'il n'y a pas de relation entre ces deux faits physiques.

(1) Nous pensons qu'il faut lire *axe*.

ADDITIONS

AU CHAPITRE XVI.

(a). On sait, dit M. Quetelet, par les observations de nos voisins, que l'aiguille magnétique dans nos climats, a dû, vers 1663, se trouver à peu près exactement dans la direction du nord : avant cette époque, l'aiguille déviait à l'est ; depuis elle a constamment dévié de plus en plus vers l'ouest ; et il paraît que c'est de 1814 à 1815 qu'elle atteignit à Paris sa plus grande digression occidentale : elle formait alors avec le méridien un angle de $22^{\circ} 34'$ environ (1). Maintenant tout fait croire qu'elle tend encore à se rapprocher du méridien. Nous n'avons malheureusement en Belgique aucunes observations qui permettent de constater les singuliers mouvemens de cette aiguille, dont la cause nous est encore inconnue. Pour éliminer, autant qu'il est possible, les effets de la variation annuelle et ceux de la variation diurne, j'ai fait ces observations aux mêmes époques de l'année et aux mêmes heures du jour : on pourra voir, par celles qui suivent, que l'aiguille manifeste effectivement une tendance toujours plus prononcée à se rapprocher de la ligne méridienne.

(1) En 1550, la déclinaison de l'aiguille à Paris, était orientale et de $11^{\circ} 30'$; elle a diminué jusqu'en 1663 où elle était zéro, et où par conséquent, l'aiguille se dirigeait vers le nord ; elle est restée stationnaire pendant deux ans : elle s'est ensuite portée à l'ouest, de manière qu'en 1678, elle était, dans ce sens, de $1^{\circ} 30'$; en 1700 de $8^{\circ} 10'$; en 1780 de $19^{\circ} 55'$; en 1805 de $22^{\circ} 5'$; en 1813 de $22^{\circ} 28'$, et en 1815 elle n'était plus que de $22^{\circ} 19'$.

ÉPOQUES des OBSERVATIONS.	DÉCLINAISON.	INCLINAISON.
1827 octobre.	22° 28,8	68 56,5
1830 fin de mars.	22 25,3	68 52,6
1832 Idem.	22 19,0	68 49,1
1833 Idem.	22 13,4	68 42,8
1834, 3 et 4 avril.	22 15,2	68 38,4
1835, 25 et 28 mars.	22 6,7	68 32,4
1836 Idem.	22 7,6	68 32,2
1837 Idem.	22 4,3	68 28,8

Les observations sur la déclinaison ont eu lieu en 1835, le 28 mars. Une première série d'observations a donné une déclinaison de 22° 6' 45", 0, et la seconde 22° 6' 37", 5, ce qui présente une valeur moyenne de 22° 6,7 consignée dans la table. L'inclinaison a été observée le 25 du même mois, et les valeurs obtenues par trois séries d'observations ont été successivement 68° 27', 13; 63° 34', 12; et 68° 35', 87; de sorte que la moyenne est de 68° 32', 4, consignée dans la table.

Quant à l'intensité magnétique, j'ai tâché, dit M. Quelet, de la déterminer avec le plus de soin possible, comparativement à la valeur qu'elle présente à Paris, soit par des observations directes, soit par des observations combinées avec celles d'autres savans. Voici les valeurs qui ont été obtenues :

ANNÉES.	INTENSITÉ HORIZONTALE.	OBSERVATEUR.
	Celles de Paris étant 1,00	
1828	0,951	Le capitaine Sabine.
1829	0,958	Quetelet.
1830	0,970	Idem.
1831	0,961	Nicollet, Plateau et Quetelet.
1832	0,971	Rudberg d'Upsal.
1832	0,961	Forbes, d'Edimbourg.
1833	0,969	Quetelet.
Moyenne.	0,963	

Les deux stations respectives ont été le jardin de l'Observatoire de Bruxelles, et le cabinet magnétique de M. Arago, dans le jardin de l'Observatoire de Paris.

En 1833, j'ai obtenu par des observations comparatives faites à Londres, à Paris et à Bruxelles, les résultats suivants, auxquels sont joints ceux que M. le capitaine Sabine m'a communiqués pour 1828.

	INTENSITÉ MAGNÉTIQUE.		INCLINAISON de L'AIGUILLE.
	HORIZONTALE.	TOTALE.	
1828.			
Paris.	1,000	1,000	67° 50'
Bruxelles.	0,951	1,001	68 66,5
Londres.	0,933	1,020	69 45,0
1833.			
Paris.	1,000	1,000	67 40,8
Bruxelles.	0,969	1,013	68 42,8
Londres.	0,937	1,018	69 33,0

En 1829, j'ai fait également des observations comparatives dans le nord de l'Allemagne; on les trouvera dans le

tableau suivant qui comprend aussi les observations de M. Rudberg, faites aux mêmes lieux en 1832.

	INTENSITÉ MAGNÉTIQUE.		INCLINAISON de L'AGUILLE.
	HORIZONTALE.	TOTALE.	
1829.			
Paris.	1,000	1,000	67° 58'
Bruxelles.	0,970	1,022	68 56,5
Goettingue.	0,976	1,015	68 39,0
Berlin.	0,975	1,016	68 42,0
1832.			
Paris.	1,000	1,000	67° 41
Bruxelles.	0,971	1,021	68 49
Goettingue.	0,978	1,001	68 13
Berlin.	0,973	0,998	68 18

(b). Le n° 253 des *Nouvelles astronomiques de Schumacher*, contient deux notices sur les observations magnétiques faites par M. Fuss, jeune missionnaire russe à Pékin ; elles comprennent les déclinaisons magnétiques pour 38 stations, et les inclinaisons pour 71 ; elles embrassent, depuis le 38° degré de longitude ouest de Paris, jusqu'au 119° degré, et en latitude depuis 40° jusqu'à 58, ce qui fait 81° en longitude et 18° en latitude : l'itinéraire de M. Fuss est, en général, plus au sud que celui de M. Adolphe Ermann, qui a parcouru ces contrées en 1828, et dont les observations ont été très utiles pour tracer les courbes magnétiques du globe. M. Ermann (nous pensons que c'est celui dont nous venons de parler) dit que, d'après les observations qu'il a faites en Sibérie et dans une portion de l'Asie, tous les points où la déclinaison est nulle, appartiennent à *une même courbe continue* : faut-il entendre par cette expression que cette courbe ne se bifurque point, comme on l'a figurée sur certaines cartes magnétiques, ou seulement qu'elle est très régulière : c'est ce que la lettre

de M. Ermann n'indique point. Dans l'état actuel des recherches de ce genre, les observations de M. Fuss seront très utiles pour avancer cette partie de la physique, et nous ne doutons pas que M. Duperrey ne les porte sur la grande carte qui doit nous offrir l'ensemble de l'état magnétique actuel de la terre. M. Arago a fait, dans ces derniers temps, à l'Académie de France, une communication relative à des observations magnétiques simultanées, faites en différens points de l'Allemagne. Une lettre de M. Gauss lui annonce que les observations que ce savant a faites à Goettingue, comparées avec celles qui se faisaient à Leipzig, conformément à la méthode proposée par M. de Humboldt, mais un peu modifiées, ont montré un accord parfait pour les petites comme pour les grandes oscillations de l'aiguille aimantée. M. Arago insiste sur l'utilité qu'il y aurait à étendre la ligne de ces observations simultanées : il montre combien il serait à désirer qu'on en instituât de semblables dans plusieurs de nos colonies, et surtout à l'île de Bourbon : enfin il propose une commission propre à mettre ce projet à exécution.

MM. Becquerel et Breschet, dont il a été plusieurs fois question, annoncent qu'ils donneront bientôt à l'Académie de Paris, le résultat de leurs observations, relatives à l'intensité des forces magnétiques.

(c). Le célèbre astronome Halley est un des premiers qui aient entrepris de tracer, sur une mappemonde, la suite des points où la déclinaison de l'aiguille aimantée est zéro, et que l'on a appelée *bande sans déclinaison* : on a observé jusqu'ici trois de ces bandes ; elles changent continuellement de position et de figure. A Paris, la déclinaison était nulle en 1666 ; mais 136 ans après cette époque, c'est-à-dire vers 1802, on l'a trouvée de $22^{\circ} 3'$ vers l'ouest : dans le même lieu, la déclinaison a été constante depuis 1720 jusqu'à 1724. Un fait, très digne d'attention, est celui qui a été remarqué par Halley, à la seule inspection

de la table de déclinaison publiée par M. Van-Swinden, auquel il avait échappé. On distingue dans cette table trois endroits où l'aiguille a subi les plus grandes déclinaisons à une certaine époque : dans ces divers lieux, les variations de déclinaison, pendant 66 ans, n'ont pas été à un degré. Les points où l'aiguille est exactement parallèle à l'horizon, forment, comme on le sait, une courbe à laquelle on a donné le nom d'*équateur magnétique*. Le plan vertical, suivant lequel l'aiguille aimantée se dirige dans chaque lieu, s'appelle le *méridien magnétique*. Les phénomènes du magnétisme terrestre, malgré plus d'un siècle de recherches, sont encore enveloppés dans une grande obscurité. M. Duperrey s'en est occupé pendant toute la durée de son voyage avec l'attention la plus soutenue, soit à la mer, soit dans les relâches : ses journaux renferment une multitude d'observations de déclinaison, d'inclinaison, d'intensité et de variations diurnes de la déclinaison, faites par les meilleures méthodes. La position et la forme de l'équateur magnétique ont été naguère l'objet des recherches de MM. Hansteen et Morlet : quoique ces deux physiciens aient fait usage des mêmes données, ils sont cependant arrivés sur quelques points à des résultats légèrement différents. Dans la carte du savant norvégien, comme dans celle de notre compatriote, l'équateur magnétique est en totalité au sud de l'équateur terrestre, entre l'Afrique et l'Amérique : le plus grand écartement de ces deux courbes, en latitude, qui correspond à environ 25° de longitude occidentale, est de 13° ou 14° : dans la première carte, on trouve un *nœud*, en Afrique, par 22° de longitude orientale ; la seconde le place à 4° plus à l'occident : si l'on part de ce nœud, en s'avancant du côté de la mer des Indes, la ligne sans inclinaison s'éloigne rapidement vers le nord de l'équateur terrestre, sort de l'Afrique, un peu au-dessus du lac Guardafui, et parvient dans la mer d'Arabie à son maximum absolu d'excursion boréale (environ 12°), par

62° de longitude orientale : entre ce méridien et le 174^e degré de longitude, la ligne sans inclinaison se maintient constamment dans l'hémisphère boréale; elle coupe la presque île de l'Inde, un peu au nord du cap Comorin; traverse le golfe du Bengale, en se rapprochant légèrement de l'équateur terrestre dont elle n'est éloignée que de 8° à l'entrée du golfe de Siam; remonte ensuite un tant soit peu au nord; est presque tangente à la pointe septentrionale de Bornéo, traverse l'île Paragua; le détroit qui sépare la plus méridionale des Philippines de l'île Mindanao, et, sous le méridien de Waigiou (1), se trouve de nouveau placé à 9° de latitude nord. De là, après avoir passé dans l'Archipel des Carolines, cet équateur descend rapidement vers l'équateur terrestre, et le coupe, d'après M. Morlet, par 174°, et suivant M. Hansteen, par 187° de longitude orientale. Il y a beaucoup moins d'incertitude sur la position d'un second nœud situé aussi dans l'Océan Pacifique : sa longitude occidentale doit être de 120° environ. Mais tandis que les recherches de M. Morlet l'ont conduit à admettre que l'équateur magnétique, après avoir seulement touché l'équateur terrestre, s'infléchit aussitôt vers le sud, M. Hansteen suppose que cette courbe passe dans l'hémisphère nord sur une étendue de 150° de longitude, et revient ensuite couper de nouveau la ligne équinoxiale à 23° de distance de la côte occidentale d'Amérique. Du reste, pour qu'on ne s'exagère point cette discordance, nous devons dire que, dans son excursion boréale, la courbe sans inclinaison de M. Hansteen ne s'éloigne pas de l'équateur terrestre de plus d'un degré et demi, et qu'en définitive, cette courbe et celle de M. Morlet ne sont nulles part à 2° de distance l'une de l'autre dans le sens des cercles de latitude. Ces divers résultats se rapportent à

(1) Ou plutôt Waigiou, île de l'Australie au N.-O. de la Nouvelle-Guinée, par 0° 15' de latitude sud, et 8° 30' de longitude est.

l'équateur magnétique de l'année 1780: est-il survenu depuis lors des changemens notables, soit dans la forme de cette courbe, soit dans la position de ses nœuds? Nous ne doutons pas que les travaux de M. Duperrey, réunis aux excellentes observations de M. Freycinet, n'éclaircissent complètement cette question.

