

Collection J. ROLAND et E. DUCHESNE

HYACINTHE LONAY

EDF WAZON, 69

COURS LIÈGE

DE

GÉOGRAPHIE

PAR

Joseph HALKIN

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

TOME PREMIER

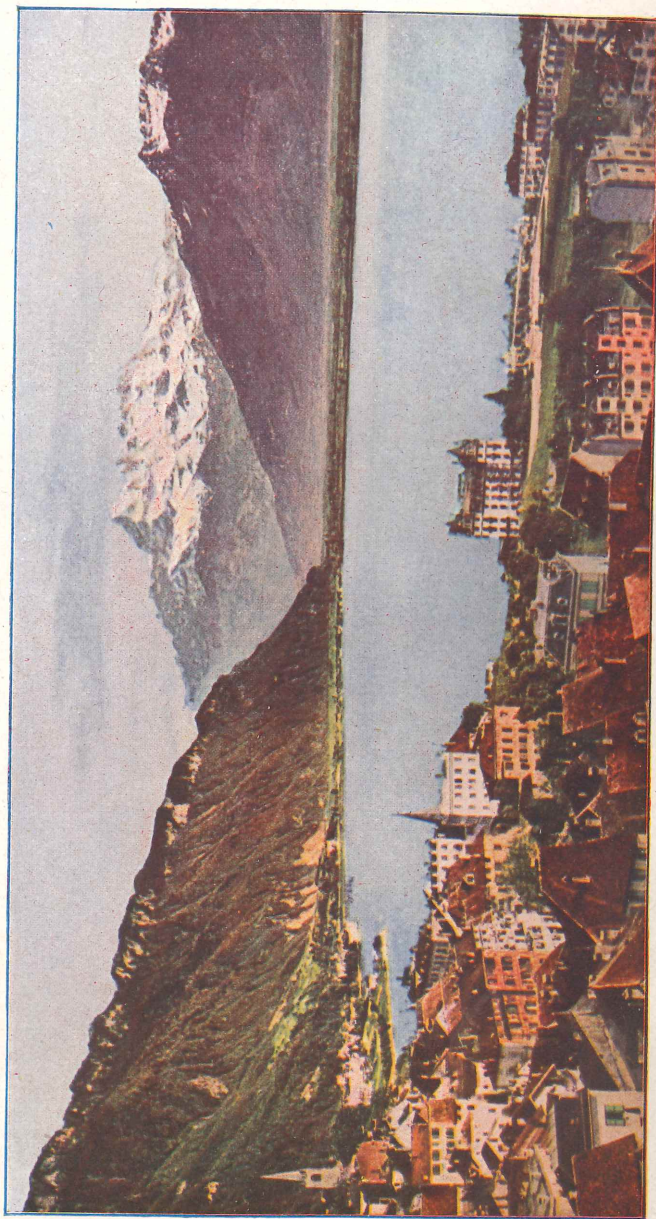
GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

et Éléments de Cosmographie



116A

Ad. WESMAEL-CHARLIER, Namur — 1918



(Cl. Photochrom.)

L'extrémité orientale du lac de Genève.

Au premier plan : une partie de la ville de Montreux ; au delà du lac : le débouché de la vallée supérieure du Rhône et les dépôts d'alluvions qui tendent à remplir le lac ; au fond, la cime neigeuse de la Dent du Midi (3285 m.).

Collection J. ROLAND et E. DUCHESNE

COURS
DE
GÉOGRAPHIE

à l'usage des classes supérieures des Athénées et des Collèges,
des Écoles normales et des Écoles supérieures

PAR

Joseph HALKIN

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

TOME PREMIER

GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE
et Éléments de Cosmographie



NAMUR

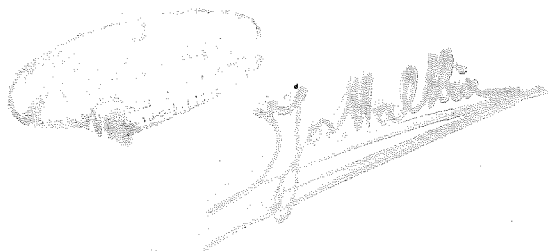
AD. WESMAEL-CHARLIER, Éditeur

81, RUE DE FER, 81

1918

PROPRIÉTÉ.

Tous les exemplaires sont revêtus de la griffe des auteurs.



PRÉFACE.

Depuis plusieurs années déjà, les études géographiques, complètement renouvelées dans l'Enseignement supérieur notamment par la création du Doctorat en géographie dans les Facultés des Sciences, se sont considérablement améliorées dans l'Enseignement moyen et dans l'Enseignement normal. On tend manifestement vers l'abandon radical des méthodes d'autrefois demandant des élèves un travail presque exclusif de la mémoire, et vers leur remplacement par des méthodes modernes basées sur le raisonnement, sur la compréhension de l'interdépendance des faits et sur la recherche et l'explication scientifiques des causes et de leurs résultats. On tend aussi, et il y a lieu de s'en réjouir, vers un développement de l'enseignement géographique dont on a mieux reconnu l'importance et l'utilité.

Des manuels de géographie générale qui répondent à ces tendances ont été, nombreux et excellents, publiés chez nos voisins; en Belgique, ils sont rarissimes.

Celui que nous éditons aujourd'hui sera, espérons-nous, accueilli favorablement. Notre désir a été de munir les élèves à la fois d'un précis de géographie générale en concordance avec les programmes, quoique un peu plus détaillé que ceux-ci ne le demandent actuellement; d'une introduction scientifique aux divers cours de géographie donnés dans les Universités; et d'un vade-mecum suffisamment étendu pour qu'ils puissent, par la suite, s'intéresser à toutes les

grandes questions géographiques. Aux membres de l'enseignement, nous n'avons voulu fournir qu'un moyen de préparer aisément leurs leçons de géographie, et, dans ce but, nous avons eu soin de reprendre toutes les matières des programmes de l'enseignement primaire et moyen inférieur.

Ce manuel a été rédigé surtout pour être lu et relu souvent par les élèves; pour être, dans ses parties principales, commenté et expliqué par le professeur; et pour faciliter dans l'Enseignement normal et moyen supérieur une étude plus approfondie de la géographie générale, bien autrement importante pour la formation scientifique que la description géographique des divers pays. Nous considérons comme néfaste la méthode consistant à faire apprendre par cœur des pages entières d'un manuel et des statistiques nombreuses : les jeunes gens doivent s'exercer et être exercés à observer, à comparer, à juger, puis à comprendre la matière lue ou enseignée, à y réfléchir, enfin à exprimer le mieux possible ce qu'ils ont retenu par ces divers exercices, mais sans nécessairement reproduire fidèlement le texte d'un manuel, quelle que puisse être d'ailleurs sa valeur. De chaque leçon, les élèves doivent dégager eux-mêmes, ou sous la direction de leur maître, les notions essentielles à graver dans la mémoire : en général, on les tirera facilement du texte en grands caractères; la table détaillée des matières, à la fin du volume, pourra être utilisée avec fruit pour les revisions et pour acquérir une vue d'ensemble sur le domaine de la science géographique.

Les gravures et les photographies que nous avons jointes à ce manuel ont été dessinées ou choisies pour servir de base à des

explications et pour donner lieu à des commentaires; les photographies ont été réunies au commencement du manuel pour qu'elles ne détournent pas l'attention des élèves pendant les leçons; le professeur les fera analyser comme exercice de révision. L'édition prochaine sera notablement en progrès au point de vue de l'illustration, car nous n'avons pu rassembler toute la documentation photographique que nous eussions voulu posséder avant de commencer l'impression.

D'aucuns regretteront peut-être de ne pas trouver dans ce livre une seule carte signalant des répartitions géographiques; cette lacune, si lacune il y a, sera bientôt comblée par la publication d'une édition révisée et augmentée de l'Atlas général de géographie de J. Roland et E. Duchesne, à laquelle nous travaillons.

Ce Manuel de Géographie générale est le tome premier d'un Cours complet de géographie; dès que nous le pourrons, nous publierons un tome second : Manuel de Géographie spéciale, qui contiendra la description géographique des divers pays du monde, et un Précis de Méthodologie de la géographie.

Nous serons heureux si les professeurs qui adopteront ce Cours de géographie, veulent bien nous faire part des remarques judicieuses que son emploi dans les classes leur suggérera : nous nous efforcerons d'en tirer profit lors de tirages subséquents.

Hotton s/Ourthe
Noël 1917.

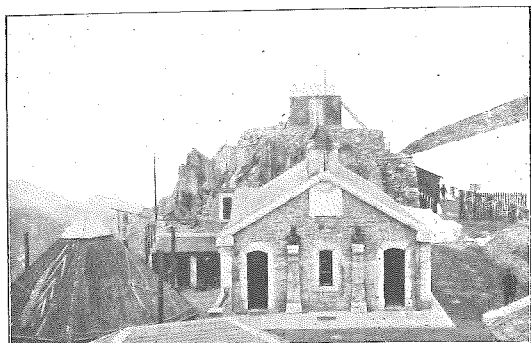
JOS HALKIN.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES.

(Une table détaillée termine ce Manuel.)

PRÉFACE	pp.	V-VII
INTRODUCTION.	pp.	1-10
Première partie : GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE	pp.	11-60
Ch. I. <i>La Terre</i> , p. 11.		
Ch. II. <i>Notions de cartographie</i> , p. 47.		
Deuxième partie : GÉOGRAPHIE PHYSIQUE	pp.	61-190
Ch. I. <i>Généralités</i> , p. 61.		
Ch. II. <i>Notions de géologie</i> , p. 62.		
Ch. III. <i>Géographie physique</i> , p. 72.		
Troisième partie : GÉOGRAPHIE BIOLOGIQUE	pp.	191-214
Ch. I. <i>Généralités</i> , p. 191.		
Ch. II. <i>Géographie botanique</i> , p. 193.		
Ch. III. <i>Géographie zoologique</i> , p. 203.		
Quatrième partie : GÉOGRAPHIE HUMAINE	pp.	215-342
Ch. I. <i>Généralités</i> , p. 215.		
Ch. II. <i>Géographie ethnographique</i> , p. 215.		
Ch. III. <i>Anthropogéographie</i> , p. 241.		
Ch. IV. <i>Géographie politique</i> , p. 277.		
Ch. V. <i>Géographie économique</i> , p. 289.		
APPENDICE. Éléments de cosmographie	pp.	343-366
TABLE DÉTAILLÉE DES MATIÈRES	pp.	366-374

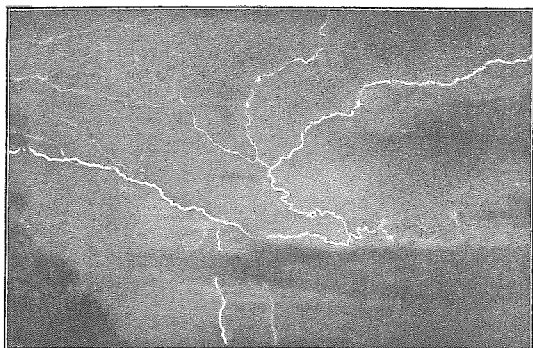
PLANCHES



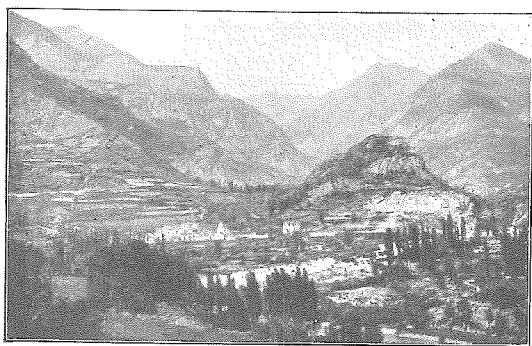
a) L'observatoire du Pic du Midi de Bigorre. — Construit à 2877 m. d'altitude, au sud de Tarbes, dans les Pyrénées centrales, cet observatoire météorologique, ou de montagne, est un des plus importants établis en France.

(Cl. J. Halkin.)

b) Un éclair. — Photographie instantanée montrant bien l'allure et les ramifications de l'éclair.

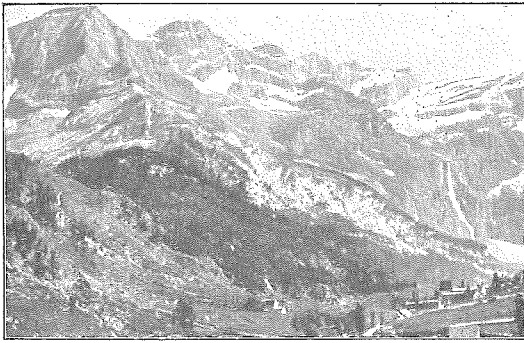


(Cl. H. Schleusner.)



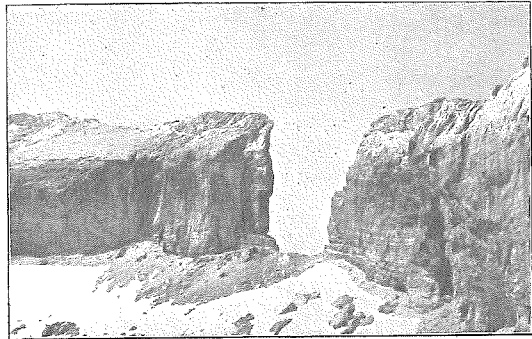
c) Les Pyrénées. — Débouché d'une vallée étroite entre des pics assez élevés et venant du milieu de la chaîne. (Vallée du gave de Pau, aux environs de Gèdre.)

(Cl. J. Halkin.)

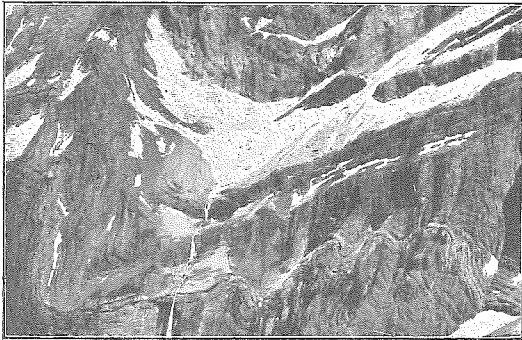


(Cl. J. Halkin.)

b) La Brèche de Roland. — Dans les hautes murailles rocheuses qui entourent le cirque de Gavarnie, une coupure naturelle, à 2804 m. d'altitude; elle a 100 m. de haut, 50 de large et près d'un kilomètre d'épaisseur.



(Cl. J. Halkin.)



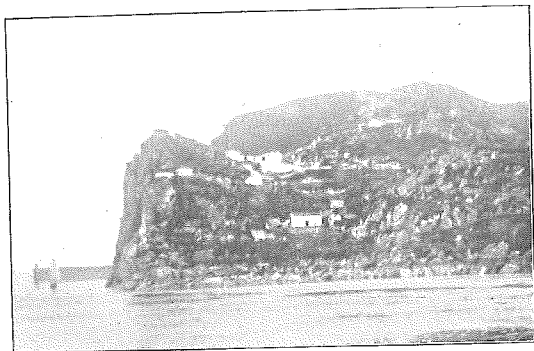
(Cl. J. Halkin.)

a) Le cirque de Gavarnie (Pyrenées).

— Masses calcaires formant de hautes murailles; dans le cirque (à droite), la cascade du gave de Pau d'une hauteur de 420 m.; au-dessus, des glaciers suspendus.

c) Roches plissées dans le calcaire de Gavarnie.

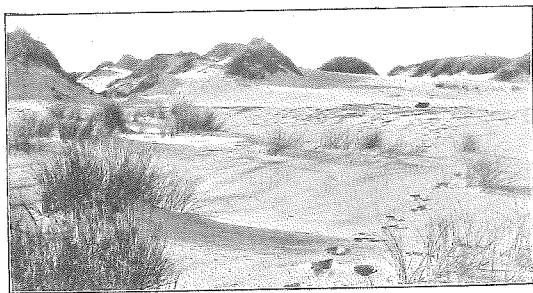
— Les strates plissées (à droite) se relèvent verticales (à gauche); dans le creux, amas de neige et glacier suspendu d'où sort un torrent dévalant en cascade.



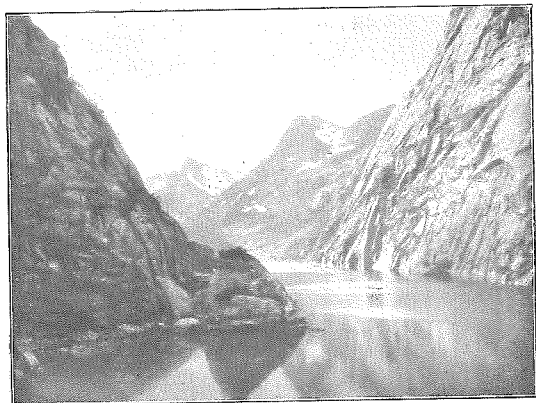
(Cl. J. Halkin.)

a) **Côte à pic.** — Dans la mer intérieure du Japon, côte tombant à pic dans la mer et ne laissant à sa base aucune place pour un établissement humain.

b) **Les dunes de Lombartzyde.** — Dunes de la côte belge; sables fins, meubles, très perméables; plantes (hoyats) adaptées à la sécheresse et fixant le sable.

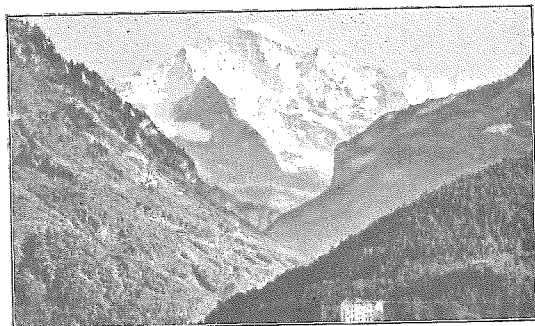


(Cl. Nels.)



(Cl. Photochrom.)

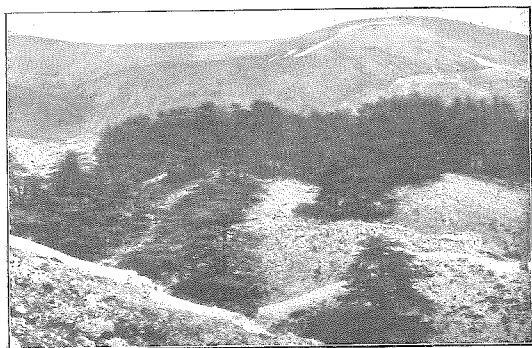
c) **Le fjord de Troid.**
— Dans les îles Lofoten, près de la côte de Norvège: parois rocheuses presque abruptes; le fond de la vallée est envahi par la mer.



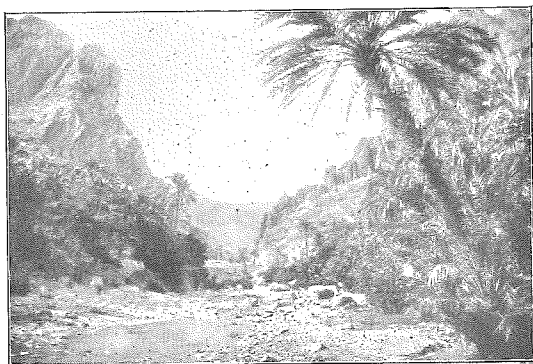
a) **La Jungfrau**
(Alpes). — Montagne
jeune, sculptée par une
érosion très active; au pre-
mier plan : vallée étroite
qui débouche à Interlaken.

(Cl. Photochrom.)

b) **Le Liban**. — Mon-
tagne vieille aux formes
arrondies. (Comparez avec
la vue de la Jungfrau.) Au
premier plan, forêt de
cèdres.



(Cl. Photoglob.)



c) **La Rivière d'El**
Kantara. — Gorge à
l'entrée du désert (prov.
de Constantine); calcaires
jaunes; au premier plan,
végétation tropicale; à l'ar-
rière, sol aride et roches
brûlées. Type d'oued
algérien.

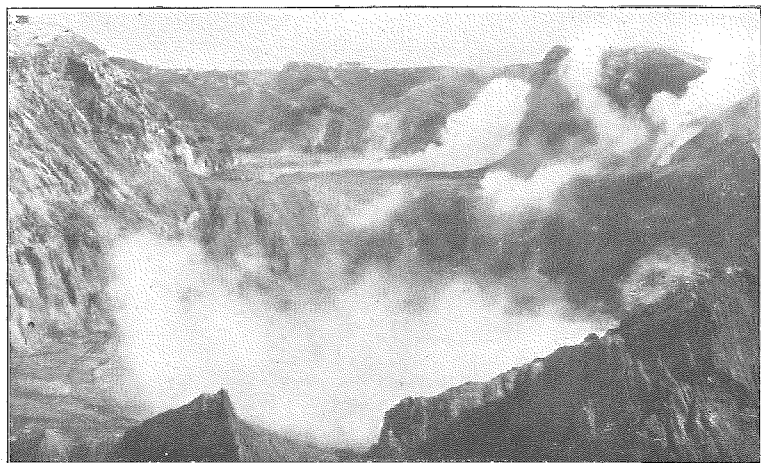
(Cl. Photochrom.)



(Cl. Alinari.)

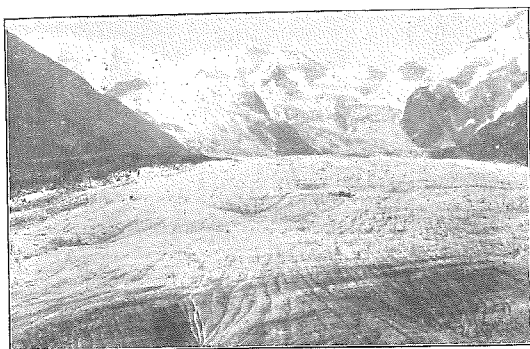
a) **Naples, son golfe et le Vésuve.**

Vue prise du Pausilippe. A l'arrière-plan : le cratère du Vésuve et le Mont Somma.



(Cl. Photochrom.)

b) **Terres geysériennes en Nouvelle-Zélande.**



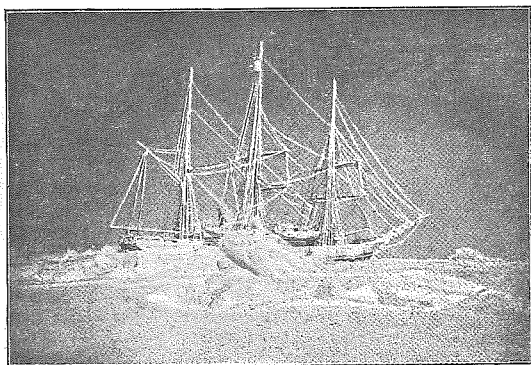
a) **Le glacier de Morteratsch (Alpes).** — Calotte terminale de ce glacier encaissé; massif du Bernina. Cannelures produites par ruissellement. A gauche, moraine latérale.

(Cl. J. Halkin.)

b) **Le glacier du Rhône.** — Partie terminale avec crevasses et cascade de séracs; la source du Rhône; hôtel du Gletsch; à droite : route en lacets venant du col de la Furka.

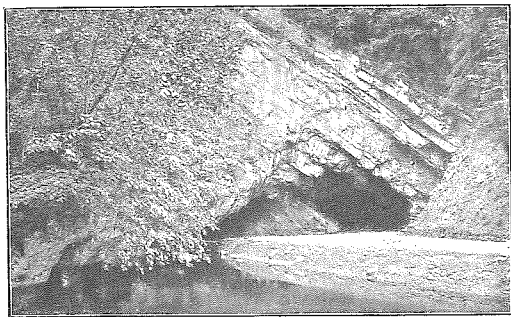


(Cl. Photoglob.)



c) **La Belgica dans la banquise.** — L'hiver, la navigation est impossible dans les régions polaires : la Belgica est prisonnière, et des blocs de glace semblent monter à l'assaut du navire.

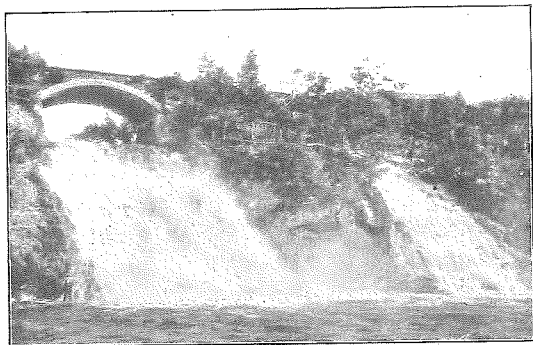
(Cl. de Gerlache.)



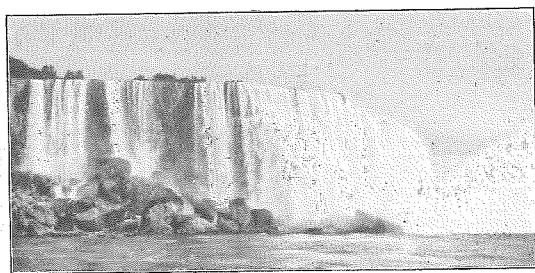
(Cl. E. de Pierpont.)

a) Sortie de la Lesse (Trou de Han). — La Lesse entre dans un escarpement de calcaire dévonien au Trou de Belvaux, et termine son cours souterrain au Trou de Han, après avoir foré une grotte immense et splendide.

b) Cascade de Coo. — L'Amblève forme à Coo un grand méandre qu'elle tendait à recouper; les moines de Stavelot firent creuser un canal et créèrent une chute de 12 m.

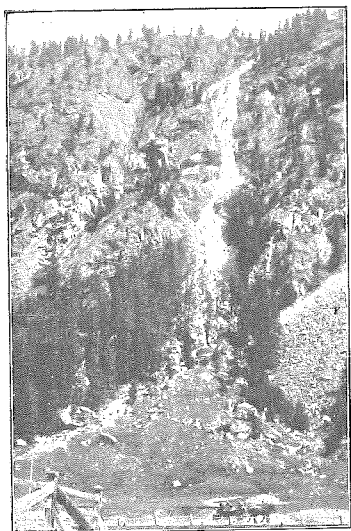


(Cl. Photochrom.)

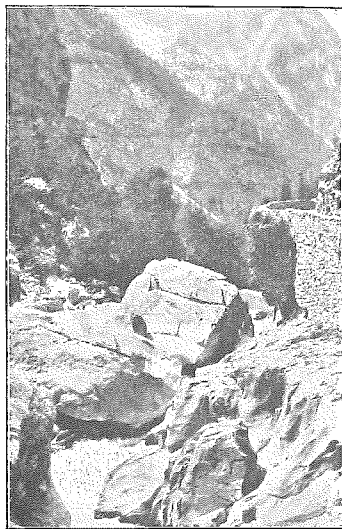


(Cl. Photochrom.)

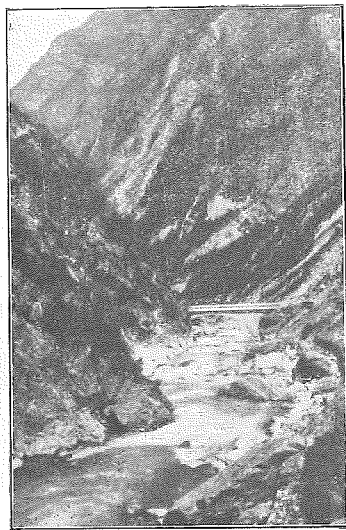
c) Cataracte du Niagara. — Partie de la chute dite « le fer à cheval » à cause de sa forme arquée; hauteur : 50 m.; elle recule vers l'amont de 1 m. 50 annuellement par érosion des roches tendres à sa base.



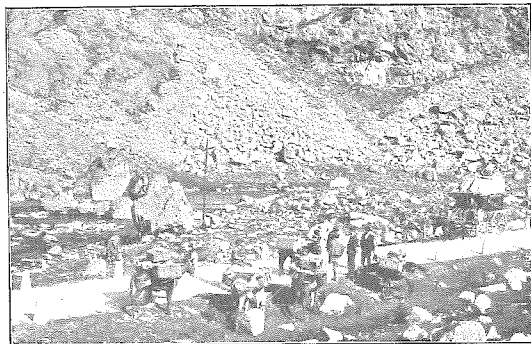
a) Torrent avec cône de déjection.
 — Dans les Pyrénées, torrent dévalant en cascades et formant, à son arrivée dans la vallée, un dépôt de détritux rocheux ou cône de déjection. (Cl. J. Halkin.)



b) Vallée d'érosion. — Dans les Pyrénées espagnoles, vallée et route dans les environs de Torla; le lit est encombré de blocs de rochers entre lesquels mugit la rivière; la route est suspendue et conduit à Boucharo d'où, par un chemin muletier, on peut atteindre Gavarnie en France. (Cl. J. Halkin.)



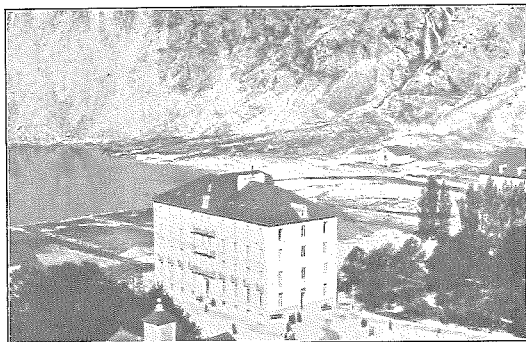
c) Vallée encaissée.
 (Cl. J. Halkin.)



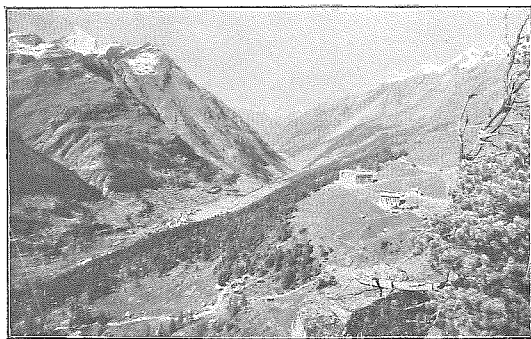
(Cl. J. Halkin.)

a) Route de Biescas à Panticosa. — Dans les Pyrénées espagnoles; malleposte; transport par mulets; éboulis en grande quantité au pied de la paroi rocheuse, et blocs éboulés jusque de ce côté-ci de la route.

b) Panticosa (Pyrénées espagnoles). — Station balnéaire (alt. : 1639 m.; eaux thermales sulfureuses) dans la chaîne pyrénéenne, au bord d'un lac terminé par une moraine barrant la vallée; à droite, un torrent dont le cône de déjection envahit le lac.

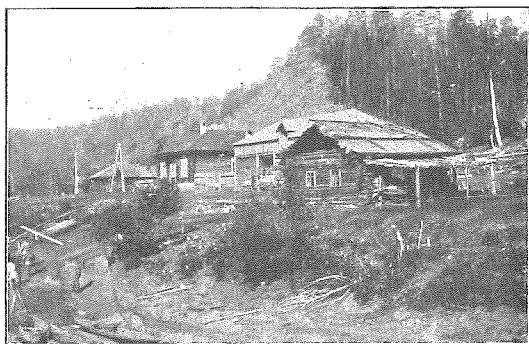


(Cl. J. Halkin.)



(Cl. Photoglob.)

c) La vallée de Zermatt. — Dans le fond, les cimes neigeuses du mont Rose; vallée principale (alt. : 1600 m.) et vallées secondaires encaissées; conifères peu denses; en haut, à gauche, glacier suspendu.



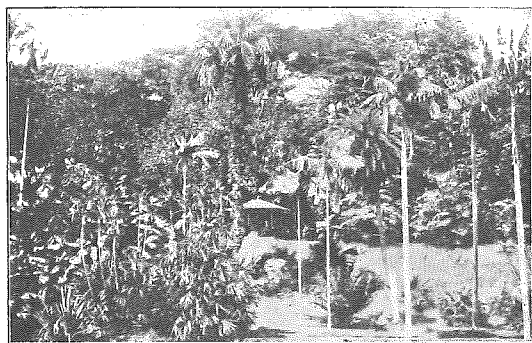
a) Végétation de la zone tempérée froide.

— Petit village sibérien sur les bords de la Chilka, affluent de l'Amour; maisons en bois et sans étage; forêt composée de bouleaux surtout.

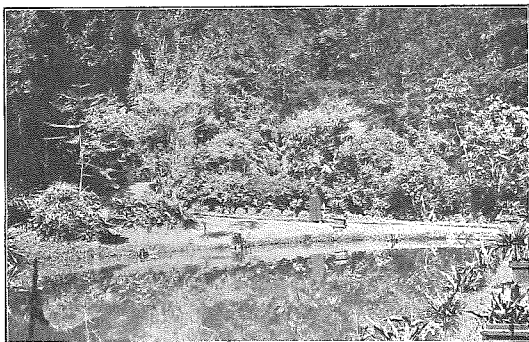
(Cl. J. Halkin.)

b) Végétation tropicale.

— Un coin du Jardin botanique de Buitenzorg dans l'île de Java : des palmiers au tronc élancé, une végétation luxuriante et touffue.



(Cl. J. Halkin.)



c) Végétation tempérée dans la zone torride, mais à une altitude élevée. — Partie du Jardin botanique de Hagkalla, dans l'île de Ceylan (7° lat. N., mais à 2500 m. d'altitude), où l'on retrouve les plantes et les arbres de nos régions.

(Cl. J. Halkin.)



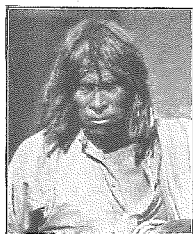
a) Un Nègre.



b) Un groupe de Chinois.



c) Insulaires Fidjiens.



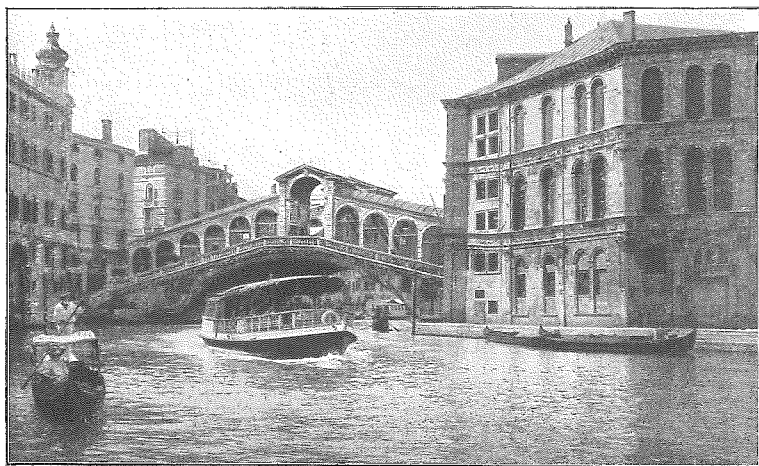
d) Un Peau-Rouge



(Cl. Photoglob.)

a) **Tolède.**

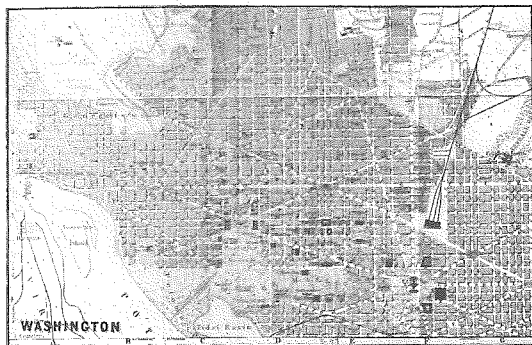
Au premier plan, la route venant de la gare, conduisant par le pont d'Al-Cantara dans la ville. Le Tage coule dans une vallée profonde et encaissée, entourant presque entièrement la vieille ville de Tolède, un type de ville haut perchée et naturellement défendue.



(Cl. Photoglob.)

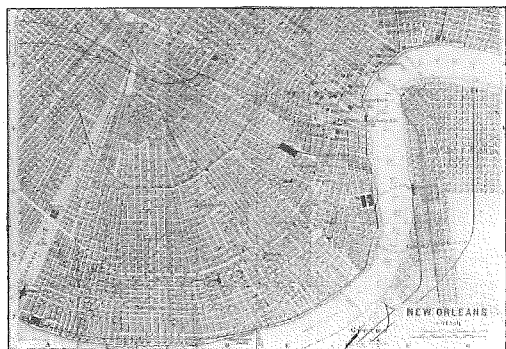
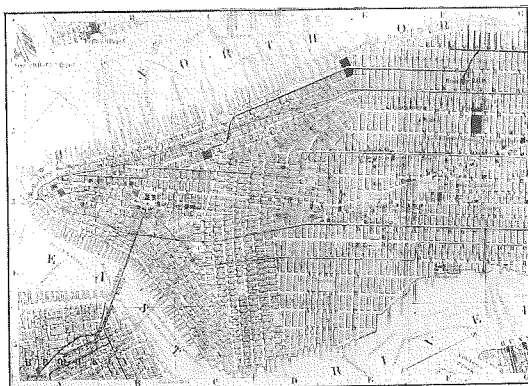
b) **Venise.**

La ville de la lagune, type de ville à canaux ; quelques ponts relient les flots, 150 canaux les séparent ; bateau à vapeur moderne et gondoles : bateaux adaptés.



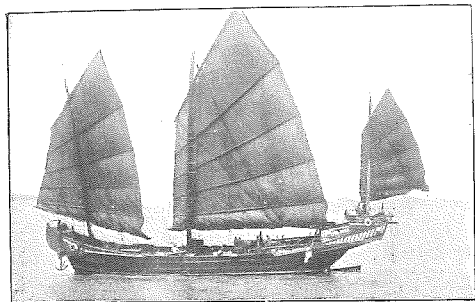
a) **Plan de Washington.** — Ville moderne à rues rectilignes ; quelques grandes avenues ou artères traversent obliquement le damier de rues parallèles.

b) **Plan de New-York.** — L'ancienne ville, à l'extrémité de la presqu'île, est formée de rues rarement en ligne droite ; les parties récentes se reconnaissent aisément à la forme rectangulaire des surfaces bâties.



c) **Plan de Nouvelle-Orléans.** — Ville moderne dont les rues sont les branches d'une étoile, reliées entre elles par des rues en arc de cercle.

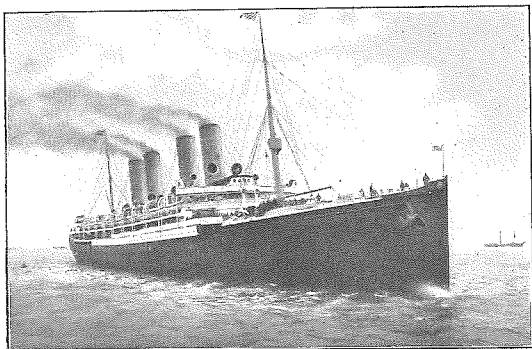
(D'après les plans Baedeker.)



a) **Jongue chinoise.** — Bateau à voiles faisant le cabotage sur les côtes chinoises; vue prise près de l'embouchure du Yang-tsé.

(Cl. J. Halkin.)

b) **Un transatlantique.** — Navire extrarapide pour la traversée de l'Atlantique; longueur 200 m.; largeur 20 m.; tonnage brut: 15000 tonnes; vitesse: 40 kilom. à l'heure.



(Cl. Photochrom.)



(Cl. Nels.) **La rade d'Anvers.** — Anvers, un des ports importants du monde, reçoit des navires de toute espèce: voiliers, cargo-boats, chalands de charge, bateaux-citernes, grands et petits steamers.



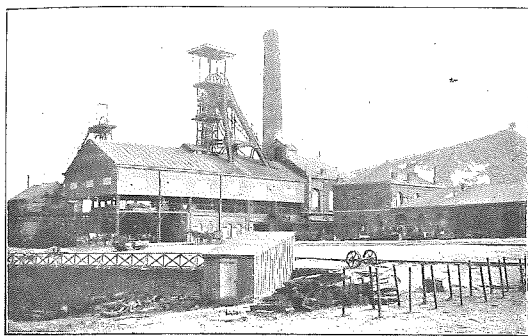
a) Repiquage du riz,
au Japon.



b) Cueillette du thé,
au Japon.



c) Récolte du riz,
à Ceylan.



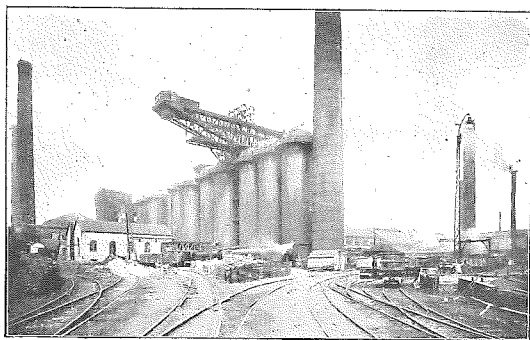
(Cl. Nels.)

a) Un charbonnage.

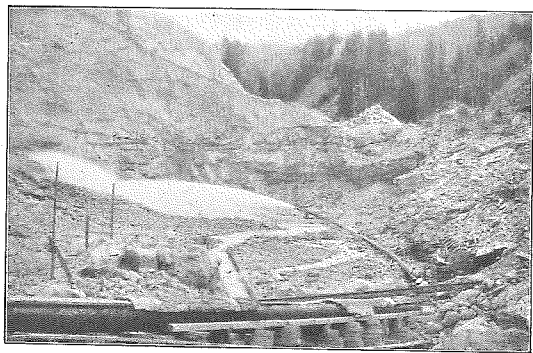
— Installations de surface du charbonnage de Trieu-Kaisin; à gauche de la cheminée, s'élève au-dessus des toits « la belle fleur ».

b) Hauts fourneaux.

— Les voies ferrées amènent près des hauts fourneaux le minerai et le combustible.



(Cl. Nels)



(Cl. Photochrom.)

c) Un placer au Colorado.

— Les alluvions aurifères sont attaquées par un jet d'eau continu et de grande force; l'eau entraîne les débris rocheux et le métal précieux est alors plus facilement récolté.

INTRODUCTION.

I. — LA SCIENCE GÉOGRAPHIQUE.

La Terre. — La Terre, ou le globe que nous habitons, est une énorme sphère de 40.000 kilomètres de tour. — Elle se compose de parties *solides* : les terres, pierres et roches ; disposées en une croûte, elles entourent un noyau central extrêmement rigide dont elles sont séparées par une couche plastique et fluide relativement mince ; — de parties *liquides* : les eaux ; sous l'influence du froid, elles prennent la forme de glaces ou de glaciers, et sous l'influence de la chaleur elles se transforment en vapeur d'eau ; — et de parties *gazeuses* : l'air ou l'atmosphère qui entoure la Terre de toutes parts.

A l'intérieur et à la surface du globe, se trouvent une foule de corps qui composent le règne *minéral*, et les innombrables êtres vivants formant le règne *végétal* et le règne *animal*.

L'homme, par son intelligence et son travail, a plié presque tous ces êtres à son service, a su se rendre moins dépendant qu'eux du milieu géographique où il vit, et a utilisé les forces de la nature pour assurer et embellir son existence.

La géographie. — D'après l'étymologie de ce mot (*gê*, terre ; *graphie*, décrire), la géographie est la description de la Terre. Si vraiment elle n'était que cela, elle ne serait pas une science.

Mais la géographie est plus qu'une simple description de notre globe et des phénomènes physiques, biologiques et sociaux qui ont lieu à sa surface ; elle est une science expliquant ces phénomènes, recherchant leurs lois et, surtout, déterminant leur

La géographie se divise encore en :

1° La *géographie générale* qui est l'étude des phénomènes géographiques, chacun dans sa totalité et tel qu'il se présente sur toute la surface terrestre (le volcanisme, le régime des fleuves, l'habitat humain sont des études de géographie générale);

2° La *géographie spéciale* qui est l'étude de phénomènes géographiques particuliers, isolés et localisés en un point de la surface terrestre (ex. : le Vésuve, le régime du Rhin, la maison dans les plaines sibériennes) et aussi l'étude de continents ou d'États (ex. : la Belgique);

3° La *géographie régionale* qui est l'étude des régions naturelles, chacune sous tous ses aspects géographiques (ex. : la Flandre, l'Ardenne);

4° La *géographie descriptive* ou chorographie, qui est la simple description des faits géographiques.

Considérations générales. — Les divisions que nous avons signalées en premier lieu ne doivent pas, par leurs limites plus ou moins précises, laisser supposer que la géographie est une science à quatre faces distinctes et séparées, et que le seul lien qui unit ces disciplines est l'unité de l'objet étudié. La géographie raisonne et généralise comme les autres sciences; elle forme un ensemble dont les divisions ne sont que des aspects divers unis par des liens rationnels; elle a sa méthode propre et ses moyens d'investigation scientifique.

Tous les phénomènes géographiques sont dans une dépendance réciproque; il convient cependant de les étudier chacun séparément d'abord, mais il faut ensuite les replacer dans l'ensemble, les comparer entre eux, en esquisser les rapports, en exprimer cartographiquement l'extension. Après les avoir décrits, il faut les expliquer, en rechercher les causes, en déterminer l'action ou l'influence sur d'autres. A l'analyse géographique doit succéder la synthèse géographique qui est la partie vraiment scientifique de la géographie; nous réserverons cette synthèse surtout pour la dernière partie : Géographie humaine.

II. — LES GRANDES DÉCOUVERTES.

A. — *Antiquité et Moyen Age.*

L'antiquité et le moyen âge sont caractérisés, au point de vue de la découverte des terres et des mers, par des voyages dans les environs presque immédiats du pays d'où étaient originaires les navigateurs et les commerçants : les voyages d'exploration scientifique furent rares ; le plus souvent, ce fut le but commercial qui poussa l'un ou l'autre voyageur à s'aventurer au loin ; parfois aussi le désir de conquête incita un peuple à envoyer des armées vers des pays peu connus pour les soumettre à sa domination.

Les Phéniciens connaissaient toute la Méditerranée, de la mer Noire au détroit de Gibraltar ; ils firent probablement le tour de l'Afrique, à la demande du roi d'Égypte Nécho II (611-545) ; ils atteignirent la mer du Nord en longeant les côtes occidentales de l'Europe.

Les Carthaginois colonisèrent, entre autres, la côte N.-W. de l'Afrique, et un de leurs amiraux, Hannon, vers 500 avant J.-C., reconnut le littoral africain jusqu'au S. de la Sierra Leone.

Les Grecs, au milieu du 5^e siècle avant J.-C., avaient des notions géographiques assez précises sur la mer Noire et le Danube, les Celtes, tout le littoral septentrional de l'Afrique, le Nil jusqu'à Méroé, la Perse jusqu'à l'Indus, la Caspienne. Les conquêtes d'Alexandre le Grand augmentèrent leurs connaissances vers l'Est jusqu'au Syr Daria et un peu au delà de l'Indus ; les voyages de Pythéas fournirent des renseignements sur les îles Britanniques et l'ultima Thulé, peut-être l'Islande.

Les Romains, par leurs nombreuses conquêtes, agrandirent l'horizon géographique, surtout vers le Nord et le Nord-Ouest (guerres de César), dans les régions maritimes s'étendant de la côte orientale d'Afrique à la côte occidentale de l'Inde, et vers le centre de l'Asie (commerce de la soie avec les Chinois). Les résultats des découvertes de l'antiquité se trouvent exposés dans l'œuvre du géographe Strabon et dans celle de l'astronome Ptolémée d'Alexandrie.

Le moyen âge fut un temps d'arrêt dans l'accroissement des connaissances géographiques, sauf chez les Arabes qui explorèrent le Soudan et l'Est africain et poussèrent jusque Java (tous les récits des voyageurs arabes furent réunis par Edrisi, au XII^e siècle) ; chez les Normands qui abordèrent au Labrador, et chez les missionnaires chrétiens qui évangélisèrent l'Europe centrale, septentrionale et orientale.

Les voyages de Plan Carpin et de Ruysbroeck chez le grand Khan de Karakoroum, et des Poli (Nicolo Polo et son fils Marc ; Matteo Polo) fournirent, au XIII^e siècle, des détails tout nouveaux sur la Chine et même sur le Japon.

B. — L'Asie.

La publication des voyages de Marco Polo fut le commencement d'une période nouvelle dans la découverte de l'Asie. Les Portugais arrivèrent en 1498 dans l'Hindoustan, ayant trouvé la route maritime des Indes par le cap de Bonne-Espérance, et bientôt ils explorèrent les îles de la Sonde, les Moluques, la Chine méridionale, puis enfin le Japon vers 1540. En Sibérie, les armées russes (cosaques) traversèrent tout le continent et arrivèrent sur la côte de l'océan Pacifique vers 1640. Des missionnaires jésuites, admis en Chine en 1583, décrivent l'intérieur de ce pays.

Les explorations scientifiques continentales n'eurent lieu qu'assez longtemps après : Bering au Kamtchatka et à l'extrémité orientale de l'Asie (1729-41); Niebuhr dans l'Arabie (1762-67); de Humboldt en Sibérie (1829); les frères Schlegel dans le Karakorum (1856); Romanovsky et Mouchketow, au sud du Pamir (1877-78); Prjevalsky, dans le Gobi, le Tibet et le Tarim (1871-88); Bogdanovitch, dans l'Ordos et le Gobi (1892-94); Sven-Hedin, dans le Tibet (1893, 1900); la mission Pavie, dans l'Annam et le Laos (1875-95).

C. — L'Océanie.

Les premiers explorateurs de l'Océanie furent les Portugais qui, dès 1511, découvrirent les îles de la Sonde et, peu après, abordèrent en Australie. Ils furent bientôt remplacés par les Hollandais qui reconnurent une grande partie de l'Australie; Tasman, en 1642, découvrit la Tasmanie et la côte occidentale de la Nouvelle-Zélande.

Au XVIII^e siècle, les principales explorations furent celles de Bougainville à Tahiti, Samoa et Salomon (1768); de J. Cook dans tout l'océan Pacifique et les océans polaires (1768-79), de La Pérouse (1785-88) et de d'Entrecasteaux (1791), dans le nord du Grand océan et dans les îles du Pacifique.

Au XIX^e siècle, des expéditions nombreuses furent entreprises pour reconnaître l'intérieur de l'Australie (Sturt, 1844-45; Lindsay, 1892; Carnegie, 1896-97); de la Nouvelle-Guinée (Lauterbach, 1896), de Célèbes (frères Sarrazin, 1893-96), de Bornéo (Nieuwenhuys, 1896).

D. — L'Afrique.

Au commencement du XV^e siècle, la partie Nord de l'Afrique était seule connue, et on ne savait rien ou presque rien des contrées situées au sud d'une ligne allant du golfe de Guinée à Madagascar. Les Portugais se mirent à explorer systématiquement (1419-60) la côte occidentale sous l'impulsion de Henri le Navigateur; Diego Cam découvrit l'embouchure du Congo

en 1484; Barthélemy Diaz, le cap des Tempêtes (1486); Vasco de Gama, la route maritime des Indes (1497-98). Ces voyages et d'autres dans la suite eurent pour résultats la connaissance de la côte africaine, mais l'intérieur resta presque inexploré jusqu'au XIX^e siècle.

Dans la première moitié du XIX^e siècle, le Niger, le Tchad, le Soudan et le Nil supérieur jusque Gondokoro furent explorés (Mungo Park, 1795 et 1805; Denham, Oudnez et Clapperton, 1823; Caillié, 1828).

Dans la seconde moitié du XIX^e siècle, de nombreuses expéditions parcoururent le centre africain : Barth et Nachtigal au Soudan et dans le Sahara (1850-79); Livingstone dans l'Afrique australe et centrale (1840-73); Burton et Speke, aux lacs Tanganika et Victoria (1857-60); Grant et Baker, aux sources du Nil (1860-64); Schweinfurth, dans le Bahr-el-Gazal et l'Uellé (1869-74); Stanley, dans le bassin du Congo (notamment sa descente du fleuve, 1874-77); Capello et Ivens, dans la région entre l'Angola et l'embouchure du Zambèze (1884-45); de Brazza, dans le Congo français (1875-92). Ces voyageurs fournirent beaucoup de renseignements qui permirent de dresser des cartes assez complètes de l'Afrique.

Mais de nouvelles explorations étaient encore nécessaires, et elles furent plus scientifiques. Signalons celles de Grandidier, de Maistre et de Gauthier, à Madagascar; du vicomte de Foucault, de Thomson et du marquis de Segonzac, dans le Maroc; de Monteil, de Foureau et de Lamy, dans le Sahara; de Zintgraff, dans l'Adamaoua; de von François, dans le Togo; de Gentil, de Marchand et de d'Ollone, dans le Soudan; de Le Marinel, dans la vallée du Lomami; de Lemaire, aux sources du Kassaï, du Zambèze et du Congo.

E. — L'Amérique.

Le continent américain resta jusqu'à la fin du XV^e siècle insoupçonné des Européens, sauf de quelques Normands qui, au IX^e siècle, abordèrent au Labrador, en Nouvelle Écosse et dans la baie d'Hudson.

La recherche d'une route maritime plus courte pour aller d'Europe, par l'ouest, dans les Indes, fut le but poursuivi par Christophe Colomb : parti de la rivière de Palos le 3 août 1492, il toucha les Canaries et débarqua le 12 octobre suivant dans l'île de San Salvador et le 16, à Cuba; puis, dans d'autres voyages, il découvrit d'autres Antilles, l'Amérique méridionale (Colombie) et l'Amérique centrale (Honduras). Il fut suivi de nombreux conquérants qui explorèrent le Mexique, le Pérou et le Chili, notamment Cortez et les Pizarre. Cabral découvrit, par hasard, en 1500, la côte du Brésil. Magellan, portugais au service de l'Espagne, chercha ensuite un passage vers le Pacifique par le sud de l'Amérique : en 1520, il passa le détroit qui porte son nom, et un de ses navires, dont Sébastien del Cano avait pris le commandement après la mort de Magellan, rentra en Europe, après avoir fait le premier voyage autour du monde.

Les explorations scientifiques qui suivirent furent celles de Jacques Cartier, dans le bassin du Saint-Laurent (1534-43); de Cavelier, dans le bassin de Mississipi (1682), de Humboldt, dans le bassin de l'Orénoque et les Andes (1799-1804); de d'Orbigny, dans l'Uruguay et la Patagonie (1826-33). Au XIX^e siècle, l'exploration de l'Amérique du Nord fut complétée par des expéditions scientifiques envoyées par les gouvernements des États-Unis et du Canada.

F. — Les régions polaires.

Le but des expéditions polaires n'est pas uniquement d'atteindre l'un ou l'autre pôle, mais, comme toutes les explorations dans des régions inconnues, elles doivent rapporter des renseignements scientifiques (géologie, météorologie, océanographie, etc.) et économiques. Cependant beaucoup de ces expéditions n'ont eu en vue que l'un ou l'autre de ces buts; aussi dès 1875 les savants prônèrent-ils une entente entre les explorateurs, et proposèrent-ils une étude systématique et coopérative des régions polaires: la Conférence de Berne, en 1880, décida la création de stations circumpolaires; le Congrès géographique de Berlin, en 1899, fit reconnaître la nécessité de l'envoi simultané d'expéditions vers le pôle Sud; le Congrès de Mons, en 1905, vota la création d'une Commission polaire internationale.

Expéditions dans l'Arctique. C'est à partir du XVI^e siècle que l'on commença à explorer les régions arctiques, surtout pour découvrir un passage vers le Nord-Est; mais les expéditions du XIX^e et du XX^e siècle sont plus intéressantes et furent plus fécondes au point de vue scientifique.

A la recherche du passage du Nord-Ouest. — Les voyages de John Davis (1585), de Hudson (1610), de W. Baffin (1616), fournirent les premiers renseignements, puis, pendant près de deux siècles, il n'y eut plus d'exploration importante. Les expéditions de John Ross (1818), de Parry (1819), de James Ross (1829-33), de John Franklin (1845-47), les quarante expéditions envoyées à la recherche de ce dernier, de 1848 à 1879, dont la plus importante est celle de Mac Clure (1851-53), eurent pour résultats de reconnaître le passage du Nord-Ouest (Mac Clure), de constater que ce passage n'était guère praticable, et d'explorer toutes les îles situées entre 70° et 80° lat. N., au nord du Canada. Ces explorations furent complétées par Sverdrup (1898-1902), puis par Amundsen (1903-06) qui alla d'un océan à l'autre et déterminait exactement la situation du pôle magnétique.

Route vers le pôle Nord par le détroit de Smith. — En 1882, le point le plus septentrional atteint était le 83° 20', et le chemin par le détroit de Smith avait été reconnu par Kane, Hayes, Hall, Nares et Greely. En 1891, Peary reprend cette route abandonnée depuis plus de dix ans: il relève les contours du Grönland et, après plusieurs tentatives, il atteint enfin, le 6 avril 1909, le pôle Nord où il déploie le drapeau américain.

Le Grönland. — Les côtes occidentales et orientales de cette île furent assez tôt découvertes; Peary, en 1898-1902, en releva la partie septentrionale. L'intérieur est connu par l'expédition de Nansen (1888) et celle de Milius Erichsen (1906-08).

Route vers le pôle Nord par le Spitzberg. — Le Spitzberg est connu depuis le xvi^e siècle; la Terre François-Joseph a été découverte en 1872 par Weyprecht. C'est du Spitzberg que partit Andrée, en 1897, pour tenter d'arriver au pôle en ballon; c'est de la Terre François-Joseph que partit le capitaine Cagni pour un raid vers le pôle, au cours duquel il atteignit 86° 34'.

Le passage du Nord-Est. — Les côtes septentrionales de l'Asie furent relevées par les Russes, notamment de 1734 à 1743, et le passage fut découvert par A.-E. Nordenskjöld, en 1878-79. Fridjof Nansen, en 1893, se lança vers le Nord et se laissa enfermer par les glaces; il atteignit, dans un raid en traîneau, 86° 14'. Ce voyage de Nansen est un des plus mémorables, et il dépasse tous les autres par la quantité et la valeur des renseignements scientifiques rapportés.

Expéditions dans l'Antarctique. Pendant longtemps, on crut à l'existence dans les mers australes d'un immense continent. Cook apporta le premier la preuve que ce continent ne dépassait pas, vers le N., le cercle polaire antarctique.

Explorations préparatoires. — Elles sont au nombre de trois : celle de Gerlache, la plus importante (1897-98), qui explora les Terres de Graham et de Palmer; celle de Borchgrevink (1898), qui détermina la forme de la Terre Victoria; et celle de Chun (1898-99) qui étudia surtout l'océanographie des régions antarctiques.

Explorations systématiques. — Le Congrès de géographie de Berlin attribua aux explorations en préparation un secteur bien déterminé du continent austral, et cinq expéditions partirent. L'expédition suédoise commandée par Nordenskjöld (1901-03), avec l'Antarctic, releva les contours de la Terre Louis-Philippe. L'expédition allemande, commandée par von Drygalsky (1901-03), avec le Gauss, explora la Mer de Weddell et les côtes de la Terre de Guillaume II. L'expédition anglaise, sous la direction de Scott (1901-04), et avec le Discovery, explora la Mer de Ross et atteignit 82° 17' lat. S. L'expédition écossaise dirigée par Bruce (1902-04), avec le Scotia, explora la Terre de Coats et la Mer de Weddell. L'expédition française dirigée par Charcot (1903-05) explora la Terre de Palmer et la côte ouest de la Terre de Graham.

Explorations récentes. — Elles sont au nombre de quatre : celle de Shackleton (1907-1909) qui atteignit 88° 23' et découvrit le pôle magnétique Sud; celle de Charcot (1908-10); celle d'Amundsen (1910-12) qui atteignit le pôle S. le 14 décembre 1911; celle de Scott (1910-12) qui atteignit aussi le pôle le 17 janvier 1912.

G. — *Les océans.*

Les voyages des grands navigateurs, et plus spécialement, au XVIII^e siècle, ceux de Bougainville, de J. Cook, de La Pérouse et de Dumont d'Urville, fournirent des renseignements utiles et intéressants sur les vastes étendues d'eau séparant les continents. Mais, si les mers avaient été explorées et si les côtes avaient été, en grande partie, relevées, l'étude scientifique des océans était encore à peine ébauchée : elle ne commença que vers le milieu du XIX^e siècle.

Les explorations maritimes les plus remarquables, outre celles, déjà citées, dans les mers arctiques et antarctiques, furent l'expédition anglaise du Challenger (1873-76) dans les trois grands océans; l'expédition américaine du Tuscarora (1874-76) dans le N. du Pacifique; l'expédition allemande de la Valdivia (1898-99) dans le S. de l'Atlantique, et les croisières nombreuses du prince Albert de Monaco.

H. — *Résultats généraux des grandes découvertes.*

La plupart des problèmes scientifiques qu'eurent à résoudre les grandes explorations de l'époque contemporaine dans les différents continents, dans les régions polaires et sur les mers, ont reçu une solution satisfaisante; on peut dire aujourd'hui que toute la Terre est découverte et qu'il ne reste plus de grandes régions à explorer, sauf dans l'Antarctique. Cependant, malgré tout, on n'est pas encore arrivé à une connaissance scientifique complète de tous les phénomènes géographiques; avec le XX^e siècle a commencé une ère d'explorations spécialisées ayant pour but l'étude de la géologie, de la météorologie, de la morphologie, de l'ethnographie, de l'océanographie, etc., de certaines régions déterminées, explorations qui sont confiées à des savants ayant consacré leur vie à la recherche de la vérité scientifique dans tel ou tel domaine bien défini de la géographie.

COURS DE GÉOGRAPHIE.

PREMIÈRE PARTIE.

GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE.

CHAPITRE I.

LA TERRE.

I. — HORIZON ET ORIENTATION.

Horizon. — L'horizon *sensible* est une ligne continue, — en forme de circonférence lorsqu'on se trouve au milieu de la mer, — qui borne notre vue, et où le ciel semble toucher soit l'océan, soit la terre.

L'étendue de l'horizon sensible est généralement petite; mais elle augmente à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol. Un homme de stature moyenne, debout sur la surface tranquille de la mer, voit tous les points de cette surface qui sont à moins de 5 kilomètres de lui. S'il se trouve perché à 25 mètres au-dessus des flots, son regard portera en tous sens jusqu'à 19 kilomètres. Une tour de 100 mètres permet de voir une portion de la surface terrestre qui aura un rayon de 38 kilomètres. Cette distance est doublée si la hauteur de l'observatoire est quadruplée.

L'*horizon réel* d'un lieu est le plan horizontal tangent en ce lieu à la sphère terrestre.

La *verticale* d'un lieu est la normale, c'est-à-dire la perpendiculaire, à la surface de niveau en ce lieu; elle est donnée par le fil à plomb lorsque celui-ci n'est pas dévié par l'attraction de massifs montagneux voisins. L'horizon réel (ou visuel) est aussi le plan mené perpendiculairement à la verticale du lieu et passant par ce lieu (fig. 1 et 28: HH).

L'*horizon astronomique* d'un lieu est le plan perpendiculaire à la verticale de ce lieu et passant par le centre de la Terre.

L'horizon astronomique (ou rationnel) est parallèle à l'horizon réel et distant de ce dernier de la longueur d'un rayon terrestre. Prolongé de toutes parts, il partage la sphère céleste en deux hémisphères, dont un seul est visible pour l'habitant du lieu (fig. 1 et 28 : H'H').

Le *zénith* d'un lieu est le point de la voûte céleste où la verticale de ce lieu prolongée vers le haut atteint cette voûte (fig. 1, 3 et 29).

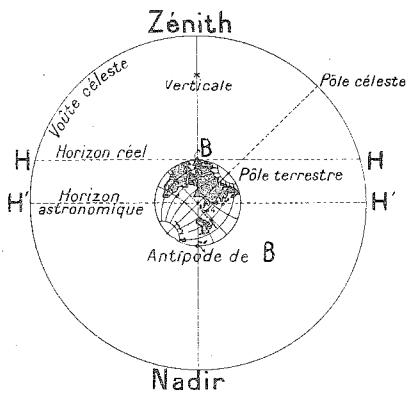


Fig. 1. — Horizon.

Le *nadir* d'un lieu est le point de la voûte céleste où aboutit la verticale de ce lieu prolongée à travers la Terre (fig. 1).

L'*antipode* d'un lieu est le point situé dans l'hémisphère opposé, où aboutit la verticale de ce lieu (fig. 1).

L'horizon, la verticale, le zénith, le nadir et l'antipode varient nécessairement d'un point à l'autre de la surface terrestre.

Les points cardinaux; les points intermédiaires. — L'horizon comprenant une infinité de points et de directions, il était nécessaire d'en fixer un certain nombre comme points de repère; on les a déterminés d'après la position du Soleil à midi. Les quatre principaux, appelés *cardinaux*, sont : le sud (S.), le nord (N.), l'est (E.) et l'ouest (W.).

Le *sud* ou le *midi* est le point vers lequel le Soleil nous apparaît à midi. — Le *nord* est le point opposé au sud; on l'appelle aussi *septentrion*, à cause des sept étoiles de la Petite Ourse qui se montre dans cette direction, et dont l'une est dite Étoile polaire. — L'*est* est le point de l'horizon qui se trouve exactement à notre droite lorsque nous regardons vers le nord; on l'appelle aussi *orient* ou *levant*, parce qu'il coïncide, le 21 mars et le

23 septembre, avec le point de l'horizon où le Soleil nous paraît se lever (voir fig. 3). — L'*ouest* est le point opposé à l'est; il est dénommé aussi *occident* ou *couchant* parce qu'il coïncide plus ou moins, suivant le moment de l'année, avec le point où le Soleil paraît se coucher (voir fig. 3). — Le Soleil, dans nos régions, semble se lever le 21 juin presque au nord-est, tandis que, vers le 21 décembre, il se lève presque au sud-est.

Quatre points intermédiaires ou *collatéraux* ont été déterminés entre les points cardinaux; ce sont : le nord-est (N.-E.) entre le N. et l'E.; le sud-est (S.-E.) entre le S. et l'E.; le sud-ouest (S.-W.) entre le S. et l'W.; le nord-ouest (N.-W.), entre le N. et l'W.

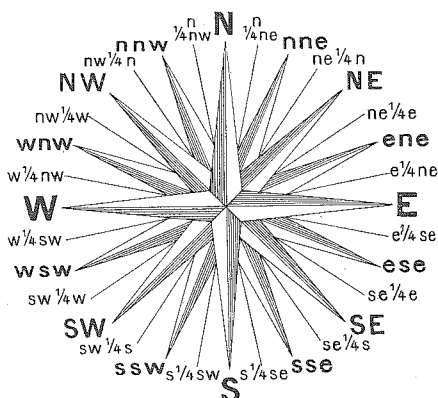


Fig. 2. — La rose des vents.

Entre les huit points ainsi obtenus, on a déterminé de nouvelles divisions : N.-N.-E.; S.-S.-E.; etc. Tous ces points et directions sont représentés dans leur ensemble par une figure qu'on appelle *rose des vents* (fig. 2). — Dans la rose des vents, comme sur les cartes géographiques, le N. se place en haut.

Orientation. — S'orienter, c'est déterminer dans quelle direction se trouve l'orient ou l'est; c'est aussi déterminer, pour l'endroit où l'on est, la position d'un point cardinal quelconque. Le jour, on peut s'orienter d'après la *position du Soleil*; la nuit au moyen de l'*étoile polaire*, en tout temps, au moyen de la *boussole*.

1° Pendant le jour, il suffit de planter un bâton verticalement dans le sol bien horizontal, et de marquer de temps à autre l'endroit atteint par l'ombre de l'extrémité supérieure du bâton. On aura ainsi une suite de points. Si l'on rejoint par une droite l'extrémité inférieure du bâton et le point qui en est le moins distant (minimum d'ombre), cette droite sera approximativement une ligne S.-N., le sud étant vers le bâton (voir fig. 21). — On arrive au même résultat en constatant la direction du Soleil au moment où il est le plus haut sur l'horizon, ou le plus près du zénith de l'endroit où l'on se trouve (fig. 3 et 29).

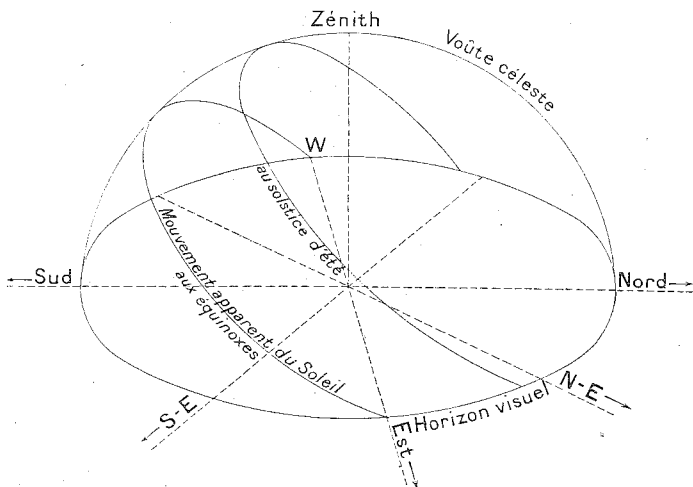


Fig. 3. — Orientation d'après la position du Soleil.

A l'aide d'une montre donnant l'heure locale, on obtient encore une détermination approximative (d'autant plus exacte qu'on s'en sert à un moment de la journée plus rapproché de midi et à un moment de l'année proche des équinoxes); on la place horizontalement de manière que la petite aiguille soit dans la direction du Soleil, ou que l'ombre du pivot se projette sur la prolongation de la petite aiguille; le milieu entre la direction de l'aiguille des heures et le chiffre XII du cadran indique le sud.

2° Pendant la nuit, on s'oriente au moyen de l'étoile polaire qui indique le nord. Pour la découvrir, on cherche d'abord la brillante constellation de la Grande Ourse composée de sept étoiles dont quatre figurent un quadrilatère — les quatre roues d'un chariot — et dont les trois autres forment une ligne légèrement brisée — le timon du char; — sur une droite passant par les deux roues d'arrière du char, et cela à partir de la roue d'arrière de

droite, on reporte cinq fois la distance entre ces deux roues ; et l'on arrive à une étoile particulièrement éclatante : c'est l'Étoile polaire qui est elle-même la septième d'une constellation dite la Petite Ourse, dont la forme

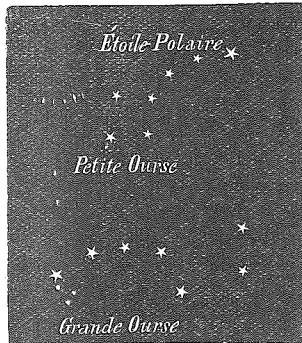


Fig. 4. — La Grande Ourse et l'Étoile polaire.

rappelle celle de la Grande Ourse ; mais les étoiles qui la composent sont disposées en sens opposé (fig. 4). — L'Étoile polaire est actuellement à $1^{\circ} 10'$ du nord vrai ; il y a 2000 ans, elle en était éloignée d'environ 12° .

3° En tout temps, on peut s'orienter au moyen de la boussole, instrument indispensable pour les marins, les mineurs et les explorateurs. La boussole

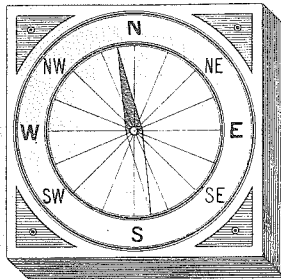


Fig. 5. — Une boussole.

consiste en une aiguille aimantée tournant librement sur un pivot fixé au centre de la rose des vents (fig. 5). L'aiguille aimantée a la propriété de se diriger constamment vers le pôle magnétique nord ; dans notre pays,

elle dévie de la direction du nord vrai, un peu vers l'ouest. Cette déviation, variant suivant les endroits et les années, s'appelle la *déclinaison magnétique*; c'est l'angle formé par la direction du nord vrai et par la direction du nord magnétique donnée par la boussole. Ainsi la déclinaison est : à Bruxelles, de 15° W. ; à Moscou, de 2° E. ; à Dublin, de 20° W.

Les moyens d'orientation signalés ci-dessus sont utilisables dans nos régions et dans la zone tempérée N. — L'orientation au moyen de la boussole peut se faire partout, mais il faut corriger les indications données par l'aiguille aimantée au moyen des tables de la déclinaison magnétique ou au moyen de cartes signalant les méridiens magnétiques ou lignes isoclines qui ne sont, presque nulle part, parallèles aux méridiens géographiques ; l'orientation au moyen de l'étoile polaire n'est pas possible dans l'hémisphère S. où l'on détermine le sud au moyen d'une autre étoile ; l'orientation au moyen de la position du Soleil et au moyen de la montre est utilisable ailleurs aussi, mais il faut opérer quelquefois différemment.

II. — L'UNIVERS ¹.

Le ciel. — Si, par une belle journée, nous levons les yeux vers le ciel, il nous apparaît comme une immense voûte azurée où brille un radieux *Soleil*.

Celui-ci s'est annoncé, dès le matin, par les premières lueurs de l'*aube* ou de l'*aurore* : il s'est élevé ensuite graduellement sur l'horizon pour atteindre, au milieu du jour, ou à *midi*, le point le plus élevé de sa course. Puis, continuant à décrire la courbe régulière d'un arc de cercle, il descend vers l'horizon ; il disparaît le soir à l'occident, laissant après lui les clartés de plus en plus faibles du *crépuscule*.

A peine les dernières lueurs du jour se sont-elles effacées que nous voyons apparaître les *étoiles*, sur toute l'étendue du firmament.

Les étoiles sont des corps célestes, qui nous semblent des points lumineux et scintillants, et que le vif éclat du Soleil avait dérobés à notre vue pendant la journée (fig. 6). Elles se montrent innombrables et de nuances variées,

¹ Les quelques renseignements généraux donnés dans ce chapitre permettront de situer la Terre dans l'Univers ; voir en appendice : *Éléments de cosmographie*.

et l'on peut, au moyen du télescope, en observer des quantités incalculables sur un espace relativement restreint.

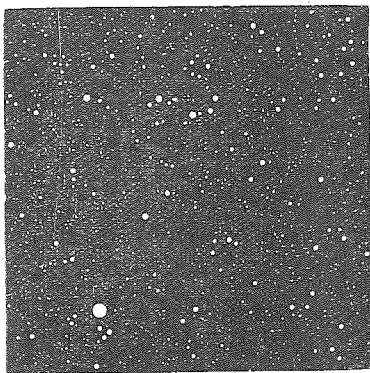


Fig. 6. — Portion du ciel étoilé, vue au télescope.

Entre tous les astres de la nuit, on distingue la *Lune*.

La Lune se montre à nos yeux tantôt sous la forme d'un disque lumineux, tantôt sous celle d'un croissant plus ou moins échancré. Sa lumière n'est pas scintillante comme celle du Soleil et des étoiles; elle est douce, tranquille et comme cendrée.

Nous apercevons aussi des taches irrégulières; ce sont les *nébuleuses* et les *amas d'étoiles*.

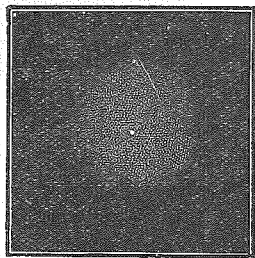


Fig. 7. — Un amas d'étoiles.

Les nébuleuses nous apparaissent en divers points du ciel étoilé semblables à de petits nuages blanchâtres; les amas d'étoiles sont des étoiles très rapprochées les unes des autres, et que l'on ne peut distinguer séparément à l'œil nu (fig. 7).

La *voie lactée*, cette immense raie blanchâtre qui traverse la voûte céleste, est composée d'étoiles, de beaucoup d'amas d'étoiles et de quelques nébuleuses; elle renferme des millions d'étoiles (fig. 8).

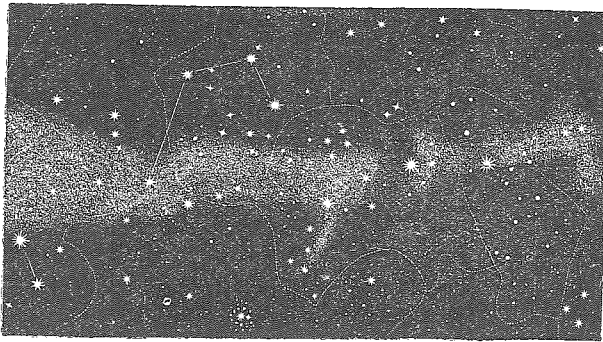


Fig. 8. — Une partie de la voie lactée.

Mouvements des astres. — Tous ces corps célestes semblent tourner autour de la Terre, d'où nous les observons, dans l'espace de 24 heures.

Mais ce n'est qu'une illusion des sens, semblable à celle que nous éprouvons parfois lorsque nous sommes en wagon ou en bateau : nous nous croyons immobiles en voyant fuir dans une direction contraire à la nôtre les objets qui bordent la voie ferrée ou la rivière.

Ce qui est réel, c'est que la Terre tourne sur elle-même en 24 heures, mouvement de *rotation* diurne, et qu'elle est animée

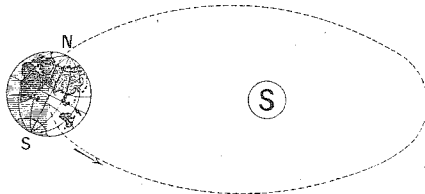


Fig 9. — Mouvement de la Terre autour du Soleil.

d'un autre mouvement, celui de *révolution* ou de translation autour du Soleil, qui s'accomplit entièrement en une année.

Dans son mouvement autour du Soleil, la Terre est accompagnée d'un *satellite*, qui est la Lune; elle tourne autour de la Terre en 27 jours.

Comme nous sommes sur un point fixe de la surface terrestre, nous passons successivement, en un jour, devant tous les astres occupant, dans la voûte céleste, la bande circulaire que nos yeux peuvent embrasser.

Pendant son trajet annuel, notre globe décrit une ellipse presque circulaire, qui est l'*orbite* de la Terre (fig. 9).

Mais la Terre n'est point le seul globe qui circule autour du Soleil. Plusieurs autres, les uns plus petits, les autres beaucoup

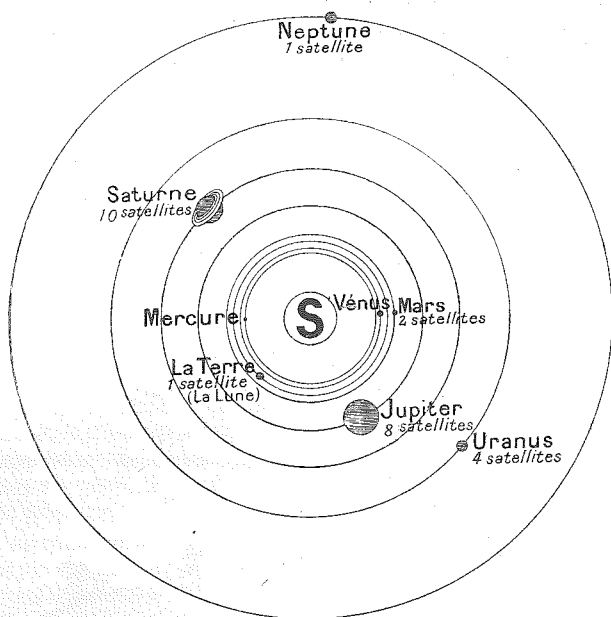


Fig. 10. — Le monde solaire.

plus gros que notre sphère, décrivent autour de l'énorme foyer solaire, des orbites semblables à celle de la Terre.

On désigne ces globes sous le nom de *planètes*. Quelques-unes d'entre elles sont accompagnées, comme la Terre, de satellites ou lunes, qui

tourment autour des planètes, en même temps que celles-ci opèrent leur révolution autour du Soleil.

Le monde solaire. — L'ensemble du Soleil, des planètes et de leurs satellites, forme notre système planétaire ou *le monde solaire* (fig. 10).

Les planètes, étant opaques comme la Terre, ne brillent que par la lumière du Soleil ; en nous renvoyant cette lumière, elles nous apparaissent, dans leur éloignement, comme des lunes très petites : elles n'émettent pas des rayons scintillants comme le soleil et les étoiles.

L'Univers. — Le monde solaire, avec son foyer central de lumière et de chaleur, avec ses planètes circulant à des millions de lieues de ce foyer, ne constitue qu'une partie à peine appréciable de l'*Univers*. Une foule de mondes semblables errent à travers l'espace.

Chaque étoile que nous apercevons au ciel est un soleil pareil au nôtre, émettant comme lui des rayons lumineux, et possédant aussi, sans doute, son petit monde planétaire. — La Terre et le Soleil sont des grains de sable perdus dans l'espace, et des milliards d'autres globes planent, comme le nôtre, à des distances incalculables dans les profondeurs du ciel.

III. — LA TERRE.

Forme de la Terre. — A première vue, il semble que la Terre soit plate dans toute son étendue. Mais il n'en est pas ainsi : la Terre est ronde.

C'est une boule énorme sur laquelle nous marchons : c'est pourquoi l'horizon visuel a la forme d'un cercle.

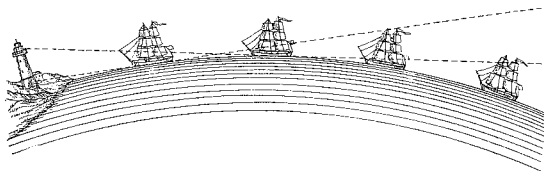


Fig. 11. — Une preuve de la sphéricité de la Terre.

Les principales preuves de la sphéricité de la Terre sont :

1^o La *courbure de la surface des mers* (fig. 11). Elle est attestée par l'observation d'un navire qui s'éloigne de la côte vers l'horizon, ou qui, de

la haute mer, s'approche du rivage. Si l'on suit des yeux un navire qui s'éloigne, on en voit d'abord disparaître la partie inférieure, puis les voiles ou les cheminées, enfin la mâture. Si la Terre était plate, c'est la coque du navire, c'est-à-dire la masse la plus considérable et la plus apparente, que l'on apercevrait en dernier lieu. — L'inverse se produit lorsque le navire arrive de la haute mer vers la côte : la voileure se projette d'abord à l'horizon, la coque ne devient visible qu'ensuite. — Ces différents aspects ne peuvent s'expliquer que par la convexité de la surface des mers, qui interpose, entre l'œil du spectateur et l'objet en vue, le point culminant de la courbure où le rayon visuel est tangent à la surface de l'eau.

2° *La courbure de la surface des terres.* On peut la constater par l'observation du lever et du coucher du Soleil, sur les montagnes. Ses premiers rayons illuminent, le matin, le sommet avant de descendre graduellement jusqu'à la base; de même, le soir, ses dernières lueurs éclairent encore les hautes cimes quand déjà elles se sont retirées des parties inférieures. — Si la Terre était plate, la lumière solaire apparaîtrait ou disparaîtrait en même temps sur tous les points de la montagne.

3° *Les voyages de circumnavigation.* Parti d'Espagne en 1519 et naviguant vers l'W., Sébastien del Cano, membre de l'expédition de Magellan, revint à son point de départ en 1522, après avoir traversé les trois océans équatoriaux et contourné l'Amérique et l'Afrique. Depuis, de nombreux voyageurs, marins, explorateurs, etc., en avançant dans le même sens, soit vers l'E., soit vers l'W., ont effectué le tour du monde.

4° *L'ombre circulaire de la Terre sur la Lune pendant une éclipse.* Lors des éclipses de Lune, l'ombre projetée par la Terre sur la Lune est toujours une portion de cercle; donc le corps qui la produit est une sphère.

5° *L'analogie avec les autres astres.* Tous les astres que nous pouvons observer ont une forme sphérique. Pourquoi la Terre ferait-elle exception? Celle-ci était d'ailleurs à l'origine une énorme masse de matières en fusion; et comme tous les liquides librement suspendus dans l'espace, comme les gouttes de rosée, de pluie ou de mercure, elle affecta naturellement la forme sphérique.

6° *Le changement de position des astres au-dessus de l'horizon.* Si un voyageur s'avance du N. au S., il verra successivement disparaître sous l'horizon les étoiles de l'hémisphère boréal, et d'autres étoiles se montrer dans la direction du S. Ce fait ne peut s'expliquer que par la convexité de la Terre. — Cette preuve peut aussi s'énoncer : la hauteur de l'étoile polaire augmente au fur et à mesure que, partant de l'équateur, on s'avance vers le pôle Nord le long d'un méridien; dans la zone équatoriale, l'étoile polaire apparaît à l'horizon; au pôle Nord, elle apparaît au zénith.

7° *L'expérience de Plateau,* démontrant la rotation de la Terre (voir p. 24), prouve en même temps la sphéricité de notre globe.

Cependant la Terre n'est pas exactement sphérique : elle est légèrement aplatie aux pôles et renflée à l'équateur; c'est un *ellipsoïde*.

Les preuves principales de la forme ellipsoïdale de la Terre sont :

1° *L'analogie avec les autres planètes*. Les planètes qui ont pu être mieux étudiées grâce au télescope, présentent, notamment Jupiter, un renflement à l'équateur et un aplatissement aux pôles.

2° *L'expérience de Plateau* démontrant la rotation de la Terre (voir p. 24), prouve en même temps que sa sphéricité n'est pas absolue, qu'il y a aplatissement aux pôles; fait que confirme d'ailleurs une loi de la Physique : tout corps qui est animé d'un mouvement de rotation sur lui-même développe perpendiculairement à son axe une force centrifuge qui a pour effet de raccourcir cet axe et d'éloigner de lui les parties qui tournent le plus vite, celles situées dans les environs de l'équateur.

3° *La mesure d'un arc de méridien*. Si la Terre était exactement sphérique, deux arcs de méridien mesurés à l'équateur et plus au N., et d'un même nombre de degrés, auraient exactement la même longueur. Or, on a vérifié, par des mesures faites avec une précision mathématique, qu'il n'en était pas ainsi : la longueur d'un degré de méridien au pôle est de 144 Km. 699, et du même degré à l'équateur de 110 Km. 567; la longueur d'un méridien, c'est-à-dire d'une ellipse passant par les deux pôles, est de 67 Km. plus courte que la longueur de l'équateur.

En réalité, la Terre est le *géoïde*, c'est-à-dire le corps sphérique dont la surface est celle de l'ensemble des océans, en supposant ceux-ci réunis par de larges canaux qui couperaient en tout sens les terres émergées, et en faisant abstraction des marées.

L'écart entre la surface du géoïde et celle de l'ellipsoïde (forme mathématique de la Terre), n'est nulle part de plus de 200 mètres.

Dimensions de la Terre. — La Terre étant un ellipsoïde, les rayons partant du centre vers la périphérie n'ont pas partout la même longueur.

On admet aujourd'hui les dimensions suivantes (fig. 12) :

Rayon polaire (du centre au pôle)	6.356 Km.
Rayon équatorial (du centre à l'équateur)	6.377 Km.
Équateur	40.070 Km.
Méridien	40.003 Km.
Rayon moyen	6.366 Km.
Superficie	510 millions de Km ² .
Volume	1.083 milliards de Km ³ .

L'aplatissement aux pôles est d'environ $\frac{1}{300}$ du diamètre terrestre : de sorte que, sur une sphère de 3 mètres de diamètre, on pourrait le rendre par un aplatissement d'un centimètre.

Les chaînes de montagnes qui sillonnent les diverses contrées du globe, ne détruisent nullement la sphéricité de celui-ci, car les plus élevées d'entre elles, sur la masse énorme de la Terre, font l'effet de petites bosselures.

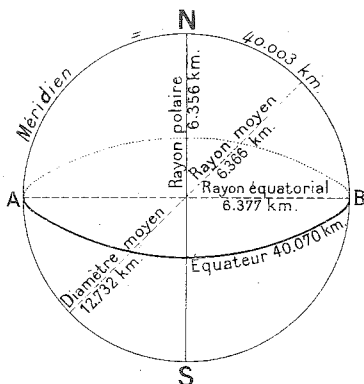


Fig. 12. — Dimensions de la Terre.

Ainsi la plus haute montagne du globe, ayant moins de 10 Km. de hauteur, n'atteint pas $\frac{1}{1300}$ du diamètre de la Terre. Si donc celle-ci était représentée par une sphère de 1 m. 30 de diamètre, la plus haute montagne du globe serait figurée par un grain de sable de moins d'un millimètre de hauteur, assurément imperceptible sur cette sphère.

La distance du Soleil. — La Terre est à trente millions de lieues du Soleil, et la lumière solaire franchit cette distance en 8 minutes et 13 secondes.

Le Soleil est à la fois le flambeau qui nous éclaire et le foyer qui nous réchauffe; il nous envoie la lumière et la chaleur, sans lesquelles la vie est impossible. Le Soleil est une énorme sphère, composée de matières incandescentes, d'un volume 1.300.000 fois notre globe. S'il nous apparaît dans des proportions fort restreintes, c'est à cause de la distance énorme qui nous en sépare.

Mouvements de la Terre. — La Terre est animée de deux mouvements principaux : l'un, de *rotation* sur elle-même; l'autre, de *révolution* autour du Soleil.

Ces deux mouvements peuvent être comparés à ceux d'une personne, ou d'une toupie, qui suivrait, tout en tournant sur elle-même, une courbe peu allongée tracée sur le sol; ou à ceux d'un couple de valseurs tournoyant autour d'une table en forme d'ellipse presque circulaire.

Mouvement de rotation diurne. — La Terre tourne sur elle-même en 24 heures, d'occident en orient; c'est pourquoi la voûte céleste nous apparaît comme se déplaçant d'orient en occident. Son mouvement de rotation est uniforme : tous les points de sa surface, sauf les pôles, font un tour complet autour de l'axe en 24 heures, mais ils parcourent des longueurs différentes en un même temps; à l'équateur, la vitesse est de 464 m. à la seconde; elle diminue à mesure que l'on s'avance vers les pôles; au 50^e parallèle, comme en Belgique, elle est encore d'environ 300 m. par seconde; aux pôles, elle est nulle.

Si nous ne nous rendons pas compte de cette vitesse, c'est que la Terre se meut dans l'espace sans secousse ni trépidation, et que tout ce qui se trouve sur la Terre, autour de nous, se meut avec la même rapidité.

Les principales preuves de la rotation de la Terre sont :

1^o *Volume des astres.* Il est inadmissible que des globes, comme le Soleil qui est 1.300.000 fois plus gros que la Terre, comme les planètes dont plusieurs sont plus volumineuses que notre globe, et les millions d'étoiles fassent en 24 heures le tour d'une planète secondaire.

2^o *Vitesses.* Il est impossible que les astres accomplissent en un temps si court le tour de la Terre : le Soleil et les planètes devraient alors se mouvoir avec des vitesses de 2.000 à 25.000 lieues par seconde; et les étoiles les plus rapprochées devraient parcourir plus de 450 millions de lieues par seconde, avec une vitesse 7500 fois plus grande que celle de la lumière.

3^o *Durée uniforme.* Le temps nécessaire pour ces trajets devrait être, pour tous les astres, rigoureusement égal à 24 heures : de sorte que la marche des millions de globes qui circulent dans l'espace serait réglée uniquement d'après notre petite planète.

4^o *Analogie avec les autres planètes.* Les observations astronomiques nous montrent toutes les planètes animées d'un mouvement de rotation; le Soleil est aussi soumis à semblable rotation. Il serait invraisemblable que la Terre seule restât immobile et fit exception à cette règle commune.

5^o *Expérience de Plateau.* Plateau, célèbre physicien belge, prouva expérimentalement, en même temps que la sphéricité, la rotation de la Terre. Ayant projeté une certaine quantité d'huile dans un mélange d'eau et

d'alcool, d'une densité égale à celle de l'huile, celle-ci, demeurant librement suspendue dans ce liquide, prit la forme sphérique d'une goutte de rosée. Puis, au moyen d'une tige traversant le globule d'huile, Plateau imprima à celui-ci un mouvement giratoire. Bientôt cette petite sphère s'aplatit aux pôles, se renfla à l'équateur, d'où se détachèrent même de petites gouttes d'huile qui, tout en tournant sur elles-mêmes se mirent à circuler autour de la masse principale comme de petites planètes.

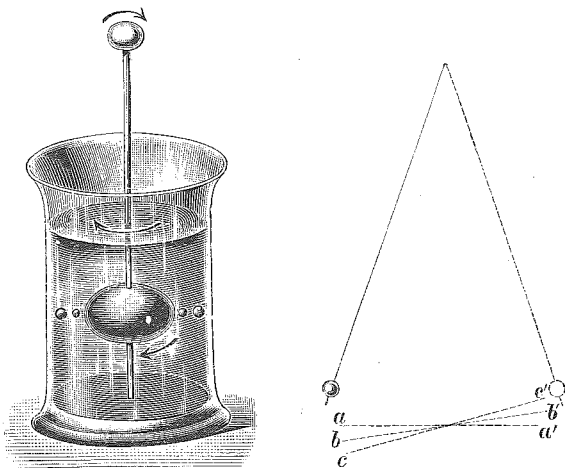


Fig. 13. — Expériences de Plateau et de Foucault.