La corvette *la Coquille*, commandée par M. Duperrey, a coupé six fois l'équateur magnétique. Deux des points dont elle a ainsi déterminé la position, sont situés dans l'Océan Atlantique, par $27^{\circ} 19' 22''$ et $14^{\circ} 20' 15''$ de longitude occidentale, et par $12^{\circ} 27' 11''$ et $9^{\circ} 45' 0''$ de latitude sud. Dans la carte de M. Morlet, les latitudes des points de la ligne sans inclinaison, correspondant à $27^{\circ} \frac{1}{4}$ et $14 \frac{1}{3}$ de longitude occidentale, sont respectivement $14^{\circ} 10'$ et $11^{\circ} 36'$. La ligne sans inclinaison, semble donc, sur le premier point, s'être rapprochée de l'équateur terrestre de $1^{\circ} 43'$, et par le méridien du second, de $1^{\circ} 51'$. La carte de M. Hansteen donne, à fort peu près, les mêmes différences. Dans la mer du sud, près de la côte d'Amérique, M. Duperrey a trouvé d'abord en allant de Callao (*côt. orient. de la Cochinchine*) à Payta ou plutôt Paita (*Pérou*), et ensuite pendant la navigation entre Paita et les îles de la Société, deux points de l'équateur magnétique, ayant pour coordonnées

Long. $83^{\circ} 38' 0$: latit. $7^{\circ} 45' S$

Long. $85^{\circ} 46' 0$: latit. $6^{\circ} 18' S$

Dans les cartes de MM. Hansteen et Morlet, les latitudes sont d'environ 1° plus petites. Ici la différence est en sens contraire de celles que nous avons trouvées dans l'Océan Atlantique; en sorte, que vers les côtes du Pérou, l'équateur magnétique semble s'être éloigné de l'équateur terrestre. Passons enfin aux deux points directement déterminés pendant la circumnavigation de *la Coquille*, dans

la partie boréale de la ligne sans inclinaison: M. Duperrey a trouvé pour les coordonnées

Long. $170^{\circ} 37' 24''$ E.; latit. $0^{\circ} 53'$ N.

Long. $145^{\circ} 2' 38''$ E.; latit. $7^{\circ} 0'$ N.

Ces latitudes sont plus petites sur les cartes qui représentent l'équateur de 1780. Dans la partie de l'Océan équinoxial, correspondant aux Carolines ou aux îles Mulgraves (Archip. de la Polynésie), la ligne sans inclinaison semble donc s'éloigner de l'équateur terrestre.

Des variations, en apparence si contradictoires, s'expliqueront néanmoins très simplement, même sans qu'il soit nécessaire d'admettre un changement de forme dans l'équateur magnétique, pourvu que l'on suppose que cette courbe est douée d'un mouvement de translation, qui, d'année en année, la transporte progressivement et en masse de l'Orient à l'Occident. De 1780 à l'époque actuelle, cette rétrogradation des nœuds, pour qu'on en puisse déduire la valeur numérique des changemens observés dans les latitudes, ne devra guère être au-dessous de 10 degrés: si la rapidité de ce déplacement était regardée comme une objection, nous ferions remarquer que les observations directes de la position des nœuds conduisent, à fort peu près, aux mêmes résultats. M. Duperrey a trouvé, en effet, un nœud de la courbe par 172° environ de longitude orientale. Sur la carte de M. Hansteen, ce nœud est placé au 184° degré. Dans la mer du sud, le nœud tangent de M. Morlet, et les deux nœuds de M. Hansteen, se trouvent entre le 108 et le 126° degré de longitude occidentale. Des observations, fort exactes, faites à bord de l'Uranie, en 1819, et qui ont été communiquées par M. Freycinet, portent ce nœud jusqu'au 132° de longitude. Nous trouvons enfin dans un ouvrage du capitaine Sabine, publié par ordre du Bureau des longitudes de Londres, une observation qui montre, d'une manière non moins évidente,

que le point d'intersection des deux équateurs, qui était situé en Afrique, dans l'intérieur des terres et assez loin de la côte, en 1780, s'est avancé de l'Orient à l'Occident jusque dans l'Océan Atlantique: l'observation, dont nous voulons parler, a été faite à l'île portugaise de Saint-Thomas. M. Sabine y a trouvé en effet $0^{\circ} 4' S.$ pour la valeur de l'inclinaison, en 1822. L'équateur magnétique passe donc actuellement par cette île, dont la latitude est de $24' N.$ Quelques minutes plus à l'occident, son point d'intersection avec l'équateur terrestre, est à 5° environ de longitude orientale, tandis que, d'après les observations de 1780, MM. Morlet et Hansteen l'ont placé 13° au moins plus à l'est. D'après ces divers rapprochemens, l'existence d'un mouvement de translation dans l'équateur magnétique, est très probable: M. Morlet l'avait déjà indiqué. Aujourd'hui, on pourra obtenir à cet égard, une certitude complète, en discutant sous le même point de vue l'ensemble des observations faites en pleine mer, dans les régions équinoxiales. Au reste, nous renverrons le lecteur, curieux de connaître le surplus de ces recherches, à la note que nous avons consignée, pages 285-291, du *Traité de Physique de Fischer*.

M. Bache, cité plus haut, annonce à M. Quetelet, que les difficultés que l'on rencontre dans l'appréciation exacte de la partie horizontale de l'intensité magnétique de la terre, l'a déterminé, ainsi que M. le professeur Courtenay, à produire les oscillations dans un milieu raréfié. Les résultats des observations de l'inclinaison magnétique, faites par ces deux physiciens, sont les suivantes :

	LATITUDE.	LONGITUDE.	INCLINAISONS.
Baltimore.	39° 17' 3''	76 37 50	70° 58' 6''
Philadelphie.	39 56 59	75 11 31	72 0 2
New-Yorck (1).	40 42 40	74 1 8	72 51 7
Westpoint.	41 23 35	74 1	73 37 2
Providence.	41 49 25	71 25 26	74 2 8
Springfeld.	42 5 58	72 36	74 10 7
Albang.	42 39 3	73 44 49	74 40 1

(1) M. le capitaine Sabins a trouvé au mois de décembre 1822, une inclinaison de 73°0'5''. Une lettre de M. de Humboldt, reçue en juin 1837, contient divers renseignemens sur les observations magnétiques actuelles, et en particulier, sur l'inclinaison de l'aiguille aimantée qui diminue graduellement et de la même quantité de 3',4 par an, pour les différens lieux de l'Europe. Le docteur Kreil a trouvé en octobre 1836, pour Milan, 63°44' : en 1806, M. de Humboldt avait trouvé pour inclinaison 65°40', diminution annuelle 3',87. Turin avait donné de 1805 à 1826, une diminution de 3',5. Florence 3',3; Berlin 3',7. La diminution se ralentit maintenant.

CHAPITRE XVII.

De la lumière zodiacale.

112. La *lumière zodiacale* est une clarté ou une blancheur assez semblable à celle de la *voie lactée*, que l'on aperçoit à certaines époques de l'année, après le coucher du soleil ou avant son lever : elle fut découverte et ainsi nommée par Dominique Cassini, en 1683. Les premières observations de cet astronome furent faites pendant cette année, et rapportées dans le *Journal des Savans*. Fatio de Duillier, témoin de ces observations, étant retourné peu de temps après à Genève, observa de son côté très soigneusement le même phénomène, pendant les années 1684, 1685, et jusque vers le milieu de 1686, et alors il écrivit à ce sujet à Cassini une lettre relatée par cet astronome dans un traité qu'il publia en 1793, et qui a pour titre : *Découverte de la lumière céleste qui paraît dans le zodiaque*. En allant aux Indes, le Père Noël vit la lumière zodiacale, et il la mentionna sous le nom de *second crépuscule du soleil*. Dans les *Miscellanea naturæ curiosorum*, on trouve plusieurs observations de cette lumière, faites en Allemagne par Kirch et Limmart. Depuis ce temps, ces observations furent négligées jusqu'à ce que Mairan commençât à s'en occuper ; il pensait que l'atmosphère lumineuse ou simplement éclairée du soleil, donnait naissance à ce phénomène : ce savant regarde encore la lumière zodiacale comme la

source et le réservoir des aurores boréales, opinion partagée par le Père Boscovich et par Krafft, de l'Académie de Saint-Pétersbourg. Euler regardait les queues des comètes, les aurores boréales et la lumière zodiacale, comme produites par l'action des rayons du soleil sur les atmosphères propres des comètes, de la terre et du soleil. L'abbé Lacaille, dans son voyage en Afrique, dit que la lumière zodiacale est très visible dans la zone torride, où elle s'élève presque perpendiculairement (nous croyons qu'il faut lire : presque verticalement); que le phénomène lui avait paru non seulement très apparent, mais constant et régulier. D'après Lalande, de tous les commissaires de l'Académie des sciences de Paris, qui, en 1672, allèrent dans la zone torride, aucun n'en aurait parlé; cependant M. Pingré l'a vue dans les mêmes lieux. Mairan croit que l'apparition de cette lumière a été sujette à des vicissitudes considérables. M. Laplace, dans le *Chapitre X^e de son Exposition du système du monde*, a prouvé que l'atmosphère solaire, loin de s'étendre jusqu'à l'orbe de la terre, ne parvenait pas même à celui de Mercure. Suivant cet illustre géomètre, l'atmosphère solaire nous réfléchit cette faible lumière, visible surtout vers l'équinoxe du printemps, un peu avant le lever, ou peu après le coucher de cet astre. Le fluide qui nous la renvoie, est extrêmement rare, puisqu'on aperçoit les étoiles à travers : sa couleur est blanche et sa figure apparente est celle d'un fuseau dont la base s'appuie sur le soleil : tel on verrait un ellipsoïde de révolution fort aplati dont le centre et le plan de l'équateur seraient les mêmes que ceux du soleil; sa longueur paraît quelquefois sous un angle de plus de cent degrés. Après le coucher du soleil, le fuseau se trouve dirigé vers la constellation du Taureau : à l'autre équinoxe, on le remarque surtout avant le lever de cet astre. Le même géomètre a démontré que le soleil dépouillé de son atmosphère, nous paraîtrait douze fois plus lumineux. Nous ajouterons que la lumière du so-

leil égale 801072 la lumière de la lune, et que celle-ci égale $\frac{1}{144}$ de celle d'une chandelle placée à la distance de 12 pieds anglais.

Les 4 et 5 août 1831, le jour a été prolongé d'une heure dans la ville et le territoire de Genève, par l'apparition d'une lumière zodiacale très rare dans ces contrées : à 9 heures du soir, il était encore plein jour ; en même temps Lucques et les campagnes d'alentour (Italie) ont joui du même avantage. Comme ce phénomène n'a ordinairement lieu qu'au printemps et à l'automne, son apparition, au milieu de l'été, a causé plus de surprise. On pourrait se refuser à croire que cette clarté qu'on dit comparable à celle du jour, fut due à la lumière zodiacale qui a peu d'intensité : cette lumière ne serait-elle pas plutôt celle dont parle M. de Humboldt, et que nous avons annoncée à la fin du chapitre précédent comme due à une zone lumineuse qui a paru à peu près à la même époque.

113. La lumière zodiacale, dit M. Arago (*Ann. du Bureau des long. Ann. 1836*), quoiqu'elle soit connue depuis près de deux siècles, offre encore aux cosmopolites un problème qui n'a pas été résolu d'une manière satisfaisante. L'étude de ce phénomène, par la nature même des choses, est principalement réservé aux observateurs placés dans les régions équinoxiales : eux seuls pourront décider si Dominique Cassini s'était suffisamment défié des causes d'erreur auxquelles on est exposé dans nos atmosphères variables ; s'il avait pris en assez grande considération la pureté de l'air, lorsque, dans son ouvrage, il annonçait 1° que la lumière zodiacale est constamment plus vive le soir que le matin ; 2° qu'en peu de jours, sa longueur peut varier entre 60 et 100 degrés ; 3° que ces variations sont liées à l'apparition des taches solaires, de telle sorte, par exemple, qu'il y aurait eu dépendance directe, et non

pas seulement coïncidence fortuite entre la faiblesse de la lumière zodiacale en 1688 et l'absence de toute tache ou *facule* sur le disque solaire dans cette même année. Il nous semble donc que l'Académie doit désirer que les officiers de la *Bonite*, pendant toute la durée de leur séjour entre les tropiques, et quand la lune n'éclairera pas l'horizon, veuillent bien soir et matin, après le coucher du soleil, ou avant son lever, prendre note des constellations que la lumière zodiacale traversera, de l'étoile qu'atteindra sa pointe, et de la largeur angulaire du phénomène près de l'horizon, à une hauteur déterminée. Il est sans doute superflu de dire qu'on devra tenir compte de l'heure des observations. Quant à la discussion des résultats, elle pourra, sans aucun inconvénient, être renvoyée à l'époque du retour. Nous n'ignorons pas, et déjà, comme on a pu voir, nous avons insinué que de très bons esprits regardent les résultats de Dominique Cassini, comme peu dignes de confiance: il leur répugne d'admettre que des changemens physiques sensibles puissent s'opérer simultanément dans l'étendue immense qu'embrasse la lumière zodiacale. Suivant eux, les variations d'intensité et de longueur, signalées par ce grand astronome, n'avaient rien de réel, et il ne faut en chercher l'explication que dans des intermittences de la diaphanéité de la lumière atmosphérique. Il ne serait peut-être pas impossible de trouver, dès ce moment, dans les observations de Fatio de Duillier, comparées à celles de Cassini, la preuve que des variations atmosphériques ne sauraient suffire à l'explication des phénomènes signalés par l'astronome de Paris: quant à l'objection tirée de l'immensité de l'espace, dans lequel les changemens physiques devraient s'opérer, elle a perdu toute sa gravité depuis les phénomènes du même genre dont la comète de Halley vient de nous rendre témoins. La question est importante, et personne jusqu'ici ne peut se flatter de l'avoir complètement résolue.

CHAPITRE XVIII.

Complément des instructions de M Arago aux officiers de la Bonite (1)

OBSERVATIONS DESTINÉES À CARACTÉRISER L'ÉTAT ACTUEL DU
GLOBE, SOUS LE RAPPORT DE LA TEMPÉRATURE.

114. La terre, sous le rapport de la température, est-elle arrivée à un état permanent? La solution de cette question capitale semble ne devoir exiger que la comparaison directe, immédiate des températures moyennes *du même lieu*, prises à deux époques éloignées. Mais, en y réfléchissant davantage, en songeant aux effets des circonstances locales, en voyant à quel point le voisinage d'un lac, d'une forêt, d'une montagne nue ou boisée, d'une plaine sablonneuse ou couverte de prairies, peut modifier la température, tout le monde comprendra que les seules données thermométriques, ne peuvent suffire; qu'il faudra s'assurer en outre, qu'entre les deux époques, la contrée où l'on a opéré et même les pays environnans n'ont subi dans leur aspect physique et dans le genre de leur culture, aucun

(1) La circumnavigation de ce navire, doit commencer par la route du cap-Horn (Amér. Patagonie), et finir par celle du cap de Bonne-Espérance.

changement trop notable : ceci, comme on voit, complique singulièrement la question : à des chiffres positifs, caractéristiques, d'une exactitude susceptible d'être nettement appréciée, viennent maintenant se mêler des aperçus vagues, en présence desquels un esprit sévère reste en suspens. Un autre moyen existe, qui n'est pas compliqué ; il consiste à observer la température *en pleine mer, très loin des continens*. Ajoutons que si l'on choisit les régions équinoxiales, ce ne seront pas des années de recherches qu'il faudra ; que les températures maxima observées dans deux ou trois traversées de la ligne, peuvent amplement suffire. En effet, dans l'Atlantique, les extrêmes de ces températures, déterminés jusqu'ici par un grand nombre de voyageurs, sont 27° et 29° centigrades. En faisant la part des erreurs de graduation, tout le monde comprendra qu'avec un bon instrument, l'incertitude d'une seule observation du maximum de température de l'Océan Atlantique équatorial, ne doit guère surpasser 1°, et qu'on peut compter sur la constance de la moyenne de quatre observations distinctes, à une fraction de degré près : ainsi, voilà un résultat facile à obtenir, directement lié aux causes calorifiques et refroidissantes, d'où dépendent les températures terrestres, et tout aussi dégagé qu'il est possible de l'influence des circonstances locales : c'est une donnée météorologique que chaque siècle doit s'empresse de léguer aux siècles à venir.

**DE L'ACTION CALORIFIQUE DES RAYONS SOLAIRES, ENVISAGÉE
DANS SES RAPPORTS AVEC LA POSITION DES LIEUX SUR LE
GLOBE.**

115. De vives discussions se sont élevées entre les météorologistes, au sujet des effets calorifiques que les rayons

solaires peuvent produire par voie d'absorption dans différens pays. Les uns citent des observations recueillies vers le cercle arctique, et dont semblerait résulter cette étrange conséquence: *le soleil échauffe plus fortement dans les hautes que dans les basses latitudes*. D'autres rejettent ce résultat, ou prétendent, du moins, qu'il n'est pas prouvé: les observations équatoriales, prises pour terme de comparaison, ne leur semblent pas assez nombreuses; d'ailleurs, ils trouvent qu'elles n'ont point été faites dans des circonstances favorables. Cette recherche pourra donc être recommandée à MM. les officiers de *la Bonite*: ils auront besoin, pour cela, de deux thermomètres dont les réservoirs, d'une part, absorbent inégalement les rayons solaires, et de l'autre, n'éprouvent pas trop fortement les influences refroidissantes des courans d'air. On satisfera assez bien à cette double condition, si, après s'être muni de deux thermomètres ordinaires et tout pareils, on recouvre la boule du premier d'une certaine épaisseur de laine blanche et celle du second d'une épaisseur égale de laine noire. Ces deux instrumens exposés au soleil, l'un à côté de l'autre, ne marqueront jamais le même degré (Phys.): le thermomètre noir montera davantage (Chap. III, n° 60). La question consistera donc à déterminer si la différence des deux indications est plus petite à l'équateur qu'au Cap-Horn (lat. S. 55° 58' 30"; long. O. 69° 41' 30"), ou par toute autre latitude un peu élevée. Il est bien entendu que des observations comparatives de cette nature, doivent être faites à des hauteurs égales du soleil, et par le temps le plus serein possible. De faibles différences de hauteur, n'empêcheront pas toutefois de calculer les observations, si l'on a pris la peine, sous diverses latitudes, de déterminer depuis le lever du soleil jusqu'à midi, et depuis midi jusqu'à l'époque du coucher, suivant quelle progression la différence des deux instrumens grandit durant la première période, et comment elle diminue pendant la seconde. Les

jours de grand vent devront toujours être exclus. Une observation, qui ne serait pas sans analogie avec celle des deux thermomètres vêtus de noir et de blanc, consisterait à déterminer le *maximum* de température que, dans les régions équatoriales, le soleil peut communiquer à un sol aride. A Paris, en 1826, dans le mois d'août, par un ciel serein, nous avons trouvé, avec un thermomètre couché horizontalement, et dont la boule n'était recouverte que de 1 millimètre de terre végétale très fine, + 54°: le même instrument, recouvert de deux millimètres de sable de rivière, ne marquait que + 46°.

EXPÉRIENCES A FAIRE SUR LE RAYONNEMENT DES ESPACES
CÉLESTES.

116. Les expériences que nous venons de proposer, doivent, toutes choses égales d'ailleurs, donner la mesure de la diaphanéité de l'atmosphère: cette diaphanéité peut être appréciée d'une manière en quelque sorte inverse et non moins intéressante, par des observations de rayonnement nocturne. On sait depuis un demi-siècle, qu'un thermomètre placé, par un ciel serein, sur l'herbe d'un pré, marque 6°, 7 et même 8° centigrades de moins qu'un thermomètre tout semblable suspendu dans l'air, à quelque élévation au-dessus du sol: mais c'est depuis peu d'années seulement qu'on a trouvé l'explication de ce phénomène: c'est depuis 1817, que Wells a constaté, à l'aide d'expériences importantes et variées de mille manières, que cette inégalité de température, a pour cause *la faible vertu rayonnante d'un ciel serein*. Un écran, placé entre des corps solides et le ciel, empêche qu'ils ne se refroidissent; parce que cet écran intercepte leurs communications avec

les régions glacées du firmament. Les nuages agissent de la même manière, ils tiennent lieu d'écran. Mais si nous appelons *nuage*, toute vapeur qui intercepte quelques rayons solaires venant de haut en bas, ou quelques rayons calorifiques allant de la terre vers les espaces célestes, personne ne pourra dire que l'atmosphère en soit jamais dépouillée: il n'y aura de différence que du plus au moins. Eh bien! ces différences, quelque légères qu'elles soient, pourront être indiquées par les valeurs des refroidissements nocturnes des corps solides, et même avec cette particularité digne de remarque, que la diaphanéité qu'on mesure ainsi, est la *moyenne* de l'ensemble du firmament, et non pas seulement celle de la région circonscrite qu'un astre serait venu occuper. Pour faire ces expériences dans des conditions avantageuses, il faut évidemment choisir les corps qui se refroidissent le plus par le rayonnement: d'après les recherches de Wells, c'est le duvet de cygne que nous indiquerons. Un thermomètre, dont *la boule devra être entourée de ce duvet*, sera placé sur une table de bois, supportée par des pieds déliés, dans un lieu où rien ne masque la vue jusqu'à l'horizon: un second thermomètre, à boule nue, sera suspendu dans l'air, à quelque hauteur au-dessus du sol: quant à celui-ci, *un écran le garantira de tout rayonnement vers l'espace*. En Angleterre, Wells a obtenu entre les indications des deux thermomètres ainsi placés, jusqu'à des différences de 8°,3 centigrades. Il serait certainement étrange que dans les régions équinoxiales, tant vantées pour la pureté de l'atmosphère, on trouvât toujours de moindres résultats. Nous n'avons pas besoin sans doute de faire ressortir toute l'utilité qu'auraient ces mêmes expériences, répétées sur une très haute montagne, telle que Mowna-Roa (Chap. III, n° 20) ou le Mowna-Kaah des îles Sandwich. *

EXAMEN D'UNE ANOMALIE QUE LES TEMPÉRATURES ATMOSPHÉRIQUES, PRISES A DIVERSES HAUTEURS, PRÉSENTENT LA NUIT, QUAND LE CIEL EST SEREIN.