6° *Expérience de Foucault.* Le physicien français Foucault, ayant suspendu, en 1851, un lourd pendule à la voûte du Panthéon, à Paris, à 67 m. de hauteur, le mit en mouvement. Une aiguille fixée au bout du pendule creusait un léger sillon dans le sable qui recouvrait le sol. Bientôt, les sillons successifs tracés sur le sable démontrèrent que le plan des oscillations du pendule se déplaçait par rapport au plan du premier sillon : preuve que la Terre avait tourné, car le plan d'oscillation d'un pendule est invariable. A l'équateur, il n'y aurait eu aucune déviation ; au pôle, le plan des oscillations ferait un tour entier en 24 heures.

7° *Déviation des corps qui tombent.* Si on laisse choir une balle d'une tour très haute, ou dans un puits très profond, elle ne tombera pas exactement au pied de la verticale abaissée de son point de départ ; elle en déviéra un peu vers l'est. La vitesse du point d'où tombe la balle est un peu plus grande que la vitesse du point où elle s'arrête ; la balle tombera en avant dans le sens du mouvement, donc vers l'est. Cette déviation est d'environ 3 centimètres quand la hauteur est de 100 mètres.

8° *Déviation de la trajectoire des corps en mouvement.* Un corps en mouvement horizontal S.-N. ou N.-S. sur la surface terrestre est à chaque instant dévié un tant soit peu de la direction qu'il avait précédemment. Cette déviation se fait vers la droite de la trajectoire dans l'hémisphère Nord pour les mouvements N.-S., et vers la gauche de la trajectoire dans l'hémisphère Sud pour les mouvements S.-N. Ainsi un vent régulier venant du nord dans l'hémisphère boréal déviara vers sa droite, de sorte que, entre le tropique et l'équateur, il aura une direction qui se rapprochera de la ligne E.-W.

9° *Diminution de la pesanteur apparente à mesure qu'on se rapproche de l'équateur.* Si la Terre tourne sur elle-même, les points d'un même méridien sont animés de vitesses d'autant plus grandes qu'ils sont plus près de l'équateur. Plus la vitesse augmente, plus la force centrifuge augmente aussi. L'augmentation de cette force centrifuge a pour effet de diminuer la pesanteur apparente.

10° *La forme réelle du globe.* La Terre n'est pas exactement sphérique ; c'est un ellipsoïde renflé à l'équateur et aplati aux pôles. Cette forme ellipsoïdale, comme le démontre l'expérience de Plateau, ne s'explique que si la Terre tourne sur elle-même.

Une conséquence de ce mouvement de rotation de la Terre est la *succession des jours et des nuits* sur le globe. Toujours

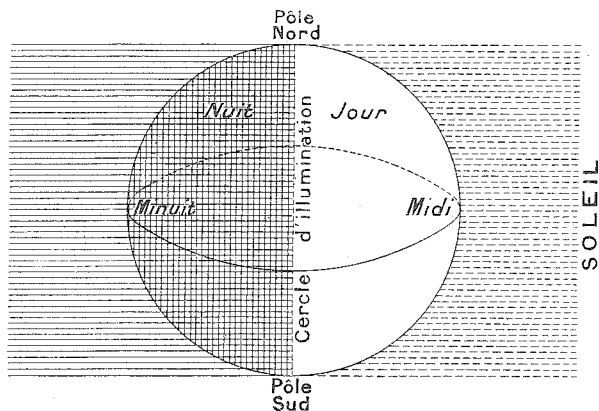


Fig. 14. — Le jour et la nuit, les 21 mars et 23 septembre.

une moitié de celui-ci se trouve éclairée par le Soleil, tandis que l'autre moitié reste dans l'ombre (fig. 14).

Le cercle formant la limite de la partie éclairée et de la partie obscure s'appelle *cercle d'illumination* (fig. 14). Si la sphère se met à tourner sur

elle-même, la lumière restant immobile, les divers points de la surface, franchissant le cercle d'illumination, passeront alternativement de l'ombre à la lumière. Ainsi en est-il de notre globe : un hémisphère terrestre est toujours éclairé tandis que l'autre est plongé dans l'obscurité : c'est le *jour* pour le premier, et la *nuit* pour le second. — Supposons un point du globe situé dans la région de l'équateur; sur les 24 heures de rotation diurne de la Terre, il y aura donc 12 heures de jour et 12 heures de nuit. Le Soleil y fera son apparition dès 6 heures du matin; à midi, il dardera ses rayons perpendiculairement sur ce point, et il disparaîtra à 6 heures du soir, remplacé par les ombres du crépuscule et de la nuit. Après 12 heures d'obscurité, divisées en deux par l'heure de minuit, les lueurs de l'aube et de l'aurore annonceront l'apparition nouvelle du jour.

L'égalité des jours et des nuits sur toute la surface du globe n'a lieu qu'à deux époques de l'année, le 21 mars et le 23 septembre. L'inégalité des jours et des nuits pendant le reste de l'année sera expliquée p. 32.

Mouvement de révolution. — En même temps qu'elle tourne sur elle-même, la Terre se meut autour du Soleil; ce mouvement de révolution, ou de translation, s'accomplit en 365 jours et 6 heures environ, suivant une ellipse presque circulaire dont le Soleil occupe un des foyers (fig. 9, 10 et 18).

Les principales preuves de la révolution de la Terre sont :

1° *Conséquence de sa rotation et de la gravitation universelle.* Tout corps librement suspendu dans l'espace et pivotant sur lui-même est entraîné en ligne droite dans le sens de sa rotation. Pour la Terre, cette direction première est modifiée par l'attraction considérable du Soleil, et il en résulte une courbe dite orbite terrestre.

2° *Analogie avec les autres planètes.* Les autres planètes accomplissent, en des temps connus, un tour complet autour du Soleil; par analogie, il doit en être de même de la Terre.

3° *Le phénomène astronomique de l'aberration.* L'aberration est le déplacement apparent d'un corps céleste fixe, lequel en une année semble se mouvoir, décrivant soit un cercle, soit une ellipse de plus en plus aplatie, ou allant et venant en ligne droite, suivant qu'il se trouve à un pôle céleste, entre ces pôles et l'écliptique, ou sur l'écliptique. Ce déplacement apparent ne peut s'expliquer que par un mouvement de translation de la Terre autour du Soleil.

La durée d'une révolution de la Terre (année sidérale; voir p. 30) est exactement de 365 jours, 6 heures, 9 minutes, 9 secondes.

Le trajet annuel décrit par la Terre autour du Soleil s'appelle l'*orbite* terrestre (fig. 10, 15, 18, 24); elle a la forme d'une ellipse peu allongée (fig. 15).

La longueur de l'orbite est évaluée à 939 millions de Km. — La Terre est à l'*aphélie* quand elle se trouve au point de l'ellipse le plus éloigné du Soleil, soit à 152 millions de Km. — Elle est au *périhélie* lorsqu'elle se trouve au point le plus rapproché du Soleil, soit à 147 millions de Km. — La distance moyenne entre le Soleil et la Terre est de 150 millions de Km.

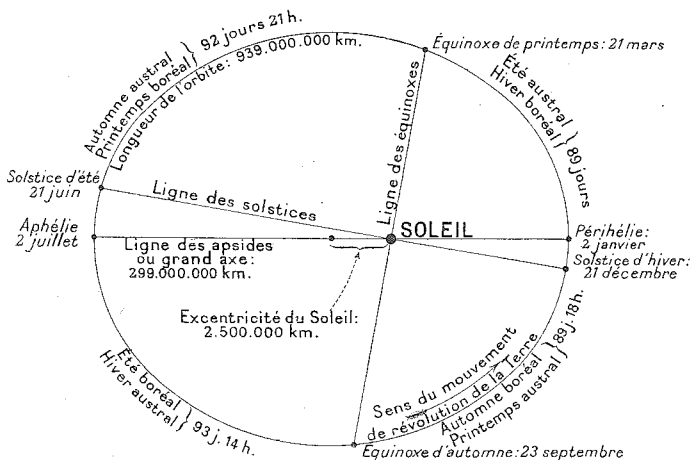


Fig. 45. — L'orbite terrestre.

ou près de 11.800 diamètres terrestres. — La vitesse de translation de la Terre n'est pas uniforme : elle augmente un peu quand elle est au périhélie, elle diminue un peu lorsqu'elle est à l'aphélie; et cela à cause de la différence d'attraction du Soleil en ces deux points; la vitesse moyenne est de 30 Km. environ par seconde. — Remarquons dès maintenant que les saisons sont de durées inégales (fig. 45).

Position de la Terre. — La Terre occupe à chaque instant une position différente de celle qu'elle avait au moment précédent : elle s'avance sur son orbite. Chaque point de la Terre prend à chaque moment une position nouvelle dans l'espace, non seulement à cause du mouvement de révolution, mais encore à cause du mouvement de rotation et à cause du mouvement de translation du système solaire tout entier.

Inclinaison de l'axe de la Terre sur l'orbite. L'axe de la Terre est incliné sur l'orbite de $66^{\circ}33'$; le plan de l'orbite terrestre fait avec le plan de l'équateur terrestre un angle de $23^{\circ}27'$; la ligne des pôles fait avec une droite

perpendiculaire sur le plan de l'orbite un angle de $23^{\circ}27'$ (fig. 16 et fig. 20). — Cet angle varie un peu chaque année : en 1750, il était de $23^{\circ}28'19''$; en 1852, de $23^{\circ}27'30''$; en 1900, de $23^{\circ}27'8''$; en 1918, il sera d'environ $23^{\circ}27'2''$. Ces variations ont une certaine importance, car elles rapprochent du parallélisme les plans de l'équateur et de l'orbite terrestre, mais elles sont en réalité minimes : la distance entre le pôle Nord et la perpendiculaire

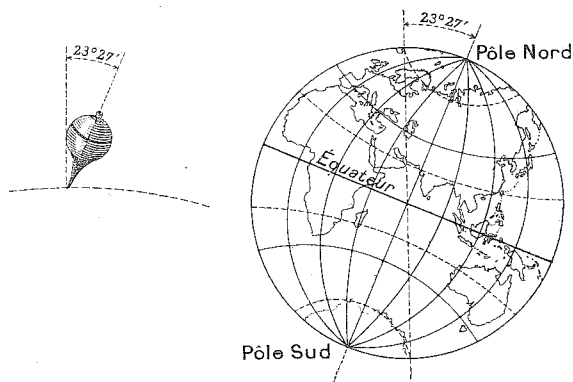


Fig. 16. — Inclinaison de l'axe de la Terre.

sur l'orbite a diminué en un siècle et demi (1750 à 1900) de 2200 mètres. Cette variation a peut-être été beaucoup plus grande dans les temps géologiques : on pourrait par là expliquer la présence, pendant l'ère quaternaire, de glaciers énormes qui s'étendaient, entre autres, de la Scandinavie jusqu'au centre de l'Allemagne.

L'*inclinaison de l'axe est constante*, c'est-à-dire que, dans toutes les positions que la Terre occupe, son axe se tient dans la même direction et reste parallèle à lui-même (voir fig. 18, p. 33), sauf la variation dont il a été fait mention ci-dessus.

L'*inclinaison et le parallélisme de l'axe de la Terre ont des conséquences importantes*. Ils permettent de se rendre compte de la cause et de la succession des saisons et de l'inégalité des jours et des nuits.

IV. — DIVISION DU TEMPS.

Divisions fondamentales. — Les unités fondamentales de temps sont le *jour* et l'*année*.

Jour sidéral; jour solaire; jour moyen. — Ces trois espèces de jours ont des durées un peu différentes.

Le jour *sidéral* ou *stellaire* est l'espace de temps qui sépare deux passages consécutifs de la même étoile au méridien.

Il est absolument invariable, comme la marche apparente des étoiles; et comme celle-ci forme la base des calculs astronomiques, le jour sidéral n'est usité que dans les observatoires. Sa durée est de 23 heures 56 m. 4 s. $\frac{1}{10}$.

Le jour *solaire* ou *vrai* est l'intervalle compris entre deux passages consécutifs du Soleil au même méridien.

Il vaut presque 4 minutes de plus que le jour sidéral, puisque le Soleil retarde chaque jour d'environ 1° ou 4 minutes, sur la marche des étoiles. Sa durée est de 24 heures, en moyenne. Mais il varie d'un jour à l'autre, à cause de la variation de vitesse de translation de la Terre dans le cours d'une année. Comme il serait impossible de faire marquer ces fréquents changements par les montres et les horloges, on a recours au jour moyen.

Le jour *moyen* ou *civil* est celui qui est marqué par une horloge parfaitement réglée de manière à compenser entre elles les inégalités des jours solaires. Il se divise en 24 heures, comprenant chacune 60 minutes, divisées elles-mêmes en 60 secondes.

Le jour moyen a donc exactement la même durée pendant tout le cours d'une année : 365 fois ce jour moyen représentent la même durée que 365 jours solaires consécutifs. — Le jour civil commence à minuit et comprend deux divisions de 12 heures chacune, une qui contient la moitié de la nuit et le matin, l'autre le soir et la seconde moitié de la nuit. Dans certains pays, on a pris l'habitude de compter les heures de 0 à 24, en commençant à minuit. Les astronomes font commencer le jour à midi, et comptent les heures de 0 à 24.

Année sidérale; année tropique; année civile. — Ces trois espèces d'années ont des durées un peu différentes.

L'année *sidérale* ou *stellaire* est le temps qui s'écoule entre deux coïncidences consécutives du centre du Soleil avec une même étoile fixe.

Elle a une durée de 365 jours 6 h. 9 m. 9 s.

L'année *tropique* ou *vraie* est le temps qui s'écoule entre deux équinoxes consécutives de printemps; ou mieux c'est le temps au bout duquel la Terre et le Soleil se retrouvent exactement dans la même position l'un par rapport à l'autre.

Sa durée moyenne est de 365 jours 5 h. 48 m. 45 s. $\frac{5}{10}$. Il a fallu établir une moyenne de durée de l'année tropique, parce que les points équinoxiaux ne sont pas absolument fixes dans l'espace (voir p. 34).

L'année *civile* a pour durée un nombre entier de jours ; si elle comprend 365 jours, elle est dite année commune ; si elle renferme 366 jours, elle est appelée bissextile.

Le calendrier. — Il est cependant nécessaire de faire concorder l'année civile avec l'année tropique, à cause du retour périodique des saisons et des phénomènes qu'elles amènent dans la nature : de là, des règles relatives au compte des années. Leur ensemble constitue le calendrier.

La plupart des peuples de l'antiquité admettaient que 365 jours moyens formaient une année. Mais, en négligeant de tenir compte de la différence entre l'année tropique (365 j. 5 h. 48 m. 45 s. $\frac{5}{10}$) et l'année civile (365 j.), il se produisit bientôt de telles perturbations dans le calcul des années, que les saisons et leurs phénomènes climatiques avaient changé de mois.

Le calendrier Julien. Jules César, aidé de l'astronome Sosigène, d'Alexandrie, porta remède à cette situation et décida : 1^o que l'année 45 av. J.-C. serait augmentée de 85 jours, pour ramener le commencement du printemps en concordance avec l'équinoxe ; 2^o que l'excès de l'année tropique sur l'année civile, un peu moins de 6 heures ou un quart de jour environ, formerait, au bout de 4 années, un jour supplémentaire. Les années auxquelles on ajoutait ce jour s'appelèrent bissextiles. Cette réforme fut adoptée par le Concile de Nicée, en 325, et le calendrier Julien régla dès lors l'année chrétienne. La durée moyenne de l'année julienne était donc de 365 jours 6 heures.

Le calendrier Grégorien. Mais cette correction devint, à la longue, insuffisante, car, en donnant à l'année moyenne 365 j. 6 h., on la faisait trop longue de 11 m. 14 $\frac{1}{2}$ secondes : ce qui amenait une erreur d'un jour au bout de 129 ans, soit environ 3 jours en 4 siècles. En 1582, cette erreur était déjà de 10 jours, et l'équinoxe de printemps, qui n'aurait dû arriver que le 21 mars, se présentait dès le 11. — C'est ce qui décida le pape Grégoire XIII à opérer une nouvelle réforme consacrée par le calendrier Grégorien. Il fut d'abord résolu que le lendemain du 4 octobre 1582 serait le 15 octobre et non le 5. Puis, pour l'avenir, on convint que, sur 4 années séculaires qui auraient dû être bissextiles, une seule le serait : celle dont les deux chiffres de gauche du millésime forment un multiple de 4. Ainsi 1600 et 2000 sont bissextiles ; 1700, 1800 et 1900 sont années communes. On supprime ainsi, sur une période de 400 ans, les 3 jours comptés en trop par le calendrier Julien, suivi naguère encore par les Russes et les Grecs, dont l'année était en retard de 13 jours sur la nôtre.

Longueur maxima des jours. — La différence de longueur des jours et des nuits, à peine sensible dans les régions équatoriales, augmente à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur (fig. 17); c'est une conséquence du parallélisme de l'axe terrestre et de son inclinaison sur le plan de l'orbite.

Ainsi, dans nos contrées, nous avons des jours, en été, et des nuits, en hiver, de 16 heures, auxquels correspondent des nuits et des jours de 8 heures. — Au delà des cercles polaires, le Soleil, en été, reste visible de plus en plus longtemps, décrivant au-dessus de l'horizon, un cercle entier dans l'espace de 24 heures, et recommençant aussitôt; c'est le soleil de minuit. — A la Nouvelle-Zemble, le plus long jour et la plus longue nuit

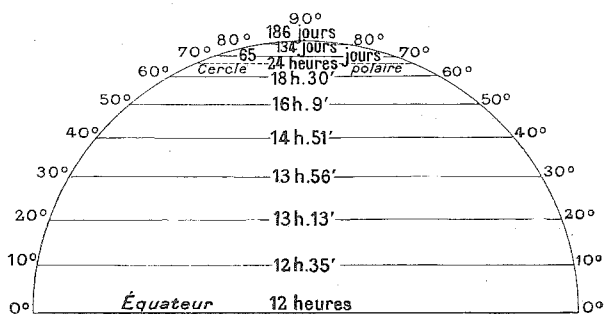


Fig. 17. — Longueur maxima des jours dans l'hémisphère Nord.

durent au moins dix semaines, et au Spitzberg près de quatre mois. — Enfin, aux deux pôles, le Soleil reste six mois au-dessus de l'horizon, pour disparaître pendant les six autres mois de l'année (exactement : pendant 186 jours il est visible du pôle Nord, et pendant 179 jours du pôle Sud).

Inégalité des jours et des nuits. — Dans la position que la Terre occupe sur son orbite, le 21 mars, les points de l'équateur terrestre reçoivent perpendiculairement les rayons du Soleil, et les points également distants de cet équateur, des rayons également obliques par rapport à l'horizon : c'est l'*équinoxe de printemps* (fig. 18 et 19).

Les habitants des régions équatoriales voient, à midi, le Soleil au zénith. Les habitants des régions tempérées N. et S. reçoivent la même quantité de lumière, et aux deux pôles, le Soleil reste sur l'horizon (fig. 14). Les jours et les nuits sont de durées égales sur toute la Terre.

Mais, à partir du lendemain, grâce au mouvement de révolution de la Terre et à l'inclinaison de l'axe, les rayons du Soleil tombent perpendiculairement sur des points situés de plus en plus au N. de l'équateur. Le 21 juin, ils sont parallèles à la verticale des lieux situés par $23^{\circ}27'$ de lat. N. : c'est le *solstice d'été*, et l'hémisphère N. a ses jours les plus longs.

Les habitants de l'hémisphère boréal voient, du 21 mars au 21 juin, le Soleil s'élever chaque jour davantage au-dessus de l'horizon, et le 21 juin ils l'aperçoivent au plus haut point de sa course annuelle (fig. 3 et 29). Depuis le 21 mars, le pôle N. n'a pas cessé d'être éclairé, tandis que, depuis la même

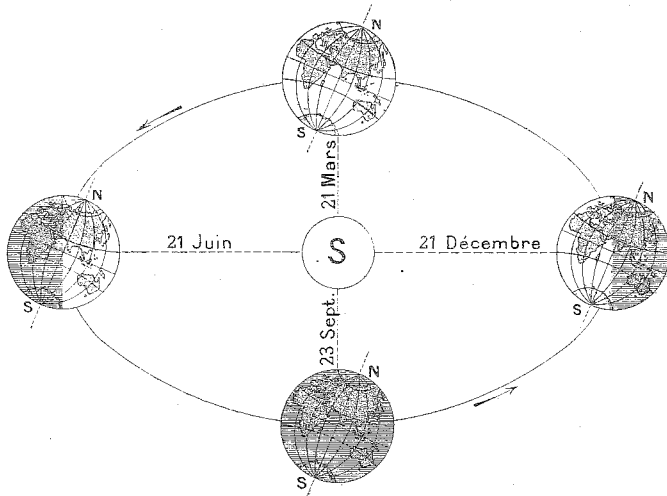


Fig. 48. — Les saisons; le parallélisme de l'axe terrestre.

date, le pôle S. est dans l'ombre. Les habitants de la zone tempérée Sud voient le Soleil, le 21 juin, au plus bas de sa course annuelle, sont alors au commencement de l'hiver et ont les jours les plus courts.

La Terre a parcouru, à ce moment, le quart de son orbite, même un peu plus; elle accomplit un nouveau quart de son trajet annuel du 21 juin au 23 septembre; à cette dernière date, c'est l'*équinoxe d'automne* (fig. 48 et 19).

Les habitants de l'hémisphère Nord ont vu le Soleil chaque jour un peu plus éloigné du zénith, tandis que ceux de l'hémisphère austral le voient s'élever toujours davantage au-dessus de l'horizon. Au 23 septembre, la Terre occupe, par rapport aux rayons solaires, une position analogue à celle qu'elle avait le 21 mars, et de nouveau il y a égalité de longueur des jours et des nuits sur toute la Terre (fig. 14).

A partir du 23 septembre, la Terre commence à parcourir la seconde moitié de son orbite; l'axe terrestre se maintenant toujours dans la même direction, les rayons solaires vont tomber d'aplomb sur des points situés de plus en plus au sud de l'équateur, et cela jusqu'au 21 décembre, jour où ils seront perpendiculaires au plan de l'horizon pour les endroits situés à 23°27' au sud de l'équateur : c'est alors le *solstice d'hiver* (fig. 15 et 18).

Le Soleil est alors au plus haut de sa course annuelle pour les habitants de l'hémisphère austral et le pôle Sud n'a pas cessé depuis trois mois d'être éclairé, tandis que le pôle Nord est dans la nuit depuis trois mois; pour les habitants de nos contrées, le Soleil est au plus bas de sa course (fig. 29, p. 44).

La Terre parcourt, du 21 décembre au 21 mars, le dernier quart de son orbite, et, le 21 mars, elle se retrouve dans une position analogue à celle qu'elle avait un an plus tôt.

Pendant cette période, les jours diminuent pour les habitants de l'hémisphère Sud et ils augmentent pour ceux de l'hémisphère Nord; les rayons solaires tombent perpendiculairement sur des points de plus en plus rapprochés de l'équateur, et, le 21 mars, il y a de nouveau égalité parfaite de durée des jours et des nuits sur toute la Terre.

Précession des équinoxes. — Les points occupés sur l'orbite par la Terre, au moment des solstices, ne coïncident pas avec les points où la Terre est au périhélie et à l'aphélie : elle est au solstice d'hiver quelques jours avant d'être au périhélie. La distance qui sépare le solstice d'hiver du périhélie augmente chaque année : d'une part, à cause de la précession des équinoxes qui est un mouvement entraînant le plan de l'orbite terrestre à l'égard du plan de l'équateur, ou vice-versa, de 50 secondes d'arc annuellement; d'autre part, à cause du déplacement de la ligne des apsides ou d'un mouvement de l'orbite dans son plan, de 12 secondes d'arc par an. La variation totale est de 62 secondes annuellement. La précession des équinoxes et l'excentricité du Soleil (fig. 15) expliquent les différences de température et de longueur d'une même saison dans les deux hémisphères; nous y reviendrons dans le paragraphe *les Saisons*, p. 176.

V. — LIGNES ET CERCLES DE LA SPHÈRE.

Axes et pôles. — Dans son mouvement journalier de rotation, la Terre tourne autour d'une ligne imaginaire ou *axe*, qui est un diamètre de la sphère (fig. 19 et 20).

Cet axe a une longueur de 12.712 Km.; il n'est pas perpendiculaire au plan de l'orbite, mais incliné sur ce plan (fig. 16 et 20).

Les endroits où cet axe traverse la surface terrestre se nomment *pôles* : l'un est le pôle Nord, boréal ou arctique; l'autre le pôle Sud, austral ou antarctique.

Ce sont les deux seuls points de la surface terrestre qui soient immobiles pendant le mouvement de rotation.

Grands cercles; petits cercles. — La Terre ayant la forme sphérique (ellipsoïde), on indique la position des divers points de sa surface en supposant celle-ci divisée en sections régulières, ou trapèzes sphériques, par des lignes courbes appelées cercles. — Sur une sphère quelconque, on peut tracer des grands et des petits cercles. Les *grands cercles* sont ceux qui ont pour centre le centre de la sphère, et partagent celle-ci en deux parties égales ou hémisphères (fig. 19). Ce sont aussi les traces laissées sur la surface de la sphère par des plans passant par le centre de la sphère. — Les *petits cercles* sont ceux qui n'ont pas pour centre le centre de la sphère et qui partagent celle-ci en deux parties inégales. — Un cercle quelconque se divise en 360 parties égales, nommées degrés ($^{\circ}$); un degré comprend 60 minutes ($'$); une minute 60 secondes ($''$); la seconde se divise en dixièmes et centièmes de seconde.

On peut tracer, sur une sphère, un nombre infini de grands cercles. En géographie, on ne se sert que de l'équateur et des méridiens, sauf dans trois cas : 1 $^{\circ}$ lorsqu'on veut déterminer le plus court chemin d'un point à un autre à vol d'oiseau (ce plus court chemin est l'arc du grand cercle passant par ces deux points); 2 $^{\circ}$ lorsqu'on veut mesurer la distance entre deux points (on calcule le nombre de degrés de l'arc de grand cercle réunissant ces deux points); 3 $^{\circ}$ lorsqu'on veut représenter cartographiquement un hémisphère terrestre ayant en son centre un point déterminé du globe (dans ce cas, le grand cercle est celui qui se trouve dans le plan de l'horizon astronomique de ce point).

Équateur. — L'équateur est le grand cercle perpendiculaire à l'axe de la Terre; tous ses points sont à égale distance des pôles. Il partage la Terre en deux hémisphères : l'hémisphère boréal au N., et l'hémisphère austral au S. (fig. 34).

Sa longueur est de 40.070 Km.; son diamètre de 12.754 Km. Le plan de l'équateur forme avec le plan de l'orbite terrestre un angle de $23^{\circ}27'2''$ (fig. 20).

Parallèles. — Les parallèles sont des petits cercles perpendiculaires à l'axe de la Terre, et parallèles à l'équateur. On peut

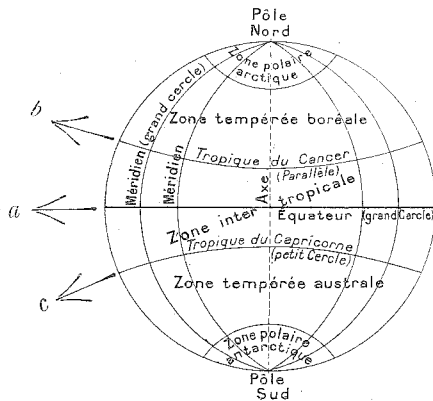


Fig. 19. — Cercles et zones.

a Direction du centre du Soleil le 21 mars et le 23 septembre; b Idem, le 21 juin;
c Idem, le 21 décembre.

en tracer sur le globe une infinité, parmi lesquels on distingue les deux tropiques et les deux cercles polaires (fig. 19 et 20).

Les *tropiques* sont les parallèles menés à $23^{\circ}27'2''$ de l'équateur (fig. 20). L'un, au N. de cette ligne, s'appelle le tropique du Cancer; l'autre, au S., est le tropique du Capricorne. — Les *cercles polaires* sont les parallèles situés à $23^{\circ}27'2''$ des deux pôles (fig. 20). Celui qui est voisin du pôle N. s'appelle cercle polaire arctique; l'autre, voisin du pôle S., est le cercle polaire antarctique.

Ces cercles situés à $23^{\circ}27'2''$ de l'équateur ou des pôles, sont déterminés par le degré d'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'orbite (équivalent en 1900 à $23^{\circ}27'8''$, en 1918 à $23^{\circ}27'2''$). Le tropique du Cancer est un cercle formé par tous les points dont le Soleil occupe le zénith le 21 juin à midi. Le tropique du Capricorne est un cercle formé de tous les points où,

le 21 décembre à midi, la droite reliant le centre du Soleil au centre de la Terre est aussi la verticale de ces points (fig. 19).

Zones. — Les tropiques et les cercles polaires divisent la surface terrestre en trois bandes parallèles et deux calottes, appelées zones (fig. 19).

La zone *équatoriale*, intertropicale ou torride, est située entre les deux tropiques et traversée par l'équateur. Elle a une étendue de 202.240.000 Km², ou les 39,66 % de la surface terrestre.

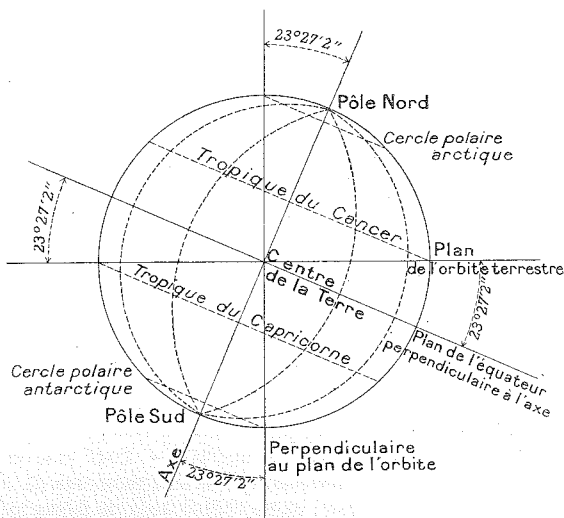


Fig. 20. — Tropiques et cercles polaires.

Les deux zones *tempérées* sont situées entre les tropiques et les cercles polaires. Elles ont ensemble une superficie de 265.231.000 Km² ou 52,01 % de la surface terrestre.

Les deux zones *polaires* ou glaciales entourent les pôles et s'étendent jusqu'aux cercles polaires. Elles ont, réunies, une superficie de 42.480.000 Km², soit les 8,33 % de la surface terrestre.

Méridiens. — Un méridien est un grand cercle, — plus exactement une ellipse, — mené suivant l'axe de la Terre et passant par les deux pôles. Il partage la Terre en hémisphère oriental et hémisphère occidental (fig. 19 et 33).

La longueur d'un méridien est de 40.003 Km ; son diamètre, de 12.712 Km. (axe de la Terre).

Méridien d'un lieu. Si l'on fixe verticalement en terre, sur un plan parfaitement horizontal, une tige bien droite, elle projettera sur le sol, pendant la journée, une ligne d'ombre; celle-ci, très longue le matin, deviendra de plus en plus courte jusqu'à midi, le Soleil s'élevant graduellement dans le Ciel; puis elle grandira progressivement jusqu'au coucher

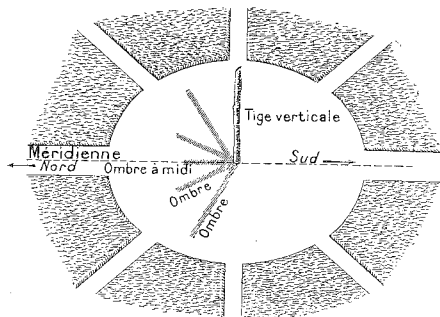


Fig. 21. — Tracé de la méridienne.

du Soleil. Si on l'observe au moment où elle a sa moindre longueur, c'est-à-dire à l'heure exacte de midi, elle donnera la direction approximative du méridien; c'est pourquoi on la nomme la ligne méridienne, ou simplement *la méridienne* du lieu d'observation (fig. 21). — Pour trouver la méridienne d'un lieu, il suffira de marquer à différents moments de la journée les lignes d'ombre de la verticale; on en choisit deux de même longueur et l'on mène la bissectrice de l'angle qu'elles forment. Cette bissectrice est, à peu près, la méridienne, le Sud étant au sommet de l'angle.

Méridien initial. Comme on peut tracer sur le globe terrestre une infinité de méridiens, il était nécessaire d'en adopter un auquel on pût rapporter tous les autres : ce méridien s'appelle le méridien initial ou méridien 0, ou premier méridien, marqué 0 dans un hémisphère et 180 dans l'hémisphère opposé. Le méridien initial était autrefois différent pour les grands pays : celui de Paris pour la France, celui d'Uccle-Bruxelles pour la Belgique, celui de Greenwich (prononcez *Grinitch*) pour l'Angleterre et ses colonies, celui de l'île de Fer pour l'Allemagne, celui de Pulkowa pour la Russie. Aujourd'hui on n'emploie plus guère comme méridien initial que le méridien de Greenwich, situé à $17^{\circ} 39' 46''$ à l'E. de celui de Fer, à $2^{\circ} 20' 15''$ à l'W. de celui de Paris, à $4^{\circ} 22''$ à l'W. de celui de Bruxelles, à $30^{\circ} 19' 39''$ à l'W. de celui de Pulkowa.

Fuseaux horaires. Ainsi que le signale la fig. 14, p. 26, il est midi ou minuit pour tous les points du globe situés sur un certain méridien, selon qu'ils se trouvent dans la moitié éclairée ou dans la moitié obscure. Par l'effet de la rotation, tous les points du cercle midi-minuit se déplacent constamment de l'W. vers l'E. Au bout de 24 heures, le tour entier des 360° de l'équateur et des parallèles s'est accompli : ce qui fait passer au méridien en une heure $360^\circ : 24 = 15^\circ$, soit 1° en 4 minutes.

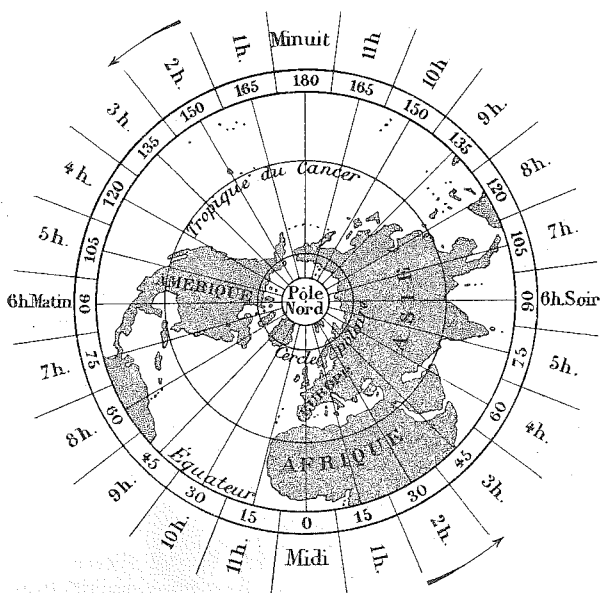


Fig. 22. — Les fuseaux horaires.

Le méridien initial étant fixé, on a divisé le globe en 24 fuseaux horaires de 15° chacun : le fuseau initial est celui s'étendant à $7^\circ 30'$ à l'E. et à l'W. du méridien initial (fig. 22). De la ligne médiane d'un fuseau au centre du fuseau suivant, le passage du Soleil au méridien diffère donc d'une heure, ce qui a donné l'idée de l'heure universelle adoptée par tous les pays, et de compter les heures de 1 à 24. Ainsi, lorsqu'il est midi à Greenwich et dans tous les endroits du fuseau horaire dont Greenwich fait partie, il est 11 heures dans tous les lieux compris entre $7^\circ 30'$ et $23^\circ 30'$ de long. W., et 13 heures ou 1 heure du soir dans tout le fuseau limité par les méridiens $7^\circ 30'$ et $23^\circ 30'$ de long. E.

Dans la pratique cependant, ce ne sont pas les méridiens qui limitent les fuseaux horaires, mais les frontières des pays dont ces fuseaux contiennent la plus grande partie. Ainsi la Prusse rhénane située à l'W. du méridien $7^{\circ} 30'$ long. E. de Greenwich est du même fuseau horaire que Berlin, et non du fuseau horaire de Greenwich.

Il y a donc deux espèces d'heures : l'*heure officielle* qui est celle du fuseau horaire dont le pays fait partie (en Belgique, l'heure de Greenwich), et l'*heure vraie* ou locale qui se détermine comme suit : il est midi quand le Soleil passe au méridien du lieu (l'heure vraie de Bruxelles est en avance de 17 minutes sur l'heure officielle).

Écliptique. — L'écliptique est le grand cercle que le Soleil semble parcourir, dans son mouvement apparent annuel, sur la voûte céleste. Le plan de l'écliptique est le même que le plan de l'orbite terrestre : celui dans lequel la Terre se meut autour du Soleil (fig. 24).

Pour nous représenter facilement l'écliptique, supposons-nous dans une salle circulaire; au milieu de cette salle une table; et sur cette table une lumière (fig. 23). Si, nous plaçant au bord de la table, en a par exemple, nous fixons des yeux la lumière, notre rayon visuel, en se prolongeant en ligne

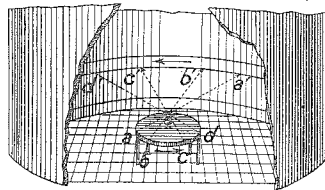


Fig. 23. — Idée de l'écliptique.

droite, se portera jusqu'en un point a' de la paroi de la chambre. Si, passant alors en b , nous répétons la même expérience, le second rayon visuel ira en b' , se déplaçant aussi mais en sens inverse; puis de c en c' , etc. — Et si nous faisons le tour entier de la table, tous les points a' , b' , c' , d' , etc., réunis entre eux, formeront un cercle parfait sur la paroi de la chambre. — Remplaçons la lumière par le Soleil, l'œil de l'observateur par la Terre, le tour de la table par l'orbite terrestre, la paroi de la chambre par la voûte céleste. — Dans le cours d'une année, nous verrons, de notre observatoire qui est la Terre, le Soleil se projeter successivement sur divers points de la voûte céleste : de a nous le verrons en a' ; de b en b' , etc., de sorte qu'en

un an, il nous apparaîtra sur tous les points $a' b' c' d' e' a'$ d'un cercle qui est l'écliptique.

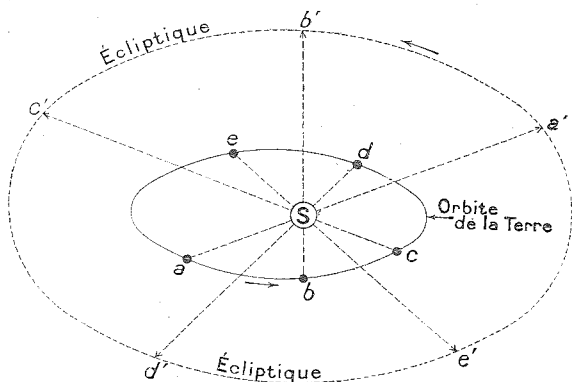


Fig. 24. — L'écliptique.

Antipodes. — On appelle antipodes les deux extrémités d'un même diamètre de la Terre.

Entre les antipodes, il y a toujours une différence de 180° vers l'E. et vers l'W.; par rapport à l'équateur, ils en sont éloignés autant l'un que l'autre, mais si l'un est au N., l'autre est au S., et réciproquement.

VI. — LATITUDE ET LONGITUDE.

Détermination de la position d'un point. — Un point quelconque de la surface de la Terre se détermine par l'indi-

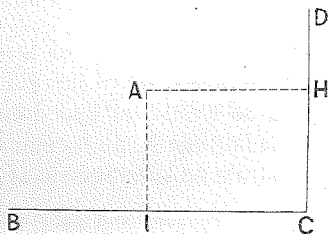


Fig. 25. — Détermination de la position d'un point.

cation de sa *latitude* et de sa *longitude*, c'est-à-dire par les coordonnées géographiques de ce point.

Pour que la position d'un point soit bien déterminée, il faut savoir à quelle distance il se trouve de deux lignes connues. C'est ainsi (fig. 25) que le point *A* sera bien déterminé si l'on nous dit, par exemple, qu'il est distant de *BC* d'une longueur de 10 mètres, et de *CD* d'une longueur de 13 mètres.

Sur le globe terrestre, les deux lignes qui servent de repères sont l'équateur et le méridien initial. Si l'on connaît la distance, évaluée en

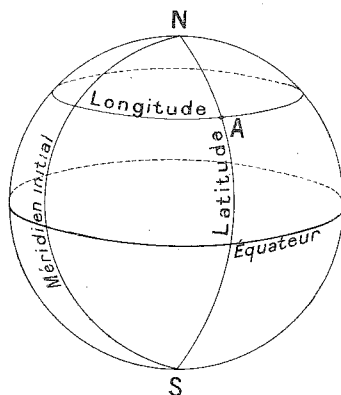


Fig. 26. — Latitude et longitude d'un lieu.

degrés, de *A* à ces deux cercles, la position de *A* sera parfaitement déterminée (fig. 26).

Géographiquement, une troisième donnée est nécessaire : l'altitude, qui est positive ou négative, suivant que le point considéré se trouve au dessus ou en dessous de la surface conventionnelle de la Terre.

Latitude. — La latitude d'un lieu est la distance, comptée en degrés, minutes et secondes, de ce lieu à l'équateur (fig. 27). Selon l'hémisphère où se trouve le lieu dont on détermine la position, on distingue la latitude N. ou boréale ou septentrionale, et la latitude S. ou australe ou méridionale.

Tous les points situés sur l'équateur ont pour latitude 0° ; tous ceux situés sur un même parallèle ont même latitude; les pôles ont seuls la latitude la plus élevée : 90° .

La latitude se compte le long des méridiens; elle s'indique sur les

cartes le long des côtés droit ou gauche; sur les mappemondes, le long de la circonférence.

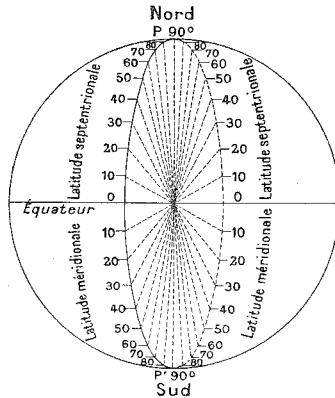


Fig. 27. — Les latitudes.

Détermination de la latitude d'un lieu. — Elle se fait de plusieurs manières; voici les plus employées, qui ne donnent cependant que des résultats approximatifs :

1° On calcule la valeur en degrés de l'angle formé par l'horizon réel du lieu où l'on se trouve, avec la droite allant de ce lieu à l'Étoile polaire (fig. 28),

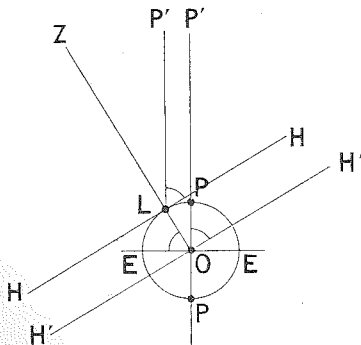


Fig. 28. — Détermination de la latitude au moyen de l'Étoile polaire.

après avoir tenu éventuellement compte de la distance de $1^{\circ}40'$ qui sépare l'Étoile polaire du Nord vrai. Ce nombre de degrés sera la latitude du lieu. Soit la figure ci-dessus (fig. 28) dans laquelle **ELPEP** représente la Terre;

L le lieu dont on veut connaître la latitude; **EOE** l'équateur; **H'OH'** l'horizon rationnel parallèle à l'horizon visuel **HLH** en **L**; **Z** le zénith de **L**; **P'** l'Étoile polaire (les droites **LP'** et **PP'** sont considérées comme parallèles quoique partant de points différents sur la Terre et aboutissant à une même étoile; mais celle-ci est à une distance énorme). La latitude de **L** est la valeur en degrés de l'angle **LOE**; or, l'angle **LOE** égale l'angle **P'OH'** (signalé sur la figure par un petit arc de cercle) et celui-ci égale l'angle **P' LH** (signalé aussi par un petit arc de cercle); donc la latitude d'un lieu est la hauteur de l'Étoile polaire au-dessus de l'horizon de ce lieu.

2° On calcule la valeur en degrés de l'angle formé par la verticale du lieu avec la droite allant de ce lieu à l'Étoile polaire; la différence entre cet angle et un angle droit est la latitude cherchée (fig. 28). — La latitude de **L** est la valeur en degrés de l'angle **LOE** ou de l'angle droit **LOH'** dont il fait partie (**LOH' = 90°**) moins **EOH'**; or, **EOH'** égale **ZLP'**. Donc, la latitude d'un lieu est la différence entre 90° et l'angle formé en ce lieu par le zénith et l'Étoile polaire.

3° On calcule en degrés la hauteur du Soleil à midi au-dessus de l'horizon (fig. 29); puis, à l'aide de tables donnant la hauteur du Soleil

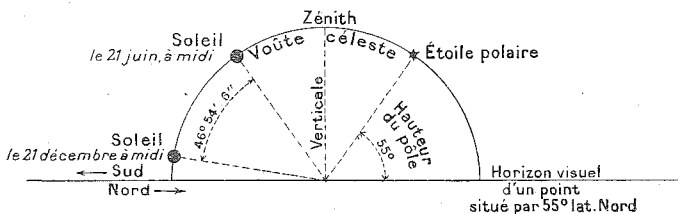


Fig. 29. — Détermination de la latitude au moyen du Soleil.

pour toutes les latitudes et pour chaque jour de l'année, on détermine la latitude du lieu où l'on est.

Dans l'hémisphère austral, où l'Étoile polaire n'est pas visible, on prend comme base d'observation une étoile remarquable située dans le voisinage immédiat du pôle Sud, à une distance connue de celui-ci.

Les instruments portatifs, qui servent à mesurer ces angles avec précision, sont le sextant et le théodolite.

Points d'égale latitude. — Le cercle polaire arctique passe par : la pointe N. de l'Islande, Haparanda, l'embouchure de l'Obi, Werchojansk, le détroit de Béring, le lac du Grand Ours, le sud du Grönland.

Dans les environs de 50° lat. N., se trouvent : le cap Lizard, Le Havre, Bastogne, Mayence, Prague, Cracovie, Charchow, Semipalatinsk, l'île Vancouver, le golfe du Saint-Laurent.

Dans les environs de 40° lat. N. : Madrid, les îles Baléares, la Sardaigne, Otrante, Olympe, Brousse, Bakou, Bouchara, le Lob-noor, Pékin, Port-Arthur, le N. du Hondo, Sacramento, Philadelphie.

Le tropique du Cancer passe par : Assouan, Médine, Mascate, l'embouchure de l'Indus, celle du Gange, Canton, les îles Hawaï, la pointe sud de la Californie, La Havane, le détroit de Floride.

L'équateur passe par : Saint-Thomas, Équateurville, le lac Victoria, Singapour, Bornéo, les Moluques, les îles Gilbert, les îles Galapagos, Quito, l'embouchure de l'Amazone.

Dans les environs de 35° lat. S. : la pointe S. de l'Afrique, Adelaïde, la pointe N. de la Nouvelle-Zélande, Santiago, Buenos-Aires.

Tous les points d'égale latitude voient le même jour à midi le Soleil à une même hauteur au-dessus de l'horizon ; le Soleil est pour tous ces points à une même distance angulaire de l'équateur (cette distance angulaire s'appelle déclinaison).

Longitude. — La longitude d'un lieu est la distance, comptée en degrés, minutes et secondes, de ce lieu au méridien initial.

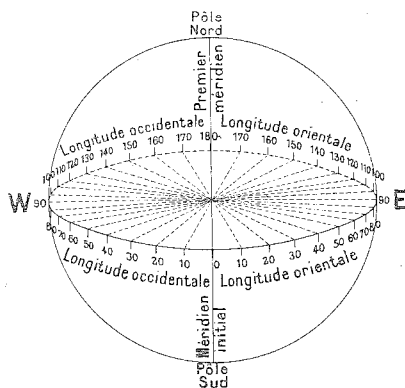


Fig. 30. — Les longitudes.

On distingue la longitude Est ou orientale (long. E.), à l'E. du méridien initial, et la longitude Ouest ou occidentale (long. W.), à l'W. de ce méridien.

Tous les points situés sur un même demi-méridien entre le pôle N. et le pôle S. ont la même longitude ; tous ceux situés sur l'autre demi-méridien ont pour longitude 180° moins cette même longitude ; ceux situés sur le

méridien initial ont pour longitude 0° ou 180° . La longitude se mesure le long de l'équateur et des parallèles, et, sur les cartes, s'indique aux extrémités des méridiens ou le long de l'équateur.

Détermination de la longitude d'un lieu. — La longitude d'un lieu s'obtient en calculant la différence entre l'heure de ce lieu et celle du méridien initial, et en divisant par 4 cette différence réduite en minutes. Ainsi, lorsqu'il est midi à Greenwich, il n'est que 7 h. 4 m. du matin (heure locale) à New-York, soit une différence de 4 h. 56 m. ou 296 minutes. Or, le Soleil avançant d'un degré en 4 minutes parcourra en 4 h. 56 m., $296 : 4 = 74$ degrés. New-York est donc situé par 74° long. W. de Greenwich.

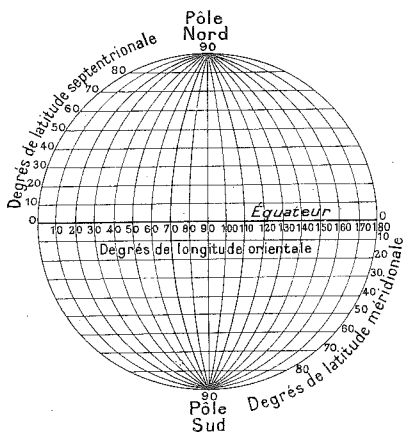


Fig. 31. — Latitudes et longitudes sur la mappemonde.

L'instrument qui sert à mesurer la différence d'heure est le chronomètre ou montre marine qui donne l'heure du méridien initial ou d'un méridien connu ; l'heure du lieu est déterminée par l'observation du Soleil. On se sert aujourd'hui, partout où c'est possible, de la méthode télégraphique : la différence entre l'heure d'envoi du télégramme ou du radiotélégramme (heure de la station d'émission) et l'heure de son arrivée (heure de la station de réception) fournit la différence des longitudes.

La forme, les mouvements et la position de la Terre, de même que l'inclinaison et le parallélisme de l'axe terrestre, ont une importance capitale pour l'explication des phénomènes géographiques généraux et des manifestations de la vie sur la surface terrestre.

CHAPITRE II.

NOTIONS DE CARTOGRAPHIE.

Représentations de la Terre. — Pour l'étude de la géographie, on représente la Terre, soit tout entière, soit en partie, par différents moyens qui sont : la sphère, les mappemondes, les planisphères, les planiglobes, les cartes et les plans. On donne le nom de cartes géographiques à toutes ces représentations, sauf à la première.

La sphère. — Le *globe terrestre* ou *sphère terrestre* est une boule représentant la Terre dans son ensemble.

Elle est généralement montée sur pied et traversée par un axe qui en permet la rotation.

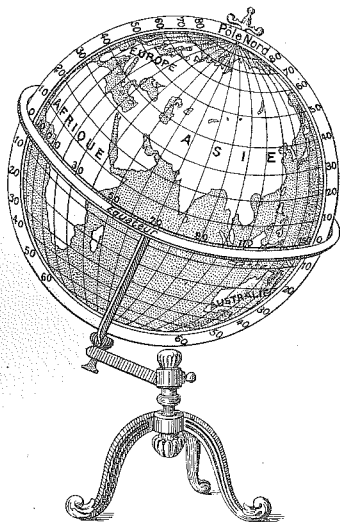


Fig. 32. — Globe terrestre.

Souvent, cet axe est incliné comme l'axe de la Terre est incliné sur le plan de son orbite; quelquefois, la sphère est munie d'un équatorial qui représente un grand cercle; parfois aussi les deux pôles sont reliés par un arc (demi-méridien), ou par un cercle qui donne l'idée d'un méridien (fig. 32).

Le globe est une représentation exacte de la surface terrestre : on peut y mesurer avec précision les distances entre deux points quelconques, les superficies de n'importe quel pays, les angles que forment deux lignes tracées comme on voudra. Le globe est la *seule* représentation *exacte* de la Terre; toutes les autres représentations n'en donnent qu'une image plus ou moins déformée, sauf cependant les cartes globulaires qui sont des portions de globes ayant un diamètre très grand.

Les mappemondes. — La mappemonde représente, en plan, la surface de la Terre divisée en deux hémisphères juxtaposés.

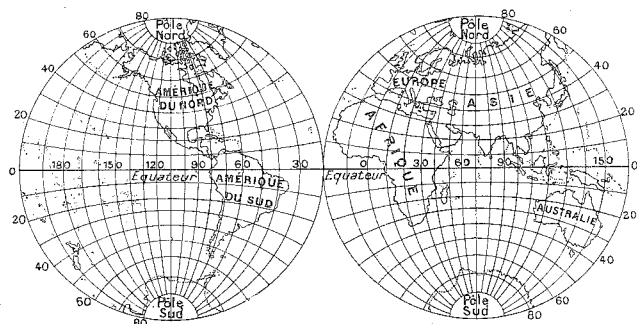


Fig. 33. — Hémisphère occidental et hémisphère oriental.

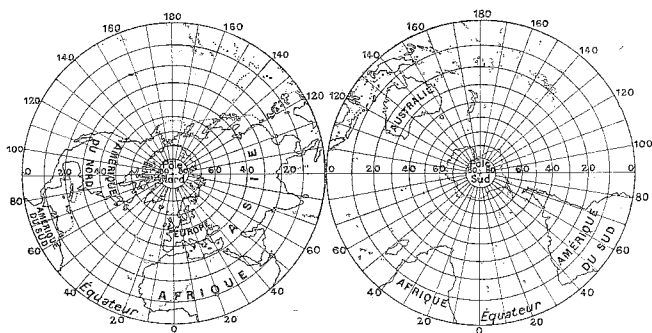


Fig. 34. — Hémisphère boréal et hémisphère austral.

Le plus souvent, chaque hémisphère est délimité par le méridien de l'île de Fer qui coupe la Terre en deux parties de telle sorte que l'une, dite *hémisphère occidentale*, contienne l'Amérique, et l'autre, dite *hémisphère orientale*, contienne l'Europe, l'Afrique, l'Asie et l'Australie. Les pôles N. et S. sont signalés chacun deux fois, et l'équateur est une ligne continue; les méridiens et les parallèles sont des lignes courbes ou droites (fig. 33).

Mais on peut considérer comme plan coupant la Terre en deux hémisphères, le plan de n'importe quel méridien ou de n'importe quel grand cercle. Si l'on coupe la Terre suivant le plan de l'équateur, on aura deux hémisphères dont l'un sera dit *boréal* et l'autre *austral* : chaque pôle ne sera représenté

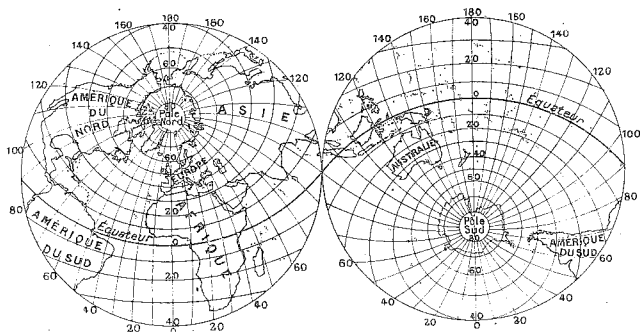


Fig. 35. — Hémisphère des terres et hémisphère des eaux.

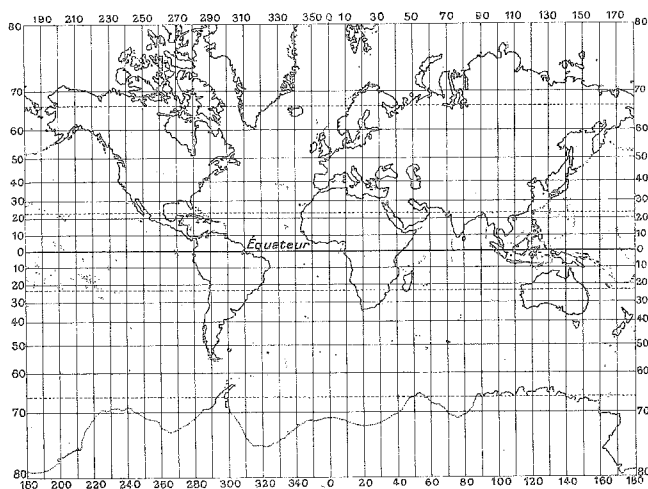


Fig. 36. — Planisphère.

qu'une fois, l'équateur formera deux circonférences circonscrivant les hémisphères (fig. 34). D'autres mappemondes donnent l'hémisphère *des terres* et l'hémisphère *des eaux* : le plan qui les sépare est l'horizon astronomique d'un endroit situé dans le triangle Calais-Nantes-Liverpool (fig. 35).

Les planisphères. — Le planisphère représente, en plan, la surface de la Terre développée dans un cadre rectangulaire.

Les pôles sont des lignes droites ; les méridiens des droites verticales ; les parallèles des droites horizontales ; méridiens et parallèles se coupent à angle droit (fig. 36). Le plus souvent, les régions arctiques et antarctiques ne sont pas représentées ; quelquefois l'océan Pacifique ou une bande allant d'un pôle à l'autre sont représentés deux fois ; très souvent, l'équateur ne coupe pas la carte en deux parties égales.

Les planiglobes. — Le planiglobe représente, en plan, la surface de la Terre développée dans un cadre en forme de cercle ou d'ellipse.

Les pôles ne sont figurés chacun qu'une fois ; les méridiens sont des lignes courbes, sauf une moitié du méridien central ; les parallèles sont des

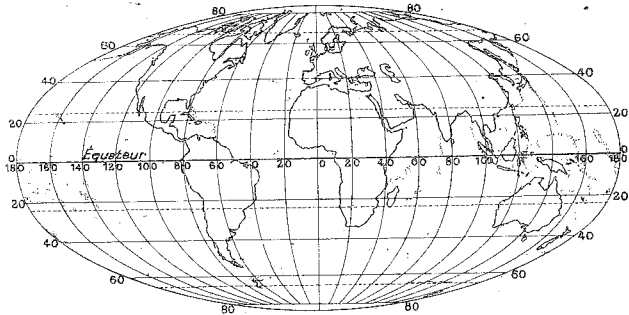


Fig. 37. — Planiglobe.

(En projection homalographique dite de Babinet.)

lignes droites ou courbes ; l'équateur est une ligne droite (fig. 37).

Les termes : mappemonde, planisphère et planiglobe, sont en réalité synonymes, mais les géographes tendent à donner à chacun d'eux une signification particulière.

Les cartes. — La carte représente, en plan, une partie plus ou moins grande de la Terre.

Suivant le système de projection employé (voir pp. 54-60), les espaces délimités par deux méridiens et deux parallèles sont des quadrilatères dont les angles et les côtés varient d'ouverture et de courbure.

Les cartes sont de différentes espèces, suivant le but pour lequel elles sont dessinées : cartes *murales*, servant à l'enseignement et par conséquent

fortement généralisées; cartes *marines* qui signalent avec détails les mers, les océans et les côtes et qui sont surtout employées par les navigateurs; cartes *géologiques* signalant la nature et l'allure des couches du sous-sol, et dont se servent les géologues, les géographes et les ingénieurs; cartes *physiques*, qui donnent le relief du sol et tous les accidents physiques de la surface terrestre; cartes *politiques*, qui montrent la répartition du sol entre les États; cartes *oro-hydrographiques* signalant les montagnes, les plaines et les cours d'eau; cartes *hypsométriques* signalant l'allure du relief des terres par des courbes de niveau joignant tous les points de même

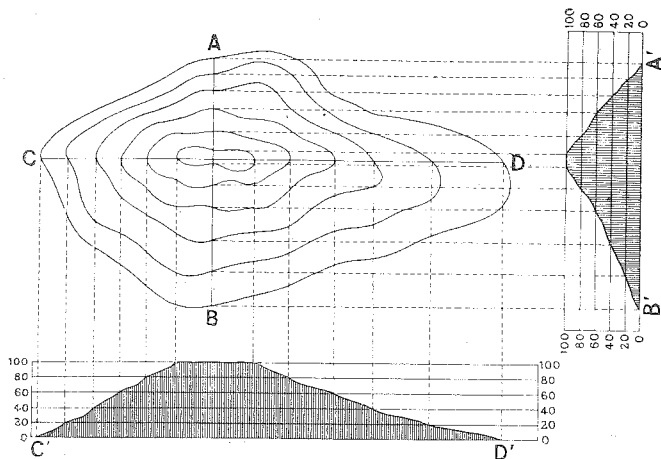


Fig. 38. — Principe des cartes hypsométriques.

altitude; cartes *bathymétriques* montrant les profondeurs des fonds sous-marins par des lignes joignant les points d'égale profondeur; cartes *chorographiques*, *topographiques* ou à grande échelle, *minières*, *forestières*, *routières*, *lithologiques sous-marines*, etc.

Les plans. — Le plan est une carte d'une très petite partie de la surface terrestre (ville, commune, village, etc).

Dans les plans géographiques, il n'y a pas lieu de tenir compte du bombement de la surface représentée, car il est pour ainsi dire non existant, et cette surface peut être considérée comme plane. Si les méridiens et les parallèles sont signalés, ils seront des lignes droites, se coupant à angles droits.

Mesure des distances. — Mesurer les dimensions de la Terre avec toute la précision et l'exactitude possibles est un des

but de la géodésie : elle y arrive par la détermination de la valeur d'un degré d'arc sur un méridien à diverses distances des pôles, sur l'équateur et sur les parallèles. Pour cette détermination, comme pour la mesure de la distance entre deux points, elle se sert du procédé dit *de triangulation*, qui est une opération trigonométrique permettant de lever le plan d'une région en la divisant en triangles, et en partant d'une ou de plusieurs bases dont la longueur a été calculée exactement.

Sur le globe terrestre. La mesure des distances s'y fait facilement au moyen d'un arc de cercle en cuivre s'appliquant exactement sur la sphère et reproduisant les divisions de l'équateur en degrés ou des divisions équivalant à autant de kilomètres sur la Terre. Les distances peuvent être mesurées dans tous les sens à l'aide de cet arc, ou encore à l'aide d'un ruban ou d'une bande de papier portant les mêmes divisions. — On peut encore se servir d'un compas : après avoir placé les deux pointes sur les deux endroits dont on veut calculer l'éloignement, on le reporte sur l'équateur pour déterminer le nombre de degrés. Chaque degré à l'équateur vaut la 360^e partie de l'équateur ou $\frac{40.070.368}{360}$ mètres, soit exactement 111.306 mètres 58. Dans la pratique, on admet qu'un degré de long. par 0° lat. vaut 111 km. ou 60 milles marins de 1852 m. ou 15 lieues géographiques, et qu'une seconde d'arc vaut 31 m.

Sur les mappemondes, planisphères et planiglobes. La mesure des distances sur ces cartes est difficile parce que presque toutes leurs parties sont déformées, sauf, sur les mappemondes, les parties centrales; sur les planisphères, les régions voisines de l'équateur; sur les planiglobes, les contrées avoisinant l'équateur et le méridien central. Partout ailleurs, l'appréciation des distances doit se faire à l'aide du réseau des méridiens et des parallèles comme sur les cartes.

Sur les cartes. La mesure des distances y est facilitée par l'échelle.

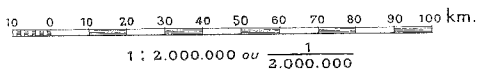


Fig. 39. — Échelle.

L'échelle d'une carte est une ligne droite portant des divisions et signalant la longueur en kilomètres ou en mètres que représente sur la carte chacune de ces divisions; c'est aussi une fraction indiquant le rapport qui existe entre une longueur donnée sur la carte et la longueur à laquelle elle équivaut sur la Terre. Ainsi une carte est dite au deux-millionième si une longueur de 2 millions de millimètres ou de 2 Km. est figurée sur la carte par un millimètre (fig. 39).

Mais cette échelle, dans la plupart des cartes, n'est valable exactement que pour une partie de la carte, celle où les déformations sont nulles ou sont peu grandes. Pour les autres parties des cartes représentant une grande étendue de la surface terrestre, l'échelle ne peut servir qu'à des mesures approximatives.

Le réseau des méridiens et des parallèles permet des mesures plus exactes pour n'importe quelle partie d'une carte. Chaque degré d'un méridien vaut la 360^e partie de la longueur d'un méridien, soit $\frac{40.003.423}{360}$ ou, en chiffres ronds, 111 kilomètres. (A cause de l'aplatissement de la Terre aux pôles et de son renflement à l'équateur, un degré de latitude à l'équateur vaut exactement 110 Km. 567, et le 89^e degré lat. N. ou S. 111 Km. 699.) Quant à la valeur d'un degré de longitude ou mesuré sur un parallèle, elle varie avec la latitude et est :

à 0° de lat.	111 Km. 306,	à 50° de lat.	71 Km. 687,
à 10° »	109 » 627,	à 55° »	63 » 986,
à 20° »	104 » 635,	à 60° »	55 » 793,
à 30° »	96 » 475,	à 70° »	38 » 482,
à 40° »	85 » 384,	à 80° »	19 » 391,
à 45° »	78 » 837,	à 90° »	0 » 000.

Sur les plans. Les indications fournies par l'échelle sont suffisantes pour déterminer exactement la valeur de n'importe quelle distance.

Pour mesurer les distances, on se sert d'un curvimètre ou cartomètre, appareil terminé par une roulette qui, appuyée sur le papier et roulant sur la ligne à mesurer, met en mouvement, par des engrenages, une aiguille; celle-ci montre sur un cadran le nombre de kilomètres parcourus, si la carte est à telle ou telle échelle.

S'il s'agit de mesurer non plus des distances ou plus courts chemins entre divers points, mais des longueurs de routes, par exemple, il faut corriger les résultats obtenus par la mesure sur la carte en tenant compte de l'allongement réel de la route par des changements d'altitude sur son parcours.

Mesure des surfaces. — Si les mesures des distances sur les cartes géographiques présentent quelques difficultés, la mesure des surfaces en présente de plus grandes encore.

1° Si la carte dont on se sert est tracée d'après un système de projection dite équivalente (surfaces non altérées; voir p. 55), il suffit de diviser la surface à mesurer en figures géométriques (rectangles et triangles), de déterminer la superficie de ces figures, d'évaluer au jugé la superficie des morceaux restants, et de faire le total; — ou bien de superposer à la carte une feuille de papier millimétré transparent, de compter combien de carrés entiers sont compris dans la région à mesurer, de déterminer la superficie d'un de ces carrés et par suite de leur nombre total, puis d'y ajouter la

superficie, évaluée au jugé, des parties non comprises dans les carrés comptés. Si la carte est au $\frac{1}{10.000}$, un millimètre carré vaut un are; si elle est au $\frac{1}{1.000.000}$, il vaut un Km².

2° Quelle que soit la projection cartographique, on peut se servir du réseau des méridiens et des parallèles, en le complétant, si c'est utile, par le dessin d'un plus grand nombre de ces lignes. On compte alors le nombre de quadrilatères formés par les méridiens et les parallèles et compris dans la région à mesurer; on en détermine la superficie totale, et on y ajoute la superficie du restant d'après une évaluation au jugé. Mais, pour calculer la surface d'un de ces quadrilatères, il faut se servir de tables spéciales, à moins que le cartographe n'ait eu soin — ce que les meilleurs éditeurs d'atlas n'oublient pas — de signaler la superficie d'un de ces quadrilatères aux diverses latitudes.

3° En se servant du planimètre, appareil qui permet d'arriver à des mesures exactes sur des cartes à grande échelle.

Mesure des altitudes et des profondeurs. — La détermination de l'altitude d'un endroit ou de la profondeur de la mer en un point, n'est possible, au moyen d'une carte, que si celle-ci signale les altitudes et les profondeurs par des nombres (cotes d'altitude) ou bien permet de les calculer au moyen soit de lignes hypsométriques ou bathymétriques, soit de profils (fig. 38).

L'emploi de teintes diverses pour des zones d'altitudes différentes ou de profondeurs différentes, comme l'emploi de hachures pour faire ressortir le relief, permettent d'arriver à des déterminations approximatives. Les lignes hypsométriques et bathymétriques, surtout lorsqu'elles sont tracées pour des altitudes et des profondeurs nombreuses, donnent des renseignements exacts. — Les cartes dites *plans-reliefs* présentent l'aspect réel du modelé terrestre quand elles conservent, pour les hauteurs et les longueurs, les mêmes proportions, ce qui est assez rare : ordinairement, les hauteurs sont exagérées pour accentuer le relief.

Il est à remarquer que les cartes signalent la position des différents points de la surface terrestre par leur projection sur une surface partout perpendiculaire à la verticale et dont l'altitude est celle de la surface d'équilibre des eaux marines.

Projections cartographiques. — La Terre étant sphérique, on ne peut aplanir une portion quelque peu grande de sa surface. Si l'on veut aplanir un hémisphère, il se produira des déchirures et des vides de plus en plus grands à mesure qu'on s'éloigne du centre. La science du cartographe consiste à faire disparaître

ces vides en déformant les fragments de l'hémisphère, ou bien à réduire à leur minimum les *altérations* qui sont inévitables dans toute carte géographique.

Ces altérations sont de trois espèces : 1° *altération des distances*, c'est-à-dire que l'échelle valable pour la mesure de la distance entre deux points donnés n'est plus exacte pour la mesure de la distance entre deux points quelconques ; 2° *altération de la forme* des pays, des continents et des quadrilatères circonscrits par deux méridiens et deux parallèles, si on les compare aux pays, continents et quadrilatères donnés sur la sphère ; 3° *altération de la superficie* des pays, des continents et des quadrilatères, comparativement à leurs équivalents sur la sphère.

Les seules représentations de la surface terrestre dans lesquelles ces altérations ne se présentent pas sont le globe terrestre et les cartes globulaires, ces dernières étant en réalité des morceaux d'un globe à très grand diamètre.

Dans toute carte géographique, autre qu'une carte globulaire, on constate toujours au moins deux de ces trois altérations. La première ou altération des distances ne manque jamais : l'échelle n'est rigoureusement exacte que pour certaines parties de la carte, et non pour toute la carte ; une carte dans laquelle toutes les longueurs, prises du centre de la carte et allant en forme de rayons vers la périphérie, sont proportionnelles à celles comptées sur la sphère, est dite *de projection équidistante*. Les deux autres altérations, de forme et de superficie, peuvent exister toutes deux dans une même carte, mais une des deux peut aussi se rencontrer seule ; une carte qui ne contient aucune altération de la forme est dite *de projection équiangulaire* ; si elle ne présente aucune altération de superficie, elle est dite *de projection équivalente*.

Mais il y a mille manières de faire disparaître les vides qui se forment lorsqu'on aplanit un hémisphère, ou de modifier les fragments de cet hémisphère aplani. Cependant, quelle que soit la manière employée, le résultat est le même si la région à représenter ne s'étend pas sur plus de dix degrés, et cela parce que cette surface est tellement peu bombée que les cartes obtenues par les diverses méthodes sont toutes identiques. Il est

à remarquer encore qu'aucune méthode ne peut être déclarée meilleure qu'une autre : chacune possède des avantages et des désavantages, et c'est au cartographe à faire un choix judicieux.

Au lieu de l'exposé de la théorie complète des projections cartographiques — ce qui obligerait à avoir recours au calcul intégral et différentiel et à des principes de géométrie descriptive¹, — on trouvera ci-après le relevé des propriétés des cartes les plus employées dans les atlas, et la description de leur physionomie par l'indication de leurs caractéristiques les plus apparentes et par la reproduction de quelques croquis du quart N.-W. d'un hémisphère terrestre dont le centre est situé sur l'équateur par 70° long. E.

I. *Méthode de Mercator*. Propriétés : 1° Toutes les parties peu étendues de la carte conservent une forme semblable à celle qu'elles ont sur le globe,

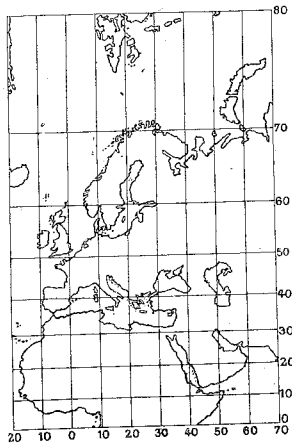


Fig. 40. — Projection de Mercator.

mais les parties plus étendues ont leur forme modifiée; 2° les superficies sont altérées, et d'autant plus qu'on s'éloigne de l'équateur; 3° les directions E.-W. sont marquées de droite à gauche, et N.-S. de haut en bas, sur toute l'étendue de la carte; 4° la loxodromie, ou ligne que suit un navire coupant tous les méridiens sous un angle constant et par conséquent se dirigeant toujours dans le même sens, est représentée par une ligne droite. —

¹ Voir dans les *Travaux du Séminaire de géographie de l'Université de Liège*, fasc. VII, 1907 : CHARLES DUCHESNE, *L'enseignement des projections cartographiques*; et du même, sa thèse de docteur en géographie : *Les projections cartographiques*.

Physionomie : les méridiens sont rectilignes, parallèles et équidistants; les cercles de latitude sont représentés par des droites parallèles non équidistantes; l'intervalle entre deux parallèles va croissant de l'équateur vers les pôles; toutes ces lignes se coupent à angle droit; l'équateur est développé en grandeur vraie; les quadrilatères délimités par deux méridiens et deux parallèles consécutifs sont des carrés près de l'équateur et s'allongent du N. au S. plus ils se rapprochent des pôles; la carte de Mercator est équiangle (fig. 40 et aussi fig. 36). Cette méthode est surtout employée pour les cartes marines.

II. *Méthode de Flamsteed ou de Sanson.* Propriétés : 1° les fragments du centre de la carte (le long du méridien central et de l'équateur) ne sont pas altérés; 2° tous les autres fragments ou quadrilatères sont déformés et d'autant plus qu'on s'écarte du méridien central et de l'équateur; 3° tous les fragments ont une superficie proportionnelle à celle des mêmes fragments sur la sphère. — Physionomie : l'équateur est une ligne droite; les cercles

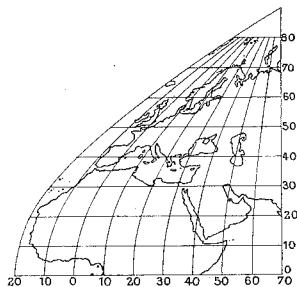


Fig. 41. — Projection de Flamsteed.

de latitude sont des droites parallèles et équidistantes; le méridien central (dans la fig. 41, le méridien de 70° long. E) est seul rectiligne; les autres méridiens sont des courbes convergeant vers le pôle N. et le pôle S., coupant les parallèles en des points équidistants et l'équateur à angle droit; les fragments qui touchent à l'équateur ont une forme à peu près carrée; la carte de Flamsteed-Sanson est équivalente; cette méthode est souvent employée pour les contrées équatoriales peu étendues en longitude.

III. *Méthode de Mollweide ou de Babinet.* Propriétés : 1° tous les fragments ont la même superficie que sur le globe; 2° tous les fragments sont déformés sauf aux environs de deux points situés sur le méridien central à 42° de l'équateur. — Physionomie : l'équateur est une ligne droite; les cercles de latitude sont des droites parallèles non équidistantes; les méridiens sont des courbes de forme elliptique (sauf le méridien central qui est rectiligne), convergeant vers le N. et vers le S., coupant les parallèles

en des points équidistants et l'équateur à angle droit; le méridien limitant la carte est une circonférence (Mollweide, fig. 42) ou une ellipse (Babinet,

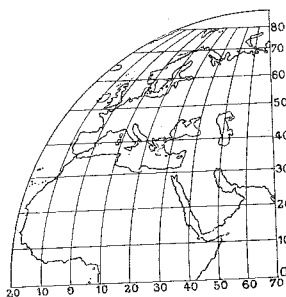


Fig. 42. — Projection de Mollweide.

fig. 37). Ces cartes sont équivalentes. La méthode de Babinet est la meilleure pour les planiglobes.

IV. *Méthode de Bonne ou du Dépôt de la Guerre.* Propriétés : 1° les superficies des fragments ne sont pas altérées; 2° les fragments voisins du méridien central et du parallèle moyen ne sont pas déformés; 3° tous les autres fragments sont déformés et d'autant plus qu'ils sont éloignés du

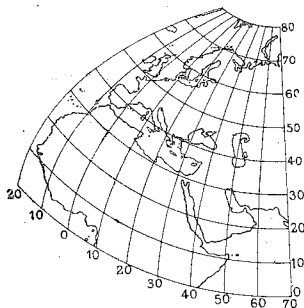


Fig. 43. — Projection de Bonne.

méridien central et du parallèle moyen. — *Physionomie* : les parallèles sont des cercles concentriques équidistants; les méridiens sont des courbes (sauf le méridien central qui est rectiligne) et coupent le parallèle moyen à angle droit et tous les parallèles en des points équidistants. Ces cartes sont équivalentes. La méthode de Bonne est employée pour les cartes de l'État-Major belge.

V. *Méthode orthographique*. Propriétés : 1° les superficies sont diminuées et d'autant plus que le fragment considéré est plus éloigné du centre; 2° les hauteurs et les largeurs des quadrilatères formés par deux méridiens et deux parallèles consécutifs vont en diminuant du centre vers la périphérie. — Physionomie : l'équateur et les cercles de latitude sont des droites

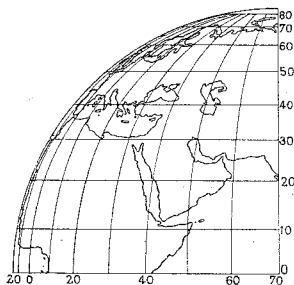


Fig. 44. — Projection orthographique.

parallèles non équidistantes; les méridiens sont des ellipses, sauf le méridien central qui est rectiligne. Les cartes orthographiques ne sont ni équiangles, ni équivalentes (fig. 44); la méthode orthographique est souvent employée pour les cartes de la Lune.

VI. *Méthode stéréographique*. Propriétés : 1° la forme de chaque fragment est la même que sur le globe; 2° les dimensions sont accrues,

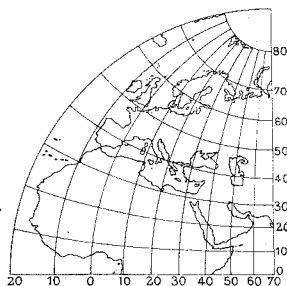


Fig. 45. — Projection stéréographique.

les surfaces sont agrandies, et ces altérations sont d'autant plus grandes que le fragment considéré est plus éloigné du centre de la carte. — Physionomie : toutes les lignes sont des cercles, sauf le méridien central et l'équateur. Les cartes stéréographiques sont équiangles (fig. 36 et 45); la méthode stéréographique est souvent employée pour les mappemondes.

VII. *Méthode conique vraie*. Physionomie : les cercles de latitude sont des cercles concentriques et les méridiens des droites convergentes, des rayons séparés par des angles constants. Les cartes établies d'après la méthode conique vraie (fig. 46) ne représentent qu'une partie de la surface

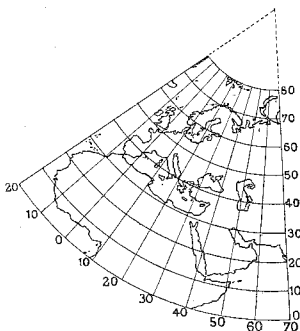


Fig. 46. — Projection conique vraie.

terrestre ; suivant les principes appliqués pour leur construction, elles peuvent être ou équiangles ou équivalentes.

REMARQUE. — Il a été question de ces diverses méthodes comme si elles ne s'appliquaient qu'à la représentation de la surface entière de la Terre ou d'hémisphères occidental et oriental. On peut les appliquer presque toutes à la représentation des deux hémisphères boréal et austral, et à la représentation de n'importe quelle partie de la surface terrestre.

DEUXIÈME PARTIE.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

CHAPITRE I.

GÉNÉRALITÉS.

Géologie et géographie physique. — La géologie est la science de la Terre. Elle a pour but surtout la reconstitution de l'histoire de notre globe, l'étude des roches et des terrains dont il est formé, la détermination et l'explication de la disposition de ces roches et terrains; elle a pour objet aussi l'étude et la description de la forme extérieure actuelle de la surface terrestre; et c'est spécialement dans ce domaine (morphologie de la surface terrestre; voir p. 3) qu'elle se rencontre avec la géographie physique.

Pour expliquer, par exemple, la formation et l'aspect des Alpes, pour bien comprendre la différence considérable entre la vallée du Rhin à Mannheim et cette même vallée à Coblenze, le géographe doit se servir de renseignements que lui fournit le géologue. — A la rigueur, on pourrait, en géographie, se passer d'études approfondies de géologie et se contenter de certaines notions, entre autres : savoir distinguer les *roches tendres* facilement modifiées par l'action des agents atmosphériques, des *roches dures* résistantes à l'érosion; les *roches perméables* des *roches imperméables*; les *roches solubles* des *roches insolubles*; les *roches fissurées* des *roches compactes*; être à même de reconnaître les principales roches et les principaux terrains; pouvoir dire comment ceux-ci et celles-là se comportent lorsqu'ils sont soumis à l'influence des agents extérieurs du modelé terrestre (insolation et gel; eaux courantes, marines, souterraines et congelées; vents; pluies; êtres vivants). — Mais des études sérieuses de géographie ne peuvent être menées à bien sans une connaissance plus détaillée de la géologie. — Nous nous bornerons ici à un minimum de notions géologiques, nécessaire mais suffisant pour les études de géographie dans l'enseignement moyen et normal. — La géologie, plus encore que la géographie, s'apprend par des études sur le terrain.

CHAPITRE II.

NOTIONS DE GÉOLOGIE.

La croûte terrestre; sa formation. — Si l'on adopte l'hypothèse de Laplace, notre globe, à son origine, lorsqu'il se fut détaché de la masse solaire et qu'il devint un astre, était formé de gaz portés à une haute température et contenant à l'état de vapeurs tous les corps simples que nous connaissons. C'est la première phase de son histoire.

Ce globe gazeux perdait, par rayonnement, sa chaleur; les gaz qui le formaient tendirent à se liquéfier : les plus lourds se tinrent au centre, les plus légers à la périphérie. Puis, par le refroidissement continu, se marquèrent dans la sphère gazeuse deux parties : l'une, qui tendait à la solidification et qui se solidifia à l'extérieur; l'autre, qui resta à l'état gazeux continuant à entourer la première. Cette solidification vers l'extérieur produisit une croûte ou écorce renfermant, à l'intérieur, des matières en fusion. Les gaz extérieurs commencèrent à déposer sur cette croûte une partie de l'eau qu'ils tenaient en suspension.

A cette époque, fin de la deuxième phase de l'histoire de notre planète, la Terre comprenait quatre parties distinctes : le noyau central, entièrement ou partiellement en fusion; l'enveloppe solide ou *lithosphère*; une enveloppe liquide plus ou moins continue ou *hydrosphère*; une enveloppe gazeuse ou *atmosphère*.

Peu à peu, par suite des contractions de l'écorce terrestre, des continents assez étendus surgirent des eaux, des montagnes s'érigèrent, des dépressions se creusèrent; puis, des continents émergés, plusieurs disparurent, en tout ou en partie, sous l'Océan, reçurent, en couches successives, des couvertures de détritiques d'origine rocheuse ou organique, émergèrent de nouveau; leur relief se modifia par des plissements et des effondrements répétés; les eaux, accumulées dans les dépressions, envahirent plusieurs fois les terres avant de fixer plus ou moins définitivement leurs lignes de rivages. L'atmosphère s'était progressivement purifiée.

Pendant cette phase, les eaux marines, les eaux pluviales et les agents atmosphériques avaient attaqué les parties solides (*roches fondamentales*) et donné naissance à des formations nouvelles qui, en certains endroits, étaient venues augmenter l'épaisseur de la croûte terrestre par leur dépôt en couches (*roches sédimentaires*); deci delà, des matières en fusion de l'intérieur étaient parvenues à s'épancher à travers l'écorce, et à surgir quelquefois à la surface (*roches éruptives*).

Naguère, la plupart des géologues expliquaient la surrexion des montagnes par des mouvements brusques et violents, par des cataclysmes dus à l'énergie active des masses fluides centrales; aujourd'hui, la grande majorité des géologues estime que tous les phénomènes orogéniques sont dus à des causes semblables à celles qui agissent sous nos yeux, avec une intensité à peine plus grande, mais dont l'action s'est continuée pendant des périodes très longues.

Roches fondamentales. — Les *roches fondamentales* sont celles que l'on trouve en dessous de toutes les roches sédimentaires auxquelles elles servent de base et de fondement; elles constituent la partie la plus interne, à laquelle on ait pu avoir accès, de la croûte terrestre, et on peut les considérer comme les plus anciennes.

Nulle part, en Belgique, les roches fondamentales ne sont affleurantes, c'est-à-dire n'apparaissent à la surface ou immédiatement sous les couches de terre végétale; on les rencontre surtout dans l'Amérique du Nord, dans le Massif central français, dans les Alpes de Savoie et en Scandinavie.

On les appelait *roches primitives*, parce qu'on croyait autrefois qu'elles composaient, à elles seules, la première enveloppe solide de notre globe; on les appelle aujourd'hui, plus souvent, *roches archéennes*, parce qu'elles sont les plus anciennes que nous connaissions, ou *roches cristallophylliennes* parce qu'elles sont à la fois cristallines (composées de cristaux) et feuilletées (se débitant parfois en feuillets ou lits). Leur structure provient, semble-t-il, de compressions et de réactions postérieures à leur formation première, phénomène qui porte le nom de métamorphisme; de là, aussi, leur nom de *roches métamorphiques*.

Les principales roches fondamentales sont :

Le *gneiss* composé de feldspath (minéral contenant de la silice, de l'alumine et une ou plusieurs des matières suivantes : potasse, soude, chaux et magnésie), de quartz (silice cristallisée transparente ou laiteuse

dont le cristal de roche est une variété) et de mica noir (silicate aluminopotassique ou magnésien); c'est une roche dite rubanée, parce que le mica est souvent disposé en rubans ou bandes d'une teinte foncée. Le mont Cervin est une pyramide de gneiss.

Le *micaschiste* composé de quartz et de mica, roche se débitant assez facilement en feuillets que déterminent les couches de mica; celles-ci donnent aux micaschistes un aspect luisant, parfois argentin.

Roches éruptives. — Les *roches éruptives* sont produites par des matières fluides provenant de l'intérieur de la Terre et s'étant épanchées dans l'épaisseur de l'écorce terrestre, au travers des roches fondamentales et sédimentaires. Ces matières fluides et ignées, qui avaient toutes une composition sensiblement la même (de la silice et de l'alumine surtout, unis à des oxydes) se sont refroidies et ont pris, suivant leur mode de solidification, des textures différentes, soit *cristalline* (roche formée de cristaux), soit *amorphe* (roche vitreuse avec quelques cristaux excessivement petits), soit *demi-cristalline* (masse amorphe avec cristaux visibles).

En Belgique, les roches éruptives sont rares; signalons cependant les porphyres de Quenast et les diabases de Lessines.

Les principales roches éruptives sont :

Le *granite*, roche dure de texture complètement cristalline, de même composition que le gneiss (feldspath en fragments cristallins, quartz en petits grains, mica noir en paillettes), de teinte souvent grise ou bleuâtre, s'altérant à la longue par l'action de l'acide carbonique qui se trouve dans l'eau. — Si le granite contient du mica blanc, il devient de la *granulite*.

Le *porphyre*, roche très dure, de texture demi-cristalline (grands cristaux dans une pâte amorphe, avec petits cristaux).

Le *trachyte*, roche rugueuse au toucher, de couleur grisâtre ou rosée, avec de grands cristaux disséminés dans une masse composée surtout de petits cristaux.

Le *basalte*, roche compacte de couleur noire, formée d'une masse paraissant amorphe, mais où les tout petits cristaux sont très nombreux avec quelques grands cristaux, notamment de feldspath.

Les *tufs volcaniques* ou matériaux (cendres, scories, etc.) rejetés par les volcans et consolidés en roche.

Roches sédimentaires. — Les *roches sédimentaires* sont celles qui ont été formées par des dépôts en couches parallèles ou *strates*, effectués par les eaux; on les appelle aussi *roches*

stratifiées. Elles sont d'origine différente, soit d'*origine mécanique*, c'est-à-dire provenant de la démolition de roches préexistantes par les eaux et l'air; soit d'*origine organique*, c'est-à-dire provenant d'organismes marins qui ont fixé le carbonate de chaux dans leur squelette, leur coquille ou leur carapace; soit d'*origine chimique*, c'est-à-dire provenant de l'action de l'acide carbonique, notamment, sur certaines roches.

Toutes les roches sédimentaires ont une disposition stratifiée qui horizontale, ou peu s'en faut, à l'origine, est souvent devenue, par la suite, oblique et même verticale.

Les roches sédimentaires qui ont été soumises à des compressions ou à l'influence de roches éruptives (métamorphisme), ont pris souvent une texture cristalline et se rapprochent alors plus ou moins des roches cristallophylliennes (la craie a donné le marbre; l'argile est devenue du schiste; le grès, du quartzite).

L'âge relatif des roches sédimentaires est déterminé au moyen des fossiles (végétaux ou animaux) que toutes elles contiennent.

Les principales roches sédimentaires sont :

a) Roches d'origine mécanique ou détritique :

Les *sables, graviers, cailloux, galets* (masse sableuse ou arène) qui proviennent de la destruction de roches préexistantes et dont les éléments ne se sont pas soudés (grains de quartz isolés; sable des Flandres et de la Campine).

Les *poudingues*, qui ont la même origine, mais dont les éléments (graviers, cailloux et galets), de forme arrondie, se sont agglomérés (poudingue de Wéris).

Les *grès*, qui ont encore la même origine, mais dont les éléments (sables) sont agglutinés par un ciment siliceux, calcaireux ou argileux (grès des bords de l'Ourthe inférieure). Le mélange de feldspath en fait l'*arkose* (environs de Dinant); si le grain du grès n'est plus visible, c'est du *quartzite*; si le grès est plus ou moins micacé et à ciment argileux, c'est du *psammite* (Condroz).

Les *argiles* qui proviennent de la réunion de particules extrêmement ténues et fines; mélangées à de l'eau, elles forment des boues qui peuvent se consolider en roches que l'ongle raye et qui sont imperméables. Elles comprennent plusieurs variétés dont les principales sont : le *kaolin* ou terre à porcelaine (variété très pure); l'*argile plastique*, l'*argile à briques* (Boom) et la *terre à pipes* (Andenne); l'*argile smectique* ou terre à foulon; l'*argile réfractaire* (Andenne); le *limon* (terre des Polders); les

marnes, contenant une proportion assez forte de calcaire (Lorraine belge); les *schistes argileux*, qui sont des argiles durcies et feuilletées (Ardenne); les *phyllades* ou schistes argileux très durs et se débitant en feuilles (ardoises de Vielsalm); les *grauwackes* qui sont des schistes très résistants et contenant des grains de sable ou de grès.

b) Roches sédimentaires d'origine organique :

Les *calcaires* composés de carbonate de chaux avec une proportion variable de silice, d'alumine, de sable et d'oxyde de fer; ils sont facilement reconnaissables parce que, mis en contact avec un acide, même dilué, ils entrent en effervescence, ou parce que, soumis à la cuisson, ils donnent de la chaux. Les êtres organisés, tout spécialement les coraux, ont joué un rôle essentiel dans la formation de ces roches : l'accumulation de leurs carapaces, coquilles et squelettes au fond des eaux, a donné naissance à d'épaisses couches calcaires; celles-ci, soumises à de fortes pressions, peuvent devenir des roches quelquefois dures et très compactes. Les roches calcaires comprennent : les *calcaires coralligènes*, provenant des coraux; les *calcaires coquilliers*; la *craie*, provenant de foraminifères; les *marbres* ou calcaires cristallisés à grains fins et pouvant être polis; les *pierres lithographiques* ou calcaires présentant une finesse spéciale de grains et une texture très serrée; les *meulières* ou calcaires devenus, par l'action des eaux d'infiltration, des roches presque siliceuses; la *dolomie* ou carbonate de chaux et de magnésie, rude au toucher, peu attaquable par les acides.