117. La température des couches atmosphériques est d'autant moindre que ces couches sont plus élevées : il n'y a d'exception à cette règle que *la nuit, par un temps serein et calme*; dans ce cas, jusqu'à certaines hauteurs, on observe une progression croissante ; alors, d'après des expériences de Pictet à qui l'on doit la découverte de cette anomalie, un thermomètre suspendu dans l'air, à 2 mètres du sol, peut marquer toute la nuit 2° à 3° centigrades *de moins* qu'un thermomètre également suspendu dans l'air, mais à 15 ou 20 mètres plus haut. Si l'on se rappelle que les corps solides placés à la surface de la terre, passent par *voie* de rayonnement, quand le ciel est serein, à une température notablement inférieure à celle de l'air qui les entoure, on ne doutera guère que cet air ne doive, à la longue et par voie de contact, participer à ce même refroidissement et d'autant plus qu'il se trouve plus près de la terre. C'est là, comme on voit, une explication plausible du fait curieux signalé par le physicien de Genève. Nos jeunes navigateurs lui donneront le caractère d'une véritable démonstration, s'ils répètent l'expérience de Pictet en pleine mer ; si, par un ciel serein et calme, ils comparent de nuit un thermomètre placé sur le pont avec un thermomètre attaché au sommet du mât. Ce n'est pas que la couche superficielle de l'Océan n'éprouve les effets du rayonnement nocturne, tout comme l'édredon, la laine, l'herbe, etc.; mais dès que sa température a diminué, cette couche se précipite, parce qu'elle est devenue spécifiquement plus dense que les couches liquides inférieures (chap. I, n° 6) :

on ne saurait donc espérer dans ce cas, les énormes refroidissemens locaux observés par Wells sur certains corps placés à la surface de la terre, ni le refroidissement anomal de l'air inférieur qui semble en être la conséquence. Tout porte donc à croire que la progression croissante de température observée à terre, n'existera pas en pleine mer ; que là le thermomètre du pont et celui du mât marqueront, à peu près, le même degré : l'expérience toutefois n'en est pas moins digne d'intérêt. Aux yeux du physicien prudent, il y a toujours une distance immense entre le résultat d'une conjecture et celui d'une observation.

MÉTHODE EXPÉDITIVE POUR DÉTERMINER LES TEMPÉRATURES
MOYENNES DANS LES RÉGIONS ÉQUINOXIALES.

118. Dans nos climats, la couche terrestre qui n'éprouve ni des variations diurnes, ni des variations annuelles de température, se trouve située à une grande distance de la surface du sol (chap. I) : il n'en est pas de même dans les régions équinoxiales ; là, d'après les observations de M. Boussingault, déjà cité, il suffit de descendre un thermomètre à la petite profondeur de $\frac{1}{3}$ de mètre, pour qu'il marque constamment le même degré, à un ou deux dixièmes près. Nos voyageurs pourront donc déterminer exactement *la température moyenne* de tous les lieux où ils stationneront entre les tropiques, en plaine comme sur les montagnes, s'ils ont la précaution de se munir d'un *fleuret de mineur* à l'aide duquel il est facile en peu d'instans, de pratiquer dans le sol un trou de $\frac{1}{3}$ mètre de profondeur. On remarquera que l'action du foret sur les rochers et même sur la terre, donne lieu à un développement de chaleur et qu'on ne peut se dispenser d'attendre qu'il soit en-

tièrement dissipé, avant de commencer les expériences : il faut aussi que, pendant toute leur durée, l'air ne puisse pas se renouveler dans le trou. Un corps mou tel que du carton, recouvert d'une grande pierre, forme un obturateur suffisant. Le thermomètre doit être attaché à un cordon avec lequel on le retirera. Les observations de M. Boussingault, dont nous venons de nous étayer, pour recommander des forages à la faible profondeur de un tiers de mètre, comme devant conduire très expéditivement à la détermination des températures moyennes sur toute la largeur des régions intertropicales, ont été faites dans des lieux abrités, dans des rez-de-chaussée, sous des cabanes d'Indiens, ou sous de simples hangars. Là le sol se trouve à l'abri de l'échauffement direct produit par l'absorption de la lumière solaire, du rayonnement nocturne et de l'infiltration des pluies : il faudra conséquemment se placer dans les mêmes conditions ; car en plein air, c'est-à-dire, dans des lieux non abrités, on serait forcé de descendre à plus d'un tiers de mètre de profondeur, pour atteindre la couche douée d'une température constante. L'observation de la température de l'eau des puits d'une médiocre profondeur, donne aussi fort exactement et sans aucune difficulté, la température moyenne de la surface.

SUR LES SOURCES THERMALES.

119. Si, comme tout porte à le croire, les hautes températures des sources appelées *thermales*, sont uniquement la conséquence de la profondeur d'où l'eau nous arrive, on doit trouver tout naturel que les sources les plus chaudes soient les moins nombreuses. Nous ne comprenons pas ici dans la catégorie des sources dites thermales, les *Gysers* d'Islande (chap. III, n° 30), et autres phénomènes

analogues qui dépendent évidemment de volcans actuellement en activité. La plus chaude source thermale proprement dite, qui nous soit connue en Europe, celle de *Chaudes-Aigues*, en Auvergne, marque $+ 80^{\circ}$ centigrades, température qui approche du terme de l'ébullition, à moins de 20° . MM. de Humboldt et Boussingault donnent pour la température de la source de *Las Trincheras* (*Vénézuëla*) $+ 90^{\circ},4$ en 1800, et $96^{\circ},6$ en 1823. M. le duc de Raguse écrit qu'à Brousse, au pied du Mont-Olympe, il a trouvé 84° centigrades dans le bain thermal *Chiur Chiest*. Les données les plus dignes d'intérêt à recueillir seraient celles d'où pourrait résulter la *preuve* que la température d'une source très abondante, ne varie pas avec la suite des siècles, et surtout les observations locales qui montreraient la nécessité du passage du liquide émergent à travers des couches terrestres très profondes. Les sources d'Aix en Provence ont suggéré à M. Arago un projet d'expériences; car, dit-il, il est fort probable que les conditions physiques sur lesquelles il se fonde, se présenteront dans d'autres lieux. Nous renverrons sur ce point à l'Annuaire, année 1836. Dans ses *observations sur la température et l'écoulement des sources thermales*, M. Longchamp dit, qu'il existe de 500 à 600 sources thermales en France, que la comparaison des observations anciennes avec les modernes, ne peut établir d'une manière générale la constance de leur température pendant une longue suite d'années: il se demande ensuite si cette constance de température pendant les différens mois de l'année, est mieux établie: on peut faire la même remarque quant à celle du volume des eaux pour toutes les saisons.

DES VARIATIONS DIURNES DU BAROMÈTRE.

120. Il existe de nombreux mémoires sur la *variation*

diurne du baromètre (chap. II, n° 13) : ce phénomène a été étudié depuis l'équateur jusqu'aux régions les plus voisines des pôles, au niveau de la mer, sur les immenses plateaux de l'Amérique, sur des sommets isolés de très hautes montagnes, et néanmoins la cause en reste jusqu'ici ignorée. Il importe donc de multiplier encore les observations. Dans nos climats, le voisinage de la mer semble se manifester par une diminution sensible dans l'amplitude de l'oscillation diurne : en est-il de même entre les tropiques ?

OBSERVATIONS SUR LA PLUIE.

121. Des navigateurs parlent des pluies qui, parfois, tombent sur leurs bâtimens, pendant qu'ils traversent les régions équinoxiales, dans des termes qui devraient faire supposer qu'il pleut beaucoup plus abondamment en mer qu'en terre : mais ce sujet est resté jusqu'ici dans le domaine des simples conjectures ; rarement on s'est donné la peine de procéder à des mesures exactes : ces mesures, cependant, ne sont pas difficiles. Nous voyons, par exemple, que le capitaine Tuckey en avait fait plusieurs pendant sa malheureuse expédition au fleuve *Zaïre* ou *Congo*. La *Bonite* sera pourvue d'un petit *udomètre* : il nous semble donc convenable d'inviter son commandant à le faire placer sur l'arrière du bâtiment, dans une position où il ne pourra recevoir ni la pluie que recueillent les voiles, ni celle qui tombe des cordages. On ajouterait beaucoup à l'intérêt de ces observations, si l'on déterminait en même temps la température de la pluie et la hauteur d'où elle tombe. Pour avoir avec quelque exactitude la température de la pluie, il faut que la masse d'eau soit considérable relativement à celle du récipient qui la reçoit : l'udomètre en métal ne satisferait pas à cette condition : il vaut infiniment mieux

prendre un large entonnoir formé avec une étoffe légère, à tissu très serré et recevoir l'eau qui coule par le bas dans un verre à minces parois renfermant un petit thermomètre. Voilà pour la température. L'élévation des nuages où la pluie se forme, ne peut être déterminée que dans des temps d'orage : alors, le nombre des secondes qui s'écoulent entre l'éclair et l'arrivée du bruit, multiplié par 337 mètres, vitesse de la propagation du son, donne la longueur de l'hypoténuse d'un triangle-rectangle dont le côté vertical est précisément la hauteur cherchée. Supposons, pour un moment, qu'il tombe sur le navire de la pluie dont la température soit au-dessus de celle que doivent avoir les nuages d'après leur hauteur et la rapidité connue du décroissement de la chaleur atmosphérique (chap. I, n° 3) ; tout le monde comprendra quel rôle un pareil résultat jouerait en météorologie. Supposons d'autre part, qu'un jour de grêle, le même système d'observations vienne à prouver que les grêlons se sont formés dans une région où la température atmosphérique était supérieure au terme de la congélation de l'eau, et l'on aura enrichi la science d'un résultat précieux auquel la *theorie à venir de la grêle* devra satisfaire.

VARIATIONS DIURNES DE LA DÉCLINAISON.

122. La science s'est enrichie depuis quelques années, d'un bon nombre d'observations diurnes de l'aiguille aimantée : mais la plupart de ces observations ont été faites ou dans les îles, ou sur les *côtes occidentales* des continents. Des observations analogues correspondantes faites sur *des côtes orientales*, seraient aujourd'hui très utiles ; elles serviraient, en effet, à soumettre à une épreuve presque décisive la plupart des explications qu'on a essayé de donner de ce

mystérieux phénomène. L'itinéraire de l'expédition ne permet pas de supposer que la *Bonite* puisse relâcher, ou du moins séjourner quelque temps dans les points situés entre l'équateur terrestre et l'équateur magnétique, tels que Fernambouc, Payta, le cap Comorin, les îles Pelew, etc. Sans cela, nous eussions recommandé d'une manière particulière, d'y établir solidement et loin de toute masse ferrugineuse, le bel instrument de M. Gambey et de suivre les oscillations de l'aiguille avec un soin scrupuleux. A tout événement, nous poserons ici le problème que serviraient à résoudre des observations faites dans les points que nous venons de nommer.

Dans *l'hémisphère nord*, la pointe d'une aiguille horizontale aimantée, qui se *tourne vers le nord*, marche de *l'est à l'ouest*, depuis 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin, jusqu'à 1 h. $\frac{1}{4}$ après-midi.

De *l'ouest à l'est* depuis 1 h. $\frac{1}{4}$ après-midi, jusqu'au lendemain matin.

Notre hémisphère ne peut avoir à cet égard aucun privilège : ce qu'y éprouve la pointe nord, doit se produire sur la pointe sud, au sud de l'équateur. Ainsi dans *l'hémisphère sud*, la pointe d'une aiguille horizontale aimantée, qui se *tourne vers le sud*, marchera,

De *l'est à l'ouest*, depuis 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin, jusqu'à 1 h. $\frac{1}{4}$ après-midi;

De *l'ouest à l'est*, depuis 1 h. $\frac{1}{4}$ après-midi, jusqu'au lendemain matin.

L'observation, au surplus, s'est trouvée d'accord avec le raisonnement.

Comparons maintenant les mouvemens simultanés des deux aiguilles, en les rapportant à la même pointe, à *celle qui est tournée vers le nord*.

Dans *l'hémisphère sud*, la *pointe tournée vers le sud*, marche,

De *l'est à l'ouest*, depuis 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin, jusqu'à

1 h. $\frac{1}{4}$ après-midi : donc la pointe nord de la même aiguille éprouve le mouvement contraire : ainsi définitivement :

Dans *l'hémisphère sud* la pointe tournée vers le nord, marche,

De *l'ouest à l'est*, depuis 8 h. $\frac{1}{4}$ du matin, jusqu'à 1 h. $\frac{1}{4}$ après-midi : c'est précisément l'opposé du mouvement qu'effectue, aux mêmes heures, dans notre hémisphère, la même pointe nord.

Supposons qu'un observateur partant de Paris, s'avance vers l'équateur : tant qu'il sera dans notre hémisphère, la pointe nord de son aiguille effectuera tous les matins un mouvement *vers l'Occident* : dans l'hémisphère opposé, la pointe nord de cette même aiguille, éprouvera tous les matins un mouvement *vers l'Orient*. Il est impossible que ce passage du *mouvement occidental* au *mouvement oriental*, se fasse d'une manière brusque; il y a nécessairement entre la zone où s'observe le premier de ces mouvements, et celui où s'opère le second, une ligne, où, le matin, l'aiguille ne marche ni à l'Orient ni à l'Occident, c'est-à-dire, reste stationnaire. Une semblable ligne ne peut pas manquer d'exister, mais où la trouver? Est-elle l'équateur magnétique, l'équateur terrestre, ou quelque courbe d'égale intensité? Des recherches faites *pendant plusieurs mois*, sur des points situées dans l'un des espaces que l'équateur terrestre et l'équateur magnétique comprennent entre eux, tels que Fernambouc, Payta, la Conception, les îles Pelew (1), etc., conduiraient certainement à la solution désirée; mais plusieurs mois d'observations assidues seraient nécessaires : car malgré l'habileté de l'observateur, les courtes relâches du capitaine Duperrey à la Conception et à Payta, faites à la demande de l'Académie, ont laissé subsister quelques doutes (*Add. au chap. XVI*).

(1) Groupe d'îles de la Polynésie, entre $8^{\circ} 52'$ et $8^{\circ} 12'$ de lat. N. et les $131^{\circ} 45'$ et $132^{\circ} 20'$ de long. E.

INCLINAISONS.

123. En général, dans les lieux où l'expédition ne séjournera pas une semaine entière, il serait peu utile de se livrer à l'observation des variations diurnes de *l'aiguille aimantée horizontale* : il n'en est pas de même des autres élémens magnétiques. Partout où *la Bonite* s'arrêtera, ne fût-ce que quelques heures, il faudra, si c'est possible, mesurer la déclinaison, l'inclinaison et l'intensité. En cherchant à concilier les observations d'inclinaison, faites à des époques éloignées dans diverses régions de la terre, peu distantes de l'équateur magnétique, on avait reconnu depuis quelques années que cet équateur s'avance progressivement et en totalité de l'Orient à l'Occident. Aujourd'hui on suppose que ce mouvement est accompagné d'un changement de forme. L'étude des lignes d'égale inclinaison, envisagée sous le même point de vue, n'offrira pas moins d'intérêt. Il sera curieux, quand toutes ces lignes auront été tracées sur les cartes, de les suivre de l'œil dans leurs déplacements et dans leurs changemens de courbure : d'importantes vérités pourront jaillir de cet examen. On comprend maintenant pourquoi nous demandons autant de mesures d'inclinaisons qu'on pourra en recueillir. On a souvent agité la question de savoir, si, en général, dans un lieu déterminé, l'aiguille d'inclinaison marquerait exactement le même degré à la surface du sol, à une grande hauteur au-dessus et à une grande profondeur dans une mine. Le manque d'uniformité dans la composition chimique du terrain, rend la solution de ce problème très difficile. Si l'on observe en ballon, les mesures ne sont pas suffisamment exactes. Quand le physicien prend sa station sur une montagne, il est exposé à des attractions locales ; des masses ferrugineuses peuvent alors altérer notablement la position de l'aiguille, sans que rien en aver-

tisse. La même incertitude affecte les observations faites dans les galeries des mines. Ce n'est pas qu'il soit absolument impossible de déterminer en chaque lieu la part des circonstances accidentelles; mais il faut pour cela avoir des instrumens d'une assez grande perfection : il faut pouvoir s'éloigner de la station qu'on a choisie, dans toutes les directions et jusqu'à d'assez grandes distances; il faut enfin répéter les expériences beaucoup plus qu'un voyageur n'a ordinairement les moyens de le faire. Quoi qu'il en puisse être, les observations de cette espèce sont dignes d'intérêt. *Leur ensemble* conduira peut-être un jour à quelque résultat général. Quant à la déclinaison, son immense utilité est trop bien sentie des navigateurs, pour qu'à cet égard toute recommandation ne soit pas superflue.

OBSERVATIONS D'INTENSITÉ.

124. Les observations d'intensité ne datent que des voyages de d'Entrecasteaux et de M. de Humboldt, et cependant elles ont déjà jeté de vives lumières sur la question si compliquée, mais en même temps si intéressante du magnétisme terrestre. Ce genre d'observations mérite, au plus haut degré, de fixer l'attention des officiers de *la Bonite* : car aujourd'hui, à chaque pas, le théoricien est arrêté par le manque de mesures exactes. Les voyages aérostatiques de MM. Biot et Gay-Lussac, exécutés sous les auspices de l'Académie, étaient, en grande partie, destinés à l'examen de cette question capitale : la force magnétique qui, à la surface de la terre, dirige l'aiguille aimantée vers le nord, a-t-elle exactement la même intensité à quelque hauteur que l'on s'élève? Les observations de ces deux physiciens, celles de M. de Humboldt, faites dans les pays de montagnes, les observations encore plus anciennes de Saus-

sure, semblèrent toutes montrer qu'aux plus grandes hauteurs auxquelles il soit donné à l'homme d'atteindre, le décroissement de la force magnétique est encore inappréciable. Cette conclusion a récemment été contredite. On a remarqué que, dans le voyage de M. Gay-Lussac, par exemple, le thermomètre qui, à terre, au moment du départ, marquait $+ 31^{\circ}$ centigrades, s'était abaissé jusqu'à $- 9^{\circ},0$ dans la région aérienne où cet aéronaute fit osciller une seconde fois son aiguille: or, il est aujourd'hui parfaitement établi qu'en un même lieu, sous l'action d'une même force, une même aiguille oscille d'autant plus vite que sa température est moindre. Ainsi, pour rendre les observations du ballon et celles de la terre comparables, il aurait fallu, à raison de l'état du thermomètre, apporter une certaine diminution à la force que les observations supérieures indiquaient: donc, malgré les apparences, il y avait affaiblissement réel. Cette diminution de la force magnétique avec l'accroissement de hauteur semble aussi résulter des observations faites en 1829, au sommet du mont Elbrour (*dans le Caucase*) par M. Kupffer: ici on a tenu un compte exact des effets de la température; et cependant diverses irrégularités dans la marche de l'inclinaison jettent quelque doute sur ce résultat. Nous croyons donc que la comparaison de l'intensité magnétique au bas et au sommet d'une montagne, doit être spécialement recommandée aux officiers de *la Bonite*. La montagne, le *Mowna-Roa*, des îles Sandwich (n^o 116) semble devoir être un lieu très propre à ce genre d'observations: on pourrait aussi les répéter sur le Tacora, si l'expédition s'arrête seulement trois ou quatre jours à Arica (*Bas-Pérou*) (1).

(1) Dans la province d'Arica, se trouve un volcan qui lance des jets d'une eau infecte et chaude.

VENTS ALIZÉS.

125. Peut-être s'étonnera-t-on de nous entendre annoncer que les vents alizés peuvent encore être l'objet d'importantes recherches; mais il faut remarquer que la pratique de la navigation se borne souvent à de simples aperçus dont la science ne saurait se contenter. Ainsi, il n'est pas vrai, quoi qu'on en ait dit, qu'au nord de l'équateur, ces vents soufflent constamment du *nord-est*; qu'au sud, ils soufflent constamment du *sud-est*. Les phénomènes ne sont pas les mêmes dans les deux hémisphères: en chaque lieu, ils changent d'ailleurs avec les saisons. Des observations journalières de la direction réelle, et, autant que possible, de la force des vents orientaux qui règnent dans les régions équatoriales, seraient donc pour la météorologie une utile acquisition. Le voisinage des continents, et surtout celui des côtes occidentales, modifie les vents alizés dans leur force et dans leur direction: il arrive même quelquefois qu'un vent d'ouest les remplace. Partout où ce renversement du vent se manifeste, il est convenable de noter l'époque du phénomène, le gisement de la contrée voisine, sa distance, et, quand on le peut, son aspect général; pour faire sentir l'utilité de cette dernière recommandation, il suffira de dire, qu'une région sablonneuse, par exemple, agirait plus tôt et beaucoup plus activement qu'un pays couvert de forêts ou de toute autre nature de végétaux. La mer, qui baigne la côte occidentale du Mexique, de Panama à la Péninsule de Californie, entre 8° et 22° de latitude nord, donnera aux officiers de *la Bonite* l'occasion de remarquer une inversion complète de l'alizé; ils trouveront, comme nous l'apprend M. le capitaine Basil Hall, un vent d'ouest à peu près permanent, là où l'on pouvait

s'attendre à voir régner le vent d'est des régions équinoxiales. Dans ces parages, il sera curieux de noter jusqu'à quelle distance des côtes l'anomalie subsiste, par quelle longitude le vent alizé reprend, pour ainsi dire, ses droits. D'après l'explication des vents alizés, le plus généralement adoptée, il doit y avoir constamment entre les tropiques (Chap. V, n° 41) un vent supérieur dirigé en sens contraire de celui qui souffle à la surface du globe: on a déjà recueilli diverses preuves de l'existence de ce contre-courant. L'observation assidue des nuages élevés, de ceux particulièrement qu'on appelle *pommelés*, doit fournir des indications précieuses dont la météorologie tirerait parti. L'époque, la force et l'étendue des *moussons*, forment enfin un sujet d'étude dans lequel il y a encore à glaner.

SUR UN MOYEN DE PUISER DE L'EAU DE LA MER A DE GRANDES PROFONDEURS, ET DE DÉCOUVRIR EN QUELLE PROPORTION LES DEUX PRINCIPES CONSTITUANS DE L'AIR ATMOSPHÉRIQUE Y SONT CONTENUS (1).