La *houille*, matière noire, à cassure brillante, composée surtout de carbone, formée par des végétaux, et ordinairement disposée en lits séparés par des couches de grès ou de schiste.

Le *lignite*, sorte de charbon compact, moins riche en carbone que la houille, disposé aussi en couches ou lits.

c) Roches sédimentaires d'origine chimique :

Le *sel gemme*, chlorure de sodium, masse épaisse de sel marin. Le *gypse* ou pierre à plâtre, sulfate de chaux hydraté.

Formations superficielles. — Sous ce nom, on comprend la partie vraiment superficielle de la croûte terrestre, là où elle n'est pas couverte par l'Océan. Cette couche superficielle peut se composer de trois parties : la *terre végétale*, les *dépôts produits par l'érosion* et les *altérations dues à des agents chimiques*; elle provient le plus souvent de la désagrégation de roches, et peut, en certaines régions, avoir une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres, en d'autres n'être que de quelques décimètres, ou même totalement absente.

La *terre végétale* est formée de débris végétaux et de particules meubles provenant soit de l'altération du sous-sol ou de roches plus élevées, soit d'un apport par les eaux ou les vents. La couche de terre végétale, là où elle existe, est souvent de peu d'épaisseur; quelquefois, elle masque, sur de grandes étendues, le sous-sol géologique.

Les *dépôts produits par l'érosion* sont dus : 1° au ruissellement des eaux qui enlèvent et charrient au loin les éléments meubles des terrains plus élevés; 2° à l'action des vents qui transportent au loin des particules sableuses; 3° à l'action des glaciers qui amènent sur leur front ou déposent sur leurs rives les détritux rocheux enlevés sur leur passage; 4° à l'action du froid et du chaud, de la sécheresse et de l'humidité, du gel et du dégel, de l'insolation, qui effritent les roches et les divisent en fragments plus ou moins petits; 5° à l'action de la pesanteur qui rend plus faciles ces transports et précipite dans les vallées les détritux formés sur les versants abrupts.

Les *altérations dues à des agents chimiques* sont des transformations continues des couches supérieures des roches; elles sont dues en grande partie aux eaux d'infiltration et aux eaux souterraines, qui agissent par leur oxygène, leur acide carbonique, leurs chlorures et nitrates.

Nous donnerons au paragraphe *Nature du sol*, chapitre D de la Géographie botanique, la liste et les caractères des différentes espèces de sol; nous ferons connaître les principaux terrains au paragraphe *le Sol*, chapitre C de l'Anthropogéographie.

Disposition des roches sédimentaires. — La disposition de leurs strates peut être régulière : dans ce cas, elles se superposent suivant leurs âges en couches et lits à peu près horizontaux sur les roches fondamentales. Mais, souvent, leur disposition actuelle n'est plus normale : l'intérieur de la Terre, en se refroidissant, diminue de volume, et son écorce tend à suivre ce mouvement de contraction; elle ne le peut qu'en se plissant par endroits et en s'effondrant dans d'autres. Ces contractions de l'écorce terrestre se révèlent surtout par la disposition des strates : là où il y a eu *plissement* (voir Pl. III, *c*), les strates sont obliques ou verticales, quelquefois renversées; là où il y a eu *effondrement*, ces strates ne concordent plus de part et d'autre de la ligne de cassure, et l'on constate une solution de continuité entre les couches. Ces plissements et ces effondrements sont les causes principales de l'existence des montagnes et des dépressions maritimes sur la surface du globe; on les a appelés phénomènes orogéniques (fig. 47 et 48).

Les plis des roches sédimentaires, lorsqu'ils sont normaux, ont une partie convexe, ou *anticlinal*, dont les couches supérieures peuvent être restées en place (dôme anticlinal) ou peuvent avoir été enlevées par l'érosion et l'action des agents atmosphériques; ils ont aussi une partie convexe, ou *synclinal*, qui formera une vallée plus ou moins profonde, suivant l'effet de l'érosion. Ces plis (fig. 47) prennent différentes formes selon

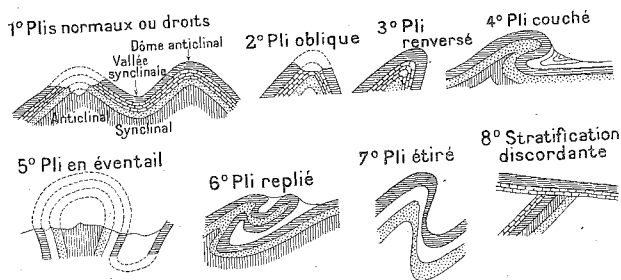


Fig. 47. — Plis.

l'allure des couches sur les versants (plis obliques, renversés, couchés, en éventail) ou selon la diminution d'épaisseur des strates (plis étirés). La formation de ces plis a dû nécessiter un temps considérable, ces contractions de l'écorce terrestre étant des mouvements lents, avec quelquefois des périodes de quasi-repos ou d'énergie intense. Il est parfois arrivé qu'un premier plissement établi a été transformé par un plissement postérieur, ou bien que sur ce premier plissement, après une érosion plus ou moins forte, souvent, sont venues se déposer de nouvelles couches sédimentaires (stratification discordante, fig. 47, 8°).

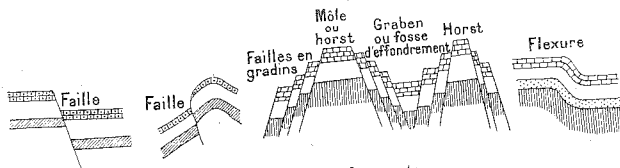


Fig. 48. — Effondrements.

Les effondrements sont des affaissements de parties de l'écorce terrestre le long d'une ou de plusieurs fractures ou cassures appelées *failles*; ils ont produit quelquefois des *vallées* dites *d'effondrement* ou de grands fossés dits *graben*, ainsi que des montagnes ou des élévations (plateaux) de forme spéciale, auxquelles on a donné le nom de *môles* ou de *horst*. Ces effondrements (fig. 48) ont pu avoir lieu non seulement dans des régions où les

strates étaient restées horizontales, mais aussi dans des régions qui étaient déjà plissées et, quelquefois, modifiées par l'érosion.

Dans l'examen d'un massif rocheux, il faut se garder de confondre : les *strates* (couches de roches sédimentaires), les *failles* (cassures accompagnées d'un déplacement relatif des deux parties séparées), les *diaclasses* (cassures intérieures sans solution de continuité entre les couches), les *feuilletés* (plans parallèles suivant lesquels se découpent certaines roches, comme le schiste et les phyllades).

Division des temps géologiques. — Les temps géologiques comprennent un nombre considérable de milliers d'années, depuis l'époque de la formation de la première croûte terrestre jusqu'à celle, très proche de nous, où se sont déposées les couches sédimentaires les plus récentes. Nous avons signalé précédemment (pp. 63-66) les principales espèces de roches classées d'après leur mode de formation et leur structure. Les géologues, aidés des paléontologistes, ont déterminé l'ordre dans lequel elles se sont constituées et par conséquent leur âge relatif; ils les ont groupées en *ères*, *périodes*, *étages* et *sous-étages*.

Plusieurs couches, strates ou horizons géologiques qui marquent un épisode déterminé dans le développement de la sédimentation d'une région, sont réunis sous le nom d'*assise* ou *sous-étage*. — Plusieurs étages qui correspondent à une période caractérisée de l'histoire géologique de la Terre, sont groupés en *périodes* ou *systèmes*. — Enfin les périodes ont été réparties en quatre *ères*. — La base de ce classement est ce principe : des roches renfermant les mêmes fossiles ou des empreintes d'animaux ayant vécu à la même époque sont synchroniques.

Les roches cristallophylliennes forment les *terrains archéens*; elles ne contiennent ni fossiles, ni traces d'empreintes d'êtres animés.

En Belgique, elles n'affleurent nulle part et sont partout recouvertes par des roches sédimentaires.

L'*ère primaire* comprend le cambrien, le silurien, le dévonien, le carboniférien et le permien.

En Belgique, les terrains de l'ère primaire sont représentés par : *a*) de la *période cambrienne*, des quartzites et des phyllades entre Vielsalm et Spa, à la source de la Lomme et dans les environs de Cul-des-Sarts; *b*) de la *période silurienne*, des schistes entre Lessines et Ath, dans les environs

de Braine-le-Comte, entre Gembloux et Fallais; *c*) de la *période dévonienne*, des grès (Bastogne) et surtout des schistes dans la Famenne et dans toute l'Ardenne, des poudingues (Naninne), des marbres (Rance), des psammites (Esneux) et surtout des calcaires dans l'Entre-Sambre-et-Meuse (calcaire de Givet) et dans le Condroz; *d*) de la *période carboniférienne*, des calcaires et des marbres en bandes quasi-parallèles à travers l'Entre-Sambre-et-Meuse et le Condroz (calcaire gris de la Roche-à-Bayard, et marbre noir de Dinant), de Tournai à Antoing, sur le cours supérieur de la Dendre; et de la houille avec grès et schistes dans les bassins houillers; *e*) le *permien*; celui-ci n'est pas affleurant.

L'ère *secondaire* comprend le triasique, le jurassique et le crétacique.

Les terrains secondaires, plus modernes que les primaires, ont été enlevés, par l'érosion, des régions belges signalées ci-dessus; ils plongent sous les terrains tertiaires et quaternaires. Cependant, ils affleurent en certains endroits et sont représentés par: *a*) de la *période triasique*, des grès et des marnes, d'Attert à Mellier, et quelques îlots dans les environs de Stavelot; *b*) de la *période jurassique*, des grès et surtout des marnes, dans la Lorraine belge (près de Virton); *c*) de la *période crétacique*, des marnes et surtout de la craie dans une bonne partie du pays de Herve et de la Hesbaye, en une bande de Péruwelz à La Louvière, et au sud de Mons (calcaire montien).

L'ère *tertiaire* comprend l'éocène, l'oligocène, le miocène et le pliocène.

Les terrains tertiaires sont, en général, restés meubles et non agglomérés; ce sont, en Belgique, surtout des sables et des argiles: *a*) de la *période éocène*, les Flandres (argile des Flandres ou d'Ypres), le nord du Hainaut et presque tout le Brabant (sables de Bruxelles); *b*) de la *période oligocène*, une bande allant de Saint-Gilles-Waes par Boom, Duffel, le nord de Malines et de Louvain, le sud de Diest et entre Hasselt et Saint-Trond jusque Maestricht (argile du Rupel); *c*) de la *période miocène*, le centre du pays de Waes, entre Anvers et Heyst-op-den-Berg, au nord de Hasselt (sables noirs d'Anvers); *d*) de la *période pliocène*, la plus grande partie de la province d'Anvers (sables de l'Escaut), la moitié septentrionale du Limbourg, et le coin nord-ouest du Brabant, entre Aerschot, Diest et Louvain.

L'ère *quaternaire* comprend le pléistocène et l'holocène.

Les terrains quaternaires, qui sont les plus récents, sont des alluvions ou des sables; on les rencontre, en Belgique, en une bande le long de la mer du Nord jusque Dixmude et Bruges, et le long de l'Escaut inférieur (Polders). — Le pléistocène, ou quaternaire ancien, se divise en quatre périodes

glaciaires séparées par des phases interglaciaires et suivies d'une période postglaciaire. L'holocène, ou quaternaire actuel, est représenté par des alluvions récentes.

Les cartes géologiques. — Ces cartes rendent de grands services aux géographes qui peuvent, par leur lecture, se rendre compte de la nature du sous-sol, et, par le tracé de coupes, connaître l'allure des couches et y trouver souvent une explication du relief.

Les meilleures cartes géologiques, lorsqu'elles sont à une échelle assez grande, donnent pour servir de points de repère, un certain nombre d'indications topographiques (villages et cours d'eau), des lignes hypsométriques ou des notations d'altitude. Les différents étages ou systèmes sont signalés par des colorations diverses, limitées par des traits et caractérisées par des lettres. Une légende donne l'échelle et l'explication des couleurs et des notations employées.

On néglige, dans les cartes géologiques, la couverture de terre végétale plus ou moins épaisse et aussi, quelquefois, d'autres terrains superficiels récents comme des limons, des alluvions peu importantes, des éboulis et des éboulements, etc.; donc, les cartes géologiques signalent les roches qui seraient affleurantes si on enlevait, partout où elles existent, ces formations superficielles.

Si l'on veut, cependant, retirer grand profit, de l'étude d'une carte géologique, il ne convient pas de se contenter d'en faire la lecture; il faut, en outre, et au moyen des indications qu'elle donne, tracer une ou plusieurs coupes géologiques, qui montreront non seulement la nature du sous-sol, mais encore l'allure des couches rocheuses à des profondeurs diverses; ces coupes feront mieux ressortir l'importance des failles et permettront souvent d'expliquer l'aspect du relief, les résultats de l'érosion et un très grand nombre de phénomènes de géographie physique.

A l'aide des notations d'altitude (nombres ou courbes hypsométriques), on établira d'abord un profil signalant l'allure du relief, avec une échelle des hauteurs considérablement plus grande que l'échelle des longueurs. Sur le tracé de ce profil, on reportera les notations de la carte géologique et on réunira, par des lignes droites, les points où commence chacune des couches géologiques. Ainsi sera signalée sur ce profil l'allure des couches et l'on pourra, par exemple, déterminer pour un point quelconque du profil, la série des roches que l'on rencontrera lors du forage d'un puits, et aussi leur épaisseur. On arrivera à plus de précision en dessinant plusieurs coupes, les unes transversales aux autres.

CHAPITRE III.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

A. — Généralités.

Terres; eaux; atmosphère. — Le globe terrestre se compose d'une *croûte solide extérieure* qui entoure et recouvre une masse de matières en fusion, au centre de laquelle est très probablement un noyau solide. Cette croûte extérieure, ou *lithosphère*, résultat d'un long refroidissement, est formée de roches de diverses natures.

Mais la plus grande partie de la surface de cette croûte est recouverte par les *eaux (hydrosphère)*, lesquelles se sont accumulées dans les dépressions. On appelle *terres* les seules portions de cette croûte solide qui émergent de la surface des flots.

Les terres et les eaux sont entourées d'une couche gazeuse, l'*air* ou l'*atmosphère*.

L'objet de la géographie physique (voir p. 2) étant l'étude de cette zone composée des eaux, des couches supérieures de la lithosphère et des couches inférieures de l'atmosphère, zone où se passent tous les phénomènes de la vie organique, ce chapitre se divisera en trois parties : les terres, les eaux et l'atmosphère.

Répartition des terres et des eaux. — Les terres et les eaux n'ont pas la même étendue sur le globe : la superficie de toutes les terres est évaluée à 148.670.000 Km²; celle des eaux, à 361.280.000 Km², ou environ les sept dixièmes de la surface du globe.

Si nous comparons l'hémisphère boréal et l'hémisphère austral (fig. 34, p. 48), nous voyons que le premier renferme presque trois fois plus de terres que le second.

La superficie de l'hémisphère boréal est composée de 60 % d'eaux et de 40 % de terres; celle de l'hémisphère austral de 82 % d'eaux et de 18 % de terres. Un peu plus des deux tiers de la superficie des terres se trouvent au N. de l'équateur; un tiers à peine au S. Par contre, les quatre septièmes de l'étendue des eaux se trouvent au S. de l'équateur; trois septièmes au N.

Si, au lieu de couper la sphère suivant le plan de l'équateur, on la coupe suivant le plan d'un grand cercle dont tous les points sont à égale distance de Calais (ou du canal Saint-Georges, ou de l'embouchure de la Loire), on détermine deux hémisphères, dont l'un sera l'*hémisphère des eaux* ou océanique, et l'autre l'*hémisphère des terres* ou continental (fig. 35 et 49).

L'hémisphère des terres comprend intégralement l'Europe, l'Afrique et l'Amérique du Nord, presque toute l'Asie et environ les deux tiers de

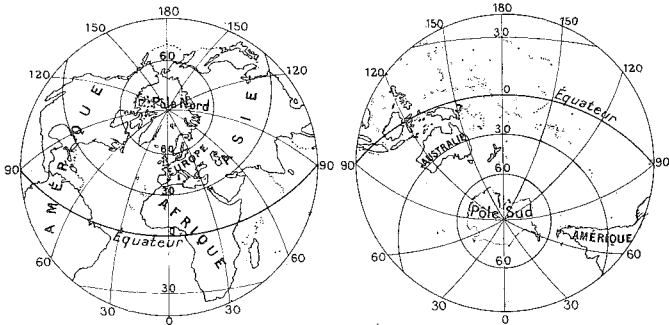


Fig. 49. — Hémisphères des terres et des eaux.

l'Amérique du Sud, soit 52 % d'eaux et 48 % de terres. L'hémisphère des eaux contient les 89 % de sa surface recouverts par les eaux, et seulement 11 % de terres.

La distribution géographique des terres et des eaux à la surface du globe est d'une importance capitale pour l'explication des faits tant de géographie physique que de géographie biologique et humaine.

Si ces surfaces étaient distribuées d'une autre manière, c'est-à-dire si les continents et les océans étaient géographiquement répartis autrement, des changements nombreux remanieraient presque toute la géographie physique et conséquemment la géographie biologique et la géographie humaine.

Aussi les chapitres relatifs aux terres et aux eaux commenceront-ils par faire connaître la répartition géographique des surfaces terrestres (pp. 74-78) et des surfaces maritimes (pp. 110-113).

B. — Les terres.

Division. — Les terres sont cette partie de la croûte terrestre, qui émerge des eaux de l'Océan. Nous en étudierons d'abord la configuration horizontale, puis la configuration verticale, enfin les mouvements actuels.

I. — CONFIGURATION HORIZONTALE DES TERRES.

Configuration horizontale. — On entend par configuration horizontale des terres, leur *forme sur le plan de l'horizon*. Elle donne la division en continents, parties du monde, presqu'îles, îles, isthmes et caps.

Grandes divisions des terres. — Les terres se répartissent en trois grandes masses ou *continents*, et en cinq *parties du monde* (fig. 33, p. 48).

L'*ancien continent* a une étendue de 84 millions de Km²; il comprend d'abord l'Eurasie se divisant en Europe (10 millions de Km²) et en Asie (44 millions de Km²), puis l'Afrique (30 millions de Km²); à lui seul, il forme les 60 % des terres émergées.

Le *nouveau continent* dont l'étendue est égale à la moitié de celle de l'ancien, 42 millions de Km², s'appelle aussi Amérique, et est divisé en Amérique du Nord et Amérique du Sud (31 % des terres émergées).

Le *continent austral* ou Australie, le plus petit des trois (9 millions de Km²), constitue, avec les milliers d'îles répandues dans le Grand océan, la cinquième partie du monde ou Océanie.

Les *terres polaires* forment, surtout celles qui avoisinent le pôle Sud, des masses à part et encore peu explorées; la plupart des terres polaires arctiques sont le plus souvent rattachées à l'Amérique; les terres polaires antarctiques sont presque toujours appelées continent antarctique.

Forme générale des continents. — Les masses continentales qui forment l'ancien et le nouveau continent, *sont très élargies vers le Nord et vont s'amincissant vers le Sud*. La même disposition se retrouve dans la plupart des grandes terres : parties du monde et presqu'îles s'effilent en pointe dans la direction du Sud (fig. 36, p. 49).

Entourant comme d'une sorte de ceinture les mers boréales, les masses continentales sont très larges aux environs du 55° lat. N., de telle sorte qu'elles ne sont séparées que par le détroit de Bering et l'Atlantique Nord. Elles diminuent de largeur à mesure qu'elles s'avancent vers le Sud. Elles s'écartent même de plus en plus l'une de l'autre : des milliers de lieues séparent leurs pointes terminales, le cap Froward, le cap des Aiguilles et le cap Wilson. — De même pour les parties du monde : l'Afrique, l'Amérique septentrionale et l'Amérique méridionale s'amincissent vers le Sud ; l'Europe et l'Asie se terminent par trois grandes presqu'îles orientées vers le midi et dont l'une, l'Hindoustan, rappelle parfaitement, par sa configuration, la forme triangulaire des parties du monde. — C'est entre le 60° et le 70° lat. N. que les continents présentent, par rapport à l'Océan, la plus grande étendue : 71 % de terres et 29 % d'eaux ; puis entre les 50° et 60° lat. N. : 57 % de terres et 43 % d'eaux.

Situation comparée des continents. Comparativement à l'équateur, tout l'ancien continent, sauf la partie méridionale de l'Afrique, se trouve dans l'hémisphère boréal ; le nouveau continent est réparti de part et d'autre, mais plus dans l'hémisphère nord que dans l'hémisphère sud. — Comparativement au méridien de l'île de Fer, l'ancien continent et l'Australie sont dans l'hémisphère oriental et entourés par les cinq océans ; le nouveau continent est dans l'hémisphère occidental, allongé du Nord au Sud entre le Pacifique et l'Atlantique. — Enfin, toutes les terres, à un vingtième près, ont pour antipodes des surfaces couvertes d'eaux marines.

Direction générale des continents. — L'ancien continent a son développement le plus grand de l'W. à l'E., *en longitude* ; il s'étend sur plus d'un hémisphère tout entier, sur 200° de longitude. Le nouveau continent s'allonge du N. au S., *en latitude*, sur 124°.

La direction générale de l'Eurasie, prise entre le 40° et le 50° degré lat. N., est W.-E., avec une superficie un peu plus grande au nord de 50° qu'au sud de 40° ; sa largeur, par 40° lat. N. est de 12000 Km. — L'ancien continent (Eurasie et Afrique) a une direction générale S.-W.-N.-E., du Sénégal au détroit de Bering. — Le nouveau continent a sa pointe la plus septentrionale, le cap Barrow, par 71° lat. N. ; sa pointe méridionale, le cap Froward, par 53° lat. S., donc une longueur d'environ 14000 Km.

Points de contact des parties du monde. — Les parties du monde sont rattachées deux à deux.

L'Europe et l'Asie sont soudées l'une à l'autre et ne forment, géographiquement, qu'une seule partie du monde, l'Eurasie, dont l'Europe n'est

qu'une grande presqu'île. — L'Asie est rattachée à l'Afrique par l'isthme de Suez; l'Afrique est tout proche de l'Europe au détroit de Gibraltar et au bras de mer au S.-W. de la Sicile. — Par la presqu'île de Malacca, que continue l'archipel de la Sonde, l'Asie a, d'autre part, son prolongement méridional vers l'Australie, tandis qu'au N.-E., elle n'est séparée de l'Amérique que par le détroit de Bering, large de 91 Km. au plus. — L'isthme de Panama relie l'une à l'autre les deux Amériques. — Il existe entre les terres du N. et celles du S. une dépression, que les géologues ont appelée *dépression méditerranéenne*, composée de mers et de terrains bas : elle est constituée par les profondeurs du golfe du Mexique et de la mer des Antilles, la mer Méditerranée, le golfe Persique et les vallées de l'Indus et du Gange.

Développement des côtes. — Les trois parties septentrionales, Europe, Asie et Amérique du Nord, ont des *contours plus découpés*, et par conséquent un *développement des côtes plus considérable*, que les trois parties méridionales, Afrique, Australie, Amérique du Sud.

La ligne des côtes se développe, dans les deux hémisphères, sur une longueur totale de plus de 200.000 Km.; elle présente entre les parties du monde des différences remarquables. — Dans les trois parties septentrionales, un littoral très sinueux découpe des mers et parties de mer qui s'avancent jusque bien loin dans l'intérieur des terres; dans les parties méridionales, la ligne régulière du rivage, presque sans indentation, sans golfe profond, donne aux pays une forme massive. — L'Europe a un Km. de côtes par 315 Km² de surface; en Afrique, la plus massive des parties du monde, à un Km. de côtes correspondent 1.145 Km². — Le tableau ci-après montrera le rapport entre la superficie totale, la superficie des péninsules et des îles.

Parties du Monde	Superficietotale en millions de Km ²	Superficie sans les îles millions de Km ²	Superficie des péninsules millions de Km ²	Superficie des îles millions de Km ²
Asie	44.48	41.5	7.94	2.70
Afrique	29.82	29.2	0.	0.62
Amérique du Nord	24.40	20.0	2.04	4.40
Amérique du Sud	17.78	17.6	0.05	0.13
Europe	10.01	9.2	2.70	0.79
Australie	8.90	7.6	0.42	1.30

Les découpures de la côte en golfes profonds et tranquilles, qui sont autant de rades naturelles, se remarquent principalement dans les contrées suivantes : les pays riverains de la côte septentrionale de la Méditerranée, l'Angleterre, la Norvège, l'Asie orientale, les rivages de la mer des Antilles et la côte E. des États-Unis. Nulle part, ces échancrures ne sont aussi nombreuses et aussi profondes qu'en Grande-Bretagne, où aucun endroit ne se trouve à plus de 150 km. de la mer.

Presqu'îles. — Comme les parties du monde, la plupart des presqu'îles ou péninsules du globe sont orientées vers le Sud, et se terminent en pointe.

Les principales presqu'îles sont : en Europe, la Scandinavie, l'Ibérie, l'Italie et les Balkans; en Asie, l'Anatolie, l'Arabie, l'Hindoustan, l'Indo-Chine, la Corée et le Kamtchatka; en Amérique, le Labrador, la Floride, le Yucatan, la Vieille-Californie et l'Alaska. — L'Europe et l'Asie sont les plus riches en péninsules : de la superficie totale de l'Europe, 27 % sont des presqu'îles; de celle de l'Asie, environ 20 %. — Les trois presqu'îles qui terminent l'Europe au S. présentent de grandes analogies avec les trois péninsules méridionales de l'Asie. L'homologie se retrouve même dans les trois pointes terminales de l'Amérique du Nord (Vieille-Californie, Amérique centrale, Floride). — Au point de vue de leur configuration horizontale, les péninsules se divisent en grandes péninsules, comme l'Arabie (2.800.000 km², 90 fois la Belgique), en petites péninsules, comme l'Italie (286.000 km², 9 fois la Belgique), en péninsules fixées au continent par une base large (Hindoustan) et péninsules rattachées au continent par un isthme plus ou moins étroit (Crimée).

Isthmes. — Ce sont des langues de terre qui relient soit deux parties du monde, et dans ce cas elles ont une grande importance, soit une presqu'île à un continent.

L'isthme de Suez, long de 140 km., réunit l'Afrique à l'Asie; il est percé depuis 1869 par un canal maritime, de la mer Rouge à la Méditerranée. L'isthme de Panama, long de 70 km., relie l'Amérique du Nord à l'Amérique du Sud; il est percé, depuis 1914, par un canal maritime mettant en communication le Pacifique et l'Atlantique. — Les autres isthmes remarquables sont : en Europe, celui de Corinthe (6 km.) et celui de Pérékop (8 km.); en Asie, celui de Kraw (400 km.).

Caps. — Les caps sont des pointes de terre plus ou moins élevées qui s'avancent dans la mer; ils indiquent souvent, par leur position, l'extrémité d'une chaîne de montagnes.

Les principaux caps sont : en Europe, les caps Nord, Lindesnäs, Lands

End, Mizen, Saint-Mathieu, Finisterre, Roca, Tarifa et Matapan; en Asie, les caps Tchéliousskine, Oriental, Lopatka, Romania et Comorin; en Afrique, les caps Blanc, Guardafui, des Aiguilles, de Bonne-Espérance et Vert; en Amérique, les caps Farvel, Charles, Sable, San Roque, Froward, Horn, San Lucas et du Prince de Galles; en Australie, les caps York, Wilson et Leeuwin.

Iles. — Les îles sont des parties de terre entourées d'eau de tous côtés. Elles sont de dimensions très variées et on en compte des milliers depuis l'écueil rocheux jusqu'aux grandes îles qui atteignent presque l'étendue d'un continent.

En réalité toutes les terres sont des îles, puisqu'elles émergent de l'Océan : même l'ancien continent est une île immense. C'est l'Océan Pacifique qui en renferme le plus grand nombre; quant aux autres Océans, et surtout l'Atlantique, ils présentent de vastes espaces où les rides des eaux ne viennent pas effleurer le moindre récif. — Les grandes îles du monde sont, en omettant l'Australie : en Océanie, la Nouvelle-Guinée (774.000 km², 27 fois la Belgique), Bornéo (25 fois la Belgique), Sumatra, Java, Célèbes et les deux îles de la Nouvelle-Zélande; en Afrique, Madagascar, qui occupe le troisième rang pour l'étendue (20 fois la Belgique); en Asie, Honshu ou Nippon, la plus grande île du Japon; en Amérique, le Grönland et Cuba; en Europe, la Grande-Bretagne (7 fois la Belgique). — D'après leur disposition ou leur situation, on les classe en : les *îles isolées*, comme l'Islande, Ascension et Sainte-Hélène; les *îles couplées*, comme la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Zemble, la Corse et la Sardaigne; les *îles en bordure*, comme la Grande-Bretagne pour l'Europe, la Sicile pour l'Italie, les îles du Japon et Formose pour l'Asie; les *archipels*, comme l'archipel de la Sonde et celui des Mariannes; les *îles en arc de cercle*, comme les Aléoutiennes. — D'après leur formation, on les classe en îles continentales et en îles océaniques; voir p. 102.

II. — CONFIGURATION VERTICALE DES TERRES.

Configuration verticale. — On entend par configuration verticale des terres, la *forme de leur relief* constitué par les inégalités de la surface. — Les dislocations de l'écorce terrestre, plissements et effondrements, qui ont surélevé certaines régions et en ont abaissé d'autres; l'érosion qui a transporté et transporte encore des détritiques rocheux enlevés aux parties émergées; les agents atmosphériques qui travaillent aussi, depuis l'origine de la croûte terrestre, à la modification de sa

surface, ont donné naissance à six formes principales de reliefs des terres émergées : *montagnes*, *plateaux*, *collines*, *vallées*, *plaines* et *dépressions*. Les *volcans* et les *îles* feront l'objet de deux paragraphes spéciaux.

Nous aurons en vue, dans ce chapitre, la description et l'explication des formes actuelles du relief, en mettant surtout en lumière les forces qui les ont créées et les résultats auxquels elles ont abouti; ces forces orogéniques sont la conséquence du refroidissement continu des masses enfermées à l'intérieur de la lithosphère. — Nous réserverons plus particulièrement pour les chapitres traitant des eaux et de l'atmosphère, l'étude des agents qui modifient et tendent à détruire le relief. — Rappelons, cependant, que tous les phénomènes géographiques sont dans une dépendance réciproque, et que si nous devons, par esprit de méthode, étudier séparément les terres, les eaux et l'atmosphère, ou bien, dans l'étude des terres, réserver des paragraphes spéciaux pour les montagnes, les vallées, les plaines, les plateaux, etc., il est important de ne pas oublier que tous les agents de l'activité physique sur la surface du globe sont non seulement en contact, mais que leurs actions se compénètrent et qu'ils agissent et réagissent l'un sur l'autre.

A. — *Les montagnes.*

Définition. — Une montagne est une élévation considérable du sol; c'est une grande masse de terres ou de roches d'altitude fort supérieure au terrain qui l'environne.

Causes de formation. — La formation des montagnes est due principalement à la diminution de volume, par refroidissement, des matières composant le centre de la Terre; cette diminution de volume cause, dans l'écorce terrestre, des *resserments*, des contractions et une diminution de surface.

Ces resserments se sont produits surtout de deux manières :

1^o Par **plissements** : l'écorce terrestre se fronce, se ride, diminue de surface en formant des plis; ceux-ci sont composés de parties concaves ou *synclinaux* et de parties convexes ou *anticlinaux*; ils prennent des allures diverses, dites oblique, en éventail, couchée, droite, étirée (voir fig. 47, p. 68, et Pl. III, c).

2^o Par **effondrements** : l'écorce terrestre s'affaisse en une région déterminée, le long d'une cassure ou faille ou d'une flexure, et forme alors soit des *fosses d'effondrements* (dont le type est le graben; exemple : la vallée du Rhin moyen), soit des *horste* (partie restée en place ou un peu

surélevée, alors que des deux côtés il y a eu effondrement), soit des *déni-vellations* (par simple affaissement, par bascule d'un compartiment dont un bord se relève et forme crête, par un pli dit flexure; voir fig. 48, p. 68).

Ces plissements et ces effondrements ont eu lieu à différents moments pendant toute la durée des époques géologiques, tantôt ici, tantôt là, parfois remaniant, à une époque, un relief créé à une époque précédente. — Ces mouvements de l'écorce terrestre se déterminent surtout par l'allure de la stratification (voir p. 67).

À ces causes de formation des montagnes, il faut en ajouter d'autres qui sont dites *actuelles*, parce qu'elles agissent encore aujourd'hui, l'action des précédentes n'étant guère sensible pour nous; ce sont : l'*accumulation* par les volcans, les vents et les glaciers, qui édifient des montagnes et des collines; l'*érosion*, par les eaux, qui isolent des masses de roches ou de terres.

On appelle *surface structurale* la surface des terres telle qu'elle serait si les agents d'érosion ne l'avaient pas modifiée. Le rétablissement de cette surface, dans les coupes géologiques, permet de se rendre compte des effets de l'érosion marine, fluviale, glaciaire ou éolienne (voir fig. 47, 1°, 2°, 5°, p. 68, où elle est signalée par un pointillé).

Classification des montagnes d'après leur mode de formation. — D'après leur mode de formation, on distingue quatre espèces de montagnes : *de plissement*, *de rupture*, *d'érosion* et *d'accumulation*.

Les *montagnes de plissement* sont formées par des plis considérables de l'écorce terrestre; un des types les plus caractéristiques est fourni par le Jura : rangées de montagnes parallèles où, dans chacune, les mêmes roches sont plissées en arche.

Les *montagnes de rupture* sont formées soit par les horste, soit par des couches rocheuses surélevées sur le bord d'un effondrement, ou restées en place mais paraissant surélevées par suite d'un effondrement voisin. On cite comme types de montagnes de rupture les Vosges et la Forêt Noire.

Les *montagnes d'érosion* sont des masses de terres ou de roches, isolées par l'érosion; parce que, le plus souvent, composées de roches plus dures à la surface, elles ont résisté à la désagrégation qui abaissait le niveau des terrains voisins, mais aussi quelquefois, parce que, composées de roches éruptives, celles-ci, plus résistantes, n'ont pu être entamées.

Les *montagnes d'accumulation* sont formées par l'amoncellement de matériaux divers, produit par le vent (dunes, voir p. 91 et 190), par les glaciers (moraines, voir p. 167), par les volcans (cônes, volcaniques voir pp. 101-102).

Modifications actuelles de la forme des montagnes. —

Ces montagnes, quel que soit leur mode de formation, ont été et sont encore soumises à la *désagrégation* ou action des agents atmosphériques, qui en désagrègent la partie supérieure et les versants; à l'*érosion* ou action mécanique des eaux pluviales, courantes et solidifiées, qui les érodent, diminuent leur hauteur, sapent leurs bases; à la *corrosion* ou action chimique des eaux qui dissolvent les roches. Ces actions modifient la forme et l'aspect des montagnes, suivant leur degré d'énergie ou d'intensité, selon le milieu climatique et proportionnellement au degré de perméabilité et de dissolubilité des roches.

La structure des montagnes présente une très grande variété due à leur âge, à leur origine, à la dureté, la non-perméabilité, la résistance et la nature des roches qui les composent.

1° **Age.** Les unes sont anciennes, les autres de dates plus récentes. Les montagnes *vieilles* sont usées, aplanies : leurs sommets ont disparu ou se sont arrondis en croupes ou en dômes, tels les ballons des Vosges et les montagnes du Liban (voir Pl. V, *b*); les montagnes *jeunes* sont caractérisées par des formes plus abruptes, des sommets en pointes, tel le mont Cervin et la Jungfrau (voir Pl. V, *a*). — Un type particulier de montagnes usées et aplanies est la *pénéplaine* ou massif montagneux plissé, mais presque complètement aplani (Finlande), quoique découpé encore par des vallées d'érosion lorsqu'il y a eu relèvement du sol et réveil de l'érosion fluviale (Ardenne).

2° **Nature des roches** Les *gneiss* (roche fondamentale) et les *granites* (roche éruptive) forment des montagnes auxquelles l'érosion donna d'abord un aspect très déchiqueté, puis, soumis plus longtemps à l'action des agents de désagrégation et d'érosion, ils forment des croupes arrondies et se caractérisent par la présence de gros blocs arrondis entassés dans les vallées ou épars à la surface.

Les *argiles* (roche sédimentaire d'origine mécanique) étant imperméables, donnent aux régions où elles affleurent un modelé vague et peu accentué, parce que, très rapidement, les agents d'érosion en ont enlevé les crêtes et les protubérances.

Les *schistes* (argiles durcies et feuilletées) et les *micaschistes* (roche fondamentale) présentent souvent le même modelé que les argiles, mais quelquefois, surtout les plus durs relevés en couches verticales, produisent des escarpements et des pointes.

Les *poudingues* (roche sédimentaire) prennent rapidement l'aspect ruiniforme : les phénomènes de corrosion leur donnent la forme de ruines.

Les *grès* (roche sédimentaire) donnent lieu à des allures très caractéristiques : piliers, tours, bastions, escarpements ruiniformes (Suisse saxonne); s'ils sont des quartzites, à d'immenses pans de muraille; si les couches ou strates sont restées horizontales, à des plateformes.

Les *calcaires* (roche sédimentaire d'origine organique) étant très solubles et aussi très perméables à cause de leurs diaclases, produisent de larges plateaux, à parois abruptes et sans eau courante, des grottes, de hauts escarpements, des murailles verticales, des vallées très encaissées souvent sèches, des chantoirs.

Aspect des montagnes. — De tous les spectacles que nous offre la nature, les montagnes forment l'un des plus grandioses et des plus imposants. Elles présentent une incomparable variété d'aspect : pentes douces ou escarpées, pics élancés ou dômes arrondis, versants stériles ou couverts de forêts, massifs immenses coupés de vallées et de cols, ou cônes isolés dominant la plaine (voir Pl. II, III et V).

Tantôt, allongeant leurs pentes adoucies ou s'étagant en gradins successifs, elles se prêtent aux ascensions les moins périlleuses; tantôt leurs escarpements rapides s'élèvent à des hauteurs vertigineuses semblant défier toute escalade. — Leurs sommets se découpent sur le ciel en mille formes diverses : des pyramides majestueuses, comme le Cervin; des pics, aiguilles, dents, cornes, comme mille cimes des Alpes; des puys, comme en Auvergne; des dômes, comme les ballons arrondis des Vosges ou le sommet du Mont-Blanc. — Ici, les montagnes se dressent nues, arides, désolées, sauvages, sans un pouce de terre végétale, comme les escarpements gris et pelés du Pilate; là, elles se couvrent d'un riant manteau de verdure : campagnes et vergers à la base, pâturages et forêts vers la cime; ailleurs, elles font resplendir au soleil la blancheur immaculée des glaciers et des neiges d'un éternel hiver. — Massifs immenses d'une longueur considérable, elles séparent nettement deux régions malgré les vallées qui conduisent à de hauts cols (Himalaya); ou, isolées, elles dominent majestueusement la plaine environnante (Vésuve, Etna).

Les pentes des montagnes. La plupart des chaînes de montagnes présentent des pentes différentes sur leurs deux versants : d'un côté, elle est très rapide, de l'autre beaucoup moins, de telle sorte que, si l'on en fait une coupe transversale, celle-ci donnera l'allure d'un triangle dont la perpendiculaire du sommet sur la base coupera cette base en deux parties très inégales (v. p. 116). Les Alpes descendent en pente douce vers le plateau de Souabe et s'abaissent brusquement vers la plaine du Pô.

Une autre caractéristique des pentes, c'est qu'elles sont rarement régulières : leur profil n'est presque jamais en ligne droite ni en ligne

courbe, mais il présente des ruptures de pente, des modifications plus ou moins brusques de l'allure générale, modifications qui apparaissent clairement sur les cartes hypsométriques par des rapprochements ou des écartements des courbes de niveau; ces ruptures de pente s'expliquent le plus souvent, par l'affleurement de roches de natures différentes, sinon par des différences dans le résultat du travail continu de l'érosion.

Si l'on généralise l'allure de la ligne de pente d'une grande chaîne montagneuse, on constatera que cette ligne est une courbe concave, allant du sommet à la plaine, et non une ligne droite; la concavité de cette courbe est une conséquence du travail de l'érosion par les eaux courantes (voir p. 148).

Destruction des montagnes. — La plupart des montagnes portent les traces de la disparition de couches entières de leur masse primitive. Cette *destruction*, tantôt assez rapide, tantôt lente des montagnes, *se continue chaque jour* sous nos yeux. Elle a pour agents principaux l'eau et les éléments atmosphériques.

L'action continue et importante de ces agents sur le modelé terrestre sera décrite et expliquée après l'étude de chacun de ces agents. Nonobstant, voici quelques données générales.

L'eau, transportée par les nuages sur les plus hauts sommets et y tombant, en pluie ou neige, imprègne profondément les roches; elle les érode, surtout les plus tendres, pénètre entre les couches et dans les fissures, dissout les éléments les plus solubles et détermine des glissements et la formation d'éboulis (voir Pl. X, *a*); ou bien, en se congelant, produit la force mécanique qui disloque les roches et les désagrège. C'est ainsi que des masses énormes de roches se détachent parfois des flancs de la montagne et roulent avec un fracas épouvantable au fond des vallées : avalanches de pierres, elles détruisent et écrasent tout sur leur passage et forment alors des éboulements et des cônes d'avalanches.

L'eau courante, les torrents et les rigoles de ruissellement, érodent les versants et approfondissent les vallées : les érosions des montagnes, pour être moins bruyantes et moins désastreuses que les avalanches, n'en détachent pas moins, chaque jour, des masses considérables de terre, de sable, de gravier. Tous ces débris ou détritux rocheux, après avoir glissé le long des pentes, sont emportés par les eaux, forment des cônes de déjection à la sortie du ravin dans la plaine (voir Pl. IX, *a*), exhausent le fond des lacs, construisent des deltas à l'embouchure des fleuves. — Il arrivera même que l'érosion, après avoir enlevé la partie supérieure d'un dôme anticlinal (v. p. 68), érodera les couches plus tendres et creusera une vallée là où il y avait autrefois une montagne.

L'eau qui s'infiltré dans certaines roches y produit des grottes, des couloirs, des rivières souterraines, qui approfondissent leur cours et créent des vides occasionnant des effondrements.

L'eau congelée sous forme de glaciers transporte à plusieurs kilomètres des blocs de rochers, des galets, des graviers et du sable provenant des versants de leur vallée pour les déposer en moraines.

L'insolation et la chaleur dessèchent les terrains, dilatent les roches; le rayonnement, le froid et le gel les contractent et les réduisent en miettes.

Le vent transporte les éléments meubles et rend les dunes itinérantes.

On peut dire que, d'une façon générale, la forme actuelle des montagnes, comme celle du relief, est due principalement à l'érosion, et que cette forme se modifie tous les jours.

Altitude des continents. — L'altitude des terres émergées est comprise entre 0, niveau de la mer, et 8840 mètres, hauteur du pic Éverest, le sommet le plus élevé. Quelques rares endroits ont une altitude négative, c'est-à-dire sous le niveau de la mer; tels les bords de la mer Morte : — 394 mètres.

Points culminants. La hauteur d'une montagne dépend, d'une part, de l'altitude à laquelle a été élevé, par les contractions de l'écorce terrestre, le système montagneux auquel elle appartient; d'autre part, du degré de résistance à l'érosion des roches qui la composent et du degré d'intensité de cette érosion; enfin de leur âge.

Les sommets les plus élevés sont : en Asie, le pic Éverest (8840 m.), le plus haut sommet du monde, dans l'Himalaya; le Godwin Austen (8611 m.), dans le Karakorum; le Kantschindschinga (8580 m.), dans l'Himalaya; le volcan Demavend (6400 m.); — en Amérique, l'Aconcagua (7040 m.), dans la Cordillère des Andes; le Chimborazo (6254 m.), dans les Andes de l'Équateur; — en Afrique, le Kilima-Ndjaru (6010 m.), à l'E. du lac Victoria; le mont Kenia (5600 m.), au sud du lac Rodolphe; — en Europe, le Mont Blanc (4810 m.), dans les Alpes; le mont Elbrouz (5630 m.), dans le Caucase; le mont Rose (4638 m.), dans les Alpes pennines; — dans l'Antarctique, le mont de la Société de Géographie de Londres (4690 m.). — La valeur exacte de ces altitudes apparaît mieux par une comparaison avec le diamètre de la Terre : le pic Everest a comme hauteur la 1442^e partie du diamètre terrestre; ou : sur un relief de l'Europe à l'échelle $\frac{1}{750.000}$, le Mont Blanc n'a que $6\frac{1}{2}$ millimètres de hauteur. — Les sommets les plus élevés se rencontrent toujours dans les massifs les plus récents.

Passes. Les passes ou cols, dits aussi parfois ports, sont des échancrures dans une chaîne de montagnes. Les passes les plus élevées et accessibles par une route carrossable sont, en Europe, le Stelvio (2757 m.) entre l'Ortler et les Alpes rhétiques, la Furka (2436 m.) dans les Alpes bernoises, le col du Saint-Gothard (2114 m.) dans les Alpes du Tessin.

Altitude moyenne des continents. L'altitude moyenne d'une contrée est son élévation par rapport à la mer, en supposant que sa surface ait été nivelée, les montagnes comblant les vallées et les dépressions. L'altitude moyenne de l'Europe est évaluée à 330 ou 320 mètres; de l'Asie, à 1040 ou 940 m.; celle de l'Amérique à 650 m.; de l'Australie à 330 ou 360 m. : ce qui donne comme altitude moyenne des terres environ 700 mètres (la 9000^e partie du rayon terrestre) et comme volume des terres émergées environ 100 millions de kilomètres cubes. — Si l'on ramène à 400 le volume des terres émergées, le volume de celles de l'Asie en vaut les 44 %, de l'Afrique 20,5 %, de l'Amérique du N. 17,7 %, de l'Amérique du S. 12,1 %, de l'Europe 3,1 % et de l'Océanie 2,8 %. — Si l'on compare les altitudes, les trois quarts de l'Europe sont à 500 m.; le tiers de l'Asie est à plus de 1000 mètres.

Répartition géographique des montagnes. — L'Europe, si l'on ne s'en tient qu'aux grandes lignes du relief, apparaît comme un toit à double versant avec une ligne de faite tortueuse; à part quelques exceptions (plateau hispanique avec ses sierras, Alpes orientales avec leurs ramifications dans les Balkans), les chaînes de montagnes européennes sont à base relativement étroite, et leur direction générale est W.-E. — L'Amérique, prise dans son ensemble et son relief considéré d'une manière très généralisée, présente sensiblement la même configuration montagneuse, en ce sens qu'une arête principale et unique court du N. au S.; elle s'élargit en deux régions (le grand Bassin à l'E. de San Francisco et le plateau de Bolivie), et des montagnes secondaires (Alleghanys et brésiliennes) produisent un renflement considérable du continent vers l'E. — L'Asie, examinée de même, a un relief tout autre : une double arête montagneuse part du Bosphore pour encercler le plateau d'Asie Mineure et se rejoindre au mont Ararat; s'écarter encore pour entourer le plateau de l'Iran et se rencontrer de nouveau dans le nœud de Pamir; enfin, se diviser une troisième fois pour délimiter le haut plateau du Tibet, la dépression du Tarim et le désert de Mongolie. — L'Afrique est d'un type tout à fait différent : des chaînes de montagnes en bordure, non loin des côtes, type qui se répète en Australie. — Il faut se garder cependant d'attribuer une trop grande importance aux montagnes quand on considère l'ensemble du relief : elles ne forment ni l'ossature, ni le squelette, ni la charpente des continents, et souvent des plateaux ont un volume bien

plus considérable que des massifs montagneux qui paraissent énormes.

Un ensemble de montagnes propres à un pays et dans lequel se manifeste une certaine unité de structure constitue un *système de montagnes*; le système de montagnes composé d'un amas confus de hauteurs s'appelle un *massif montagneux*; si le système montagneux a une forme très allongée, on le nomme *chaîne de montagnes*; l'endroit où se réunissent plusieurs chaînes de montagnes porte le nom de *nœud*. La *ligne de séparation des eaux* est celle que l'on obtient en reliant tous les points d'où les eaux s'écoulent dans des bassins fluviaux ou maritimes différents; souvent elle ne s'accuse pas nettement ou est sujette à des fluctuations. La *ligne de faite* est celle que l'on obtient en reliant tous les points les plus élevés d'une chaîne de montagnes; elle montre la direction générale de la chaîne et ne coïncide pas toujours avec la ligne de partage des eaux.

Le relief de l'Europe est dû surtout à quatre grandes séries de plissements, résultats de compressions latérales subies par l'écorce terrestre en voie de contraction. Le plus ancien, le *plissement huronien*, qui s'est produit pendant le Cambrien, n'est plus représenté aujourd'hui que par de faibles hauteurs en Suède et en Finlande. Le *plissement calédonien*, datant des périodes silurienne et dévonienne, a formé les montagnes du pays de Galles, la chaîne pennine anglaise, les montagnes d'Écosse et les Alpes scandinaves. Le *plissement hercynien*, que l'on place dans les derniers temps de l'ère primaire, a fait surgir le Massif central français, la Forêt Noire et les Vosges, le Massif schisteux rhénan avec l'Ardenne, le Harz et les montagnes de Bohême. Toutes ces montagnes sont antérieures à l'ère secondaire, donc très vieilles et par conséquent aujourd'hui usées, aplanies et d'altitude relativement faible. — Le *plissement alpin*, beaucoup plus récent puisqu'il est de l'ère tertiaire, a produit la sierra Nevada, les Pyrénées, les Alpes, l'Apennin, le Balkan et les Karpathes. Ces montagnes sont relativement jeunes, aux versants à pentes inégales, aux formes abruptes, aux sommets en pointe, disposées le plus souvent en arc de cercle.

Action des montagnes sur les phénomènes de géographie physique. — Les chaînes de montagnes modifient le climat, et elles ont rapproché de la surface terrestre des productions minérales utiles.

Par leurs altitudes diverses, les montagnes modifient la température des pays qu'elles traversent; elles déterminent d'abondantes précipitations atmosphériques; elles arrêtent les vents glacés ou brûlants qui viennent mourir sur leurs versants: c'est ainsi que les Alpes donnent à la côte d'Azur son printemps perpétuel et que les Balkans protègent les champs de rosiers de Kazanlik contre les vents froids qui ont balayé la grande plaine russe;

ainsi encore, l'Atlas préserve les plaines côtières de l'Algérie des atteintes du simoun. Ailleurs, les brises rafraîchissantes venues des hauts sommets des Andes ou des glaciers du Kilima-Ndjaru, tempèrent les chaleurs torrides du Pérou ou de l'Afrique centrale. — Les cimes des montagnes condensent les vapeurs en pluie, neige ou glace; elles les amassent dans des réservoirs inépuisables, d'où sortent une foule de cours d'eau toujours largement alimentés.

Les flancs des montagnes recèlent, souvent en abondance, des productions minérales que l'on chercherait vainement en plaine à si peu de profondeur : pierres, marbres, ardoises; métaux utiles ou précieux : fer, cuivre, plomb, or et argent.

Grâce aux altitudes diverses et aux climats variés le long des pentes, on peut y cultiver, de la base au sommet, des plantes de toutes les régions du globe : une haute montagne de la région intertropicale donne toute l'échelle des climats, et par conséquent la succession des zones de végétation et de vie animale. Le voyageur qui débarque à Colombo (île de Ceylan) admire dans la plaine la belle végétation tropicale, mais retrouve sur les hauts plateaux (Jardin botanique de Paradenya, voir Pl. XI, c) les plantes et les arbres des régions tempérées.

B. — Les plateaux.

Définition. — Les plateaux sont des formes de relief quelquefois très différentes d'aspect et d'origine. D'une façon générale, ce sont des régions assez ou très élevées, supérieures à 200 mètres d'altitude et dont le relief est peu mouvementé : massifs de hauteurs qui, au lieu de se terminer par des pointes ou des dômes, sont limités à leur partie supérieure par une surface horizontale ou légèrement inclinée, d'allure plane sur de grandes superficies, mais cependant coupée deci delà par des collines, par des ondulations du terrain et par des vallées quelquefois profondes.

Causes de formation et classification des plateaux. — La définition des plateaux signale les causes principales de leur formation : phénomènes de plissements suivis d'abrasion complète des parties supérieures; phénomènes d'effondrement qui surélèvent ou paraissent surélever une étendue considérable de terrain.

Si un massif montagneux provenant de plissements de l'écorce terrestre est fortement attaqué par l'érosion, celle-ci peut lui enlever les couches

supérieures protubérantes et plus tendres, et en niveler la surface. Ce massif raccourci peut rester en place, mais aussi être relevé par suite d'un nouveau mouvement de contraction de l'écorce terrestre : il peut alors devenir plateau, comme le Massif schisteux rhénan. Suivant l'alternance des couches tendres et dures affleurantes, il présente des ondulations dont les crêtes sont les affleurements de roches résistantes, et les vallées, parfois profondes et à parois abruptes, le résultat d'une érosion plus intense des couches moins dures. — Si, par suite d'un plissement ayant produit des plis couchés, des roches dures sont affleurantes sur de grands espaces, ces roches résistent à l'érosion et forment un plateau du type plateforme, où les ondulations sont assez rares et à grand rayon. Le même type peut être produit par des horste ou parties de l'écorce terrestre restant en place ou surélevées, alors que les régions voisines se sont effondrées. — Un surélévement de grandes étendues, sans effondrement et sans plissement accentué, donne lieu aussi à un plateau (Langres), de même que des terres d'altitude assez élevée s'appuyant à des chaînes de montagnes (plateau de Bavière adossé aux Alpes).

On range souvent parmi les plateaux des régions comme le bassin du Tarim (Asie) ou le Grand Bassin (Amérique du Nord); nous les considérons comme des dépressions entre des rebords montagneux, quoiqu'ils soient souvent appelés plateaux à bordure surplombante (voir p. 96).

De même qu'il y a des montagnes jeunes (Alpes) et des montagnes vieilles (Cévennes), il y a aussi des plateaux jeunes et des plateaux vieux. Les *plateaux jeunes* sont ceux dont la grande altitude des couches supérieures horizontales et la profondeur des vallées creusées par les rivières prouvent qu'ils ont émergé en une fois de l'Océan et que le travail d'abrasion qui les érode en est encore à sa période initiale; les *plateaux vieux* sont ceux dont des buttes, des mesas (blocs de rochers en forme de table, qui ont résisté à l'érosion), des témoins décèlent le niveau d'autrefois.

Modifications actuelles de la surface des plateaux. — Les plateaux, comme les montagnes, sont soumis à l'action des agents d'érosion; leur modelé varie aussi suivant leur âge, la nature et la disposition des roches qui les forment (voir p. 81).

L'érosion par les eaux courantes produit parfois un type particulier : le plateau coupé de cañons (Arizona et Colorado en Amérique, Causses en France; voir p. 150). La corrosion par les eaux d'infiltration produit, dans les plateaux calcaires, des puits naturels, des abîmes, des rivières souterraines et des vallées profondes (plateau du Karst; voir pp. 157-158).

Aspect des plateaux. — Formant, au point de vue de l'altitude seulement, la transition des montagnes aux plaines, les plateaux participent des premières par leur élévation et des

secondes par leur surface peu accidentée, quoique presque jamais absolument plane.

Parfois les plateaux sont entourés de hauteurs qui les isolent (plateau de l'Iran ou du Tibet) et en font soit un *désert* sans eau, si la pluie est insuffisante, soit une *région aride* où la terre végétale est rare ou totalement absente, soit un *bassin fermé* où les eaux se réunissent en lacs intérieurs, ou bien se perdent dans le sol. — Ailleurs, ils forment comme une *large table* dominant toute la contrée environnante, vers laquelle leurs pentes s'abaissent dans toutes les directions, tel est le plateau d'Anahuac au Mexique. — Mais, le plus souvent, ils sont *adossés*, par un seul côté, à un massif ou à une chaîne de montagnes, dont les sommets dominant fièrement le plateau; de l'autre côté, celui-ci se rattache à la plaine, soit par des pentes doucement inclinées, soit par des contreforts ou des escarpements rocheux formant des gradins successifs, que les eaux franchissent en cascades bouillonnantes.

En général, les *hauts plateaux* se distinguent par un sol aride, tantôt rocailleux, tantôt sablonneux, et par une température peu clémente. Ils sont fortement balayés, à cause de leur altitude, par des vents violents ou par une bise âpre et dure. Les variations thermométriques y sont souvent excessives non seulement d'une saison à l'autre, mais encore du jour à la nuit. Sous les tropiques, ces mêmes plateaux introduisent les conditions des pays tempérés au sein de la zone tropicale. — Les *plateaux peu élevés* possèdent, quant au sol arable et à la végétation, parfois les mêmes caractéristiques que les plaines fertiles.

Destruction des plateaux. — Les effets de l'érosion tendent à découper les plateaux adossés à des montagnes, en contreforts montagneux séparés par des vallées qui vont s'élargissant.

Les roches qui forment les plateaux sont les mêmes que celles qui composent les montagnes : les agents d'érosion et de déaggrégation agissent sur elles d'une manière semblable (voir ci-devant, p. 83, Destruction des montagnes).

Répartition géographique des plateaux. — Si, précédemment, les grandes lignes de montagnes ont pu être schématisées de façon à donner une image très généralisée du relief des continents, il n'est plus possible d'agir de semblable manière pour les plateaux : il faut se borner à les énumérer.

En Asie, outre le bassin du Tarim et le désert de Gobi, que nous considérons comme des dépressions, sont à signaler : d'abord le grand plateau du Tibet, entre l'Himalaya, le nœud du Pamir, et l'Altya-Tag, d'une

altitude moyenne de 4000 mètres; puis les plateaux moins élevés, mais encore très étendus, du Dekan dans l'Hindoustan, de l'Iran en Perse, du Nedjed en Arabie, et d'Anatolie en Asie Mineure, celui-ci fort accidenté. — En Europe, les plateaux ne présentent que des hauteurs et des surfaces peu considérables : le plus élevé est le plateau de Castille, d'une altitude moyenne de 700 mètres; puis viennent les plateaux de Bohême, de Bavière, de Transylvanie, de Valdaï, d'Auvergne, de Langres et de Podolie. — En Afrique, on constate l'existence d'un vaste plateau, comprenant presque tout le continent dont la configuration a été comparée à celle d'un plat renversé; l'intérieur en est parsemé de dépressions et de graben, que remplissent des lacs étendus; sur cette immense terrasse s'en élève, au N.-E., une seconde qui forme comme un nouvel étage : c'est le plateau tourmenté d'Abyssinie. — En Amérique, outre le Grand Bassin avec ses annexes, le plateau de Colombie et celui du Colorado, que nous rangeons parmi les dépressions, on trouve : le plateau tabulaire d'Anahuac (2.200 m.), au Mexique, celui de Honduras, dans l'Amérique centrale; celui de Quito entouré de volcans gigantesques, à 2.900 m. d'altitude; celui de Bolivie où les eaux du lac Titicaca dorment à 3.854 m. au-dessus de celles de l'Océan; le plateau des Guyanes, au N. de l'Amazone. — En Australie, tout le continent forme un immense plateau creusé d'une dépression centrale et relevé à l'E. par la Cordillère australienne.

C. — *Les collines.*

Définition. — Une colline est une masse de terres ou de roches qui ne dépasse pas 500 m. d'altitude, d'une étendue peu grande en surface et avec des pentes douces.

Causes de formation des collines. — Ces causes sont les mêmes que celles qui ont produit les montagnes, mais le plus souvent ce sont celles qui ont donné naissance à des montagnes d'érosion et d'accumulation (voir p. 80).

Une colline n'est pas seulement une petite montagne; elle est souvent d'origine et de composition différentes de celles des grandes chaînes. Les eaux et les vents sont en effet les facteurs les plus importants de leur formation : les eaux en isolant des lambeaux de roches; les vents en accumulant des sables, des graviers et des galets. On comprend alors pourquoi toutes les collines ne sont pas formées de roches massives comme les montagnes; pourquoi beaucoup ne présentent ni crêtes aiguës, ni parois escarpées, mais ont, au contraire, des sommets arrondis et des versants en pente douce; pourquoi, enfin, dépourvues souvent de richesses minérales, elles sont couvertes de rians vignobles, de gras pâturages et ont leurs

coteaux si verdoyants. Telles sont les collines du Hainaut, celles du Perche et de la Normandie.

Dunes. — Parmi les collines, une espèce est surtout intéressante : les dunes maritimes, qui sont des amoncellements de sable apporté par la mer, déposé par elle à marée haute, abandonné à marée basse et transporté par le vent (voir Pl. IV, *b*); et les dunes continentales formées presque toujours dans les déserts, par le vent qui soulève le sable et l'accumule là où il est arrêté par un obstacle, si petit soit-il (voir p. 190).

Les *dunes maritimes* s'étendent le long des côtes basses, comme une digue naturelle protégeant les terres intérieures contre les inondations; elles ont des altitudes diverses, dépassant rarement 100 m. On les rencontre aussi quelquefois à l'intérieur des terres, sur les anciens rivages de l'Océan. — Les dunes maritimes bordent toutes les basses côtes de l'Europe occidentale : en France, le long du golfe de Gascogne, en Belgique, en Hollande, et elles se continuent en Allemagne et au Danemark où elles finissent au cap Skagen; elles bordent aussi les côtes du Sahara sur l'Atlantique. Une caractéristique des dunes maritimes, c'est qu'elles peuvent se déplacer et que sous l'action des vents et surtout des tempêtes, elles sont itinérantes, si on ne parvient à les fixer par une végétation appropriée.

Les *dunes continentales* se rencontrent surtout dans les déserts sablonneux : Sahara, Kalahari, Arabie, Iran, Gobi, Australie, etc., où elles forment des amoncellements de sable pouvant atteindre 250 m. de hauteur. Les dunes continentales sont le plus souvent fixes.

D. — Les vallées.

Définition. — Les vallées sont des sillons plus ou moins profonds, plus ou moins larges et ouverts vers le haut, qui sont creusés partout à la surface des terres et plus spécialement dans les pays montagneux.

Causes de formation des vallées. — Deux causes principales ont donné naissance aux vallées : d'une part, les contractions de l'écorce terrestre; d'autre part, l'érosion fluviale et glaciaire.

Les contractions de l'écorce terrestre ont produit des pressions latérales qui l'ont obligée à se plisser et à s'effondrer par endroits (fig. 47 et 48). Un plissement donne une crête, mais aussi un sillon au fond duquel se rencontrent les couches obliques sur les versants; ce sillon est une vallée

(vallées du Jura). Un effondrement produit soit une dénivellation le long d'une ligne de fracture ou de dislocation et alors souvent une fente qui peut devenir une vallée, soit une fosse d'effondrement ou graben, qui est une vallée souvent large (Rhin moyen, de Bâle à Mayence).

L'érosion fluviale et glaciaire a pour effet, d'une part, d'élargir et d'approfondir les vallées produites par les plis et les fractures, d'autre part, et surtout, de creuser des vallées par sa seule action, dans des terrains meubles ou dans des roches peu résistantes, et quelquefois même à travers des roches dures. Les vallées dues à l'érosion seule sont les plus nombreuses et les plus importantes (voir pp. 148-153, et Pl. X, c).

Classification des vallées. — Suivant leur mode de formation, on les divise en vallées de *fracture*, de *plissement* ou d'*érosion*; suivant leur direction par rapport à un axe montagneux, en vallées *longitudinales* et vallées *transversales*.

Les vallées de plissement, de fracture et d'érosion sont définies par leur formation signalée ci-dessus.

Les vallées longitudinales, c'est-à-dire parallèles à l'axe de la chaîne de montagnes, séparent ordinairement deux chaînes qui se rejoignent à un nœud (vallée du Rhône dans le Valais); les vallées transversales ont leur axe perpendiculaire ou oblique à la direction de la chaîne de montagnes (vallée de la Reuss).

Répartition géographique des vallées. — Une carte oro-hydrographique des terres montre que les vallées sont excessivement nombreuses et réparties dans tous les continents.

Dans la topographie terrestre, c'est la vallée qui est la forme la plus fréquente, car elle se rencontre partout : il n'est guère de morceau quelque peu étendu de la surface terrestre d'où elle soit totalement absente; et pour chacune l'érosion a contribué soit à sa formation, soit au moins à son élargissement et à son approfondissement. De là le principe que l'évolution du du relief dépend tout d'abord de l'évolution du réseau hydrographique.

Modifications actuelles dans la forme des vallées. — Ces modifications sont surtout le résultat de l'érosion par les eaux courantes et par les glaciers.

Pour les exposer, il convient d'étudier d'abord les forces qui les produisent; nous y reviendrons dans les paragraphes réservés aux phénomènes d'érosion : Action des glaciers (pp. 165-167) et action des eaux courantes (pp. 147-153) sur le modelé terrestre. Les vallées creusées ou approfondies par les eaux courantes ont un profil transversal en forme de V; celles creusées ou approfondies par les glaciers ont un profil transversal en forme de U.

E. — Les plaines.

Définition. — Une plaine est une vaste étendue de terrain d'une altitude peu élevée, en dessous de 200 m., d'un relief à peine accentué et d'une surface presque plane, un peu inclinée avec de très légères ondulations.

Causes de formation des plaines. — Elles sont dues à des couches horizontales de roches dans des régions sans plissements ni effondrements, couches restées à une altitude peu élevée ou en partie enlevées par l'érosion; à des comblements de dépressions ou de larges fosses synclinales; à des dépôts apportés par les fleuves (alluvionnements), les glaciers ou la mer.

Les contractions de l'écorce terrestre n'en ont pas ridé toute la surface : certaines régions n'ont été ni plissées, ni effondrées; ou bien leurs couches restées horizontales n'ont guère été creusées par l'érosion (plaine des pampas, à l'W. de Buenos-Aires), ou bien leurs couches supérieures ont été enlevées, le niveau abaissé et la surface aplanie (la grande plaine Russe). — Si un seul plissement s'est étendu sur un grand espace, il peut avoir donné naissance à une immense cuvette que des dépôts marins et des alluvions fluviales ont comblée (plaine centrale du Congo). — La mer, en se retirant, par suite d'un mouvement négatif du sol, a laissé à sec de vastes étendues sablonneuses (plaine du N.-W. de la Belgique). — Les fleuves, les glaciers et la mer ont déposé des matériaux divers, alluvions, moraines, sédiments marins, qui forment des plaines (plaine du Gange, plaine Baltique).

Classification des plaines. — Suivant leur situation géographique, on les classe en plaines intérieures et plaines côtières; suivant la fertilité de leur sol et leur couverture végétale, on distingue les plaines fertiles, les steppes, les toundras et les déserts; suivant la nature des roches, on les appelle plaines jeunes et plaines anciennes.

Les plaines *intérieures* sont celles qui ne touchent pas à la mer; les plaines *côtières* sont celles qui aboutissent à la mer, et ce sont les plus étendues. (Entre le pied des montagnes et les rives de l'océan s'étendent souvent des plaines, dites aussi côtières, plus ou moins larges, mais surtout très allongées; il sera question de ces petites plaines en bordure de la mer lors de l'étude des côtes, p. 133.) — Les plaines *fertiles* possèdent une terre arable d'épaisseur parfois très grande, formée le plus souvent d'alluvions fluviales; les *steppes* sont des plaines herbacées presque sans arbres, qui

s'appellent aussi, suivant les régions, pampas, prairies, savanes ou brousses; les *toundras*, plaines marécageuses, glacées et neigeuses pendant l'hiver, fangeuses et verdoyantes pendant quelques mois d'été; les *déserts*, grandes plaines sablonneuses ou rocailleuses avec végétation nulle, sauf dans de rares oasis. — Les plaines *jeunes* sont presque planes, les rivières n'y ayant pas creusé de vallées profondes et les lignes de partage des eaux étant indécises (Sibérie occidentale); les plaines *vieilles* sont des régions devenues plaines par suite du creusement de nombreuses vallées dans un massif montagneux, de l'élargissement de ces vallées et de l'érosion des crêtes qui les séparaient (Russie centrale).

Répartition géographique des plaines. — Dans tous les continents, les plaines sont nombreuses : en Europe, elles se trouvent surtout dans l'Est; en Asie, à la périphérie; en Afrique, à travers le Nord et le Sud; en Amérique, entre la grande chaîne de montagnes courant N.-S., et les chaînes secondaires; en Australie, dans tout le centre.

Plaines fertiles; steppes; toundras. Dans l'Ancien Continent, la *grande plaine Baltique*. En Europe, elle s'étend du golfe de Gascogne à l'Oural, se développant à travers la Belgique, les Pays-Bas, l'Allemagne et la Russie et entourant la Baltique. Interrompt un instant par la chaîne de l'Oural, elle se continue dans la Sibérie jusqu'au détroit de Béring. Elle s'étend ainsi, de l'W. à l'E., sur une longueur de plus de 180°, soit la moitié du tour du globe. — Elle est particulièrement étendue dans la Russie, qu'elle couvre presque entièrement et où elle forme quatre régions bien distinctes : au Nord, les *toundras*, plaines marécageuses et glacées en hiver, fangeuses et couvertes d'herbes pendant l'été; au centre, de vastes *forêts*; le Sud se divise en deux zones : une première, qui ne dépasse pas vers le S. Kharkov et Saratov, est la zone extrêmement fertile de la *Terre noire* (tchernoziom); une seconde, depuis ces deux villes jusqu'à la mer Noire, le Caucase et la Caspienne, déroule à perte de vue, monotones et mélancoliques, ses plaines herbacées appelées *steppes*. La succession des toundras, des forêts et des steppes reparait de l'autre côté de l'Oural, en Sibérie. — Moins étendues, mais connues par leur fertilité, sont : en Europe, la plaine *lombarde*, arrosée par le Pô; les plaines *hongroise* et *roumaine*, dans le bassin du Danube; en Asie : la plaine *chinoise*, dans le bassin inférieur du Yang-tse et du Hoang-ho, et la plaine *hindoue*, sur les bords du Gange et de l'Indus; en Afrique : la plaine *centrale congolaise*, comprenant la forêt équatoriale au centre, puis la savane et la brousse.

Dans le Nouveau Continent, une longue série de plaines se déroulent presque sans interruption des mers boréales à la Terre de Feu. Ce sont : 1° dans la région glacée voisine du cercle polaire arctique, la plaine des

barren grounds (terres stériles), semblables aux toundras de la Russie et de la Sibérie, parsemée de lacs aux eaux profondes; 2° dans le bassin du Mississipi, les *prairies*, où les hautes herbes d'autrefois ont fait place à de riches cultures; 3° les *llanos*, plaines du bassin de l'Orénoque qui, mer d'herbes à la saison des pluies, se transforment à la saison sèche en un véritable désert; 4° les *selvas* ou *forêts vierges*, du bassin de l'Amazone, occupant, au centre du Brésil, un espace égal à la moitié de l'Europe; 5° les *pampas*, plaines herbeuses à l'W. du fleuve de la Plata jusqu'au pied des Andes.

Le Continent austral présente, dans sa partie occidentale, plutôt un immense plateau désertique qu'une plaine : steppes herbeuses d'abord où les arbres, réduits en taille et en nombre, n'apparaissent que clairsemés; véritable désert ensuite, dans lequel le sable alterne avec la brousse.

Déserts. Les déserts sont de grandes plaines légèrement ondulées par des dunes et des collines de galets, quelquefois coupées par des chaînes de montagnes et des plateaux, où la quantité d'eau tombée est nulle ou absolument insuffisante pour y développer une végétation de quelque importance. Le manque d'eau, une température passant, en vingt-quatre heures, d'un chaud torride à un froid glacial, des vents violents, une insolation énorme, produisent un effritement continu des roches de la surface qui se réduisent en sables et en graviers : les courants aériens les amoncellent en dunes. Deci delà une surgence d'eau rend le sol fertile et donne naissance à une oasis.

Dans l'Ancien Continent. Parallèlement à la grande plaine du Nord se développe, à travers l'Ancien Continent, une zone de déserts, vaste mer de sable commençant au rivage africain de l'Atlantique pour s'arrêter non loin du Pacifique. Surgissant des flots de l'Océan au sud du Maroc, elle s'étend d'abord sur les 5000 Km. du *Sahara*. Interrompt un instant par la fertile vallée du Nil qui constitue l'oasis égyptienne, puis par la dépression de la mer Rouge, elle reparait en Asie, dans les *néfouds* brillants et caillouteux de l'*Arabie* et dans les sables de la *Syrie*. Avec l'ancienne Mésopotamie, région d'inondation de l'Euphrate et du Tigre, se présente une nouvelle solution de continuité. Mais la ligne des sables recommence aussitôt, sur le plateau de l'Iran, dans le désert salé de *Kévir*, pour s'allonger au delà du grand plateau central dans les immenses solitudes du *Gobi*, le *Sahara* asiatique. — L'Inde a son désert particulier, le désert de *Thar*, comme l'Afrique australe a ses *Karrous* et le grand désert de *Kalahari*.

Le nouveau Continent présente aussi, parallèlement à sa zone de plaines, une succession, mais beaucoup moins continue, de déserts : tels sont les déserts de l'*Utah*, du *Colorado* et le *Llano estacado*, aux États-Unis; et le grand *Chaco*, dans le bassin du Rio de la Plata.

Le Continent austral, dans sa partie centrale, forme aussi un désert.

F. — Les dépressions continentales.

Définition. — On appelle dépressions continentales toutes les régions dont le niveau est sensiblement inférieur à celui de la mer, et les plaines et les plateaux qui proviennent d'un affaissement du sol et qui sont enserrés et dominés de tous côtés par une ligne de hauteurs importantes.

Causes de leur formation. — Ces dépressions sont dues à des affaissements relativement importants de l'écorce terrestre et dont l'intensité a dépassé de beaucoup celle des effondrements ordinaires.

Répartition géographique des dépressions. — La dépression la plus importante est celle de la mer Morte.

En Asie : le *Ghor* ou vallée du Jourdain, avec le lac de Génésareth, dont le niveau est à $- 28$ m., et la mer Morte, dont la surface est à 396 m. au-dessous du niveau de la Méditerranée, et le fond à $- 800$ m. ; le *Tourfern*, au nord du Lob-noor, à $- 50$ m. ; la mer Caspienne, à $- 26$ m. ; le bassin du *Tarim*, au nord du Tibet, limité au N. par les Tian-chan ; le désert de *Gobi* ou *Chamo*, à l'E. du précédent. — En Afrique, certaines oasis du Sahara et le lac d'*Assal*, près de Djibouti, à $- 174$ m. — En Australie, le lac *Eyre*, à $- 12$ m. — En Amérique, le *Grand Bassin*, entre la Sierra Nevada et les Montagnes Rocheuses, où l'on a constaté $- 33$ m., et les plateaux de *Colombie* et de *Colorado* qui l'avoisinent.

G. — Les volcans.

Définition. — Un volcan est un appareil naturel, mettant en communication, par un canal plus ou moins vertical, appelé cheminée, les matières en fusion de l'intérieur de la Terre avec un point de la surface du globe, où se forme un cône d'éruption terminé par un entonnoir ou cratère.

Causes de formation des volcans. — Ces causes n'ont pas encore pu être déterminées avec certitude : infiltration des eaux marines jusque dans les masses centrales ignées ; gaz dissous dans ces masses ; pressions produites par les mouvements de contraction de l'écorce terrestre.

On a supposé que l'eau, en s'infiltrant à travers la croûte terrestre, par les failles et les fractures surtout, se transforme en vapeur, lorsqu'elle atteint les environs de la masse en fusion, produit alors une force par sa dilatation, et que, par l'effet de cette force, des matières en fusion, des vapeurs et des gaz sont projetés au dehors; cette hypothèse se base sur ces faits : le plus souvent, les volcans sont situés dans le voisinage d'une mer ou d'eaux intérieures; d'énormes quantités de vapeur d'eau se dégagent dans les éruptions volcaniques. — On a été amené à présenter une autre hypothèse, car si la précédente vaut pour les volcans proches des mers, elle ne paraît pas être suffisante pour les volcans éloignés de tout amas d'eau : la masse en fusion contiendrait, à l'état liquide ou dissous, de nombreux gaz qui, par refroidissement, reprendraient leur nature première, et, par l'effet de leur tension, provoqueraient des projections au dehors de matières ignées et de cendres. — Enfin, il est probable que les mouvements de contraction de l'écorce terrestre produisent sur les masses en fusion une certaine pression qui obligerait celles-ci à chercher une issue vers la surface.

Aspect d'un volcan. — Suivant leur âge, les volcans ont la forme d'un cône plus ou moins haut, plus ou moins large à la base. Divers phénomènes annoncent l'imminence des éruptions; celles-ci consistent en projections de vapeurs, de fumées, de scories et en écoulement de laves. Des périodes de repos plus ou moins longues séparent les périodes d'activité.

Un cône volcanique. La cheminée est le canal qui, traversant toute l'épaisseur de la croûte terrestre, va de la masse en fusion à la surface de la Terre; ce canal s'établit là surtout où il y a une ou plusieurs fractures

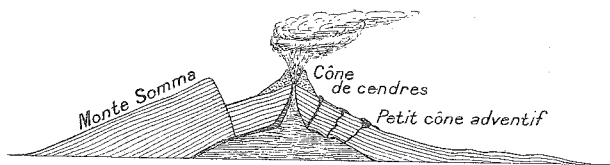


Fig. 50. — Coupe schématique du Vésuve.

de cette écorce ou une ligne de dislocation : la formation de la cheminée est, en ces endroits, facilitée. Les matières en fusion, projetées au dehors par ce canal, ou bien se réduisent en poussières ou cendres (lave pulvérisée) et en blocs qui, lancés très haut dans l'atmosphère, retombent en pluie, ou bien restent liquides (laves) et s'écoulent de part et d'autre de l'ouverture, s'amoncelant en cône. L'ouverture du volcan, au haut du cône, ressemble assez à un entonnoir ou encore à une cuve. Dans cette cuve, on voit parfois

la lave s'élever et se maintenir à une certaine hauteur avant de se déverser sur les flancs de la montagne en longues coulées incandescentes. Le cratère est souvent ébréché ou égueulé par le passage du fleuve de feu. Quelquefois des cheminées secondaires se créent sur les versants du cône, donnant naissance alors à des cônes adventifs. Quelquefois même, la cheminée s'obstrue complètement et se ferme pour toujours : on voit alors d'autres cônes et d'autres cratères se former sur les pentes du volcan primitif qui s'élargit de plus en plus : l'Etna compte plusieurs centaines de cônes secondaires, et mesure à sa base plus de trente lieues de circuit (voir Pl. VI, a).

Une éruption. L'éruption d'un volcan est l'un des phénomènes les plus grandioses de la nature. Elle s'annonce ordinairement par de sourds grondements qui ressemblent au roulement lointain du tonnerre, et par de légers nuages de vapeur et de gaz qui empanachent la cime. Si le volcan est couronné de neige, celle-ci fond brusquement et provoque des inondations. La vapeur qui s'échappe du cratère devient de plus en plus intense; elle s'étale en un large panache, puis en un sombre et vaste parasol au-dessus du volcan. — Puis les détonations et les explosions se multiplient et redoublent de violence et de durée. Et, brusquement, des masses énormes de cendres et de scories sont lancées à de grandes hauteurs et viennent retomber sur les flancs de la montagne ou sont transportées au loin par le vent. Le cratère vomit en abondance des vapeurs et des flammes qui s'élèvent parfois à plus de mille mètres; elles présentent un aspect terrifiant, la nuit surtout, lorsque la réverbération de la fournaise ardente vient s'ajouter à leurs lueurs blafardes. Aux gaz incandescents qui sortent avec impétuosité du cratère, se mêlent encore : des matériaux divers qui, refroidis et entassés, forment des tufs volcaniques; des blocs de roches arrachés aux parois de la cheminée par la violence de l'éruption; des fragments de lave solidifiée formant de petites pierres ou lapilli; d'autres pierres arrondies nommées bombes volcaniques; et de grandes quantités de scories, dont la pierre ponce est une variété. — Enfin, par les bords déchiquetés du cratère, et parfois aussi par des cônes adventifs, s'écoule la lave. Comme le fer en fusion, elle est mi-solide, mi-liquide, et, semblable à un fleuve de feu, elle descend le long des pentes de la montagne, brûlant et renversant tout sur son passage : arbres et récoltes, maisons et villages. Elle se refroidit et se solidifie assez vite en se crevassant et en formant des scories, mais elle peut conserver assez longtemps une température élevée.

Après l'éruption, le volcan rentre, souvent pour de longues années, dans une période de calme ou de repos, suivie parfois d'un réveil terrible : tel fut le Vésuve, qui, après avoir conservé pendant dix-sept siècles toutes les apparences d'un volcan éteint, ensevelit Herculanium et Pompéi, l'an 79 de notre ère, sous une couche de lave et de cendres de plus de trente mètres.

Parfois les cendres ainsi lancées suffisent à obscurcir le ciel sur toute une contrée et sont portées par les vents à des distances extraordinaires : des

ces cendres des volcans d'Islande ont été poussées jusque Stockholm et aux Orcades, celles du Vésuve jusque Constantinople, celles du Krakatau jusqu'aux rivages de l'île Bourbon.

Classification des volcans. — On distingue les volcans jeunes et les volcans vieux; les volcans en activité, dormants et éteints; les volcans de vapeurs et de boue; les volcans côtiers, sous-marins et situés à l'intérieur des continents.

Les volcans sont dits *jeunes* lorsque leur forme n'a pas été modifiée par les agents d'érosion et que leur cratère ne s'élève pas considérablement au-dessus des régions voisines, tel le Jorullo, au Mexique; ils sont dits *vieux* si leur élévation est très grande, leur base très large, leurs versants ravinés par l'érosion, leurs cônes adventifs nombreux, tel l'Étna, en Sicile. — Un volcan *en activité* est celui qui projette des cendres, des scories et des laves; si, pendant un certain temps, cette activité est nulle, son cratère ne laissant plus échapper ni lave, ni cendre, ni fumée, on dira qu'il est *dormant*; cette période de repos s'allonge-t-elle démesurément au point que tout signe de réveil semble ne devoir plus se produire, il sera considéré comme *éteint*. On ne cite guère que le Stromboli, dans les îles Lipari, qui soit toujours en activité: ce qui l'a fait appeler le phare de la Méditerranée; tous les autres ont des moments d'activité et des périodes de repos, à moins qu'ils ne soient éteints.

Volcans éteints. Ils sont très nombreux dans certaines régions, notamment en Auvergne et dans l'Eifel. Ils n'ont plus eu d'éruption depuis le commencement des temps historiques, mais on les reconnaît aisément à leur forme conique et à leurs cratères, souvent ébréchés, dont beaucoup sont devenus des lacs circulaires et pittoresques. — Les volcans éteints d'Auvergne sont connus sous le nom de *puy*: on en compte plus de quarante, dont les principaux sont le Mont Dore et le Plomb du Cantal. On y remarque le lac Pavin, dont les bords circulaires ressemblent à l'orifice d'un puits. — L'Eifel est parsemé de volcans éteints moins élevés que ceux d'Auvergne: cette région a conservé, sur une plus grande étendue, des traces de l'action volcanique, et l'on y remarque une foule de lacs remplissant d'anciens cratères. Le plus considérable est le Laacher See, et le plus remarquable pour la régularité de ses bords est le Weinfelder See. — On rencontre aussi des volcans éteints, aux masses imposantes, dans les Petites Antilles, ainsi que dans les îles Bourbon et Maurice; ils sont connus sous le nom de pitons et de mornes.

Volcans sous-marins. En divers points de la croûte terrestre situés sous l'Océan, s'ouvrent des cratères de volcans sous-marins. Leurs laves amoncelées donnent parfois naissance à des îlots qui ne tardent pas à s'abîmer dans les flots s'ils n'ont pas une base assez large et assez résistante

pour les soutenir. La forme de ces îlots est caractéristique : un cercle de roches brisé en un ou plusieurs endroits. La présence de volcans sous-marins est signalée aux navigateurs par des bouillonnements et des jets d'eau mêlée de vapeurs et de scories. Un des plus intéressants volcans sous-marins est l'île Julia qui fit son apparition en 1831 entre la Sicile et l'île Pantelleria. La mer avait là 150 mètres de profondeur; le 10 juillet, une colonne d'eau, semblable à une trombe marine, s'éleva à plus de 20 mètres sur une circonférence de plus de 800 mètres, bientôt remplacée par une colonne de vapeur s'élevant à 600 mètres. Vers la fin du mois, on constata en cet endroit l'existence d'une île nouvelle ayant un cratère d'où sortaient des matières volcaniques et d'immenses colonnes de vapeur. Cette île grandit rapidement et, le 4 août, elle mesurait plus de 70 mètres de hauteur et près de 35 mètres de diamètre. Puis elle diminua graduellement pour disparaître complètement en décembre (voir p. 104).

Volcans de vapeur; volcans de boue. Des volcans de moindre importance, témoignant une activité volcanique peu considérable, sont les *soufflards* ou *suffioni* de la Toscane et les *solfatares* ou *souffrières* (Antilles, Champs Phlégréens près de Naples, Chili, Islande) qui émettent des jets de vapeurs d'eau et de gaz — Les *salses* sont des volcans caractérisés par la basse température de leurs émanations : boue grisâtre, salée et mêlée de bulles gazeuses; les *salses* sont très nombreuses en Sicile et le long de l'Apennin, mais surtout aux extrémités du Caucase : à l'W., près du détroit d'Iénikalé, et à l'E. près du cap Apchéron et de la ville de Bakou; elles se prolongent jusque dans la Caspienne.

Répartition géographique des volcans. — Il existe actuellement sur le globe environ 350 volcans en activité ou dormants (le nombre des volcans éteints dépasserait le millier). Leur répartition à la surface des terres (on ne peut tenir compte des volcans sous-marins que lorsqu'ils ont donné naissance à des terres marines) offre deux particularités remarquables : 1° ils sont disposés en séries linéaires; 2° ils sont situés ou bien — et c'est le cas le plus fréquent — dans le voisinage de la mer, sur des îles, des chaînes de montagnes ou des côtes au bord de grandes dépressions maritimes; ou bien dans l'intérieur des continents où ils bordent les graben ou fosses d'effondrement. Cette répartition montre que l'activité volcanique est surtout importante le long des dépressions, là où l'écorce terrestre est disloquée, et qu'elle est la plus grande aux endroits où les grandes dépressions maritimes, — la pacifique et la méditerranéenne, — se rencontrent : îles de la Sonde et Amérique centrale.

Principales rangées volcaniques. Ce sont :

1° Le *cercle du Pacifique* constitué par la ligne de nombreux volcans entourant cet océan et bordant cette grande dépression marine : de la presqu'île du Kamtchatka (le Klutschew, 4.900 m.), cette ligne passe par les îles du Japon (le Fusi, 3.750 m.), l'île Formose, les Philippines, l'archipel Malais (le Krakatau), les îles Salomon, les Nouvelles-Hébrides, la Nouvelle-Zélande, les terres antarctiques (l'Erebus et le Terror); elle continue par l'Amérique, le long de la Cordillère des Andes (l'Aconcagua; le Chimborazo, le Cotopaxi, 5.940 m.), de la Cordillère de l'Amérique centrale et du Mexique (l'Irazou; l'Orizaba, 5.580 m.; le Popocatepetl, 5.420 m.), le long des Montagnes Rocheuses (le Saint-Élie); enfin le circuit s'achève par les îles Aléoutiennes. — Dans ce cercle, il y a sans doute de nombreux volcans sous-marins; en outre, l'archipel Sandwich forme un foyer volcanique intense où s'ouvre le plus vaste cratère du globe, le Kilauea mesurant plus de cinq kilomètres de diamètre.

2° La *ligne de l'Atlantique*, le long de la fosse Atlantique, se dirigeant de l'île Jean Mayen et de l'Islande (l'Hécla) vers les Açores, les Canaries (le Teyde ou Ténériffe, 3.745 m.), les îles du Cap Vert et les îles Ascension, Sainte-Hélène et Tristan da Cunha.

3° La *ligne de la dépression méditerranéenne* (voir p. 76), qui relie le cercle du Pacifique (arc américain) au même cercle (arc asiatico-océanien) en passant par les Antilles (le Mont Pelée), les Açores, la Méditerranée (le Stromboli, l'Etna, le Vulcano, le Vésuve), le Caucase, l'Arménie (l'Ararat, 5.160 m.), le plateau iranien (le Demavend), et les îles de la Sonde (le Semerou, 3.680 m., dans l'île de Java).

4° La *ligne du grand graben africain* qui comprend plusieurs volcans éteints (le Kilima-Ndjaru, le Kénia) et quelques actifs (le Ruwenzori, les Virunga, le piton de la Fournaise, dans l'île Réunion).

Régions non volcaniques. Les régions d'où le volcanisme est à peu près absent, sont les massifs rocheux qui, depuis l'ère primaire, n'ont plus été soumis à de fortes dislocations (plissements ou effondrements), c'est-à-dire l'Europe du Nord, l'Asie continentale, l'Afrique méridionale, l'Amérique du N.-E., l'E. de l'Amérique du Sud, l'Australie occidentale.

Altitude des cônes volcaniques. Les indications d'altitude données ci-devant pour quelques volcans se rapportent à la hauteur du cratère au-dessus du niveau de la mer; les cônes volcaniques se sont souvent établis au-dessus de montagnes ou de terrasses non volcaniques, tels les volcans des Andes dont les cratères s'ouvrent à plus de 5000 m. d'altitude, mais dont la hauteur au-dessus des terrasses non volcaniques n'est que de 3000 mètres environ.

Action des volcans sur le modelé terrestre. — Cette action se manifeste particulièrement par une modification du relief

(formation de cônes et de cuvettes volcaniques), par l'émergence de nouvelles îles (îles d'origine volcanique), par la formation de massifs rocheux (dykes volcaniques, coulées de basalte).

Les volcans sont des montagnes, des collines ou des exhaussements de massifs montagneux produits par les matériaux rejetés; ils modifient donc le relief préexistant non seulement par la formation de cônes et de cuvettes volcaniques, mais encore par les coulées de lave: le Vésuve a une altitude de 1.300 m., l'Etna de 3.400 m., le Klutschew de 4.900 m. au-dessus des terrains qui existaient avant leur formation. Certains massifs montagneux, comme le Cantal en France, sont dus aux éruptions volcaniques. Des lacs comme celui de Weinfeld, dans l'Eifel, sont des masses d'eau accumulées dans les cratères de volcans éteints. — Les éruptions volcaniques sous-marines créent quelquefois des montagnes dont le sommet émerge des flots de l'Océan, telle l'île Santorin, et dont la durée dépend surtout du degré de solidification des laves, scories et cendres qui les composent. — Les volcans créent en certains endroits des masses de roches éruptives: coulées de lave formant quelquefois des nappes énormes loin du centre de projection, telles les coulées de basalte qui, par un refroidissement brusque, prennent la forme de colonnes prismatiques (voir p. 64); tufs volcaniques ou cendres, scories et matériaux divers qui se sont amoncelés et plus ou moins solidifiés; dykes volcaniques ou filons qui, injectés dans des masses de roches sédimentaires ont, mieux que ces dernières, résisté à l'érosion et forment alors de véritables murailles ou des pics (Montréal).

Phénomènes volcaniques secondaires. — Ces phénomènes sont les sources d'eaux thermales, d'eaux thermo-minérales et les geysers.