126. Les chimistes ont prouvé depuis longtemps, que l'eau s'imprègne des gaz qui reposent sur sa surface: cette absorption s'opère par une véritable affinité chimique qui s'exerce sur les différens gaz; et lorsqu'on étudie particulièrement ses effets sur l'oxygène et l'azote, ces deux principes constituans de l'air atmosphérique, on la trouve plus forte pour le premier que pour le second. De là, il résulte que les eaux des fleuves et des mers, toujours en contact avec l'atmosphère, s'imprègnent à la longue d'un mélange

(1) Cet article est dû à M. Biot; il fait partie des instructions remises à MM. les officiers de la *Bonité*.

gazeux où l'oxygène domine. En effet, des expériences très exactes, faites par MM. de Humboldt et Gay-Lussac, ont prouvé que l'eau de pluie, l'eau de Seine et l'eau de neige, renferment un mélange d'oxygène et d'azote, qui, sur 100 parties de son volume, contient depuis 29 jusqu'à 32 parties d'oxygène, tandis que dans l'air atmosphérique, en tout temps et en tout climat, la portion d'oxygène est constamment égale à 21 parties. MM. de Humboldt et Provençal ont, en outre, déterminé le volume absolu du mélange gazeux contenu dans l'eau près de la surface, et ils ont trouvé qu'il était $\frac{1}{36}$ du volume de l'eau. Par une conséquence nécessaire de ces propriétés, la vaste étendue des mers qui recouvrent une grande partie du globe, est imprégnée d'un mélange gazeux dont les proportions, près de la surface, doivent être à peu près celle que nous venons d'indiquer. Je me suis assuré qu'il en est encore ainsi à la profondeur de 1000 mètres; car l'eau de mer, retirée d'une couche aussi profonde, m'a donné un mélange qui contenait, en volume, 28 parties d'oxygène sur 100 : cette expérience a été faite dans la Méditerranée. Mais ici se présentent plusieurs grandes questions de physique terrestre, que l'appareil employé ne pouvait résoudre. A mesure que l'on s'enfonce dans les profondeurs de la mer, la masse d'eau supérieure presse l'inférieure de son poids, et comme une colonne d'eau de mer, de dix mètres de hauteur, pèse à peu près autant qu'une colonne d'air de même base, prise depuis la surface terrestre jusqu'à la limite de l'atmosphère, il s'ensuit qu'à la profondeur de mille mètres, l'eau supporte déjà une pression de cent atmosphères. Que l'on conçoive l'énormité de cet effort sur les couches les plus profondes, si la profondeur moyenne de la mer, loin des côtes, doit être supposée de plusieurs lieues, comme les lois de la gravitation semblent l'indiquer (*Méc. Cél. Tom. II, pag. 200, et Chap. IV, n° 36*). Or, des expériences directes nous apprennent aussi que l'eau mise

en contact par sa surface avec des gaz comprimés, et pressée elle-même par eux, en absorbe le même volume que s'ils étaient soumis à la simple pression d'une seule atmosphère; de sorte que le poids absorbé en devient proportionnellement plus fort. Si donc le seul fait d'une absorption uniforme, propagée de proche en proche dans toute la masse des mers, doit déjà y fixer un volume d'air considérable, combien la quantité absorbée ou absorbable ne s'accroîtra-t-elle pas, si elle doit être ainsi proportionnelle à la pression pour chaque profondeur! Alors cette saturation ayant dû s'opérer graduellement, depuis que les mers se sont formées, aura modifié graduellement aussi l'atmosphère préexistante, et peut-être continue de la modifier encore aujourd'hui, si l'affinité, qui en est la cause, n'est pas satisfaite. L'influence de ces phénomènes sur l'état de l'atmosphère extérieure, conséquemment sur les conditions d'existence des êtres vivans à la surface du globe, mérite bien qu'on essaie de les étudier et d'en mesurer l'étendue. Pour cela, il faut puiser de l'eau de la mer à de grandes profondeurs, loin des côtes, la ramener à la surface avec tout l'air qu'elle peut contenir, puis dégager cet air par l'ébullition, mesurer son volume sous la pression atmosphérique ordinaire, et enfin l'analyser chimiquement. De ces opérations, la seule difficile, est d'extraire l'eau de la profondeur où on veut la prendre et la ramener à la surface avec tout ce qu'elle peut renfermer. D'abord, il ne faut pas songer à employer des capacités vides ou pleines d'air qui s'ouvriraient aux profondeurs assignées, pour s'y remplir d'eau; car la pression qu'elles auraient à supporter, avant d'y parvenir, ferait filtrer l'eau à travers les joints les plus parfaits des obturateurs, ou écraserait les vases, si les obturateurs résistaient (*Chap. IV, n° 36*), et enfin, si le mélange gazeux contenu dans les couches profondes, partage la pression qu'elles éprouvent, il se dilaterait dans le rapport inverse, quand on ramènerait l'appareil

vers la surface, et s'échapperait par les obturateurs, ou briserait les parois de l'appareil par explosion. A l'effet d'é luder tous ces inconvé niens, M. Biot a imaginé un appareil dont nous ne rapporterons pas ici la description, et qui a été remis au commandant de *la Bonite* : il servira à résoudre les diverses questions de physique terrestre, lesquelles, outre leur intérêt purement scientifique, ont encore de l'importance par les connaissances que leur solution doit fournir sur la permanence ou la variabilité de notre atmosphère, et sur les conditions d'existence des êtres animés qui vivent dans la profondeur des mers.

TEMPÉRATURE DE LA MER A DE GRANDES PROFONDEURS.

127. On ne peut espérer que *la Bonite* arrête sa marche dans la vue de se livrer à une expérience de physique : toutefois, comme des heures et même des journées entières d'un calme plat, doivent entrer dans les prévisions du navigateur, surtout lorsqu'il est destiné à traverser fréquemment la ligne, nous croyons que la nouvelle expédition agira sagement, si elle se munit d'un *thermométographe* et d'appareils de sondage qui pourront lui permettre de faire descendre ces instrumens en toute sûreté, jusqu'aux plus grandes profondeurs de l'Océan. Il n'est guère douteux aujourd'hui que les eaux froides inférieures des régions équinoxiales n'y soient emmenées par *des courans sous-marins* venant des zones polaires : mais la solution, même complète, de ce point de théorie, serait loin de faire perdre tout intérêt aux observations que nous recommandons ici. Qui ne voit, par exemple, que la profondeur où l'on trouvera le maximum de froid, nous dirons plus, tel ou tel autre degré de température, doit dépendre,

sous chaque parallèle, d'une manière assez directe de la profondeur totale de l'Océan, pour qu'il soit permis d'espérer que cette dernière quantité se déduira tôt ou tard de la valeur des sondes thermométriques.

TEMPÉRATURE DES HAUTS FONDS.

128. Jonathan Williams reconnut que l'eau est plus froide sur les bas fonds qu'en pleine mer. MM. de Humboldt et John Davy confirmèrent la découverte de l'observateur américain. Sir Humphry Davy attribuait ce curieux phénomène non à des courans sous-marins qui, arrêtés dans leur marche, remonteraient le long des accores du banc, et glisseraient ensuite à sa surface, mais au rayonnement. Par voie de rayonnement, surtout quand le ciel est serein, les couches supérieures de l'Océan doivent se refroidir beaucoup; mais tout refroidissement, si ce n'est dans les régions polaires, où la mer est à près de *zéro* de température, amène une augmentation de densité et un mouvement descendant des couches refroidies. Supposez un Océan sans fond; les couches en question tombent jusqu'à une grande distance de la surface, et doivent en modifier très peu la température; mais sur un *haut-fond*, lorsque les mêmes causes opèrent, les couches refroidies s'accumulent et leur influence peut devenir sensible.

DES COURANS DE LA MER.

129. L'Océan Atlantique, la Mer du Sud, la Méditerranée sont sillonnées par des courans nombreux, d'autant

plus redoutables qu'ils entraînent les navires, sans que le pilote le soupçonne, et qu'en tout cas, par un temps couvert, il n'a aucun moyen d'apprécier leur influence. Parmi les phénomènes de la mer, considérés sous le double rapport de la théorie et des applications, il n'en est certainement pas qui méritent à un plus haut degré l'attention des navigateurs de tous les pays. De nombreux mémoires, des ouvrages spéciaux sont loin d'avoir épuisé la matière. Les courans les plus remarquables, étudiés par les navigateurs, sont dans l'Atlantique :

Le courant qui, après avoir contourné le banc des Agullas et le cap de Bonne-Espérance, s'avance du midi au nord le long de la côte occidentale de l'Afrique jusqu'au golfe de Guinée.

Le courant dit *Équinoxial*, qui coule invariablement de l'est à l'ouest, des deux côtés de l'équateur, entre l'Afrique et l'Amérique.

Le courant qui, après avoir débouché du golfe du Mexique par le détroit de Bahama, coule à une certaine distance de la côte des États-Unis, dans la direction du N.-E. jusqu'au banc de Nantucket, où il s'infléchit.

Enfin, le courant par l'action duquel les eaux de l'Océan, qui baignent les côtes de l'Espagne, du Portugal et de l'Afrique, depuis le cap Finistère jusqu'au parallèle des Canaries, se dirigent toutes vers le détroit de Gibraltar.

Ces courans, quelle en est la cause? L'auteur traite cette question avec beaucoup d'étendue et de sagacité : il conclut d'abord que des vents alizés ne paraissent guère pouvoir engendrer des intumescences liquides un peu considérables; puis, en point de fait, que les mers d'où les courans paraissent émaner, sont exactement ou à peu près au niveau de celles que les courans vont sillonner. Mais nous ne le suivrons pas dans cette discussion, sur laquelle il s'est fort étendu, non plus que dans celles *Sur la mer herbeuse* ou *mer de varec* ou de *Sargasso*, la *hauteur des*

vagues, la visibilité des écueils, la dépression de l'horizon.

L'expédition, aux ordres de M. le capitaine de vaisseau, Dumont d'Urville, composée des corvettes *l'Astrolabe* et *la Zélée*, vient de mettre à la voile pour les mers polaires (septembre 1837). Après avoir pourvu avec le plus grand soin à tous les détails de la navigation, on a songé à munir l'expédition de tous les instrumens et appareils nécessaires à une mission scientifique. Le dépôt de la marine a fourni huit montres marines, deux thermomètres de poche et deux compteurs. Tous les instrumens propres aux recherches magnétiques, physiques ou météorologiques, tous les vases ou réactifs pour l'histoire naturelle, une collection d'ouvrages relatifs aux voyages, aux sciences, à l'étude des langues, etc., ont été mis à la disposition des navigateurs. Quelle que soit la destinée réservée à cette nouvelle exploration, les marins, les ingénieurs, naturalistes et dessinateurs qui en font partie, espèrent que leurs travaux ne seront pas sans résultat pour les sciences et pour la gloire du pays.

FIN.

NOTES

SUR LES CHAPITRES I ET II.