Ces phénomènes sont souvent considérés comme des manifestations grandioses de la puissance volcanique, et leur description pourrait suivre celle des volcans; mais elle viendra mieux à sa place quand il sera traité des eaux (p. 135). — Les tremblements de terre, que l'on a considérés longtemps comme des phénomènes en liaison étroite avec le volcanisme, formeront un paragraphe important du chapitre relatif aux mouvements actuels des terres (p. 106).

G. — Les îles.

Définition. — Les îles sont des parties de terres entourées d'eau de tous côtés (voir p. 78).

Causes de formation; classification. — Les îles sont classées, d'après leur formation, en îles *continentales* et îles *océaniques*. Continentales, elles ressemblent par leur configuration, leur

relief, la nature de leur sol et de leur sous-sol, au continent voisin, dont elles font géologiquement partie et auquel souvent elles étaient autrefois rattachées, telles les îles Britanniques. On range aussi, parmi elles, des îles qui, comme Madagascar, sont des débris d'un ancien continent disparu. — Océaniques, elles diffèrent, par la nature du sol et du relief, des grandes terres dont elles sont plus ou moins éloignées; le plus souvent, elles sont isolées en plein océan.

Îles continentales. Elles possèdent les mêmes caractères géologiques que le continent voisin. Elles ont été formées :

1^o Par un mouvement de relèvement de l'écorce terrestre ou de retrait des eaux marines. — Si une partie de l'écorce terrestre, comprenant une côte maritime, se relève, ou si, ce qui revient au même, la mer au voisinage de cette côte se retire, une partie du fond marin émergera; si ce fond marin est uni, le continent sera agrandi, mais si ce fond marin est mouvementé, présente des protubérances, il se peut que celles-ci seules émergent : elles deviennent des îles. Telles les îles du golfe de Bothnie.

2^o Par un mouvement d'affaissement de l'écorce terrestre ou d'exhaussement du niveau de la mer. — Un mouvement opposé à celui signalé ci-dessus fera submerger par la mer une partie du littoral : si ce littoral est montagneux, la mer s'introduira dans les vallées (vallées ennoyées) et séparera parfois de la côte des morceaux de continent. Telles les îles de la côte dalmate et de la côte norvégienne. — Quelquefois, l'érosion aidant, des isthmes qui existaient encore après cette invasion de la mer, seront détruits et, ainsi, le nombre des îles augmentera. — Si ce n'est plus seulement une côte, mais tout un continent qui s'affaisse, les sommets des montagnes ou des régions moins affaissées pourront former des îles-témoins. Telles Madagascar, la Nouvelle-Guinée, la Nouvelle-Zemble, restes de continents disparus. — Si ce sont de longues presqu'îles montagneuses qui s'effondrent, leurs sommets pourront émerger encore et indiqueront, à la surface des eaux, la direction de la chaîne noyée. Telles les îles Aléoutiennes, l'archipel de la mer Égée, la Corse et la Sardaigne.

3^o Par l'érosion. — Le travail continu de la mer qui attaque les côtes peut faire disparaître des isthmes et des terres servant de liaison entre une presqu'île et un continent. C'est un phénomène de ce genre qui a séparé la Grande-Bretagne et les îles Anglo-Normandes du continent européen, les îles de la Sonde du continent asiatique.

Îles océaniques. Leur origine est due soit à des volcans, soit à des madrépores.

1^o Les *îles volcaniques* sont produites par des volcans sous-marins dont le cratère ou la partie supérieure du cône finit par émerger (voir p. 102).

L'île Julia, dont il a été fait mention p. 100, n'eut qu'une existence éphémère. L'île Saint-Paul résiste à l'érosion, parce que le cône volcanique qui la supporte est plus solidifié. Cette île située par 38° lat. S. est composée d'un cratère ébréché qui forme un lac en communication avec la mer par la brèche, et de pentes régulières qui vont de l'altitude 250 au niveau de l'Océan; les pentes présentent des commencements de vallées produites par érosion, et les caps sont formés par de petits cônes éruptifs (fig. 51).

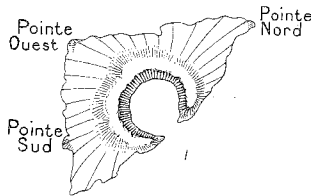


Fig. 51. — Type d'île volcanique : l'île Saint-Paul.

2° Les *îles coralliennes* doivent leur origine au travail séculaire des madrépores, animalcules qui construisent des polypiers ou coraux par la sécrétion des matières calcaires des eaux mêmes. Ces polypiers, qui ont en général la forme d'un buisson, s'étendent en hauteur et en largeur, et ils constituent à la longue une masse minérale très dure et très résistante. Les madrépores qui les élèvent ne peuvent vivre que dans les eaux salées ayant une température variant entre 18 et 20 degrés et à une profondeur maxima de 35 mètres. Ces conditions se trouvent réunies aujourd'hui dans les mers tropicales; elles l'étaient autrefois sous nos latitudes, car les marbres rouges de l'Entre-Sambre-et-Meuse seraient formés en majeure partie de coraux. C'est surtout en Océanie que l'on rencontre un grand nombre d'îles coralliennes. Les zoophytes, qui vivent par myriades dans les eaux du Pacifique, élèvent constamment des polypiers, dont la partie nouvellement construite est seule occupée par eux. Ces polypiers finissent par atteindre la surface de la mer, et la masse corallienne s'augmente peu à peu de toutes les matières charriées par les eaux : sables, algues flottantes, fruits, graines arrachées à d'autres rives. Il s'en forme bientôt un îlot qui peut s'agrandir et porter une certaine végétation. — Beaucoup d'îles madréporiques ont la forme d'un anneau plus ou moins régulier, avec une lagune centrale intérieure communiquant parfois avec la mer; ce sont des *atolls*. L'anneau ou ceinture de coraux porte souvent une végétation luxuriante provenant des germes apportés par les flots ou par les oiseaux de mer; des cocotiers y croissent en grand nombre. Ces îles ont parfois 20 lieues de diamètre et la lagune centrale peut servir de baie de refuge pour les navires. — Parfois les coraux forment, à quelque distance des grandes îles et des continents, des lignes irrégulières de récifs; telle est la barrière de récifs coralliens qui s'étend au N.-E. de l'Australie, sur plus de 400 lieues.

III. — MOUVEMENTS ACTUELS DES TERRES.

A. — *L'intérieur de la Terre.*

Épaisseur de l'enveloppe solide. — La croûte terrestre ou lithosphère, dont la formation a été exposée précédemment d'après l'hypothèse de Laplace (p. 62), et dont la composition a été décrite (pp. 63-67), a une épaisseur qu'on n'est pas encore parvenu à déterminer avec une certaine exactitude. On estime qu'elle serait de 30 à 60 kilomètres, donc qu'elle varierait entre un deux-centième et un centième de la longueur du rayon terrestre; mais des études récentes lui donnent 30 kilomètres au maximum; la lithosphère serait donc relativement mince.

Cette estimation de l'épaisseur de la lithosphère est basée, entre autres, sur l'augmentation de la température que l'on constate au fur et à mesure que l'on atteint des profondeurs plus grandes par des puits ou des sondages.

Le phénomène géothermique. — Ce phénomène consiste dans l'accroissement de la température avec la profondeur.

La croûte terrestre présente d'abord, quant à sa température, une zone superficielle qui subit l'influence des rayons calorifiques du Soleil : elle s'échauffe suivant le degré d'insolation; elle se refroidit par rayonnement. A peu de profondeur, à partir d'une douzaine de mètres environ, la température du sous-sol tend à rester constante dans toute l'épaisseur d'une zone dite neutre. Au-dessous de cette zone neutre, on constate un accroissement graduel de la température interne de la Terre. Des puits et des sondages, en divers endroits, ont donné des températures d'autant plus hautes que la profondeur était grande; et à 2 kilomètres en dessous de la surface, le thermomètre marquait 67°. D'après cela, la profondeur moyenne dont il faut descendre pour constater une élévation de température de 1° serait d'environ 30 mètres; c'est ce qu'on appelle le *degré géothermique moyen* déterminé par l'expérience. — Si cette augmentation de température se continue de la même manière plus on s'éloigne de la surface, à 60 kilomètres de profondeur, la température doit dépasser 2000 degrés, chaleur suffisante pour maintenir tous les corps connus à l'état de fusion. Mais il est probable, cependant, que la pression, qui elle aussi va en augmentant, tend à diminuer l'augmentation régulière de la température.

Le noyau central. — Les phénomènes volcaniques et géothermiques prouvent qu'il existe, sous la croûte terrestre, des

masses fluides en fusion à une température très élevée : la lave vomie par les cratères a plus de 1000 degrés.

Ces masses fluides occupent-elles tout l'intérieur de la lithosphère? Ou bien existe-t-il, dans ces masses ignées, un noyau solide? Et, dans ce cas, ce noyau solide est-il noyé dans les masses en fusion, ou bien touche-t-il par un ou plusieurs endroits à la lithosphère? Une réponse scientifique vient d'être donnée à ces questions. On peut admettre, avec plusieurs géologues et avec les physiciens, que la Terre a, en son centre, un noyau, qui est dans un état pratiquement équivalent à la solidité et qui est extrêmement rigide, noyau touchant probablement en certains endroits à la lithosphère; qu'autour de ce noyau se développe sur une épaisseur relativement mince une zone sphérique, avec quelques solutions de continuité, de matières en fusion; qu'enfin sur cette zone et, en quelques endroits, sur le noyau central, repose la lithosphère.

Mouvements de l'écorce terrestre. — La diminution de volume, par refroidissement continu, de ce noyau et des masses en fusion oblige l'écorce terrestre à se contracter, à réduire sa surface. De là des mouvements de contraction produisant des plissements et des phénomènes de dislocation.

Ces mouvements sont de deux espèces : brusques et lents; les premiers, qui arrivent subitement, sont les tremblements de terre; les seconds, dont les résultats ne sont sensibles qu'après de nombreuses années, produisent soit des plissements et des effondrements, soit des déplacements des lignes de rivage. — Les plissements et les effondrements sont des phénomènes orogéniques qui ont eu lieu pendant les périodes géologiques (voir p. 67). Ces phénomènes orogéniques ne doivent pas avoir cessé depuis la fin des temps géologiques, mais leur lenteur est tellement grande que les observations les plus précises faites actuellement n'ont pu encore les déceler.

B. — Les tremblements de terre.

Définition. — Les tremblements de terre, ou *séismes*, sont des secousses, des mouvements brusques, souvent convulsifs, de l'écorce terrestre ou d'une partie de celle-ci.

Causes des tremblements de terre. — La cause principale des tremblements de terre est la contraction continue de l'enveloppe solide.

Le refroidissement continu de l'intérieur de la lithosphère force la croûte terrestre à chercher sans cesse les moyens de se rétrécir : les compartiments formés par les grandes fractures d'ordre géologique s'abaissent et se relèvent, vibrent sous l'effort de poussées latérales ; les régions récemment disloquées, par conséquent moins consolidées, sont soumises à des commotions et à des oscillations fréquentes et plus ou moins violentes ; les séismes sont surtout nombreux dans les régions où les hauts reliefs bordent de grandes profondeurs, et surtout intenses dans les zones où se sont produits les plissements de l'ère tertiaire (plissement alpin ; voir p. 86). — Certains tremblements de terre locaux, c'est-à-dire n'agissant que sur peu d'étendue, peuvent être dus à l'enlèvement, par les eaux d'infiltration et par les eaux souterraines, de massifs rocheux internes solubles, enlèvement qui cause un affaissement ou un tassement des couches superficielles. — D'autres, mais bien rares, sont en relation étroite avec les éruptions volcaniques : les masses ignées, en voulant se frayer un passage à travers l'écorce, font osciller les compartiments voisins de ce passage.

Classification des tremblements de terre. — Ils sont régionaux (locaux) ou généraux, suivant l'étendue du territoire où ils se font sentir ; ils sont d'intensité plus ou moins grande, se propagent diversement, se composent d'une seule ou de plusieurs secousses.

Les *secousses* sont verticales, horizontales, ondulatoires ou giratoires. Verticales, elles meuvent la surface de bas en haut et ressemblent au résultat d'un ou de plusieurs chocs venant de l'intérieur de la lithosphère, d'un endroit dénommé centre du séisme : les objets sont alors précipités en l'air. Horizontales, elles produisent un ou plusieurs mouvements de va-et-vient qui paraissent consécutifs à des chocs latéraux : les colonnes sont renversées. Ondulatoires, elles semblent des mouvements de vagues terrestres se propageant de proche en proche : les poteaux s'inclinent puis se redressent. Giratoires ou rotatoires, elles impriment à la surface du sol une sorte de tourbillonnement qui peut être la résultante des modes précédents : les statues pivotent sur leur socle.

L'*intensité des secousses* est très variée : certaines ne sont pas perçues par les hommes, et on ne les connaît que par l'appareil dit séismographe qui enregistre même les moindres mouvements du sol (microséismes, qui sont très nombreux et très fréquents) ; d'autres, d'une violence extraordinaire, produisent de véritables catastrophes, renversent les maisons, crevassent le sol et donnent naissance à des mouvements de la mer dont les plus funestes sont les raz de marée (voir p. 124) ou vagues énormes qui viennent se briser contre les côtes ou envahir les plaines basses.

Les *secousses* se propagent quelquefois dans une direction déterminée : ce sont les *secousses linéaires* ; quelquefois elles partent d'une région

centrale dite épïcêtre, qui est le point de la surface terrestre paraissant au-dessus du centre de propagation, lequel est situé assez profondément dans la lithosphère, et rayonnent dans tous les sens en diminuant d'intensité (secousses centrales).

La vitesse de propagation des secousses peut atteindre une lieue par seconde, mais le plus souvent se rapproche d'une moyenne de six lieues par minute.

Répartition géographique des tremblements de terre. — Grâce aux progrès de la séismologie, facilités par l'installation de nombreux séismographes enregistreurs, on a pu tracer des cartes signalant la répartition de la séismicité.

Les régions à séismes fréquents sont : la Cordillère des Andes et le littoral pacifique de l'Amérique du Sud entre les 40 et 10 degrés lat. S. ; la Cordillère des Andes et de Colombie depuis les sources de l'Amazone jusqu'à l'embouchure de l'Orénoque ; l'Amérique centrale et le Mexique, le long du Pacifique jusqu'au Tropique du Cancer ; la Cordillère de l'Amérique du Nord et le littoral occidental depuis le cap de la Conception jusqu'à l'île de la Reine Charlotte ; les Petites Antilles, Haïti et l'E. de Cuba ; une zone, dans l'ancien continent, comprenant les rivages sud de l'Espagne, le littoral nord de l'Algérie, l'Italie, la Sicile, toute la partie occidentale de la péninsule des Balkans, l'W. et le N. de l'Asie Mineure, la Syrie, l'Arménie, le Caucase, les montagnes du Kurdistan et celles qui bordent le golfe Persique au N., les monts Hindou-Kouch et Altaï, le nœud du Pamir, l'Himalaya et les montagnes entre le Brahmapoutre et l'Irraouaddy ; enfin une zone reliant le S. de la presqu'île de Kamtchatka à l'extrémité de la Nouvelle-Guinée et comprenant les îles du Japon, Formose, les Philippines, l'W. de Sumatra, Java et les îles de la Sonde.

Les plus terribles tremblements de terre furent ceux de Lisbonne (1755), de la Calabre (1783-6), des Andes (1868), d'Andalousie (1884), du Japon (1891), de Carniole (1895), de Messine (1908).

Action des tremblements de terre sur le modelé terrestre. — Ces séismes, souvent violents, ne sont pas sans modifier le relief : ils produisent des crevasses, des dénivellations et des effondrements.

Les crevasses peuvent être de forme allongée ou de forme étoilée ; elles peuvent avoir une longueur de plus de 100 kilomètres (Japon, 1891). Les dénivellations se produisent le plus souvent le long d'une crevasse : le port de Conception (Chili, 1780) fut mis à sec. Parmi les effondrements produits par un séisme, on signale le district du Grand Runu (Indes, 1819) qui disparut et devint un golfe de cinq mètres de profondeur.

C. — *Les mouvements lents du sol.*

Définition. — Les mouvements lents du sol sont de deux espèces : 1° les plissements et les effondrements ; 2° les mouvements d'affaissement et de soulèvement (ils pourraient être cependant des mouvements de relèvement et d'abaissement du niveau de la mer), qui se marquent par un déplacement de la ligne du rivage.

Les plissements et les effondrements ont lieu actuellement encore, comme pendant les époques géologiques, mais ils ne sont pas constatables à cause de leur lenteur. — Les mouvements d'affaissement et de soulèvement se constatent par la submersion ou l'émergence des régions côtières, quelquefois par une succession des deux phénomènes : la ligne du rivage est alors, si on la considère pendant plusieurs siècles, oscillante ; elle recule à l'intérieur des terres ou elle s'avance sur d'anciens fonds marins.

Causes du déplacement de la ligne du rivage. — C'est un des problèmes intéressants de la géographie physique, d'autant plus difficile à résoudre qu'on ne sait encore avec exactitude si c'est le niveau de la mer qui s'élève ou le niveau de la terre qui descend, dans le cas de submersion des régions côtières.

On a proposé de dire mouvement positif pour désigner le phénomène caractérisé par une submersion du rivage ou une élévation du niveau de l'eau ; le mouvement contraire s'appelle négatif : une émergence du rivage ou un abaissement du niveau de la mer. Le mouvement positif produit une avancée dans l'intérieur des terres de la ligne du rivage ; le mouvement négatif recule cette ligne vers la haute mer. — Il est probable que les continents, ou du moins des parties de continent, ne sont pas stables et qu'ils oscillent à cause des mouvements de contraction de l'écorce terrestre ; il est possible que, dans quelques cas, les phénomènes d'érosion et de sédimentation jouent un certain rôle dans ce déplacement de la ligne du rivage.

Répartition géographique des mouvements lents du sol.

— On les a constatés sur les rivages de toutes les mers et sur les rives de grands lacs intérieurs ; les mouvements de submersion (positifs) seraient plus fréquents dans les zones tropicales et tempérées chaudes ; les émergences (mouvements négatifs) plus nombreuses dans les zones glaciales et tempérées froides.

Un cas typique est fourni par les côtes occidentales de la Norvège : elles ont été, il y a longtemps, moins submergées qu'elles ne le sont aujourd'hui,

car leurs fjords (voir Pl. IV, *c*) sont des vallées qui se continuent sous la mer et qui ont été creusées par des glaciers alors qu'elles étaient émergées; elles ont été, postérieurement, plus submergées qu'elles ne le sont actuellement, car sur les versants des fjords, à une altitude d'une centaine de mètres, gisent des dépôts marins littoraux. D'abord émergées, ces côtes ont été ensuite assez bien submergées, et aujourd'hui, elles le sont moins. — Les ruines du temple de Pouzzoles (Italie) fournissent une preuve souvent citée de ces mouvements lents : depuis l'époque romaine jusqu'au XIII^e siècle, il y eut submersion de cette côte : le temple se trouva sous l'eau et des mollusques marins s'attachèrent à ses colonnes ; vers le XVI^e siècle, il y eut émergence et tout le temple sortit de l'eau, mais une nouvelle submersion se produisit lentement. — Les côtes de Hollande ont subi un mouvement positif, de même que des parties de la côte bretonne en France.

C. — Les eaux.

Division. — Les eaux forment : 1^o des masses compactes qui se sont accumulées dans les dépressions plus ou moins profondes de la surface terrestre, ce sont les *eaux marines*; 2^o des cours d'eau (ruisseaux, torrents, rivières, fleuves) qui sillonnent toute la surface des terres émergées et apportent aux océans ou à des mers fermées l'eau tombée sur le sol, ce sont les *eaux courantes*; 3^o des eaux qui s'infiltrèrent dans la terre, à une certaine profondeur, et y forment des cours d'eau, ce sont les *eaux souterraines*; 4^o des *eaux solides* c'est-à-dire plus ou moins congelées et dont la forme la plus intéressante est donnée par les *glaciers*.

L'étude des eaux a fait naître quatre sciences : l'*océanographie* ou étude des eaux marines; l'*hydrologie* ou étude des eaux courantes, dont une branche spéciale, la limnologie, s'occupe des lacs; la *spéléologie* ou étude des formes que prennent les galeries, les grottes, les abîmes, creusés par les eaux souterraines; la *glaciologie* ou étude des glaciers.

I. — LES EAUX MARINES.

A. — Répartition géographique des eaux marines.

Leur étendue. — La superficie des eaux marines est évaluée à 361.280.000 Km², ou environ les sept dixièmes de la surface du globe terrestre.

Les quatre septièmes de cette superficie sont situés au sud de l'équateur;

les trois septièmes dans l'hémisphère boréal. Nous avons vu aussi (p. 73) que, dans l'hémisphère des eaux, les 89 % de la surface sont couverts par les eaux marines.

Leur continuité. — Un caractère géographique intéressant des eaux marines est leur continuité.

Les eaux de la mer forment une masse continue de laquelle émergent deux vastes continents et une foule d'îles de toutes dimensions; alors que, pour aller d'un continent à l'autre, il faut traverser la mer, tout océan communique avec un ou plusieurs autres. — Les eaux marines se divisent en océans, et ceux-ci forment des mers, des golfes, des baies et des détroits.

Les océans, leur forme, leur situation. — Les eaux marines comprennent trois océans coupés par l'équateur : l'Atlantique, le Pacifique et l'Indien; et deux océans polaires : l'Arctique et l'Antarctique. — Le Pacifique et l'Antarctique réunis couvrent à peu près la moitié du globe; leur étendue n'est brisée que par l'Australie, les terres antarctiques et quelques petites îles. Une extension, l'océan Indien, s'insinue entre l'Afrique et l'Australie; un autre bras, plus long, l'Atlantique, va se terminer dans l'Arctique, qui ressemble à un immense golfe, autour du pôle Nord.

1° **L'océan Atlantique** s'allonge comme un immense canal, un peu tortueux, reliant les deux océans polaires, et séparant l'ancien du nouveau continent (Amérique à l'W., Europe et Afrique à l'E.). Sa longueur est d'environ 15.000 Km. et sa largeur, entre l'Afrique et le Brésil, mesure à peine 2500 Km. Il est presque entièrement dépourvu d'îles dans sa ligne médiane. Aucun autre océan n'a des côtes aussi découpées : celles-ci présentent une infinité de dentelures, de langues de terre, qui, séparant une foule de golfes et de mers intérieures, augmentent beaucoup la ligne des côtes. Sa superficie est de 81.658.000 Km².

2° **L'océan Pacifique**, appelé aussi le Grand océan, est plus étendu à lui seul que toutes les terres du globe : il comprend environ les 28 % de la superficie totale des mers, et sa surface est évaluée à 165.715.000 Km². Il a la forme générale d'un ovale, ouvert du côté du sud sur l'océan Glacial antarctique, et il ne communique avec les mers boréales que par un étroit passage, le détroit de Bering entre l'Amérique et l'Asie. Entouré d'une ceinture de volcans, il est richement parsemé d'îles qui, en général, sont de dimensions restreintes. Ses côtes sont régulières, sauf à l'W. où se creusent les mers intérieures du littoral asiatique et de l'Océanie.

3° **L'océan Indien**, d'une superficie de 73.442.000 Km², est largement ouvert du côté du sud, où aucune terre ne le sépare de l'océan Glacial antarctique; vers l'est, il communique par de nombreux détroits avec l'océan

Pacifique dont il forme comme une subdivision; vers le N. et vers l'W., il est complètement fermé, mais cependant la mer Rouge, reliée aujourd'hui à la Méditerranée par le canal de Suez, le met en communication avec l'Atlantique, auquel il touche aussi au S. de l'Afrique. Sa caractéristique principale, c'est qu'il s'étend surtout dans la zone chaude, entre les deux tropiques.

4° *L'océan Glacial arctique* baigne les côtes septentrionales de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique; sa superficie est estimée à 14.352.000 Km² et il contient quelques grandes îles, tels le Grönland, la Nouvelle-Zemble, la Terre de Grinnell et celle de Grant, le Spitzberg, etc. Une partie de cet océan, entre le pôle Nord d'une part, le détroit de Béring et les îles de la Nouvelle Sibérie d'autre part, n'a pas encore été explorée.

5° *L'océan Glacial antarctique* touche aux océans Atlantique, Pacifique et Indien, tout le long du cercle polaire antarctique. C'est le moins connu des océans du globe : il consiste en une bande circulaire entourant le continent antarctique, et, peut-être, en un large canal coupant ce continent en deux grandes îles.

Les mers. — En s'avancant dans l'intérieur des terres, les océans forment des mers, les unes très ouvertes vers la haute mer et ressemblant à de grands golfes, les autres à entrée plus étroite et dites alors mers intérieures.

1° *Mers de l'océan Atlantique* : la mer du Nord, dont dépend la mer Baltique; la Manche; la mer d'Irlande; la Méditerranée (2.968.000 Km²) qui forme les mers Tyrrhénienne, Adriatique, Ionienne, de l'Archipel ou Égée, de Marmara, Noire, d'Azof et du Levant; la mer des Antilles ou des Caraïbes (4.585.000 Km²); la mer du Labrador.

2° *Mers de l'océan Pacifique* : la mer de Bering; la mer d'Okhotsk; la mer du Japon; la mer de Chine comprenant celle de Chine orientale, de Chine méridionale et la mer Jaune; la mer Malaise formant les mers de Bornéo, de Java, de Soulou, de Célèbes, de Banda et d'Arafoura; la mer de Corail.

3° *Mers de l'océan Indien* : la mer d'Oman, formant la mer Rouge.

4° *Mers de l'océan Glacial arctique* : la mer de Norvège; la mer du Grönland; la mer de Barents; la mer Blanche; la mer de Kara; la mer de Nordenskjöld et la mer de Baffin.

5° *Mers de l'océan Glacial antarctique* : la mer de Ross et la mer de Weddell.

Les golfes. — Ce sont des échancrures assez profondes dans l'intérieur des terres, échancrures qu'occupe une partie de l'océan ou de la mer.

Les golfes les plus importants sont : dépendant de l'océan Atlantique, ceux de Bothnie et de Finlande (Baltique); de Gascogne ou de Biscaye; du Lion, de Gènes, d'Odessa, de la Grande Syrte et de Gabès (Méditerranée); de Guinée; du Mexique; d'Hudson; — dépendant de l'océan Pacifique : ceux de Californie; de Panama; du Petchili, du Tonkin et du Siam (mer de Chine); — dépendant de l'océan Indien, ceux du Bengale, d'Oman, Persique et d'Aden.

Les détroits. — Ce sont des parties de mer très étroites mettant en communication deux mers ou une mer et un océan.

Les détroits sont très nombreux; les principaux sont : le Pas-de-Calais (33 Km. de largeur), le Sund (2 Km.), le détroit de Gibraltar (15 Km.), le détroit des Dardanelles (3 Km.), le Bosphore (1 Km.), le Bab-el-Mandeb (25 Km.), le détroit de Malacca (60 Km.), le détroit de Bering (91 Km.), le détroit de Magellan (40 Km.).


B. — *La surface des fonds sous-marins.*

Profondeur des océans. — La profondeur de l'océan est fort variable. En général, elle est plus considérable le long des côtes élevées et abruptes, comme celles de la Norvège, ou de l'Amérique du Sud dans le voisinage des Andes; elle est, en général, peu profonde auprès des côtes basses et sablonneuses, lesquelles se prolongent à de grandes distances sous les eaux, en pente presque insensible; c'est le cas pour la mer du Nord et la Baltique mouillant les rivages monotones des Pays-Bas et de l'Allemagne.

La profondeur des océans n'est connue qu'en certains points où des expéditions scientifiques ont jeté la sonde; le relief sous-marin est donc moins bien connu que le relief des terres émergées. Par conséquent, la connaissance que nous avons actuellement des cuvettes océaniques peut être considérablement modifiée par de nouvelles constatations.

Profondeurs extrêmes et fosses marines. Dans l'océan Pacifique, les plus grands fonds se trouvent à l'ouest, le long des archipels asiatiques : la sonde a atteint 9.788 mètres près des îles Philippines (par 9°56' lat. N. et 126°50' long. E. de Greenwich); 9.636 m. dans la fosse des Mariannes, au sud de l'île Guam, une des Mariannes; 9.427 m. dans la fosse de Kermadec, à l'E. des îles Kermadec (Polynésie); 9.184 m. dans la fosse des Tonga, au sud des îles Tonga; 8.573 m. dans la fosse du Japon, à l'E. du Nippon septentrional; 8.500 m. dans la fosse des Kouriles ou de Tuscarora, à l'E.

des îles Kouriles; 7.635 m. dans la fosse d'Atacama ou du Chili, à l'W. de Taltal (Chili); 7.383 m. dans la fosse des Aléoutes, au S. des îles Aléoutiennes. — L'océan Indien a ses plus profonds abîmes au sud de Java : 7.000 m. (par 10° 5' lat. S., et 107° 55' long. E.) et 5.700 m. dans la fosse de Mentawai, à l'W. de Sumatra. — L'océan Atlantique présente ses plus fortes profondeurs de chaque côté d'une plateforme à peu près médiane : 8.526 m. dans la fosse de Porto-Rico (par 19° 36' lat. N. et 66° 26' long. W.), au N. de Porto-Rico; 7.370 m. au N.-W. de l'île Ascension. — Les récentes expéditions polaires ont sondé des fonds de plus de 3.500 m. dans l'océan Glacial arctique (expédition du Fram), et de plus de 5.000 m. dans l'océan Glacial antarctique, à l'W. de la terre Enderby.

Les plateaux sous-marins. Dans l'océan Atlantique, un plateau, à moins de 2.000 m. de profondeur, d'abord très large au nord et s'étendant du sud du Grönland à l'Irlande, s'allonge vers le sud jusqu'à la latitude du cap Vert, après s'être fortement rétréci; ce plateau réapparaît plus au sud, encore allongé, mais dans une direction W.-E., un peu au nord de l'équateur; puis il réapparaît, encore très allongé du nord au sud, entre l'équateur et le 50° de lat. Sud. De part et d'autre de ce plateau, qui, comme l'Atlantique lui-même, a la forme d'un  et dont la situation dans l'hémisphère austral est signalée par les îles Saint-Paul, Ascension et Tristan da Cunha, se creusent des vallées profondes atteignant jusqu'à 6.000 m. de profondeur. — Dans l'océan Pacifique, un plateau sous-marin s'étend depuis l'Amérique centrale jusqu'à l'océan Glacial antarctique, s'élargissant considérablement aux environs du tropique du Capricorne et laissant entre lui et la côte de l'Amérique du Sud une fosse profonde. Dans sa partie occidentale, il présente une série de petits plateaux marqués par de nombreux archipels. — Dans l'océan Indien, c'est au sud seulement que le fond sous-marin se relève en un large plateau, à moins de 2.000 m. de profondeur, et allant jusqu'au continent antarctique.

Plateforme continentale. La plateforme continentale est cette bordure sous-marine qui entoure tous les continents et dont la profondeur varie entre 0, bord de l'océan, et 200 mètres; elle est plus ou moins large et présente quelquefois des vallées qui continuent les vallées continentales (golfe de Biscaye en face de l'embouchure de l'Adour) et de petits plateaux à peu de profondeur (bancs de Terre-Neuve). Lorsque cette plateforme est très étendue, on peut lui donner le nom de socle sous-marin; les plus importants socles sous-marins sont : le socle britannique d'une superficie de 1.050.000 Km² (si le niveau de la mer baissait de 60 m., le Pas de Calais deviendrait un isthme reliant l'Angleterre au continent; s'il baissait de 100 m., la mer du Nord et la Manche seraient des golfes et la Baltique, un lac); le socle norvégien; le socle d'Islande (115.000 Km²) qui forme un seuil entre l'Atlantique et l'océan Glacial arctique; le socle de Java-Bornéo

(4.850.000 Km²). — Plateformes continentales et socles sous-marins se terminent vers la haute mer par une dénivellation assez brusque ou talus, qui passe rapidement de 200 m. environ à 1.000 et 2.000 m. de profondeur.

Profondeur moyenne des océans. La profondeur moyenne des océans a été évaluée à 3.500 mètres; celle de l'Atlantique de 3.800 à 3.300; celle du Pacifique de 4.100 à 3.870; celle de l'océan Indien à 3.600. Ce ne sont là que des chiffres provisoires, de nouveaux sondages pouvant signaler des fosses marines inconnues ou des hauts fonds dont on ignorait l'existence.

Relief des fonds sous-marins. — Le fond des océans présente donc, comme la surface des continents, des montagnes dont la cime quelquefois émerge pour former un écueil ou une île, des plateaux ou hauts fonds dont quelques-uns, dans la zone chaude, servent de base aux coraux, des plaines (plateformes et socles), des talus, des vallées et des cuvettes (fosses marines). La répartition géographique de ces formes de relief sous-marin est indépendante de la situation des continents.

Les eaux marines remplissent les dépressions marines, pacifique, atlantique, etc.; les géologues distinguent encore la dépression méditerranéenne (voir p. 76).

Causes de formation de ce relief. — Ces dépressions marines et les protubérances du relief sous-marin sont dues principalement aux contractions de l'écorce terrestre.

L'étude du sous-sol des océans au moyen de sondages procurant des échantillons de roches situées à une certaine profondeur sous le fond marin, n'a pu encore être faite; on suppose donc que les mêmes causes qui ont produit les montagnes et les dépressions continentales ont aussi créé les fonds où se sont accumulées les eaux marines.

Nature du sol sous-marin. — Des sondages nombreux ont permis de ramener à la surface des échantillons du sol sous-marin à différentes profondeurs: partout on a trouvé des matières meubles, boues et vases, recouvrant le fond solide; celui-ci n'a pu être atteint que dans les environs immédiats des côtes.

Le sol des fosses marines ou *régions abyssales* est couvert de dépôts abyssaux formés d'argile rouge, quelquefois grisâtre, provenant probablement de la décomposition des silicates et des matières volcaniques;

l'épaisseur de ces dépôts est faible et ne s'accroît que très lentement. — Le sol des autres fonds sous-marins qui sont à une profondeur de plus de 200 mètres, formant la *région pélagique*, est recouvert de dépôts pélagiques, c'est-à-dire de vases d'origine presque toujours organique, composées de particules très fines : elles sont siliceuses ou calcaires, suivant qu'elles proviennent de diatomées ou de globigérines; elles sont produites par le *plankton animal*, nom donné à tous les organismes minuscules qui vivent dans l'eau de mer et sont emportés par les mouvements de cette eau : lorsque ces êtres meurent, leurs cadavres tombent au fond. Dans certains endroits, ces dépôts pélagiques prennent une forme spéciale due notamment à des massifs coralliens qui s'écroulent. — La *plateforme continentale* est recouverte de dépôts sédimentaires d'origine continentale, c'est-à-dire enlevés aux continents par l'érosion des côtes ou apportés par le charriage des fleuves. On les appelle, suivant qu'ils se sont déposés sur les talus ou sur les plateformes, dépôts terrigènes et dépôts côtiers : ce sont des galets, des cailloux, des graviers, des sables de plus en plus fins, puis des argiles à grains minuscules, disposés dans cet ordre depuis le rivage jusque sur les talus qui forment la transition entre la plateforme et la région pélagique. Là où la côte est sablonneuse, les galets et graviers font défaut : parfois la disposition de ces dépôts est modifiée par les courants (voir p. 129 : Action destructive des eaux marines).

Le relief sous-marin et le relief des terres émergées. — Si l'on compare, d'après une bonne carte bathymétrique des océans et hypsométrique des terres, le relief des fonds sous-marins et le relief des terres émergées, une constatation s'impose, que l'on a appelée la *loi de dissymétrie des lignes de relief*, ainsi énoncée : Toute grande ligne de hauteurs, immergée ou non, est une crête saillante, formée par l'intersection de deux versants inégalement inclinés. Le plus abrupt plonge vers une grande dépression habituellement occupée par la mer; le moins raide s'abaisse doucement sous la forme d'ondulations successives vers une dépression moins marquée qui, le plus souvent, peut rester continentale. Le pied du versant abrupt est l'arête en creux d'une intersection inverse de la première et dont le talus à pente modérée remonte peu à peu jusqu'aux régions de profondeur moyenne des océans.

Cette loi n'est cependant pas toujours exacte : elle l'est dans beaucoup de cas, mais elle a aussi de nombreuses exceptions, dont une des plus frappantes est la dénivellation brusque près des îles Tonga : d'un plateau

de hauts fonds de 1.200 et 1.600 mètres, le sol descend tout à coup à plus de 9.000 mètres (fosse des Tonga) alors que cependant les terres voisines ont une altitude insignifiante.

Une autre constatation non moins facile à faire, c'est que les terres immergées ont un relief moins dentelé, moins déchiqueté que les terres émergées.

Cette constatation est exacte pour autant qu'elle s'applique à des régions pélagiques ou abyssales, donc pas à la plateforme continentale. Cependant, puisque autrefois certaines parties de l'océan étaient des continents, leur relief a dû aussi être déchiqueté par les agents d'érosion et l'est resté sans doute après l'immersion; peut-être même l'est-il encore plus par suite de l'effondrement. Cependant encore, les éruptions volcaniques sous-marines ont pour effet de modifier l'allure du relief sous-marin et de dresser des cônes volcaniques en différents endroits. — Mais, d'une part, les pentes sont adoucies et les vallées tendent à se combler, par des dépôts sédimentaires; d'autre part, les agents d'érosion qui ont profondément raviné les terres émergées n'agissent pas sur les fonds sous-marins.

C. — Caractères des eaux marines.

Masse. — Le volume des eaux marines est évalué à 1.300.000 Km³ ou 22 fois environ le volume des terres émergées (fig. 52).

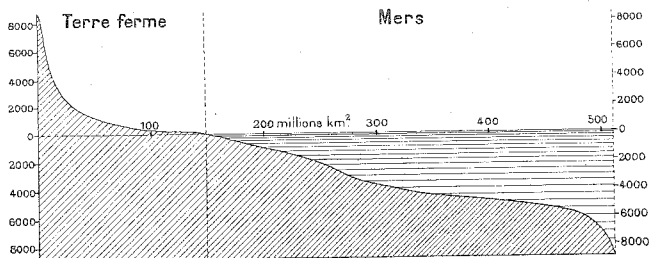


Fig. 52. — Courbe hypsographique de l'écorce terrestre (d'après de Lapparent.)

Cette évaluation n'est qu'approximative; elle est obtenue en multipliant la surface des eaux par leur profondeur moyenne. — Ce volume devrait diminuer par suite de l'évaporation, intense surtout dans les régions équatoriales; mais cette perte est compensée par l'apport des fleuves, des pluies et de la fonte des glaces polaires. Il est probable cependant qu'il y a

diminution de volume des eaux marines, mais très petite et même non constatable, étant donnée leur masse énorme.

Niveau. — Pour les besoins de la pratique, on peut considérer le niveau moyen de la mer comme constant, et le même pour tous les océans.

En réalité, il n'en est pas ainsi, même si l'on fait abstraction des mouvements de montée et de descente produits par les marées : le niveau de l'océan se relève un peu dans les environs des continents ; d'autre part, des expériences précises auraient décelé d'autres anomalies locales. — Le niveau moyen de la mer est celui qui se trouve à égale distance du niveau à marée haute et du niveau à marée basse, déterminés à l'aide du maréographe ; il a été fixé pour différents endroits : Amsterdam, Marseille, etc. — La constance du niveau des océans a une importance géographique énorme : si ce niveau s'élevait et s'abaissait, la distribution des mers et des terres serait changée, les lignes de rivage seraient mobiles.

Composition. — L'eau de la mer n'est pas pure : outre des matières organiques tenues en suspension, elle renferme, entre autres matières inorganiques, environ 3,6 % de sels divers dissous (chlorures, bromures et sulfates), principalement le chlorure de sodium ou sel marin (27 pour mille).

Degré de salinité. Le degré de salinité, qui atteint en plein océan 36 grammes par litre d'eau, est assez variable : les mers intérieures des pays chauds où l'évaporation est très active, ainsi que les parties des océans situées sous les tropiques et recevant peu d'eaux fluviales ou pluviales (Atlantique près du Sahara) sont fort salées (Méditerranée 3,8 % ; mer Rouge 4,3 %) ; au contraire, les mers des pays froids et tempérés, recevant beaucoup d'eau douce, sont peu salées (Baltique 0,3 % ; mer Noire 1,2 %). Les courants marins modifient aussi le degré de salinité de certaines régions océaniques : le Gulfstream apporte dans les régions polaires une quantité assez forte de sel pour ces régions (3,3 %), tandis que les courants froids venant du nord abaissent le degré de salinité (3,2 % le long de l'Amérique du Nord). L'apport d'eau douce par les fleuves se fait surtout sentir dans la mer de Nordenskjöld où le degré de salinité tombe presque à 1 %. La mer ayant le degré de salinité le plus élevé est la mer Morte (21 % dans sa partie méridionale).

Densité. Elle est, à cause des matières tenues en suspension, supérieure à celle de l'eau douce : en moyenne, de 1024 à 1028 grammes. Là où le degré de salinité augmente, la densité est plus forte. — Aux embouchures des grands fleuves, ceux-ci continuent à couler sur un lit d'eau salée, leurs

flots étant plus légers que ceux de l'océan : c'est ainsi que, en plein océan Atlantique, à soixante lieues en mer vis-à-vis de l'embouchure de l'Amazone, on peut encore recueillir de l'eau douce du fleuve.

Couleur. — Vue sous une faible épaisseur, l'eau de mer est incolore ; dans le voisinage des côtes, elle est d'un vert tendre, et au large, dans les grandes profondeurs, elle devient d'un beau bleu foncé.

Plus le degré de salinité est élevé et plus l'eau de mer paraît bleue. — Plusieurs causes, comme la couleur du fond, la présence de matières solubles, de végétaux ou d'animalcules microscopiques (plankton animal) donnent aux eaux marines des *teintes particulières* en certains points de l'océan ; de là les appellations de mer Rouge (algues pourpres), de mer Jaune (limon jaune), etc. — La mer, lorsqu'elle est *phosphorescente*, nous apparaît sous l'un de ses aspects les plus gracieux. Au milieu de la nuit, on la voit parfois briller de lueurs bleu verdâtre semblables à celles d'un ver luisant. Le mouvement des vagues, si léger soit-il, fait trembloter ces lumières indécises et y ajoute mille reflets variés, et les rames font jaillir des myriades de perles. Ce phénomène, que l'on observe dans toutes les mers du globe, mais surtout dans les mers tropicales, est dû à la présence d'animalcules extrêmement petits, rassemblés parfois en quantités innombrables.

Température. — L'eau, étant un mauvais conducteur de la chaleur, s'échauffe et se refroidit plus lentement que le sol environnant : aussi la température des couches supérieures des eaux marines est-elle moins variable que celle des terres, et a-t-elle pour conséquence de régulariser le climat des terres avoisinantes (voir p. 171).

La variation annuelle à la surface est de 2 à 3 degrés sous l'équateur, de 6 à 7 degrés vers le 55° lat. Nord ; la variation diurne, aussi à la surface, ne dépasse pas 4°. — La surface de l'océan et les couches inférieures de l'atmosphère qui la touchent, ont à peu près la même température moyenne annuelle dans les régions équatoriales et tempérées chaudes ; plus au nord et plus au sud, les eaux de la surface des océans ont une température moyenne annuelle sensiblement supérieure. — Dans les mers tropicales et dans le Gulfstream, on a observé jusqu'à 30° de chaleur (mer Rouge, 32° ; golfe du Mexique, 31°), tandis que au-dessus des mers polaires des températures très basses produisent à la surface de l'océan des champs et des montagnes de glace (voir p. 164 : Les glaciers polaires). — Les courants marins chauds et froids augmentent ou diminuent la température des eaux.

Quelle que soit la température de la surface, les eaux des mers tempérées

et tropicales deviennent de plus en plus froides à mesure qu'augmente la profondeur. Sous l'équateur, on arrive graduellement à une température voisine de 0° vers les fonds de 5000 mètres.

La Méditerranée, séparée de l'Atlantique par un seuil qui est à moins de 350 mètres de profondeur, a une température de 24° à la surface, puis de 12°7 à partir de 300 m. et dans toute sa profondeur : Le seuil empêche une influence réciproque des températures des fonds atlantique et méditerranéen et un échange d'eaux pour établir de part et d'autre une température égale.

D. — *Mouvements des eaux marines.*

Espèces de mouvements. — Les eaux marines sont animées de mouvements de deux espèces : mouvements rythmiques sans changement de lieu; mouvements produisant un transport des eaux d'un endroit dans un autre.

Les mouvements sans déplacement horizontal sont les vagues et les marées; les mouvements avec changement de lieu sont les courants. — Une troisième espèce de mouvement est le relèvement ou l'abaissement du niveau de la mer, si tant est que ce niveau se relève ou s'abaisse, car il est plus probable que ce sont les continents qui oscillent (voir p. 109 : Causes du déplacement de la ligne du rivage).

Les vagues. — Les vagues sont des ondulations qui se produisent à la surface de la mer sous l'action du vent; elles n'affectent pas la masse entière des eaux, car, même lors des plus fortes tempêtes, leur effet ne se fait guère sentir à plus de 40 à 50 mètres de profondeur; les molécules d'eau sont animées d'un mouvement orbitaire qui les ramène exactement à la place qu'elles occupaient précédemment (fig. 53).

Par un temps calme et un ciel serein, la surface de la mer est le plus souvent unie et brillante comme un miroir. Puis, sous l'action d'une brise légère, et quelquefois même sans vent, il se produit une sorte de frocement, une succession de rides ou d'ondulations à courbe lisse, qui deviennent de plus en plus sensibles : c'est la *houle*. Ces ondulations augmentent avec la force du vent, se rident elles-mêmes et deviennent la *houle ridée*; puis, si le vent augmenté d'intensité, se forment alors les *vagues déferlantes*, caractérisées par l'existence, sur leurs crêtes saillantes, d'embruns ou particules d'eau leur enlevées ou retombant en écume. Pendant les fortes tempêtes, ces vagues atteignent une grande élévation, jusqu'à 8 et 10 mètres : la surface de l'Océan se creuse profondément entre

deux vagues aux crêtes écumantes et se divise ainsi en une foule de sillons presque parallèles et espacés les uns des autres d'une distance moyenne de 60 à 150 mètres et plus. La hauteur des vagues augmente considérablement devant des murs et des rivages formant obstacle : le phare d'Eddystone, haut de 50 m. et situé en pleine mer, disparaît parfois presque entièrement dans les vagues et les embruns de l'Océan déchaîné.



Fig. 53. -- Vagues.

Des vagues rencontrant une côte plate produisent le *ressac* ou vagues brisantes dont la pression peut être énorme : elles font rouler des blocs de plusieurs centaines de tonnes. — Des ondulations sous-marines se heurtant à des hauts-fonds ou à des talus de la plateforme continentale sont renvoyées vers le haut et deviennent des *lames de fond*. — Des secousses séismiques ou des éruptions volcaniques donnent souvent naissance à des vagues de translation ou *vax de marée*, qui soulèvent l'eau à de grandes hauteurs et la précipitent sur les rivages qu'elle inonde (Java et Sumatra, 1883, 40.000 personnes noyées). — Le mouvement des vagues cause le *roulis*, oscillation des navires de gauche à droite, et le *tangage*, balancement de l'avant à l'arrière. — La vitesse des vagues dépasse souvent celle du vent qui les produit, et peut atteindre 14 m. à la seconde.

Les marées. — On appelle *marée* le mouvement régulier et alternatif de la mer, qui, deux fois par jour, élève et abaisse le niveau de ses eaux, recouvrant et abandonnant successivement le rivage. Le mouvement ascensionnel, ou *flux*, produit la marée haute, ou la haute mer ; après un léger temps d'arrêt, — l'*étales* ou la *laisse* de haute mer — commence le *reflux*, qui amène la marée basse, ou la basse mer. L'intervalle entre deux étales de haute mer est de douze heures vingt-cinq minutes.

La marée est le résultat de deux forces combinées : l'attraction que la Lune et le Soleil exercent sur les eaux, partie mobile de la surface du globe, et la rotation de la Terre. L'attraction de la Lune est la plus considérable, à cause de son faible éloignement.

Durée. La durée totale de deux flux et reflux journaliers est de 24 h. 50' : ce temps correspond au jour lunaire, au bout duquel la Lune se retrouve dans la même position relative par rapport à la Terre. Le temps que la mer met pour passer de la basse mer à la haute mer est en général un peu plus long que celui qu'elle met à descendre.

Causes. La coïncidence qui existe entre la durée du jour lunaire et celle de deux flux et reflux suffirait déjà à montrer l'action de la Lune sur les marées. Celles-ci ont en effet pour causes déterminantes l'*attraction du Soleil et surtout de la Lune*, et le *mouvement de rotation de la Terre*.

Théorie élémentaire des marées. Les corps sphériques s'attirent suivant la ligne des centres, c'est-à-dire comme si toute leur masse solide était au centre. Supposons la Terre T soumise à l'attraction de la Lune L et sa

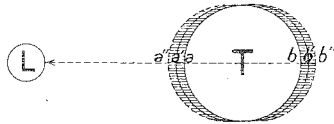


Fig. 54. — Attraction de la Lune.

surface entièrement recouverte d'eau (fig. 54). L'attraction de la Lune sur la partie solide de la Terre s'exerce suivant la ligne des centres **LT** et comme si toute la masse terrestre était concentrée en **T**. Mais il n'en est pas de même de la nappe liquide, dont les molécules sont essentiellement fluides et mobiles. — Conséquemment, la molécule solide *a* est attirée avec la même force que si elle se trouvait en **T**, c'est-à-dire à 60 rayons terrestres en moyenne de la Lune. La molécule liquide *a'*, au contraire, est sollicitée plus vivement par l'attraction lunaire puisqu'elle ne se trouve qu'à $60 - 1$ ou 59 rayons terrestres de la Lune. L'action de la pesanteur terrestre se trouve diminuée, et la molécule liquide *a'* tend à se séparer de la surface solide et s'élève en *a''*. — A l'autre extrémité du diamètre, la molécule solide *b* est attirée avec la même force que si elle se trouvait en **T**, c'est-à-dire à 60 rayons terrestres en moyenne de la Terre. La molécule liquide *b'*, au contraire, est sollicitée moins vivement par l'action lunaire, puisqu'elle se trouve à $60 + 1$ ou 61 rayons terrestres de la Lune. Là encore, l'action de la pesanteur terrestre est diminuée et la molécule liquide *b'* tend à se séparer de la surface solide et s'élève en *b''*. — Donc, deux marées hautes à l'extrémité d'un même diamètre, c'est-à-dire sur le même méridien. Et par conséquent aussi, deux dépressions ou marées basses sur le méridien perpendiculaire au premier, la nappe liquide ayant pris, par l'attraction de la Lune, la forme d'un ellipsoïde de révolution dont le grand axe se trouve sur la même ligne que la ligne réunissant le centre de la Lune à celui de la Terre. — Et comme, en 24 h. 50', tous les méridiens du globe auront successivement passé devant la Lune, les deux marées hautes et les deux reflux se seront fait sentir sur les rivages de tous les océans.

Hauteur des marées. La marée est presque nulle ou peu considérable dans les mers intérieures, comme la Méditerranée, la mer Noire, la Baltique, etc., où les vagues de la marée ne peuvent pénétrer que par une

étroite ouverture. Elle est très forte, au contraire, sur les rivages européens de l'Atlantique (12 à 14 mètres de hauteur à Saint-Malo), et dans les mers en bordure des continents, dans les estuaires et dans les chenaux qui séparent les îles continentales; elle a, dans ces chenaux, une force considérable et y forme des courants de marée (voir p. 125). En plein océan, la marée est relativement faible. — En moyenne, la différence de niveau entre la haute et la basse mer est de 4 m. à Anvers, de 4 m. 50 sur la côte belge.

L'attraction solaire étant $2\frac{1}{2}$ fois plus faible que celle de la Lune, si elles viennent à s'ajouter, leur puissance totale en sera augmentée; c'est ce qui arrive lorsque la Lune est en *conjonction* ou en *opposition*; les deux globes attirent alors, soit ensemble, soit chacun de son côté, les eaux de l'Océan, qui s'élèvent à une grande hauteur : ce sont les *marées de syzygies* ou de *vives eaux* (fig. 55).

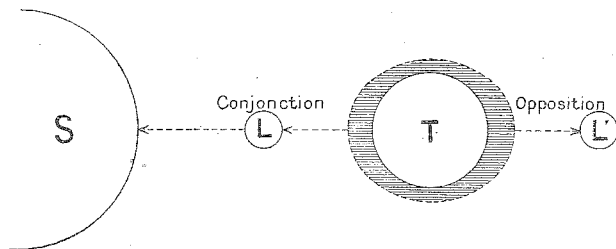


Fig. 55. — Marées de syzygies ou de vives eaux.

D'autre part, lorsque le Soleil et la Lune forment un angle droit avec la Terre, leurs attractions sur celle-ci se contrarient, sans jamais se détruire, et ne produisent alors que de faibles marées : c'est ce qui arrive lorsque la Lune est en quadrature. De là, les noms de *marées de quadrature* ou de *mortes eaux* (fig. 56).

La hauteur de la marée est encore modifiée par plusieurs autres causes : ainsi les marées sont plus fortes : *a*) aux équinoxes; *b*) lorsque la Lune est au périégée; *c*) dans les mers équatoriales (à cause de la force centrifuge). — Elles sont plus faibles : *a*) aux solstices; *b*) quand la Lune est à son apogée; *c*) dans les mers boréales.

Établissement du port. A cause de l'inertie des eaux, le moment de la haute mer, sur un point du rivage, ne coïncide pas avec le passage de la Lune au méridien : il le suit d'un temps plus ou moins long, selon la configuration des côtes, la profondeur de la mer, le relèvement du fond sous-marin, etc. La différence entre le moment du passage de la Lune au méridien et celui de la pleine mer des vives eaux, est toujours la même, ou très peu s'en faut, pour chaque port; on la nomme établissement du port. Et comme il est de la plus haute importance pour les navigateurs de profiter de la

marée pour entrer dans une rade, on a dressé des tables signalant, pour chaque port, cette différence constante de temps. Elle est de 20 minutes pour Nieuport, de 25 pour Ostende, de 4 h. 25' pour Anvers. — En réunissant par une ligne tous les points qui ont le même établissement du port, on obtient des *courbes cotidales* qui signalent la propagation de la vague de marée.

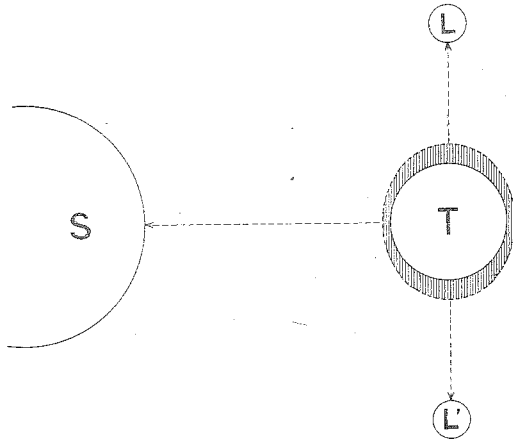


Fig. 56. — Marées de quadrature ou de mortes eaux.

Flot et jusant. Souvent, la marée fait refluer à l'intérieur les eaux des fleuves; il se produit alors un courant remontant le cours, ou *flot*, qui parfois se manifeste encore à de grandes distances des embouchures. Dès que la mer baisse, un courant de même sens que le cours du fleuve se rétablit : c'est le *jusant*. Flot et jusant, qui sont des courants de marées, maintiennent dans les estuaires une certaine profondeur en enlevant les sables apportés par le fleuve.

Barre. Parfois, les vagues, en rencontrant le courant fluvial, produisent une lame gigantesque que l'on désigne sous le nom de *barre*; tel est le mascaret de la Seine, le proroea de l'Amazone, la barre du Gange, etc.

Seiches. Un mouvement de montée et de baisse du niveau des eaux dans les grands lacs ressemble fort au mouvement des marées, sans avoir cependant la même cause : ce sont les seiches, surtout étudiées sur le lac de Genève, où l'on voit nettement l'ascension et la descente des eaux le long des rivages. Ce mouvement a pour cause une augmentation de la pression atmosphérique sur une partie du lac et une diminution relative sur une autre partie : ce n'est donc pas une marée, mais un mouvement de balancement du niveau de l'eau.

Les courants de la mer. — Ce sont des mouvements de l'océan qui transportent d'un endroit à un autre des masses d'eaux plus ou moins considérables avec des vitesses très variables. Ils sont de plusieurs espèces : *a) les courants de marée* ou mouvements des eaux produits par des différences de niveau; *b) les courants d'alimentation* qui amènent dans certaines mers intérieures soumises à une forte évaporation la quantité d'eau nécessaire pour rétablir l'équilibre; *c) les courants de fond* ou mouvements de masses d'eaux dans les profondeurs des océans; *d) les courants de surface* ou courants marins proprement dits, produisant des mouvements assez rapides ou fleuves d'eau salée traversant les océans.

Les courants de surface sont les seuls qui aient vraiment une importance géographique; leur influence sur le climat, notamment, est considérable.

Courants de marée. — L'élévation du niveau de l'eau par le phénomène des marées a pour conséquence quelquefois un mouvement de transport des eaux, notamment dans les estuaires (flot et jusant), dans les chenaux qui séparent les îles ou dans les détroits.

Ces courants de marée donnent naissance, lorsqu'ils se cotoient ou lorsqu'ils se rencontrent, à des tourbillons d'eau, des remous et des gouffres; les plus connus sont le Malström entre deux des îles Lofoten, Charybde et Scylla à l'entrée du détroit de Messine.

Courants d'alimentation. — Ils ont pour cause une évaporation plus active dans une mer intérieure, évaporation qui n'étant pas suffisamment compensée par les eaux fluviales et pluviales, produit un abaissement de niveau dans la mer intérieure par rapport à l'océan; l'équilibre se rétablit par un courant dans le détroit donnant accès à cette mer.

On a constaté l'existence de courants d'alimentation dans le détroit de Gibraltar (de l'Atlantique vers la Méditerranée), dans celui de Bab-el-Mandeb (du golfe d'Aden vers la mer Rouge), dans le Bosphore (de la mer Égée vers la mer Noire).

Courants de fond. — Ces mouvements de masses d'eau dans les profondeurs des océans sont dus à des poussées déterminées

par des différences de température, de densité et de salinité, ainsi que par l'arrivée d'eaux froides venant des océans polaires.

Ces courants de fond sont très lents, mais généralement très puissants; ils produisent en quelques endroits une montée des eaux froides plus légères et une descente des eaux salées plus lourdes.

Courants de surface. — Sous l'effet de causes diverses, dont l'influence du vent paraît être la prépondérante, il se forme dans les océans des courants qui obéissent à un mouvement régulier, suivent une direction généralement constante, sont de véritables fleuves d'eau salée et ont une profondeur relativement faible. Ces courants de surface sont classés en deux groupes : les courants équatoriaux avec leurs branches dérivées, et les courants polaires; sur leurs bords se forment des tourbillons, des remous, des mélanges d'eaux.

Courants équatoriaux. Ils se forment dans la zone tropicale sous l'influence des vents alizés (voir page 183) qui, dans l'hémisphère boréal, soufflent du N.-E. et dans l'hémisphère austral, du S.-E.; ces vents agissant sur la surface des océans produisent un mouvement des eaux de l'est vers l'ouest en général de part et d'autre de l'équateur, avec un contre-courant, dit de compensation, de sens W.-E., dans la zone des calmes équatoriaux. Ils sont dus probablement à d'autres causes encore, mais de moindre importance : les différences de température, l'évaporation, l'augmentation de la densité, et peut-être aussi le mouvement de rotation de la Terre. — Ces courants viennent frapper les rivages orientaux des continents, s'y divisent, s'y recourbent et prennent alors une direction différente : ce sont les branches dérivées dont le mouvement est souvent aidé par des vents soufflant de l'Ouest.

Le *courant équatorial de l'océan Atlantique* prend naissance sur les côtes occidentales de l'Afrique, entre l'équateur et le tropique du Capricorne, et, traversant l'océan de l'E. à l'W. (courant *sud-équatorial*, sous l'influence de l'alisé du S.-E.), il vient heurter l'Amérique du Sud et, à la hauteur du cap San Roque, au Brésil, il se divise en deux branches. — L'une, le *courant du Brésil*, longe vers le S. la côte brésilienne pour s'infléchir ensuite vers le S.-E. et revenir vers l'Afrique, à cause d'un afflux d'eau provenant de l'antarctique ou, plutôt, parce que les branches dérivées tendent à prendre la direction d'un courant en forme de tourbillon qui les ramène au point de départ. — L'autre branche, le *courant des Guyanes*, suit les côtes de cette région, se divise en deux parties, l'une pénétrant dans la mer des Antilles et le golfe du Mexique, l'autre longeant les côtes nord des Antilles; la première partie se perd dans le golfe du Mexique dont elle élève le niveau des eaux;

celles-ci coulent par le canal de Floride ou de Bahama sous le nom de *Gulfstream*, ou courant du Golfe, et s'augmentent des eaux de la deuxième partie. — Le *Gulfstream* coule parallèlement aux côtes des États-Unis jusqu'aux environs du banc de Terre-Neuve; puis il tourne à l'E. vers l'Europe en s'élargissant à travers l'Atlantique: il s'y partage en deux parties dont l'une, enveloppant les Açores, va rejoindre la côte d'Afrique et former le *courant nord-équatorial* (sous l'influence de l'alizé N.-E.), lequel rejoint le courant des Guyanes avant son entrée dans la mer des Antilles, enfermant ainsi dans son circuit une immense accumulation d'algues et d'herbes marines, connue sous le nom de *mer des Sargasses*, et zone de calme. L'autre bras se porte au N.-E. pour atteindre et réchauffer les côtes occidentales de l'Islande, de l'Irlande, de l'Écosse et de la Norvège, et va se perdre dans le bassin polaire. — Le courant nord-équatorial est séparé du courant sud-équatorial (tous deux de sens E.-W.) par le *contre-courant de Guinée*, de sens W.-E., dont l'intensité est plus grande en été et dont la ligne médiane coïncide presque avec l'équateur.

Le *Gulfstream* forme au milieu de l'océan un fleuve large, profond, parfaitement reconnaissable à sa rapidité, à sa température et à sa couleur. A l'est du détroit de Floride, sa largeur est de 70 kilomètres, sa profondeur de 300 m. et sa rapidité de 7 à 9 kilomètres à l'heure; sa largeur s'accroît ensuite au détriment de sa profondeur et dépasse bientôt 300 kilomètres; sa température, qui est d'abord de 30 degrés, ne diminue en moyenne que d'un demi-degré par centaine de lieues; au cap Nord, elle est encore de 4°, et les fjords norvégiens lui doivent de n'être jamais gelés. Sa couleur bleu foncé tranche sur l'eau verdâtre de l'océan.

Le *courant équatorial du Pacifique*, beaucoup plus large que celui de l'Atlantique (et, comme ce dernier, formé de deux courants de sens E.-W., séparés par un contre-courant de sens W.-E.) se développe sur toute l'étendue de la zone intertropicale à l'W. de l'Amérique. Au N.-E. de l'Australie, il est divisé, par les terres océaniques en trois branches. — La première, dite *courant de la Nouvelle-Zélande*, forme dans les mers australes un circuit en revenant à son point de départ sur la côte de l'Amérique du S. — La branche centrale s'insinue par les mers et les détroits de la Malaisie dans l'océan Indien. — Le courant principal s'infléchit le long des Philippines, longe Formose, puis les îles du Japon sous le nom de *Kouro-Chivo*, « sel bleu » ou « courant noir. » Analogue au *Gulfstream* par sa couleur, sa température et sa vitesse, le *Kouro-Chivo* dérive à la hauteur des îles Aléoutiennes vers la Colombie britannique où son action réchauffante se fait sentir.

Dans le Pacifique, comme dans l'Atlantique, les courants de surface forment deux mouvements tourbillonnaires, l'un dans l'hémisphère Nord, l'autre dans l'hémisphère Sud. Leur direction est généralement constante; cependant on constate des déplacements et des différences d'intensité suivant les saisons principales: été et hiver.

Le *courant équatorial de l'océan Indien* est formé d'un courant longeant les côtes occidentales de l'Australie, d'un courant longeant les îles de la Sonde et d'un courant venant de l'E. à travers l'archipel malais ; il se porte d'E. en W. vers l'Afrique. Dans les parages de Madagascar, il se bifurque : une branche tourne au S. puis à l'E. et achève le circuit vers l'Australie occidentale ; l'autre, sous le nom de *courant du Mozambique*, passe par le canal ainsi appelé, entre Madagascar et le continent, et se termine au cap des Aiguilles où il rencontre un courant polaire.

Dans le nord de l'océan Indien, il faut distinguer entre l'été et l'hiver, ou plutôt entre le temps de la mousson du S.-W. et celui de la mousson du N.-E. — En été, une branche du courant équatorial longe vers le N.-W. les côtes de l'Afrique, puis celles de l'Arabie, s'infléchit vers le S.-E. le long de la côte occidentale de l'Hindoustan, décrit une nouvelle courbe dans le golfe du Bengale, pour rejoindre ensuite le courant longeant les îles de la Sonde. — En hiver, le mouvement est tout différent : la branche dérivée du courant équatorial qui en hiver se dirige vers le N.-E. le long de l'Afrique, se recourbe plus et prend une direction W.-E. le long de l'équateur, vient frapper le N. des îles de la Sonde, se courbe dans le golfe du Bengale, puis dans la mer d'Oman, longe la côte occidentale de l'Afrique où il est de sens N.-E.-S.-W. et revient ensuite à son point de départ.

Courants polaires. Les courants polaires, ou courants froids, se forment dans les régions polaires et se dirigent vers les régions chaudes ; ils sont dus probablement à des vents dominants soufflant dans les régions polaires, mais aussi à la tendance de maintenir l'équilibre des eaux modifié par l'évaporation intense dans les régions équatoriales.

Courants polaires arctiques. Ils sont au nombre de trois. — Le premier arrive dans l'Atlantique par le détroit de Davis ; il se divise en deux branches à la hauteur de Terre-Neuve : l'une s'enfonce pour passer sous le Gulfstream, l'autre s'infléchit le long du littoral américain, dont elle refroidit considérablement le climat. — Le deuxième paraît prendre naissance dans la mer de Nordenskjöld et débouche entre le Groënland et l'Islande. — Le troisième, de peu d'importance, sort par le détroit de Béring.

Courants polaires antarctiques. L'océan Glacial antarctique projette vers le nord un afflux d'eau qui rencontre les extrémités des trois continents : la pointe méridionale de l'Afrique, de l'Amérique et de l'Australie ; déjà à cette latitude, la direction des courants est considérablement déviée vers l'est. — La branche la plus remarquable est celle qui, sous le nom de *courant de Humboldt* ou *du Chili*, refroidit la côte occidentale de l'Amérique du Sud ; en face de la Patagonie, elle envoie un courant qui contourne le cap Horn et se dirige ensuite à travers l'Atlantique vers le cap de Bonne-Espérance.

Effets des courants sur le climat. — Les courants océaniques exercent une influence climatérique : selon la température de leurs eaux,

ils réchauffent ou refroidissent les contrées où se fait sentir leur action; ainsi l'isotherme de 0° en janvier qui passe à New-York et à Hambourg, s'élève considérablement en latitude entre ces deux localités en touchant l'Islande et les îles Lofoten, déviation due au Gulfstream (voir p. 174 : Isothermes). Une carte signalant les courants de surface montre que, généralement, dans l'hémisphère boréal, les courants chauds baignent les côtes occidentales des continents, les courants froids, les côtes orientales; et que dans l'hémisphère austral, c'est l'inverse qui se produit (voir p. 173 : Répartition de la température).

E. — Action des eaux marines sur le modelé terrestre.

Causes de cette action. — Si les eaux de la mer étaient absolument immobiles, leur action sur le modelé terrestre serait presque nulle : les côtes, même celles composées de roches très friables, ne se modifieraient guère à leur contact. Mais les eaux marines sont rarement en repos : vagues, marées et courants de toutes espèces lancent à l'assaut des rivages, des quantités d'eau qui, par leur choc et leur frottement, érodent les continents, désagrègent les roches qu'elles atteignent; par contre, ces mêmes courants roulent des blocs de rochers et des galets, transportent des sables d'un endroit dans un autre, et, après avoir détruit, reconstruisent.

Le travail d'érosion des eaux marines a été estimé à l'enlèvement aux continents d'environ mille millions de mètres cubes de terres et de roches par année, mais ce travail n'est pas également réparti sur toutes les côtes. Son intensité dépend des mouvements de la mer, de la nature et de la disposition des côtes. — Le travail de reconstruction serait moindre si les eaux marines ne reprenaient pas, pour les répartir ailleurs, les alluvions nombreuses charriées par les fleuves et déposées par eux à leur embouchure ou dans leurs estuaires. — L'action de la mer ne s'exerce actuellement que sur le modelé des régions littorales.

Action destructive. — Cette action destructive des eaux marines produit une érosion des continents, des modifications dans la forme des côtes, la formation d'îles d'érosion.

Érosion des continents. Les eaux marines, lancées contre les terres, envahissent parfois la région littorale, et d'autant plus que celle-ci est de faible pente; il arrive, qu'après une irruption, la mer ne se retire pas, et elle forme alors de nouveaux golfes (Zuiderzée). — Si la côte est élevée, les

eaux marines viennent se briser contre elle, en érodent les roches, les désagrègent chimiquement et mécaniquement, en s'introduisant dans leurs fissures et en les frappant de leur masse augmentée par les sables et les graviers qu'elles emportent dans leurs mouvements. De là, le recul vers l'intérieur de la ligne du rivage (Angleterre du Sud), ou la diminution de la surface des îles (Helgoland).

Modifications de la forme des côtes. On distingue, suivant leur configuration verticale, les côtes *élevées* (dues à des montagnes, des plateaux et des collines situées tout près de la mer) et les côtes *basses* (le plus souvent des alluvions fluviales et maritimes; voir p. 132, Action reconstructive); suivant leurs découpures, les côtes *rectilignes* (en ligne droite ou légèrement incurvée : côte belge), les côtes à *fjords* (découpées par des vallées glaciaires formant des golfes profonds : Norvège occidentale; voir Pl. IV, c, et Eaux congelées, p. 166), les côtes à *rias* (découpées par des vallées d'érosion fluviale que la mer a envahies : Bretagne), les côtes à *lobes* (découpées par des golfes produits par des effondrements et limités par des presqu'îles élevées : sud de la Morée), les côtes *coralliennes* (formées par des coraux en bordure des îles et des continents : nord-est de l'Australie; voir p. 104, Iles coralliennes); suivant la nature de leurs roches, côtes *schisteuses*, *argileuses*, *crayeuses*, *granitiques*, *gréseuses*, *calcareuses*, *sablonneuses*, etc.; suivant la structure des roches, côtes à *structure homogène* (présentant partout le même degré de résistance à l'érosion), côtes à *structure hétérogène* (constituées par des roches dont la résistance est ici plus forte, là, plus faible); suivant la disposition de la stratification, côtes à *strates horizontales*, côtes à *strates inclinées*, côtes à *strates verticales* (voir p. 67, Disposition des roches sédimentaires); suivant la nature du sol sous-marin découvert par la basse mer, côtes *sablonneuses* ou plages (Ostende), côtes à *galets* (Douvres), côtes à *blocs rocheux* et récifs (Tregastel-Primel dans le Finistère), côtes à *sables et graviers*, ou grève; suivant leur mouvement, côtes à *mouvement positif* (la mer est envahissante), côtes à *mouvement négatif* (la mer recule; voir p. 109, Déplacements de la ligne du rivage).

L'action destructive des eaux marines est aussi *variée* que sont nombreuses les espèces de côtes et que sont différentes la nature et la structure des roches qui les composent. Elle *s'exerce* presque exclusivement sur les endroits situés entre le niveau moyen de la mer et le point atteint par les plus hautes vagues; sous le niveau moyen de la mer, les eaux marines ont une action destructive minime qui devient bientôt nulle à peu de profondeur. Elle *s'intensifie* plus l'inclinaison de la côte se rapproche de la verticale, plus les eaux marines ont de force et plus elles transportent de sable et de graviers. Elle *diminue* plus le rivage est en pente douce, plus les vagues, les marées et les courants sont faibles.

Une côte élevée, quelle que soit la nature de sa roche, peut devenir une

côte en falaise par le travail d'érosion de la mer qui, sapant la colline par la base, déclanche l'éroulement des parties en surplomb, et donne à la roche littorale l'aspect d'un haut mur dont le pied est dans l'eau à marée haute. L'érosion marine continue à creuser la base, et la falaise ne cesse de s'érouler et de reculer (falaises de Douvres; voir Pl. IV, *a*). Si la falaise est crayeuse ou calcaireuse, l'érosion marine rendra la côte rectiligne; si elle est granitique, elle sera découpée en petits golfes plus ou moins arrondis. Les matériaux éroulés sont rongés, brisés, triturés par les vagues qui en forment des galets si la roche est dure, des sables et des vases si la roche est tendre. Ces matériaux ne sont-ils pas enlevés par les courants, ils

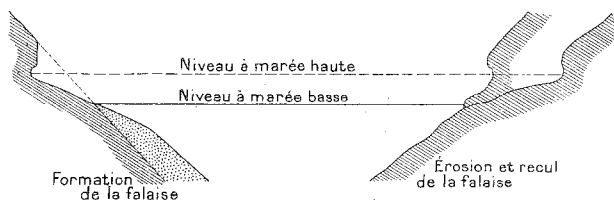


Fig. 37. — Formation d'une falaise.

s'amoncellent au pied de la falaise et sur la plateforme littorale, et diminuent alors l'effet érosif des eaux sur la falaise. S'ils sont enlevés, la plateforme littorale, à peu de profondeur sous la haute mer, et presque entièrement découverte à mer basse, s'agrandit par suite du recul de la ligne du rivage; cependant, il arrivera un moment où cette plateforme jouera le rôle d'une côte en pente très douce: le recul de la falaise cessera, à moins qu'un mouvement positif ne replonge la côte et ne permette à l'action érosive des eaux de produire plus d'effet.

Si la côte est de structure hétérogène, les parties les plus tendres seront les plus érodées et il se formera alors des golfes plus ou moins profonds, des caps plus ou moins avançants avec, en mer, des rochers isolés (côte ouest de Bretagne où alternent les schistes et les granites). Dans les roches qui présentent des parties moins résistantes, les eaux marines creusent des tunnels, des arcades naturelles (pont du château de Dinan, au sud de Brest), des grottes (grottes de la plage de Camaret-sur-Mer), et donnent à la côte un aspect très déchiqueté avec des pics, des aiguilles, des pyramides (colonnes du temple grec et aiguilles de Morgat, Finistère); les arcades naturelles s'agrandissent, le pont qui les surmonte s'éroule, et un chenal se creuse, séparant de la côte une ou plusieurs masses rocheuses (les tas de pois de Camaret-sur-Mer, dans le Finistère).

Sur les côtes en mouvement positif, l'érosion marine ne produit guère de modifications, parce qu'elle doit s'attaquer continuellement à de nouvelles parties rocheuses qui ne tardent pas à s'immerger avant d'avoir pu être

sensiblement érodées ; si le mouvement positif s'arrête, l'action marine est plus grande, et tend à la suppression des promontoires et à la formation de falaises. Sur les côtes où le mouvement est négatif, la plateforme littorale émerge, et c'est sur elle que se produit l'action de l'érosion marine.

L'action destructive des eaux marines est facilitée et augmentée par le travail d'érosion des eaux pluviales et des eaux d'infiltration, par la désagrégation des roches par le gel, le dégel et l'insolation.

Formation d'îles d'érosion. Le travail d'érosion de la mer a quelquefois pour effet de détruire un isthme et de faire d'une péninsule une île ; ce processus se constate surtout lorsque la côte est animée d'un mouvement positif (voir p. 103, îles continentales).

Action reconstructive. — Si les eaux marines érodent les continents et détruisent des parties de côtes, elles reconstruisent aussi ; si leur tendance est la suppression des caps et des éperons rocheux, elle est aussi la formation de dépôts de sables et de galets, la création de cordons littoraux, le comblement des échancrures et la formation de plaines d'alluvion, tous phénomènes qui ont pour résultat de donner aux côtes une allure plus rectiligne. Les dunes doivent leur existence plus aux vents qu'à la mer.

Les matériaux désagrégés ne restent pas toujours en place : ils sont souvent transportés au loin par les courants et déposés par eux dans des eaux plus tranquilles, ou bien là où leur force se ralentit considérablement. Les débris rocheux charriés par les fleuves et amenés à la mer s'accumulent quelquefois en deltas, mais parfois aussi ils sont directement repris par les eaux et transportés à distance ; les deltas eux-mêmes sont attaqués par l'érosion marine. La sédimentation est incessante comme l'érosion.

Dépôts de sables, vases et galets. Les roches dures érodées par les eaux marines produisent des sables, des graviers et des galets : les roches tendres, des vases et des limons. Ces débris rocheux, remaniés par les marées et les vagues, se déposent dans l'ordre suivant : les plus lourds près du rivage, les plus légers sur la plateforme continentale ou sur le talus qui la termine vers la pleine mer (voir p. 115, Nature du sol sous-marin).

Cordons littoraux. Sous l'effet des marées et des vagues de tempête (déferlantes), les galets et les graviers sont amoncelés, surtout dans les échancrures du rivage, et forment deux digues qui, partant des promontoires, tendent à se rencontrer. Lorsque ces deux digues se sont rejointes, il s'est établi, en une ligne droite ou légèrement concave, une levée de galets que la haute mer dépasse rarement, à pente raide vers la terre et à pente douce vers l'océan. L'ancienne échancrure devient une *lagune*.

Comblement des échancrures. La création de cordons littoraux est souvent le premier stade de ce comblement; la lagune formée, surtout si elle n'est plus en communication avec la mer par un canal, se remplit peu à peu de sable que le vent enlève à la plage, de détritrus organiques et d'alluvions fluviales; elle devient marais, puis, après un certain temps, la ligne de rivage est reportée en avant du cordon littoral : l'échancrure a disparu par remplissage de la lagune. Dans d'autres cas, souvent sur les côtes à rias, les échancrures se remplissent de sable et le sol sous-marin s'exhausse à l'abri d'un promontoire, exhaussement augmenté encore par l'apport d'alluvions fluviales; ailleurs, des digues plus ou moins mouvantes d'abord, puis de plus en plus fixes, relie de petits caps à des îles situées non loin en mer qui tendent à devenir des presqu'îles (Mont Saint-Michel) ou bien s'avancent vers la pleine mer soit en ligne droite, soit en ligne plus ou moins courbe.

Formation des plaines d'alluvions. Le travail combiné de la mer (créant des cordons littoraux, des lagunes et des dépôts de sable sur une côte), et des fleuves (apportant des alluvions qui remplissent ces lagunes ou recouvrent les dépôts de sable), développe, à l'avantage des terres, des plaines nouvelles, presque toujours fertiles (polders).

II. — LES EAUX COURANTES.

A. — Répartition géographique des eaux courantes.

Origine des eaux courantes. — Les eaux courantes, sur la surface du globe, ont toutes pour origine les précipitations atmosphériques; celles-ci proviennent de l'évaporation continue produite à la surface des mers et des continents par les rayons caloriques du Soleil. Ces précipitations atmosphériques sont la pluie sous ses diverses formes (voir p. 177).

Les molécules liquides décrivent continuellement un cercle : en suspension sous forme de vapeur d'eau dans l'atmosphère, elles sont réparties par les courants atmosphériques ou vents, puis elles tombent sur le sol ou sur la mer sous forme de gouttes d'eau ou de neige, passant en certains endroits et pour peu de temps à l'état solide sous forme de grêle ou de glaces, s'infiltrant ailleurs dans le sol ou bien ruissellent à la surface et vont alors en partie rejoindre l'océan; enfin elles sont toutes à nouveau ramenées à l'état gazeux par l'évaporation sous l'action de la chaleur.

Infiltration. — Si l'eau de pluie tombe sur un sol perméable, elle s'y introduit de mille manières et disparaît pour un temps plus ou moins long.

Les terrains perméables sont composés soit de sables fins et de détritiques rocheux meubles et non agglomérés, soit de roches, comme les calcaires et les grès (voir p. 65-66) au travers desquelles l'eau passe en se servant des fissures ou se crée un chemin par l'action dissolvante de son acide carbonique sur la chaux. La végétation qui recouvre une région, surtout les forêts, facilite l'infiltration, tandis que le manque de couverture végétale la diminue en permettant le tassement des particules terreuses dont le pouvoir absorbant est alors moins grand, ou la supprime même quasi complètement lors de pluies de longue durée ou de grande intensité. La répartition géographique des zones d'infiltration des eaux dépend donc de la nature des roches affleurantes et des formations superficielles.

Nappes aquifères. — Ce sont des couches de terrains perméables dans lesquelles l'eau d'infiltration s'accumule, ne pouvant plus descendre parce qu'une couche imperméable s'oppose à son mouvement vertical.

Ces nappes aquifères sont de deux espèces : les unes sont constituées par les formations superficielles et les terrains de surface, et elles sont dites *nappes aquifères superficielles* ; les autres sont établies à une profondeur plus ou moins grande, au-dessus d'une couche imperméable, et elles sont appelées *nappes aquifères profondes*. Nappes superficielles et nappes profondes sont rarement disposées suivant un plan horizontal : dans leur plan inférieur, elles épousent toutes les formes de la couche imperméable ; les secondes, dans leur plan supérieur, qui s'élève ou s'abaisse suivant la quantité d'eau, sont inclinées selon la pente générale de la couche imperméable. — Si la nappe profonde, entre deux couches imperméables, est arrêtée à un endroit par un plissement ou par un abaissement de la couche supérieure formant étranglement, cette nappe est dite *nappe captive*.

Sources. — On appelle *source, fontaine ou émergence*, l'eau qui, provenant d'une nappe aquifère, s'écoule à la surface terrestre par une fissure des roches, par une faille, par un point de la ligne de contact de deux strates, etc. (fig. 58).

Sources d'eau douce. Si la source provient d'une nappe aquifère superficielle, ce sera une *source de surface*, dont le débit excessivement variable dépend de la quantité de pluie tombée, de la variation de la pluviosité, de l'évaporation, de la couverture végétale et du nombre de sources sortant de cette nappe. Si la source provient d'une nappe aquifère profonde, elle sera dite ou bien *source d'affleurement* quand elle est produite par l'affleurement à flanc de coteau de la couche imperméable qui soutient la nappe aquifère, ou bien *source de vallée* quand elle est déterminée par le creusement de la vallée jusque dans la nappe aquifère, mais sans atteindre la couche

imperméable sous-jacente. Les sources affleurantes donnent de l'eau tant que la nappe aquifère existe; les sources de vallée, tant que le niveau de la nappe est plus élevé que la source. Si la nappe est captive, elle peut donner naissance à des *sources intermittentes*, à des *sources artésiennes* (voir

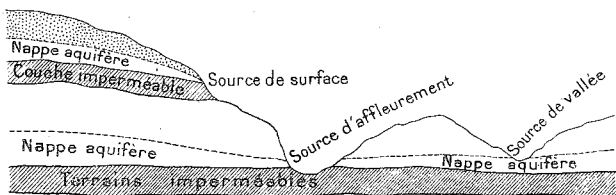


Fig. 58 — Espèces de sources.

p. 156) et à des *puits artésiens*, et dans ce dernier cas il faut, par le forage d'un puits, fournir à l'eau un canal de sortie (voir fig. 66).

Sources minérales. Elles contiennent en dissolution, et souvent en abondance, certaines substances minérales; elles émergent généralement par des fissures ou des fractures dans les régions disloquées, parsemées de volcans actifs ou éteints. Les sources minérales les plus connues sont : les sources *salines*, renfermant du sel (chlorure de sodium, sulfates, etc.), comme celles d'Epsom, en Angleterre; les sources *sulfureuses*, renfermant du soufre (hydrogène sulfuré), comme celles d'Aix-la-Chapelle; les sources *ferrugineuses*, contenant du fer (carbonate de fer), comme celles de Spa; les sources *acidulées*, tenant en dissolution de l'acide carbonique, telles sont la plupart des sources de l'Eifel; les sources *alcalines*, contenant du soude (bicarbonate sodique), comme celles de Vichy; les sources *calcaires*, contenant de la chaux (carbonate de chaux), comme celles des Bains Maudits, en Algérie.

Sources thermo-minérales. Leurs eaux sont naturellement chaudes à leur sortie du sol; elles ont cette température élevée parce qu'elles viennent de grandes profondeurs ou du voisinage de roches volcaniques souterraines chauffées par les gaz ou les laves d'un foyer en activité. Cette chaleur facilite encore la dissolution des matières minérales qu'elles renferment. Les sources thermales les plus connues sont celles de Chaudfontaine (35°); d'Aix-la-Chapelle (55°); de Plombières, dans les Vosges (74°), et de Chaudes Aigues, en Auvergne (88°).

Geysers. Les geysers sont des jets d'eau bouillante qui s'élancent par intervalles au-dessus de la surface du sol. Ce sont des manifestations parfois grandioses de la puissance volcanique. Le geyser sort de terre par une sorte de cratère arrondi qui s'exhausse continuellement. Après une

période de repos, au cours de laquelle une eau limpide et tranquille remplit le cratère, l'éruption s'annonce par des bruits souterrains, puis une gerbe d'eau bouillante s'élançe avec force, parfois à 50 mètres de hauteur, et retombe en mille cascades entourées de vapeur. Ce jet a une durée variant entre 10 et 20 minutes. Les geysers ne se rencontrent que dans les régions volcaniques et principalement en Islande, dans la Nouvelle-Zélande et dans le Parc national de l'Yellowstone (États-Unis). Ces endroits sont dits terres geysériennes (voir Pl. VI, *b*).

Résurgences. Les résurgences (voir p. 157) ne sont pas des sources, mais l'écoulement, à la surface, d'un cours d'eau souterrain.

Ruissellement. — Si l'eau de pluie tombe sur un sol imperméable, ou avec trop de force, de durée ou d'intensité sur un sol perméable en pente, elle ne peut s'infiltrer et cherche à descendre par le chemin le plus court : elle ruisselle.

Souvent ce ruissellement se fait sans direction bien déterminée : de petites rigoles se creusent sous l'action des eaux ; elles sont d'abord très instables et souvent modifiées, puis elles tendent à se fixer suivant la ligne de plus grande pente pour finir par se réunir en une rigole plus profonde qui est, avec d'autres rigoles semblables, le commencement d'un torrent ; là se termine le ruissellement, et c'est aussi la fin des eaux courantes dites sauvages. La répartition géographique des régions de ruissellement dépend de la nature des roches affleurantes et des formations superficielles ; elle dépend aussi de la couverture végétale et de l'intensité de la pluie.

Torrent. — On appelle torrent un cours d'eau de très grande rapidité dégringolant par cascates sur le versant d'une montagne ou d'une colline.

Son cours commence à l'extrémité inférieure d'un bassin de réception des eaux de ruissellement, se compose d'un canal d'écoulement dans une vallée étroite et encaissée et se termine par une ou plusieurs branches qui coulent plus lentement en divaguant sur un amas de pierrailles, de graviers et de sable (cône de déjection, voir p. 153 et Pl. V, *c*) jusque dans la vallée où serpente le ruisseau ou la rivière. Les torrents sont déjà des cours d'eau ; on les rencontre partout où il y a ruissellement de quelque abondance, et, le plus souvent, ils sont temporaires naissant lors de pluies copieuses ou de la fonte des neiges, disparaissant dans les périodes de sécheresse.

Ruisseau. — Le ruisseau est un cours d'eau permanent qui s'alimente à une ou plusieurs sources, et reçoit aussi des apports d'eau par le ruissellement et les torrents.

Les ruisseaux sont excessivement nombreux sur la surface terrestre; ils forment soit le cours supérieur des rivières ou des fleuves, soit de petits cours d'eau qui viennent les grossir.

Rivière et fleuve. — La concentration des eaux provenant de sources, du ruissellement, de torrents, de ruisseaux, de la fonte de neiges et de glaciers, dans une vallée, forme des cours d'eau plus importants que l'on appelle rivières quand leurs eaux rejoignent d'autres cours d'eau, ou fleuves lorsque leurs eaux se déversent dans une mer ou dans un grand lac sans écoulement.

La répartition géographique des rivières et des fleuves dépend du relief : l'eau cherchant toujours à atteindre un point de plus faible altitude, s'écoule suivant les pentes, suivant les versants des montagnes, l'inclinaison des plateaux et des plaines. Mais, comme nous le verrons ci-après, ce sont les eaux courantes surtout qui façonnent le relief actuel et qui sont le facteur principal du modelé terrestre. Le relief primitif créé par les plissements répétés et les effondrements successifs de l'écorce terrestre n'avait pas l'allure de celui d'aujourd'hui : des quantités énormes de roches ont été enlevées ici et là, des vallées ont été creusées par l'érosion et, aujourd'hui encore sous nos yeux, l'action érosive des eaux courantes continue à modifier le relief.

Grands fleuves. Les plus longs fleuves du monde sont : le Mississipi-Missouri, 6650 Km. de longueur, 3.250.000 Km² de superficie, 20.000 m³ de débit par seconde; — l'Amazone, 5500 Km., 7.000.000 Km², 80.000 m³; — le Nil, 5920 Km., 2.800.000 Km², 11.100 m³; — le Yang-tse-Kiang, 5100 Km., 1.775.000 Km²; — l'Énisséï, 4750 Km., 2 500.000 Km²; — l'Amour, 4700 Km., 2.050.000 Km²; — le Congo, 4640 Km., 3.690.000 Km²; — le Mackenzie, 4.615 Km., 1.160.000 Km²; — La Léna, 4.600 Km., 2.350.000 Km²; — le Mékong, 4500 Km., 810.000 Km²; — le Niger, 4160 Km., 2.092.000 Km²; — le Hoang-ho, 4150 Km., 980.000 Km²; — le rio de la Plata, 3900 Km., 3.100.000 Km²; — la Volga, 3690 Km., 1.460.000 Km²; — l'Obi, 3650 Km., 2.930.000 Km²; — le Saint-Laurent, 3500 Km., 1.248.000 Km².

Classification des fleuves. On les divise en *fleuves longitudinaux*, dont le cours est parallèle à la ligne principale de séparation des eaux (Pô, Danube, Gange), et *fleuves transversaux* dont le cours est perpendiculaire à cette ligne (Obi, Énisséï, Rhin); ou bien en *fleuves de montagne* dont le cours est rapide, coupé de cascades et impropre à la navigation (Rhin supérieur; fleuves côtiers de la péninsule des Balkans), et en *fleuves de plaine* au cours lent et tranquille (Volga, Escaut); ou encore en *fleuves normaux* dont le profil du cours présente une courbe parabolique régulière

tendant à se rapprocher de plus en plus de l'horizontale (Escaut), et *fleuves anormaux* dont le profil accuse une succession de plusieurs courbes normales séparées par des rapides ou des chutes (Congo); ou enfin en fleuves naissant d'une ou de plusieurs sources (Seine), fleuves sortant de glaciers ou alpestres (Rhône), et fleuves sortant de lacs (Nil, Saint-Laurent).

Grands bassins maritimes. La ligne de partage des eaux qui, courant à travers toute l'Amérique, du S. au N., puis continuant au delà du détroit de Béring à travers toute l'Asie jusqu'à l'isthme de Suez, enfin de là jusqu'au cap de Bonne-Espérance à travers l'Afrique, divise le monde en deux grands bassins maritimes : l'un du Pacifique, de l'Antarctique et de l'Indien; l'autre de l'Atlantique et du Pôle Nord. Cette ligne de partage des eaux (voir p. 86) n'est pas partout une arête montagneuse et encore moins peut-on la considérer comme formant le squelette des terres : elle ne suit pas l'Himalaya, ne coïncide pas toujours, même dans les Andes, avec la ligne de faite; elle court parfois à travers des plaines et des marécages. Elle n'indique pas non plus que toutes les eaux s'écoulent, soit d'un côté soit de l'autre, vers les deux grands bassins maritimes : dans les deux versants existent des régions sans écoulement vers la mer, régions dont la superficie est évaluée à 22 % des terres (en Eurasie, les bassins de la Caspienne, du Tarim, de la mer Morte, des lacs Aral, Lob-Noor, etc.; en Afrique, le Sahara et le Kalahari, le bassin du lac Tchad; en Australie les 54 % du pays, en Amérique les 13 % du continent : Grand Bassin, etc.). — De cette ligne principale de partage des eaux s'en détachent plusieurs autres délimitant soit des bassins océaniques, soit des bassins maritimes plus petits, soit des bassins fluviaux, soit des régions sans écoulement vers la mer; ces autres lignes de partage des eaux ne sont pas non plus des arêtes montagneuses sur tout leur parcours : ainsi le Cassiquiare écoule à la fois ses eaux dans l'Orénoque et dans l'Amazone, et les eaux des marais de Pinsk s'en vont vers la mer par plusieurs fleuves.