Suivant M. Poisson, (*Théorie de la chaleur de la Terre*, Supplément). en désignant par G , l'épaisseur de la couche de glace recouvrant toute la surface de la terre, que la chaleur solaire pourrait fondre chaque année, on aurait, à peu près $G = 7$ ou 8 mètres au lieu de 14 mètres, suivant M. Fourier (n° 9). L'augmentation de température moyenne à la surface et aux profondeurs accessibles, due à la chaleur solaire, est à Paris, d'environ 24° ; à l'équateur, elle doit surpasser 33° , et aux pôles, être moindre que 14° . L'observation nous a appris que la température des lieux profonds, augmente avec la distance à la surface de la terre, et à peu près uniformément sur chaque verticale. A Paris, la température des caves de l'Observatoire, à 28 mètres de profondeur, est de $11^{\circ},834$. Dans un puits foré peu éloigné de l'Observatoire, M. Arago a trouvé une température de 20° à la profondeur de 248 mètr. et de $22,2$ à la profondeur de 298 mètr.; ce qui fait en retranchant la température et la profondeur des caves, $8^{\circ},166$ et $10^{\circ},366$ pour 220^m et 270^m , c'est-à-dire, $0^{\circ},0371$ ou $0^{\circ},0384$, pour l'accroissement de température correspondant à chaque mètre de profondeur. En prenant la moyenne de ces deux valeurs, on aura $0^{\circ},0377$, quantité plus grande qu'à Genève, dans le rapport de 5 à 4 , et qui répond à 1° pour environ 26^m de profondeur. D'après les expériences faites à Genève, par MM. A. Delarive et Marcet, avec un grand soin et étendues à la profondeur de 225 mètres, on a conclu 1° d'accroissement pour environ $32 \frac{1}{2}$ mètres de profondeur. Ces résultats sont tirés de la formule

$$u = f + g x$$

f et g exprimant la première la température moyenne de la surface, la seconde l'accroissement de température pour chaque mètre d'augmentation dans la profondeur x , en prenant le mètre pour unité de longueur, et u la température à une profondeur x . On a à Paris,

$$f = 11^{\circ},834 - 28 (0^{\circ},0377) = 10^{\circ},778;$$

mais si de cette valeur de f , on veut conclure la température moyenne de la surface au même lieu, il faut, pour plus d'exactitude, en retrancher $0^{\circ},267$, ce qui donne $10^{\circ},511$ pour cette température moyenne, laquelle diffère très peu de la température climatérique $10^{\circ},822$, c'est-à-dire de la température moyenne V , marquée par un thermomètre exposé à l'ombre et à l'air libre, que M. Bouvard a déduite de 29 années consécutives d'observations. A Genève, à l'équateur et en d'autres lieux, on trouve aussi une très petite différence entre la température climatérique et celle de la surface du sol. Cette coïncidence presque parfaite entre la surface même du globe et celle que marque un thermomètre suspendu dans l'air et à l'ombre, à quelques mètres au-dessus de cette surface, est un fait très remarquable qui ne subsiste qu'à l'égard des températures moyennes : celles qui ont lieu à chaque instant, suivent des lois très différentes pour la surface de la terre et pour le thermomètre extérieur. A Paris, l'excès du *maximum* annuel sur le *minimum*, s'éleve à $23^{\circ},583$, tandis que, pour les températures extérieures, l'excès de la plus grande de l'année sur la plus petite, n'est qu'environ de 16° ou 17° . La température propre de la couche d'air en contact immédiat avec la surface du globe, peut différer à chaque instant de cette surface même; mais on doit admettre que par l'effet d'un contact longtemps prolongé, la température moyenne devient la même pour le fluide et pour le solide : on peut aussi supposer que la température propre de l'air reste la même, du moins dans sa valeur moyenne, jusqu'à quelques mètres au-dessus du sol, par exemple, jusqu'à la hauteur où est placé le thermomètre extérieur : alors la moyenne des températures annuelles que marque cet instrument, serait la température moyenne de l'air environnant, égale, par hypothèse à celle de la surface du sol : au lieu que le nombre de degrés qu'il indique à chaque instant résulte de la chaleur propre de l'air et de la chaleur rayonnante qu'il reçoit de toutes parts.

Fourier et ensuite Laplace ont attribué l'accroissement de température des lieux profonds à la chaleur d'origine que la terre conserverait encore à l'époque actuelle : en vertu de cette chaleur initiale, la température serait aujourd'hui de plus de 2000 degrés, à une distance à la surface, égale seulement au centième du rayon. Quoique cette explication ait été généralement adoptée, j'ai exposé dans mon ouvrage, les difficultés qu'elle présente et qui m'ont paru la rendre inadmissible. De nouvelles recherches m'ayant confirmé dans l'opinion que la terre a dû perdre, depuis longtemps, toute la chaleur provenant de son état primitif, je vais la présenter ici avec plus de précision et d'assurance que je ne l'avais fait d'abord. Dans le chapitre XII de l'ouvrage cité plus haut, ayant pour titre : *Mouvement de la Chaleur dans l'intérieur et à la surface de la Terre*, M. Poisson présente une série de recherches sur la température de l'air, sur la température U que marque un thermomètre exposé à l'air, et sur la moyenne annuelle V de ces températures, etc.; puis il considère l'échange de la chaleur rayonnante entre la terre et l'atmosphère y compris l'enceinte stellaire où la terre est contenue, et où les sources diverses sont la chaleur *stellaire*, la chaleur *atmosphérique*

par rayonnement ou par contact immédiat, et la chaleur *solaire*. Nous nous bornerons à un exposé succinct et complémentaire des premières recherches.

Les voyageurs ont fait un grand nombre d'observations en différens points du globe et à diverses époques du jour et de l'année, sur les températures de la mer à des profondeurs plus ou moins grandes : mais cette question sur laquelle M. Freycinet a fait beaucoup d'observations, dans son voyage de l'*Uranie*, présentera de grandes difficultés aux géomètres.

Le thermomètre construit par Gay-Lussac et placé dans les caves de l'Observatoire, à une profondeur de 28 mètres, n'a indiqué que de petites variations de température, depuis le 1^{er} juillet 1817, époque où il a été établi, jusqu'au 18 janvier 1835 : pendant cet intervalle de 17 ans 1/2, il a été observé 352 fois par M. Bouvard. En faisant la somme de toutes les températures comprises dans le tableau cité et la divisant par leur nombre 352, on trouve 11^o,834 pour la température des caves de l'Observatoire. A Saint-Ouen, près de Paris, la température d'une fontaine jaillissante dont l'eau provient de 66 mètres au-dessous du sol, est de 12^o,9 : si on la compare à celle des caves de l'Observatoire, on aura 1^o pour 35^m,65.

De l'ascension de M. Gay-Lussac (chap. 1^{er}, n^o 9, 7^o note), on déduit un décroissement moyen d'à peu près 1^o pour 171 mètres; on ignore encore si le décroissement sur chaque verticale est uniforme, s'il change avec la latitude et dans les différentes saisons.

L'égalité des températures de la terre à sa surface et de la couche d'air inférieure, n'a lieu qu'entre leurs valeurs moyennes et non pas entre leurs valeurs variables. Pendant le jour, la terre s'échauffe plus rapidement que l'air, parce qu'elle absorbe la chaleur solaire en grande quantité et l'air très faiblement, de sorte que la température de ce fluide ne s'élève sensiblement que par son contact avec la terre déjà échauffée. Au contraire, pendant la nuit, la faculté de rayonner étant très faible pour l'air par rapport à celle de la terre, l'échange de chaleur avec les couches supérieures de l'atmosphère, refroidit la terre plus rapidement que la couche d'air inférieure dont la température ne s'abaisse principalement que par le contact de la terre : c'est sur cette inégalité de rayonnement qu'est fondée l'explication du phénomène de la rosée, par M. Ch. Wels (chap. VII). Si une plaque métallique est posée sur la terre refroidie par le rayonnement, elle se refroidira par le contact avec la terre, et la rosée pourra se déposer sur sa surface supérieure.

La température U marquée par un thermomètre à l'air libre près de la surface de la terre, est l'élément le plus important de la Météorologie : c'est à cette température que nous vivons et que la végétation se développe en dehors de la terre : sa valeur moyenne pour chaque mois de l'année, nous sert à comparer les saisons sous le rapport calorifique. La moyenne V de l'année entière déterminera la différence des climats par l'inégalité de ses valeurs dans les différentes régions du globe. Quoique la demi-somme des températures *maxima* et *minima* de chaque jour, diffère peu, en général, de la moyenne des 24 heures, cependant M. Freycinet a reconnu qu'on approche encore bien davantage de cette moyenne en prenant celle des températures

observées à 2 h. et à 8 h. du matin et du soir, et que cette combinaison est la plus avantageuse, quand on emploie seulement quatre observations de la journée : il a conclu ce résultat d'un grand nombre d'observations faites pendant le voyage de l'*Uranie*, à l'ombre et à l'air libre, au mouillage et en pleine mer.

On connaît la valeur de V dans un grand nombre de lieux, mais sans doute moins exactement qu'à Paris : elle décroît généralement à mesure que l'on s'éloigne de l'équateur et quand on s'élève au-dessus du niveau des mers. A ce niveau, et à l'équateur, M. de Humboldt l'a trouvée égale à $27^{\circ},5$: d'après les observations de M. Scoresbi, elle est de $-8^{\circ},33$ à la latitude boréale de 78° , la plus haute à laquelle la valeur de V ait été déterminée : entre ces limites $27^{\circ},5$ et $-8^{\circ},33$, cette température climatérique V varie en outre avec la longitude, en sorte que les lignes d'égale chaleur à la surface du globe, ne sont pas parallèles à l'équateur (1). Sa valeur décroît aussi dans les deux hémisphères, et avec moins de rapidité dans le nôtre que de l'autre côté de l'équateur.

M. Brewster a donné pour exprimer la valeur de V plusieurs formules qui se rapportent à plusieurs régions du globe (2). L'une de ces formules est

$$V = (81^{\circ},50) \cos \theta$$

en employant les degrés du thermomètre de Fahrenheit. Au pôle, on aurait $V = 0$; et il serait singulier que ce physicien eût pris pour le zéro de l'échelle de son thermomètre précisément la température la plus basse de notre hémisphère : en degrés de notre thermomètre, la température au pôle boréal, serait $-17^{\circ},78$ ou -18° au lieu de -50° (n^o 8) : celle du pôle sud est encore plus basse : la température -13° de l'espace (pag. 25), serait donc supérieure à celle des deux pôles de la terre.

Le peu de différence qui existe entre les valeurs moyenne de la température marquée par un thermomètre suspendu dans l'air libre et celle de la surface du sol, est d'autant plus remarquable que souvent la température variable de la terre, observée aussi près qu'il est possible de sa surface, et qu'on peut prendre pour celle de cette surface même, excède de beaucoup la température marquée au même instant par un thermomètre placé au-dessus de cette surface et à plus forte raison la température que l'on observe à quelques mètres de hauteur et dont V est la valeur moyenne. Des observations de M. Arago mettent en évidence l'excès de l'une des températures variables sur l'autre.

Comme on n'a pas encore effectué les corrections dépendantes du rapport des volumes de liquide que renferment la boule et la tige de chacun des thermomètres enterrés dans le jardin de l'Observatoire de Paris (3), M. Poisson n'emploie dans les calculs que des différences de températures observées et non

(1) *Mémoires sur les lignes Isothermes*, tom. III de la Société d'Arcueil.

(2) *Trans. Phil. d'Édimbourg* (tom. IX, 2^e partie).

(3) Il n'est pas impossible que les zéros des échelles thermométriques aient un peu changé.

des températures absolues. D'après la moyenne de quatre années, l'excès du *maximum* sur le *minimum* annuel, a été de $1^{\circ},414$ à la profondeur de $8^m,121$ et de $2^{\circ},482$ à celle de $6^m,497$. Terme moyen, le *maximum* et le *minimum* ont eu lieu vers le 13 décembre et le 13 juin, à la plus grande profondeur, et vers le 15 novembre et le 10 mai, à la plus petite : ou, autrement dit, les *maxima* sont arrivés à peu près 272 et 239 jours après le 21 mars, jour de l'équinoxe, et les *minima* à peu près 84 et 50 jours après la même époque. A chacune de ces profondeurs, la demi-somme des températures de l'année, ne diffère pas sensiblement de la température moyenne. Il résulte encore des observations de M. Arago que l'excès du *maximum* sur le *minimum* annuel de température, a été de $7^{\circ},800$ à la profondeur de $3^m,248$, et qu'il s'est élevé à $13^{\circ},017$ à celle de $1^m,624$.