Bassins océaniques. L'étendue des bassins océaniques n'est nullement en rapport avec celle des océans vers lesquels ils sont inclinés. L'océan Pacifique si vaste a des versants très étroits, notamment en Amérique, et ne reçoit guère de fleuves. Le bassin de l'Atlantique, au contraire, est de beaucoup plus étendu, et renferme les plus puissants fleuves du globe.

Bassin de l'océan Glacial arctique. Il est arrosé en Amérique par le Mackenzie; en Europe, par la Dwina et la Petschora; en Asie, par l'Obi, l'Énisséi et la Léna.

Bassin de l'océan Atlantique. Il comprend : 1° le versant oriental arrosé en Europe par la Vistule, l'Oder, l'Elbe, le Rhin, la Meuse, l'Escaut, la Seine, la Loire, le Tage, le Rhône, le Pô, le Danube et le Dniéper; en Afrique, par le Nil, le Niger et le fleuve Orange; 2° le versant occidental arrosé par le Nelson, le Saint-Laurent, le Mississipi, l'Orénoque, l'Amazone et le rio de la Plata.

Bassin de l'océan Indien. Il comprend : 1° le versant occidental arrosé par le Zambèze; 2° le versant septentrional où coulent le Tigre, l'Euphrate, l'Indus, le Gange et le Brahmapoutre; 3° le versant oriental ou australien arrosé par la rivière des Cygnes.

Bassin de l'océan Pacifique. Il comprend : 1° le versant occidental où coulent, en Australie, le Murray, en Asie, le Yang-tse-Kiang, le Hoang-ho et l'Amour; 2° le versant oriental, arrosé, en Amérique, par l'Orégon.

Bassins fermés. Ce sont : le bassin central d'Asie où se trouvent la mer Caspienne et le lac Aral; le bassin du lac Tchad, en Afrique; les bassins secondaires du Lob-noor en Asie, du N'gami en Afrique, du Grand Lac Salé et du Titicaca en Amérique, et des lacs intérieurs de l'Australie.

Les lacs. — D'une façon générale, on peut les considérer comme des élargissements de fleuves ou de rivières, devant un barrage naturel qui retient les eaux ou dans une dépression dont la sortie est plus élevée que le fond.

En réalité, tous les lacs ne peuvent pas être classés dans les eaux courantes (lacs de passage) : si beaucoup reçoivent des rivières affluentes et s'écoulent par des émissaires, un certain nombre n'ont pas d'issue superficielle (lacs fermés); dans ce dernier cas, leurs eaux sont salées ou saumâtres; quelques-uns sont temporaires et disparaissent pendant la saison sèche.

Classification des lacs. La meilleure classification est celle qui est basée sur leur origine : *a)* lacs d'origine tectonique, dus à des effondrements, des graben (Nyassa, Tanganika, Kivu, Édouard, Albert, Victoria, Rodolphe, mer Morte, Baïkal), ou dus à des cratères de volcans éteints (Weinfeld, Pavin; voir p. 99) ou encore provenant d'anciennes mers ou de grands lacs qui ont diminué d'étendue par évaporation (Caspienne); *b)* lacs d'origine glaciaire, dus à des creusements profonds effectués par les glaciers (lac Blanc dans les Alpes, lac d'Oo près de Bagnères de Luchon), dus à la création de moraines frontales servant de barrage (grand lac du Saint-Laurent; petit lac de Panticosa, voir Pl. X, *b*), dus à l'effet des deux causes précédentes (lac Léman, voir Pl. I); ou dus à la suppression de l'émissaire par un glacier qui forme barrage (lac Märjelen, dans l'Oberland Bernois).

Répartition géographique des lacs. C'est un fait remarquable que, dans toutes les parties du monde, les lacs forment des groupes plus ou moins nombreux dans une même région.

Amérique. Nulle région du globe ne présente un groupement plus remarquable que celui des lacs canadiens : lacs de l'Ours, de l'Esclave, Athabasca, des Daims, Manitoba, Winnipeg, Supérieur, Michigan, Huron, Érié, Ontario. Les cinq derniers forment le plus beau groupe de lacs qui

soit au monde, et l'on estime qu'ils contiennent à eux seuls près de la moitié de toutes les eaux douces du globe.

Afrique. De grands lacs servent de réservoirs aux fleuves puissants : Nil, Congo et Zambèze; les uns, comme les lacs Nyassa, Tanganika et Albert, s'étendent dans de longues vallées; d'autres, comme le lac Victoria, étalent en tous sens leurs nappes liquides et forment de véritables mers d'eau douce.

Australie. Les lacs de l'Australie s'étendent dans une espèce de bassin intérieur; le principal est le lac Eyre.

Asie. La plupart des lacs d'Asie se trouvent rassemblés dans le grand bassin central. Presque tous sont des lacs salés, et beaucoup, comme le lac Aral, qui communiquait autrefois avec la Caspienne, diminuent tous les jours d'étendue. La Caspienne est aussi vaste à elle seule que tous les autres lacs salés du globe; de nombreux lacs ou noor et des mares d'eau saumâtre parsèment çà et là le grand bassin central et le désert de Gobi.

Europe. Si l'on rencontre dans les autres parties du monde des lacs aux vastes proportions de mer, c'est en Europe que se trouvent les lacs les plus pittoresques, aux bords romantiques, aimés et visités par les touristes. Citons en première ligne le groupe des lacs de la Haute-Italie, traversés par des affluents du Pô, descendus des Alpes : les deux plus célèbres, les lacs Majeur et de Côme, sont connus par leur forme allongée et les sites enchanteurs de leurs rives. En Suisse, les beaux lacs de Genève, de Thoune, de Brienz, de Lucerne, de Zug, de Zurich et de Constance, tous connus par leurs eaux limpides, bleues ou vertes, et leurs bords ravissants. Dans le Nord, le plateau de Finlande, comme la Poméranie, est parsemé de lacs. Enfin, sur le versant oriental des Alpes scandinaves, s'étagent des milliers de lacs, allongés tous dans la même direction, celle des nombreux cours d'eau se jetant dans la Baltique.

Les plus grands lacs. Les lacs les plus étendus sont : 1^o parmi les lacs salés : la mer Caspienne, 438.700 Km² ou 14 fois la Belgique; le lac Aral, 68.000 Km², plus de 2 fois la Belgique; le grand lac salé de l'Utah; 2^o parmi les lacs d'eau douce : le lac Supérieur, 81 000 Km² ou 2 $\frac{7}{10}$ fois la Belgique; le lac Victoria, 68.000 Km² ou 2 $\frac{3}{10}$ fois la Belgique; le lac Huron, 62.000 Km²; le Michigan, 58.000 Km²; le Tanganika, 36.000 Km²; le Baïkal, 34.100 Km²; les lacs de l'Ours et de l'Esclave, l'un et l'autre 28.000 Km²; le Nyassa, 26.000 Km². En Europe, le lac le plus étendu est le lac Ladoga, 18.000 Km² ou $\frac{6}{10}$ de la Belgique.

Les lacs les plus élevés et les plus bas. Les lacs les plus élevés sont : le lac Manasarowar, d'une altitude de 4660 m.; le Tengri-noor, 4630 m.; le Titicaca, 3854 m.; le Kuku-noor, 3040 m. — Les eaux intérieures les plus basses sont : la mer Morte, située à 396 mètres au-dessous du niveau de la mer; le lac de Genezareth, à — 208 m.; la Caspienne, à — 26 m.

Avenir des lacs. D'une part, leurs affluents travaillent à leur comblement; d'autre part, leurs émissaires s'évertuent à creuser plus profondément le

chenal de sortie : les lacs de passage sont donc destinés à disparaître ; tel le lac de Genève que tendent à combler les cailloux et les boues glaciaires amenés par le Rhône supérieur (voir Pl. I). Les lacs fermés peuvent subsister tant que l'apport des affluents est plus fort que l'évaporation ; on constate cependant que leur surface va en diminuant (lacs Aral, Tchad). Il y a, dans les diverses régions du globe, de nombreux lacs desséchés par évaporation ou disparus par comblement, et par creusement du canal de sortie.

B. — *Le cours d'un fleuve.*

Son alimentation. — Les fleuves, et les rivières qui les augmentent, s'alimentent aux eaux de pluie, soit directement par ruissellement, soit indirectement par des sources, des résurgences, des champs de neige ou des glaciers.

Le ruissellement fournit plus ou moins d'eau suivant la quantité de pluie tombée ; il alimente plus ou moins régulièrement, suivant la répartition des pluies pendant l'année. Les sources, en général, donnent une quantité d'eau plus régulière, quoiqu'elles tarissent parfois pendant les périodes de sécheresse. — Les neiges et les glaciers produisent beaucoup d'eau, mais seulement lorsque la température est assez élevée pour les fondre. — Quelques fleuves s'alimentent à des lacs, qui reçoivent des rivières affluentes de peu d'importance (Nil, Saint-Laurent).

Son bassin. — Le bassin d'un fleuve est la superficie des terres dont les eaux s'écoulent dans ce fleuve.

Ce bassin est plus ou moins étendu ; il peut comprendre des régions montagneuses et des plaines, des neiges éternelles et des sols arides, des terrains fertiles et boisés, des régions à pluies régulières, à pluies périodiques et à pluies insuffisantes, des territoires placés sous diverses latitudes ou dans la même zone climatique. La situation géographique d'un bassin fluvial, tout comme la nature de son sol et le régime des pluies, a une influence sur le régime du fleuve. Les limites des bassins fluviaux ne sont pas toujours une arête montagneuse, et elles sont quelquefois imprécises ; elles peuvent varier par suite de phénomènes de capture et par l'effet de l'érosion remontante (voir pp. 148-149).

Son régime. — Le régime d'un fleuve est déterminé par l'écart existant entre l'étiage, niveau conventionnel (niveau moyen des plus basses eaux), et le niveau des plus hautes eaux. Ce régime dépend de plusieurs facteurs agissant séparément ou simultanément ; il est aussi une résultante des régimes des principaux affluents.

L'alimentation pluviale produit un régime en rapport direct avec les variations annuelles de la quantité de pluie tombée : ainsi dans les régions tempérées, où la pluviosité est sensiblement la même en toutes saisons, le régime des fleuves et des rivières est assez régulier, l'écart entre le niveau des plus hautes eaux et l'étiage est petit (Seine); dans les régions tropicales, caractérisées par des pluies très fortes soit au moment des moussons, soit en hiver, les cours d'eau ont des régimes inconstants avec de fortes crues ou des eaux très basses suivant le moment de l'année (Yang-tse-kiang); dans les régions équatoriales, qui ont des pluies quotidiennes, le régime est assez régulier (Amazonie). Dans les régions de pluies insuffisantes, le régime est très irrégulier, les fleuves ne transportant de l'eau qu'après la pluie.

L'alimentation par les sources donne un régime en général régulier, mais cependant la quantité d'eau fournie par les sources dépend jusqu'à un certain point de la pluviosité. Les sources de surface peuvent produire des crues et un régime inconstant; les sources de vallées et affleurantes, à débit plus régulier, donnent aux fleuves un régime plus constant.

L'alimentation par les glaciers produit quelquefois des crues assez fortes, mais seulement en été, lorsque la chaleur solaire fait fondre rapidement la glace; elle produit les basses eaux en hiver (fleuves alpins).

L'alimentation par les neiges donne des crues fortes au printemps lorsque la fonte des neiges se produit avant le dégel du sol (fleuves sibériens et transcaspiens).

Le relief du sol est aussi un facteur du régime, car plus la pente est considérable, plus elle facilite l'écoulement des eaux. On caractérise souvent un fleuve par sa pente kilométrique moyenne, en divisant l'altitude de la source par la longueur du fleuve. La pente kilométrique est un indice important pour la détermination de la navigabilité d'un cours d'eau, mais alors il faut la déterminer pour des sections et non pour le cours entier. La pente, en effet, n'est pas toujours régulière : beaucoup de fleuves sont coupés par des rapides, des cataractes, des dénivellations, ou bien, à certains endroits, leur pente augmente tandis qu'en d'autres, elle diminue. La Meuse descend de 400 m. sur 900 Km. de parcours; elle a donc une pente kilométrique moyenne de 0 m. 44, mais dans son cours inférieur cette pente n'est que de 0 m. 40.

La vitesse d'écoulement des eaux est fonction de la pente du lit et de la masse des eaux charriées; elle est donc plus grande en période de crues et dans les endroits à pente considérable. Le courant d'un cours d'eau en ligne droite est aussi plus rapide au milieu que sur les bords, et à la surface, ou plus exactement un peu au-dessous de cette surface, qu'au fond. Si le fleuve forme une boucle, le courant est plus fort près de la rive concave que près de la rive convexe et qu'au milieu.

La *nature du sol* est un facteur important du régime des fleuves s'alimentant principalement aux eaux de ruissellement. Les terrains perméables laissent l'eau s'infiltrer dans le sol et la rendent sous forme de sources alimentées par des nappes aquifères profondes ou sous forme de résurgences; ces sources, en général peu nombreuses dans les calcaires, ont un débit plus régulier. Les terrains imperméables ne laissent pas l'eau s'infiltrer dans le sol; celle-ci s'écoule rapidement surtout lors de fortes pluies, et dévale en masse par des ruisseaux gonflés et des torrents occasionnels dans les rivières qui grossissent subitement. Si les eaux s'infiltrent à travers la couche végétale perméable, elles ressortent bientôt en sources de surface, très nombreuses, donnant ainsi un réseau hydrographique formé d'une foule de ruisseaux au régime inconstant.

La nature du sol sur lequel coule un cours d'eau a aussi une importance assez grande, parce que, suivant que ce sol est perméable ou imperméable, le fleuve perdra ou ne perdra pas, par infiltration, de l'eau le long de son cours. Dans les régions désertiques, on voit souvent des fleuves s'affaiblir petit à petit, et finalement l'écoulement superficiel disparaît; dans les régions de calcaire, une rivière peut s'engouffrer et ne plus reparaitre, sa vallée devenue sèche n'a de cours d'eau qu'au temps de crue (voir p. 155, Eaux souterraines).

Les *lacs* régularisent le régime d'un fleuve qui, torrentiel en amont, devient de régime plus régulier à la sortie du lac; celui-ci sert de réservoir d'accumulation des eaux et atténue considérablement les crues.

La *couverture végétale*, et surtout les forêts, ont à peu près la même influence, en facilitant l'infiltration, en diminuant le ruissellement et en augmentant la pluviosité; les forêts reçoivent plus d'eau, mais la restituent avec plus de régularité (voir : Déforestation, en Géographie humaine).

Crues et inondations. Lorsque les eaux d'un fleuve augmentent considérablement, il y a crue, et lorsqu'elles sortent de leur lit et recouvrent au loin les terres riveraines, il y a inondation. Nous ne connaissons guère, en Europe, que les crues et inondations amenées par une forte pluie d'orage ou la débâcle des glaces après une longue période de gel. Les inondations les plus désastreuses sont produites par la rupture des digues bordant un puissant cours d'eau, comme la Theiss en Hongrie; la Meuse, l'Escaut et le Wahal en Hollande; et le Pô en Italie. — Mais les fleuves des régions tropicales sont sujets à des crues périodiques, qui sont normales et produites par les eaux abondantes amenées en ces pays par la saison des pluies. Pendant plusieurs mois, des pluies torrentielles déversent sur le sol d'énormes quantités d'eau, qui font gonfler les rivières et les lacs, doublant et triplant parfois la surface de ceux-ci. La crue s'étend peu à peu à tout le cours du fleuve; mais comme elle revient chaque année à la même époque, les populations riveraines se sont habituées, depuis de longs siècles, à faire

tourner à leur profit ces inondations. Le plus bel exemple de ces crues annuelles est fourni par le Nil. Grossi par les pluies diluviennes qui tombent dans l'Afrique équatoriale, où il a sa source, il commence à s'élever en Égypte vers la fin de juin. Ses eaux augmentent jusqu'à la mi-septembre, inondant la vallée, puis elles se retirent, laissant sur le sol un limon noir qui constitue un excellent engrais. Certains fleuves dont les affluents de droite et de gauche ont un régime différent, peuvent avoir un régime plus régulier et deux périodes de crues (Congo).

Son cours. — Très rarement, les cours d'eau ont une direction rectiligne ou s'écartant peu de la droite reliant leur source à leur embouchure : ils décrivent de grandes et de petites courbes, leur cours est le plus souvent zigzaguant et parfois se repliant brusquement à angle droit ou aigu. Cette allure presque capricieuse des cours d'eau, qui se marque bien sur les cartes, est due surtout à la nature des roches dans lesquelles ils ont creusé leur lit, à la rencontre de barrières montagneuses, à des phénomènes de capture ou à un déplacement considérable de la ligne du rivage de la mer.

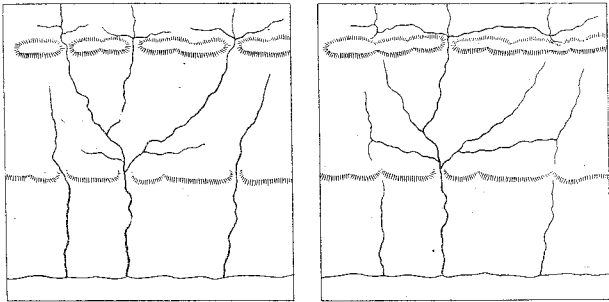


Fig. 59. — Modifications d'un réseau hydrographique par suite de captures.

Source. La source d'un fleuve est la source du cours d'eau le plus éloigné de son embouchure; une exception à cette règle a été faite pour le Mississipi-Missouri.

Lit. Le lit d'un fleuve est le creux dans lequel il coule; on distingue le lit mineur ou creux où coulent les basses eaux, et le lit majeur occupé par les hautes eaux. Le lit est quelquefois variable, comme celui du Danube dans la plaine hongroise.

Fil de l'eau. Le fil de l'eau est la série linéaire des points où la vitesse de l'eau est la plus grande; il est rarement en ligne droite et à égale distance des deux rives : il se porte toujours vers la rive concave. Le fil de l'eau concorde toujours avec le *talweg* ou endroits les plus profonds du lit.

Méandres. Ce sont les sinuosités bien marquées d'un cours d'eau; ils sont : ou encaissés lorsque la vallée est profondément creusée; ou divagants lorsqu'ils se développent librement dans le cours inférieur en plaine. Ces méandres allongent considérablement le fleuve et diminuent sa pente et sa vitesse.

Affluents ; confluents. Le confluent est l'endroit où les eaux de deux cours d'eau se réunissent en un seul. Un des deux cours d'eau, le moins important, s'appelle affluent. L'ensemble hydrographique formé par un fleuve, ses affluents et ses sous-affluents ressemble assez bien quelquefois aux nervures d'une feuille, mais le plus souvent il n'y a pas symétrie entre les affluents de droite et ceux de gauche.

Embouchure. C'est l'endroit où le fleuve se jette dans la mer. Si l'embouchure est large et profonde, elle s'appelle un estuaire.

Division du cours d'un fleuve. Le cours d'un fleuve se divise généralement en trois parties : le cours supérieur, le cours moyen et le cours inférieur. Dans son cours supérieur, le fleuve s'écoule ordinairement à travers un pays montagneux; il est souvent resserré dans d'étroites vallées; sa pente est très rapide et ses eaux coulent avec impétuosité dans un lit encombré de galets; dans sa course à travers ces montagnes abruptes, il s'élance parfois d'une grande hauteur et forme des cascades. Son cours moyen se dessine à travers la plaine; il y reçoit de nombreux affluents qui doublent, triplent, décuplent le volume de ses eaux. Dans son cours inférieur, le fleuve ne reçoit plus guère de puissants affluents; toujours large et profond, il promène d'un cours lent ses eaux dans la plaine basse, la pente du sol étant devenue insignifiante. Cette division générale du cours d'un fleuve comporte cependant plus d'une exception : c'est ainsi que des fleuves, comme l'Escaut et la Volga, ont leur cours tout entier en pays de plaine, tandis que ceux de la Norvège et du versant occidental des Andes ne coulent qu'en pays de montagnes.

Son profil. — Les cartes géographiques signalent le cours des fleuves; à l'aide des cartes hypsométriques, on peut déterminer leur profil, lequel présente, en général, une courbe passant rapidement de la verticale à la quasi-horizontalité (fig. 60), de telle sorte que la partie à pente rapide est souvent beaucoup plus courte que la partie à pente douce; mais il arrive que ce profil signale aussi des parties à pente moindre et des parties à pente plus accentuée.

Profil d'équilibre. C'est le profil vers lequel tend le fleuve et qu'il atteindra lorsqu'il sera arrivé à l'âge mûr : son cours supérieur sera très rapide avec pente très forte; puis, assez brusquement, cette pente devient très douce et reste à peu près la même jusqu'à l'embouchure; le profil devient une courbe parabolique tangente au niveau de base (fig. 60).

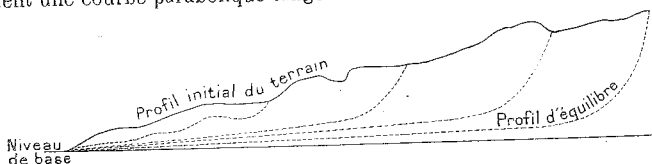


Fig. 60. — Profil d'équilibre d'un fleuve.

Niveau de base. On appelle ainsi le niveau du talweg au confluent et le niveau de la mer à l'embouchure. Dans l'évolution d'un cours d'eau, ce niveau a une importance considérable, car il détermine le point le moins élevé du profil d'équilibre, et par conséquent le point en dessous duquel l'érosion de l'eau courante ne pourra être active.

Rapides, chutes et cataractes. Lorsque la pente d'un cours d'eau dépasse un mètre sur deux cents, il cesse d'être navigable. Si la pente augmente encore, les eaux coulent avec une vitesse considérable, le plus souvent dans un lit étroit, entrecoupé de pierres ou de roches : tels les rapides si nombreux sur les rivières des pays qui s'élèvent en terrasses successives, comme le Congo et ses affluents. Une différence de niveau plus brusque encore produit des cascades ou des chutes, telles la cascade de Coo, haute d'environ 13 m. (voir Pl. VIII, b); la chute du Rhin à Laufen, près de Schaffhouse, importante non pas tant par sa hauteur, 15 à 19 m., mais à cause du volume des eaux; les chutes plus considérables de la Luléa, dans les Alpes scandinaves (200 m.), du Staubach, en Suisse (300 m.), du Gave, au Cirque de Gavarnie (420 m.; voir Pl. III. a) et de nombreuses rivières du Parc national de l'Yellowstone, aux États-Unis.

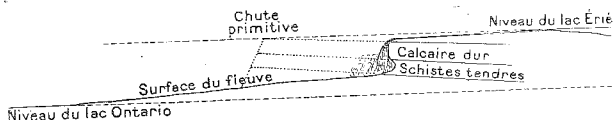


Fig. 61. — Recul de la chute du Niagara.

Mais les chutes les plus remarquables à la fois par la masse de leurs eaux et leur hauteur sont les cataractes du Niagara et du Zambèze. Celle du Niagara (voir Pl. VIII, c), située entre les lacs Érié et Ontario, se courbe en fer à cheval et est divisée en deux par une île. La chute canadienne a 550 m. de largeur et la chute américaine 480 m. La masse énorme des eaux s'élance

avec une rapidité vertigineuse d'une hauteur de 50 m. en produisant un sourd grondement qui s'entend à plus de six lieues à la ronde. La chute tend à reculer vers l'amont par suite du travail d'affouillement des eaux dans les roches plus tendres qui supportent les roches plus dures sur lesquelles coule le fleuve (fig. 61).

La cataracte Victoria, formée par le Zambèze, est la seconde par le volume des eaux, la première par la hauteur : le fleuve a plus de 1.600 m. de largeur et se précipite d'une hauteur de 140 m. dans une profonde crevasse; puis il continue son cours, en de nombreux circuits, dans un chenal rétréci jusqu'à 75 m.

Débit. Le débit d'un fleuve ou d'une rivière est le volume d'eau qu'il transporte en un temps déterminé; c'est le débit qui donne le mieux une idée exacte de la puissance d'un cours d'eau. On l'obtient en multipliant la surface de la section d'un cours d'eau par la vitesse du courant. Ainsi une rivière qui a pour section **ABDC**, avec les dimensions indiquées sur la

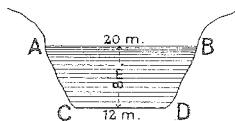


Fig. 62. — Section d'un cours d'eau.

figure 62, et pour vitesse 2 Km. à l'heure, aura un débit de $\frac{20 + 12}{2} \times 8 \times 2.000 = 256.000 \text{ m}^3$ par heure ou 70 m^3 par seconde. La mesure du débit est assez difficile, d'une part parce qu'il n'est pas toujours possible de déterminer exactement la surface de la section, d'autre part parce que la vitesse est non seulement différente suivant l'endroit de la section où on la calcule, mais encore suivant les époques de l'année. Le débit moyen de la Meuse est d'environ 200 m^3 par seconde, celui du Danube, 8.500 m^3 , et celui de l'Amazone, le plus fort de tous, d'environ 80.000 m^3 par seconde.

Le débit d'un cours d'eau varie d'après : a) l'étendue de son bassin; b) l'abondance des pluies, la fonte des neiges et des glaciers; c) le climat du pays; d) la nature des terrains qu'il traverse.

C. — Action des eaux courantes sur le modelé terrestre.

Importance de cette action. — L'eau qui provient des précipitations atmosphériques agit continuellement sur le modelé de la surface terrestre, en tombant sur le sol et en s'écoulant par les torrents, les ruisseaux, les rivières et les fleuves. Ici, elle érode les roches en place, les réduit en particules meubles

qu'elle entraîne avec elle; là, elle transporte au loin des sables, des limons, des détritrus rocheux; ailleurs, elle exerce un travail de reconstruction à l'aide de ces matériaux qu'elle dépose sous forme de sédimentation.

Le travail de transport consiste dans le charriage par les eaux des matériaux rocheux détachés du sol par la désagrégation, par l'érosion et par la corrosion; ce charriage est accompagné d'une pulvérisation et d'une usure des gros matériaux qui souvent sont réduits en sables fins, en limons, parfois en graviers ou en cailloux roulés. La force de transport d'une rivière augmente en temps de crue, se développe dans les parties à pente considérable, diminue en plaine et produit des résultats moindres si la pesanteur des détritrus rocheux à transporter est grande. Tous les fleuves réunis transporteraient à la mer environ 10 milliards de mètres cubes de matériaux solides par an.

Le travail d'érosion et celui de sédimentation sont particulièrement intéressants parce qu'ils modifient tous les jours le modelé de la surface terrestre: les eaux courantes tendent à aplanir de plus en plus les terres, à supprimer les montagnes et à combler les dépressions marines. On a calculé que le bassin de douze grands fleuves, d'une étendue totale de 10 millions de Km², perdrait en 12.000 ans un mètre de leur altitude par l'effet de l'érosion.

Action destructive. — L'intensité de cette action sur la surface terrestre dépend de la vitesse et du débit du cours d'eau, et de la nature du terrain; elle devient quasi nulle lorsque la vitesse est inférieure à deux mètres par seconde.

Plus les roches soumises à l'action des eaux courantes sont dures et imperméables et moins l'action destructive de l'érosion est forte, sans cependant jamais être absolument nulle; plus la vitesse est grande, plus le cours d'eau est torrentiel, et plus cette action sera intense; son intensité augmentera encore si la masse des eaux est considérable; elle sera plus grande sur les versants soumis aux vents pluvieux que sur les versants où il tombe peu d'eau.

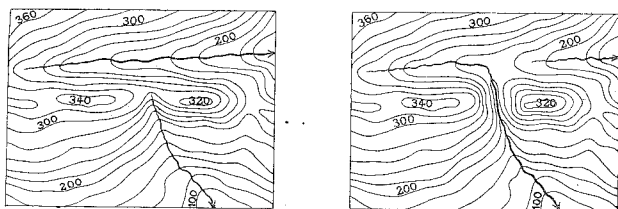
Érosion remontante. Un torrent ou une rivière ne creuse pas sa rigole ou n'approfondit pas son lit en commençant par le point le plus élevé, mais en commençant par le point le plus bas; c'est ce qu'on appelle érosion régressive ou remontante, laquelle part du niveau de base et remonte le cours jusqu'à l'arête servant de ligne de partage des eaux. L'érosion remontante peut avoir pour effet d'agrandir un bassin fluvial au détriment du bassin voisin, car, érodant sa vallée vers le haut, elle entame la crête, l'oblige à reculer et produit une migration de la ligne de partage des eaux.

Cette érosion remontante s'exerce le mieux par les eaux de ruissellement, les torrents et les rivières torrentielles : sous l'effort répété des eaux, les roches s'usent, s'effritent ou se débitent en particules plus ou moins fines qui sont charriées comme le sont la terre végétale et les formations superficielles non agglomérées. Ces détritiques charriés, comme l'oxygène et l'acide carbonique de l'eau, augmentent encore la force d'érosion du cours d'eau, les premiers parce qu'ils en renforcent l'action mécanique, les seconds parce qu'ils détruisent les roches par leur action chimique (corrosion).

Action des eaux de ruissellement. Les eaux sauvages, avant de se réunir au fond d'un entonnoir ou bassin de réception, ravinent le sol, dénudent les pentes, enlèvent les parties meubles en creusant des rigoles et en laissant en place des blocs qui s'amoncellent en chaos, érodent les roches et tendent à l'élargissement du bassin de réception et des vallées.

Action des torrents. Ils se creusent une vallée étroite qu'ils approfondissent continuellement par l'enlèvement des graviers, l'usure des blocs et l'érosion des rives et du fond (voir Pl. V, c); leur travail est incessant et ne s'arrête que lorsqu'ils ont atteint le profil d'équilibre. Ils produisent souvent des alvéoles profondes creusées par l'eau faisant rouler un caillou qui approfondit et élargit le creux; celui-ci s'appelle *marmite torrentielle*.

Dénivellation. Si, dans un cours d'eau, une roche dure (granite, dyke, etc.) est affleurante, les eaux courantes ne parviennent à l'éroder que lentement, tandis que, à l'aval, des roches moins dures (calcaire, schiste, etc.) sont érodées plus rapidement. Il se produit alors une dénivellation plus ou moins brusque créant une chute. Le seuil abrupt que le cours d'eau doit franchir tend à disparaître par l'érosion (la chute se transforme en cascade, puis en cataracte, puis en rapides), ou bien par affouillement des roches sous-jacentes, affouillement qui déclanche l'éroulement de la partie du seuil en surplomb (la chute recule vers l'amont et tend à disparaître; voir fig. 61).



Avant la capture.

Après la capture

Fig. 63. — Capture d'un cours d'eau.

Phénomène de capture. Ce phénomène se produit lorsqu'un torrent ou une rivière, par l'érosion remontante, parvient à fournir un écoulement

plus rapide à un cours d'eau qui coule au delà de la ligne de séparation des eaux : ce cours d'eau se précipite dans le nouveau lit et laisse en aval du coude de capture une vallée morte (fig. 59, p. 144 et fig. 63).

Creusement des vallées. Les vallées sont dues quelquefois à un plissement, à une fracture, à un effondrement, le plus souvent à l'action érosive des eaux courantes; dans le premier cas, comme dans le second, l'action érosive tend à l'approfondissement et à l'élargissement de la vallée. Cet approfondissement et cet élargissement dépendent de la vitesse et de la masse des eaux courantes et de la nature des roches; ils dépendent aussi de la quantité d'eau tombée, et de l'aide qu'apportent aux eaux courantes les eaux sauvages ravinant les pentes et dénudant le sol des versants.

Vallées larges. Si le terrain est meuble, la rivière, dont le cours est rarement rectiligne, affouillera ses rives et son lit : elle enlèvera toutes les particules meubles, et son talweg zigzaguant dans un creux s'approfondira; les berges érodées par la base s'écrouleront; les versants, ravinés par les eaux de ruissellement, s'élargiront. Avec l'approfondissement du lit se produira un élargissement de la vallée. Dans un réseau hydrographique composé de rivières semblables coulant sur des terrains meubles, l'action des eaux courantes aura assez tôt pour résultat l'aplanissement de la région et la formation de vallées séparées par des dos peu élevés.

Vallées étroites. Si le terrain est assez dur, la rivière creusera moins vite son lit, érodera plus difficilement ses berges, et les versants resteront plus ou moins abrupts (Pl. V, a; IX, b; IX, c). Si la roche est très dure, la rivière creusera une *gorge* étroite et très profonde (gorges de l'Aar, du Trient).

Canyons. Si le terrain est composé de strates horizontales de roches dures, comme dans le plateau du Colorado et de l'Arizona, aux États-Unis, ou dans la région des Causses, en France, les vallées, qui sont étroites, prennent une forme spéciale dite cañon : les rivières y creusent des lits profonds, d'autant plus profonds que le niveau de base a été relativement abaissé par un surélévement de tout le plateau; les parois des vallées sont presque tout à fait verticales ou en gradins.

Méandres encaissés. Si les roches ont une certaine dureté, si sur celles-ci coulait autrefois une rivière formant de nombreux zigzags et si, par suite d'un relèvement du sol, elle a creusé plus profondément son lit, elle forme des méandres encaissés, comme ceux de la Semois, du Tarn, ou de la Meuse entre Mézières et Givet. La grande différence entre un cañon et une série de méandres encaissés, c'est d'une part l'architecture spéciale du cañon due à l'horizontalité des strates, d'autre part les zigzags nombreux des méandres encaissés.

Méandres divagants. Ces méandres, ainsi appelés parce qu'ils ont une tendance à se déplacer vers l'aval, sont fréquents dans le cours inférieur des rivières et des fleuves coulant en pays plat. Tout cours d'eau essaye d'atteindre son embouchure ou son confluent en dépensant le moins de

force : dans la partie montagneuse, il travaille à l'érosion de son lit et des rives ; dans la partie plaine, où l'érosion est insignifiante, il va s'allonger paresseusement en décrivant de grandes courbes pour réduire sa pente.

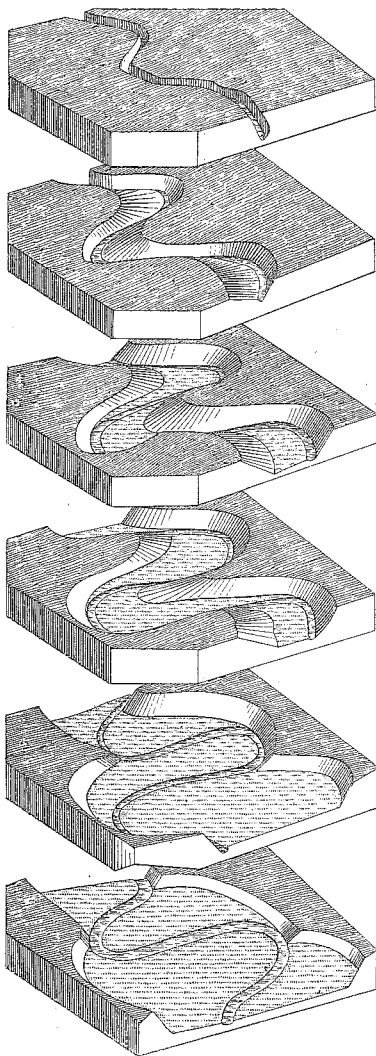


Fig. 64. — Élargissement d'une vallée (d'après W. M. Davis).

Érosion inégale des rives. Rarement, les rivières et les fleuves ont un cours absolument rectiligne : le moindre obstacle rejette le courant vers la gauche ou vers la droite, et ce mouvement est, après un choc contre la rive, dévié en un autre mouvement vers la rive opposée. Il se forme ainsi des courbes ou méandres, avec rive convexe et rive concave. Le fil de l'eau et le talweg se rapprocheront de la rive concave qui est alors plus fortement érodée, prend une forme escarpée et recule, tandis que la rive convexe non érodée s'augmente des détritits rocheux y déposés par des eaux dont la vitesse est ralentie (l'Ourthe à Laroche). C'est par le recul des rives concaves que s'explique le creusement des vallées larges : les méandres se déplacent vers l'aval, tout en élargissant la vallée (fig. 64).

Méandres recoupés. Très souvent, les rivières recoupent une ou plusieurs de leurs boucles en détachant l'éperon de la rive convexe par la coupure de l'isthme qui le reliait au versant. Le méandre abandonné ou recoupé devient un lac allongé, une fausse rivière, un marécage, puis un bras mort, qui ne s'approfondit plus et qu'on dit suspendu parce que, au bout de peu de temps, son altitude est notablement supérieure au niveau de la rivière, qui a continué le creusement de son lit.

Surcreusement des rivières. Lorsqu'un cours d'eau est arrivé à peu près à son profil d'équilibre, il est au stade de maturité : le creusement est presque achevé dans la plus grande partie de son bassin, et son régime devient plus régulier; sa pente, dans son cours moyen et inférieur, est faible et son altitude peu élevée par rapport au niveau de base. Mais, par suite soit d'un abaissement réel de ce niveau de base, soit d'un surélévement de tout le bassin (ou d'un abaissement relatif du niveau de base), son activité peut être réveillée et ravivée : il surcreusera son cours pour tendre vers un nouveau profil d'équilibre; il commencera un nouveau cycle d'érosion. Ce surcreusement se faisant ordinairement dans des conditions nouvelles et plus rapidement dans le cours principal que dans les affluents, se montrera topographiquement par l'existence d'épaulements et de ruptures de pente sur les versants et par l'existence de vallées suspendues, c'est-à-dire qui se terminent par une dénivellation brusque.

Surface de base. Un fleuve, dans son stade de maturité, tend vers un dernier stade, celui de la sénilité, caractérisé par la fin du travail d'érosion du fleuve, de ses affluents et de tous ses tributaires, et par l'aplanissement presque complet des dos qui séparent les vallées secondaires, aplanissement dû au travail des eaux courantes, des eaux sauvages et à la décomposition des roches. La surface de ce bassin, où l'érosion aura produit son maximum d'effet, sera dite surface de base (ne pas confondre surface de base et surface structurale, p. 80).

Profil transversal des vallées d'érosion. Les vallées d'érosion (voir Pl. IX) ont un profil transversal en V plus ou moins ouvert et quelquefois dont la partie inférieure du creux est remplie par des dépôts alluvionnaires. Dans

les terrains meubles et les roches peu résistantes, le V est très ouvert ; dans les roches dures, les vallées auront un profil en V très fermé (vallées en gorge; voir fig. 65). Si le travail d'érosion ne produit pas le même résultat sur les deux versants (versant battu par la pluie et versant à l'abri des vents pluvieux; versant en roches dures et versant en roches tendres), le profil aura la forme d'un V, mais dont une branche sera moins oblique que l'autre (vallée dissymétrique). Une série de creusements successifs au moyen

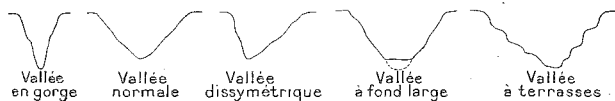


Fig. 65. — Types de vallées d'érosion.

de méandres qui, à chaque nouveau creusement, ont moins d'amplitude et une altitude moins élevée, peut donner une vallée à terrasses; ces terrasses sont le plus souvent formées lorsque le fond de la vallée rempli de dépôts alluvionnaires est érodé par une rivière à méandres divagants.

Action reconstructive. — Tous les produits de la désagrégation et de l'érosion sont le plus souvent charriés par les eaux, soit que celles-ci les enlèvent elles-mêmes, soit qu'ils lui soient amenés par des glaciers, soit qu'ils tombent ou glissent au fond des vallées par l'effet de la pesanteur ou des vents. Aux endroits où le courant n'a plus une vitesse suffisante pour transporter ces détritits, ceux-ci, par l'action de la pesanteur, se déposent, les particules les plus fines étant entraînées le plus loin.

Cônes de déjection. Un torrent qui érode son lit et auquel les eaux sauvages apportent de grandes quantités de matières solides arrachées à son bassin de réception, dépose toutes ces matières dès qu'il arrive dans la plaine, en un amas ayant la forme d'un talus conique et composé de lits très irréguliers de blocs, de cailloux roulés, de graviers et de sable. Le torrent divague sur ce talus ou cône de déjection, l'exhaussant et l'agrandissant (voir Pl. IX, a). Les rivières, là où la pente diminue brusquement, forment aussi des espèces de cônes de déjection par le dépôt des détritits qu'elles transportent.

Sources pétrifiantes. Les eaux de ces sources sont surchargées de calcaire qu'elles déposent soit lorsqu'elles arrivent à l'air libre, soit à peu de distance de leur lieu d'émergence, dépôts nommés tuf ou travertin (Bains maudits en Algérie). D'autres surchargées de silice forment des concrétions siliceuses. On les nomme pétrifiantes ou incrustantes, parce qu'un objet plongé dans leurs eaux se recouvre de calcaire ou de silice.

Dépôts d'alluvions. Ces dépôts sont très fréquents : 1° sur les deux rives des fleuves de plaine (ils forment alors des digues naturelles ou levées); 2° sur la rive convexe des méandres (ils agrandissent l'éperon); 3° au confluent de deux rivières de plaine (ils reculent alors vers l'aval le confluent et donnent à l'affluent un cours inférieur presque parallèle à celui du fleuve dans lequel il se jette : affluents de gauche de la Loire, d'Orléans à Vienne); 4° au milieu des cours d'eau (ils créent dans ce cas des îles alluvionnaires disposées en série linéaire : îles de la Meuse de Namur à Andenne; ces îles tendent à se déplacer vers l'aval par érosion de leur pointe en amont et par alluvionnement de leur extrémité aval); 5° au fond des vallées encaissées (ils remplissent alors le fond de la vallée, la rivière coulant sur les dépôts et y continuant son travail d'érosion).

Plaines alluvionnaires. Les alluvions fines (limons) sont souvent transportées jusqu'au cours inférieur des fleuves et elles se déposent, en partie, sur les rives, notamment après les crues, lorsque le fleuve, étant sorti de son lit ordinaire (lit mineur) et s'étant élargi (lit majeur), revient à son état normal. Ces plaines alluvionnaires sont souvent des polders.

Colmatage. C'est le dépôt de limon effectué soit artificiellement au moyen de canaux qui amènent les eaux chargées de limon, sur les terres à fertiliser, soit naturellement lorsque les alluvions des rivières n'atteignent plus la mer par suite de la création d'un cordon littoral (voir p. 432).

Comblement des lacs. La vitesse du courant devenant presque nulle dès que le fleuve est entré dans un lac, toutes les matières qu'il tenait en suspension ou qu'il chariait se déposent et tendent à combler le lac. Le Rhin déverse dans le lac de Constance 4 millions de mètres cubes par an; la Reuss 100.000 m³ par an dans le lac des Quatre-Cantons; le lac Léman s'étendait autrefois à plus de deux kilomètres dans la vallée actuelle du Rhône supérieur (voir Pl. I, frontispice).

Comblement des estuaires. Une partie des alluvions fines est transportée par le fleuve jusque dans son estuaire, y forme des bancs de sable que la marée et les courants remanient et changent de place. Si des courants marins balayent l'embouchure, les alluvions fluviales sont enlevées par la mer et transportées ailleurs. Souvent ces alluvions s'accumulent à l'embouchure même, formant une barre (barre du Yang-tse, barre du Ménam).

Formation des deltas. Si l'estuaire d'un fleuve se comble, il se forme deux ou plusieurs chenaux qui conduisent les eaux fluviales à la mer. Celle-ci est-elle de peu de profondeur, sans forts courants marins, avec des marées de peu d'amplitude et la côte est-elle animée d'un mouvement négatif (voir p. 109), les apports du fleuve formeront un delta. Les deltas présentent de remarquables variétés d'aspect : les uns, comme celui du Nil, ont la forme triangulaire qui leur a valu leur nom, parce que cette forme est celle de la lettre grecque delta majuscule Δ ; d'autres sont rectangulaires, comme celui du Tigre, ou irréguliers comme ceux du Pô et du Rhône, ou

digités comme celui du Mississipi. Certains fleuves n'envoient de bras secondaires que d'un seul côté de la branche principale, telle est la Volga; d'autres, comme la Léna et l'Orénoque, distribuent presque également leurs défluent et forment des deltas en éventail, arrondis très régulièrement; d'autres enfin, comme l'Èbre et le Mississipi, ont constitué à leur embouchure, par leurs dépôts, une large presqu'île de sédiments et de galets, à travers laquelle ils se sont frayé un cours et creusé un lit.

Les principaux deltas sont : en Europe, celui du Rhône qui s'avance chaque jour vers le S. : la ville d'Arles, distante de la mer de 24 Km. aux temps des Romains, en est aujourd'hui éloignée de 50 Km.; ceux du Pô et de l'Adige : Adria, autrefois port de mer, se trouve aujourd'hui à 35 Km. de l'Adriatique; celui du Danube, qui s'augmente chaque année d'un apport de 60 millions de m³; ceux de l'Escaut, de la Meuse et du Rhin; celui de la Volga, avec 70 embouchures et une foule d'îles : — en Asie, celui du Hoang-ho formé par un apport annuel de 450 millions de m³ et qui a une superficie de huit fois la Belgique; celui du Gange mesurant près de trois fois la superficie de notre pays; celui de l'Indus : — en Afrique, celui du Nil (22.000 Km²); celui du Niger; — en Amérique, celui de l'Amazone; celui du Mississipi : le cours principal de ce fleuve a formé un second delta s'étalant en patte d'oie et grandissant chaque jour dans le golfe du Mexique.

III. — LES EAUX SOUTERRAINES.

A. — Répartition géographique des eaux souterraines.

Origine des eaux souterraines. — Les eaux souterraines sont celles qui, pendant un temps plus ou moins long, ont un cours caché sous la surface du sol. Elles ont la même origine que les eaux courantes; elles s'infiltrent immédiatement dans le sous-sol, ou bien s'y introduisent ou s'y engouffrent après un certain parcours à la surface.

Les eaux météoriques, lorsqu'elles tombent sur un sol perméable, s'y introduisent par des fissures et disparaissent pour un temps; c'est l'infiltration qui donne naissance ou bien à des nappes aquifères alimentant des sources (voir p. 134), ou bien à des cours d'eau souterrains rejoignant un fleuve ou une mer, ou apparaissant à la surface sous forme de résurgence. Des ruisseaux et des rivières arrivant sur un terrain perméable peuvent disparaître tout à coup en s'engouffrant dans des orifices plus ou moins larges, ou en s'infiltrant par de grandes fissures entre les roches; ils peuvent aussi réapparaître en résurgences, soit à l'air libre, soit dans le lit d'un fleuve, soit dans les profondeurs sous-marines, ou bien se perdre dans le sous-sol sans que l'on ait pu déterminer leurs trajets.

Causes de l'existence des eaux souterraines. — Ces causes sont : la présence d'un sol ou d'un sous-sol perméable permettant la pénétration de l'eau ; l'action dissolvante des eaux sur certaines roches, facilitant le passage de l'eau par des fissures, des diaclases, des galeries et des grottes, de plus en plus élargies et approfondies par corrosion ou action chimique.

Certaines roches, telle l'argile, sont imperméables et s'opposent complètement à l'infiltration de l'eau ; d'autres, grâce à leurs diaclases et aux joints qui séparent les strates, sont perméables, tels les calcaires ; d'autres encore, tels les grès, finissent par se creuser sous l'action chimique de l'eau ; d'autres enfin, tels les arènes, n'opposent, à cause de leur caractère meuble, aucune résistance à l'infiltration. L'eau contient presque toujours de l'acide carbonique, et souvent d'autres substances chimiques, qui lui permettent de renforcer son action érosive par une action chimique considérable produisant la dissolution de certaines parties des roches attaquées.

Cours des eaux souterraines. — Suivant leur origine, ce cours commence ou bien par une nappe d'infiltration, donnant parfois naissance à des sources artésiennes, ou bien par l'engouffrement d'un cours d'eau dans un trou, un abîme, un aven, un chantoir. Il se continue par des galeries, des grottes, devient un véritable cours d'eau avec lacs, rapides et chutes ; il s'enfonce dans les profondeurs de la terre, ou en ressort en un endroit déterminé sous forme de résurgence permanente (voir Pl. VIII, *a*), ou source vaclusienne, ou de résurgence temporaire ou intermittente.

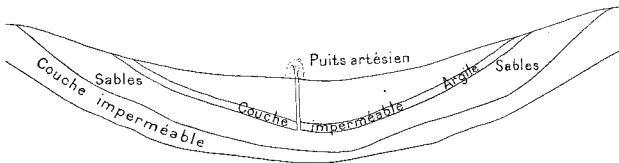


Fig. 66. — Puits artésien.

Sources et puits artésiens. Lorsque la couche de terrain perméable recevant l'eau d'infiltration est, à un certain moment, comprise entre deux couches de terrain imperméable et forme une cuvette, les eaux d'infiltration cherchent une issue sous l'effort de la pression et parviennent parfois à se frayer un chemin à travers la couche imperméable supérieure, donnant ainsi

naissance à une source jaillissante ou artésienne (un cas dans la dépression centrale australienne). Le plus souvent, ces eaux ne trouvent pas d'écoulement; l'homme, en forant un puits, leur donne communication avec l'extérieur : ce sera un puits artésien (voir fig. 66).

Abîmes et puits. Ce sont des gouffres, des entonnoirs creusés par l'eau (corrosion), et dans lesquels les eaux météoriques et sauvages, quelquefois des ruisseaux, s'introduisent et disparaissent. On les appelle, suivant les régions, puits, abîmes, creux, dolines, avens, avaloirs, aiguigeois, chantoirs, etc., et ils se rencontrent surtout dans les régions calcaires, tels le Karst (Carniole et Istrie) et les Causses du Massif central français. Ils présentent trois types principaux : 1° l'abîme est ouvert par le haut et l'orifice est bien visible, souvent en forme d'entonnoir terminé par un puits profond; dans ce cas, l'abîme provient souvent d'un effondrement; 2° l'entonnoir ou l'orifice du puits est encombré de blocs de roches et de cailloux entre lesquels l'eau se glisse; 3° l'ouverture est creusée dans la paroi plus ou moins verticale d'un massif rocheux (trou de Belvaux ou entrée de la Lesse dans le calcaire dévonien).

Galeries et grottes. Ce sont les conduits souterrains par lesquels l'eau coule ou a coulé, qu'elle creuse ou a creusé; ils ont une variété extraordinaire de formes : ici rétrécis en longues galeries ou en boyaux sinueux, là élargis en immenses caves qui sont des cavernes ou des grottes.

Résurgences. On donne ce nom à l'apparition à la surface des terres d'un cours d'eau souterrain. Ces résurgences sont ou permanentes, comme dans les sources dites vaclusiennes, qui ont un débit abondant et constant, ou intermittentes, ne donnant de l'eau que lors des crues de la rivière souterraine. Des résurgences ont été aussi observées dans le lit des fleuves ou sous le niveau de la mer. — L'Isbelle, ruisseau qui se jette dans l'Ourthe entre Hampteau et Hotton, se perd en temps normal un peu en-dessous du village de Meline : elle entre dans le sol, reste invisible pendant deux kilomètres environ, puis réapparaît en résurgence permanente par la fontaine dite actuellement de Tot (de Troste au xviii^e siècle), située un peu en aval du château de Heblon; en temps de crue, une partie de l'eau ne peut s'infiltrer, et continue le cours à ciel ouvert, tandis qu'une nouvelle résurgence apparaît alors un peu en amont de la fontaine de Tot.

B. — Action des eaux souterraines sur le modelé terrestre.

Action destructive. — L'action destructive des eaux souterraines est due à l'érosion, ou action mécanique que possède toute eau qui coule, et à la corrosion, ou action chimique de l'eau chargée d'acide carbonique, de produits salins,

d'hydrogène et d'acides provenant de la décomposition de matières organiques. Dans la zone supérieure, les eaux d'infiltration produisent des fissures, des ouvertures d'abîmes, une architecture spéciale dénommée lapiez, et quelquefois des effondrements ou des glissements d'amas de terre ou de roches. Dans la zone profonde, les eaux souterraines creusent verticalement des abîmes et des puits, horizontalement ou obliquement des galeries qu'elles élargissent en cavernes et en grottes; celles-ci sont parfois sèches, sans rivières ou ruisseaux (leur cours souterrain est alors plus bas), mais souvent la corrosion fait effondrer la voûte en tout ou en partie. Cette action destructive peut donc produire des modifications du relief superficiel et la disparition temporaire ou permanente de cours d'eau.

Lapiez. On a donné ce nom à la forme particulière que prend la surface des calcaires dénudés attaqués à la fois par les eaux pluviales et surtout par l'action chimique des eaux d'infiltration : ces calcaires, généralement fissurés, sont ravinés par des rigoles étroites et profondes, creusés de petites alvéoles et déchiquetés de mille manières (Jura français, Alpes calcaires). Si le processus acquiert de l'ampleur, les calcaires, les grès et même les granites prennent un aspect ruiniforme, comme dans les Causses et la Suisse saxonne (voir p. 82).

Éboulements. Les eaux météoriques forment quelquefois des nappes d'infiltration qui rendent moins stables les couches supérieures; celles-ci, si leur assise est fortement inclinée, peuvent glisser dans la vallée, tel le glissement du Rossberg qui déplaça environ 15 millions de m³ de roches.

Effondrements. Les eaux souterraines, en creusant des galeries et des grottes, forment dans le sous-sol des cavernes dont le plafond peut s'écrouler soit en une fois, soit par la disjonction successive des strates qui forment la voûte. Le sol superficiel s'affaisse avec fracas, et cet affaissement peut produire un tremblement de terre local (voir p. 107).

Abîmes. Les abîmes (voir p. 157) sont le produit de l'érosion et de la corrosion, souvent aussi de l'éboulement de matériaux dont l'appui a été détruit par les eaux souterraines.

Perte de rivières. L'engouffrement des rivières dans des trous, des chantoirs, etc., a pour résultat la suppression temporairement ou pour toujours du travail d'érosion de leurs eaux courantes à la surface : la vallée ne se creuse plus (vallée sèche), mais peut s'approfondir par écroulement. Le cours hydrographique superficiel est remplacé par un réseau hydrographique souterrain.

Action reconstructive. — L'action reconstructive des eaux souterraines n'a pas d'effet sur le modelé terrestre proprement dit; elle s'exerce soit dans la zone d'infiltration : dépôts de limonite, cimentation de roches auparavant non agglomérées; soit dans les zones profondes : enduit calcaireux dans les grottes, dépôts d'alluvions dans les galeries et les cavernes, stalactites, stalagmites et colonnades.

L'action chimique des eaux sur les terrains superficiels a pour effet de leur enlever des matières dont elles se chargent et qui agissent sur les terrains plus profonds, pour y établir notamment des dépôts ferrugineux de limonite (Entre-Sambre-et-Meuse), et pour travailler à leur cimentation, notamment formation de grès au moyen de sables, de schistes au moyen d'argile, de roches agglomérées au moyen de roches meubles. Ces formations nouvelles sous-jacentes sont souvent imperméables et rendent la partie superficielle marécageuse (marais entre Bilsen et Peer, dans la Campine).

Dans les zones profondes, par suite de l'évaporation lente de l'eau qui suinte de toutes parts, les matières dont les eaux souterraines sont chargées se fixent ou s'incrustent, surtout le carbonate de chaux. Les parois des grottes se couvrent ainsi d'un enduit calcaireux et de draperies cristallines de calcite; du haut de la voûte descendent des cônes de dépôts qui deviennent des stalactites; du sol s'élèvent des stalagmites; stalactites et stalagmites se rejoignant forment des colonnades. Parmi les plus jolies grottes de Belgique où l'on peut admirer la beauté et la finesse de ces productions des eaux souterraines, il faut citer la grotte de Han-sur-Lesse et celles de Remouchamps, de Rochefort, de Tilf et de Dinant. — Lors des crues, les rivières qui traversent les grottes déposent, dans les endroits où leur cours se ralentit par suite d'un barrage ou d'un lac, des dépôts d'alluvions souvent considérables : à Han-sur-Lesse, il faut, presque chaque année, après les crues de l'hiver, débayer des galeries pour rendre possible le passage des visiteurs.

IV. — LES EAUX SOLIDES.

A. — *Les neiges.*

Origine de la neige. — Lorsque la température est assez basse, soit à cause de l'altitude, soit à cause de la latitude, soit à cause de la saison, les précipitations atmosphériques tombent sur le sol sous forme de neige, si la condensation des gouttelettes d'eau des nuages se fait progressivement.

Il est assez difficile d'évaluer d'une façon précise la quantité de neige qui est tombée dans une région déterminée, à cause des variations de sa densité et de la facilité avec laquelle le vent la transporte et l'enlève. Là où la température moyenne des mois d'hiver est au-dessus de zéro, la neige ne se montre pas, sauf sur les très hautes cimes.

Limite des neiges perpétuelles. — A mesure que l'on s'élève, soit vers les pôles, soit dans les airs, le froid augmente, et il arrive une limite à partir de laquelle la neige ne peut fondre complètement sous l'influence du soleil ou des vents chauds : c'est la ligne des neiges perpétuelles. Elle varie nécessairement avec la latitude et l'altitude, avec la proximité et l'éloignement de la mer, avec l'orientation des versants vers le N. ou vers le S.

Des neiges persistantes couvrent les terres polaires arctiques et antarctiques d'une immense calotte éclatante de blancheur, et elles recouvrent les montagnes des zones tempérées à des altitudes de plus en plus élevées à mesure qu'on se rapproche des tropiques; dans la région intertropicale, la limite des neiges perpétuelles est un peu plus basse que sous les tropiques. Au Spitzberg, cette limite est à 450 m. d'altitude; en Laponie, à 600 m.; dans les Alpes, à 2.600 (versant N.) et à 3.000 m. (versant S.); dans les Pyrénées, à 2.900 m. (N.) et à 3.300 m. (S.); sur l'Etna, à 3.000 m.; dans le Caucase, à 3.400 m.; dans les Andes de Quito, à 4.800 m.; dans celles de Bolivie et du Pérou, de 5.000 à 6.000 m.; sur le Kilima-Ndjaru à 5.000 m.; dans les Andes du Chili, à 3.800 m.; au détroit de Magellan, à 1.100 m.; dans la Terre de Feu, à 400 m.; par 67° lat. S., dans la Terre de Palmer, au niveau de l'océan.

Avalanches de neige. — Dans les hautes montagnes couvertes de neiges éternelles se produit le phénomène des avalanches, ou écroulement dans les vallées, de masses de neige qui ne peuvent se maintenir en place.

Parfois une masse peu considérable de neige ou de glace se détache d'un sommet à pic, où elle n'était que légèrement fixée; ou bien encore, au printemps, à la fonte des neiges, un filet d'eau se fraye un passage sous les couches glacées, les mine et les détache du sol. Ce noyau primitif augmente constamment de volume, de poids et de vitesse dans sa descente vertigineuse le long des pentes rapides. La masse, de plus en plus puissante, se précipite avec fracas, arrache aux parois de la montagne des blocs et des rochers, qui viennent encore ajouter à sa force dévastatrice. Elle déracine et brise comme des fétus de paille des arbres énormes, renverse et entraîne des chalets et des troupeaux, et vient s'abattre dans les vallées, avec un

sourd grondement. Plus d'une fois, des villages entiers ont été ensevelis sous la masse énorme de ces terribles avalanches.

Ce phénomène des avalanches se produit périodiquement, et il se forme alors des couloirs d'avalanches ou chemins par où elles dégringolent ordinairement.

B. — Les glaciers.

Formation des glaciers. — Sous l'action du soleil, la neige qui tombe sur les hauts sommets devient humide et compacte. Étant très abondante, elle s'accumule constamment, les couches récentes comprimant les plus anciennes. Elle se transforme alors en névé. Les masses de névé se solidifient de plus en plus sous leur propre pression, et finissent par s'écouler en fleuves congelés qui sont des glaciers.

L'accumulation de la neige dans des cuvettes, des cirques, des hautes vallées, produit un tassement de la masse neigeuse, une expulsion de l'air qu'elle contient : les rayons solaires aident ce tassement en fondant une mince couche de sa surface et l'eau ainsi formée se regèle dans la profondeur. Tassement, dégel et regel donnent à la masse neigeuse une consistance plus grande, en font une substance plus solidifiée, moitié neige, moitié glace, connue sous le nom de *névé* ou de *firn*. Les névés forment, sur les plateaux élevés et dans les vallées, de véritables champs de neige; parfois ceux-ci remplissent un bassin ou un cirque entouré de montagnes, d'une étendue de 40 Km². La pression augmentant, l'air est presque complètement expulsé : le névé devient de la glace qui ne ressemble pas à celle de nos étangs ou de nos rivières : à cause de la pression et des mouvements qu'elle a subis, elle est veinée, rayée, spongieuse, rubanée de bandes alternatives de bleu et de blanc. Cette glace, suivant la pente, remplit le fond des ravins et des vallées et glisse comme un fleuve.

Classification des glaciers. — On distingue trois espèces de glaciers : les glaciers encaissés, les glaciers suspendus, les glaciers polaires.

Les *glaciers encaissés*, dits aussi glaciers de type alpin, ont pour s'alimenter un champ souvent étendu de névé et ils coulent dans une vallée encaissée, à parois abruptes, suivant une pente plus ou moins forte (Alpes, Himalaya, Montagnes Rocheuses; voir Pl. VII, *a* et *b*). Les *glaciers suspendus*, dits aussi de type pyrénéen ou norvégien, sont étalés sur des versants aux pentes non uniformes (Pyrénées, Norvège; voir Pl. II, *a*). Les

glaciers polaires, dits aussi de type grönlandais, forment une calotte de glace de très grande épaisseur recouvrant crêtes et vallées et se terminent dans la mer ou près de la mer sur une très grande largeur (Grönland).

Répartition géographique des glaciers. — Les glaciers sont surtout un phénomène polaire : le Grönland au nord, le continent antarctique au sud, sont couverts de glace. Cependant, les glaciers se rencontrent sous toutes les latitudes, mais alors à des altitudes élevées.

Le mont Kénia, en Afrique, d'une altitude de 5240 m., ne possède pas moins de quinze glaciers, mais un seul a une longueur qui dépasse un peu $1\frac{1}{2}$ Km., et aucun ne descend plus bas que 4400 m. d'altitude. Les régions les plus renommées par leurs glaciers sont : en Europe, les Alpes, la Norvège, les Pyrénées; en Asie, l'Himalaya; en Océanie, la Nouvelle-Zélande.

Les Alpes en renferment un millier environ, dont trente-quatre dans le massif du Mont-Blanc. Le plus connu est la Mer de Glace qui a une longueur de 12 Km., et le plus grand de tous est le glacier d'Aletsch qui descend des Alpes Bernoises dans la vallée du Rhône : il a 24 Km. de longueur, 2 Km. de large et une épaisseur de plus de 200 m. en certains endroits. — Les glaciers de l'Himalaya, d'où sortent l'Indus et le Gange, sont plus considérables encore : on en connaît plusieurs qui ont plus de 100 Km. de longueur sur 5 Km. de largeur.

Mouvement des glaciers. — Le poids des masses de névé et de glace et la pression qu'elles exercent sur une pente ou dans une vallée, obligent le glacier à couler comme un fleuve : sa masse s'allonge de plus en plus vers le bas en suivant les sinuosités de la vallée, et finalement arrive à l'altitude des climats tempérés; là se trouve l'extrémité inférieure du glacier qui donne toujours naissance à une rivière.

C'est de ces sources intarissables que sortent des fleuves puissants, le Rhin, le Rhône (Pl. VII, *b*), le Gange, etc. Il est à remarquer que les rivières provenant des glaciers ont leur maximum d'eau en été, puisque c'est alors que s'opère dans les montagnes la fonte des neiges et des glaces.

Il semblerait que le glacier ayant rempli le fond de la vallée de sa masse solide, y reste immobile, fondant en partie en été, et augmentant d'épaisseur en hiver, par l'effet du regel. Il n'en est rien : ce fleuve de glace coule comme les autres, mais bien plus lentement. Il est facile de s'en assurer en disposant en ligne droite sur toute la largeur du glacier, une série de jalons, avec des points de repère immobiles sur chaque versant. Au bout d'un certain temps, on constatera que la position des pieux fixés sur le glacier

s'est modifiée et que la ligne droite, en se déplaçant vers l'aval, est transformée en courbe dont le centre est au milieu du glacier (fig. 67). Celui-ci s'est donc avancé vers le bas d'une manière continue. Sa vitesse est plus grande au milieu que sur les bords, à la surface que dans le fond, dans les endroits resserrés que là où il peut s'étaler plus à l'aise. Ce mouvement de descente des glaciers est très variable de vitesse : pour la plupart, il est imperceptible et ne dépasse guère cinq à six mètres par an. Beaucoup de glaciers des Alpes descendent en moyenne de 100 m. annuellement, et l'on cite des

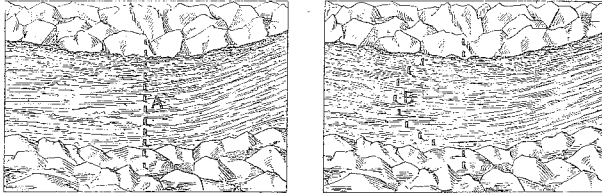


Fig. 67. — Preuve de l'écoulement d'un glacier.

glaciers à pente rapide, comme certaines sections de la Mer de Glace, où la marche vers l'aval a dépassé 200 m. en un an.

Les glaciers descendent à une altitude bien inférieure à celle des neiges persistantes : on en voit qui remplissent le fond de vallées dont les versants sont couverts de forêts ou tapissés de fleurs alpestres. Ils atteignent même parfois, dans leur partie inférieure, la région des pâturages et des cultures ; tels sont : la Mer de Glace et le glacier des Bossons, dans la vallée de Chamonix, et le glacier de Grindelwald, en Suisse, qui s'arrêtent à une altitude de 1000 à 1200 m.

Aspect des glaciers. — L'aspect d'un glacier ne ressemble pas à celui d'un fleuve congelé : il est coupé de nombreuses crevasses ; en certains endroits, sa surface est déchiquetée en séracs, en d'autres, elle est ravinée par de petites vallées où coulent de minces filets d'eau qui se réunissent souvent dans des entonnoirs nommés moulins. La surface du glacier est bombée, plus basse sur les rives qu'au centre, et son extrémité terminale, sa langue, prend souvent une forme étalée et arrondie, d'où sort, par une grande ouverture, une rivière ou un torrent.

Dans son mouvement de descente, la masse du glacier est soumise à des pressions en divers sens, qui y déterminent la formation de profondes

crevasses. Ces fentes occupent parfois toute l'épaisseur du glacier; leur largeur en fait de véritables précipices et l'on en a vu, sur la Mer de Glace, qui s'étendaient sur une longueur de plus de 600 mètres. Lorsque plusieurs crevasses sont très rapprochées et presque parallèles — cela arrive quand le glacier doit franchir une dénivellation assez forte, — la glace qui les sépare s'élève en aiguilles ou arêtes aiguës, souvent d'une belle teinte verte ou bleue : ce sont les séracs.

La fonte du glacier vient aussi en modifier la surface. Sous l'action du Soleil, l'eau qui en provient coule en minces filets sur la glace dans de petites vallées : ceux-ci se réunissent pour former de clairs ruisseaux, qui serpentent et murmurent. Rencontrant alors une anfractuosité de la glace, ils se précipitent dans cet entonnoir, l'arrondissent en y tourbillonnant, et forment ainsi ces trous béants et dangereux connus sous le nom de moulins.

Ces fleuves de glace ont une puissance énorme d'érosion et de transport (voir p. 166).

Variations des glaciers. — Les glaciers ne conservent pas toujours la même longueur, ni la même épaisseur; leur langue avance ou recule suivant la quantité de neige tombée dans leur bassin d'alimentation, suivant les variations de température quand celles-ci sont considérables et longues.

Pendant les périodes glaciaires de la première partie de l'ère quaternaire, d'immenses glaciers couvraient le nord de l'Amérique et la Scandinavie, s'étendant en Europe jusque dans les environs de 62° lat. N.; leur aire d'extension a été déterminée par les modifications qu'ils ont apportées à la topographie, notamment dans le centre de l'Allemagne. — Les variations actuelles sont beaucoup moins grandes : ce sont des oscillations qui, dans ces dernières années, se résument par un certain recul de l'extrémité du glacier. Ces oscillations sont la conséquence des variations qui existent entre, d'une part, l'alimentation par les neiges et, d'autre part, l'ablation par la fonte de la glace.

Glaciers polaires. — Les glaciers polaires sont caractérisés par une masse énorme et très épaisse, recouvrant d'immenses régions d'une calotte de glace qui cache partout la terre.

La calotte glaciaire du Grönland a plus de 2 millions de Km² de superficie; celle de l'Antarctique est évaluée à 14 millions de Km². Ces calottes glaciaires ou inlandsis se terminent à la mer ou très près de la mer par des falaises de glace très élevées.

Dans les régions polaires, il faut distinguer entre la glace d'origine marine et la glace d'eau douce. Cette dernière forme les glaciers et les icebergs; la première produit des banquises (voir Pl. VII, c) ou surfaces marines gelées

formant barrière; des icefloes ou banquises fragmentées par la débâcle, dites aussi glaces de dérive; des hummocks ou monticules de glace; des toross ou entassements de débris; le pack ou mer gelée (équivalent de banquise); l'icefield ou champs glacés; des blocs paléocrystiques ou glace de formation ancienne.

Icebergs. Ce sont des blocs énormes de glace d'eau douce provenant des glaciers qui recouvrent les terres polaires. Le glacier polaire coule comme le glacier alpin, mais son extrémité terminale arrive dans la mer; son inclinaison devient nulle lorsque la mer la supporte, et ce passage de l'obliquité à l'horizontalité produit des cassures; des fragments se détachent et

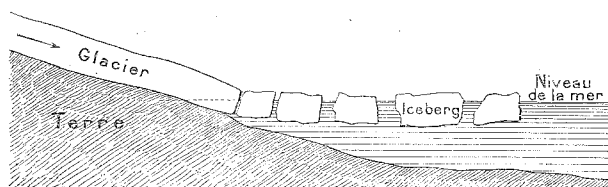


Fig. 68. — Formation d'icebergs.

vont à la dérive (fig. 68). Ils apparaissent comme des rochers de marbre blanc, aux parois étincelantes, ou plutôt comme de fantastiques villes flottantes, aux remparts dentelés, ou encore comme des vaisseaux fantômes, tout blancs, aux mille chandelles de glace pendant des vergues et des cordages. Leur masse, qui s'élève parfois jusqu'à 50 ou 100 mètres au-dessus des flots, est encore bien plus considérable en dessous, car il n'y a guère que le dixième de l'iceberg qui émerge. Le choc des icebergs est d'autant plus à craindre pour les navires que, en approchant des régions tempérées, ces montagnes de glace fondent en partie et produisent des brouillards qui les dérobent à la vue. Enfin, la partie submergée étant constamment battue, rongée et fondue par les eaux plus chaudes de l'Océan, le centre de gravité de la masse entière se déplace : l'équilibre étant rompu, l'iceberg se renverse brusquement, souvent en se disloquant, et l'on a vu des navires engloutis sous cette énorme avalanche de glaces.

C. — Action des glaciers sur le modelé terrestre.

Action destructive. — L'action destructive de la neige est presque nulle, car un mètre cube de neige ne pèse que 90 kilogrammes en moyenne; la neige aide à la désagrégation des cimes et des versants des montagnes lorsqu'elle dégringole en

avalanche. Celle du névé est déjà d'une certaine importance, car un mètre cube de névé pèse environ 530 kilogrammes. Celle des glaciers est considérable : le poids d'un mètre cube de glace dépasse 900 kilogrammes. Les glaciers étant en réalité des fleuves d'un poids énorme coulant lentement dans des vallées, burinent, rabotent et érodent le fond et les rives de leur lit; transportent, vers leur extrémité, les débris qui tombent à leur surface et le produit de leur travail d'érosion sur le fond et les parois de leur vallée.

Les mouvements des glaciers ont naturellement pour résultat de polir les roches sur lesquelles ils se produisent. La glace, mêlée au sable et au gravier, érode le fond de la vallée par un frottement continu. Les deux parois, si dures qu'elles soient, sont usées, striées de mille façons, creusées de cannelures; les aspérités sont adoucies; ce qui donne aux roches un aspect moutonné et à la vallée la forme d'une auge, un profil en U. Si le glacier vient alors à disparaître, ce poli remarquable des rochers qui l'enserraient révélera, encore après des milliers d'années, la hauteur qu'il atteignait jadis. C'est ce que l'on voit notamment en Suisse, dans un grand nombre de vallées; l'une des plus remarquables est celle de la Reuss supérieure, près d'Andermatt.

Les régions longtemps occupées par les glaciers, tels le Canada et la Finlande, présentent un modelé d'un type particulier, caractérisé par un relief peu accentué, de nombreux lacs d'étendue relativement petite, et des roches moutonnées en quantité.

Surcreusement glaciaire. Ce surcreusement existe quand le fond de la vallée principale a été abaissé par l'action érosive d'un glacier disparu tandis que le talweg des vallées secondaires est resté à son ancien niveau : les rivières de ces vallées secondaires dégringolent par des cascades, des rapides ou des gorges profondes, de leur vallée, dite suspendue, dans la vallée principale surcreusée (vallée de Grésivaudan en amont de Grenoble). Ce surcreusement peut produire des cuvettes là où l'érosion a été plus active, cuvettes où dorment parfois des lacs glaciaires, quand la rivière n'a pas assez profondément creusé son lit à travers le verrou glaciaire ou bloc de roche qui termine la cuvette vers l'aval.

Cirque glaciaire. C'est une forme de relief assez fréquente dans les régions montagneuses dont le modelé a été façonné par les glaciers : grand amphithéâtre en forme de cuvette ou de niche, creusé au flanc d'une montagne, entre des parois presque verticales, un fond presque plat, et terminé par un seuil au delà duquel se sont entassés des éboulis (voir Pl. III, a).

Fjords. Ces golfes profonds, étroits, à parois très élevées, caractéristiques de la côte occidentale de Norvège surtout, sont des vallées glaciaires

surcreusées, dans lesquelles débouchent des vallées secondaires suspendues et dégringolent en cascades des rivières, et dont une partie a été envahie par la mer (voir pp. 110, 130 et Pl. IV, c).

Action reconstructive. — Les matériaux meubles charriés par les glaciers et provenant soit de leur travail d'érosion, soit des éboulements qui se produisent sur leurs rives, sont, à un moment donné, déposés ou abandonnés par eux. L'accumulation de ces matériaux forme des moraines (moraines marginales, médianes, frontales), et des amas de cailloutis glaciaires.

Moraines. En descendant des hauteurs, les glaciers entraînent avec eux des sables, des graviers, des morceaux de roches. Ils dégradent la base des montagnes : celles-ci, minées par cette érosion continue, laissent tomber sur les rives de glace des fragments et des blocs de pierres : ces détritiques roulés sur le glacier sont transformés par lui en longs alignements connus sous le nom de moraines. Tout glacier porte donc une moraine sur chacun de ses bords : ce sont les moraines latérales ou marginales. S'il vient à rencontrer un autre glacier pour former un fleuve unique de glace, deux de leurs quatre moraines latérales se réunissent en une seule que l'on nomme



Fig. 69. — Moraines.

moraine médiane. D'autres affluents amènent de nouvelles moraines médianes, qui s'allongent en lignes distinctes, comme sur le glacier d'Aletsch (fig. 69). Elles finissent souvent par se mêler et se répandre vers le bas du glacier en une masse confuse de débris rocheux et de matériaux quelquefois de grandes dimensions : c'est ce que l'on nomme moraine frontale ou terminale, de forme courbe, à pente intérieure plus raide que vers l'extérieur, qui, servant quelquefois de barrage, maintient alors en amont les eaux dans un lac dit *lac glaciaire* (voir p. 139).

Blocs erratiques. D'énormes quartiers de roche ont pu être transportés, par les glaciers, à de grandes distances de leur point d'origine : des blocs de rochers arrachés aux flancs des Alpes furent transportés à des centaines de lieues, et se déposèrent, à la fonte des glaciers, en divers pays : ce sont des blocs erratiques.

Cailloutis glaciaires. Ils proviennent non de moraines dont les éléments ont conservé leurs angles, mais des matériaux nombreux qui ont pu traverser la glace, atteindre le fond du glacier et former, avec les produits de l'érosion et les moraines internes, ce que l'on a appelé la moraine de fond : pressés entre le glacier et le fond, roulés, broyés, ces matériaux se réduisent en cailloux, en gravier, en boues. Le glacier les dépose à son extrémité : ce sont des buttes ou de petites collines; le plus souvent, la rivière qui sort du glacier, torrent sous-glaciaire, les transporte au loin sous forme de digues ou leur enlève leurs éléments les plus fins.

Une région où se rencontrent ces créations des glaciers (moraines et cailloutis) aura un aspect particulier dénommé paysage morainique.

D. — L'atmosphère.

I. — L'AIR.

Composition. — La Terre est enveloppée de toutes parts d'une couche d'air, qu'on nomme l'atmosphère vapeurs).

L'air atmosphérique est un mélange d'oxygène 21 %, d'azote 79 %, avec des quantités variables de vapeur d'eau et d'acide carbonique, et des traces de gaz simples.

L'exploration de l'atmosphère se fait : 1° par des observatoires établis sur des montagnes élevées, tels ceux du Mont-Blanc (4.365 m.), celui du pic du Midi de Bigorre (2.877 m.; voir Pl. III, *a*), celui de l'Etna (3.280 m.); 2° par des ascensions en ballons; 3° par des ballons-sondes; 4° par des cerfs-volants. Ces trois derniers moyens ont permis l'étude des couches supérieures de l'atmosphère jusqu'à près de 49 kilomètres au-dessus du sol. Les stations établies sur la Tour Eiffel à différentes hauteurs ont rendu possible la comparaison des variations de température à un même moment et au même endroit, mais à des altitudes différentes.

Epaisseur. — L'épaisseur de cette couche atmosphérique, ou sa hauteur au-dessus du sol, est évaluée par les météorologistes à environ 150 kilomètres.

Plus on s'élève dans l'atmosphère et plus l'air devient moins dense; de sorte que, à 50 kilomètres au-dessus de la surface terrestre, il y a encore de l'air identique à celui que nous respirons, mais il est sous une pression excessivement faible.

Pesanteur. — L'air est pesant : sa pression, au niveau de la mer, par 45° de latitude, est égale à celle d'une colonne de mercure de 760 millimètres ou d'une colonne d'eau de 10 m. 33.

On mesure la pression de l'air au moyen du baromètre. Cette pression varie avec l'altitude (le baromètre descend d'un millimètre chaque fois qu'on s'élève de 13 mètres environ), la température, l'état hygrométrique (degré d'humidité), les vents, etc.

Les isobares. — Si l'on trace, sur une carte, des lignes rejoignant tous les endroits où l'on a observé, à un même moment, la même pression barométrique, après réduction au niveau de la mer et à la latitude de 45°, ces lignes sont appelées courbes isobares ou d'égalé pression barométrique.

On a établi ainsi des cartes signalant les isobares à un moment donné (par exemple le 16 juillet à midi), les isobares moyennes diurnes, moyennes mensuelles, et moyennes annuelles. — Les cartes signalant les isobares annuelles montrent une ceinture de pressions sensiblement égales à 760 mm. tout le long de l'équateur et dans les environs de 40° lat. S.; des zones de dépression (754 mm.) dans le Pacifique Nord, dans l'Atlantique Nord et au sud de 40° lat. S.; des zones de hautes pressions (764 à 766 mm.) entre l'Espagne et la Floride, entre les îles Hawaï et San Francisco, entre la Polynésie et le Pérou, à l'ouest de la Colonie du Cap, entre le Cap et l'Australie, en Sibérie.

Température de l'air. — Les deux agents de cette température sont l'énergie solaire et le rayonnement. L'influence de la chaleur interne de la Terre et de celle émise par les astres n'est pas appréciable.

Les rayons solaires apportent à la Terre une quantité de chaleur énorme, mais toute cette chaleur n'arrive pas jusqu'au sol : l'air en retient une partie, d'autant plus grande qu'il est plus chargé d'humidité et que les rayons solaires tombent plus obliquement sur la surface du globe, d'autant moindre qu'il est plus sec et les rayons solaires moins obliques. Le sol, plus ou moins échauffé pendant le jour (insolation), suivant la latitude, les saisons et la transparence de l'air, augmente alors plus ou moins la chaleur des couches inférieures de l'atmosphère : on a constaté, dans le Sahara, que la surface du sol atteint parfois 80°. — La quantité exacte de chaleur reçue en un endroit et à un moment donné est déterminée au moyen de l'actinomètre.

Le refroidissement de l'air, pendant la nuit, est dû au rayonnement (déperdition de la chaleur), dont l'intensité est d'autant plus grande que l'air est plus transparent et moins humide.

Le climat : ses éléments. — L'atmosphère est le siège de nombreux phénomènes ou *météores* qui se divisent en météores

aériens, comme le vent; en météores aqueux, comme la pluie; en météores lumineux, comme la foudre.

L'étude détaillée de ces phénomènes constitue la météorologie.

Certains météores, comme la pluie et le vent, ont une influence capitale sur le *climat* d'une contrée : on appelle ainsi l'ensemble des caractères généraux que présente l'atmosphère dans cette contrée. Ils tiennent à trois conditions principales, qui se combinent entre elles de mille manières et qui constituent les éléments les plus importants du climat; ce sont : la chaleur de l'air ou sa température; l'humidité de l'air ou les précipitations atmosphériques; les mouvements de l'air ou la circulation atmosphérique.

Le climat d'un pays est donc l'état habituel et moyen de sa température, c'est-à-dire le degré de chaleur et de froid, d'humidité et de sécheresse, ainsi que le régime des vents propres à ce pays. C'est un ensemble de phénomènes qui sont liés les uns aux autres; cet ensemble donne à chaque région du globe des caractéristiques particulières qui se reflètent surtout dans la végétation.

II. — TEMPÉRATURE.

Ses variations à la surface des terres. — La chaleur solaire n'est pas uniformément répartie sur la surface des terres : elle varie d'un pays à l'autre, et, dans une même localité, d'une

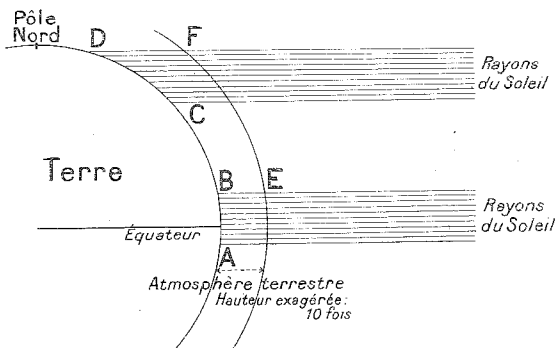


Fig. 70. — Action des rayons caloriques du Soleil à des latitudes diverses.

saison à la suivante, du jour au lendemain. Les diverses causes qui influent sur la température d'une contrée sont :

1° *La latitude.* La chaleur va en diminuant graduellement à

mesure qu'on s'éloigne de la zone torride, c'est-à-dire à mesure que la latitude augmente.

Tous les endroits de la Terre jouissent, en un an, du même nombre d'heures de jour et de nuit, mais alors qu'entre les tropiques, les rayons du Soleil sont perpendiculaires ou presque perpendiculaires pendant toute l'année sur la surface terrestre, plus on s'éloigne des tropiques vers les pôles, plus l'obliquité des rayons solaires va en augmentant et moins grande est la quantité de chaleur reçue par la surface terrestre. — La figure 70 signale deux séries de rayons solaires de même importance frappant une région équatoriale en **AB** et une région de haute latitude en **CD**. La quantité de chaleur émise par le soleil vers **AB** est la même que celle émise vers **CD**, mais la surface **CD** est plus grande que celle de **AB**; donc chaque point de **CD** recevra une quantité de chaleur moindre que chaque point de **AB**. D'autre part, la distance **EB** étant beaucoup plus courte que la distance **FB**, la perte de chaleur dans la traversée de l'atmosphère est plus petite sous l'équateur qu'au nord. On a calculé que le pôle reçoit en un an autant de chaleur qu'un point sur l'équateur pendant 151 jours.

2° *L'altitude*. La chaleur va en diminuant graduellement à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, c'est-à-dire que l'altitude augmente.

Les ascensions aérostatiques et la présence sur les hautes montagnes, de neiges et de glaciers, prouvent que, en moyenne, le thermomètre baisse d'un degré par environ 140 m. d'élévation (par 100 m. lorsque l'air est très sec; par 130 lorsqu'il contient de la vapeur d'eau; par 150 m. lorsqu'il est saturé d'eau). — Cette diminution de la température est due : 1° à ce que l'air est en général peu échauffé par l'action directe des rayons caloriques solaires, et qu'il reçoit une grande partie de sa chaleur de la terre qui est plus rapidement chauffée; 2° à ce que, dans les régions d'altitude élevée, l'air étant plus pur, plus raréfié, plus sec et moins dense, la déperdition de la chaleur dans l'espace (rayonnement) est plus rapide qu'à des niveaux moins élevés. On a constaté cependant qu'à des altitudes de plus de 40 kilomètres, la décroissance de la température devient moindre.

3° *Le moment*. Toutes conditions égales d'ailleurs, il fait plus froid la nuit (à cause du rayonnement) que le jour, l'hiver (à cause de l'obliquité des rayons solaires et de la diminution de longueur des jours) que l'été.

Le maximum de chaleur, dans nos régions, se produit, dans la journée, vers deux heures de relevée, et, dans l'année, en juillet; le maximum de

froid, vers la fin de la nuit et au mois de janvier. Il est à noter que les variations diurnes (du jour à la nuit) du thermomètre sont beaucoup plus grandes dans la zone tropicale que dans les zones tempérées et glaciales.

4° *Le voisinage et la disposition des montagnes.*

Sur le littoral de la Méditerranée, le printemps éternel des plages de Nice, Cannes et Monaco, est dû aux Alpes, qui arrêtent les vents du Nord et renvoient, par réflexion, la chaleur des rayons solaires sur la côte. Dans la Russie méridionale et la Roumanie, il règne souvent un froid intense causé par les vents glacés de Sibérie qu'aucun obstacle ne vient arrêter dans la grande plaine russe.

5° *Le voisinage de la mer et les courants marins.*

La mer, plus lente à s'échauffer que les terres, plus lente aussi à se refroidir, donne aux régions côtières un climat plus régulier et plus uniforme; les courants marins réchauffent ou refroidissent les côtes et les pays qu'ils viennent effleurer dans leur marche (voir p. 128).

6° *Le voisinage des grandes forêts.*

Les massifs forestiers ont la même action modératrice que la mer; ils ont une température moyenne plus basse que les régions environnantes et ils augmentent les précipitations atmosphériques.

7° *La présence de grandes quantités d'eau.*

Que ces eaux soient stagnantes (étangs, lacs, marais) ou qu'elles soient courantes (rivières, fleuves), elles refroidissent l'atmosphère par une évaporation continuelle.

8° *La direction des vents dominants.*

Les vents dominants répandent sur une contrée la chaleur ou le froid des régions d'où ils viennent.

Ses variations comparées sur terre et sur mer. — Si l'on compare la température de l'air au-dessus des terres avec sa température au-dessus des océans, on constate : 1° que la température au-dessus des eaux est plus élevée la nuit et en hiver, plus basse le jour et en été; 2° que la température moyenne de l'année est plus élevée sur mer dans les latitudes élevées, et plus élevée sur terre dans les latitudes basses.

Répartition théorique de la température. En faisant abstraction de toutes les causes locales de variation de la température, celle-ci devrait normalement être répartie comme suit :

Degrés de latitude	0	40	20	30	40	30	60	70	80
Température sur terre.	34,6	33,5	30,0	24,1	15,7	5,0	-7,7	-19,0	-24,9
Température sur mer.	26,1	25,3	22,7	18,8	13,4	7,1	0,3	-5,2	-8,2

Les différences entre ces températures, très grandes à l'équateur, vont en diminuant avec la latitude et deviennent nulles vers le 45° ; à partir de là, la température au-dessus des mers est relativement plus élevée que celle au-dessus des terres.

Répartition vraie de la température. Cette répartition théorique ne se vérifie que dans ses grandes lignes ; en fait, elle est influencée par des causes dont les principales ont été signalées déjà. Les différences les plus importantes entre la répartition théorique et la répartition vraie sont : 1° que dans les zones tempérée et froide septentrionales, la température s'élève considérablement au-dessus de celle que devrait donner la latitude ; 2° que les côtes occidentales dans les latitudes élevées sont plus chaudes que les côtes orientales, tandis que, dans les latitudes basses, les premières sont plus froides que les secondes.

Climats. — De la prédominance de l'une ou de l'autre des diverses causes modificatrices de la température, résultent deux sortes de climats principaux : les *climats maritimes*, dits aussi marins ou réguliers ; les *climats continentaux*, dits aussi extrêmes ou excessifs.

Les *climats maritimes* doivent à l'action de la mer une température plus régulière et plus constante : dans les contrées où ils règnent, il fait moins froid en hiver et moins chaud en été.

Les îles et les régions côtières de l'Europe N.-W. jouissent de ce climat, encore adouci par l'influence du courant chaud, le Gulfstream : c'est ainsi qu'en Irlande et aux Shetland, on cultive en pleine terre des plantes qui, en France, demanderaient la serre. La différence entre les moyennes thermométriques de juillet et celles de janvier n'excède pas 10°.

Les *climats continentaux* ont pour caractère principal l'excès de froid et de chaud dans le courant d'une année : froid rigoureux en hiver ; chaleur souvent suffocante en été.

La Russie, le plateau central d'Asie appartiennent aux climats continentaux. La différence thermométrique entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid dépasse 20°.

Températures moyennes et températures extrêmes. —

La température se mesure au moyen du thermomètre placé sous abri, à 1 m. 50 du sol, ou au moyen du thermomètre fronde. La température moyenne d'une localité est la moyenne des hauteurs thermométriques observées pendant un certain nombre d'années. Les températures extrêmes d'une localité sont la plus haute et la plus basse des températures observées.

La température moyenne d'un jour, d'un mois ou d'une année, est la moyenne des hauteurs observées d'heure en heure, de jour en jour ou de mois en mois pendant cette période. — On a estimé la température moyenne de l'air à la surface du globe à 15°, mais la moyenne de l'hémisphère boréal est de 2° environ plus élevée que celle de l'hémisphère austral, à cause de l'ellipticité de l'orbite terrestre (voir p. 177). — Les plus fortes chaleurs (de 55° à 63°) ont été observées dans les déserts riverains de la mer Rouge, dans les Antilles et dans l'Hindoustan. — Les froids les plus intenses (de — 50° à — 63°) ont été marqués au N. de la Sibérie et dans les terres polaires au N. de l'Amérique. — A Verchojansk, en Sibérie, le thermomètre a accusé + 31° à l'ombre en été et — 69° en hiver, donc un écart de 100 degrés.

Isothermes. — On appelle lignes isothermes, ou d'égale chaleur, celles qui, sur une carte géographique, relient entre elles toutes les localités qui ont la même température moyenne pendant une période donnée.

Cette période est souvent une année, mais, comme les modifications saisonnières de la température sont en général plus importantes que les annuelles, les atlas donnent de préférence des cartes signalant les isothermes de janvier et de juillet, ou bien des cartes signalant les courbes isothermes (isothermes moyens de l'été) et les courbes isochimènes (isothermes moyens de l'hiver).

L'allure des isothermes doit être étudiée sur des cartes spéciales, mais il faut noter que toutes les températures sont réduites au niveau de la mer, de telle sorte que les modifications produites par l'altitude disparaissent. Si donc on veut, au moyen d'une carte d'isothermes, déterminer la température moyenne d'un lieu, il faut soustraire de la température signalée par la carte autant de degrés qu'il y a de fois 140 dans le nombre de mètres d'altitude de cet endroit. Ce chiffre de 140 est une moyenne, car la hauteur

correspondant à un abaissement de température d'un degré varie suivant le degré d'humidité de l'air. D'autre part, il se peut, mais seulement par suite de perturbations atmosphériques, que la température ne décroisse guère quand l'altitude augmente; en outre, lorsque la déperdition de chaleur du sol par rayonnement est intense, elle peut produire, dans les couches inférieures de l'atmosphère, une inversion de la température, c'est-à-dire que les couches inférieures sont plus froides que les couches immédiatement supérieures, phénomène constaté dans certaines vallées des Alpes.

A cause des influences diverses signalées précédemment, les lignes isothermes dévient parfois considérablement de la direction des parallèles; l'écart le plus important est dû à l'action du Gulfstream et à la prépondérance des terres dans l'hémisphère nord; l'isotherme de 0° de température moyenne passe par Québec et par le cap Nord, dont les latitudes diffèrent de plus de 20°.

L'*isotherme annuel de 0°* passe, dans l'hémisphère boréal, par la presqu'île d'Alaska, le Labrador, la côte sud-orientale du Grønland, la mer Blanche, Tomsk, le lac Baïkal, le nord de Sakhaline, le sud du Kamtschatka; dans les deux continents, elle s'écarte beaucoup au sud du cercle polaire, mais entre le Grønland et la Norvège, elle le dépasse considérablement au nord (effet du Gulfstream). Dans l'hémisphère austral, l'isotherme de 0° ne traverse que des océans et suit presque parallèlement, et à peu de distance, le cercle polaire antarctique.

L'*Équateur thermique* est la suite des points qui, sur chaque méridien, ont la plus forte température moyenne annuelle; il est, presque partout, au nord de l'équateur géographique. Il passe par Panama et les Petites Antilles, où règne une température moyenne de 27°2; puis il coupe l'Afrique, du golfe de Guinée au golfe d'Aden, où la température moyenne est de 31°; il traverse ensuite l'Hindoustan méridional, longe au N. les îles de la Sonde, et rejoint le continent américain à travers le Pacifique.

Les *pôles de froid* du globe sont les points où l'on a observé la plus basse température moyenne annuelle. Ils ne coïncident pas avec les pôles géographiques; ce sont : dans l'Ancien Monde, Verchojansk, non loin d'Irkoustk, en Sibérie, et dans le Nouveau Continent, un point des terres arctiques situé à l'ouest de la Terre de Grinnel, au nord de l'Amérique. On n'a pas encore pu déterminer avec précision le ou les pôles du froid de l'hémisphère austral.

Zones climatiques. — Les tropiques et les cercles polaires divisent théoriquement la surface du globe en cinq zones : une torride, deux tempérées et deux glaciales. Mais, en fait, les

limites des zones climatiques sont données par les lignes isothermiques; on a alors :

1° Les pays chauds, ou zone torride, entre les deux isothermes moyens annuels de $+ 20^{\circ}$ (limite des palmiers), au nord et au sud de l'équateur thermique;

2° Les pays tempérés, ou zones tempérées, au nord et au sud de la zone torride jusqu'à l'isotherme moyen d'été de $+ 40^{\circ}$ (limite des arbres et de la culture des céréales);

3° Les pays froids, ou zones glaciales, comprenant le reste de la surface terrestre, aux environs des pôles.

Ces zones climatiques serviront de base à l'étude de la répartition géographique des principales associations végétales (voir pp. 197-200); elles seront ci-après subdivisées et mieux caractérisées, en tenant compte non seulement de la température, mais encore du régime pluviométrique (voir pp. 179-182, Répartition géographique et Régimes des pluies).

En divisant les deux hémisphères en zones par les isothermes moyens annuels de 5 en 5 degrés, on aurait, en partant de l'équateur thermique, les climats suivants : brûlant (30° à 25°), très chaud (25° à 20°), chaud (20° à 15°), tempéré (15° à 10°), presque froid (10° à 5°), froid (5° à 0°), glacial (sous 0°).

Au point de vue géographique, c'est-à-dire en déterminant les régions de la surface terrestre qui possèdent un climat plus ou moins semblable, on arrive à délimiter des provinces climatiques : on en a proposé trente-cinq dont vingt-et-une dans l'Ancien Continent et l'Océanie, douze dans le Nouveau Continent et deux dans les régions polaires; mais, pour les établir, il a été tenu compte de la température et des autres facteurs du climat. L'Europe, par exemple, se diviserait en deux provinces climatiques : 1° la province occidentale européenne, avec une température d'hiver douce, sous l'influence des vents d'ouest et des courants marins de l'Atlantique; différence annuelle des températures, moins de 15° ; précipitations atmosphériques copieuses avec répartition assez régulière dans toutes les saisons; 2° la province orientale européenne, avec un climat qui est déjà continental; les plaines étant nombreuses, la variation de la température dépend surtout de la latitude, mais aussi de la longitude, parce que le climat devient plus continental à mesure qu'on va vers l'est; les précipitations atmosphériques sont moindres que dans la province occidentale et diminuent vers le S.-E.; en été, des maxima de chaleur très élevés.

Saisons. — Les grandes zones du globe se distinguent non seulement par leurs climats, mais encore par leurs saisons. Celles-ci sont, dans les régions tempérées, au nombre de quatre,

dont deux, le printemps et l'automne, servent de transition entre les froids de l'hiver et les chaleurs de l'été; dans les régions torrides, de deux espèces, sèche et pluvieuse; dans les régions polaires, au nombre de deux : un été très court, un hiver très long. Il est à remarquer que dans l'hémisphère austral, à l'opposé de ce qui se passe dans nos contrées, l'été commence en décembre, l'hiver en juin, le printemps en septembre et l'automne en mars. Il faut noter aussi que la température moyenne de l'hémisphère boréal est d'environ 2° plus élevée que celle de l'hémisphère austral.

Au solstice d'hiver (21 décembre), la Terre est plus rapprochée du Soleil qu'au solstice d'été (21 juin; à la première date, elle est presque au périhélie; à la seconde, presque à l'aphélie). Dans l'hémisphère nord, l'hiver sera moins rigoureux que dans l'hémisphère sud, puisque, dans ce dernier hémisphère, le solstice du 21 juin concorde presque avec le moment où la Terre est le plus éloignée du Soleil (aphélie); de même dans l'hémisphère boréal, l'été sera moins chaud que dans l'hémisphère sud, puisque dans cet hémisphère sud, le solstice du 21 décembre coïncide presque avec le moment où la Terre est le plus rapprochée du Soleil (périhélie). L'ellipticité de l'orbite terrestre a pour conséquence que les climats de l'hémisphère boréal sont un peu plus doux que les climats de l'hémisphère austral. — Cependant, il est certain que les deux hémisphères reçoivent l'un et l'autre la même quantité de chaleur en une année. Mais dans l'hémisphère nord, l'été dure 93 jours, tandis qu'il ne dure que 89 jours dans l'hémisphère sud. Cette différence de longueur d'une même saison dans les deux hémisphères, est due, en partie, au phénomène dit précession des équinoxes (voir p. 34).

Les régions polaires, où le Soleil n'arrive que par des rayons obliques, ont un hiver long et rigoureux, suivi d'un été court et chaud. Dans les régions intertropicales, où le Soleil, élevé sur l'horizon, darde ses rayons verticalement ou peu s'en faut, il n'y a pas de saison froide et la température réelle est toujours très proche de la température moyenne. Là, ce sont les pluies qui caractérisent les saisons : il y a une ou deux saisons pluvieuses, généralement courtes, marquées par des averses torrentielles dont il a été indiqué plus haut les conséquences sur le régime des fleuves; et une ou deux saisons sèches, pendant lesquelles règnent des chaleurs insupportables (voir p. 179, Répartition des pluies).

Les fortes chaleurs de la saison d'été, dans les zones tempérées, sont dues à deux causes principales : 1° la direction perpendiculaire des rayons solaires, qui tombent alors d'aplomb, ou peu s'en faut, sur l'un des hémisphères du globe (maximum d'intensité calorifique); 2° la longueur des jours, qui permet au Soleil d'échauffer le sol pendant plus longtemps

(maximum de durée d'exposition solaire), le refroidissement causé par les nuits étant d'ailleurs de courte durée. — La direction oblique des rayons solaires — minimum d'intensité calorifique — et la longueur des nuits — minimum de durée d'exposition solaire — amènent, d'une manière analogue, les froids rigoureux de l'hiver. — Il faut, du reste, remarquer que les chaleurs les plus fortes de l'année, comme les froids les plus intenses, ne coïncident pas, dans les zones tempérées, avec le solstice d'été et le solstice d'hiver : ils se produisent ordinairement après ces deux époques, parce que la Terre ne s'échauffe et ne se refroidit que progressivement.

III. — PRÉCIPITATIONS ATMOSPHÉRIQUES. PLUIES ET NEIGES.

Humidité de l'atmosphère. — Il y a, à la surface des continents et des mers, une évaporation constante produite par les rayons caloriques du Soleil. La vapeur d'eau qui provient de cette évaporation, et aussi des arbres et des plantes, flotte dans l'atmosphère, surtout dans les couches inférieures, car elle est totalement absente au delà de 8.000 mètres d'altitude. Les vents la répartissent sur le globe.

On mesure le degré de l'humidité de l'air à l'aide de l'hygromètre. — L'intensité de l'évaporation est en rapport avec les conditions du climat : degré d'humidité préexistant, rapidité et direction du vent, quantité de chaleur solaire, degré de sécheresse du sol et de l'atmosphère; elle est donc plus grande en été qu'en hiver, dans les régions équatoriales que dans les régions tempérées, dans les régions bien arrosées que dans les déserts.

Nuages et brouillards. — Si la vapeur d'eau vient à se condenser par le refroidissement de l'air (causé par le rayonnement, par les vents, par les glaciers) ou par détente (changement d'altitude imposé par la rencontre de montagnes), elle forme des nuages et des brouillards.

Un nuage est de la vapeur d'eau condensée, observée de loin; le brouillard est un nuage vu de près; tous deux sont composés de fines gouttelettes d'eau qui, à cause de leur faible poids, tombent très lentement ou sont emportées par le vent; les nuages semblent flotter dans l'air. — Un nuage ne reste pas longtemps identique à lui-même : les fines gouttelettes, en tombant, rencontrent le plus souvent des couches d'air plus chaudes et se résolvent alors en vapeur d'eau qui de nouveau s'élève pour se condenser encore dans des régions plus élevées.

Classification des nuages et des brouillards. — Les types principaux de nuages sont : 1° les *cumulus*, nuages blancs, considérables, aux formes arrondies; 2° les *cirrus*, nuages blancs de peu de volume, en forme de queues de chat ou d'aspect pommelé; 3° les *stratus*, nuages gris en lignes parallèles à l'horizon; 4° les *nimbus*, nuages sombres et flottant bas. — Les types de brouillards sont le brouillard proprement dit et la brume ou brouillard sur mer.

Nébulosité. — On donne le nom de degré de nébulosité à la fraction signalant quelle partie du ciel est couverte de nuages à un moment donné. Les différences peuvent être considérables : ainsi Biskra a en moyenne par année 264 jours sans nuages, tandis que Berlin n'en a que 30.

Cette fraction s'apprécie de 0 à 10, 0 étant un ciel bleu sans aucun nuage, 10 un ciel tout couvert de nuages. On remplace souvent le degré de nébulosité par la *fraction d'insolation* qui est le rapport existant entre le temps pendant lequel le Soleil éclaire un endroit et le temps pendant lequel il aurait été visible s'il n'y eût eu aucun nuage. Cette fraction d'insolation est déterminée à l'aide de l'héliographe, et les lignes qui, sur une carte, relient les points qui ont joui du même degré de nébulosité à une époque donnée, sont dites courbes isonèphes.

La pluie. — Si les fines gouttelettes d'un nuage viennent à se réunir, les gouttes ainsi formées, plus volumineuses et plus lourdes, tombent aussi plus rapidement et atteignent le sol. Suivant le degré de refroidissement de ces gouttelettes ou gouttes d'eau, le nuage se résout en *pluie*, en *neige* (condensation progressive) ou en *grêle* (condensation brusque).

Si la vapeur d'eau des couches inférieures de l'atmosphère se condense sur les herbes des prairies par suite d'un refroidissement du sol, elle donne naissance à la *rosée* (si la température reste au-dessus de 0°), ou à la *gelée blanche* (si le sol est refroidi à moins de 0°); si cette vapeur d'eau se solidifie en cristaux de glace qui s'attachent aux arbres, c'est le *givre*; et si de la pluie très fine tombe sur un sol très refroidi, il se forme du *verglas*.

Répartition géographique des pluies. — Les pluies, comme la chaleur, sont très inégalement réparties sur la surface du globe. Le Soleil étant l'agent principal de l'évaporation, les

pluies les plus fortes se produisent dans les pays les plus chauds situés dans le voisinage de la mer. Les vents répartissent la vapeur d'eau et par conséquent aussi la pluie : les vents marins sont plus humides que les vents continentaux ; des vents soufflant de régions chaudes vers des régions froides sont en général producteurs de pluie, tandis que ceux venant de régions froides vers des régions plus chaudes sont relativement secs, le changement de température les éloignant alors de l'état de saturation qui facilite la condensation de la vapeur d'eau. La répartition des pluies a une très grande importance en géographie biologique et en géographie humaine, comme nous le verrons plus tard ; elle permet une subdivision des zones climatiques données précédemment.

La quantité d'eau tombée — elle se mesure au moyen du pluviomètre — diminue avec la latitude, et elle décroît progressivement de l'équateur aux pôles, si l'on fait abstraction des régimes spéciaux dus à des conditions de relief ou de situation : à l'équateur, elle est en moyenne de 2,5 mètres de hauteur par an ; dans nos contrées, de 80 centimètres ; dans les régions polaires, de 25 centimètres seulement. Elle décroît de même des bords de la mer à l'intérieur des continents, et des saisons chaudes aux saisons froides.

Le nombre de jours de pluie, très grand dans les régions équatoriales, diminue assez considérablement à mesure qu'on se rapproche des tropiques, pour augmenter surtout dans les régions tempérées, mais ici la durée et l'intensité des pluies sont moindres.

Régime des pluies régulières. — Les régions équatoriales, aux environs de l'équateur thermique, ont des pluies presque quotidiennes : dans la matinée, en général, le ciel est clair, mais bientôt des nuages se forment, et l'après-midi des orages éclatent et des averses diluviennes tombent (*climat équatorial*).

A Singapour, par $1\frac{1}{4}^{\circ}$ lat. N., la quantité annuelle d'eau dépasse 2 mètres et les pluies se répartissent également sur tous les mois de l'année, ou peu s'en faut ; en hiver, 27 % des pluies de l'année ; au printemps, 22 % ; en été, 24 % ; en automne, 27 %. A Sumatra, par $2\frac{1}{4}^{\circ}$ lat. N., respectivement 24, 25, 22 et 31 %.

Régime des pluies périodiques : deux saisons pluvieuses. — La chaleur torride des régions intertropicales produit une évaporation très abondante, et donne lieu à des pluies torrentielles dont l'intensité est grande en deux périodes pendant

lesquelles le Soleil passe au zénith, durant l'une trois mois environ, l'autre deux mois environ. Ces deux saisons de pluies sont séparées par des saisons sèches d'inégale durée (*climat tropical à deux saisons pluvieuses*).

Durant les saisons pluvieuses, la pluie tombe avec une violence dont les plus fortes averses de nos climats ne peuvent donner aucune idée : elle fait déborder les fleuves et les rivières, augmente la surface des lacs et des étangs en inondant au loin les terres qui entourent leurs rives.

Sur le Congo inférieur, par $5^{\circ}\frac{1}{2}$ lat. S., il existe une grande saison des pluies en mars, avril et mai, avec, respectivement, 42, 26 et 7 % des pluies de l'année; puis une grande saison sèche, en juin, juillet, août et septembre, avec, pour les quatre mois réunis, 1 % des pluies; ensuite une petite saison des pluies en octobre et novembre, avec 6 et 21 %; enfin une petite saison sèche, en décembre, janvier et février, avec 10, 7 et 10 %.

Ces pluies torrentielles sont surtout abondantes dans la Guyane, le bassin central de l'Amazone, la Guinée, l'Afrique centrale, l'Hindoustan, la côte occidentale de l'Indo-Chine, l'archipel malais. C'est dans l'Inde, sur le cours inférieur du Brahmapoutre, que l'on a observé le maximum annuel d'eau tombée : 43 m. 30. La localité de Cherra-Punji, dans l'Assam, tient le record : en 1861, 23 mètres.

Reçoivent plus de deux mètres d'eau pluviale par année : en Amérique, le bassin de l'Amazone, le pourtour de la mer des Antilles, la côte du Brésil, du cap San-Roque à Rio-de-Janeiro; en Afrique, les territoires de Sierra Leone, Libéria, Nigérie inférieure, la côte du Cameroun, la côte S.-E. de Madagascar; en Asie, la côte W. de l'Hindoustan et de l'Indo-Chine, le versant S. de l'Himalaya; en Océanie, Sumatra, l'W. de Java, Bornéo, le N. de la Nouvelle Guinée.

Régime des pluies périodiques : une saison pluvieuse.

— Sous les tropiques, le Soleil ne passant qu'une seule fois au zénith par année, il n'y a plus qu'une seule saison des pluies, le reste de l'année étant vraiment sec. Le même régime se constate dans la plupart des pays de moussons où une saison pluvieuse de six mois alterne avec une saison sèche d'égale durée (*climat tropical à une saison pluvieuse*).

Moulmein, par $16^{\circ}\frac{1}{2}$ lat. N., voit tomber de mai à octobre les 98 % des pluies de l'année.

Régime des pluies rares en pays chauds. — Au delà des tropiques, et jusque dans les environs du 35° lat. N. et S. (régions subtropicales), la pluviosité devient faible et la sécheresse très grande; la quantité de pluie tombée en un an est

inférieure à 25 centimètres, souvent à peine appréciable et quelquefois nulle (*climat désertique chaud*).

Une grande étendue de sables, la disposition des montagnes, les vents alizés toujours secs, paraissent les causes de cette absence de pluie : les hauts sommets arrêtent les nuages, les condensent en pluie ou en neige ; les plaines ardentes absorbent si rapidement les rares vapeurs emportées par les vents que ceux-ci deviennent aussitôt secs et desséchants.

C'est ce qui explique l'existence de deux zones désertiques au nord et au sud de l'équateur : la plus étendue est la vaste mer de sable qui va de l'Atlantique au Pacifique, à travers l'ancien monde : Sahara, Arabie, plateau central d'Asie, Gobi (voir p. 95, Répartition géographique des déserts). Des régions de pluies rares beaucoup moins vastes, existent encore : désert de Kalahari, centre et ouest de l'Australie, plateau de l'Utah, du Mexique, du Pérou, de la Bolivie.

Régime des pluies variables. — Les deux zones tempérées, si on en soustrait les régions subtropicales, forment la région des pluies variables : celles-ci dépendent en grande partie des vents dominants, et elles tombent pendant toute l'année à intervalles irréguliers. Elles sont surtout abondantes dans le voisinage des côtes, lorsque le vent souffle de la mer, et elles diminuent de quantité et de fréquence à mesure que l'on s'avance dans les continents, surtout si les nuages ont été préalablement arrêtés ou forcés à se résoudre en pluie par de hautes chaînes de montagnes (*climat tempéré*).

Certaines régions des pays tempérés sont connues par l'abondance des pluies qu'y accumulent les vents soufflant du large et les courants marins en modifiant la température ; ce sont : en Europe, la côte occidentale (Portugal, Angleterre et surtout Norvège) ; en Amérique, les régions côtières de l'Alaska et du Chili ; en Océanie, les côtes ouest de la Nouvelle Zélande. D'autres ont des pluies surtout en été : le nord de la colonie du Cap et l'Argentine, tandis que la région méditerranéenne est surtout arrosée en automne et en hiver.

Régime des pluies rares en climat froid. — Les régions de hautes latitudes ont des vents marins ou continentaux en général secs (*climat froid*).

Ces vents sont très peu chargés d'humidité à cause de leur température basse ; c'est en été qu'ils apportent le plus de pluie.

Neiges. — A mesure que s'élève la latitude ou l'altitude, les pluies diminuent et l'eau ne tombe plus que sous forme de neige.

Au niveau de la mer, la neige ne se montre jamais, dans les régions chaudes, entre deux lignes, l'une passant au N. par Nouvelle-Orléans, Gibraltar, Bombay, le Japon, l'autre au S., par Buenos-Aires, Le Cap et Sidney. Mais, comme le froid augmente à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère, on rencontre des neiges sous toutes les latitudes, pourvu que, sous les basses latitudes, il s'y trouve des hautes montagnes : les neiges s'y montrent à une altitude d'autant plus considérable que le climat de la région est plus chaud. — La limite des neiges persistantes est donc de plus en plus basse à mesure qu'on s'éloigne de l'équateur (voir p. 159, Origine de la neige; p. 160, Limite des neiges perpétuelles et Avalanches de neiges).

La neige, quand elle s'accumule en très grande quantité et ne fond pas complètement sous l'influence de la chaleur solaire, se transforme en névé, puis en glacier (voir p. 161).

IV. — CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE; LES VENTS.

Causes de la circulation atmosphérique. — Il se produit dans l'air des courants plus ou moins violents : les vents sont de l'air en mouvement. Les courants atmosphériques ont pour causes principales de formation et de direction, la différence de température et la différence de pression qui existent entre les divers points de la surface du globe. La rotation de la Terre est une cause importante de la déviation de la direction des courants atmosphériques.

La différence de température est la cause la plus importante : on a constaté que la quantité de chaleur reçue par une surface à l'équateur, est suffisante pour faire évaporer le double de la quantité d'eau qui tombe annuellement; il y a donc excès considérable de chaleur. Par contre, dans les régions tempérées, la quantité de chaleur reçue par une surface égale peut à peine produire l'évaporation de la pluie tombée. — En s'échauffant, l'air se dilate, sa densité diminue et il tend à monter verticalement; cette ascension de l'air produit une diminution de pression, et cette diminution de pression détermine un appel d'air des régions voisines pour rétablir l'équilibre. Les vents, dont la force et la vitesse se mesurent à l'aide de l'anémomètre, soufflent donc des régions de hautes pressions — les régions les plus froides — vers les régions de basses pressions — les régions les plus chaudes.

Classification des vents. — Les vents, comme la température et les pluies, diffèrent considérablement selon les régions du globe dans lesquelles ils se produisent. Dans la zone torride, soufflent les vents constants et les vents périodiques; — dans

les zones tempérées, les vents variables et les vents dominants; — dans les zones glaciales, des vents variables aussi, avec une tendance générale vers deux directions opposées, le N. et le S.

Vents constants : alizés et contre-alizés. — Les vents réguliers ou constants sont ceux qui soufflent toujours de la même direction; ils sont caractéristiques des régions intertropicales. On les appelle *alizés* (ou alisés, du vieux mot français *alis*, uni, régulier) et ils règnent dans la partie inférieure de l'atmosphère, soufflant des régions subtropicales vers l'équateur thermique — et *contre-alizés*, régnant dans une partie plus élevée de l'atmosphère et soufflant des régions équatoriales vers les régions tempérées.

Par la rotation terrestre, les alizés sont déviés, dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud, vers l'W. (voir p. 26). Près de l'équateur thermique, la déviation augmente dans le sens E.-W., et ils ne se rencontrent pas; entre eux règne une région de calme : *la zone des calmes équatoriaux*.

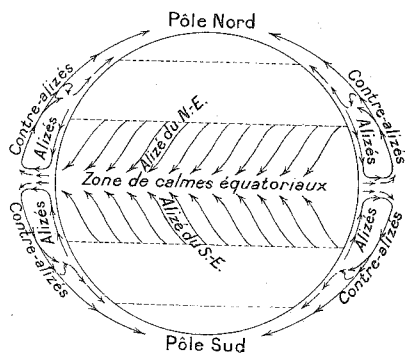


Fig. 71. — Schéma de la circulation des vents constants.

L'air surchauffé de la zone équatoriale se dilate et s'élève verticalement. Pour combler le vide laissé par l'air ascendant, des courants atmosphériques se dirigent de chaque hémisphère vers l'équateur et se font sentir à la surface terrestre depuis environ le 28° lat. N. et S.; ce sont les alizés. — D'autre part, les masses d'air accumulées dans les hautes régions par les colonnes ascendantes, divergent au nord et au sud de l'équateur : ce sont

les vents contre-alizés. — Les uns et les autres sont déviés par la rotation de la Terre : dans l'hémisphère boréal, on a l'alizé du N.-E. et le contre-alizé du S.-W.; dans l'hémisphère austral, l'alizé du S.-E. et le contre-alizé du N.-W.

La superposition de l'alizé et du contre-alizé et leur direction opposée s'observent parfaitement sur divers points du globe : au pic de Ténériffe, dans les Canaries, l'alizé souffle du N.-E. à la base tandis que le contre-alizé envoie les nuages du sommet vers le N.-E.; de même le Maouna-Loa, volcan des îles Hawaï, a son panache de vapeur emporté par le contre-alizé, tandis que l'alizé enfle la voile des vaisseaux en sens opposé.

La zone des calmes équatoriaux se déplace dans les environs de l'équateur suivant le mouvement apparent du Soleil; dans l'Atlantique, en janvier, elle s'étend de la Sierra Leone à l'embouchure de l'Amazone, coupant l'équateur géographique; mais en juillet, elle est portée plus au N., de la Sénégambie à la Colombie, donc au nord de l'équateur. Cette zone de calmes est dénommée par les Portugais : Mer des Dames, parce qu'une jeune fille pourrait y tenir le gouvernail, et par les marins : Pot au noir, à cause des nuages sombres qui s'y forment; cependant, il s'y produit parfois des tempêtes soudaines, que les Espagnols appellent « tornados » (ouragans tournants).

La permanence des alizés et leur direction constante aident puissamment à la navigation. Les Anglais les ont appelés « trade winds » ou vents de commerce, et les Espagnols « passata » ou vents de traversée.

Vents périodiques. — Les vents périodiques sont ceux qui, pendant un temps sensiblement égal — la moitié d'une saison, le cours d'un jour ou d'une nuit — soufflent tantôt d'un sens, tantôt de l'autre. On les classe en deux groupes : d'une part, et ce sont les plus importants, les *vents saisonniers*, appelés *moussons*; d'autre part, les *brises de terre et de mer* et les *brises de montagne et de vallée*.

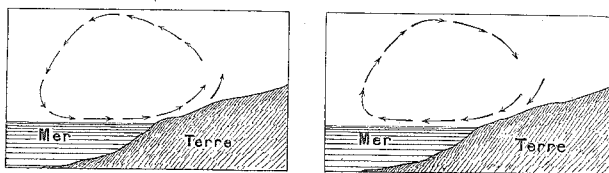


Fig. 72. — Brises de mer et de terre.

Les *moussons* (d'un mot arabe qui veut dire saison) règnent principalement dans l'océan Indien et dans les mers de la Chine. On distingue la mousson du N.-E., qui souffle d'octobre à avril; et la mousson du S.-W.,

qui souffle d'avril à octobre, et apporte la pluie bienfaisante dans l'Inde et l'Indo-Chine. — Leur cause principale est la différence de température entre les mers et les terres : ce sont des alizés dont la marche a été modifiée en partie par les grandes masses continentales de l'Asie et de l'Australie ; ils soufflent toujours dans la direction de l'hémisphère sur lequel les rayons solaires tombent perpendiculairement : ainsi d'avril à octobre, le Soleil étant au-dessus de l'hémisphère boréal, ils soufflent du S.-W. au N.-E. — Les changements de moussons sont ordinairement marqués par des tempêtes et de violents orages.

Les *brises de terre et de mer* (fig. 72) sont des vents qui soufflent soit de la mer lorsque les terres sont plus échauffées que l'Océan (pendant le jour), soit de la terre lorsque l'inverse s'est produit (pendant la nuit). Elles sont dues à des différences de température entre les mers et les terres, mais différences qui existent dans un sens puis dans un autre en vingt-quatre heures.

Les *brises de montagne et de vallée* sont dues à un phénomène du même genre : l'air froid des hautes altitudes descend dans les vallées à l'approche de la nuit, tandis que, dans la matinée, l'air des vallées, plus échauffé, s'élève vers les sommets.

Les Grecs donnaient le nom de *vents étésiens* aux vents qui soufflent du N. pendant l'été sur la Méditerranée orientale.

Vents variables. — Dans les pays tempérés, les vents ont des directions très variées, et leur marche est déterminée par la formation d'aires de fortes et de basses pressions et par les déplacements de ces aires. Cependant, chaque région a ses *vents dominants* qui, dans le cours d'une année, soufflent plus fréquemment d'une même direction.

Tels sont, pour nos contrées, les vents du S.-W., qui se font sentir en automne et nous amènent de l'Océan les pluies et les brouillards, — et les vents du N.-E. ou bise, qui, en hiver et au printemps, nous apportent, des plaines sibériennes, un air sec et froid.

Vents violents. — Il y a journallement, au sein de l'atmosphère, des points où la pression de l'air est beaucoup moindre qu'aux alentours : il se produit en ces endroits une sorte de creux ou *dépression*. Ces aires de basse pression sont dites *aires cyclonales* ou cyclones (aires où le vent souffle et la pluie est fréquente). — Il y a aussi des points où la pression de l'air est plus forte ; il se produit en ces endroits une sorte de protubérance ou *haute pression*. Ces aires de haute pression sont dites *aires anticyclonales* ou anticyclones (aires de calme, de

beau temps durable, de ciel pur). — L'existence de ces aires cyclonales et anticyclonales, qui naissent, se meuvent sur la surface terrestre, puis disparaissent, produit un appel d'air des protubérances pour remplir les creux, et par conséquent un courant d'air plus ou moins violent vers le centre de la dépression, non en ligne directe, mais en suivant une ligne courbe en forme de spirale. Si ce courant atmosphérique atteint une force et une vitesse considérables, il produit l'ouragan, la tempête, les typhons et les cyclones.

Si deux courants marchant en sens opposé viennent à se rencontrer, il en résulte un tourbillon, et l'air prend alors un mouvement giratoire très prononcé. Ce phénomène se manifeste dans les tornados, cités p. 183, et surtout dans les typhons et les cyclones qui dévastent les régions tropicales. Ils se meuvent en spirale avec une vitesse dépassant 150 Km. à l'heure, renversant tout sur leur passage, soulevant les navires, rompant les agrès, et parcourant ainsi parfois plus de 500 lieues.

Ces ouragans se présentent généralement sur terre sous forme de colonne tourbillonnante, entraînant avec elle des nuages de sable et de poussières : c'est la trombe de terre. Sur l'Océan, c'est une colonne d'eau qui semble réunir les nuages à la mer : on l'appelle trombe marine, et il est remarquable qu'à une certaine distance de ce tourbillon, la mer conserve son calme.

Les typhons et les cyclones s'observent surtout dans la mer des Antilles, dans l'Océan Indien, aux alentours de Madagascar et des îles de la Sonde, et, enfin, dans les mers de la Chine.

Vents locaux. — D'autres vents se font sentir en certaines contrées avec un caractère si nettement tranché qu'il leur a valu des noms particuliers.

Ce sont :

1° Parmi les vents secs et froids soufflant généralement du N. : la *bise*, dans l'Europe centrale; le *mistral*, qui dessèche les campagnes de Provence; la *bora*, en Istrie et en Dalmatie; les *cold waves*, aux États-Unis.

2° Parmi les vents chauds soufflant du Midi : le *simoun*, ou ouragan de feu du Sahara; le *khamsin*, en Égypte; le *samiel*, en Arabie; l'*harmattan*, en Guinée et au Sénégal; le *sirocco*, en Italie; le *solano*, en Espagne; le *föhn*, dans les Alpes, où il fond parfois en un jour 4 m. 50 de neige; les *vents chinook*, aux États-Unis et au Canada.

3° Parmi les vents de l'hémisphère Sud : la *puna*, air glacé qui descend des hauts plateaux du Pérou; le *pampero* d'hiver, sorte de bise qui souffle à travers les pampas en soulevant des nuages de poussière.

V. — PHÉNOMÈNES OPTIQUES ET ÉLECTRIQUES
DONT L'ATMOSPHÈRE EST LE SIÈGE.

Phénomènes optiques. — Ces phénomènes sont les arcs-en-ciel, les couronnes, les halos et les mirages.

L'arc-en-ciel est produit par les rayons solaires qui, rencontrant des gouttes d'eau sphériques, sont réfractés et réfléchis par celles-ci. — Les *couronnes* sont des cercles concentriques colorés et lumineux qui s'aperçoivent autour du Soleil et de la Lune. — Les *halos* sont des cercles ou des arcs de cercle marqués par une certaine luminosité, que l'on constate dans les environs du Soleil et de la Lune. — Les *mirages* sont des réflexions produites par des couches d'air agissant comme des miroirs.

Phénomènes électriques. — Ces phénomènes sont l'éclair, le tonnerre, la foudre et les éclairs de chaleur.

L'éclair est une étincelle électrique de grande dimension jaillissant entre deux nuages chargés d'électricité contraire et passant l'un près de l'autre (voir Pl. II, *b*); elle a pour but d'égaliser leurs potentiels. — Le *tonnerre* est le bruit produit par l'éclair qui traverse les couches d'air; ce bruit est augmenté par sa répercussion sur les nuages et sur le sol. — La *foudre* est une décharge électrique d'un nuage vers le sol. — Les *éclairs de chaleur* sont des reflets d'éclair qui se produisent suffisamment loin pour qu'on n'en entende pas le tonnerre.

VI. — ACTION DES PHÉNOMÈNES ATMOSPHÉRIQUES
SUR LE MODELÉ TERRESTRE.

Action des pluies et des neiges. — La pluie et la neige sont des phénomènes atmosphériques qui commencent à agir sur le modelé terrestre à partir du moment où ils viennent en contact avec le sol.

Précédemment, il a été question de cette action, qui est destructive et reconstructive (pp. 147-155), ainsi que du travail de transport par les eaux courantes (p. 148), de la corrosion par les eaux d'infiltration et souterraines (pp. 157-159) et de l'érosion par les glaciers (pp. 165-168).

Action des vents et de la température. — Cette action se fait surtout sentir dans les régions sans végétation, donc de nature sèche, sans humidité ni du sol, ni de l'atmosphère. La couverture végétale protège le sol contre l'action du vent,

de l'insolation, du rayonnement, en fixant les parties meubles par les racines des plantes et en protégeant la surface.

La sécheresse de l'air, l'absence de pluies, une insolation très forte, un rayonnement considérable produisent des déserts (voir p. 95).

Action destructive de la température. — L'insolation et le rayonnement, alternance fréquemment répétée de hautes et de basses températures, produit la désagrégation des roches.

Ce phénomène de *désagrégation* se constate dans toutes les régions de la Terre : dans les régions chaudes où les roches se dilatent sous l'influence des rayons solaires, puis se contractent et se refroidissent lorsque le Soleil a disparu et par conséquent se délitent en morceaux de plus en plus petits ; et dans les régions tempérées et froides où ils sont surtout causés par l'insolation des roches suivie du gel des molécules d'eau qui ont pu s'introduire dans les fentes minuscules ; l'action de la gelée a pour résultat de faire éclater les roches et de les réduire en particules meubles. La désagrégation laisse les matériaux en place. Le phénomène de *dénudation* est l'enlèvement, par le vent, des matériaux provenant de la désagrégation, facilitant ainsi une nouvelle désagrégation de la surface nettoyée. La dénudation, plus que la désagrégation, modifie le modelé terrestre.

Action destructive des vents. — Les vents ont une certaine puissance d'usure sur les roches, principalement par l'effet des matières solides qu'ils transportent.

Ce phénomène de *corrasion* (ne pas confondre avec corrosion ; voir p. 81) consiste dans l'usure et le polissage de la surface des roches ; il produit aussi des stries et même des alvéoles, c'est-à-dire de petits sillons et de petits creux, dans les roches. C'est ainsi que dans le Sahara on a trouvé des cailloux polis et d'autres striés par les sables qu'emportent les vents. Dans les régions de roches tendres, le modelé de la surface est quelquefois complètement modifié par l'action du vent qui creuse des fosses, façonne des terrasses, sculpte des piliers, puis tend à niveler le tout. Le phénomène de *déflation* est l'enlèvement, par le vent, des produits de la corrasion.

Surtout lors des ouragans, le vent enlève tous les matériaux solides meubles qui n'ont pas un poids trop grand : poussières, sables et même graviers fins ; il les transporte à de grandes distances.

On a comparé le travail morphologique du vent à celui de l'eau ; et les analogies sont nombreuses. Cependant 1° l'eau transporte toujours vers le bas, exceptionnellement vers le haut, tandis que l'action du vent est indépendante, jusqu'à un certain point, de la pesanteur ; 2° l'action érosive de l'eau est limitée, en profondeur, par le niveau de base, tandis que le vent

peut creuser à des profondeurs en dessous du niveau de la mer; 3° l'eau exécute un travail linéaire et creuse des sillons, tandis que le vent dénude des surfaces et ne creuse qu'exceptionnellement des sillons : c'est le cas lorsqu'il change en chemin creux une route dont le sol est continuellement ameubli par le passage des chariots.

Action reconstructive. — Les matériaux solides enlevés par le vent sont déposés en certains endroits sous forme de pluie de poussières, ou bien ailleurs sont accumulés en dunes.

L'origine du *loess* (limon sableux à grains très fins), qui a une épaisseur considérable en Chine, a été attribuée aux eaux courantes qui auraient transporté, puis déposé ces amas énormes de particules fines; on semble disposé à y voir plutôt aujourd'hui le résultat d'un transport par les vents, ou à croire que les actions éoliennes ont été prépondérantes dans sa formation.

Les *dunes* (voir Pl. IV, *b*) sont des amoncellements de sable : dunes maritimes provenant du sable apporté par la mer, déposé par elle, puis transporté par le vent; dunes continentales produites par le vent qui amoncelle le sable des déserts en petites collines à pente douce du côté du vent et à pente raide du côté opposé (voir p. 91).

La surface des terres est en continuelle modification par l'action de forces qui peuvent être classées en trois groupes principaux : les forces orogéniques qui plissent la croûte terrestre, produisent des effondrements, font surgir des cônes volcaniques et accentuent le relief; — les forces d'érosion, de corrosion, de désagrégation et de corrasion qui ont pour effet d'aplanir les continents, de combler les dépressions et de diminuer le relief; — l'énergie solaire qui chauffe la surface des terres et des mers et permet aux êtres animés d'y vivre et de s'y développer.

TROISIÈME PARTIE.

GÉOGRAPHIE BIOLOGIQUE.

CHAPITRE I.

GÉNÉRALITÉS.

La biosphère. — La biosphère est la zone sphérique d'une épaisseur variable, qui sert d'habitat et de résidence aux êtres vivants, plantes et animaux. Elle comprend : une partie, très peu étendue en profondeur, de la lithosphère, là où celle-ci n'est pas recouverte par les eaux ; presque toute l'hydrosphère ; la zone inférieure de l'atmosphère.

La lithosphère (voir p. 72) est l'enveloppe rocheuse et solide qui forme la croûte terrestre ; les êtres vivants en habitent presque toute la surface et une épaisseur minime : à quelques mètres de profondeur, on ne trouve plus ni végétaux, ni racines de plantes, ni animaux même très petits, à moins que leur existence ne soit rendue possible par des cavernes ou des grottes où ont accès l'air et la lumière. — L'atmosphère (voir p. 168) est l'enveloppe gazeuse qui entoure la Terre : sa partie inférieure est l'habitat le plus important des plantes et des animaux : les plantes les plus hautes poussent leurs cimes jusqu'à 60 mètres ; certains animaux s'élèvent dans les airs jusqu'à 8000 mètres ; et il est probable que les courants atmosphériques y emportent, à des altitudes plus élevées encore, des animalcules invisibles. — L'hydrosphère (voir p. 110) est l'enveloppe liquide qui recouvre environ les sept dixièmes de la lithosphère : elle est presque entièrement habitée par des êtres vivants : des plantes s'y développent jusqu'à 400 mètres de profondeur ; des animaux s'y retrouvent même à des profondeurs de 6000 mètres. — La biosphère comprend donc un peu de la lithosphère, presque toute l'hydrosphère et la partie inférieure de l'atmosphère.

La biosphère peut se diviser d'abord en trois grandes régions : *a*) la surface terrestre, habitat du plus grand nombre de végétaux et de presque tous les animaux à poumons ; *b*) les couches supérieures des eaux marines et toutes

les eaux douces; *c*) les régions océaniques profondes, sans lumière, ou régions abyssales. — Elle se divise encore, suivant le climat, en cinq zones climatiques : une intertropicale ou torride, deux tempérées et deux glaciales (voir pp. 175-176 et 180-183).

But et divisions de la géographie biologique. — La géographie biologique a pour but : 1° la détermination de la répartition géographique des êtres vivants; 2° l'étude des causes géographiques actuelles qui ont une influence sur cette répartition. Elle se divise en géographie botanique (dite aussi phyto-géographie ou géographie végétale) et en géographie zoologique (appelée encore zoogéographie ou géographie animale).

La géographie biologique devrait aussi comprendre la géographie humaine, car l'homme est un être vivant; mais l'importance géographique de l'homme est tellement grande, et les êtres humains occupent sur le globe une place tellement unique, que l'on fait de la géographie humaine une partie spéciale de la géographie générale. — D'autre part, on rattache souvent la géographie biologique à la géographie physique.

L'étude de la répartition actuelle des végétaux et des animaux est nécessaire pour la résolution de certains problèmes de géographie humaine; elle permet de tirer quelques conclusions intéressantes quant à la distribution géographique des continents au cours des époques géologiques, et quant aux relations qu'ont eues ces continents. — Nous considérons l'analyse des causes lointaines et anciennes de la répartition des plantes et des animaux comme n'étant pas du domaine de la biogéographie, de même que nous estimons que l'étude de la forme de ces continents aux diverses ères géologiques n'est pas du domaine de la géographie physique.

Nous eussions voulu donner la biogéographie en un seul chapitre, considérer à la fois les végétaux et les animaux dans leur répartition géographique, montrer qu'à des régions climatiques bien déterminées correspondent des végétations particulières et des faunes spéciales adaptées à ces milieux, résoudre en même temps, et en attirant l'attention sur leurs concordances, les problèmes principaux de la géographie botanique et de la géographie zoologique. C'eût été une manière plus géographique de présenter la biogéographie. Mais la documentation scientifique, nécessaire pour cela, est trop fragmentaire et les études de zoogéographie n'ont pas encore été suffisamment aiguillées dans ce sens. Nous conserverons donc la division de la biogéographie en deux chapitres, mais nous les présenterons l'un et l'autre suivant un plan presque identique.

CHAPITRE II.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

A. — Notions préliminaires.

Botanique et géographie botanique. — La botanique est la science qui étudie les végétaux et tous les problèmes relatifs à la vie végétale; la géographie botanique a pour objet de déterminer la localisation actuelle des groupements naturels de plantes, et d'analyser les rapports qui existent entre la répartition de ces groupements naturels et les phénomènes géographiques qui l'influencent.

La géographie botanique est, somme toute, récente; elle est basée sur la systématique et surtout sur la physiologie botanique, qui nous apprend les conditions de vie de chaque végétal par rapport au milieu géographique, climat et sol.

Flore et végétation. — La flore est l'ensemble des espèces végétales qui croissent dans une région donnée; la végétation est l'intensité du développement de la vie végétale.

La richesse de la végétation dépend du nombre des végétaux; la richesse de la flore, du nombre d'espèces ou de variétés. Une région pauvre quant à la végétation peut être riche quant à la flore, et fournir au botaniste un grand nombre de matériaux d'étude différents. C'est la végétation, ou mieux les types de végétation (groupements naturels de plantes ou associations végétales spontanées) qui intéressent surtout le géographe.

Moyens de dispersion des plantes. — La répartition géographique des végétaux a été et est encore modifiée par suite de la dispersion des graines que le vent, les courants marins et les êtres vivants transportent au loin et déposent dans d'autres milieux géographiques.

Les végétaux se reproduisent par les graines; il en est que le vent emporte facilement grâce aux ailettes dont elles sont munies; il en est qui sont projetées au loin par expulsion mécanique. Les végétaux se propagent quelquefois par des stolons, des tubercules, des bourgeons, des caïeux ou des organes non spécialisés. — Les courants marins transportent d'un rivage à l'autre des noix de coco et d'autres fruits; l'eau des rivières amène

dans les plaines des semences de végétaux croissant sur les montagnes. — Les animaux, les oiseaux surtout, sont des agents très importants de la dissémination des plantes. — Et l'action de l'homme est bien plus considérable encore : elle a modifié en maints endroits la nature du tapis végétal par l'acclimatation, la sélection, la culture de plantes utiles, la destruction de plantes nuisibles. Nous y reviendrons dans la géographie humaine.

Obstacles à la dispersion des plantes; régions sans végétation. — Les surfaces marines sont, en général, dépourvues de végétation importante (des algues microscopiques seulement), sauf en certains endroits le long des côtes (bandes littorales) et dans la mer des Sargasses (voir p. 127). — Les surfaces terrestres sont en général recouvertes d'un tapis végétal, sauf là où elles sont cachées sous une grande étendue d'eau (lacs), sous des masses de sel ou sous des glaces et des neiges éternelles; là aussi où elles sont formées de sable absolument sec, d'éboulis récents ou de lave non entièrement refroidie.

B. — Les types principaux d'associations végétales spontanées.

Définition. — On entend par association végétale spontanée, ou groupement naturel de plantes, une végétation se retrouvant avec les mêmes caractères partout où les mêmes conditions de milieu géographique se rencontrent (humidité, température, lumière, nature du sol). Une association végétale répandue sur une contrée donne à cette contrée des caractéristiques particulières, un aspect qui lui est propre.

Dans un des paragraphes suivants, les causes de la répartition géographique des végétaux seront analysées : partout où ces causes sont les mêmes, les productions naturelles du règne végétal seront aussi les mêmes : et nous nous trouverons là en présence de groupements naturels caractéristiques, en présence de types bien déterminés de végétation. Ces types de végétation sont au nombre de trois principaux réunis les uns aux autres par des types secondaires qui forment transition : les associations forestières, les associations herbacées et les associations désertiques.

Associations végétales forestières. — Elles contiennent les spécimens les plus importants du règne végétal. Les *forêts*

sont formées de plantes à tiges dures ou troncs ligneux élevés, soutenus par des racines nombreuses et profondes, couronnés par un feuillage très développé.

Les forêts demandent beaucoup d'eau : elle leur est fournie régulièrement par des pluies presque journalières, ou bien elle est accumulée dans le sous-sol pendant les périodes de pluie pour servir de réserve pendant les périodes de sécheresse.

Les forêts se divisent en : 1° *forêts équatoriales*, dont l'existence est due à des pluies dépassant par année un total de 1500 millimètres, au manque de périodes sèches et à l'existence d'une température élevée, sont caractérisées par la hauteur des grands arbres (40 à 50 m.), par le feuillage toujours vert, un sous-bois abondant formé d'arbres de 10 à 15 m. de haut, d'herbes arborescentes, puis, sur le sol, des graminées, des fougères, enfin sur les arbres, des lianes et des épiphytes; — 2° *forêts tropicales*, dans les régions chaudes à courte saison sèche, caractérisées par des arbres de dimensions moins grandes, la chute des feuilles, un sous-bois moins épais (voir Pl. XI, b); — 3° *forêts des régions tempérées*, à arbres plus petits avec écorce épaisse, et un repos de la végétation bien marqué en hiver; — 4° *parcs*, ou buissons et bouquets d'arbres épars dans des régions herbacées; — 5° *forêts-galeriers* ou forêts qui se développent le long des cours d'eau, alors qu'en dehors des vallées les arbres sont rares dans la savane ou dans la brousse.

Associations végétales herbacées. — Elles sont composées d'herbes qui croissent en tapis régulier et continu, ou en touffes pendant les périodes humides, et disparaissent pendant la période de longue sécheresse. La *prairie* est le type le plus complet de l'association herbacée : les graminées y foisonnent avec quelques légumineuses et des plantes à bulbes. Ces végétaux prennent tout leur développement lors des pluies, mais la sécheresse les fait mourir pour un temps : ils reprennent vie avec la saison pluvieuse.

On distingue plusieurs espèces d'associations herbacées : 1° la *prairie*, dont il vient d'être fait mention et que l'on nomme aussi *steppe herbeuse*, véritable océan de verdure avec des herbes souvent hautes de plus de deux mètres et qui sont brûlées par le soleil d'été (pampas de l'Amérique du Sud, anciennes prairies de l'Amérique du Nord; steppe russe); 2° la *savane* ou mer de hautes herbes, avec deci delà des espaces dénudés et des arbres et des arbustes plus ou moins rabougris, dont la vie végétative est surtout développée pendant la saison humide; elle prend, suivant les régions, des noms particuliers et des aspects quelque peu différents dus à la nature du

sol : brousse en Afrique (pas d'arbres, des buissons rabougris, graminées à feuilles dures et raides); jungle en Hindoustan, llanos au Vénézuéla (herbe peu haute, buissons, cactus et agaves); campos au Brésil (pas d'arbres sur de grandes étendues); 3° la *lande* ou terrain inculte non occupé par la forêt mais peuplé de bruyères, de genêts, d'ajoncs et souvent aussi d'airelles; 4° la *tourbière*, où les plantes aquatiques se décomposent sous l'eau des marécages pour former la tourbe; 5° la *tundra* ou prairie verdoyante l'été, à plantes de très petite taille, mousses et lichens surtout, mais sans végétation aucune pendant l'hiver, parce que le sol est complètement gelé.

Associations végétales désertiques. — Elles caractérisent les régions où les conditions de milieu sont défavorables à la végétation : déserts proprement dits où l'humidité est nulle ou presque nulle; et déserts temporaires, comme les dunes, les grèves, les plages, etc.

Dans ces régions désertiques, ni les arbres, ni les herbes ne peuvent se développer : on y trouve une végétation clairsemée composée de buissons bas à feuilles rares, à épines nombreuses et à racines très développées, de plantes herbacées apparaissant immédiatement après la pluie et disparaissant bientôt (steppe désertique) et de végétaux qui se sont transformés pour s'adapter au milieu désertique.

C. — Répartition géographique des principales associations végétales.

I. — VÉGÉTATION DU DOMAINE AQUATIQUE.

Végétation des eaux marines. — La bande littorale est la plus riche en végétation : des arbres, comme les palétuviers dans les régions chaudes, des algues de diverses espèces sur les fonds rocheux périodiquement découverts à marée basse, des algues et des phanérogames sur les fonds qui n'émergent jamais. Dans les couches supérieures de la mer et jusqu'à une profondeur ne dépassant pas quatre cents mètres, flottent des plantes plus ou moins microscopiques (plankton végétal, voir p. 207). A certains endroits, telle la mer des Sargasses de l'Atlantique, les courants accumulent des algues flottantes qui ont été arrachées aux rochers des Antilles et qui forment des paquets de quatre à cinq mètres carrés de surface épars sur une étendue de plusieurs milliers de kilomètres carrés.

Végétation des eaux douces. — Dans les eaux des rivières, des fleuves et des lacs, la végétation est quelquefois assez développée, notamment sur les rives des lacs, là où l'eau a peu de profondeur (algues et phanérogames).

II. — VÉGÉTATION DU DOMAINE CONTINENTAL.

A. — *Végétation de la zone torride.*

Caractéristiques du climat. — Les climats chauds (voir p. 176) sont ceux qui ont une moyenne annuelle supérieure à 20° sans saison froide, avec des variations diurnes parfois considérables, un écart de moins de 5° entre la moyenne du mois le plus chaud et la moyenne du mois le plus froid, des pluies abondantes, soit régulières, soit périodiques.

Les climats chauds, suivant la quantité d'eau tombée et suivant le régime pluviométrique, se divisent en climats équatoriaux maritimes avec pluviosité maxima une ou deux fois par année, pluies journalières et un total de précipitations atmosphériques dépassant 2000 millimètres par an; en climats équatoriaux continentaux, avec un total de pluies annuelles variant entre 2000 et 1500 mm.; en climats tropicaux, à deux saisons pluvieuses séparées par deux saisons sèches; en climats tropicaux à une saison pluvieuse assez courte et une saison sèche plus longue; en climats désertiques chauds, entre les tropiques et les environs du 35° lat. N. et S., qui n'ont que des pluies rares (voir pp. 180-182).

Répartition géographique des végétaux. — Les climats équatoriaux, maritimes et continentaux (côte du Brésil, bords de l'Amazone, Guyanes, Amérique centrale, Antilles, Guinée, centre du bassin congolais et plus particulièrement le bassin de l'Aruwimi, Hindoustan, presque Malaise, îles de la Sonde et de l'Océan Indien) présentent les conditions les plus favorables pour la végétation et sont le domaine de la forêt équatoriale. Celle-ci est caractérisée par une végétation extraordinairement luxuriante, sans repos végétatif visible: palmiers à troncs élevés et feuilles immenses, raphias, arbres à kola, bambous croissant à vue d'œil (parfois 3 centimètres par heure), tecks, acajous, lianes à caoutchouc, fougères arborescentes, avec un sous-bois

très abondant et très serré formé de palmiers nains, d'arbustes, de fougères, de bananiers, de légumineuses, de lianes, d'épiphytes et de plantes parasites; les conifères font totalement défaut.

Plus se marque la division de l'année en saison sèche et saison humide, plus la forêt équatoriale fait place à la forêt tropicale et à la forêt-galerie (intérieur du Brésil, vallée du Kassaï, Bahr-el-Gazal, Nord-Est de l'Australie).

Plus la période de sécheresse s'allonge et plus la forêt disparaît pour être remplacée par la savane avec baobabs et euphorbes-candélabres (campos du Brésil méridional, llanos de l'Orénoque, brousses congolaise et soudanaise, savanes de la région des Grands-Lacs et de l'Est-Africain, jungles du cours inférieur du Gange, savanes de l'Afrique du Sud).

Enfin, à mesure que l'humidité va en diminuant, la savane et la brousse sont remplacées par la steppe, puis par les associations végétales désertiques : buissons épineux et sans feuilles, graminées rampantes, plantes grasses, herbes dures et rares, acacias épineux, eucalyptus, cierges géants, yuccas, etc. (déserts d'Australie, du Kalahari, de l'Arabie, du Sahara, une partie du Mexique, etc.; là où il y a de l'eau, des oasis de palmiers et d'arbres fruitiers).

B. — Végétation des zones tempérées.

Caractéristiques du climat. — Les climats tempérés sont ceux qui n'atteignent pas la moyenne annuelle de 20° et dépassent la moyenne annuelle de 10°, avec saison froide d'une durée maxima de sept mois, et un écart souvent considérable entre la moyenne du mois le plus chaud et celle du mois le plus froid.

Les climats tempérés se divisent, d'après le régime pluviométrique, en climats tempérés chauds et climats tempérés froids. Les premiers ont ou bien des pluies d'hiver et un été sec (climat méditerranéen), ou bien des pluies d'été et un hiver sec (climat chinois), ou bien des pluies constantes (climat chilien). Les seconds ont des hivers bien marqués et froids, avec soit des pluies régulières et une température sensiblement constante (climat maritime), soit des pluies en été et des écarts considérables dans la température (climat continental).

Répartition géographique des végétaux. — Les climats méditerranéens (bords de la Méditerranée, Le Cap, les côtes de Californie) sont caractérisés par des forêts à feuillage toujours vert et de forme le plus souvent buissonneuse, tel le maquis en Corse, avec de nombreuses plantes grimpantes et des épiphytes, des cactus, des agaves et des aloès; ils possèdent aussi des prairies de graminées (maigres pâturages ou pacages) et des steppes herbeuses (mêlées quelquefois avec le maquis), et deci delà des oliviers, des figuiers, des amandiers, des orangers, des pins (surtout le pin parasol), quelques palmiers et bambous, des cyprès.

Les climats chinois (Chine méridionale, Argentine, Transvaal, Est et Sud-Ouest de l'Australie) sont caractérisés surtout par l'existence de steppes : veld du Transvaal, pampas de l'Argentine, scrub de l'Australie; on y trouve parfois des groupements de palmiers, de bambous et de fougères.

Les climats chiliens (côte du Chili, sud du Japon, Nouvelle Zélande méridionale) possèdent surtout des forêts de palmiers, bambous et fougères, de hêtres à feuillage toujours vert, de chênes, et quelques conifères, notamment l'araucaria.

Les climats tempérés froids sont le domaine des steppes et des grandes forêts. — Les steppes s'étendent ou s'étendaient en Europe, en Asie et en Amérique au sud des grandes forêts : puszta de Hongrie, steppe de Russie, steppe des Kirghises, prairies des États-Unis; on pourrait y ajouter les landes de France et d'Allemagne, et les tourbières des régions marécageuses. — Les grandes forêts de chênes à feuilles caduques, de hêtres, bouleaux, châtaigniers, pins, épicéas, sapins, sans lianes, sans autres épiphytes que des lichens et des mousses, sans sous-bois autre que des graminées (cependant non existantes dans les forêts de conifères), s'étendent ou s'étendaient sur la plus grande partie de l'Europe occidentale, septentrionale et orientale, sur l'Asie septentrionale (la taïga de Sibérie est composée de bouleaux et de conifères; voir Pl. X, a) et sur l'Amérique du Nord. La limite sud des grandes forêts est une ligne passant par les Pyrénées, les Alpes, le nord de la Caspienne, l'Altaï, le sud de Sakhaline, l'Orégon, le nord du Mississipi, le

sud des Alleghanys. — Dans les régions désertiques (Namaland, Damaraland, Turkestan russe, bassin du Tarim, Gobi, Patagonie, Atacama et Grand Bassin), on ne trouve pour ainsi dire que des buissons épineux et des herbes rares, dures et en touffes.

C. — *Végétation des zones polaires.*

Caractéristiques du climat. — Dans les régions polaires, le climat est caractérisé par de grands froids durant longtemps, par une sécheresse extraordinaire et, au delà du 75° degré, par le manque de saison tempérée.

Dans l'Antarctique, la terre étant recouverte à peu près partout de glaces, la végétation est nulle. Les régions arctiques proches de la mer (Islande, Féroer, Norvège, baignées par le Gulfstream) ont un climat maritime avec une saison relativement chaude. Les régions continentales (nord de la Russie, de l'Asie, de l'Amérique et terres polaires américaines) ont un hiver très rigoureux et très sec.

Répartition géographique des végétaux. — La limite nord de la zone forestière est aussi la limite septentrionale de la zone tempérée froide; au delà, les arbres disparaissent presque complètement : on n'y trouve que des bouleaux de petite taille. C'est par contre le domaine de la toundra à mousses et lichens (Nord de la Russie et de la Sibérie) et des barren grounds (Nord du Canada), où la végétation est peu développée et rabougrie, formée de plantes à racines courtes, qui se développent l'été lorsque la partie supérieure du sol est seule dégelée. Plus vers le Nord, et dans tout l'Antarctique, la végétation disparaît complètement.

D. — *Végétation des hautes montagnes.*

Caractéristiques du climat. — Les climats, sur les versants des hautes montagnes équatoriales, présentent à peu près la même succession que de l'équateur au pôle.

Répartition géographique des végétaux. — On trouve, à la base des montagnes, la végétation de la région environnante,

puis, à mesure qu'on s'élève sur ses flancs, les végétations caractéristiques des climats de plus en plus froids jusqu'à la limite des neiges éternelles et quelquefois même au delà, avec quelques variantes provenant soit de l'exposition, soit de la pluviosité. Au-dessus des forêts, existe une végétation dite alpine qui se rapproche beaucoup de la végétation arctique.

Le jardin de Paradenya, dans l'île de Ceylan, par 6° lat. N., mais à une altitude de 2540 mètres, contient presque tous les arbustes de nos régions tempérées (voir Pl. X, c). — Sur le Kilima-Ndjaru, l'étagement des végétations est le suivant : jusqu'à 1900 m., s'étend la savane tropicale avec quelques forêts; au-dessus et jusque près de 3000 m., la forêt subtropicale humide; au-dessus de la forêt, la steppe subalpine jusqu'à 3800 m.; puis au delà, la végétation alpine.

D. — Agents principaux actuels de la répartition géographique des végétaux.

Humidité. — Les plantes, pour vivre et se développer, ont besoin d'une certaine quantité d'eau qu'elles s'approprient surtout par leurs racines. Suivant le degré d'humidité soit du sol, soit de l'air, les plantes prennent des caractères spéciaux : elles se divisent en plantes aquatiques, hygrophiles, xérophiles et trophophiles. De tous les facteurs influençant la répartition géographique des associations végétales spontanées, l'eau est le plus important pour la détermination de la forme de la végétation.

Plantes aquatiques. — Ce sont celles qui vivent dans l'eau : elles ont des tiges longues et sans tissu ligneux, des racines courtes et des feuilles de grande dimension, soit aériennes et flottant à la surface de l'eau, soit submergées et de forme très allongée. Les plantes aquatiques les plus caractéristiques sont les algues qui ne possèdent ni racines, ni feuilles proprement dites et vivent exclusivement de l'eau, tandis que la plupart des autres plantes aquatiques tirent une partie de leur nourriture du sol.

Plantes hygrophiles. Elles se rencontrent dans les endroits où l'humidité est grande, et elles ont une texture qui se rapproche beaucoup de celle des plantes aquatiques : tiges plus ou moins molles, feuilles développées et minces. Les plantes hygrophiles les plus caractéristiques sont les bananiers et les palmiers des régions humides.

Plantes xérophiles. Leur domaine comprend les régions de sécheresse ; elles ont, par adaptation au milieu, des caractères spéciaux : racines nombreuses et longues pour augmenter l'absorption de l'eau, tige ou tronc ligneux de hauteur réduite, feuilles petites et épaisses pour diminuer la transpiration. Dans un climat très sec, elles deviennent des plantes grasses, sans tige nettement visible, avec parfois des épines au lieu de feuilles. Les plantes xérophiles caractéristiques sont le yucca, le cactus, l'aloès et l'agave.

Plantes tropophiles. Ce sont celles qui sont alternativement xérophiles (pendant la saison sèche ou froide : repos de la végétation) et hygrophiles (pendant la saison humide : travail intense de la végétation). Ce sont, entre autres, les arbres à feuilles caduques des forêts de la zone tempérée.

Température. — Une certaine quantité de chaleur, comme une certaine quantité d'humidité, est absolument nécessaire à toute plante. Chaque espèce de végétal doit, pour se développer régulièrement, jouir d'une certaine somme de chaleur, d'une température dite optima, qui varie un peu selon l'époque de la pousse, de la floraison, de la fructification. De tous les facteurs influençant la répartition géographique des végétaux, la température est le plus important pour la détermination des espèces végétales pouvant se développer normalement dans chacune des zones climatiques.

Ainsi les conifères sont presque tous exclus de la zone tropicale, tandis que les palmiers ne peuvent vivre normalement dans la zone tempérée froide. Le blé ne germe que si la température est supérieure à 6°; le raisin ne vient à maturité que si la température moyenne des mois de mai à octobre est au-dessus de 15°; les dattes ne mûrissent qu'entre les isothermes de + 15°. Le ricin, qui, dans les régions tempérées, est une plante annuelle de peu de hauteur, est, dans la zone chaude, un arbre de 10 à 15 m. ayant plusieurs floraisons.

Lumière. — L'influence lumineuse des rayons caloriques du Soleil est assez grande : elle peut, jusqu'à un certain point et pour certaines plantes, suppléer à un manque de chaleur. L'intensité de la lumière active la végétation.

Dans les régions polaires, où le Soleil reste au-dessus de l'horizon pendant de nombreux jours consécutifs, certaines plantes se développent plus rapidement que dans des régions moins glaciales où les jours sont séparés par des nuits. — On distingue les plantes d'ombre qui n'ont pas besoin de beaucoup de lumière et croissent surtout à l'abri des grands arbres ; et les

plantes de lumière qui ont des tiges et des feuilles moins développées, des fleurs grandes aux couleurs vives. Aucune plante ne peut vivre dans l'obscurité complète et continue; c'est pourquoi les plantes marines n'existent que dans les couches superficielles de la mer.

Vent. — Les vents étant facteurs du climat agissent sur la végétation par leur humidité ou leur sécheresse; ils modifient la forme des végétaux lorsqu'ils sont régulièrement violents.

Les vents humides aident au développement d'une végétation hygrophile; les vents secs travaillent à la destruction de la végétation; les vents violents empêchent la croissance des arbres (île d'Ouessant), qui restent rabougris ou buissonneux; ou bien les courbent tous dans le même sens.

Altitude. — Les différences de niveau produisent des différences de température et d'humidité.

Aussi, sur les flancs des montagnes, voit-on s'étager des végétations différentes (voir pp. 87 et 200-201).

Exposition. — Les différences d'exposition produisent des différences dans la quantité de lumière reçue et parfois dans la somme de chaleur.

De là, la différence très sensible, dans les pays montagneux, entre les versants ensoleillés où la végétation est plus hâtive et plus puissante, et les versants à l'ombre; entre les versants exposés à la bise et ceux abrités contre les vents du nord.

Nature du sol. — Les plantes tirant leur nourriture du sol, la nature et les propriétés de celui-ci ont une assez grande influence sur la végétation sans être des facteurs aussi importants que la chaleur et l'humidité; cependant, le degré d'humidité nécessaire à la végétation ne dépend pas seulement de la quantité d'eau tombée, mais aussi de certaines propriétés du sol: capacité d'absorption et de conservation de l'eau, capillarité et perméabilité.

On distingue, au point de vue de la végétation, les espèces de sols suivants: 1° les *sols arénacés* qui proviennent de la désagrégation des roches éruptives, fondamentales ou sédimentaires, avec surabondance de quartz; 2° les *sols argileux* provenant de la décomposition de schistes, de calcaires ou de terrains argilo-marneux, et dont les principaux sont: la terre rouge fréquente dans le bassin de la Méditerranée; les terres noires à

coton dans le sud des États-Unis, au Maroc et dans le Nord-Ouest de l'Hindoustan; l'argile à silex dans le Nord de la France; 3° les *limons* provenant de la décomposition de roches avec surabondance d'éléments argilo-sableux, et dont les principaux sont : le lehm, souvent très argileux; le loess, pas argileux du tout, en Chine; le tchernoziom, dans la Russie méridionale; la latérite à Java, au Brésil, dans le centre africain; 4° les *alluvions* apportées par les fleuves et les rivières; 5° l'*humus* formé par des débris organiques décomposés.

On distingue encore, d'après la grosseur des éléments rocheux constituant le sol : les éboulis, les cailloutis, les sables et les argiles, chaque espèce ayant des propriétés spéciales quant à la porosité, la perméabilité, etc. Ils forment soit des sols poreux et légers, le plus souvent secs et chauds, soit des sols lourds et compacts, le plus souvent humides et froids.

On a souvent fait la distinction entre plantes calcicoles (préférant un terrain calcaire) et silicicoles (préférant un terrain siliceux), ou entre plantes calcicoles et plantes calcifuges. En réalité, les plantes calcicoles s'accommodent de tous les terrains, les calcifuges ne supportent qu'une minime dose de carbonate de chaux.

Les sols contenant une quantité assez grande de sel marin ont pour végétation des plantes halophiles adaptées à ces terrains salés.

Lutte pour l'existence. — Entre les espèces végétales qui vivent les unes près des autres, il y a lutte, tentatives de supplantation, élimination des plantes les moins résistantes ou les moins adaptées.

La lutte pour l'existence peut avoir pour résultat la disparition d'une espèce de plante dans une région déterminée, ou la limitation de l'extension géographique d'une espèce.

Action de l'homme. — L'homme est intervenu souvent pour modifier la répartition géographique naturelle des végétaux, surtout des végétaux utiles pour son alimentation (céréales), pour son habillement (textiles), pour son industrie (caoutchouc, etc.), pour la nourriture de ses animaux domestiques (prairies artificielles et plantes fourragères).

Dans la géographie économique, nous ferons connaître, pour la plupart des végétaux dont l'homme a agrandi les aires d'expansion, les régions d'où ces plantes sont originaires et le domaine géographique sur lequel elles se sont étendues par la culture (voir aussi p. 271).

CHAPITRE III.

GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE.

A. — Notions préliminaires.

Zoologie et géographie zoologique. — La zoologie est la science qui étudie les animaux et tous les problèmes relatifs à la vie animale; la géographie zoologique a pour objet de déterminer la localisation actuelle des groupements naturels d'animaux et la répartition géographique des principales espèces, et d'analyser les rapports qui existent entre la répartition de ces groupements et espèces et les phénomènes géographiques qui l'influencent.

La géographie zoologique, bien plus encore que la géographie botanique, est récente : les grandes lignes seulement en ont été tracées. La mobilité des animaux, leur plus grande facilité d'adaptation à de nouvelles conditions de milieu, la petitesse de la plupart des oiseaux et surtout des insectes, le nombre énorme d'espèces microscopiques et de microorganismes rendent la tâche du zoogéographe très difficile, et ne lui permettent pas d'arriver à des résultats aussi précis que ceux atteints par le phytogéographe.

Faune. — La faune est l'ensemble des espèces animales vivant dans une région déterminée.

La géographie zoologique devrait pouvoir déterminer des groupements naturels d'animaux, comme la géographie botanique a reconnu des associations végétales spontanées : la nature du monde animal s'y prête moins que celle du monde végétal.

Cependant, pour les animaux aquatiques, on a établi la division en *plankton animal* (êtres flottants non automoteurs), en *nekton* (êtres se déplaçant librement) et en *benthos* (êtres fixés au fond des mers). Pour la faune continentale, on a proposé la division en animaux *terricoles* (êtres liés au sol), *aéricoles* (êtres s'élevant dans les airs), *aquicoles* (êtres vivant près, sur ou dans l'eau), *cavernicoles* (êtres habitant les cavernes).

D'ailleurs la faune excite moins l'intérêt du géographe parce qu'elle est, à un degré moindre, caractéristique d'un paysage ou d'une région et que, contrairement à la végétation, elle ne s'impose pas toujours à l'observation. — Mais, d'autre part, la répartition géographique des animaux aide, plus que celle des plantes, à déterminer les modifications qui se sont produites dans la disposition des terres émergées pendant les diverses époques géologiques.

Moyens de dispersion des animaux. — La répartition géographique des animaux a été et est encore modifiée par suite de leur mobilité propre : ils peuvent se déplacer, s'installer dans d'autres milieux géographiques favorables, ou s'adapter à d'autres milieux. Il est à remarquer cependant qu'il y a très peu d'espèces animales cosmopolites.

Les animaux qui se dispersent le plus facilement sont les insectes que les vents transportent à de grandes distances, et les oiseaux migrateurs qui s'installent dans des régions différentes suivant les saisons. Les mammifères et les poissons sont le plus étroitement attachés aux régions qui les ont vu naître. L'homme détruit autant qu'il le peut les animaux nuisibles ou simplement inutiles, mais par contre propage les espèces domestiquées ou acclimatées de nouvelles espèces ; nous y reviendrons en géographie humaine.

Obstacles à la dispersion des animaux; régions sans vie animale. — Les surfaces marines étendues s'opposent à la propagation des espèces d'un continent à l'autre. — Les massifs montagneux et les déserts forment souvent des barrières qui cantonnent dans une région certaines espèces. — L'extension géographique des animaux est plus grande que celle des plantes : toute la biosphère est peuplée d'animaux, sauf le centre des régions polaires, d'où la vie animale est bannie complètement.

B. — Animaux caractéristiques des principales zones de végétation.

Animaux des forêts. — Les forêts équatoriales sont le domaine des groupes arboricoles (singes) et des oiseaux percheurs (perroquets), de quelques fauves (tigres et panthères) et de quelques reptiles (serpents, crocodiles). — Les lisières des forêts équatoriales et les forêts galeries sont le domaine des herbivores de forme massive (hippopotames, éléphants, rhinocéros). — Les forêts tempérées sont le domaine de quelques herbivores (chevreuils, cerfs), de rongeurs et d'oiseaux migrateurs.

Animaux des prairies. — Les savanes et les brousses sont le domaine d'espèces douées d'agilité et adaptées à la course et au saut (antilopes), de reptiles et de quelques carnassiers (lions).

— Les steppes herbeuses sont le domaine d'herbivores coureurs, possédant une grande facilité de migration (gazelles), de fousisseurs et de fauves de petite taille (chacals, lynx).

Animaux des déserts. — Les déserts chauds sont le domaine d'animaux adaptés au manque d'eau (chameau, autruches) et de quelques serpents. — Les déserts glacés ou toundras sont le domaine des rennes, des campagnols et des animaux à fourrure.

C. — Répartition géographique des animaux.

Grandes divisions. — Les animaux sont ou aquatiques ou terrestres; les uns vivent dans les eaux de l'océan ou dans les eaux douces; les autres, sur les continents ou sur les îles. Bien peu sont amphibiés.

I. — FAUNE DU DOMAINE AQUATIQUE.

A. — Faune des eaux marines.

Faune littorale ou des rivages. — On désigne sous ce nom l'ensemble des animaux peuplant la mer aux abords des continents et quelques mers intérieures, telles la Baltique, la mer du Nord, la baie d'Hudson, la mer de Java : mammifères marins, quelques oiseaux, des reptiles et surtout des poissons et des mollusques.

La nature des poissons et des mollusques varie avec la forme des plages (sable, vase, rochers), avec la différence de salinité (estuaires, deltas, côtes sans fleuves), avec les différences de température (zones chaudes et zones froides). — Comme mammifères, on rencontre dans les régions septentrionales des phoques, des otaries, des morses; dans la région équatoriale, des lamantins; dans les régions méridionales, des otaries. — Comme oiseaux, il faut surtout signaler les eiders, les pingouins et les manchots. — Les poissons et les mollusques sont excessivement nombreux. — La distribution des espèces de cette faune est en grande partie dépendante de la répartition des espèces végétales.

Faune pélagique ou thalassique. — C'est la faune de la haute mer, au delà de la zone littorale : les oiseaux et les

mammifères marins y sont rares; par contre, les poissons et les mollusques y pullulent. C'est aussi le domaine principal du plankton animal.

Les animaux les plus caractéristiques de cette région sont des cétacés (baleines, cachalots, dauphins), des squales (requins), des mollusques nageurs (poules) et des poissons de grande dimension, notamment les requins, les cabillauds, les soles et les turbots.

Faune abyssale. — Elle comprend tous les animaux habitant les grandes profondeurs marines, à plus de 2000 mètres, là où la lumière solaire n'arrive plus, sans végétation aquatique et sous de fortes pressions. On n'y trouve que des poissons qui se sont adaptés à ce milieu spécial et qui sont tous carnivores.

Les caractéristiques de la faune abyssale sont : *a)* son uniformité due surtout à la température constante des eaux; *b)* son archaïsme, les animaux présentant des ressemblances indiscutables avec ceux des époques géologiques. — Vivant dans l'obscurité, ces poissons ou bien sont aveugles, ou bien possèdent des organes tactiles spéciaux, ou bien produisent eux-mêmes de la lumière.

Le plankton. — Le plankton est l'ensemble des êtres vivants, plantes et animaux, microscopiques, dépourvus de moyens de locomotion propres, entraînés par les courants et ballottés par les vagues de la mer. Le plankton végétal est presque exclusivement formé d'algues microscopiques végétant entre la surface et 400 mètres de profondeur. Le plankton animal est composé de petits mollusques, de petits crustacés, de formes larvaires, d'œufs de poissons et de crustacés, et de nombreux protozoaires (surtout des radiolaires et des foraminifères).

C'est à ces animaux souvent microscopiques qu'est due la phosphorescence de la mer (voir p. 119), et ce sont eux qui constituent la nourriture d'une grande partie des animaux aquatiques. Le plankton animal se déplace horizontalement sous l'action des mouvements des eaux, et verticalement sous l'influence de la température et de la salinité.

Les coraux. — Des animaux, comme les madrépores et les astrées, se réunissent en colonies, construisent par accumulation de leurs dépouilles des polypiers qui, appuyant leurs bases sur les hauts fonds marins, s'élèvent jusqu'au niveau des basses mers.

Les coraux ne vivent que dans des eaux peu profondes, claires et à température sensiblement proche de 18°. Ils édifient des îles coralliennes (voir p. 104), soit des récifs côtiers (environs de Zanzibar), soit des récifs barrières (N.-E. de l'Australie), soit des récifs annulaires ou atolls (îles Carolines; îles Tuamotu).

B. — Faune des eaux douces.

Faune des lacs. — La faune des lacs, comme celle des mers, se divise, lorsque les lacs sont très étendus et très profonds, en faune des rives ou littorale, faune du large ou pélagique et faune des profondeurs ou abyssale, mais ne comprend guère que des poissons et du plankton animal.

Le lac Aral et le lac Baïkal ont cependant des phoques.

Faune des fleuves et des rivières. — Elle est composée de poissons d'eau douce, d'un certain nombre de crustacés, de quelques mollusques et d'un peu de plankton animal.

Les espèces varient suivant que la rivière coule dans des régions humides ou dans des régions steppiques, suivant que le fleuve est de plaine ou de montagne, suivant la proximité de l'embouchure ou de la source. On pêche, dans les rivières de nos régions, surtout la truite, la carpe, le saumon, le brochet et l'anguille.

II. — FAUNE DU DOMAINE CONTINENTAL.

A. — Faune de la zone torride.

Caractères généraux. — Les contrées intertropicales sont connues : 1° pour leurs espèces de grands singes : gorille, chimpanzé, orang-outang; 2° pour leurs terribles carnassiers : lion, tigre, panthère, jaguar, léopard; 3° pour leurs grands pachydermes : éléphant, rhinocéros, hippopotame; 4° pour leurs oiseaux gigantesques ou revêtus de plumes éclatantes : autruche, casoar, oiseau-mouche, perroquet; 5° pour leurs reptiles dangereux à cause de leur force ou de leur subtil venin : crocodile, caïman, boa, serpent python, serpent à sonnettes, vipère naja; 6° pour leurs insectes nuisibles, comme les moustiques, la puce pénétrante et la mouche tsé-tsé; 7° pour le

nombre et la beauté de leurs papillons. — La zone chaude est, pour ainsi dire, la seule qui contienne des singes, des édentés et des lémuriens.

La zone torride continentale se subdivise en trois régions : l'éthiopienne, l'indo-malaise et l'américaine centrale et méridionale.

Région éthiopienne. Elle comprend l'Éthiopie, l'Afrique au sud du Sahara, Madagascar et une partie de l'Arabie. — La forêt équatoriale est habitée par des singes (guenons, gorilles, chimpanzés), par des serpents (boas), par des oiseaux aux plumages éclatants (perroquets). — Les savanes et les steppes sont caractérisées par des herbivores (éléphants, hippopotames, rhinocéros, zèbres, girafes, antilopes), par des carnassiers (léopards, lions, hyènes), par des autruches. — Madagascar possède des lémuriens (makis). — Les régions désertiques sont le domaine de quelques herbivores (gazelles).

Région indo-malaise. Elle comprend l'Hindoustan, l'Indo-Chine, la presqu'île Malaise et les îles de Java, Sumatra, Bornéo, Célèbes et Philippines. — Dans les régions forestières se rencontrent des orangs-outangs, des gibbons et des lémuriens, des crocodiles et des pythons, des éléphants, des rhinocéros et des tapirs; de nombreux oiseaux au plumage magnifique, des papillons et des insectes, surtout des lépidoptères et des coléoptères. — Dans les steppes vivent des ruminants, notamment des zèbres, des yaks, des buffles et des antilopes, ainsi que des carnassiers, surtout des tigres.

Région centre et sud-américaine. Elle comprend toute l'Amérique depuis le Mexique jusqu'à la Patagonie et y compris les Antilles. — Les grandes forêts sont l'habitat de singes à queue prenante (sapajous, singes hurleurs, ouistitis), de carnassiers (jaguars et pumas), d'édentés (fourmiliers), de marsupiaux (sarigues), d'oiseaux (perroquets, colibris, toucans), de nombreux insectes, surtout des papillons. — Dans les régions herbacées, des chevaux et des bœufs, des oiseaux coureurs (nandous); sur les plateaux des Andes, des lamas; au Chili, des chinchillas.

B. — Faune des zones tempérées.

Caractères généraux. — Dans les régions tempérées se trouvent un grand nombre d'animaux domestiques : chevaux, bœufs, moutons, oiseaux de basse-cour, tandis que les fauves et les animaux sauvages ont disparu ou diminuent. — La faune des hautes montagnes est différente de celle des plaines : elle comprend des chamois, des daims, des bouquetins, des chèvres, des

marmottes, etc. — C'est dans les zones tempérées que l'influence de l'homme a le plus modifié l'aspect de la vie animale.

Les zones tempérées se subdivisent en trois régions : l'australienne, l'eurasiatique et l'américaine septentrionale.

Région australienne. Elle comprend l'Australie, les Moluques, la Nouvelle Guinée, les îles de la Polynésie et de la Mélanésie ainsi que la Nouvelle Zélande. — L'Australie est caractérisée par des marsupiaux (kangourous), des monotrèmes (ornithorynques), des oiseaux, notamment les oiseaux de paradis, les cacatoès et l'émeu. — La Nouvelle-Zélande possède l'aptéryx ; les îles coralliennes, des rats et des souris ; la Nouvelle Guinée, le casoar.

Région eurasiatique. Elle comprend toute l'Europe, sauf l'extrême nord, l'Afrique au nord du Sahara, toute l'Asie sauf l'Arabie, l'Hindoustan, l'Indo-Chine et la Sibérie septentrionale. Cette région possède en propre le chameau, le chevreuil et le chamois ; elle se subdivise en sous-régions : 1° la sous-région européenne avec des carnassiers de taille moyenne (loups et renards), des petits rongeurs (écureuils, lièvres, rats), des ongulés (sangliers, cerfs, chevreuils), de nombreux insectivores de petite taille, de grands rapaces (aigles, faucons) ; 2° la sous-région méditerranéenne, caractérisée par des carnassiers (lions, hyènes, panthères, chacals), des insectes (cigales, sauterelles), des chameaux et des dromadaires, des reptiles venimeux (vipères), des porcs-épics et, dans les régions élevées, les daims et les bouquetins ; 3° la sous-région asiatique centrale avec des yaks, des lions, des chameaux, des chevaux sauvages et de nombreux animaux fouisseurs (marmottes et rats) ; 4° la sous-région mandchourienne, avec des carnivores et des rongeurs de types particuliers.

Région nord-américaine. Elle comprend le Canada, les États-Unis et le nord du Mexique. Elle est caractérisée par l'absence de singes et par la présence du bœuf musqué et, autrefois, du bison ; dans le Nord, par l'élan et les animaux à fourrures (martres, castors, loutres) ; sur les bords du Mississipi, par des alligators ; dans l'est des États-Unis, par des serpents venimeux et des perruches ; en Californie, par des ours gris.

C. — Faune des zones glaciales.

Caractères généraux. — Les pays froids sont peuplés d'oiseaux à duvet, comme l'eider, et d'animaux à fourrure, comme le castor, l'hermine, la martre et le renard bleu ; là vivent aussi le renne et l'ours blanc. Les amphibiens et les reptiles font totalement défaut.

Région arctique. Elle comprend toute la partie septentrionale de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique, ainsi que les terres polaires. Elle est caractérisée par le renne, l'ours blanc, certains rongeurs (renards blancs et bleus, lièvres polaires, lemmings), de nombreux mammifères et oiseaux marins (eider, mouettes). Tous ces animaux, sauf le lemming, sont migrants.

Région antarctique. Elle comprend toutes les régions polaires antarctiques et ne sert d'habitat qu'à des manchots.

D. — Caractéristiques de la faune des divers continents.

Ancien Continent. — La faune de l'Ancien Continent est caractérisée par l'ampleur des formes et la haute stature des individus : grands herbivores (éléphants, girafes) et tous les grands carnassiers.

Nouveau Continent. — La faune du Nouveau Continent se distingue par la petitesse des formes et de la taille et aussi par la multiplicité des variétés ; elle ne renferme aucune des grandes espèces animales de l'Ancien Monde, mais celles-ci y sont représentées par des variétés analogues et souvent plus petites. C'est ainsi que le lion et le tigre sont remplacés en Amérique par le puma et le jaguar ; l'éléphant par le tapir ; le chameau par le lama ; l'autruche par le nandou, et le crocodile par le caïman et l'alligator.

Australie. — L'Australie a une faune aux formes bizarres ou absolument propre à ce continent, comme le kangourou, l'ornithorynque, la lyre et le cygne noir.

**D. — Agents principaux actuels
de la répartition géographique des animaux.**

Conditions de la vie animale dans le milieu aquatique. — Les animaux vivant dans les mers et dans les eaux douces ont une organisation spéciale leur permettant la respiration et le mouvement dans l'eau, la résistance à la pression et aux variations de la température.

Les oiseaux et les mammifères ne peuvent vivre dans l'eau, sauf les cétacés et les siréniens qui se sont adaptés au milieu aquatique. Les êtres marins se répartissent non seulement dans les eaux superficielles, mais encore dans les eaux profondes, et leur domaine est continu; ils se différencient nettement des êtres vivant dans les eaux douces.

Conditions de la vie animale dans le milieu continental.

— Les animaux vivant sur les continents ont, contrairement aux animaux marins, un domaine discontinu, divisé en surfaces continentales séparées par des surfaces marines très étendues, infranchissables pour la plupart des espèces animales terrestres. Sur les continents même, les grandes chaînes de montagnes ont formé des obstacles que beaucoup d'animaux n'ont pu franchir.

Ces faits expliquent pourquoi certaines régions, comme l'Australie, possèdent des animaux que l'on ne rencontre que là; pourquoi aussi les faunes sont différentes sur les versants opposés de grands massifs montagneux, comme ceux de l'Himalaya.

Température. — L'influence de la température est très grande sur la répartition des animaux terrestres, surtout de ceux qui ont besoin d'une certaine quantité de chaleur.

Certaines espèces, tels les crocodiles, n'habitent guère que la zone inter-tropicale; les lézards et les serpents font totalement défaut dans les zones glaciales. Par contre, d'autres animaux ont leur habitat répandu sur plusieurs zones, tel l'ours d'Amérique qui se rencontre au centre du Mexique et, de là, vers le Nord, jusque dans l'Alaska; telle l'hyène qu'on trouve depuis le lac Aral jusqu'au Cap; tel encore le tigre dont le territoire d'expansion s'étend vers le Nord jusqu'en Sibérie.

La température a une influence sur le pelage et sur le plumage qui, dans les régions chaudes, prennent de belles colorations, tandis que dans les régions froides, ils sont blancs; sur la toison qui, sous l'équateur, est courte et fine, et, dans la zone tempérée froide, est laineuse et longue.

Elle a aussi une influence sur l'intensité de la vie: dans les régions polaires vivent des animaux hibernants qui s'engourdissent pendant l'hiver, telles les marmottes; ou sur le déplacement de certains animaux: telles les hirondelles qui émigrent vers le Sud, à l'approche des frimas.

Cependant, ni les grands froids des glaciers, ni l'eau presque bouillante des sources d'eau chaude, ne détruisent tous les organismes.

Lumière. — Si les végétaux ne peuvent se développer dans l'obscurité perpétuelle, toute vie animale n'est pas bannie des endroits où la lumière ne pénètre jamais.

Dans les cavernes et les grottes, on trouve une faune spéciale, dite cavernicole, caractérisée surtout par l'absence ou l'atrophie des organes visuels; dans les profondeurs marines, les animaux formant le benthos ont parfois les organes de la vue remplacés par des organes tactiles.

Nourriture. — La répartition géographique de la nourriture végétale a une influence assez grande sur la répartition géographique des herbivores; les carnivores, par contre, sont plus indépendants en ce qui concerne leur alimentation, et leur extension géographique est plus grande. L'eau est un objet d'alimentation nécessaire; de là, la pauvreté de la faune dans les régions désertiques.

Les limites des diverses faunes sont plus ou moins concordantes avec celles des diverses associations végétales spontanées; les herbivores ne peuvent vivre que là où ils trouvent des herbes ou du feuillage; les carnivores se nourrissent de la chair des herbivores, et vivent de préférence là où ces derniers sont nombreux.

Action de l'homme. — De même que l'homme a étendu considérablement, par la culture, le domaine géographique des végétaux utiles, de même il a propagé sur des territoires immenses des espèces animales dont l'élevage lui était profitable, surtout les animaux pouvant servir à son alimentation (gros bétail, moutons, porcs), à son habillement (producteurs de laine, vers à soie) et à des buts industriels. Mais il fait de l'économie destructive et imprévoyante par la chasse et la pêche qui ont quelquefois pour résultat l'extinction complète, ou à peu près, d'espèces animales dont il tirait profit.

Dans la géographographie économique, nous signalerons les principaux animaux qui, domestiqués et multipliés par l'élevage, rendent de grands services à l'humanité; leur aire d'expansion s'est considérablement accrue au cours des siècles, et leur acclimatation les a propagés dans des régions où ils étaient auparavant inconnus. — Dans l'anthropogéographie, nous étudierons l'activité humaine s'inscrivant sur le sol par des modifications dans la végétation et dans la faune (voir pp. 271-274).

QUATRIÈME PARTIE.

GÉOGRAPHIE HUMAINE.

CHAPITRE I.

GÉNÉRALITÉS.

Importance géographique de l'homme. — La science géographique moderne a comme objet d'étude non seulement la Terre, mais encore l'homme, le plus élevé des êtres vivants; celui-ci se trouve, jusqu'à un certain point, sous la dépendance des phénomènes géographiques, mais aussi, par sa présence et par ses travaux, il modifie l'aspect du globe. La géographie est la synthèse des rapports de la Terre et de l'homme.

Géographies mathématique et physique réunies, voire même en y ajoutant la biogéographie, ne donnent de la Terre qu'une description incomplète ou inachevée : l'homme en serait absent alors qu'il est, sur la Terre, l'apparition la plus intéressante, alors qu'il donne à la surface terrestre une physionomie particulière, alors qu'on ne peut se faire une idée de cette surface sans montrer son activité, son influence, les faits humains qui se traduisent par des modifications de l'aspect géographique ou par la création d'œuvres matérielles à caractères géographiques. L'importance géographique de l'homme est tellement considérable qu'elle a donné lieu à une discipline spéciale : *la géographie humaine*.

La géographie humaine. — Relativement récente, cette branche de la science géographique est, avons-nous dit déjà, la géographie de l'homme vivant en société.

La géographie humaine, ce terme pris dans son sens le plus large, comprend la géographie ethnographique, l'anthropogéographie, la géographie politique et la géographie économique; elle se sert des résultats fournis par diverses sciences, telles l'anthropologie, l'ethnologie, la sociologie, la statistique, la démographie, etc. — La géographie humaine forme la partie surtout synthétique de la géographie générale. — Les modifications du modelé de la surface terrestre, les diverses formes du climat, les productions du sol, l'aspect si varié de notre globe sous les diverses latitudes,

ne sont surtout intéressants que lorsqu'on considère la Terre comme l'habitat de l'homme et que l'on voit l'activité humaine répandue à sa surface, adaptée aux différentes conditions géographiques, agissant de mille manières suivant les degrés de civilisation.

L'activité humaine et les phénomènes géographiques naturels. — L'activité humaine se résume, pour les géographes, dans un ensemble de phénomènes de surface qui sont le fait de l'homme, entre autres : exploitations agricoles et minières, villages et villes, routes et voies ferrées, irrigation et canaux, déforestation et reboisement, domestication d'animaux et destruction d'êtres inutiles ou malfaisants, navires traversant les océans et percement d'isthmes et de montagnes, êtres vivants nombreux réunis en familles, en sociétés, en nations et formant, à la superficie des terres, des groupes plus ou moins denses; tous ces phénomènes sont géographiques, car ils modifient l'aspect de la Terre.