Dans son voyage aux Cordillères, M. Boussingault a observé qu'à l'équateur et à diverses hauteurs au-dessus du niveau des mers, la température de la terre, à de très petites distances de la surface, telles qu'à un quart ou un tiers de mètre, est sensiblement la même aux différentes heures du jour et aux différens jours de l'année : il a reconnu, en outre, que cette température constante diffère très peu de la moyenne des températures marquées, pendant l'année, par un thermomètre exposé à l'ombre et à l'air libre, au-dessus de la surface du sol, et cette remarque lui a fourni un moyen très simple de déterminer la température climatérique des différens lieux qu'il a parcourus. Toutes les observations de la chaleur de la terre, près de sa surface, ont été faites dans des lieux abrités du soleil. Quant aux inégalités annuelles, leurs amplitudes sont beaucoup moindres à l'équateur qu'en des lieux dont la latitude n'est pas très petite.

Nous renverrons le lecteur aux nouveaux mémoires de l'Académie Royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles, années 1836 et 1837, savoir :

1^o Un mémoire sur les variations diurne et annuelle de température, et, en particulier, de la température terrestre, à différentes profondeurs, d'après les observations faites à l'Observatoire de Bruxelles, par A. Quetelet.

2^o Résumé des observations météorologiques faites en 1835 et 1836 à l'Observatoire de Bruxelles, par A. Quetelet.

3^o Mémoire sur la Météorologie, par J.-G. Crahay, professeur de physique à l'Université Catholique.

4^o Mémoires sur les instans du maximum et du minimum de hauteur diurne du baromètre aux diverses saisons, pendant le jour, par J.-G. Crahay.

Nous consignerons ici les principaux résultats obtenus par M. Quetelet, énoncés à la fin du premier mémoire.

1^o En descendant, à partir de la surface de la terre, à des profondeurs toujours croissantes, la température moyenne de l'année augmente graduellement : néanmoins il paraît qu'immédiatement au-dessous de la surface du sol, et à la profondeur d'un demi-pied environ, il se présente une couche dont la température moyenne est un *minimum*.

2^o La vitesse avec laquelle les variations annuelles des températures, su

transmettent à l'intérieur de la terre, peut être considérée comme étant de 6 à 7 jours pour une couche de terre de 1 pied d'épaisseur.

3° L'observation montre que, conformément à la théorie, les différences des températures extrêmes de l'année, décroissent en progression géométrique, pendant que l'on descend au-dessous de la surface du sol, selon une progression arithmétique.

4° Les variations des températures annuelles peuvent être considérées comme à peu près nulles aux profondeurs de 60 à 75 pieds, c'est-à-dire, vers la couche où les *maxima* et les *minima* des températures devraient arriver aux mêmes époques qu'à la surface du sol.

5° Quand on descend à plusieurs pieds de profondeur, les *variations annuelles* des températures, sont comme les sinus des temps, en supposant que la circonférence représente la période de l'année.

6° Il paraîtrait qu'en avançant vers des latitudes élevées, les *variations annuelles* des températures, pénètrent à des profondeurs moins grandes.

7° La vitesse avec laquelle les *variations diurnes* des températures se transmettent à l'intérieur de la terre, peut être considérée comme étant d'un peu moins de 3 heures pour une couche de terre de 1 décimètre d'épaisseur.

8° Les variations diurnes des températures peuvent être considérées comme étant à peu près nulles à la profondeur de 1^m,3, c'est-à-dire, à une profondeur 19 fois moindre que celle où s'éteignent également les variations annuelles, conformément à la théorie.

On peut rapprocher quelques-unes de ces conclusions des observations consignées (chap. I, n° 2).

NOTES SUR LE CHAPITRE III.

L'île du Japon renferme huit volcans qui s'éteignent et se rallument, brûlent sous la neige qui les recouvre, épanchent des fontaines d'eau bouillante et d'autres dont l'eau est aussi froide que la glace. Aucun pays n'est peut-être aussi sujet aux tremblemens de terre.

· Nous avons omis le récit d'une circonstance qui se présente fréquemment dans les éruptions du Vésuve : tandis que la lave coule lentement et se laisse en général aisément éviter, la vapeur d'eau qui se dégage en grande abondance par la bouche du volcan et qui retombe en pluie sur la cendre volcanique, forme une boue qui descend sur les pentes de la montagne avec la rapidité d'un torrent. En 1812, une de ces alluvions, se présentant comme une avalanche, tomba sur les villages de Massa et de Saint-Sébastien, et y ensevelit plusieurs habitans dans l'intérieur de leurs maisons. Il paraît certain

que c'est dans un torrent de cette espèce, et d'une température vraisemblablement fort peu élevée, que la malheureuse ville d'Herculanum a été engloutie. On a trouvé dans la masse du tuf des masques parfaitement conservés d'habitans surpris et enveloppés dans cette boue : ces moules sont aussi fidèles et aussi exacts que ceux qu'un mouleur en plâtre pourrait prendre, et l'on n'aperçoit dans les traits qu'ils représentent aucune déformation et aucune brûlure, ce qui donne la mesure de la température de ce courant. Quant à Pompéïa, il paraît qu'elle a été ensevelie plus simplement encore sous une pluie de cendre lente et de plusieurs jours de durée, accompagnée d'une pluie ordinaire qui a servi à cimenter la cendre.

ADDITION AU CHAPITRE III.

La gazette de Milan du 4 septembre 1837, dit qu'un tremblement de terre s'est fait sentir dans cette ville, à 5 h. 30' dans une direction horizontale de l'est à l'ouest : sa durée a été de deux secondes.

On mande d'Agram, en Croatie, le 23 septembre 1837 ; hier, vers 1 heure et demie de l'après-dîner, toute la ville a été remplie d'anxiété et de frayeur par une très forte secousse de tremblement de terre, précédée d'un bruit souterrain qui égalait celui du tonnerre. Les personnes qui étaient assises ainsi que les objets qui les entouraient, semblaient être poussés en avant par une puissance irrésistible : celles qui se trouvaient debout, ont perdu l'équilibre et se sont sauvées dans la rue. La direction de ce tremblement a été du nord vers le sud : presque aucune maison n'a été épargnée ; toutes ont été plus ou moins endommagées ; la maçonnerie des plafonds s'est détachée, les murs se sont crevassés : dans beaucoup d'endroits les objets pendus aux murailles sont tombés, ainsi que les tuiles des toits. Pendant toute sa durée, le soleil a été couvert, et un léger vent du nord s'est fait sentir : le thermomètre de Réaumur marquait à l'ombre 15° au-dessus de zéro, le baromètre 38° 4' 8'', échelle de Vienne.

NOTE SUR LE CHAPITRE XVI.

M. Quetelet a communiqué à l'Académie de Bruxelles le catalogue qu'il a formé des nuits les plus remarquables par les apparitions des étoiles filantes :

sur 45 de ces nuits, il s'en est trouvé 18 entre le 9 et le 15 août, et 13 entre le 6 et le 19 novembre. Au 10 août dernier, deux des amis de M. Olbers, qui ne pouvaient voir environ que le tiers du ciel, ont comptés 70 étoiles filantes en 70 minutes. A Breslau, on a compté 558 étoiles filantes pendant la même nuit. A Berlin, le nombre de ces étoiles a été très considérable.

On lit dans la *Cazette de Prusse* une lettre de M. de Humboldt, du 30 septembre, portant ce qui suit : Afin de mieux connaître si la chute des étoiles filantes observée depuis 1779 jusqu'en 1833, est en rapport sensible avec l'apparition du *magnétisme tellurique*, j'invite les physiciens et astronomes pourvus dans les stations magnétiques de l'appareil de déclinaison de Gambey, ou de l'appareil à miroir de Gauss, à établir leurs observations *relativement au changement de déclinaisons depuis le 13 novembre à midi* sans interruption et à des intervalles aussi rapprochés que possibles. Je dois faire remarquer que, dans les six dernières années, la forte chute des météores lumineux a été observée en Europe et ailleurs dans les nuits des 12 au 13 et du 14 au 15 novembre et non dans celle du 13 au 14. Je désirerais également que des observations faites dans d'autres nuits que celles désignées fussent faites et me fussent communiquées.

FIN DES NOTES.

TABLE DES MATIÈRES.

AVERTISSEMENT.	v
OUVRAGES SUR LA MATIÈRE.	ix
CHAPITRE PREMIER. — De la température moyenne à la surface du sol. — Température à diverses profondeurs. — De la couche invariable. — De la température de l'air à diverses hauteurs. — De la limite inférieure des neiges perpétuelles. — Températures des sources et des lacs et conclusion à déduire de celle des puits artésiens. — Différence dans la marche de la congélation des eaux stagnantes et courantes. — Températures moyennes de la zone torride et du pôle nord. — De l'équilibre de température de la terre et des espaces célestes. — Opinions sur les températures antérieures et actuelles. — De quelques observations. — Additions.	1
CHAPITRE II. — Sur les variations périodiques du baromètre. — Sur l'influence du vent sur les hauteurs barométriques. — Sur les secousses atmosphériques. — Addition.	54
CHAPITRE III. — Sur les hauteurs des principales montagnes du globe au-dessus du niveau de l'Océan ; et sur celles de quelques édifices au-dessus du sol. — Des volcans. — Des tremblemens de terre et sous-marins. — Sur divers autres phénomènes remarquables. — Additions.	64
CHAPITRE IV. — Sur la phosphorescence, la composition, la salure, la couleur et autres propriétés des eaux de la mer. — Sur la profondeur moyenne des eaux de l'Océan. — Sur le maximum de densité et le point de congélation de ces eaux. — De la température à la surface et à diverses profondeurs. — Du Mascaret, the Rollers, Bore ou Pororoca. — Additions.	187
CHAPITRE V. — Des vents : de leurs dénominations et de leurs différens degrés de vélocité. — Des anémoscopes et des anémomètres. — Autre notation des vents. — De l'influence des divers vents sur les hauteurs du baromètre.	201
CHAPITRE VI. — De l'Électricité atmosphérique. — De ses sources. — Sur l'état électrique des nuages et sur leur hauteur. — Sur le	

Tonnerre et les éclairs. — Sur la Foudre descendante et ascendante. — Productions des fulgérites ou tubes fulminaires. — Autres détails. — Additions.	217
CHAPITRE VII. — Du sercin. — De la rosée. — De la gelée blanche. — Du givre. — De quelques procédés.	236
CHAPITRE VIII. — De l'ascension. — De l'abaissement et de la suspension des nuages. — Réduction des formes des nuages à quelques classes principales.	250
CHAPITRE IX. — De la pluie. — Des pluies de couleur. — De la grêle. — De la neige rouge. — Des brouillards humides et secs. — Du grésil. — Du verglas. — Addition où l'on revient sur plusieurs de ces phénomènes.	253
CHAPITRE X. — Des trombes de terre et de mer : — Distinction de ces dernières en ascendantes et descendantes.	297
CHAPITRE XI. — Chutes de substances météoriques, solides, dites aërolithes. — Chutes de poussières et de substances molles, sèches et humides, tombées du ciel. — Sur le mouvement par bonds, de plusieurs globes de feu. — Météores ignés différents des précédens. — Vues diverses sur ces phénomènes. — De quelques météores singuliers.	310
CHAPITRE XII. — Des étoiles filantes.	375
CHAPITRE XIII. — Des parhélies ou faux soleils. — Des parasclènes ou fausses lunes. — Des halos ou couronnes. — Des anthélies et autres apparences.	386
CHAPITRE XIV. — Des arcs-en-ciel solaire et lunaire.	393
CHAPITRE XV. — Du mirage. — De l'apothéose des voyageurs.	400
CHAPITRE XVI. — De l'aurore boréale et autres phénomènes lumineux. — Additions.	408
CHAPITRE XVII. — De la lumière zodiacale.	443
CHAPITRE XVIII. — Complément des instructions de M. Arago aux officiers de la Bonite.	447
NOTES SUR LES CHAPITRES I, III ET XVI.	471

FIN DE LA TABLE.