Les phénomènes géographiques humains ont tous un caractère qui leur est particulier : leur *variabilité* incessante provenant de la possibilité pour l'homme de se déterminer dans un sens ou dans un autre, d'agir en toute liberté et d'être capable, si pas de résister toujours à l'influence du monde physique, du moins de ne pas obéir aveuglément à toutes ses lois et de se servir de la nature pour son propre avantage.

Les phénomènes géographiques naturels, au contraire, sont liés entre eux par des rapports de causalité, ils sont commandés par des lois qui ne souffrent pas d'exceptions, ils ont un caractère de fatalité qui les distingue nettement des faits humains.

L'homme est, jusqu'à un certain point, dépendant de la Terre, car il a des besoins nombreux dont la nourriture, le vêtement et l'habitation sont les principaux, et il ne peut les satisfaire que par la terre et par ses productions naturelles, employées telles, ou améliorées, ou travaillées. Cette dépendance est d'autant moins grande que l'état de civilisation des groupes humains est plus développé, mais elle n'est inexistante pour aucun humain. Les rapports de la terre et de l'homme varient donc suivant l'état de civilisation et suivant les besoins et les nécessités de la vie journalière. D'autre part, les phénomènes physiques évoluent très lentement, tandis que l'activité humaine modifie considérablement et en peu de temps ce qu'elle a produit.

CHAPITRE II.

GÉOGRAPHIE ETHNOGRAPHIQUE.

A. — Considérations préliminaires.

But de la géographie ethnographique. — La géographie ethnographique a pour but d'étudier la répartition géographique des variétés humaines (ou races) et des groupes ethniques.

A proprement parler, la géographie ethnographique a un domaine assez restreint, comme la géographie botanique et la géographie zoologique. L'étude de ces deux disciplines est préparée, dans l'enseignement, par des cours de botanique et de zoologie, mais les questions d'anthropologie, de préhistoire et d'ethnographie sont à peine effleurées dans les classes; de là l'utilité d'exposer ici la répartition géographique des langues et des religions, de donner quelques renseignements sur l'homme préhistorique, de décrire les divers stades de la civilisation et d'aborder l'étude de quelques questions d'anthropologie et d'ethnographie.

L'espèce humaine peut se diviser de plusieurs manières : en *variétés humaines* (ou races, dans le sens donné en zoologie à ce mot), qui se distinguent les unes des autres par des caractères physiques différents, telles la couleur de la peau, la forme du crâne, la taille, etc. (division anthropologique); — en *groupes ethniques* qui se distinguent les uns des autres par des caractères psychiques différents, tels le langage, la religion, les mœurs, les coutumes, etc. (division ethnographique); — en *peuples* ou nations qui sont formées d'hommes faisant partie d'un même État et soumis aux mêmes lois et à la même autorité (division politique); — en *sociétés* de civilisation plus ou moins avancée suivant leurs progrès, leurs développements intellectuel, moral, scientifique et industriel, leur éloignement de l'état de nature (division sociologique).

B. — Origine de l'espèce humaine.

Ancienneté de l'homme. — Notre planète ne fut pas, dès son origine, dans un état permettant à l'homme de vivre à sa surface. Les premières traces indiscutables de l'existence de l'homme sur la Terre datent du commencement de l'ère quaternaire; il se pourrait que les premiers hommes apparurent vers la fin du pliocène, dernière des périodes de l'ère tertiaire

(voir p. 77). Il n'est pas possible de mieux préciser, ni de dire avec exactitude depuis combien d'années, ni depuis combien de siècles, la Terre est habitée par l'homme.

Les documents historiques ne permettent pas de remonter assez haut dans l'histoire de l'humanité. Les commentateurs de la Genèse (Bible) placent l'apparition de l'homme entre quatre et huit mille ans avant notre ère. Les monuments de Chaldée, d'Égypte et de Chine prouvent que quatre mille ans avant le Christ ces pays possédaient déjà des populations assez avancées en civilisation.

Les recherches paléontologiques ont fourni, comme plus ancien ossement humain, une mâchoire datant soit de la deuxième phase interglaciaire, soit de la troisième période glaciaire (voir p. 70-71) ; les recherches préhistoriques ont donné comme plus anciens outil et arme fabriqués certainement par l'homme, des silex taillés datant de la deuxième période glaciaire. L'homme existait donc, en Europe, au moins peu après le commencement de l'ère quaternaire.

De ce que, dès la deuxième période glaciaire, l'homme savait déjà, en Europe, travailler la pierre pour en fabriquer des armes et des outils ; de ce que, entre le moment de l'apparition de l'homme et l'époque où florissait le degré de civilisation caractérisé par cette taille, il s'est écoulé, sans doute, plusieurs siècles, il se pourrait que l'ancienneté de l'homme doive remonter aux dernières années de l'ère tertiaire.

Origine de l'homme. — Trois théories principales expliquent l'origine de l'homme ; 1° le *créationnisme* : l'homme tout entier est une création de Dieu, l'Être supérieur ; 2° l'*évolutionnisme spiritualiste* : l'homme descend, par évolution, d'un être antérieur, mais n'est devenu homme qu'à la suite d'un acte de l'Être supérieur qui lui a donné l'âme ; 3° l'*évolutionnisme matérialiste* : l'homme provient, par évolution, d'un être antérieur sans intervention d'un Être supérieur.

Les sciences naturelles n'ont fourni, à aucune de ces trois théories, des bases suffisantes, et elles n'ont pu déterminer avec certitude laquelle des trois est la vraie. Les sciences philosophiques démontrant l'existence d'une âme chez l'homme, il s'ensuit que la première et la deuxième théorie sont seules admissibles.

Unité de l'espèce humaine. — Les types humains, qui paraissent, à première vue, les plus différents, tels le nègre et le blanc, le mongol et le pygmée, proviennent tous de la même souche, car il n'existe pas, malgré des différences visibles, de

caractères distinctifs profonds entre les variétés humaines; et, en outre, on retrouve chez tous les hommes le même fond psychologique et les mêmes facultés, à des degrés divers.

Pour les monogénistes, il n'y a qu'une espèce humaine dont les variétés sont dues surtout à l'influence des milieux géographiques dans lesquels elles ont vécu ou par lesquels elles ont passé; elles sont d'ailleurs reliées les unes aux autres par une suite ininterrompue de types intermédiaires. — Pour les polygénistes, il y a plusieurs espèces humaines, chacune étant apparue à un certain endroit du globe, avec des caractères particuliers.

Centre d'apparition de l'homme. — L'incertitude règne encore sur le centre d'apparition de l'homme; on a proposé, entre autres : le Pamir, le plateau de l'Iran, le plateau de l'Asie centrale, la Mésopotamie, les Indes orientales, la zone tempérée de l'Ancien Continent.

C. — L'homme préhistorique en Europe.

I. — RESTES OSTÉOLOGIQUES.

Variété humaine dite de Heidelberg. — En 1907, près de Heidelberg (Bade), a été découverte une mâchoire humaine caractérisée surtout par la vigueur de la branche montante et l'absence de menton; cette mâchoire est considérée comme ayant appartenu à un homme de la troisième période glaciaire, ou peut-être déjà de la deuxième phase interglaciaire.

C'est le plus ancien ossement humain trouvé jusqu'ici; plusieurs paléontologistes considèrent comme aussi anciens une boîte crânienne et un demi-mandibule découverts à Piltdown (Angleterre), en 1912.

Variété humaine dite de Spy. — Deux squelettes découverts à Spy-sur-l'Orneau (Namur), en 1885, et des ossements divers trouvés à Krapina (Croatie), Le Moustier (Dordogne), La Quina (Charente), La Ferrassie (Dordogne), La Chapelle-aux-Saints (Corrèze), ont permis d'établir les caractères anthropologiques de l'homme vivant pendant la dernière période glaciaire.

La variété de Spy, dite encore de Néandertal, est caractérisée par un crâne allongé (dolichocéphale), un front très fuyant et très bas, une boîte crânienne aplatie, des arcades orbitaires proéminentes, un occiput saillant, un mandibule puissant, un corps trapu et une taille de 1 m. 60.

Variété humaine dite de Laugerie ou de Cro-Magnon. — Des restes ostéologiques très nombreux découverts notamment à Grimaldi (près de Menton), à Cro-Magnon (Dordogne), à Combe-Capelle (Périgord), à Laugerie-Haute (Dordogne), à La Rochette (Dordogne), à Brünn et à Pedmost (Moravie), prouvent qu'une variété différente de la précédente vivait en Europe dans la période post-glaciaire (fin du quaternaire ancien).

Cette variété de Laugerie a pour caractéristiques un crâne allongé (dolichocéphale), un front large et haut, des arcades orbitaires non proéminentes, des pommettes saillantes, une taille de 1 m. 65, atteignant 1 m. 75 chez l'homme de Cro-Magnon.

Variété humaine dite de Grenelle. — A côté de descendants de la variété précédente (la variété de Spy semble avoir disparu), apparaissent, au commencement du quaternaire actuel, des hommes d'une autre variété, dite de Grenelle, et dont des ossements ont été trouvés notamment à Grenelle, La Truchère, Kleinkems et Furfooz.

Les caractéristiques anthropologiques de cette variété sont un crâne large (brachycéphale) et une taille petite. Cette variété se mélangea rapidement avec les anciens habitants.

En dehors de l'Europe, peu de découvertes vraiment intéressantes ont été faites, sauf un fémur, une calotte crânienne et deux molaires trouvés à Trinil (Java) en 1891; on croit aujourd'hui que cette calotte crânienne a appartenu non à un homme, mais à un singe fossile.

II. — RESTES DE L'INDUSTRIE DE L'HOMME PRÉHISTORIQUE.

Division des temps préhistoriques. — Toute la période de l'histoire de l'homme qui précède le moment où les documents historiques font leur apparition, s'appelle les temps préhistoriques; ils se divisent en temps préhistoriques proprement dits et en temps protohistoriques: les premiers comprennent le paléolithique et le néolithique; les seconds forment l'âge des métaux.

Quelques auteurs font précéder le paléolithique d'une période qu'ils appellent éolithique, pendant laquelle l'homme a utilisé le silex comme outil et comme arme, mais tel que la nature le lui fournissait ou en lui faisant subir de légères retouches; ils prétendent avoir retrouvé des éolithes datant de l'oligocène, c'est-à-dire du milieu de l'ère tertiaire.

Paléolithique ou âge de la pierre taillée. — Le paléolithique est la période pendant laquelle l'homme utilise la pierre pour en fabriquer, en la taillant par éclats, des outils et des armes; il commence avec la fin du tertiaire pour se terminer vers la fin du quaternaire ancien ou pléistocène.

Le paléolithique comprend plusieurs divisions :

1° *L'époque préchelléenne* caractérisée par des poignards assez simples, des coups de poing et des racloirs en pierre. L'homme de Heidelberg et celui de Piltdown sont contemporains de l'industrie préchelléenne et de la troisième période glaciaire.

2° *L'époque chelléenne* (de Chelles-sur-Marne) est caractérisée par les coups de poing de silex en forme triangulaire ou amygdaloïde, taillés très frustes, des grattoirs, des pierres de jet et des poignards (fig. 73). De

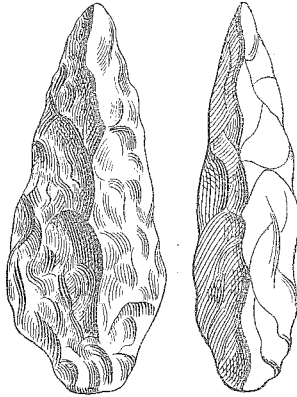


Fig. 73. — Coup de poing chelléen (face et profil).

l'homme qui fabriqua ces outils, on ne sait rien : il était probablement chasseur et vivait sous un climat chaud (dernière phase interglaciaire), habitait des plateaux peu élevés, construisait des huttes, et était contemporain d'une variété de rhinocéros dite de Merck, de l'hippopotame et de l'éléphant anciens.

3° *L'époque acheuléenne* (de Saint-Acheul, Somme) est marquée par un perfectionnement de l'industrie précédente et caractérisée par des haches ovales et des coups de poing plus plats, à tranchants rectilignes et taillés à plus petits éclats (fig. 74). L'homme de l'industrie acheuléenne est celui dont des ossements ont été découverts à Krapina; il vivait à la fin de la

troisième phase interglaciaire et tout au commencement de la dernière période glaciaire; il habitait les plateaux, puis des abris sous roche.



Fig. 74. — Coup de poing acheuléen.

4^e L'époque moustérienne (de Moustier, Périgord) est caractérisée par les coups de poing lancéolés, taillés par éclats sur une seule face (voir fig. 75), des pointes, des racloirs et des perceurs. L'homme de l'industrie



Fig. 75. — Coup de poing moustérien.

moustérienne est celui de Spy; il vivait dans la dernière période glaciaire, habitait des cavernes ou des anfractuosités de roches bien abritées, était contemporain de l'ours des cavernes, du rhinocéros à corne et du mammoth; le climat était alors froid et humide.

Ces quatre époques forment le paléolithique ancien, auquel succéda le paléolithique récent, appelé quelquefois âge du renne. Pendant le paléolithique récent, le climat d'abord froid devint tempéré, puis se refroidit une dernière fois; l'homme vivait de chasse, habitait des cavernes, mais quelquefois s'établissait aussi en plaine, n'était pas encore agriculteur,

taillait la pierre avec plus de soin, travaillait l'os et l'ivoire, fit preuve d'un certain développement artistique : coloriage du corps humain, objets de parure, peintures, statuettes représentant probablement des divinités, etc.



Fig. 76. — Pointe aurignacienne.

5° L'époque *aurignacienne* (de Aurignac, Haute-Garonne) est caractérisée par des silex taillés à la perfection (fig. 76), des harpons et des aiguilles en os, trouvés notamment en Belgique à Pont-à-Lesse, au Trou du Sureau, à Goyet et à Spy. L'homme de cette industrie est celui de Spy d'abord, puis celui de Laugerie et de Cro-Magnon.

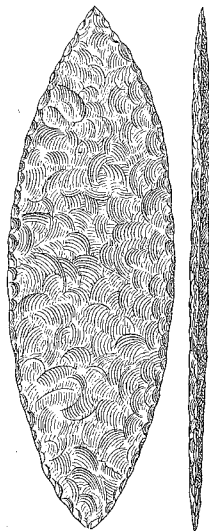


Fig. 77. — Pointe solutréenne taillée sur les deux faces (face et profil).

6° L'époque *solutréenne* (de Solutré, Saône-et-Loire) est caractérisée par des silex taillés en forme de feuille de laurier (fig. 77) et par des silex

à encoches. L'homme de cette industrie est celui de la variété de Laugerie et Cro-Magnon.



Fig. 78. — Harpon de l'époque magdalénienne.

7° *L'époque magdalénienne* (de La Madeleine, Périgord) est caractérisée par des silex finement taillés, et plus spécialement par les armes et les ustensiles en os de renne : harpons (fig. 78), propulseurs, bâtons de commandement, etc. L'homme de cette industrie avait un talent artistique développé : il a laissé des peintures colorées sur les plafonds et les parois des grottes, peintures qui ne sont pas sans analogie avec celles retrouvées dans des cavernes de l'Afrique australe.

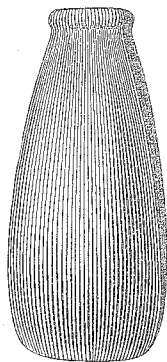


Fig. 79. — Hache néolithique.

Néolithique ou âge de la pierre polie. — Le néolithique est la période pendant laquelle l'homme taille encore le silex, mais surtout polit la pierre (fig. 79) pour en fabriquer des outils

et des armes, travaille l'os avec plus de soin et développe l'art de la céramique (fig. 80). Le néolithique commence en même temps que le quaternaire holocène ou actuel et se termine avec le commencement des temps protohistoriques.

Les néolithiques, c'est-à-dire plus spécialement les hommes de la variété de Grenelle, disposaient de ressources très étendues et leur civilisation était considérablement plus avancée que celle des paléolithiques : ils possédaient

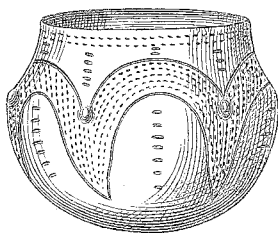


Fig. 80. — Poterie néolithique.

des animaux domestiques, cultivaient certaines céréales, plantaient des arbres à fruits. Leur industrie est caractérisée par les haches en pierre polie (fig. 79), mais les silex taillés sont encore nombreux ; la peinture était d'un emploi fréquent et ils fabriquaient des objets de parure, des pendeloques

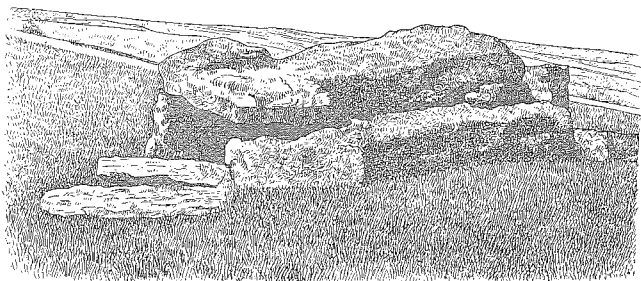


Fig. 81. — Le dolmen de Wéris (prov. de Luxembourg).

et des amulettes ; ils connaissaient le tissage, la corderie, la vannerie et ils commençaient à commercer. A d'autres points de vue, la civilisation néolithique est caractérisée : 1° par des monticules de débris et de rebuts entassés au bord de la mer par des populations de pêcheurs et de chasseurs ; 2° par des stations terrestres (fonds de cabanes, ateliers et villages) et par des

stations lacustres (palafittes); 3° par des points fortifiés servant de refuge; 4° par des monuments mégalithiques : dolmens (fig. 81), allées couvertes, menhirs, etc., monuments qui prouvent des conceptions religieuses.

Protohistorique ou âge des métaux. — Le protohistorique est la période plus ou moins longue suivant les peuples, qui s'étend depuis la fin du néolithique jusqu'au moment où apparaissent les premiers documents historiques. Elle est caractérisée par l'emploi du cuivre d'abord, du bronze ensuite et enfin du fer.

L'industrie du cuivre consiste dans la fabrication d'outils et armes en cuivre faits, à l'origine, d'après les modèles fournis par les ustensiles en pierre polie et en pierre taillée, lesquels continuent à être produits et employés. — *L'industrie du bronze* succéda à celle du cuivre et dura, en Europe occidentale, de l'an 2000 à l'an 1000 avant notre ère. — *L'industrie du fer* eut pour conséquence des progrès considérables dans la civilisation, et les documents historiques ne tardèrent pas à apparaître.

D. — Les variétés humaines actuelles.

Caractères distinctifs des variétés humaines. — Ces caractères sont essentiellement et exclusivement physiques : ils se rapportent soit au squelette, soit au corps vivant. Les principaux sont : la forme du crâne ou de la tête, la forme du nez, la nature des cheveux, la couleur de la peau, la taille, la forme de l'œil, le degré de prognathisme.

Le crâne et la tête, généralement de forme ovale suivant un plan passant par la glabella (entre les sourcils), au-dessus des oreilles et par le point le plus éloigné de la glabella (environs de l'occiput), peuvent être allongés ou dolichocéphales, presque arrondis ou brachycéphales; entre ces deux types, les mésocéphales. — Le nez peut être long et peu large (leptorhiniens : Européens) ou très large et généralement alors aplati (platyrhiniens : Nègres). — Les cheveux sont : ou droits, lisses et tombant en plaques (Chinois), ou ondulés formant une spirale incomplète (Européens blonds), ou frisés (Australiens), ou laineux et crépus (Nègres). — La peau présente une série de teintes depuis le blanc pâle jusqu'au noir, en passant par le blanc rosé et le blanc basané, les jaunes pâle, épais et brun, les bruns rougeâtre, chocolat et très foncé. — La taille, en ne tenant pas compte des cas de nanisme et de gigantisme, varie entre 1 m. 25 et 2 mètres. — Le degré de saillie en avant de la portion inférieure de la face permet

de classer les hommes en prognathes (angle facial aigu : Nègres) et en orthognathes (angle facial droit : Européens). — D'autres caractères, en général moins importants, servent à distinguer les sous-variétés.

Classification des variétés humaines actuelles. — La classification la plus simple est celle qui est basée sur ce seul caractère distinctif : la couleur de la peau ; l'espèce humaine se divise alors en variété blanche ou race caucasique, en variété jaune pâle ou race mongolique ; en variété jaune chaud ou race dite rouge ou américaine ; en variété jaune brun ou race malaise ; en variété noire ou race nègre.

Les recherches anthropologiques récentes ont permis de distinguer avec précision un plus grand nombre de variétés humaines et d'établir une division plus scientifique basée sur l'examen de plusieurs caractères distinctifs principaux. Nous en donnerons la liste et nous en signalerons la répartition géographique.

Répartition géographique des variétés humaines. — En Europe, malgré de nombreux métissages, on reconnaît trois variétés principales et deux secondaires : la méditerranéenne, l'alpine et la germanique ; la laponne et l'ougrienne. — En Afrique, les variétés berbère-sémitique, éthiopienne, nègre, négrito et hottentote. — En Asie, les variétés mongole, turco-tartare, dravidienne, indo-afghane, sémitique, négrito et aïno. — En Amérique, les variétés esquimau, patagonne, sud-américaine, centre-américaine et nord-américaine. — En Océanie, les variétés australienne, mélanésienne, polynésienne et indonésienne. — Il n'est pas tenu compte, dans ce relevé par continents, des représentants de variétés y installés depuis un temps relativement court ; ni des Européens en Australie ou en Amérique ; ni des Nègres en Amérique.

Europe. La *variété germanique* ou teutonique, à peau blanc pâle ou rosé, taille élevée, dolichocéphale, yeux clairs, cheveux blonds ou châains, habite surtout les bords de la mer du Nord et de la Baltique. — La *variété méditerranéenne*, à peau blanche basanée, taille moyenne, dolichocéphale, yeux foncés, cheveux noirs, répandue surtout au sud des Alpes et dans une partie de l'Espagne. — La *variété alpine*, à peau brunette, taille petite, brachycéphale, cheveux ondulés bruns ou noirs, habite surtout dans les Alpes, l'Allemagne du Sud et le centre de la France. — La *variété laponne*,

à peau blanc jaunâtre, taille petite, brachycéphale, cheveux droits, dans le nord de la Scandinavie. — La *variété ougrienne*, à peau blanc jaunâtre, taille petite, dolichocéphale, cheveux droits, répandue dans le Nord-Est de la Russie.

Afrique. La *variété berbère-sémite*, à peau blanc basané, taille élevée, dolichocéphale, cheveux ondulés, habite tout le Nord, du Maroc à la mer Rouge. — La *variété éthiopienne*, à peau brun rouge, taille élevée, dolichocéphale, cheveux frisés, en Abyssinie. — La *variété nègre*, à peau noir foncé, taille élevée, dolichocéphale, cheveux crépus, platyrhinienne, répandue dans le Soudan, la Guinée, le Congo, la côte est du continent depuis Obock jusque près de la colonie du Cap (voir Pl. XII, a). — La *variété négrito*, à peau brun rouge, taille très petite, mésocéphale, cheveux crépus, platyrhinienne, en quelques régions de l'Afrique centrale. — La *variété hottentote*, à peau brun jaunâtre, taille petite, dolichocéphale, cheveux crépus, platyrhinienne, dans l'Afrique australe.

Asie. La *variété mongole*, à peau jaune clair, taille moyenne, brachy et mésocéphale, cheveux droits, yeux bridés, habite l'Asie orientale. — La *variété turco-tartare*, à peau jaune clair, taille moyenne, brachycéphale, cheveux droits, répandue dans le Turkestan. — La *variété dravidienne*, à peau brun foncé, taille petite, dolichocéphale, cheveux ondulés, dans l'Hindoustan. — La *variété indo-afghane*, à peau brun clair, taille élevée, dolichocéphale, cheveux ondulés, dans l'Hindoustan et l'Afghanistan. — La *variété sémite*, à peau blanc basané, taille élevée, dolichocéphale, cheveux ondulés, nez aquilin, en Asie occidentale. — La *variété négrito*, à peau brun rouge, taille très petite, mésocéphale, cheveux crépus, platyrhinienne, dans la presqu'île malaise, quelques parties des Philippines et de la Nouvelle-Guinée. — La *variété aïno*, à peau brun clair, taille élevée, dolichocéphale, cheveux droits ou ondulés, platyrhinienne, corps très poilu, dans le nord du Japon.

Amérique. La *variété esquimau*, à peau jaune brun, taille petite, dolichocéphale, cheveux droits, dans les contrées polaires arctiques. — La *variété patagonne*, à peau jaune chaud, taille élevée, brachycéphale, cheveux droits, dans la Patagonie. — La *variété sud-américaine*, à peau jaune, taille petite, méso ou dolichocéphale, cheveux droits ou ondulés, dans l'Amérique du Sud. — La *variété centre-américaine*, à peau jaune chaud, taille petite, brachycéphale, cheveux droits, dans l'Amérique centrale. — La *variété nord-américaine*, à peau jaune chaud, taille élevée, mésocéphale, cheveux droits, nez aquilin, dans l'Amérique du Nord.

Océanie. La *variété australienne*, à peau brun chocolat, taille moyenne, dolichocéphale, cheveux frisés, platyrhinienne, habitant l'Australie. — La *variété mélanésienne*, à peau brun noir, taille moyenne, dolichocéphale,

cheveux crépus, platyrhiniennes, dans la Mélanésie. — La *variété polynésienne*, à peau jaune, taille élevée, brachy et mésocéphale, cheveux droits ou ondulés, dans la Polynésie. — La *variété indonésienne*, à peau jaune, taille petite, dolichocéphale, cheveux droits ou ondulés, platyrhiniens, dans le centre de Sumatra et de Bornéo.

Panmixie. — Les anthropologistes ont déterminé ces divers types de variétés humaines, mais ces types se rencontrent rarement tout à fait purs et répandus exclusivement sur de vastes territoires. Presque partout, beaucoup plus chez les civilisés que chez les incultes, des unions ont mélangé les types, les ont croisés (panmixie), de sorte que beaucoup d'individus présentent des caractères provenant de variétés différentes.

Ainsi une carte anthropologique de l'Europe, sur laquelle on a teinté les territoires où se rencontre une population à caractères anthropologiques bien définis, présente de grands espaces non teintés qui sont l'habitat de métissés. Ainsi encore en Belgique y a-t-il des hommes à peau brune (variété alpine), mais de haute taille et mésocéphales.

E. — Les groupes ethniques actuels.

Caractères distinctifs des groupes ethniques. — Ces caractères sont essentiellement psychiques : langue, religion, mœurs et coutumes spéciales relatives à la vie matérielle, à la vie familiale, à la vie intellectuelle et à la vie sociale. On tient compte aussi de la situation géographique.

La langue est le caractère ethnographique principal, mais elle ne peut cependant servir de base absolue et unique pour établir une division ethnographique, car des populations peuvent oublier leur langage et en admettre un autre (les Nègres, en Amérique, parlent anglais); un chapitre spécial sera réservé ci-après à l'étude des espèces de langues et un autre à la vie religieuse des peuples. — Dans les coutumes relatives à la vie matérielle, on classe celles qui ont trait à l'alimentation, aux vêtements, à l'habitation et aux moyens d'existence et métiers. Sous le titre de vie familiale sont groupées les coutumes relatives à l'éducation, au mariage, à la famille et à l'enterrement. L'étude du développement des arts, des sciences et des facultés intellectuelles permet de se rendre compte de la vie intellectuelle d'un peuple. Enfin, sous le titre de vie sociale, on range les coutumes relatives au droit de propriété, au régime économique et juridique, à l'organisation sociale et politique, et aux rapports avec les peuples étrangers. Tel est le domaine de l'ethnographie.

Classification et répartition géographique des groupes ethniques. — La classification la plus pratique est celle qui part de la division de la surface terrestre en continents et de chaque continent en grandes régions, et qui, dans chaque grande région, se base surtout sur les caractères linguistiques. — En Europe, les Aryens (Latins, Germains, Slaves, Grecs, Lettes, Celtes) et les Anaryens (Finno-Ougriens, Basques et Caucasiens). En Afrique, les Arabo-Berbers, les Nigritiens, les Éthiopiens, les Asandés, les Pygmées, les Bantous et les Hottentots. En Asie, les Paléasiatiques, les Tongouses, les Jénisséiens, les Mongols, les Tibétains, les Turco-Tartares, les Chinois, les Coréens, les Japonais, les Indo-Chinois, les Dravidiens, les Indo-Afhans, les Iraniens, les Sémites. En Océanie, les Malais, les Papous, les Polynésiens, les Micronésiens, les Mélanésiens et les Australiens. En Amérique, les Esquimaux, les Indiens et les Fuégiens. Nous faisons évidemment abstraction des populations nouvellement arrivées dans certains continents et qui ne sont pas indigènes.

Europe. Toute la population européenne, sauf les Turcs, est répartie dans deux grands groupes linguistiques : les *aryens* et les *anaryens*. — Les Aryens se subdivisent en six groupes : 1° le groupe *latin* parlant des langues dérivées du latin (Français du Nord, Français du Sud, Catalans, Castellans, Portugais, Italiens, Roumains, Roumanches-ladins); 2° le groupe *germain* parlant des langues dérivées du vieil allemand (Scandinaves, Allemands, Flamands, Hollandais, Anglo-Frisons); 3° le groupe *slave* qui comprend les slaves occidentaux (Polonais, Tchèques, Slavaques, Wendes), les Slaves méridionaux (Serbes, Bosniaques, Monténégrins, Slovènes, Croates, Bulgares), les Slaves orientaux (Grands Russiens, Ruthènes); 4° le groupe *helléno-illyrien* (Grecs et Albanais); 5° le groupe *celte* (Gaëls et Bretons); 6° le groupe *lette* (Lithuaniens et Lettes). Les Anaryens se divisent en trois groupes : 1° le groupe *finno-ougrien* (Lapons, Samoyèdes, Ougriens, Finlandais, Hongrois); 2° le groupe *basque*; 3° le groupe *caucasien*.

Afrique. La population de l'Afrique peut être répartie entre neuf grands groupes : 1° le groupe sémito-khamite ou *arabo-berber* habitant le Nord de l'Afrique jusqu'au 15° degré lat. N. (Touaregs, Maures, Berbers, Bédouins, Fellahs); 2° le groupe *nigritien* habitant le Soudan, le Sénégal, la Guinée, le Darfour (Haoussas, Ouadaïs, Toucouleurs); 3° le groupe *foulbé* dispersé dans les populations nigritiennes des vallées du Niger et du Sénégal; 4° le groupe *éthiopien*, répandu entre le Nil et la mer Rouge, et du 4° au 23° degré

lat. N. (Abyssins, Somalis, Danakils); 5° le groupe *asandé* habitant entre le Darfour, l'Uélé, le Kameroun et le lac Rodolphe (Asandés, Niamniam, Mangbettous); 6° le groupe pygmée ou *négrille* réparti dans les populations bantoues entre l'Atlantique et l'Ouganda, de part et d'autre de l'équateur (Affis, Batuas); 7° le groupe *bantou* comprenant toutes les peuplades de langue bantoue et habitant l'Afrique centrale et méridionale (presque toutes les peuplades du Congo belge; Souahélis, Hereros, Zoulous, Cafres); 8° le groupe *hottentot-boschiman*, dans l'extrême nord de la colonie du Cap; 9° les habitants de Madagascar (Malgaches, Hovas, Sakalaves).

Asie. Dans le Nord, le groupe *paléasiatique* (Esquimaux, Kamtchadals, Aïnous, Koriaks); le groupe *longouse* (Mandchoux, Goldes); le groupe *jénisséen* (Samoyèdes, Ostiaks). Dans le centre, le groupe *mongol* (Kalkhas, Bouriates, Kalmoucks); le groupe *tibétain* (Bods, Leptchas); le groupe *turco-tartare* (Jakoutes, Altaïens, Kirghizes, Turcomans, Turcs osmanlis). A l'Est, le groupe *chinois* (voir Pl. XII, c), le groupe *coréen*, le groupe *japonais*. Au Sud, le groupe *indo-chinois* (Moïs, Karens, Mincopis, Cambodgiens, Annamites, Siamois, Laotiens, Birmans); le groupe *dravidien* (Tamouls, Malayalous, Veddahs); le groupe *indo-afghan* (Radjpoutes, Goudjars, Bengalis, Cinghalais). A l'Ouest, le groupe *iranien* (Persans, Parsis, Kourdes, Arméniens); le groupe *sémite* (Arabes, Syriens, Juifs).

Océanie. Dans la Malaisie, le groupe *malais* surtout sur les côtes maritimes (Malais, Javanais, Soendanais, Madoerais) et le groupe *indonésien* dans l'intérieur des îles (Atchinais, Battaks, Dayaks, Tagals, Alfourous). Dans la Papouasie, le groupe *papou*. Dans la Polynésie, le groupe *polynésien* (Hawaiens, Samoans, Tahitiens, Maoris). Dans la Micronésie, le groupe *micronésien*. Dans la Mélanésie, sauf la Papouasie, le groupe *mélanésien* (Salomoniens, Calédoniens, Fidjiens, voir Pl. XII, d). En Australie, le groupe *australien*. Le groupe tasmanien, en Tasmanie, n'a plus un seul représentant.

Amérique. Les côtes septentrionales depuis le Grönland jusqu'à l'Alaska sont habitées par le groupe *esquimau* (Aléoutes, Grönlandais). Le groupe *indien* dit *peaux-rouges* habitant autrefois le Canada et les États-Unis, divisé en Athabasques, Iroquois, Hurons, Sioux, etc. Le groupe *indien mexicain* dans le Mexique (Aztèques, Otomis). Le groupe *indien centre-américain* (Zapotèques, Mayas). Le groupe *indien andin* sur la côte du Pacifique et dans les Andes (Chibchas, Quichuas ou Incas). Le groupe *indien amazonien et brésilien* (Caraïbes, Ghes, Tupis-Guaranis). Tout au Sud, le groupe *pampéien* (Puelches, Patagons) et le groupe *fuégien* (Yahgans et Aalakaloufs).

F. — Les langues.

Classification des langues. — La division la plus souvent donnée est celle-ci : 1° le groupe des langues monosyllabiques ou *isolantes*, dans lesquelles tous les mots sont des racines invariables et dont plusieurs, se prononçant de même, prennent des sens divers par suite d'intonations variées; 2° le groupe des langues *agglutinantes*, dans lesquelles les mots sont formés de plusieurs éléments collés les uns aux autres et dont un seul a une signification propre, ce dernier étant complété par des préfixes et des suffixes; 3° le groupe des langues *flexionnelles* où les racines modifient leur forme suivant le rôle qu'elles jouent dans la phrase.

La parole est un bien commun à toute l'humanité et à elle seule; de tout temps l'homme s'est différencié de l'animal par la faculté d'émettre des sons divers qui ne sont pas des cris et d'attacher à ces sons une valeur comme expression de sa pensée. — On n'a pas encore pu reconstituer la première langue de l'humanité, et les recherches linguistiques récentes ont plutôt dissipé que confirmé l'espérance de retrouver la langue parlée par les premiers humains. — La classification donnée ci-dessus, et qui est la plus généralement adoptée, n'est pas admise comme scientifique par les linguistes : il n'y a pas de langue exclusivement isolante, agglutinante ou flexionnelle.

Répartition géographique des langues. — Certaines langues ne sont parlées, actuellement encore, que dans une région bien délimitée et pas ou très peu en dehors de cette région; ce sont, parmi les principales, le chinois (parlé par 400 millions d'individus), les langues dérivées du sanscrit (200 millions), le russe (95 millions), l'allemand avec ses dialectes (80 millions). D'autres ont un domaine éparpillé dans les diverses parties du monde; ce sont, parmi les plus répandues, l'anglais (130 millions), l'espagnol (70 millions), le français (50 millions), le portugais (20 millions).

Les *langues monosyllabiques* principales sont : le chinois, le tibétain et l'indo-chinois, dont le domaine comprend l'Asie orientale et centrale presque tout entière.

Les *langues agglutinantes* principales sont : les langues nègres, dont la langue bantou dans l'Afrique centrale; le japonais, le coréen, le turc, le hongrois, le finnois, le samoyède, le malais et le polynésien. — On y rattache les langues *incorporantes*, dans lesquelles toute une proposition ne forme qu'un seul mot, telles les langues parlées par les anciens américains ou amérindiens.

Les *langues flexionnelles* sont parlées par le plus grand nombre d'individus (environ un milliard) et comprennent toutes les langues sémitiques et indo-européennes : les premières sont parlées dans l'Afrique du Nord et l'Asie sud-occidentale; les secondes principalement en Europe, sur le plateau de l'Iran, dans l'Hindoustan et les régions colonisées par les Européens. — Les langues indo-européennes ou aryennes comprennent, comme groupes principaux : les langues latines ou romanes dérivées du latin : français, espagnol, italien, portugais, roumain, roumanche-ladin (en Suisse); les langues germaniques : allemand, anglais, hollandais, danois, norvégien, suédois; les langues celtes : gaël, gallois, bas breton; les langues slaves : russe, polonais, tchèque, bulgare; les langues iraniennes, dont le persan; la langue hindoue.

Les facteurs de l'extension du domaine d'une langue sont : 1° l'augmentation de la population; 2° l'accroissement territorial de l'occupation; 3° la domination politique d'un peuple de civilisation plus avancée; 4° la création de colonies; 5° le développement du commerce et des voies de communication et de transport; 6° des mesures législatives.

G. — Les religions.

Définition. — La religion, au sens ethnographique, est : 1° la reconnaissance par l'homme d'un ou de plusieurs êtres personnels qui sont au-dessus des conditions terrestres et temporelles; 2° le sentiment de dépendance vis-à-vis d'eux; et 3° la possibilité d'entrer en rapport avec eux. — Pris dans un sens moins large, religion signifie doctrine révélée avec culte, sacerdoce, enseignement et morale.

La religion, telle qu'on la définit en ethnographie, existe dans l'humanité entière : pas un seul peuple n'est athée ni sans idées religieuses; la religiosité est un caractère propre à tous les groupes humains. — La vie exclusivement laïque des sociétés est un phénomène actuel et une exception : l'areligion et l'athéisme n'ont jamais été une réalité chez les peuples les plus anciens ni les moins civilisés.

Classification des religions. — La classification la plus souvent adoptée est celle basée sur l'unité et la pluralité des

Dieux adorés : un seul Dieu, ou monothéisme ; plusieurs Dieux, ou polythéisme. Les autres religions sont réunies sous le nom de religions animistes et fétichistes.

Les peuples les moins civilisés sont cependant, pour la plupart, des peuples monothéistes ; ainsi les Pygmées d'Afrique, les Hottentots, les Australiens centraux, les Fuégiens, ont conservé bien précise la croyance à un Être suprême qu'ils désignent sous un nom spécial et qu'ils considèrent comme un législateur ; d'autres peuples n'ont pas perdu la notion d'un Être suprême, mais se le figurent comme indifférent aux destinées des humains, et ne lui rendent aucun culte, ni officiel, ni privé. Chez tous ces peuples, les idées religieuses principales qui se manifestent clairement sont : la crainte des esprits, les pratiques fétichistes et magiques, la croyance à l'existence de l'âme ou d'un principe spirituel qui survit au corps.

Répartition géographique des religions. — Certaines religions sont nationales ou répandues seulement dans quelques régions voisines les unes des autres, tel le Brahmanisme qui n'a guère d'adeptes en dehors de l'Inde, ou le Shintoïsme, religion des Japonais. D'autres sont universelles et envoient des missionnaires dans tous les pays, tel le Christianisme.

Religions monothéistes. Elles enseignent la croyance à l'unité divine et comprennent :

1° Le *Christianisme* ou religion du Christ (660 millions d'adhérents répandus dans tout le monde, mais surtout en Europe et dans les pays occupés ou colonisés par les Européens. Il se divise en trois branches principales : l'Église catholique, apostolique, romaine (300 millions) ; l'Église d'Orient (140 millions) répandue surtout chez les Slaves ; le Protestantisme (240 millions) comprenant de nombreuses Églises, et qui fleurit surtout chez les Germains et les Anglo-Saxons. Il faut y ajouter des Églises moins importantes : copte, nestorienne, arménienne, monophysite ou abyssine, qui, réunies, ont environ 41 millions d'adeptes.

2° Le *Judaïsme*, ou religion d'Israël (12 millions), représenté surtout en Europe (5 millions en Russie) et en Amérique (2 millions).

3° L'*Islamisme*, ou religion de Mahomet (230 millions), répandu surtout dans l'Afrique du Nord et l'Asie occidentale ; il a aussi de nombreux adeptes dans l'Hindoustan, en Chine et dans l'Afrique centrale ; il se divise en deux sectes : les Chiites et les Sunnites.

Religions polythéistes. Elles enseignent l'existence de plusieurs Dieux, et comprennent :

1° Le *Brahmanisme* (225 millions, presque tous dans l'Hindoustan), issu

de la religion védique et caractérisé par une division nette de la population en castes; il a donné naissance à l'Hindouisme, ou religion populaire des Hindous, et au Bouddhisme.

2° Le *Bouddhisme* (120 millions, surtout dans l'Asie orientale), ou religion de Bouddha, est une modification du Brahmanisme, sans castes; il se divise en deux Églises : celle du Sud et celle du Nord.

3° Le *Lamaïsme*, ou religion du Tibet, issu de Mayahanisme ou Bouddhisme renouvelé.

4° La *religion actuelle des Chinois*, mélange de pratiques bouddhistes, de Taoïsme (fondateur : Lao-tse, philosophe de la fin du VI^e siècle avant J.-C.), et de Confucianisme (fondateur : Kong-tse, philosophe du commencement du V^e siècle avant notre ère).

Religions animistes et fétichistes. Elles sont pratiquées par des peuples de civilisation inférieure, notamment les Nègres, les Asiatiques septentrionaux (chamanistes), les Hottentots, les Fuégiens, les Australiens, etc., et elles ont environ 94 millions d'adeptes. Elles sont caractérisées par la croyance à l'existence chez les êtres de toute espèce d'un esprit analogue à l'âme, par la croyance à l'incarnation d'un esprit dans un objet quelconque (fétiche), par des tabous ou séries de prohibitions, par des croyances totémiques et surtout par des pratiques magiques. Il faut y ajouter le culte des ancêtres, répandu en Chine, et le culte des phénomènes physiques et des forces de la nature, dont est sorti notamment le Shintoïsme des Japonais.

Les facteurs de l'extension du domaine d'une religion sont : 1° le prosélytisme des adeptes et les travaux des missionnaires; 2° les conquêtes et la colonisation; 3° l'extension du pouvoir politique, d'une domination économique ou même d'une langue.

H. — Les degrés de la civilisation.

La civilisation. — Un peuple est dit civilisé quand il possède une organisation sociale développée et une vie morale excellente, lorsque ses progrès dans les arts, les sciences et les lettres sont continus et que sa situation économique est bien établie; bref, lorsque, par ses aptitudes, il a su se rendre autant que possible indépendant de la nature.

Tous les peuples possèdent un certain développement moral, artistique, intellectuel ou scientifique; aucun n'est dans une dépendance absolue du milieu géographique qu'il habite; aucun n'a régressé au point de tomber dans un état de nature qui réduirait l'homme à n'être qu'un animal. —

Dans toute l'humanité, on ne connaît pas une seule peuplade ou une seule tribu vivant à l'état vraiment sauvage, comme d'ailleurs il n'y a pas un seul peuple qui ait pu se libérer complètement des liens de dépendance envers le milieu géographique.

Les degrés de la civilisation. — La division qui paraît la meilleure est celle en peuples incultes ou à progrès excessivement lents; en peuples mi-civilisés, à progrès appréciables; en peuples civilisés, à progrès rapides.

On a cherché une base pour classer les peuples suivant leur degré de civilisation : le plus souvent, on part du développement des arts, des sciences, de l'industrie, des lettres, développement qui rend la vie plus agréable, plus commode, et produit, en outre, la richesse des nations et des individus. Quelquefois, on tient compte aussi de la vie religieuse et morale, et c'est à juste titre. Récemment, on a proposé de prendre comme critère l'existence ou la non existence de l'écriture. L'emploi de ces diverses bases de classification donne sensiblement le même résultat quand on ne veut établir que de grandes divisions : 1° les *peuples incultes*, sans écriture proprement dite, à progrès excessivement lents, de religion animiste ou fétichiste, vivant de la chasse, de la pêche ou de la cueillette, tels les Bochimans, les Fuégiens, les Esquimaux et les Australiens, ou d'agriculture plus ou moins rudimentaire, sans engrais, tels les Indiens, les Mélanésiens et les Nègres; — 2° les *peuples mi-civilisés*, ayant une écriture idéographique ou phonétique, mais une littérature rudimentaire, presque tous polythéistes, faisant des progrès appréciables, vivant d'élevage de troupeaux, tels les Mongols, les Kirghises et les Arabes, ou vivant d'agriculture assez développée, tels les Chinois, les Siamois, les Malais; — 3° les *peuples civilisés*, à progrès continus et rapides, possédant l'écriture phonétique et une littérature très développée, presque tous monothéistes, vivant de commerce, d'industrie et d'agriculture intensive, chez qui la division du travail est bien marquée et le développement des arts et des sciences considérable, tels les Européens et les peuples qui en sont issus.

I. — Moyens employés par l'homme pour se procurer sa nourriture journalière.

Moyens d'existence de l'homme. — Le travail le plus important des hommes consiste : soit dans la recherche des végétaux comestibles et des fruits, soit dans la capture d'animaux pouvant servir de nourriture, soit dans la culture de plantes nutritives, soit dans l'élevage d'animaux utiles; l'homme,

en effet, doit d'abord procurer à son corps ce qui est nécessaire à sa subsistance. De là quatre moyens principaux d'existence : la cueillette, la chasse et la pêche, l'agriculture, l'élevage, employés séparément ou simultanément par tout un groupe humain ou par un certain nombre d'individus de ce groupe, les autres s'adonnant alors au commerce, à l'industrie, aux arts, aux sciences, etc.

L'homme a l'impérieux devoir de se procurer, pour lui et pour sa famille, la nourriture nécessaire à l'entretien de sa vie. Dans les nations civilisées, où les facilités de transport permettent l'arrivée rapide sur les marchés de denrées alimentaires nombreuses et variées, ce devoir est aisément rempli, pourvu que l'on dispose d'une certaine quantité d'argent économisé ou gagné par un travail quelconque. Il n'en est pas de même en tout pays : dans beaucoup de contrées, celui qui veut vivre doit se procurer lui-même sa nourriture. Cependant si l'humanité devait se nourrir exclusivement des végétaux qui croissent spontanément et des animaux qui vivent en liberté, la famine ne pourrait être évitée que par une diminution considérable de la population actuelle : la nature, seule et livrée à elle-même, ne peut suffire à l'alimentation de tous les humains d'aujourd'hui.

La cueillette. — La cueillette est la recherche des fruits et des graines pouvant servir de nourriture, des herbes et des parties comestibles des plantes, des racines et des tubercules qui se développent dans le sol.

Les Hottentots, les Boschimans, les Australiens surtout, qui ne pratiquent pas, ou qui ne pratiquent plus l'agriculture, n'ont que la cueillette pour se procurer leur nourriture végétale; son rendement est bien minime à cause des conditions physiques et climatiques de leur habitat, où le sol n'est presque pas fertile, la végétation pauvre, et la culture presque impossible avec les seuls moyens dont ils disposent. Les Australiens, en outre, ont vécu longtemps sans aucune relation avec des peuples plus civilisés qu'eux, et leur économie est absolument imprévoyante.

La chasse et la pêche. — La chasse a pour but la capture d'animaux sauvages ou vivant en liberté; elle est l'occupation la plus importante de beaucoup d'incultes qui trouvent en elle le meilleur de leurs revenus. La pêche n'est rien autre que la chasse au poisson, pratiquée par des peuples vivant sur les bords de la mer ou sur les rives de fleuves ou de lacs poissonneux.

Les peuplades vivant de la chasse, — soit exclusivement d'elle et quelquefois de pêche, soit, dans un état de civilisation plus avancé, complétée par le jardinage, occupation réservée alors aux femmes, — sont nombreuses dans tous les continents. Primitivement, l'homme ne possédant ni armes, ni engins, devait surprendre les animaux pendant leur sommeil ou leur repas et les tuer après un combat; puis il se servit de pieux, de trappes, de pièges, de lacets, ou bien les chassait devant lui et les obligeait à sauter dans des précipices où ils se tuaient. Enfin, les armes de jet (pierres, lances, flèches et balles) lui furent d'une utilité de plus en plus grande, ainsi que les animaux domestiques (chien, cheval) ou apprivoisés (aigle, faucon). — Certaines populations vivent presque exclusivement de la pêche, tels les Esquimaux; elles emploient des pièges, des filets, des nasses ou des armes de jet (harpons), mettent le poisson à sec en détournant les cours d'eau, ou empoisonnent les rivières. La pêche à l'hameçon indique déjà un progrès notable.

L'agriculture. — On reconnaît plusieurs stades dans l'évolution de l'agriculture, ce terme pris dans son acception la plus large : recherche de racines et de tubercules, culture avec le hoyau, culture à la houe, labour à la charrue, industrialisation de l'agriculture. Dans les premiers stades, c'est la femme qui s'occupe surtout de la culture, dont les produits ne sont qu'un appoint à ceux de la chasse et de la pêche; avec la charrue disparaît le travail de la terre fait exclusivement par la femme.

Culture rudimentaire (premier stade). Sa forme la plus simple consiste dans le creusement de la terre pour en extraire les racines et les tubercules qui y croissent spontanément (Australiens). Une forme évoluée, qui est déjà de la culture proprement dite, est le travail de la terre par le hoyau ou pieu dont la pointe est recourbée, puis la culture à la houe qui permet un travail plus approfondi avant de confier les graines au sol. La culture à la houe existe chez les indigènes de toute l'Afrique australe et de l'Amérique du Sud, et chez quelques peuplades habitant entre la presqu'île malaise, l'Australie et la Polynésie (Papous, Mélanésiens, Indonésiens, etc.). Les végétaux cultivés ne sont pas nombreux : des plantes à tubercules (manioc, patate douce, igname), quelques céréales (sorgho, millet); aucune n'est cultivée dans le but de faire des provisions ou de pratiquer le commerce; elles servent à la nourriture quotidienne. Le sol cultivé est le plus souvent pris sur la forêt que l'on défriche ou que l'on incendie, ou sur la savane à laquelle on met le feu. Le non emploi d'engrais et la culture répétée des mêmes espèces de plantes amenant rapidement un épuisement du sol, il en résulte un changement assez fréquent de l'habitat; ces peuplades, fixées par l'agriculture et devenues sédentaires, sont cependant nomades, en ce

sens qu'elles déplacent leurs villages et leurs cultures lorsque la terre ne produit plus suffisamment, sans toutefois s'éloigner beaucoup de leur habitat précédent.

Culture perfectionnée (deuxième stade). L'instrument employé est toujours la houe, mais la culture a progressé par l'établissement de systèmes d'irrigation et par l'emploi d'engrais; la culture des plantes à graines (céréales) ne se fait plus seulement pour les besoins immédiats de la famille, mais encore pour les nécessités futures et même pour la vente. Ce deuxième stade existe dans la Chine du Sud, l'Indo-Chine et la Malaisie (au Pérou, avant la colonisation européenne). Les végétaux cultivés sont, outre ceux cités précédemment, le riz, le maïs, le blé, des légumes et des arbres fruitiers. L'agriculteur est alors complètement sédentaire et sa culture s'intensifie par des soins assidus.

Culture moderne (troisième stade). La houe est remplacée par la charrue, soit une charrue toute simple comme celle des Javanais, qu'un seul homme peut traîner, soit la charrue plus lourde ou en fer qui retourne complètement le sol et qui doit être tirée par des animaux domestiques. Cette agriculture n'est donc, en général, possible que si l'homme a domestiqué des animaux de trait (bœuf, zèbre, buffle, cheval, etc.) Un récent progrès est l'emploi de charrues mues par la vapeur ou l'électricité (Canada, États-Unis). Avec la charrue, on fouille plus profondément le sol; le système d'assolement a permis une culture continue. L'emploi des engrais provenant de l'élevage est complété par l'usage d'engrais chimiques; ces engrais rendent à la terre tout ce qu'elle perd par une culture intensive. Ce troisième stade se rencontre dans toutes les plaines fertiles des régions tempérées. Les végétaux cultivés sont surtout les céréales, les pommes de terre, la betterave sucrière et les légumes.

L'élevage. — La domestication des animaux est le fait d'une civilisation déjà assez avancée, ayant franchi les premiers stades de l'agriculture; elle a été sans doute précédée de l'appivoisement, et elle a donné naissance au labourage à la charrue. On croit que la domestication est originaire de la Babylonie où le bœuf domestique joua un rôle dans la religion. Les premiers animaux apprivoisés furent, semble-t-il, des oiseaux chanteurs, le chien, le chat, le porc, la poule. La domestication s'est ensuite répandue chez certains peuples et dans certaines régions plus favorables à l'élevage : l'élève du bétail a pris alors une grande extension.

L'élevage est surtout pratiqué dans les régions impropres aux cultures et couvertes d'une herbe pouvant nourrir des troupeaux : steppes des régions

tempérées et savanes des régions tropicales. Alors que les peuples agriculteurs sont sédentaires, les peuples pasteurs sont nomades, conduisant leur bétail dans diverses régions d'après les saisons, ou le suivant à la recherche de nouveaux pâturages (voir p. 254).

Dans l'*élevage rudimentaire*, l'indigène ne tire de son bétail que peu de ressources : les animaux domestiques servent de bêtes de somme ou de trait, et leur chair n'est mangée qu'après leur mort naturelle (Afrique centrale).

L'*élevage perfectionné* fournit aux peuples pasteurs tout ce dont ils ont besoin pour leur nourriture et leur vêtement ; quelquefois, ils échangent leurs produits contre des céréales et des fruits que leur fournissent des agriculteurs sédentaires établis aux confins de la savane ou de la steppe. Chez les civilisés, l'élevage est combiné avec l'agriculture et forme, avec cette dernière, une des bases de la richesse des nations.

L'*élevage moderne*, pratiqué par les squatters, les gauchos, etc., dans l'Amérique du Sud, l'Australie, la colonie du Cap, les États-Unis, est devenu une industrie pour la production de la viande, du cuir et de la laine, qui sont exportés vers les pays industriels et de population dense.

L'industrie et le commerce. — Ces deux branches de l'activité humaine se sont surtout développées dans les pays de haute civilisation.

L'industrie a passé par divers modes : industrie domestique, travail loué, métier, industrie à domicile, grande industrie dans des fabriques et des usines. La grande industrie moderne est caractérisée par la concentration des capitaux, par l'extension énorme du marché et des débouchés, par des progrès techniques considérables et par l'abondance des matières premières et de la main d'œuvre.

Le commerce, qui ne fut d'abord que le troc ou l'échange des produits, est devenu intense grâce au développement et au perfectionnement des moyens de transport tant terrestres que maritimes, et a pris une très grande importance dans les régions industrielles et surpeuplées.

CHAPITRE III.

ANTHROPOGÉOGRAPHIE.

A. — Considérations préliminaires.

But de l'anthropogéographie. — L'anthropogéographie a pour but l'étude : 1° des influences telluriques (phénomènes géographiques) sur l'homme vivant en société ainsi que des influences de l'homme sur la nature; 2° de la répartition géographique des hommes et des œuvres humaines qui s'inscrivent géographiquement sur le sol.

Les études d'anthropogéographie doivent tenir compte de quelques principes : les faits de géographie humaine sont en perpétuelle transformation; les faits géographiques et les faits humains ont de multiples connexions, mais les derniers ne sont pas toujours et en tout lieu déterminés fatalement par un seul fait géographique : ils sont plutôt dus à des volontés humaines influencées, dans une mesure toujours variable, par un ensemble assez complexe de faits formant le milieu géographique. C'est dire combien délicate et difficile est toute étude d'anthropogéographie.

B. — L'homme au point de vue géographique.

I. — LA TERRE HABITÉE.

Le peuplement du globe terrestre. — L'espèce humaine n'a pu apparaître, à un moment donné, sur toutes les terres émergeant des eaux : la surface terrestre s'est peuplée insensiblement par des migrations d'hommes allant à la recherche de nouveaux sols, soit terres plus riches et plus fécondes, soit terres semblables et de même valeur.

Si l'on n'a pas pu encore déterminer avec précision le centre d'apparition de l'homme, on a cependant constaté l'existence, à des époques même très reculées, de grands mouvements de peuples dont la direction, et par suite la région d'origine, a pu être reconnue. C'est ainsi que l'on sait aujourd'hui que l'Afrique d'autrefois n'était habitée que par des Boschimans dans le Sud, des Négrilles dans le centre, des Nègres dans le Nord, et que des invasions successives de Khamites, de Sémites méridionaux et d'Arabes ont refoulé

ces populations vers le Sud. On a la preuve que les paléolithiques répandus dans toute l'Europe continentale ont été submergés par une invasion de néolithiques venant de l'Est. Et encore que les plaines du Yang-tsé ont été envahies par des Chinois venant du Tibet où l'on a retrouvé des traces de leur séjour. Aucune des migrations humaines antérieures au xv^e siècle n'a traversé l'Atlantique.

Les limites de l'extension durable du genre humain sont celles des terres, car l'homme ne peut vivre que sur la terre ferme, et il est avant tout un terrien : ses séjours dans les airs ou sur les eaux sont forcément de courte durée. Les groupes humains qui vivent sur mer, et exclusivement de la mer, sont peu nombreux et peu importants (quelques Esquimaux, quelques Polynésiens, quelques pêcheurs).

L'œcumène. — La partie habitée de la Terre s'appelle l'œcumène; en étendue, elle vaut le quart de la superficie totale du globe. L'œcumène touche aux océans et, vers le Nord et vers le Sud, à des régions inhabitées. Ses *limites* sont, vers le Nord, environ le 70^e degré de lat. N. dépassé cependant en divers endroits; vers le Sud, environ le 50^e degré lat. S. — Si l'on examine une carte signalant les limites de l'œcumène, on constate que : 1^o les terres habitées s'étendent, dans l'hémisphère boréal, 20 degrés plus vers le Nord qu'elles ne s'avancent, dans l'hémisphère austral, vers le Sud; 2^o vers le Nord, l'habitat de l'homme est encore extensible, car les terres ne font pas défaut (Spitzberg, Nouvelle-Zemble, Archipel polaire, nord du Grönland), tandis qu'au Sud, de grands espaces maritimes séparent les pointes australes des continents des régions glacées de l'Antarctique; 3^o la zone habitée est plus étendue dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral; 4^o la zone de civilisation la plus avancée est la zone tempérée septentrionale.

L'œcumène n'a pas eu, à toutes les époques, les mêmes limites; aujourd'hui, elles sont, au Nord, une ligne passant au nord de l'Islande et de la Norvège, à l'entrée de la mer Blanche, par le milieu de la presqu'île de Kanin, au sud de la Nouvelle-Zemble, au nord de la presqu'île des Samoyèdes, puis suivant le 75^e lat. N., la côte de Sibérie depuis la presqu'île de Tamy, les côtes septentrionales de l'Amérique, traversant les terres polaires américaines pour atteindre le 78^e lat. N. sur les bords du détroit de Smith, enfin courant parallèlement au rivage occidental du Grönland, ce rivage étant dans l'œcumène. Les limites vers le S. sont : une ligne reliant le cap de Bonne-Espérance, l'île Auckland et le cap Horn.

Les peuples habitant les régions périphériques N. et S. de l'œcumène sont peu civilisés, et la densité de leur population est faible : Lapons, Samoyèdes, Finnois, Jénisséiens, Paléasiatiques, Esquimaux au Nord, Australiens, Fuégiens, Patagons, Hottentots et Boschimans, au Sud.

Une double zone désertique traverse l'œcumène de l'E. à l'W., mais ni l'une ni l'autre n'est une barrière infranchissable pour l'homme.

Dans les temps modernes, les océans Atlantique, Pacifique et Indien, peuvent être considérés comme faisant partie de l'œcumène, à cause des navires très nombreux qui les parcourent, transportant hommes et marchandises.

La population actuelle du globe. — La population totale du globe est évaluée actuellement à un milliard 750 millions d'habitants, dont approximativement 460 millions en Europe, 900 millions en Asie, 150 millions en Afrique, 185 millions en Amérique et 55 millions en Océanie.

Ces nombres sont approximatifs et proviennent, pour la plupart, d'évaluations. Si, pour l'Europe, on peut établir avec assez de précision le nombre des habitants, il faut se contenter, pour les autres continents, à part quelques pays, de valeurs plus ou moins exactes, parce qu'il ne s'y fait pas de recensements officiels et périodiques. La population du globe était estimée en 1900 à 1560 millions, en 1910 à 1680 millions.

III. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DE LA POPULATION.

Densité de la population. — La densité de la population d'un pays ou d'une région est le nombre d'habitants qui occuperaient une surface donnée (généralement le kilomètre carré), si toute la population de ce pays ou de cette région était également répartie sur la surface; on l'obtient en divisant la population totale, ou absolue, par le nombre de kilomètres carrés de superficie; dans ce cas, on l'appelle souvent population relative. Elle peut s'exprimer encore, mais cette manière est très peu employée, par le nombre de mètres carrés qui reviendraient à chaque habitant, si tout le territoire était partagé entre tous les habitants; on l'obtient alors par la division de la superficie par la population absolue.

Les diverses parties du monde auraient aujourd'hui une densité : l'Europe, de 46 habitants par kilomètre carré, l'Asie 20, l'Afrique 5, l'Amérique 5, l'Océanie 6. Dans chacune de ces parties du monde, la densité varie d'une

région à l'autre, suivant la nature du sol, le climat, la quantité d'eau tombée, les ressources végétales et minérales, le degré de civilisation, le développement de la vie économique.

Répartition géographique de la population. — Les cartes signalant par des teintes diverses les régions de densité différente permettent de se rendre compte de la répartition de la population et d'en tirer quelques conclusions ou lois générales.

Territoires inhabités. Ils sont presque tous en dehors de l'œcumène : régions antarctiques et régions arctiques, sauf une partie des côtes du Grönland et de l'archipel polaire américain. A l'intérieur de l'œcumène, les montagnes couvertes de neiges éternelles et de glaciers.

Territoires très peu habités. 1° La double zone désertique traversant l'Ancien Continent (Sahara, Arabie, Perse centrale, Tibet, Mongolie, — Kalahari, Australie centrale et occidentale); 2° les régions de l'extrême nord de la Sibérie et du Canada, de l'extrême sud de l'Amérique; 3° les forêts vierges équatoriales; 4° les régions de steppes et de savanes; 5° les régions polaires arctiques qui sont dans l'œcumène. — Dans toutes ces contrées, la densité n'atteint pas un habitant par kilomètre carré.

Territoires faiblement habités. 1° Les régions habitées par les Nègres en Afrique; 2° les régions récemment colonisées dans l'Amérique du Sud, le Sud-Est africain, le Sud-Est australien, sauf leurs côtes. — Dans ces régions, la densité varie entre 1 à 10 habitants par kilomètre carré.

Territoires à population dense. 1° L'Asie orientale composée de la Chine et du Japon; 2° l'Hindoustan; 3° la partie orientale et côtière des États-Unis d'Amérique. — Ces régions réunies ont une superficie totale de 3 millions de Km² et une population relative qui dépasse 100 habitants par Km². — La population de l'hémisphère boréal vaut cinq fois celle de l'hémisphère austral.

Territoires à population très dense. Ce sont ceux où la densité dépasse 150 hab. au Km²; ils ont une superficie totale de 1 $\frac{1}{2}$ million de Km² : le Sud du Japon; l'Est de la Chine; le Nord et l'Ouest de Java; la vallée du Gange; la côte Sud de l'Hindoustan; l'Angleterre; la Belgique; les bords du Rhin allemand; la Saxe; le Nord-Est de la France; une partie de la côte orientale des États-Unis.

Lois de cette répartition. 1° Un climat trop froid, une latitude très élevée, le manque de pluies ou la rareté des précipitations atmosphériques sont les raisons géographiques principales qui s'opposent à l'existence, dans certaines régions, d'une densité dépassant un habitant par Km². 2° La zone tempérée boréale est la seule dans laquelle, sur des étendues

vastes, la densité dépasse 100 hab. par Km², soit, comme en Europe, à cause des exploitations minières, du développement industriel qui en est la conséquence et d'un commerce très actif, soit, comme en Asie orientale, à cause d'une agriculture intensive dans des régions bien arrosées et très fertiles. — D'autres conclusions, relatives celles-ci à des régions moins étendues, s'imposeront lors de l'étude des influences des phénomènes géographiques sur l'homme.

III. — LES ÉTABLISSEMENTS HUMAINS.

L'habitation humaine. — L'activité humaine s'inscrit géographiquement sur le sol, principalement, et en tout premier lieu, par la construction d'une demeure qui est, pour l'homme, au moins un abri contre les intempéries et un lieu de repos pendant la nuit. Cette demeure, quant à sa forme, sa disposition, sa construction, peut être établie suivant le caprice de chacun; elle est plus souvent influencée par les habitudes ethniques et la tradition; elle dépend presque toujours des conditions géographiques locales. Cette dépendance explique l'existence de types géographiques d'agglomérations humaines: villages ardennais ou flamands, villages égyptiens ou japonais, villes du bassin parisien ou de la grande forêt russe, etc., types nombreux mais tous caractéristiques du milieu géographique et influencés par ce dernier.

Deci delà, dans les pays civilisés, on voit apparaître des constructions insolites au point de vue géographique: villas de type suisse dans nos Ardennes ou sur les bords du lac Majeur; maisons en briques là où le calcaire abonde, demeures en granit dans les régions sablonneuses; mais, à part les exceptions de ce genre, partout la tradition impose un type de demeure, parce que ce type est le mieux en rapport avec les conditions du milieu géographique.

Orientation. Autant que faire se peut, la maison est orientée, la façade tournée vers le Levant. Dans beaucoup de villages, cette orientation s'observe pour les bâtisses anciennes, mais elle est abandonnée pour les maisons récentes qui, généralement, font face à la route ou à la rue, comme c'est toujours le cas dans les villes.

Matériaux employés. C'est plus spécialement à ce point de vue que l'habitation humaine est dépendante des conditions géographiques: l'homme se sert des matériaux qu'il trouve sur place, schiste en Ardenne, briques et torchis dans les régions argileuses, calcaire dans le Condroz, travertin

à Rome, ailleurs basalte, granit, cailloux roulés, plaques d'ardoises; bois dans les régions forestières, en Sibérie, Suède, Norvège, Suisse; branches, lianes et larges feuilles dans les régions intertropicales; peaux d'animaux dans l'extrême Nord, etc.

Forme. La forme de l'habitation humaine varie à l'infini, non seulement en élévation, mais aussi en plan, depuis les cases basses et peu spacieuses des Pygmées jusqu'aux demeures somptueuses de nos grandes villes et aux gratte-ciel américains; depuis la petite ferme suisse qui possède, disséminés sur les flancs de l'Alpe, des étables et des fenils, jusqu'à nos massives fermes hesbignones et condruziennes dans lesquelles la grange et les écuries occupent tant de place. Mais chaque région à caractères physiques bien déterminés offre un type particulier de demeure humaine: à Java, de grands toits à forte pente, à cause des pluies abondantes; en Arabie, un toit plat parce qu'il n'y pleut guère; en Europe, de nombreuses fenêtres prenant jour sur la rue ou sur la route; au Maroc et en Algérie, sans fenêtre vers l'extérieur, mais avec des vérandas à chaque étage, dans la cour intérieure plus fraîche; à Sumatra, des demeures sur pilotis pour éviter l'humidité du sol; chez les nomades, des tentes facilement démontables et très portatives; chez les Esquimaux, des réduits formés de blocs de glace; dans les villes où le terrain est à prix très élevé, des maisons qui possèdent des dizaines d'étages, etc., etc.

Les chemins. — Toute habitation humaine est reliée à d'autres demeures, soit proches, soit éloignées, par un ou plusieurs chemins: simples sentiers, chemins non empierrés, routes, rues, boulevards ou avenues, voies de communication qui se marquent sur la carte comme des rubans plus ou moins étroits allant de maison à maison, de village à village, de ville à ville. Ces chemins sont les signes visibles de la circulation, et ils dépendent, quant à leur tracé, leur pente et leur construction, des conditions du milieu géographique.

Le relief du sol influence leur tracé, la nature du sol détermine leur constitution; les matériaux faciles à se procurer ou en abondance dans les environs servent à leur empiècement. Par leur nombre, leur construction, ils signalent souvent l'intensité des rapports entre humains.

Les agglomérations humaines. — Dans un même pays, les établissements humains sont ou bien agglomérés en hameaux, villages, bourgs et villes, ou bien disséminés en fermes isolées et en tout petits hameaux.

Les cartes signalant la distribution géographique des habitations humaines nous les montrent ici concentrées, là disséminées, éparpillées; dans telle région très nombreuses, dans d'autres plutôt rares; en certains endroits, pressées et serrées, ailleurs dispersées.

Les habitations et les fermes isolées sont le plus souvent composées d'un corps de logis principal auquel s'attachent ou près duquel se construisent, suivant les régions et le climat, les demeures des esclaves et des ouvriers, les dépendances : grange, étable, écurie, fenil, grenier, etc.; tout à l'entour s'étendent les champs cultivés et les prairies.

Les hameaux et les villages sont des groupements d'habitations en général peu nombreuses, nés, comme presque toutes les agglomérations humaines, surtout du besoin de sécurité et d'aide réciproque des hommes.

Les bourgs sont de très gros villages qui ne possèdent pas les caractères des villes.

Les villes sont des accumulations durables d'hommes et de demeures humaines qui couvrent un territoire assez étendu et qui se trouvent à la jonction de grandes voies commerciales. Elles se distinguaient, autrefois plus qu'aujourd'hui, des villages et des bourgs, par des fossés, des remparts et des portes, par de grands édifices, de beaux monuments et de riches demeures, par le droit d'y tenir marché, par leur organisation politique et économique.

Causes de la localisation des établissements humains.

— Si l'origine des agglomérations humaines est d'ordre social, la localisation des établissements humains dans tel ou tel endroit plutôt que dans tel autre est déterminée plus particulièrement par des conditions géographiques, ensuite par des conditions économiques lesquelles sont immédiatement dépendantes de causes géographiques, enfin par des conditions historiques qui, en général, sont indirectement dépendantes de causes géographiques et le plus souvent dépendantes de conditions économiques. Cette localisation peut être aussi la résultante d'un ensemble complexe de faits humains qu'il devient alors très difficile d'analyser.

Conditions géographiques. Les principales sont l'eau, la fertilité du sol, le relief et la nature du sous-sol.

L'eau. Ce qui lie le plus l'homme à la terre, c'est la nécessité de se nourrir : à ce point de vue, l'eau est indispensable non seulement à l'homme, mais encore aux animaux qu'il a domestiqués. On a pu dire que l'eau est, pour les hommes, plus riche que la houille et l'or. Partout l'homme

établit sa demeure près d'une source ou d'un cours d'eau, près d'un puits, s'il peut en creuser. Nos cartes signalant la localisation des établissements humains semblent calquées sur des cartes hydrographiques : là où l'eau est rare (Beauce, Champagne pouilleuse, Hesbaye, pays à calcaires fissurés), la population est *agglomérée* en de gros villages entre lesquels ne s'établissent que très rarement des fermes isolées, villages très espacés les uns des autres, groupés autour de sources abondantes ou de puits bien outillés ; là où l'eau est fréquente, où de minces filets d'eau jaillissent presque partout et courent en tout lieu (Morvan, Bretagne, Ardenne, limite sud du vrai pays de Herve), la population est *disséminée* en un nombre considérable de fermes isolées, de hameaux et de petits villages. Dans les régions arides plus spécialement, la situation des sources et leur nature déterminent la position des établissements humains. Les fleuves, les lacs et la mer attirent encore l'homme, parce qu'ils lui fournissent des aliments : poissons et crustacés. D'autre part, les marécages étendus et les régions trop humides où règne la fièvre repoussent l'homme.

Climat et fertilité du sol. La fertilité du sol dépend de sa nature, de l'irrigation du drainage et du climat (chaleur solaire, lumière, humidité, température). Les terres les plus fertiles sont d'abord occupées : terres d'alluvions le long des cours d'eau, et terrasses avoisinantes. Dans les vallées des Alpes, ce sont les versants ensoleillés qui sont le plus habités.

Altitude et relief du sol. Dans les régions tempérées, les établissements humains se localisent de préférence dans les plaines, pourvu qu'elles soient à l'abri des débordements des fleuves, sur les terrasses et sur les coteaux bien exposés et protégés contre les vents froids et les avalanches. — Dans les régions intertropicales, la localisation des habitations se fait surtout sur les hauts plateaux pour éviter la trop grande chaleur, humide et malsaine, des plaines basses.

La nature du sous-sol. La découverte et l'exploitation de minerais de fer, de cuivre, d'or, de la houille, attirent en ces endroits des quantités d'hommes. Ce facteur n'est intervenu que dans un état économique assez avancé.

Conditions économiques. Ces conditions sont l'industrie et surtout le commerce.

L'industrie. Là où les conditions géographiques permettent l'exploitation des richesses du sous-sol, se développent souvent des industries qui attirent les hommes et les fixent (v. Géog. économ., p. 295 et suiv.)

Le commerce. Lorsqu'une région produit plus qu'elle ne peut consommer, elle doit écouler le surplus ; lorsqu'elle ne produit pas tout ce dont elle a besoin, elle fait venir d'ailleurs ce qui lui manque. Ainsi le commerce naquit, et il ne se comprend pas sans voies de communications naturelles ou artificielles. Le mouvement des marchandises sur ces routes, leur

embarquement et leur débarquement, leur mise en entrepôts à certains endroits, le croisement des routes, le contact de deux régions naturelles à productions dissemblables donnent une importance économique considérable à certains points qui ont alors une force d'attraction sur l'homme.

Conditions historiques. Les conditions historiques peuvent être classées sous divers points de vue : militaire, religieux, économique et politique.

Besoin de protection matérielle. La nécessité de se protéger et de pouvoir se défendre a été souvent une des causes de la création d'agglomérations humaines, et le choix de leur emplacement en a été influencé : construction sur pilotis dans les lacs (palafittes) ; établissements sur des collines escarpées, sur des plateaux étroits, à l'extrémité d'éperons rocheux avançant dans la mer ou surplombant une vallée, sur des éminences dans les plaines, sur des îles fluviales, positions dont la défense naturelle fut bientôt complétée par des fortifications artificielles : murs, remparts, châteaux, tours, etc. Le seigneur, cherchant un endroit pour y installer sa demeure, choisit de préférence un site naturellement protégé.

Besoin de protection morale. Les édifices religieux : églises, monastères, temples, sont des endroits de paix et réservés à la prière ; ils reçurent des chefs d'États des privilèges qui poussèrent les habitants des environs à venir s'installer près d'eux pour jouir de leur protection.

Développement économique. Dans les petites agglomérations mises sous la protection d'un édifice religieux ou d'un château, le commerçant et l'homme de métier vinrent s'établir à côté du cultivateur : ces agglomérations devinrent le siège d'une foire périodique ; puis la création de nouvelles voies de communication fut une nouvelle cause de développement.

Idee politique. La volonté d'un chef, d'un conquérant, d'un roi, d'un gouvernement, peut, en certains cas, déterminer l'emplacement d'une agglomération humaine : l'exemple le plus frappant est la création de la nouvelle capitale de la Confédération australienne, dans le site de Camberra.

Les villes. — Les villes forment le type le plus intéressant d'agglomération humaine, caractérisé par des habitations très nombreuses, des rues, des boulevards et des avenues, le tout couvrant une superficie étendue ; des voies de communication en grand nombre y aboutissent. Leurs habitants tirent leurs moyens d'existence surtout du commerce et de l'industrie, rarement de l'agriculture ou de l'élevage, assez souvent de professions libérales ou de travaux d'ordre scientifique. La spécialisation du travail y est poussée à l'extrême.

La *grande ville* n'apparaît pas avant le xix^e siècle, époque à partir de laquelle les relations commerciales se sont multipliées

d'une façon extraordinaire. En Europe, en 1800, on comptait 24 grandes villes : ce nombre était porté à 42 en 1850, à 70 en 1870, avec un total d'habitants dépassant 20 millions, à 147 en 1900 avec plus de 40 millions d'habitants. En 1870, il n'y avait sur toute la terre que 160 villes de plus de 100.000 habitants; en 1910, on en comptait 350, dont trois avaient dépassé les 2 millions et dix le million d'habitants.

Classification des villes. On distingue les villes anciennes, les villes modernes et les villes artificielles. — Les *villes anciennes* doivent leur origine à des causes géographiques, historiques ou économiques : elles furent le plus souvent, à leur naissance, de petites bourgades. — Les *villes modernes* sont dues au développement énorme de l'industrie et du commerce dans le dernier siècle : ce sont des ports, comme Le Havre; des agglomérations à la bifurcation de grandes voies ferrées, telle Creil; des villes minières, des centres manufacturiers et industriels, et des villes d'eaux. — Les *villes artificielles* sont des villes politiques, telle Versailles sous les derniers rois de France; des villes religieuses, telle Lourdes; des villes de militaires, de fonctionnaires ou d'étudiants.

Physionomie géographique des villes. A. — Quant à leur position. Certaines villes présentent un air de parenté : Venise (voir Pl. XIII, *b*) et Amsterdam, villes à canaux; Genève et Zurich, à cheval sur les émissaires de grands lacs; Luxembourg et Tolède (voir Pl. XII, *a*) sur des éperons montagneux contournés par des cours d'eau; Monaco et Mont-Saint-Michel, l'une sur une presqu'île rocheuse, l'autre sur un îlot rocheux; Coblenze et Namur, au confluent d'une rivière dans un fleuve; Zermatt et Bagnères de Luchon, villes d'hôtels; la vieille cité de Carcassonne et le vieux Bergame qui, villes perchées, meurent sur des éminences, alors que leurs rejetons dans la plaine se développent; Londres et Anvers sur des estuaires de fleuves de plaine; Marseille et Shang-haï à quelque distance de l'embouchure de grands fleuves; Corinthe et Panama sur des isthmes; l'ancien Paris et le vieux Berlin, sur des îles fluviales; Spa et Vichy villes d'eaux; Ostende et Biarritz, villes de bains, etc.

B. — Quant à leur plan. Sur les cartes, les villes anciennes se marquent toujours par une enceinte de fossés et de remparts (souvent aujourd'hui remplacés par des boulevards), qui en font un tout distinct et séparé des environs. Les villes modernes et les villes artificielles ne possèdent en général pas de fortifications, et elles semblent se continuer dans diverses directions par des faubourgs, par des maisons alignées le long des routes, ou par des agglomérations voisines.

Les *plans de l'intérieur des villes* montrent trois types différents. — Le premier est caractérisé par un ensemble confus de ruelles et de rues aux

allures tortueuses et tourmentées, paraissant être la continuation ou l'accroissement des ruelles d'un village primitif, quelquefois plus ou moins divergentes d'un point central (voir Pl. XIV, *a*). Les accroissements d'une ville de ce premier type se font plus ou moins uniformément sur toute la périphérie, à moins que l'existence de fortifications n'oblige les constructions nouvelles hors la ville à se répartir le long des routes convergentes vers les portes d'entrée de l'agglomération. — Le deuxième type est caractérisé par la présence, au centre, d'une place occupée par l'église ou le marché, et de ce centre, des rues droites, recoupées par d'autres rues rectilignes ou légèrement courbes, divergent vers la périphérie de forme rectangulaire, ronde ou ovale. Dans les villes de ce type, les accroissements consistent dans l'adjonction d'agglomérations adjacentes et établies suivant un plan analogue. — Le troisième type est tout à fait moderne : d'abord il manque de cette opposition entre les parties anciennes à rues étroites et en zigzags, aux maisons hautes et serrées, et les parties récentes, nouveaux quartiers aux belles avenues, rues larges et rectilignes (voir Pl. XIV, *b*); ensuite il a été créé de toutes pièces : ou bien les rues sont droites se coupant le plus souvent à angles droits; ou bien elles forment les branches d'une étoile reliées entre elles par des rues en cercles concentriques. Ces dispositions sont quelquefois modifiées si la ville est construite sur le bord de la mer ou d'un fleuve. C'est le type le plus fréquent dans l'Amérique du Nord pour les villes modernes (voir Pl. XIV, *c*) et pour les accroissements modernes de villes anciennes (voir Pl. XIV, *b*).

C. — Quant à leur élévation. Une ville, à la fin du moyen âge, apparaissait comme un amas de petites maisons, à peu d'étages, concentrées et accumulées dans l'étroit espace circonscrit par les murs. Presque aucune maison ne dépassait les autres, et deci delà des trouées étaient des rues étroites en zigzags et de rares places publiques. Dominant cet ensemble, cathédrales et églises aux clochers élancés et aux nefs élevées, tours des fortifications et des châteaux, palais, hôtel de ville, beffroi. — La ville d'aujourd'hui n'a plus le même aspect : les tours et les fortifications ont le plus généralement disparu; les églises et les édifices dominant encore, mais certaines maisons ont grandi, sont devenues des bâtiments de cinq étages et plus, de vastes casernes quelquefois (Berlin possède des habitations abritant 3000 personnes), de grands hôtels ou les gratte-ciel new-yorkais de 50 étages et de 233 mètres de hauteur; les rues se sont élargies, ont été redressées; de spacieuses avenues, des squares et des places publiques nombreuses font, dans la variété des toits, des oasis de verdure.

D. — Quant à la population absolue et à la population relative des diverses parties. Les grandes villes commerçantes sont caractérisées par l'existence d'un quartier des affaires : on y bâtit plus en hauteur qu'en largeur; on y met à profit tout espace libre au point que les cours et jardins y sont rares ou minuscules; le nombre de ses habitants va en diminuant

parce que de plus en plus ils s'en retournent le soir vers d'autres quartiers pour y loger. La population absolue augmente considérablement dans les parties de la ville qui touchent à la périphérie et aussi dans les agglomérations suburbaines. Par contre, la population relative va en augmentant de la périphérie vers le quartier central, mais elle est très faible au centre. Si, au lieu de tenir compte de la population domiciliée, on a en vue la population occupée pendant le jour dans les divers quartiers, on constate que la population relative va en augmentant de la périphérie vers le centre, et que c'est le centre qui contient le plus de personnes. Ainsi le quartier des affaires de New-York s'accroît chaque matin de plus d'un million de personnes, qui repartent le soir. D'autre part, à Londres, la population domiciliée dans la Cité était de 130.000 en 1881; elle n'était plus que de 25.000 en 1911.

Les grandes agglomérations humaines. — Sept villes ont plus de deux millions d'habitants; ce sont : New-York, 4 millions 800 m.; Londres, 4 millions 500 m. (avec les faubourgs, 7 millions 250 m.); Paris, 2 millions 900 m.; Chicago, 2 millions 200 m.; Tokyo, 2 millions 200 m.; Berlin, 2 millions 100 m.; Vienne, 2 millions 100 m.

Viennent ensuite, avec plus d'un million d'habitants, les neuf villes suivantes : Saint-Petersbourg; Philadelphie; Moscou; Buenos-Aires; Osaka; Calcutta; Constantinople; Rio de Janeiro; Pékin.

IV. — MOUVEMENTS DE LA POPULATION ET DES AGGLOMÉRATIONS HUMAINES.

Mouvements de la population. — La population d'un pays, d'une région, varie, quant à son nombre, par l'augmentation ou la diminution de la natalité, par la fréquence plus ou moins grande de la mortalité. En outre, cette population n'est pas toujours fixe : elle peut aller s'établir ailleurs (*migration*), elle peut en partie quitter le pays (*émigration*), s'augmenter par l'arrivée d'étrangers (*immigration*), se diriger principalement vers telle ou telle contrée pour y fonder ou développer une dépendance politique de la mère-patrie (*colonisation*), se déplacer complètement (*nomadisme*), aller passer une partie de l'année dans des endroits plus avantageux pour la nourriture du bétail et revenir ensuite à son point de départ (*transhumance*), ou être attirée vers les centres industriels et commerçants (*exode rural et urbanisme*).

Natalité et mortalité. La *natalité* d'un pays est le rapport entre le nombre des habitants et le nombre des naissances pendant un temps donné; on l'exprime par le coefficient de la natalité, c'est-à-dire par le nombre moyen des naissances par mille habitants. Suivant les pays, le coefficient de la natalité varie, croît ou décroît chaque année, avec l'état économique, l'état moral et les conditions physiques de la population; il est influencé par les guerres, les disettes, les grandes épidémies, les périodes de prospérité industrielle, de récoltes abondantes, comme il l'est par des causes morales.

C'est en France, de tous les pays d'Europe, que la natalité est la moins forte et la diminution du coefficient la plus constante : 39 naissances pour 1000 habitants vers 1790, 32 en 1810, 26 en 1860, 22 en 1895, 21 en 1910. Une natalité aussi faible est une cause de déchéance pour une nation. — Le coefficient de la natalité était, en 1910, de 49 pour la Russie, 36 pour l'Autriche-Hongrie, 34 pour l'Allemagne, 28 pour l'Angleterre, 27 pour la Belgique.

La *mortalité* d'un pays est le rapport entre le nombre des habitants et la quantité des décès pendant un temps donné; on l'exprime par le coefficient de la mortalité, c'est-à-dire par le nombre moyen des décès par mille habitants. Le taux de la mortalité évolue avec l'état économique et surtout avec les conditions physiques et hygiéniques; il augmente sensiblement lors des guerres, des épidémies et des famines.

La mortalité est surtout grande dans les pays de forte natalité. Le coefficient de la mortalité était, en 1910, de 32 en Russie, 26 en Autriche-Hongrie, 22 en Allemagne, 21 en France, 18 en Belgique, 17 en Angleterre.

Accroissement de la population. Dans presque tous les pays, il y a accroissement de la population : cette augmentation provient de l'excédent du nombre des naissances sur le nombre des décès; elle peut être accentuée par une immigration plus forte que l'émigration.

L'Irlande est un des rares pays où la population ait diminué dans le courant du XIX^e siècle, comme la France est un de ces pays, peu nombreux, où l'augmentation soit lente. Par contre, la Belgique a plus que doublé en quatre-vingt-trois ans (1836 : 3.785.814 hab.; 1914 : 7.557.924 hab.); l'Allemagne a passé de 25 millions en 1816 à 65 millions en 1910; les îles Britanniques ont augmenté de 16 millions d'habitants de 1861 à 1911, tandis que l'Angleterre a quadruplé de 1800 à 1900; la population totale du globe a doublé pendant le XIX^e siècle.

Migration. Ce phénomène, qui s'est répété souvent dans les premiers temps de l'humanité, a disparu presque complètement de nos jours : il n'y a plus de migrations en masses. Il était dû autrefois : 1^o à la surpopulation; 2^o à l'économie destructive, la seule que connaissaient les non-civilisés; 3^o à une modification de climat, telle une diminution des pluies dans les régions de steppes.

Émigration et immigration. L'*émigration* consiste dans le départ hors de la mère-patrie d'habitants qui vont s'établir dans les pays voisins, ou dans des régions au delà des mers. Elle n'est nécessaire, voire même utile, que lorsqu'il y a surpopulation effective, ce qui n'arrive que si toutes les régions de la mère-patrie sont occupées autant qu'elles peuvent l'être, si la colonisation intérieure (voir p. 284) est terminée.

Les causes de l'émigration sont : 1° l'attrait exercé par les pays neufs où le besoin d'ouvriers élève les salaires et où des terres fertiles peuvent être acquises à bon compte par des agriculteurs; 2° le désir d'une ère plus heureuse ou la convoitise de richesses plus aisées à acquérir dans des régions où les conditions de vie sont différentes; 3° la surpopulation du pays d'origine qui, atteignant un certain degré, force une partie des habitants à chercher au dehors des occupations nouvelles, soit industrielles, soit agricoles, soit commerciales; 4° les crises économiques et agricoles; 5° les persécutions religieuses et les commotions politiques. Le grand nombre, la rapidité et le bon marché des moyens de transport rendent l'émigration plus aisée, sans compter les avantages offerts aux émigrants par certains gouvernements, tel celui du Canada.

Le phénomène d'émigration est presque exclusivement européen : c'est l'Europe qui fournit le plus grand nombre d'émigrants vers tous les autres continents, surtout vers les États-Unis d'Amérique, le Canada, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Brésil, la République Argentine et la Sibérie. De Chine, il vient assez bien d'émigrants dans les Indes néerlandaises et sur la côte occidentale de l'Amérique; du Japon, il en passe beaucoup sur le continent asiatique et dans les îles de la Sonde.

Un cas particulier d'émigration est la *colonisation*, dont il sera traité en géographie politique (pp. 283-284).

L'*immigration* est l'entrée et la fixation dans un pays de personnes venant du dehors; elle est en général moins forte que l'émigration dans tous les pays d'Europe; par contre, elle est énorme dans d'autres continents, surtout aux États-Unis, où la population qui était de 4 millions en 1800, est actuellement de plus de 95 millions, et en Australie qui ne comptait en 1880 que 2 $\frac{1}{4}$ millions d'habitants et en a aujourd'hui plus du double.

Nomadisme. Le nomadisme est le déplacement complet et continu, d'un endroit à un autre, d'une population qui, vivant de l'élevage de troupeaux, doit quitter un sol aussitôt que les ressources végétales sont épuisées. Ces troupeaux sont composés de chevaux dans les steppes herbeuses, de rennes dans les toundras, de yaks dans les régions asiatiques froides de haute altitude, de chameaux dans les déserts chauds de l'ancien continent, de moutons sur les confins des steppes et des régions montagneuses et dans certaines vallées dont la partie inférieure habitée l'hiver est abandonnée pour la partie supérieure, l'été, lorsque la neige a disparu.

Les types de nomadisme sont nombreux et varient suivant les milieux géographiques où ils se rencontrent : habitants des toundras, nomades des grandes plaines steppiques et herbeuses, pasteurs du Tell algérien, pasteurs des versants de l'Himalaya, éleveurs de quelques vallées alpestres. Il y a des types intermédiaires entre le nomade toujours en mouvement et effectuant de longs parcours dans une région présentant partout les mêmes caractères géographiques, et le semi-nomade qui voyage en parcours limité sur le flanc d'une montagne ou qui remonte et redescend une vallée. Chez certains, le commerce est presque inconnu; chez d'autres, il est très développé au point qu'ils sont les intermédiaires obligatoires entre des peuples sédentaires; ici, on ne trouve aucune possibilité de jouir d'autres revenus que de ceux de l'élevage; là, on reconnaît une tendance marquée vers la culture qui fixe une partie de la population nomade.

Le nomadisme s'appelle transhumance quand le village cesse d'être temporaire et devient permanent; il s'appelle semi-nomadisme, ou il disparaît, lorsqu'une partie de la population ou toute la population vit surtout d'agriculture.

Transhumance. La transhumance consiste dans le déplacement temporaire et périodique, d'un endroit à un autre, mais pour revenir au premier, d'une partie de la population s'occupant de l'élevage de troupeaux de moutons ou de chèvres. Ces troupeaux quittent : — soit les plateaux et les montagnes où ils sont l'été, pour passer l'hiver dans les plaines sous la conduite de leurs propriétaires (en Transylvanie, le départ pour la plaine a lieu vers la mi-septembre, une partie de la population restant sur le plateau ou dans les montagnes où sont établies les habitations permanentes); — soit les vallées où ils sont l'hiver pour monter, conduits par des pâtres, sur les flancs des montagnes (en Espagne, le départ pour la montagne a lieu au printemps et les troupeaux montent sur les versants des Pyrénées, des monts Cantabriques, etc., pendant tout l'été, les propriétaires et leurs familles restant dans les vallées où sont les villages permanents); — soit les régions qu'ils habitent l'été pour être vendus au commencement de l'hiver à des éleveurs de régions à température plus douce, et être rachetés au printemps pour être ramenés dans les régions qu'ils occupaient l'été précédent (en Savoie, les troupeaux sont vendus, fin de l'automne, à des habitants des plaines de l'Italie, puis rachetés à la fin de l'hiver).

Attraction des villes et des centres industriels. L'accroissement énorme des agglomérations urbaines est une des caractéristiques de la deuxième moitié du xix^e siècle et du commencement du xx^e siècle : en 1800, la population urbaine n'était, en Europe, que le trente-cinquième de la population totale; en 1900, elle en était le dixième. Cet accroissement n'est nullement dû à une natalité plus grande ni à une mortalité moins forte dans les villes — ordinairement les décès sont plus nombreux que les naissances, — mais à une *migration concentrique et considérable* des habitants des campagnes

vers les grands centres, c'est-à-dire à l'exode rural. La ville moderne, qui envoie dans toutes les directions, routes, tramways et chemins de fer, draine vers elle un nombre extraordinaire de personnes qui abandonnent définitivement ou temporairement la vie rurale pour se fixer dans ce centre urbain ou industriel.

L'exode rural a pour causes : 1° le développement des agglomérations urbaines, conséquence du développement économique; 2° l'essor remarquable de l'industrie surtout dans les régions d'exploitations minières; 3° les salaires plus élevés offerts aux ouvriers et aux employés dans les grands centres; 4° les progrès des moyens de communication et de transport; 5° la surpopulation relative des campagnes. L'exode rural a pour les régions agricoles, le désavantage de leur enlever les individus intelligents dont cependant elles ont grand besoin, car l'agriculture moderne demande des capacités.

Cet exode rural se présente sous diverses formes : a) *l'émigration permanente*, sans espoir de retour à la campagne; de 1846 à 1912, la population totale de la Belgique a augmenté de 75 pour cent, tandis que la population de l'arrondissement administratif de Charleroi a augmenté de 243 %, celle de l'arrondissement d'Anvers de 184 %, celle de l'arrondissement de Liège de 141 %; — b) *l'émigration quotidienne* et *l'émigration de semaine*, avec retour le soir ou le samedi à la campagne où reste le foyer familial : en 1870, l'État belge ne délivrait que 15.000 abonnements d'ouvriers; en 1890, 1.200.000 et en 1900, 4 millions et demi; — c) *l'émigration saisonnière*, qui consiste dans le départ, pour une saison seulement, d'ouvriers vers d'autres régions : cinq millions d'hommes se déplacent chaque année du nord au sud pour faire la moisson dans les terres à blé.

Un mouvement en sens inverse est déjà sensible dans quelques pays : le retour aux champs, c'est-à-dire d'une part le déplacement des industries vers les campagnes produisant des migrations quotidiennes d'ouvriers hors des villes; d'autre part, la fixation des ouvriers non plus dans les environs immédiats des usines, mais à la campagne.

Mouvements des agglomérations humaines. — Les villes, les villages, ne sont pas des faits géographiquement fixes : ils s'agrandissent, ils diminuent, c'est-à-dire que la superficie bâtie ou la superficie occupée par les habitations et les jardins augmente ou se rétrécit; mais ils se déplacent aussi : ou bien leur extension se fait dans un seul sens ou dans quelques sens; ou bien les parties anciennes sont de plus en plus abandonnées pour des quartiers nouveaux. Dans les deux cas, le centre géographique de l'agglomération est mobile, et la forme géographique du village ou de la ville se modifie.

Le développement des villes peut être régulier autour du noyau formé par l'ancienne ville : c'est le cas de Moscou qui s'agrandit sur toute la périphérie, en zones concentriques. Mais le plus souvent, il se fait dans une ou dans quelques directions déterminées par des causes géographiques, économiques ou hygiéniques : ainsi les villes construites le long d'un fleuve ou de la mer tendront à s'allonger suivant les rives ou le rivage ; d'autres ne pourront s'accroître que dans tel sens à cause de la nature ou du relief du sol ; la gare, lorsqu'elle est unique et établie hors de l'agglomération, va attirer vers elle de nouveaux faubourgs et on construira entre elle et l'ancien centre, ou autour d'elle, un quartier ou un hameau nouveaux ; une grand'route récemment créée agira de même sur un village près duquel elle passera ; des villes se développeront surtout vers l'ouest d'où vient le vent dominant pour ne pas être incommodées par les fumées sortant des cheminées d'usines.

Des villages se déplacent dans un sens puis dans un autre, à différents moments de leur existence, attirés par une nouvelle route, puis par la gare, enfin par des usines. Un des exemples les plus intéressants que nous ayons pu étudier sur place est celui du village de Brignoud, dans le Grésivaudan, en amont de Grenoble, où ces trois déplacements se constatent aisément.

L'accroissement des villes se fait encore par l'incorporation de communes limitrophes ; il arrive aussi que plusieurs villages, en prenant de l'extension, finissent par se toucher et ne former ensemble qu'une seule agglomération de grande importance.

Ailleurs, la suppression des fortifications et l'augmentation de la sécurité générale forcent les agglomérations humaines à descendre des hauteurs où elles s'étaient installées, et à se reconstruire dans la plaine où les conditions économiques sont plus favorables : proximité des chemins de fer et des fleuves. Carcassonne, la vieille cité fortifiée, est doublée d'une nouvelle ville au pied de l'ancienne ; et certains villages de Sicile, haut perchés, tendent à se rapprocher de la voie ferrée courant dans la plaine.

C. — Les influences de la nature sur l'homme.

Généralités. — L'analyse détaillée des relations entre le milieu géographique et l'évolution de la société humaine et des hommes permet de distinguer quatre espèces principales d'influences géographiques.

Dans la première espèce, se rangent toutes les *influences physiques du milieu*, lesquelles forcent l'organisme humain à se modifier pour s'adapter à ces conditions physiques, influences qui agissent aujourd'hui encore, mais qui eurent leur maximum d'effets sur l'humanité primitive ;

La deuxième espèce comprend les *effets psychiques produits par le milieu géographique*, plus importants et plus variés que les précédents, spécialement dans les idées religieuses, le langage et la littérature.

La troisième espèce comprend les *influences des conditions géographiques du milieu sur le développement social et économique* d'un peuple, par la mise à sa disposition de richesses naturelles et par les possibilités industrielles, agricoles et commerciales qu'elles procurent.

Dans la quatrième espèce sont classées les *influences des faits géographiques sur les mouvements des peuples et sur la répartition des hommes* à la surface de la Terre : influences des barrières naturelles, tels les montagnes, les marécages, les déserts, les océans ; influences des régions attirant l'homme, telles les plaines fertiles, les vallées ; influences des voies de communication naturelles, tels les fleuves.

Parmi les résultats des influences de la première catégorie, nous citerons : la formation des variétés humaines dues à l'influence de milieux physiques différents habités par l'homme ou par lesquels il a passé ; le développement considérable de la cage thoracique chez les Quichuas des hautes montagnes de l'Amérique méridionale ; l'augmentation de la hauteur totale du corps chez les habitants des terres riches et fécondes. — Dans ceux de la deuxième espèce, la richesse des terres possédés par les peuples pasteurs pour désigner ce qui a trait à leurs troupeaux et à l'élevage, ou par les Polynésiens pour tout ce qui concerne la navigation ; les différentes solutions données au problème de l'origine de l'homme et du monde, etc. — Les influences classées dans la troisième et la quatrième catégorie sont plus spécialement du domaine de l'anthropogéographie.

Il convient de ne pas perdre de vue que l'influence de chaque phénomène géographique sur les humains est difficile à mesurer quantitativement, que la société humaine est influencée par un ensemble très complexe de causes naturelles qui agit différemment suivant les époques et les degrés de civilisation. — L'historien ne doit pas expliquer tous les événements par la volonté humaine ; le géographe commettrait une erreur analogue en voulant faire la part trop grande aux influences du milieu géographique.

Les terres fermes. — Leurs caractéristiques anthropogéographiques ont été signalées précédemment déjà : leur peu d'étendue comparativement à la superficie du globe et des mers (voir p. 72-73) ; leur configuration horizontale et leurs divisions

en continents, presqu'îles, îles, etc. (voir p. 74 et suiv.); la forme de leurs côtes (p. 76 et 130); leur surface beaucoup plus étendue au nord qu'au sud de l'équateur, et leur continuité beaucoup plus grande dans l'hémisphère boréal (voir p. 75); leur configuration verticale ou l'inégalité du relief continental (voir p. 78 et suiv.); leur distribution géographique (voir p. 72).

Si l'hémisphère Nord est cinq fois plus peuplé que l'hémisphère Sud, ce fait a pour cause, entre autres, l'étendue beaucoup plus grande des terres au nord de l'équateur; si la zone tempérée boréale est la plus habitée, elle le doit, en partie, à ce fait que c'est dans cette zone que se trouve la plus grande masse de terres. — L'homme étant un terrien, son expansion sur le globe est influencée par les caractéristiques anthropogéographiques des terres fermes; un changement dans leur forme, dans leur disposition ou dans leur répartition aurait des conséquences énormes sur la distribution géographique des hommes.

Les *îles*, au point de vue anthropogéographique, forment des régions spéciales. Elles sont occupées par une population en général homogène par ses caractères ethniques et sociaux; quelquefois cependant, l'intérieur est habité par une peuplade moins civilisée: ainsi, dans l'île de Haïnan, les Lis, incultes, occupent le centre, tandis que des Chinois se sont établis sur les côtes et dans les plaines côtières. — Les îles isolées sont habitées par des peuples à tendances très conservatrices et à évolution sociale particulière, à cause de leur peu de contact avec le reste du monde; mais lorsque les progrès de la navigation eurent diminué leur isolement, elles sont devenues ce qu'étaient déjà les îles en bordure, des centres d'évolution jouant un rôle actif pour l'expansion et pouvant s'élever rapidement au rang de grande nation, tels l'Angleterre et le Japon.

La mer. — Au point de vue anthropogéographique, elle est caractérisée par son étendue (voir p. 110), par sa continuité absolue (voir p. 111), par son unité et son uniformité, par ses courants (p. 126) et par la possibilité d'établir sur elle des routes qui suivent un arc de grand cercle, et par conséquent sont les plus courtes.

Les mers furent, pendant les premiers temps de l'humanité jusqu'au moment de la découverte de la navigation, des barrières pour l'homme; les mers fermées de peu de largeur, les mers intérieures et les mers secondaires découpées par de nombreuses presqu'îles et îles, ainsi que les mers à vents réguliers, ne furent cependant pas longtemps des barrières infranchissables. Aujourd'hui les océans sont devenus des territoires internationaux et de grandes voies de communication rapprochant les peuples les

plus éloignés, permettant et facilitant des rapports très nombreux, ouvrant un horizon géographique beaucoup plus étendu. De là, l'utilité pour tout État de posséder un morceau de rivage maritime lui donnant accès à cette voie de communication et de transport immense et mondiale, tout en lui fournissant une frontière naturelle excellente.

Les mers ont toujours exercé une forte attraction sur les humains qui en retirent de la nourriture, établissent sur leurs rivages des villes et des ports, centres d'où partent et où aboutissent les grandes voies de circulation maritimes et terrestres. Avant la création des chemins de fer, les deux rives de l'Atlantique étaient, depuis le xvi^e siècle, en communication plus active par mer que les deux rives opposées de n'importe quel continent par terre.

La valeur anthropogéographique d'une mer dépend principalement : *a*) de sa richesse en nourriture animale; *b*) du relief océanique tout près de la côte (voir p. 414); *c*) de la longueur des côtes et de la valeur économique de l'arrière-pays; *d*) de la forme de la côte (voir p. 430) et de la zone côtière; *e*) de l'impossibilité de la congélation de ses eaux; *f*) des découpages littorales qui, lorsqu'elles sont nombreuses et profondes, diminuent le nombre de kilomètres carrés de terres qui correspond à un kilomètre de côtes (Allemagne : 426 Km² par km. de côte; France : 469; Italie : 48), ou augmentent le pourcentage de la population pouvant se trouver en contact avec la mer; *g*) de son influence climatique (voir pp. 419 et 471); *h*) de l'accessibilité de la côte quand on vient du large ou de l'arrière-pays; *i*) du nombre, de l'importance et de la nature des fleuves qui se déversent dans cette mer.

Le régime des vents — et les courants qui en dépendent — a une grande importance pour expliquer certaines migrations humaines faites par mer : ainsi les moussons facilitent les rapports entre les Indes et la côte orientale d'Afrique.

Les montagnes. — Au point de vue anthropogéographique, c'est la répartition des montagnes (voir p. 85) qui est le fait important à considérer, bien plus que leurs formes, leur hauteur ou leur volume. L'influence principale des massifs montagneux est d'arrêter, de détourner ou de ralentir les mouvements humains, suivant l'état de civilisation des peuples. Les hauts plateaux, aussi, ont un climat rude et de grande variation de température; s'ils sont entourés de montagnes, ils deviennent arides et désertiques; dans les régions équatoriales, ils sont plus favorables aux établissements humains.

Les montagnes n'exercent pas d'attraction sur les populations à cause de leur inaccessibilité plus ou moins grande, des conditions de vie qui y sont

plus dures, de la diminution des ressources d'autant plus grande que l'altitude augmente. D'une façon générale, un relief accentué est cause d'une certaine pauvreté, au moins agricole.

Les montagnes attirent cependant dans trois cas principaux : 1° dans les régions intertropicales, les hommes y trouvent des conditions climatiques meilleures que dans les plaines chaudes, humides ou malsaines (la ville la plus élevée du monde est Cerro de Pasco, à 4350 m. d'altitude, par 10° 30' lat. S.); 2° lors de l'invasion de la plaine par un peuple conquérant, elles servent de refuge aux populations qui ne veulent pas se soumettre; 3° leurs beautés et leur majesté attirent des touristes et développent ainsi une industrie hôtelière importante (en Suisse, dans les Pyrénées).

Les montagnes créent, dans un continent, une variation plus grande dans les productions, dans l'intensité de l'occupation humaine, même dans les méthodes d'agriculture (cultures en terrasses), et, sous les tropiques surtout, dans la végétation qui, de la base au sommet, répète celle de l'équateur au pôle (voir pp. 87 et 200).

Les montagnes furent presque partout des barrières, les unes plus séparatives comme les Pyrénées, les autres moins, telles les Alpes dont les vallées longues et larges, transversales et longitudinales, ont facilité les groupements d'hommes.

Pour les peuples civilisés, les montagnes ne sont plus guère des barrières; elles deviennent des régions de transit entre pays de climat et de productions différents: les échanges se font surtout par les vallées transversales conduisant à des passes ou cols permettant d'atteindre une autre vallée transversale sur l'autre versant; les vallées longitudinales (voir p. 92) n'ont pas eu autant d'importance. Ces passes (voir p. 84) ont une valeur anthropogéographique, économique et stratégique, laquelle a diminué depuis le percement des grandes chaînes par des tunnels.

Régions non montagneuses. — Ce sont les plateaux d'altitude moyenne et les plaines: leur accès est assez facile, les communications y sont aisées, leur sol est en général fertile. Les collines et les derniers contreforts des montagnes sont plus peuplés que les massifs montagneux. Les plaines sont caractérisées par un sol plat ou légèrement ondulé; par une fertilité très grande lorsque le climat est favorable aux cultures et que le sol est formé d'alluvions; par la stérilité lorsque le sol est marécageux ou insuffisamment arrosé; par un climat uniforme que ne modifie que la situation en latitude; par le manque de limites aux mouvements de la population; par la facilité des communications; par la possibilité pour les hommes d'un contact plus fréquent soit avec la mer, soit avec des fleuves navigables.

Les steppes (voir p. 93) sont l'habitat de populations nomades vivant d'élevage et de chasse. Les déserts (voir p. 95) sont presque inhabités, mais les oueds et les oasis qui y sont parsemés ont une population très dense et leur enlèvent le caractère de barrière infranchissable qu'on leur a attribué. Les plaines fertiles sont le domaine des peuples sédentaires et agriculteurs, à population de forte densité (plaine de Chine, plaine du Gange, les Flandres).

Les eaux courantes. — Les eaux courantes : ruisseaux, rivières et fleuves, attirent l'homme qui y trouve une boisson pour lui-même et pour ses animaux domestiques; il s'en sert souvent aussi pour l'irrigation de ses champs. Précédemment, nous avons déjà montré l'importance des sources et des cours d'eau pour la localisation et la répartition des établissements humains (voir pp. 247-248). Les lacs peuvent être considérés, du moins un certain nombre, comme des élargissements des fleuves qui les forment, et, dans ce cas, ils possèdent les caractéristiques anthropogéographiques des fleuves.

Les cours d'eau attirent les hommes : *a)* ils leur fournissent de l'eau et de la nourriture (poisson); *b)* ils sont souvent des voies de communication importantes, et les vallées dans lesquelles ils coulent sont de préférence (il y a de nombreuses exceptions) suivies par les voies de circulation; *c)* sur leurs bords, les terres sont plus fertiles; *d)* ils mettent à la disposition des hommes une force motrice (moulins, usines hydrauliques, usines d'énergie électrique); *e)* ils peuvent servir de protection naturelle à une agglomération humaine.

Dans les vallées fluviales, les établissements humains se localisent de préférence : où il y a transbordement de marchandises transportées par bateaux; où la navigation fluviale finit et est remplacée par le portage ou le charriage; où le fleuve est traversé par une voie commerciale, soit à un gué, soit à un pont, et là où existe une île fluviale; au confluent d'une rivière importante; où la navigation maritime cesse et est remplacée par la navigation fluviale; où le fleuve fait un coude ou décrit un méandre, parce que le côté non érodé par l'eau courante procure souvent une assise favorable.

L'estuaire d'un grand fleuve est, anthropogéographiquement, un bras de mer s'avancant à l'intérieur des terres; il participe ainsi à tous les avantages de la situation maritime. L'embouchure d'un fleuve éloigne l'homme lorsque le fleuve charrie de grandes quantités de détritus rocheux ou des alluvions spongieuses : Marseille n'est pas à l'embouchure du Rhône, et il n'y a pas de port à l'embouchure du Yang-tsé.

Les *lacs* (voir p. 139) sont quelquefois la seule partie navigable du cours supérieur des fleuves (lacs de Constance, de Genève, de Lucerne). Les établissements humains se sont créés sur les bords des lacs, de préférence : là où les eaux du lac s'écoulent par un émissaire; là où une rivière se jette dans le lac, sauf quand elle apporte trop de boues et de cailloux et travaille ainsi au comblement du lac (voir pp. 140-141 et Pl. I : le débouché du Rhône dans le lac Léman); au fond des baies; sur les deux rives du lac, là où celui-ci se rétrécit.

Le climat. — Le climat a une influence très grande sur la végétation et sur la faune, aussi sur l'homme. Nombre de faits de géographie sociale ne peuvent s'expliquer si l'on ne fait une large part aux influences des phénomènes climatériques. Le climat détermine : *a)* les limites septentrionales de l'œcumène, limites qui ne sont cependant pas absolues; *b)* la plupart des endroits et des régions inhabitables et habitables à l'intérieur de l'œcumène; *c)* la végétation et les formes de culture et d'élevage; *d)* les caractères de la nourriture, du vêtement et de l'habitation de l'homme.

C'est le climat qui crée la steppe, laquelle engendre le nomadisme; c'est lui qui crée le désert, région à densité de population très faible; c'est le climat qui empêche les Européens de s'établir à demeure dans les régions équatoriales et tropicales et les pousse à y construire des villes à des altitudes élevées, telles Simla à 2150 m., ville d'été des blancs de Delhi, Darjeeling à 2180 m., pour ceux de Calcutta, Outakamound à 2200 m., pour ceux de Madras. C'est le climat qui, en partie, donne à l'Anglais un type particulier, et qui, dans les vallées alpestres, fait se grouper les habitations sur le versant ensoleillé. C'est lui qui a contribué surtout à faire de la zone tempérée boréale la zone de la civilisation. C'est encore lui qui produit les inextricables forêts vierges presque vides d'humains; qui est la cause la plus importante de la répartition des zones de végétation, lesquelles déterminent des modes d'activité spéciaux, comme il sera montré dans le chapitre suivant (pp. 265-268).

Le sol. — La nature du sol a aussi une influence sur l'homme : une couche arable fertile permet des établissements humains, mais des couches infertiles par nature (éboulis, lave à peine refroidie) repoussent l'homme.

Tous les sols naturellement fertiles ne produisent pas toujours ce qui est nécessaire à l'homme pour se nourrir; celui-ci doit leur fournir souvent ce qui leur manque, soit des engrais, soit de l'eau; ou bien, après les avoir

cultivés pendant un certain temps, les laisser en jachère ; ou bien changer chaque année de cultures.

Les *terrains provenant de poussées volcaniques* (laves, dykes) donnent, désagrégés par les agents atmosphériques, des terres cultivables et souvent fécondes.

Les *terrains granitiques* sont peu cultivés, à cause du manque de calcaire : ce sont des pays de landes et de forêts de chênes avec des prairies humides pour le gros bétail ; les communications y sont malaisées et la population plutôt de densité faible.

Les *terrains sablonneux* sont plus ou moins propres à la culture suivant le régime des pluies, leur insolation et leur perméabilité : désert dans le Sahara, lande en Campine, marais de Genck, bruyères et sapinières, en général à population clairsemée.

Les *terrains argileux* donnent surtout des steppes, quelquefois des marécages, souvent des terres ingrates ; mais, amendés par addition de sable et de chaux, ils fournissent des terres très fertiles (Hesbaye) et permettent une occupation humaine assez dense.

Les *terrains schisteux* sont de végétation pauvre, avec des tourbières (Fagnes) et une culture peu développée (Ardennes) ; la population y est clairsemée.

Les *terrains calcaireux* donnent, lorsqu'ils ne sont pas purs, d'excellentes terres (Condroz) et de bons pâturages pour l'élevage du mouton, mais s'ils ne contiennent ni argile, ni sable, ils sont dénudés et pauvres (Karst). La rareté des sources a pour conséquence la concentration de la population en de gros villages.

Le sous-sol. — Son importance anthropogéographique n'apparaît que dans les pays civilisés et dans les régions où des civilisés se sont établis : l'homme y a reconnu la valeur des gisements miniers et a su les exploiter, pour en tirer le maximum de profit (voir Géogr. écon., pp. 295 et suiv.).

Un sous-sol riche en houille ou en minerais, si ces gisements sont exploités, est le plus souvent la cause de l'existence de régions industrielles ; or, l'industrie est une des grandes causes de peuplement (voir p. 275).

Les voies de communication. — Plus le réseau des voies de communication naturelles et artificielles sera serré, plus la population sera dense.

Les voies de communication naturelles : rivières, fleuves, vallées, plaines, mer, attirent l'homme ; les voies de communication artificielles sont établies par l'homme, et d'autant plus nombreuses que la population est plus dense ;

mais leur établissement est une nouvelle cause d'augmentation de la densité, car ces voies facilitent les rapports, développent le commerce et excitent l'industrie à prendre plus d'essor. Il ne suffit pas qu'une région fournisse beaucoup de produits pour que sa population augmente, il est nécessaire encore que les moyens de transport permettent l'écoulement des produits et le développement du commerce.

D. — La vie humaine dans les principales zones de végétation.

Que les hommes, leurs façons de vivre et leurs occupations dépendent des conditions géographiques du milieu qu'ils habitent, c'est ce que montreront les cinq paragraphes suivants dans lesquels une courte description physique précède une description de la vie humaine dans des milieux tout différents. Si, au lieu de nous en tenir à des régions habitées par des peuples peu civilisés, nous avons étudié de même des pays civilisés, les relations de dépendance entre l'homme et le milieu géographique seraient apparues moins clairement et beaucoup plus compliquées, mais non moins réelles.

I. — L'HOMME DANS LES FORÊTS ÉQUATORIALES.

Le milieu physique. La grande quantité de pluie et la chaleur torride donnent naissance à la forêt vierge. C'est un fouillis inextricable de végétaux dans lequel on ne peut se frayer un passage que la hache à la main; le séjour y est malsain, l'humidité extraordinaire, la lumière assez rare. Les animaux eux-mêmes, sauf des reptiles, des oiseaux et des insectes, ne s'y aventurent pas.

Les habitants. — Ce milieu physique n'est pas favorable aux établissements humains, qui y sont d'ailleurs assez rares : quelques endroits où la forêt est moins dense ou quelques clairières temporaires créées par l'incendie permettent l'installation de petits villages dont les habitants vivent de chasse et de pêche; ils échangent les animaux qu'ils capturent ou tuent, contre des armes fabriquées par des agriculteurs habitant sur les lisières.

Mais sur les bords de la forêt équatoriale, de nombreuses tribus ont construit des villages assez prospères : les indigènes, après avoir défriché, y font cultiver, par leurs femmes et leurs esclaves, des bananiers, des patates douces, du millet, du manioc, tandis qu'eux-mêmes se livrent à la chasse, à la guerre ou à la fabrication des armes.

Certaines forêts, telles celles de l'Amazonie, fournissant en grande quantité le caoutchouc, sont parcourues par des indigènes qui y font la récolte de produits végétaux pour les vendre à des marchands passant par leurs villages situés sur les bords des grandes rivières.

Presque toutes ces forêts abritent des peuplades de civilisation tout à fait inférieure, qui vivent presque exclusivement de chasse et de pêche, ne s'adonnent pas à l'agriculture et s'occupent parfois à la cueillette des gommes et des résines ; parmi ces peuplades, une intéressante est celle des Pygmées de l'Afrique centrale.

II. — L'HOMME DANS LES DÉSERTS CHAUDS.

Le milieu physique. Les déserts forment une double zone autour de la Terre ; ils sont dus au manque de précipitations atmosphériques, soit que, situés dans des régions de climat continental, ils ne sont balayés que par des vents dominants devenus trop chauds ou trop secs, soit que les rangées de montagnes qui les entourent enlèvent aux vents toute leur humidité avant qu'ils ne les atteignent. Cette disette de pluie produit le manque de végétation, sauf dans quelques endroits, les oasis, où l'eau provenant de sources, de petits cours d'eau ou de puits, rend la fertilité au sol. Partout ailleurs ce sont de vastes étendues de roches nues, de montagnes arides, de sable fin provenant de la désagrégation des roches.

Les habitants. L'homme ne peut vivre que là où il peut se procurer de l'eau, donc seulement dans les oasis ; celles-ci sont, dans l'aridité du désert, de petits paradis de verdure où une population relativement dense cultive, souvent grâce à des travaux d'irrigation, quelques céréales, riz et millet, le palmier dattier et diverses espèces de fruits, s'adonne à l'élevage et fait le commerce avec les conducteurs de caravanes.

Partout ailleurs, point d'habitations, point de routes, quelques carcasses de chameaux qui, blanchies au soleil, signalent la direction à suivre pour atteindre les rares oasis. Sur la limite du désert, là où la végétation commence à apparaître, l'indigène vit de la vie pastorale et équipe des caravanes qui transportent à dos de chameaux les produits naturels de la région.

III. — L'HOMME DANS LES STEPPES.

Le milieu physique. Steppe, savane, brousse, prairie, campos, llanos et pampas sont des termes géographiques qui désignent de vastes étendues couvertes d'herbes, dans des régions où la quantité de pluie tombée n'est pas suffisante pour faire croître la forêt. Le climat, dans les steppes, est extrême (climat continental) : hiver très froid, été très chaud ; seules, les herbes peuvent se développer entre la fin de l'hiver et le commencement de l'été, la durée de la végétation étant considérablement réduite par la rigueur

de l'hiver et la sécheresse de l'été. La steppe salée, où ne croissent que des plantes halophiles, est presque un désert. La savane existe dans les régions intertropicales : la végétation y consiste en graminées de grande taille et en quelques arbres isolés; elle devient intense pendant la période des pluies, mais s'arrête pendant la période de sécheresse. La brousse est une savane à végétation excessivement pauvre.

Les habitants. La steppe étant pays de pâture, les habitants sont des pasteurs qui s'occupent de domestication et d'élevage, rarement de culture, si ce n'est sur les limites de la steppe, là où la quantité d'eau tombée est suffisante, ou bien là où l'irrigation supplée au manque d'eau. Les peuples pasteurs dépendent complètement de leurs troupeaux, dont ils tirent d'ailleurs tout ce dont ils ont besoin : laine et poils pour les vêtements, les tapis et les tentes, lait et viande pour la nourriture, etc. Leur vie est patriarcale et nomade : dès qu'ils constatent que leurs bestiaux ne trouvent plus de nourriture, ils démontent leurs tentes pour les reconstruire ailleurs. Leurs déplacements durent du printemps à l'automne; souvent ils reviennent en hiver à leur point de départ où ils possèdent des habitations permanentes.

La savane n'est pas autant pays de pâture que la steppe; la plupart de ses habitants sont à la fois pasteurs et agriculteurs.

Les pampas, les campos et les prairies sont surtout caractérisés par l'élevage des bœufs, lequel nécessite, jusqu'à un certain point, une vie nomade pour les habitants.

IV. — L'HOMME DANS LES FORÊTS DES RÉGIONS TEMPÉRÉES.

Le milieu physique. Les forêts formaient autrefois une ceinture au sud des toundras et des barren lands et au nord des steppes et des prairies; elles n'existent plus, sur de vastes étendues, que dans l'Amérique du Nord, la Sibérie, la Russie et la Scandinavie; ailleurs, notamment dans l'Europe centrale, elles ont diminué considérablement et sont remplacées par des cultures et des prairies. Leur extension vers le Nord dépend de la température : elles existent encore au delà du cercle polaire en Scandinavie, mais ne l'atteignent pas ni sur les rives de la baie d'Hudson, ni sur les versants de l'Oural.

Les habitants. Dans les parties largement défrichées et livrées à la culture, se sont développés les peuples les plus civilisés. Dans les régions non défrichées, au Canada et en Sibérie comme en Russie, les habitants vivent de la chasse aux animaux à fourrure, de la pêche et de l'abatage des arbres qui sont amenés en hiver jusque sur le bord des rivières et des lacs, puis de là dans les scieries et dans les fabriques de pâte à papier.

Ils se construisent des habitations tout en bois dont les murs extérieurs sont formés de troncs d'arbres équarris; pendant l'hiver, ils s'habillent de

fourrures. Comme la culture de quelques céréales et de certaines plantes est possible dans les clairières, ils possèdent souvent, annexée à leur maison, une petite exploitation agricole qui suffit aux besoins de la famille et rend celle-ci sédentaire.

V. — L'HOMME DANS LES TOUNDRAS ET LES BARREN LANDS.

Le milieu physique. Toundras et barren lands, ceux-ci en Amérique septentrionale, ceux-là dans le Nord de l'Europe et de l'Asie, sont des régions de végétation pauvre, devenant plus pauvre à mesure que l'on se rapproche des régions polaires couvertes de neige et de glace perpétuelles, et passant insensiblement au taillis, puis à la forêt si l'on se dirige vers le sud. Le sol y est à peu près plat, avec de rares collines, parsemé de lacs, de marécages et coupé de rivières et de fleuves. La température y est froide l'hiver, alors que le soleil n'apparaît plus ou presque plus au-dessus de l'horizon; un peu réchauffée pendant l'été très court. Couvertes de neige et de glace pendant la plus grande partie de l'année, ces régions donnent toutefois l'été une végétation intense, mais seulement de plantes dont les racines ne s'enfoncent pas profondément dans le sol, lequel ne dégèle jamais à quelques centimètres de profondeur : mousses, lichens et buissons rabougris. Les seuls animaux importants sont les rennes, en partie domestiqués, et les nombreux poissons qui peuplent les rivières.

Les habitants. Quel que soit le nom qu'ils portent : Yakoutes ou Samoyèdes en Asie, Lapons ou Finnois en Europe, Esquimaux ou Indiens en Amérique, leur vie, déterminée par des milieux physiques semblables, est la même pour tous : pas de culture à cause du climat, mais en été, pêche abondante aussitôt que commencent le dégel et les inondations qu'il produit, et, en hiver, chasse aux animaux à fourrure sur les lisières nord de la forêt; pas d'élevage si ce n'est celui du renne qui se nourrit de lichen et dont l'indigène tire tout le parti possible.

Ce mode de vie nécessite le nomadisme, surtout pendant la bonne saison, d'abord pour que le renne puisse trouver sa nourriture, et ensuite pour chercher de nouveaux territoires de pêche et de chasse. L'hiver, l'habitant des toundras devient presque sédentaire, établit souvent sa hutte aux confins sud de la toundra, vit des provisions accumulées l'été (surtout du poisson séché) et s'adonne à la chasse aux animaux à fourrure; il ne se déplace que si son troupeau de rennes a consommé toutes les plantes de lichen dans les environs.

Son habitation est transportable : une tente formée de pieux recouverts de peaux de rennes ou de poissons; il n'a que des ustensiles en bois et quelques armes (arcs et flèches).

L'habitant des toundras se nourrit de viande séchée ou boucanée, du lait des rennes, de quelques fruits et de poissons le plus souvent séchés; il voyage en ski ou en traîneau tiré par des chiens ou des rennes.

E. — Les influences de l'homme sur la nature.

Généralités. — L'homme, parce qu'il possède la raison et l'intelligence, a pu et peut réagir contre les influences telluriques, et d'autant plus et d'autant mieux que son état de civilisation est plus avancé : non pas qu'il puisse modifier les lois physiques, mais il est parvenu, en les étudiant scientifiquement, à discipliner un peu la nature et, dans les nations très civilisées, à paraître vivre dans une certaine indépendance des phénomènes géographiques naturels.

Les influences géographiques de l'homme sur la nature ont pour cause première l'existence d'êtres humains : l'homme est un fait géographique, et nous l'avons étudié comme tel précédemment (voir pp. 241 et suivantes).

L'activité humaine *s'inscrit sur le sol* :

1° *Par l'habitation et la circulation.* D'une part : construction de huttes, de maisons, d'installations, de villes et d'agglomérations humaines qui ajoutent à la surface de la Terre des réalités nouvelles. D'autre part : établissements de chemins, de routes, de canaux, de voies ferrées qui facilitent les rapports et les déplacements, et se marquent sur le sol par des rubans nombreux courant en tous sens.

2° *Par des modifications dans la végétation et dans la faune.* D'une part : acclimatation de végétaux, culture raisonnée, extensive ou intensive de plantes ayant une grande valeur nutritive ou économique, destruction de végétaux inutiles ou nuisibles, exploitation de massifs forestiers, faits qui modifient l'aspect géographique et la répartition naturelle de la végétation. D'autre part : domestication des animaux, élevage, acclimatation, destruction d'animaux inutiles ou nuisibles, extension ou diminution de l'aire géographique de certaines espèces, faits qui donnent une nouvelle physionomie à l'occupation animale de la surface de la Terre.

3° *Par l'exploitation du sol et du sous-sol* : carrières, mines, houillères, puits à pétrole, etc., qui les uns enlèvent à la surface

du sol des couches rocheuses, et les autres creusent l'écorce terrestre pour en extraire des minerais et des roches dont l'industrie humaine tire profit.

4° *Par des modifications des caractéristiques anthropogéographiques* de certains phénomènes naturels et par des transformations de ces phénomènes.

Cette activité humaine tend à augmenter certaines influences favorables de la nature, à modifier ou à réduire certaines influences défavorables.

Si, lorsque nous avons exposé les influences de la nature sur l'homme, nous avons dû mettre en garde contre une certaine exagération de l'importance de ces influences, et montrer combien cette étude est délicate et difficile, nous pouvons, en ce qui concerne les influences de l'homme sur la nature, dire que nous nous trouvons devant des faits non seulement facilement observables et d'une réalité frappante, mais encore à conséquences visibles et non douteuses : l'activité de l'homme a des résultats géographiques indiscutables, dont on peut mesurer la grandeur et déterminer les effets.

Certaines de ces influences de l'homme sur la nature ont aussi une répercussion sur l'homme même; quatre exemples suffiront : la domestication des animaux a produit l'élevage, et celui-ci le nomadisme; l'exploitation minérale a pour résultats, entre autres, la fixation des hommes près de ces exploitations et la création d'agglomérations humaines souvent très considérables; l'exploitation de l'or a donné lieu à de véritables migrations et a créé des villes qui, quelquefois, n'ont eu qu'une durée éphémère; la déforestation à outrance des Pyrénées a produit l'ensablement de l'estuaire de la Garonne.

I. — ACTIVITÉ HUMAINE S'INSCRIVANT SUR LE SOL PAR L'HABITATION ET LA CIRCULATION.

Habitations. — Suivant son état de civilisation et le milieu géographique où il vit, l'homme se construit, pour lui et pour sa famille, des abris en feuillage, des tentes transportables, des huttes fixes, des maisons en matériaux durs ou durcis, lesquelles se groupent en hameaux, villages, villes et grosses agglomérations industrielles ou commerciales.

Tous ces faits d'habitation se marquent sur le sol par une occupation temporaire ou définitive, et se constatent géographiquement par les cartes topographiques détaillées et à grande échelle, donnant l'étendue, la dispo-

sition et la répartition de la surface bâtie. — On tend aujourd'hui, en géographie humaine, à déterminer l'intensité de l'occupation du sol par l'étude de la distribution géographique des habitations humaines, leur forme en plan et leur nombre, plutôt que de se servir des nombres déterminant la densité de la population, surtout que cette densité est presque toujours calculée par régions politiques ou administratives et qu'on tient compte, pour l'établir, de surfaces absolument incultes et inhabitables. — Ces faits d'habitation ont été étudiés dans quelques paragraphes précédents (voir pp. 245-252).

Circulation. — Les rapports entre les hommes se marquent géographiquement par les chemins, les sentiers, les rues, les boulevards, les canaux, les chemins de fer, qui sont des voies de communication artificielles créées par les hommes.

Ici encore, les cartes topographiques nous signalent l'intensité de ces voies de circulation par leur nombre, leur largeur et leur nature. Leur valeur économique fera l'objet d'un paragraphe de la géographie économique (voir aussi ci-devant, p. 246).

II. — ACTIVITÉ HUMAINE S'INSCRIVANT SUR LE SOL PAR DES MODIFICATIONS DE LA VÉGÉTATION ET DE LA FAUNE.

Acclimatation de végétaux utiles. — Le froment, l'orge, la vigne et le lin sont originaires d'Égypte ou de Mésopotamie; le riz, le thé, la canne à sucre, le cotonnier, le mûrier, de l'Asie orientale; le maïs, le tabac, la pomme de terre, de l'Amérique tropicale. Mais aujourd'hui ces végétaux, pour ne citer que ceux-là, sont cultivés partout où le climat et la nature du sol ne s'y opposent pas et où la main d'œuvre ne fait pas défaut. L'homme a donc créé des aires de dispersion de certaines espèces végétales, aires artificielles qui ont modifié la géographie botanique. Par la sélection des porte-graines et des semences, l'homme a produit de nouvelles variétés qui sont mieux adaptées à tel climat ou à tel sol et qui donnent un rendement plus grand.

Il est certaines plantes, comme le maïs inconnu dans l'Ancien Monde, avant la découverte du Nouveau, qui, en peu de temps, ont été répandues dans toute une zone climatique. — Les recherches scientifiques des laboratoires annexés aux jardins botaniques et aux jardins d'essai établis sous toutes les latitudes, ont pour buts principaux de déterminer les conditions

d'acclimatation des végétaux utiles, de sélectionner les graines et d'analyser les sols. — En géographie économique, il sera traité de la répartition géographique actuelle des principaux végétaux cultivés; en géographie ethnographique, il a été parlé des différents stades de l'agriculture (voir p. 238).

Culture raisonnée. — Non seulement la végétation d'une contrée a été modifiée par l'introduction de nouvelles plantes, mais aussi par la prépondérance prise par certaines cultures auxquelles l'homme donne tous ses soins.

La culture du blé, inconnue des anciens Américains, s'est tellement développée aux États-Unis notamment, qu'elle y couvre 20.000 Km², c'est-à-dire plus du quart de la surface du globe semée en froment. Là où la culture raisonnée d'une céréale s'établit, le paysage végétal est modifié : la végétation naturelle ne s'est entièrement maintenue nulle part où l'homme civilisé habite. — Un cas des plus intéressants est celui de la culture maraîchère qui a pris un développement énorme dans les environs des villes.

Extension des cultures. — Les besoins de l'homme en produits végétaux pour sa nourriture et son habillement surtout, vont grandissant avec l'augmentation en nombre et en richesse de la population : de là, la nécessité de produire plus (culture intensive et culture extensive) et d'agrandir la surface des terres cultivées au détriment des forêts, des jachères, des terrains incultes, etc. L'homme a donc accru l'aire des plantes cultivées et diminué celle de la végétation spontanée.

Cette extension des cultures est non seulement visible dans les pays civilisés (l'Italie du Nord, autrefois couverte de marais et de forêts, est aujourd'hui toute labourée et la culture du riz s'y développe), mais encore dans les régions qui fournissent aux pays de forte densité de population, ce dont celle-ci a besoin pour vivre. (L'Australie qui, avant l'arrivée des Européens, ne possédait aucune céréale, cultive aujourd'hui, dans le Sud-Est, toutes les céréales européennes.) L'Europe actuelle ne pourrait se passer ni du blé d'Amérique, ni du coton des Indes anglaises, ni du riz du pays des moussons de l'Asie; aussi, l'extension de ces cultures est-elle, dans ces régions et dans d'autres, très considérable.

Destruction de végétaux. — L'extension des cultures amène forcément, si pas toujours la disparition de certaines espèces, du moins la diminution du nombre d'individus. L'homme travaille, en outre, à la destruction des végétaux qu'il croit inutiles ou nuisibles.

On a constaté cependant que l'extension de la zone à céréales et de la zone à fourrages a amené la propagation de certaines plantes, notamment de celles dites « mauvaises herbes. »

Déforestation. Une grande partie des terrains cultivés aujourd'hui et des pâturages a été prise sur la forêt : l'homme civilisé diminue considérablement la surface des domaines forestiers, spécialement dans toute la zone tempérée Nord et dans les îles. C'est un des cas les plus caractéristiques d'économie destructive et de dévastation des végétaux.

Cette dévastation a eu et a encore des conséquences tellement graves, que partout on travaille au reboisement. — Supposons deux bassins, l'un boisé, l'autre déboisé. La forêt, dans le premier, maintient pendant le jour les couches inférieures de l'atmosphère à une température relativement fraîche. Si des nuages viennent à passer, ils se refroidissent, les molécules de vapeur d'eau se condensent et tombent sous forme de pluie. Celle-ci cascade de feuille en feuille, atteint doucement le sol, s'y infiltre sans l'éroder, car les racines l'ont fixé, et en ressort par des sources à débit régulier, donnant naissance à des ruisseaux et à des rivières de régime constant, sans grandes crues, ne charriant pas ou très peu de détritits rocheux et de particules terreuses. Le second bassin, surchauffé le jour à cause de sa nudité, maintient les couches inférieures de l'atmosphère à une température relativement élevée qui aura pour effet d'empêcher la condensation de la vapeur d'eau; donc, diminution de la quantité de pluie et des sources. Si la pluie tombe, elle va atteindre directement le sol, en tasser la surface très rapidement, et s'écouler, le long des pentes, en torrents qui les ravineront; les rivières seront à régime inconstant, avec crues fortes et rapides lors des pluies, et basses eaux en temps de sécheresse; elles transporteront des quantités considérables de particules terreuses et de détritits rocheux arrachés par l'érosion torrentielle aux versants, et le fleuve les déposera à son embouchure qui s'ensablera.

La présence des forêts augmente la pluviosité et entretient les sources; le reboisement tend à régulariser le régime des pluies normales, atténue la force des cyclones et diminue la violence des vents.

Domestication et élevage. — Avant de pouvoir, pour son utilité, modifier la répartition de la vie animale, l'homme a dû d'abord domestiquer un certain nombre d'animaux. Cette domestication lui a fourni, d'une part, des bêtes de pâture, élevées dans le but d'en tirer profit pour l'alimentation et le vêtement : lait, viande, toison, peau, cuir, ossements; d'autre part, des bêtes de somme et d'attelage pour les travaux agricoles et pour le transport des marchandises. Ces troupeaux de moutons, de

chèvres, de bœufs, de chevaux, de chameaux, de rennes, etc., transforment, en certaines régions, la distribution géographique naturelle des animaux.

Domestication et élevage, nomadisme et transhumance ont déjà été exposés (voir pp. 239-240 et 254-255). — L'homme a créé des aires artificielles de dispersion d'espèces animales (voir Géographie économique).

Acclimatation d'espèces animales utiles. — De même que l'homme a, par la sélection, acclimaté des végétaux utiles, de même il a propagé dans les diverses parties du monde les animaux domestiques élevés pour l'alimentation, le vêtement et le transport : le cheval, inconnu en Amérique avant le xv^e siècle, y est maintenant répandu partout. Quelques acclimations d'animaux furent néfastes, telle celle du lapin en Australie.

Les bœufs ont remplacé le bison en Amérique du Nord; les moutons ont été introduits en Australie; les chameaux ont facilité la traversée des déserts chauds, etc.; la faune des eaux douces est renouvelée par la pisciculture. Ces acclimations et ces propagations sont encore des cas de perturbation apportée par l'homme dans la répartition naturelle des êtres vivants à la surface du globe.

Destruction d'animaux. — Elle s'opère soit par la chasse, soit par la pêche, qui revêtent souvent l'une et l'autre les caractères d'une dévastation imprévoyante : chasse aux oiseaux à plumage varié, aux animaux à fourrure, à l'éléphant, etc.; pêche exterminant dans toute une région certaines espèces de poissons ou d'animaux marins.

Mais elles ont quelquefois un but utile, telles dans nos régions la destruction des loups, dans les régions tropicales la chasse aux lions et aux tigres, ou les mesures prises pour exterminer la mouche tsé-tsé.

III. — ACTIVITÉ HUMAINE S'INSCRIVANT SUR LE SOL PAR L'EXPLOITATION DU SOL ET DU SOUS-SOL.

Exploitation du sol. — Par l'exploitation des couches affleurantes ou presque affleurantes de roches, notamment du calcaire, du grès, du granit, du sable, etc., bref de roches pouvant être employées pour la bâtisse, pour l'empierrement des routes, pour la fabrication de la chaux et du ciment, etc., l'homme

modifie l'aspect géographique d'une région : carrières grandes et petites qui mettent à nu des roches jusque-là revêtues de terre arable ou qui creusent des sillons dans l'écorce terrestre.

Ces carrières, sablières, marnières, etc., ont pour effet non seulement de transformer en certains endroits le paysage géographique et de fournir aux hommes les matériaux rocheux dont ils ont besoin, mais encore de permettre le transport, vers des régions qui en manquent, de matériaux de construction (du granit en région sablonneuse, par exemple) et d'influencer la répartition de la population.

Exploitation du sous-sol. — Ce sont des faits d'exploitation minérale : extraction de la houille, des minerais de fer, de plomb, d'argent, d'or, etc., exploitation du pétrole, qui modifient la physionomie géographique de la surface par des installations d'usines, de puits de forage, de hauts-fourneaux, de puits d'extraction, etc., par la création de terrils et de collines de scories. En outre, ces faits d'exploitation du sous-sol modifient la forme de peuplement humain par l'établissement d'agglomérations industrielles importantes.

Ces exploitations du sous-sol, bien plus que celles de la surface du sol, changent radicalement l'aspect géographique de la région où elles s'établissent : qu'il suffise d'évoquer l'état géographique de la région de Charleroi avant les houillères et le développement de l'industrie, ou d'attirer l'attention sur ce qu'était la Campine hier et sur ce qu'elle sera certainement sous peu lorsque toutes ses houillères seront en pleine production ; ou, encore, de se rappeler que les plus grands centres aurifères du monde sont de construction relativement récente. Ces transformations de la physionomie et du peuplement ont eu des conséquences importantes : établissement de nombreuses voies ferrées, dépeuplement des campagnes au profit des agglomérations industrielles, création de villes nouvelles, déplacement de certains centres d'activité, construction de ports, développement énorme de l'agriculture et de l'élevage en certains pays, pour satisfaire aux nécessités de ces masses d'hommes fixés par les travaux d'exploitation et par l'industrie.

IV. — MODIFICATIONS DE PHÉNOMÈNES NATURELS.

Autres transformations produites par l'activité humaine.

— Outre les transformations signalées précédemment — ce sont d'ailleurs les plus importantes, — il en est encore d'autres qui

ont modifié la nature ou les caractères anthropogéographiques de certains faits naturels.

Dans les pays de civilisation avancée, des montagnes ont été percées par des tunnels (Saint-Gothard, Cenis, Simplon, Lötschberg, etc.) ; — des canaux rapprochent les océans et les mers par la percée d'isthmes (Suez, Panama, Kiel, Corinthe, etc.) ; — des canaux relient des bassins fluviaux ; — le régime des fleuves est régularisé par des réservoirs, des digues, des barrages, des écluses ; — la fertilité du sol est rétablie ou améliorée par des fumures, des engrais, l'irrigation, le drainage ou de nouvelles méthodes de culture (culture sèche permettant la conservation de l'eau de pluie dans un champ, pour que les blés de l'année suivante en profitent ; cultures en terrasses étagées sur le flanc d'une montagne et arrosées par des canaux d'irrigation) ; — de nouveaux sols sont conquis sur la mer, sur les lacs ou sur les forêts ; — des marais sont asséchés ; — le sable des dunes mouvantes est fixé par des plantations de pins et de plantes spéciales ; — les boues marines en mouvement sont rendues stables par la plantation de varech ; — les résidus de l'exploitation du sous-sol forment des collines ; — les galeries souterraines des houillères produisent parfois des effondrements ; — la capture des eaux alimentaires influence le débit des sources ; — l'utilisation de la houille blanche (eaux venant de glaciers) et de la houille verte (eaux courantes) diminue l'action de l'eau sur le modelé terrestre ; — la déforestation et le reboisement modifient le climat ; — la création de puits artésiens dans le désert y fait naître des oasis ; — des collines artificielles sont établies dans des vallées périodiquement inondées et y servent d'habitat pendant les crues des fleuves ; — des digues protègent les champs cultivés ; — des barrages et des seuils réduisent au minimum l'action érosive des torrents et empêchent le ravinement ; — des plantations de conifères protègent contre les avalanches ; — l'assèchement des marais et les dégagements de fumées provenant des hautes cheminées des grandes usines ont une influence sur le climat ; — des régions naturellement peu habitables deviennent des contrées à population dense, etc., etc.

On peut dire que la physionomie de la Terre est en voie de transformation par l'activité de l'homme, surtout du civilisé ; la géographie économique (pp. 289-342) fera encore mieux ressortir cette transformation.

CHAPITRE IV.

GÉOGRAPHIE POLITIQUE.

A. — Considérations préliminaires.

Buts de la géographie politique. — La géographie politique a pour buts : d'étudier dans quelle mesure les phénomènes géographiques influencent la formation, l'évolution et le développement des États; de classer les États suivant leur étendue, leur population et leur forme de gouvernement; de déterminer la répartition géographique des États.

Depuis le commencement de l'époque historique, le cadre géographique dans lequel s'est formé, a vécu ou vit un État quelconque, n'a pas subi, si ce n'est par le fait des hommes, de changements physiques notables; les plus récentes modifications tant soit peu importantes de la surface du globe remontent à une époque beaucoup plus éloignée de nous. Cependant nous avons vu qu'il n'y a pas invariabilité absolue de ce cadre géographique, que le travail d'érosion, notamment, est de tous les jours, mais ces variations physiques, comparativement à la durée d'un État, sont excessivement lentes.

Par contre, la variabilité est un des caractères principaux des sociétés humaines. Celles-ci se développent sur le sol, en tirent leur nourriture et dépendent, jusqu'à un certain point, des phénomènes géographiques; d'autre part, l'homme s'adapte assez facilement à un nouveau milieu physique et peut, par son intelligence, résister plus ou moins aux agents naturels, ou diminuer souvent leur influence sur lui.

La détermination de la part du milieu physique dans la formation et l'évolution des États, est le but principal de la géographie politique. Celle-ci doit, en outre, mais comme buts seconds, 1° classer les États en tenant compte : *a)* de l'étendue de leur territoire; *b)* de l'importance numérique de la population; *c)* de la densité de cette population; *d)* de leur constitution politique et de la forme de leur gouvernement; *e)* de leur accroissement par la conquête, par la création de colonies ou par l'établissement de sphères d'influences; 2° déterminer la répartition géographique des diverses espèces d'États et des colonies.

La géographie politique peut encore étudier les divisions politiques intérieures des États, mais il convient qu'elle se garde de traiter de leur organisation politique, judiciaire et administrative.

B. — L'État au point de vue géographique.

Les bases géographiques de l'État. — Un État peut être comparé à un organisme qui naît, vit, se développe, grandit, meurt, et, quelquefois, comme certains organismes, se divise donnant naissance à de nouveaux États. L'État est un composé de deux parties nécessaires : d'une part, un *morceau de sol*, un territoire plus ou moins grand, possédant soit un ensemble de caractères géographiques qui lui sont propres, soit des caractères qu'il partage avec une partie plus grande de la surface terrestre; d'autre part, un *groupement humain*, plus ou moins dense, qui possède sur ce territoire qu'il occupe, la souveraineté exercée par lui-même ou par un chef. — L'État est une forme géographique de la vie sociale.

La base géographique de l'État est le sol, lequel est un élément nécessaire de l'État : c'est le *sol politique* sur lequel s'exerce une souveraineté et qui peut être quelquefois plus étendu que le sol économique, celui duquel sont tirées les richesses naturelles, base de la force de l'État. Le territoire de l'État peut comprendre des régions sans valeur économique et des régions économiquement riches. — Sur ce sol, vivent des hommes, une *société humaine*, laquelle est, comme le sol, un élément nécessaire de l'État. Cette société humaine est en général inégalement répartie sur le sol : ici fortement agglomérée, là éparpillée, et même il existe souvent des vides ou parties de territoires non occupées. Ces hommes sont en mouvement, se déplacent, mais sont organisés en société politique autonome.

Espèces d'États. — On distingue les États à forme simple et les États à forme complexe; d'une espèce à l'autre, il y a des types intermédiaires.

Les *États à forme simple* sont ceux qui ne possèdent qu'une organisation rudimentaire et telle que, s'ils viennent à se fractionner, chacun des nouveaux États qui en sera issu vivra de la même manière que l'État dont il provient; telle aussi que si plusieurs États à forme simple se réunissent sous un même chef, ils continueront chacun leur vie comme auparavant et pourront facilement se dissocier (les tribus et presque tous les États situés dans la zone intertropicale). Ils sont encore caractérisés : 1° par l'absence de frontières nettes et précises et par la présence d'une zone frontière entre eux et leurs voisins; 2° par leur extension sur des régions sensiblement les mêmes au point de vue géographique; 3° par leur mobilité ou leur nomadisme, changeant de région suivant les nécessités économiques.

Les *États à forme complexe* sont ceux qui possèdent une organisation développée, et telle qu'un fractionnement ne permet pas aux diverses parties de vivre de la même manière que l'État dont elles proviennent; telle aussi que tout nouveau territoire ajouté, avec ses habitants, à l'État, en fait partie intégrante et se fond ainsi dans un tout dont toutes les parties sont bien coordonnées (États de l'Europe occidentale et, en général, de la zone tempérée boréale). Ils sont encore caractérisés : 1° par l'existence de frontières nettes, bien délimitées et immobiles en temps de paix; 2° par leur extension sur des régions souvent très différentes au point de vue géographique et quelquefois aussi au point de vue social, mais alors ces dernières différences tendent à disparaître à cause de l'influence politique générale de l'État; 3° par leur stabilité.

Influence des phénomènes géographiques sur la formation et l'évolution des États. — Les phénomènes géographiques qui pourraient exercer une influence sur la formation et l'évolution des États, sont les mêmes que ceux dont l'influence sur la société humaine a été étudiée en anthropogéographie (voir pp. 257-265). Mais, en géographie politique, leur étude est encore plus délicate et plus difficile. On constate que ces phénomènes géographiques pris isolément n'expliquent que très peu de choses en géographie politique, mais que cependant, considérés globalement, comme caractéristiques d'un milieu géographique déterminé, ils ont eu une certaine influence.

Le climat. Agissant directement sur la végétation, la température est un facteur important en géographie économique; la douceur et l'égalité du climat dans les zones tempérées sont sans influence directe sur la formation et l'évolution des États; la chaleur humide des régions équatoriales paraît être une des causes qui empêchent les États de ces régions de passer de la forme simple à la forme complexe; le froid rigoureux des contrées polaires est une des causes qui s'opposent à la constitution d'États dans les hautes latitudes. — La quantité de précipitations atmosphériques agit aussi sur la végétation : des précipitations en dessous de 150 mm. par an donnent naissance au désert qui est défavorable à la formation d'États.

Le relief du sol. Dans les pays de plaines bien arrosées, la densité de population atteint très vite le minimum nécessaire pour pousser à la création d'organismes politiques, mais cette forme de relief n'a pas d'autre influence. — Les montagnes, à cause de leurs difficultés d'accès et de leur autonomie physique, sont favorables à la création d'États, mais ils s'y forment moins rapidement que dans les plaines à cause de la tendance des habitants de chaque vallée à constituer un groupement humain vivant séparé et presque sans contact avec ceux établis dans les vallées voisines.

Les cours d'eau. Les vallées fluviales et les grands fleuves ont été souvent considérés comme créateurs d'États (Nil et Égypte, Tigre-Euphrate et Mésopotamie, Yang-tsé et Chine, Gange et Inde), mais en réalité leur rôle fut surtout d'ordre économique.

L'espace géographique. Tout État occupe un espace géographique plus ou moins étendu; de là, d'une part, les États en voie de croissance par conquête ou colonisation, et les États en voie de décroissance; et d'autre part, les États à territoires étendus et les États à territoires restreints. Ces quatre espèces d'États ont une évolution différente: lorsque l'État est en voie de croissance, les questions de politique extérieure prennent une importance énorme; lorsque l'État a un territoire très étendu, l'unité politique est atteinte plus difficilement.

La position géographique. Cette position est déterminée par la longitude et la latitude, par la situation de l'État dans un continent ou sur une côte maritime, dans une île, en montagne, en plaine, sur un plateau; par la possession d'un réseau bien développé de cours d'eau ou sans réseau fluvial, etc. Cette position géographique a surtout une influence économique et, par celle-ci, une influence sur l'État lui-même. Il est à noter que l'Angleterre, pays dont les colonies sont les plus importantes et les mieux réparties sur la surface terrestre, est située au pôle de l'hémisphère des terres.

La différenciation dans les conditions géographiques. Un pays quelconque présente soit une certaine homogénéité dans les conditions géographiques, soit au contraire une différenciation bien marquée entre ses diverses parties. Cette différenciation est par contraste, lorsque des régions à caractères géographiques presque totalement différents sont contiguës (Tibet et Chine; oasis et désert); différenciation par diversité, lorsque des régions intermédiaires servent de transition entre des régions à caractères géographiques tout différents (de la Flandre à la Lorraine par la Hesbaye, le Condroz, la Famenne et l'Ardenne).

Dans les régions géographiques les mieux différenciées, la tendance vers l'éclosion d'États indépendants est permanente, et ces États, dès qu'ils sont constitués, ont une propension à s'étendre vers des régions à différenciation moins marquée. La différenciation dans les conditions géographiques produit presque inévitablement une différenciation dans le genre de vie, dans les ressources, voire même dans les idées: les habitants des plaines s'opposent aux montagnards, les sédentaires aux pasteurs, la population des régions de cultures riches à celle des régions de mauvaises terres, les commerçants aux agriculteurs; et ces oppositions, et d'autres encore, s'accroissent d'autant plus que la différenciation est grande. Les États se constituent facilement dans les zones de différenciation par contraste, surtout parce que la diversité d'idées, de mœurs, d'habitudes et de vie, produite par des conditions géographiques notablement différentes, font naître et aggravent les conflits et poussent à la guerre. Les États se créent

moins aisément dans les régions à différenciation par diversité, mais aussi ils y sont plus stables.

Aujourd'hui l'influence de la différenciation dans les conditions géographiques est de peu de valeur, car, au point de vue politique, le monde s'est transformé considérablement, surtout depuis que des continents qui ne possédaient autrefois que des États à forme simple sont presque entièrement divisés entre États à forme complexe et colonies d'États européens.

La circulation. Le phénomène de la circulation, ou mouvement et transport, sur des voies naturelles et artificielles, des produits de la nature, des fabricats humains, des animaux et des hommes, est un phénomène économique surtout (voir p. 323); il est aussi un phénomène politique non seulement parce qu'il a des répercussions dans le domaine politique à cause des échanges d'idées qu'il facilite, mais encore parce qu'il ne peut arriver à un certain développement et à une certaine importance que par suite de l'existence d'États ayant atteint un degré d'évolution assez avancé : les États à forme simple ne possèdent pas de systèmes de routes, mais seulement des sentiers; tandis que les États à forme complexe créent, entretiennent, multiplient les réseaux de voies de communication dans des buts autant politiques et stratégiques qu'économiques.

L'évolution produite au xvi^e siècle par les grandes découvertes géographiques et au xix^e par l'emploi de la vapeur, ont eu un résultat politique important : le domaine politique s'est étendu sur toute la surface du globe à tel point qu'aujourd'hui, dans tout l'œcumène, il n'y a pas une seule région qui ne présente un certain développement politique, et que presque tous les États à forme simple sont ou bien remplacés par des entités politiques à forme complexe, ou bien incorporés dans des États ou des colonies.

Les frontières. — Le territoire politique de l'État est limité par une frontière. Les États à forme simple ont des frontières mal définies, flottantes, mobiles : le plus souvent, des territoires vides ou neutres, d'une certaine largeur, les séparent les uns des autres et suppriment ainsi tout contact immédiat entre États voisins. Les États à forme complexe ont des frontières bien déterminées, immobiles en temps de paix, marquées sur le sol par des bornes ou des poteaux et sur les cartes par une ligne continue qui semble courir au hasard, suit une vallée, escalade des montagnes, va de cime en cime ou s'attache à un cours d'eau.

Nature de la frontière. Les frontières des États civilisés sont des lignes qui déterminent d'un côté le territoire faisant partie d'un État, de l'autre le sol sous la domination politique d'un autre État. En réalité, la frontière moderne est une zone plus ou moins large, qui joue à la fois le rôle de

territoire de séparation et le rôle de territoire d'interpénétration à mouvement social et politique intensifié.

Espèces de frontières. On fait la distinction entre frontières naturelles et frontières artificielles.

Les *frontières naturelles* sont formées par un obstacle physique qui supprime ou rend moins aisés l'interpénétration des idées et les rapports économiques : tels sont les montagnes, les déserts, les marécages étendus, les forêts denses, les fleuves et la mer. Ces frontières sont souvent considérées comme les meilleures pour un État, parce que, au point de vue stratégique, elles lui fournissent des moyens de défense naturels qu'il suffit de compléter; mais leur valeur à ce point vue a beaucoup diminué avec les progrès de la civilisation et de l'art militaire : ainsi un fleuve, autrefois ligne séparative, devient, par suite des rapports économiques plus nombreux, une voie de communication qui relie plus qu'elle ne sépare.

Les *frontières artificielles* sont formées par une ligne-limite qui paraît tracée au hasard sans s'accrocher à un phénomène physique, courant en ligne droite, courbe ou brisée à travers champs. Elles sont le plus souvent celles des États nouveaux et des colonies, et paraissent moins stables que les premières.

On classe encore les frontières en : 1° *frontières ébauchées*, qui sont de trois espèces : frontières astronomiques (méridiens et parallèles), frontières géométriques (droite reliant deux points donnés), frontières de référence (lignes parallèles à un accident géographique déterminé); 2° *frontières vivantes* tracées à travers des régions de population dense et à interpénétration constante; 3° *frontières mortes* formées par des zones dans lesquelles il y a peu de contact entre les groupes humains voisins.

Les capitales. — L'État, de même qu'il a une périphérie marquée par la frontière, a un centre politique qui est la capitale. La capitale est la ville où se trouvent réunis et fixés les rouages les plus importants de l'État; elle est la ville politique par excellence, mais elle n'est pas nécessairement la ville la plus considérable ou la plus peuplée. Sa situation géographique est quelquefois centrale; le plus souvent, elle est excentrique, soit non loin de la frontière la plus menacée, soit dans la direction des accroissements futurs.

Espèces de capitales. Les capitales sont de trois espèces : naturelles, artificielles, mobiles.

Les *capitales naturelles* sont des villes importantes à la fois au point de vue politique et au point de vue économique, telles la plupart des capitales d'Europe.

Les *capitales artificielles* sont des villes qui ont été créées uniquement pour servir de capitales ; on les rencontre surtout dans les États fédératifs, telle Washington.

Les *capitales mobiles* sont des centres politiques instables, qui se déplacent facilement, dans les États à forme simple, sous l'influence de causes politiques ou économiques (Fez et Marrakech).

Les accroissements de l'État. — Les États tendent, en général, à s'agrandir soit dans des buts politiques, soit dans des buts économiques. Cet accroissement se fait : 1° par conquête de territoires voisins : à la suite d'une guerre heureuse, l'État déplace sa frontière et englobe une partie d'un État contigu ; 2° par conquête ou colonisation de territoires situés le plus souvent au delà des mers (colonies anglaises) ou par colonisation d'un territoire voisin, mais de civilisation moins avancée (Sibérie) ; 3° par la création de sphères d'influence ou régions plus ou moins bien délimitées, dans lesquelles l'État se fait reconnaître quelques droits, surtout économiques, tout en laissant dans ces régions les organisations politiques existantes ; 4° par la colonisation spontanée, c'est-à-dire l'émigration intense de citoyens dans un pays neuf, où ils forment un groupement humain ne se fondant pas dans la population.

Accroissements par conquête. Un État, surtout lorsqu'il est surpeuplé, que sa puissance militaire et économique grandit, que son réseau de voies de communication est considérable, présente des tendances diverses qui, toutes ont pour but ou pour résultat un accroissement de territoire : 1° tendance vers une forme territoriale plus massive ou plus arrondie, par la suppression des enclaves et l'acquisition des angles rentrants ; 2° tendance à l'annexion de territoires miniers (gisements de fer et de houille surtout) ou de territoires fertiles pour enrichir l'État et lui donner une meilleure base économique ; 3° tendance vers la possession de frontières stratégiquement meilleures, telle une chaîne de montagnes ou une côte maritime ; 4° tendance à englober sous sa souveraineté toutes les populations de même origine ou parlant la même langue ; 5° tendance à occuper toute la région naturelle dont il ne possède qu'une partie ; 6° tendance à atteindre la mer ou l'océan, pour en tirer tous les avantages politiques et économiques qu'ils procurent. Ces tendances n'existent pas toutes ensemble dans un même État, mais presque tous les accroissements peuvent s'expliquer par l'une ou par l'autre de ces tendances, souvent par plusieurs à la fois.

Ajoutons que le développement à l'extrême du sentiment national, le désir de dominer et l'évolution de l'idée politique maîtresse qui, d'abord

nationale, peut devenir mondiale, ont quelquefois lancé des peuples dans des guerres de conquêtes.

Accroissement par colonisation. On distingue trois espèces de colonisation : 1° la *colonisation intérieure* qui consiste en une occupation plus effective de tout le sol de l'État et en une diminution de la superficie des espaces non productifs; elle n'a pas pour résultat un accroissement du territoire de l'État, mais elle doit être terminée, ou presque terminée, avant qu'un peuple pense à coloniser au dehors; 2° la *colonisation de proche en proche* (colonisation de la Sibérie par les Russes) qui ajoute à la mère-patrie, sous forme de colonie, un territoire adjacent et une population de civilisation inférieure; 3° la *colonisation au delà des mers* qui consiste dans l'occupation politique de territoires éloignés de la mère-patrie; ce sont ordinairement des pays de civilisation inférieure qu'il faut civiliser et développer économiquement, et vers lesquels souvent pourra se diriger le trop-plein de la population.

Espèces de colonies. Les colonies peuvent se diviser de plusieurs manières; en se plaçant au point de vue des rapports entre les colons et le sol colonisé, on arrive à la division suivante : 1° *colonies agricoles et d'élevage*, dans lesquelles les immigrants ou colons sont fortement attachés au sol qu'ils cultivent ou exploitent eux-mêmes avec leur famille; cette colonisation n'est possible que dans des régions où les conditions de climat et de sol sont semblables, ou peu s'en faut, à celles de la mère-patrie; elle a pour conséquence la disparition de l'ancienne population; ces colonies ne réussissent bien que si elles sont alimentées pendant un temps plus ou moins long par une immigration importante; considérablement évoluées, elles peuvent créer elles-mêmes des colonies, tels les États-Unis d'Amérique; 2° *colonies de plantation*, dans lesquelles les colons se rendent, munis de capitaux, exploitent le sol non plus eux-mêmes, mais au moyen de la main-d'œuvre indigène; elles s'établissent dans des régions de climat plus chaud et plus humide que celui de la mère-patrie, tels l'Inde anglaise, l'Afrique équatoriale française, l'Est africain allemand, le Congo belge, les Indes néerlandaises; 3° *colonies de commerce*, qui demandent très peu au sol, mais exigent une excellente situation au point de vue économique et politique; elles s'établissent de préférence dans les îles (Hong-kong), sur une côte maritime à arrière-pays riche, dans une oasis; les rapports entre les colons et le sol y sont à peine visibles; 4° *stations de ravitaillement et points fortifiés*, les premières fournissant surtout du charbon aux navires, les seconds servant de point d'appui à des empires coloniaux et maritimes.

A ces quatre espèces, il faut ajouter les *sphères d'influence* préparant généralement la conquête politique et économique ou la colonisation; et les *colonies spontanées* qui sont des groupes importants d'émigrés venus d'un même pays dans un État déjà politiquement développé, et soucieux de conserver avec la mère-patrie des relations commerciales nombreuses (colonisation allemande au Brésil).

C. — Formes politiques et répartition géographique des États.

Formes politiques. — Les formes politiques des États sont de deux espèces : la monarchie et la république, chacune se divisant en variétés. Plus importante en géographie politique est la division en États unitaires et États fédérés.

La *monarchie* est la forme politique dans laquelle le pouvoir appartient à une seule personne : c'est un *despote* quand il ne laisse à ses sujets aucun droit ; un *autocrate* quand le pouvoir législatif lui appartient, mais sans qu'il puisse lui-même enfreindre les lois ; un *monarque constitutionnel* quand il partage avec des représentants de ses sujets le pouvoir de faire des lois et que ses droits sont déterminés par une constitution.

La *république* est la forme politique dans laquelle le pouvoir appartient à tous les citoyens qui en confient l'usage à un petit nombre de personnes choisies par eux ; elle sera *aristocratique*, si l'usage de ce pouvoir est confié à des membres de quelques familles ; *démocratique*, si ce pouvoir est confié à quelques personnes par les représentants du peuple.

L'**État unitaire** a pour caractéristiques : 1° que le pouvoir central s'étend uniformément et également sur toutes les parties du territoire de l'État ; 2° que les citoyens des diverses parties y jouissent des mêmes droits ; cependant il se peut que ces droits soient différents, mais alors c'est par suite d'une décision du pouvoir central par laquelle une distinction est faite entre les habitants des territoires nouvellement acquis, des colonies, même de certaines régions intérieures, d'une part, et les habitants du reste de l'État, d'autre part.

L'**État fédéré** a pour caractéristique que les États qui le composent, tous égaux en droits et autonomes, s'unissent pour se dépouiller de certains droits et les confier à un gouvernement fédéral lequel, le plus souvent, est chargé de la défense du pays. Dans un État fédéré, presque toujours les barrières économiques intérieures, telles les douanes de chaque État, sont supprimées.

Dans toutes ces formes d'États, les *colonies* forment des groupes politiques à part, soit dépendant complètement de la mère-patrie, soit plus ou moins indépendants et autonomes. Les colonies ont une tendance à se séparer politiquement de la mère-patrie lorsque leur population a pris conscience de son importance politique et qu'elle croit pouvoir, au point de vue économique et militaire, se passer de la mère-patrie. Cependant les colonies pourraient, au lieu de se rendre indépendantes, s'unir à la mère-patrie pour former avec elle une confédération : se serait alors une nouvelle espèce d'État.

Les colonies britanniques sont divisées en colonies de la couronne, colonies à gouvernement mi-responsable, colonies à gouvernement responsable et Empire des Indes. Elles ont, contrairement aux colonies des autres États, des formes politiques différentes suivant leur importance et leur degré de développement politique.

Répartition géographique des États. — La monarchie constitutionnelle domine en Europe. La monarchie despotique prévalait autrefois en Asie, en Afrique et en Océanie; aujourd'hui il n'y a plus, dans ces parties du monde, que quelques États indépendants, dont la Chine est en république et dont aucun n'est une fédération. L'Amérique est le pays des républiques et des États fédérés.

Répartition géographique des colonies. — Les colonies sont toutes situées hors d'Europe, sauf Gibraltar et Malte qui sont colonies anglaises. Toute l'Océanie, presque toute l'Afrique, une grande partie de l'Asie et très peu de territoires américains sont des colonies.

Les puissances coloniales les plus importantes sont le Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande, la France, la Hollande, la Russie, l'Allemagne, la Belgique et le Portugal.

D. — Classification des États d'après leur superficie et leur population.

Grands États de superficie étendue. — Ce sont la Chine, les États-Unis d'Amérique et la Russie, qui ont tous une superficie dépassant 5 millions de Km² d'un seul tenant.

La Chine, sur 11 millions de Km² a une population de 350 millions d'habitants (la Chine proprement dite a 3.878.000 Km²; la Mandchourie 938.000 Km²; le Turkestan Oriental 1.426.000 Km²; la Mongolie et le Tibet, 4.896.000 Km²). — Les États-Unis d'Amérique, sans l'Alaska, ont une superficie de près de 8 millions de Km² et une population de 94 millions d'habitants. — La Russie, sur une superficie de 5.400.000 Km², a une population de 134 millions d'habitants.

Grands États de superficie peu étendue. — Ce sont l'Autriche-Hongrie, l'Allemagne, la France, la Grande-Bretagne, le Japon et l'Italie.

Leur superficie varie pour les trois premiers entre 676.000 Km² et 500.000 Km², pour les trois derniers entre 315.000 et 287.000 Km²; mais leur population est très dense, n'étant un peu inférieure à 100 qu'en France et en Autriche-Hongrie (74 et 76) et se rapprochant de 150 en Grande-Bretagne.

Ces neuf États possèdent, réunis, plus de la moitié de la population du globe sur une superficie moindre que la septième partie des terres émergées et que la sixième partie des terres habitées.

Moyens États de superficie étendue et de densité minime.

— Ce sont le Brésil, la Turquie, le Mexique, la Perse, l'Argentine, la Colombie, le Pérou, le Vénézuéla, la Bolivie, l'Abyssinie, l'Afghanistan, le Chili.

Tous dépassent en superficie le demi-million de Km² et ont moins de 2 millions de Km², sauf le Brésil (8 1/2 millions), mais dans aucun la densité n'est supérieure à 10 hab. par Km², sauf en Turquie (12).

Moyens États de superficie moyenne et de densité moyenne. — Ce sont l'Espagne, la Roumanie, le Portugal, la Bulgarie, la Grèce, la Serbie.

Leur superficie varie entre le demi-million de Km² et 90.000; la densité de leur population est supérieure à 40 hab. par Km² et inférieure à 65.

Moyens États de superficie petite et de densité considérable. — Ce sont la Suisse, le Danemark, la Hollande et la Belgique.

Notre pays a une très forte densité de population : 260 hab. par Km², qui surpasse celle de tous les États classés précédemment (superficie : 29.455 Km²; population : 7.658.000 hab.). La Hollande est un peu plus étendue (33.079 Km²) et un peu moins peuplée (6.022.500 hab.); la densité y est de 182 hab. par Km². La Suisse a une densité de 91 hab. par Km²; le Danemark, de 69.

Petits États. — Ce sont tous ceux qui ont une superficie minime et une population absolue peu considérable.

Parmi eux, il faut classer le Grand-Duché de Luxembourg, les 12 plus petits États faisant partie de l'Empire allemand, dont aucun ne dépasse, en superficie, 3000 Km², et les quatre États minuscules : Andorre, Monaco, Saint-Marin et Liechtenstein; il faut y ajouter quelques villes qui, avec une banlieue, forment à elles seules un État, telles Hambourg, Brême et Lubeck. Dans ces petits États, la densité de la population est quelquefois énorme : Hambourg, 2448 hab. par Km²; Monaco : 12727.

Les États les plus vastes. — Les États les plus vastes, colonies et protectorats compris, sont : 1° l'empire britannique (30 millions de Km² ou trois fois l'étendue de l'Europe); 2° la Russie (22,5 millions Km²); 3° la France (11,5 millions); 4° la Chine (11 millions); 5° les États-Unis d'Amérique (9,9 millions).

Viennent ensuite : 6° le Brésil, 8,5; — 7° l'empire allemand, 3,2; — 8° la République Argentine, 2,9; — 9° la Turquie, 2,7; — 10° la Belgique, 2,4; — 11° le Portugal, 2,1; — 12° la Hollande, 2.

Les États les plus peuplés. — Les États les plus peuplés, colonies et protectorats compris, sont : 1° l'empire britannique (435 millions d'hab., soit le quart de la population totale du globe); 2° la Chine (350 millions); 3° la Russie (160 millions); 4° les États-Unis d'Amérique (102 millions).

Viennent ensuite : 5° la France, 93 millions; — 6° l'empire allemand, 79; — 7° le Japon, 69; — 8° l'Autriche-Hongrie, 52; — 9° la Hollande, 43; — 10° l'Italie, 36; — 11° la Belgique, 23.

États continentaux. — Quelques États ne touchent pas à la mer, tels la Suisse, le Luxembourg et la Serbie en Europe.

Ces États qui ne possèdent aucune côte maritime ont une situation géographique moins privilégiée que d'autres qui ont accès directement à la mer.

États insulaires. — Quelques États sont établis entièrement, ou presque entièrement, dans des îles ou des archipels, tels le Royaume-Uni, en Europe, et le Japon, en Asie.

Ces deux pays ont une situation géographique privilégiée, d'abord parce qu'ils sont insulaires, ensuite et surtout parce qu'ils sont en marge de continents.

CHAPITRE IV.

GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE.

A. — Considérations préliminaires.

Buts de la géographie économique. — La géographie économique a pour buts : l'étude des produits de la nature utiles pour l'homme; la répartition géographique de ces produits; la répartition géographique des industries; et la circulation des produits naturels et fabriqués.

Ces produits de la nature se répartissent en deux grands groupes : les produits alimentaires qui sont des végétaux et des animaux servant de nourriture à l'homme; les matières brutes ou premières qui sont employées soit sans appropriation spéciale ou quelquefois légèrement dégrossies, soit après une préparation qui demande un travail humain; elles deviennent alors des produits ouvrés ou manufacturés. C'est la *production*.

Les produits alimentaires et les matières brutes existent en certaines régions et, dans chacune, souvent en grande quantité; leur répartition géographique naturelle est déterminée par des conditions physiques : climat, nature du sol et du sous-sol, etc. — Les produits ouvrés sont des matières brutes que l'homme a modifiées par son travail, dans le but de les rendre plus utiles; leur fabrication est souvent disséminée en plusieurs régions ou en plusieurs endroits, et la répartition géographique de cette fabrication, ou *localisation des industries*, est influencée non seulement par des conditions physiques, mais aussi, et surtout à l'époque contemporaine, par des conditions humaines et sociales : main-d'œuvre, transports, politique économique des États, etc.

Produits alimentaires, matières brutes, produits ouvrés sont objets de transport : c'est la *circulation*. Ils circulent des lieux de production aux régions de consommation et d'emploi; des lieux de leur exploitation aux endroits où ils sont ouvrés et manufacturés, puis de là aux régions de consommation ou d'utilisation. Cette circulation des produits est intense et crée des centres de commerce.

De là, trois subdivisions de ce chapitre : les produits de la nature et leur répartition géographique; la localisation des industries; la circulation des produits naturels et manufacturés.

L'homme en géographie économique. — Le rôle de l'homme, en géographie économique, est d'une importance capitale. Il a modifié la répartition géographique naturelle de certaines

plantes et de certains animaux; et, par la culture intensive ou extensive de végétaux comme par l'élevage sous ses diverses formes, il a considérablement augmenté la quantité et même les espèces de produits alimentaires. Il ne se contente pas, comme les animaux, d'utiliser les produits naturels tels qu'ils se rencontrent sur le globe, mais il fait subir à plusieurs d'entre eux des modifications nombreuses et diverses, pour qu'ils servent mieux à son alimentation, à son habillement, à la construction de son habitation, pour qu'ils lui permettent d'embellir sa vie, d'améliorer son bien-être et de rendre son existence plus facile et plus agréable. En outre, les hommes voyagent et circulent et ils sont ainsi objets de transport; ils créent des agglomérations urbaines et des centres de population, dont les besoins ne peuvent être satisfaits que par l'adduction de nombreux produits alimentaires, bruts et manufacturés.

Alors que dans les précédentes parties de la géographie humaine, nous avons dû montrer surtout l'influence de la nature sur l'homme, ici, en géographie économique, c'est presque exclusivement de l'influence de l'homme sur la nature que nous aurons à nous occuper, sans perdre de vue, cependant, que c'est la nature seule qui fournit à l'homme toutes les matières premières.

Aptitudes économiques des populations humaines. —

Tous les peuples, voire même les habitants de régions voisines, ne possèdent pas au même degré des aptitudes pour la vie économique; ces aptitudes dépendent surtout de l'état de civilisation: les peuples incultes vivent au jour le jour, se contentant presque de ce que leur fournit la nature pour leur alimentation et leurs besoins; les civilisés, au contraire, appliquent la science et ses découvertes à l'industrie et au commerce, propagent les méthodes scientifiques par l'enseignement, et ont à leur disposition des capitaux considérables.

Économie inférieure. Elle est pratiquée par les peuples qui vivent exclusivement de cueillette, de chasse et de pêche (voir pp. 237-238); ni l'élevage; ni la culture, ni l'exploitation des minéraux ne leur sont connus; le commerce est nul chez eux; et l'industrie, quand elle existe, est familiale.

Économie instinctive. C'est celle des peuples pratiquant une culture et un élevage rudimentaires (voir p. 238 et p. 240). Les moyens qu'ils emploient

pour augmenter la production sont faibles; ils utilisent peu les richesses minérales; l'industrie n'existe que sous forme de métier, et la circulation des biens et des produits est minime.

Économie traditionnelle. On la trouve chez les peuples à culture et élevage perfectionnés (voir p. 239 et p. 240). La circulation des produits et le commerce se développent et ont une certaine extension; la production est augmentée; la division du travail commence à être pratiquée, et l'industrie prend une certaine importance, grâce à l'exploitation de quelques gisements de minéraux.

Économie scientifique. C'est celle des peuples civilisés à culture et élevage modernes (voir p. 239 et p. 240) et à industrie fortement développée par suite de l'application de la science à la production. Le commerce et l'industrie sont devenus des branches importantes de l'activité humaine.

Les centres de vie économique intense sont : l'Europe centrale et occidentale, les États-Unis et le Canada, le Japon, le sud de l'Afrique, le sud-est de l'Australie, la Nouvelle-Zélande, une partie de la République Argentine et du Chili, quelques villes du Brésil, des Indes Néerlandaises, des Indes Anglaises et de l'Indo-Chine.

B. — Les produits de la nature et leur répartition géographique.

I. — PRODUITS SERVANT A L'ALIMENTATION.

A. — Produits agricoles.

Généralités. — Parmi les nombreuses plantes qui peuvent servir de nourriture à l'homme, les plus importantes sont celles qui fournissent des graines dont on tire de la farine; et parmi ces dernières, il en est trois surtout qui occupent le tout premier rang dans l'alimentation humaine : ce sont les grandes céréales : le riz, le blé (diverses espèces de froment et l'épeautre) et le maïs. Le blé est la céréale des zones tempérées; le maïs, celle des zones plus humides et plus chaudes; le riz, celle des zones très chaudes et très humides.

Viennent ensuite les petites céréales, qui sont de moindre importance pour l'alimentation de l'humanité : le sorgho, le millet, le seigle, l'orge, l'avoine et le sarrasin.

Enfin, les plantes à sucre, notamment la canne à sucre et la betterave sucrière; les plantes à fécule, tels la pomme de terre,

le manioc, les fèves, les pois, lentilles, haricots; et d'autres plantes comme la vigne, le houblon, le café, le thé, les arbres fruitiers, etc.

Comme nous le verrons, le domaine géographique de ces plantes s'est considérablement agrandi par l'influence de l'homme : celui-ci, par des engrais appropriés, par des travaux d'irrigation et de drainage, par la sélection des graines, a rendu leur culture possible et rémunératrice dans des régions où, sans lui, ces plantes ne se seraient pas acclimatées ou n'auraient donné qu'un rendement médiocre.

Le blé. — Le blé ou froment, de la famille des graminées, est de beaucoup la plus importante des céréales pour l'alimentation de presque toute la population européenne et nord-américaine. Cette céréale, originaire de Mésopotamie, se cultive aujourd'hui jusque dans les régions continentales de la Sibérie et du Canada; son aire d'extension comprend surtout les régions tempérées chaudes de l'hémisphère nord, et une partie de l'Amérique du Sud.

Conditions de climat. Le blé a besoin d'une certaine quantité de chaleur pour mûrir; donc sa culture ne peut exister dans les régions froides, sauf celles à étés très chauds. Il lui faut une certaine quantité d'humidité pour germer; si celle-ci fait défaut, on y supplée par la culture sèche (voir p. 276) ou par l'irrigation (Égypte). Les étés très humides lui sont défavorables, aussi est-il exclu des régions équatoriales.

Conditions de sol. Le sol, pour produire du blé, doit être riche et fertile : terres limoneuses de l'Europe centrale et occidentale, terres noires de Russie, terres jaunes de Chine, terres des anciennes prairies des États-Unis, alluvions fluviales ou glaciaires; mais il ne doit pas être trop humide, sinon il faut le drainer.

Conditions humaines. La culture du blé demande non seulement beaucoup de main-d'œuvre, mais aussi des capitaux, surtout si l'on désire obtenir de forts rendements.

Répartition géographique. En Europe. 1° En Angleterre, surtout dans la plaine orientale, ailleurs moins, à cause de l'humidité du climat; 2° en Hollande, l'humidité et l'insuffisance de fertilité du sol empêchent le développement de cette culture; 3° en Belgique, le rendement est plutôt petit, sauf dans la zone limoneuse où il est supérieur à n'importe quelle autre région d'Europe; 4° le Danemark, la Suisse et la Scandinavie n'ont que peu de champs de blé; 5° en Allemagne, ce sont plus spécialement les plateaux de Saxe et de Silésie qui produisent du froment, la plaine baltique

n'étant pas assez fertile; 6° en France, la production est considérable dans le Nord et dans les environs de Paris; 7° en Autriche, c'est la Bohême qui produit le plus de blé, puis la Galicie; 8° les terres noires de Russie, la plaine hongroise et la plaine roumaine sont les régions les meilleures pour la culture du blé, mais le manque de main-d'œuvre et de méthodes scientifiques est la cause principale d'un rendement inférieur à celui des terres de l'Europe centrale et occidentale; 9° en Espagne, le climat trop sec ne permet cette culture que dans quelques régions bien arrosées ou bien irriguées; 10° en Italie, la plaine du Pô, l'Apulie et la Sicile sont productrices de froment.

En Asie. La culture du blé prend de l'extension le long du Transsibérien; elle existe à peine en Chine et au Japon, mais elle est très développée dans les Indes anglaises : vallée du Gange et Pendjab.

En Afrique. L'Algérie et l'Égypte produisent un peu de blé, de même que la colonie du Cap.

En Amérique. Les terres ensemencées de blé sont surtout situées aux États-Unis (vallée du Mississipi et entre cette vallée et la côte Atlantique), au Canada (Manitoba), en Argentine (bassin de La Plata) et Uruguay.

En Océanie. Le S.-E. de l'Australie et la Nouvelle-Zélande cultivent du blé.

Production. La production mondiale du blé s'est élevée, en moyenne, dans ces dernières années, à environ 950 millions d'hectolitres, dont presque $\frac{1}{4}$ en Russie et $\frac{1}{5}$ aux États-Unis.

Commerce du blé, voir p. 337.

Le riz. — Le riz, de la famille des graminées, est la céréale dont se nourrit le plus grand nombre d'humains; originaire de l'Inde, le riz est surtout cultivé en Extrême-Orient, dans les Indes anglaises, françaises et néerlandaises, et en Amérique centrale (voir Pl. XVI, *a* et *c*).

Conditions de climat. Le riz exige à la fois beaucoup de chaleur (été très chaud) et beaucoup d'eau (les régions tropicales à pluies abondantes donnent plusieurs récoltes par an : Java, Bengale). L'homme remédie souvent à l'insuffisance de l'eau par des irrigations (Chine, Japon, Corée).

Conditions de sol. Cette céréale demande un terrain meuble, très riche en éléments fertilisants, telles les alluvions des deltas.

Conditions humaines. La culture du riz nécessite une main-d'œuvre abondante, des soins multiples et répétés (semage, repiquage, entretien des canaux d'irrigation, labourage, etc.), donc se développe surtout dans les régions à population très dense.

Répartition géographique. En Europe. Les pays méditerranéens seuls conviennent : en Espagne, dans les plaines du sud (Valence); en Italie, dans les plaines lombarde et vénitienne.

En Asie. La culture du riz est surtout pratiquée en Chine, au Japon, en Corée, en Indo-Chine française (Tonkin et Cochinchine), au Siam, dans la presque île malaise (Birmanie) et dans les Indes anglaises.

En Afrique. Les rizières ont une certaine importance sur la côte de Guinée et dans la vallée du Niger, dans le delta du Nil, dans les environs du lac Tchad et des grands lacs.

En Amérique. Elles s'y étendent du sud-est des États-Unis (bas Mississipi) jusqu'en Colombie, par le Mexique, les Antilles et l'Amérique centrale.

En Océanie. Java, Bornéo et Sumatra possèdent des rizières.

Production. La production mondiale du riz ne peut être estimée avec exactitude, car les principaux pays producteurs (Chine, etc.) ne fournissent pas de renseignements officiels sur cette production; probablement 80 millions de tonnes, dont $\frac{1}{3}$ dans l'Inde anglaise.

Commerce du riz, voir p. 338.

Le maïs. — Le maïs, de la famille des graminées, sert de nourriture à une partie de la population américaine et européenne; originaire de l'Amérique, le maïs est surtout cultivé aux États-Unis, dans certaines parties de la France, en Lombardie, Hongrie, Roumanie et dans la Russie méridionale.

Conditions de climat et de sol. Le maïs demande de l'humidité au printemps et au commencement de l'été; de la chaleur et des pluies modérées en été. Il n'est pas très exigeant quant à la fertilité du sol.

Conditions humaines. La culture du maïs demande autant de main-d'œuvre que celle du blé.

Répartition géographique. En Europe, sur une bande allant de la vallée de la Saône et du sud-ouest de la France jusqu'en Russie méridionale, en passant par la Lombardie (plaine du Pô), le sud de la Hongrie et la Roumanie (plaine du Danube). En Asie, dans les plaines méridionales. En Afrique, dans le nord et le centre. En Amérique, dans le sud des États-Unis, sur le plateau Mexicain et en Argentine.

Production. La production mondiale dépasse 400 millions de quintaux métriques, dont les $\frac{4}{5}$ aux États-Unis, $\frac{1}{20}$ en Argentine et en Hongrie.

Le seigle. — Le seigle, de la famille des graminées, originaire sans doute du sud de la Russie, est une céréale plus rustique que le blé; il est surtout cultivé là où le blé ne réussit pas, soit parce que le climat est trop humide, soit parce que le sol n'est pas assez fertile. Son aire d'extension est la même que celle du blé, mais la déborde en altitude et vers le Nord.

Conditions de climat. Le seigle ne demande pas de fortes chaleurs, et prospère dans des régions à climat assez humide.

Conditions de sol. Cette céréale s'accommode bien d'un sol peu riche et peu fertile; elle aime les terres légères, sablo-argileuses ou sablonneuses.

Conditions humaines. Le seigle exige moins de soins que le blé.

Répartition géographique. D'une façon générale, la culture du seigle remplace, dans les régions tempérées, celle du blé partout où cette dernière est impossible à cause de la pauvreté du sol, de l'humidité ou du trop peu de chaleur. On cultive cette céréale surtout en Russie, en Allemagne, en Autriche-Hongrie, au Danemark et en Scandinavie, sur le plateau central français et quelque peu en Espagne et dans les Balkans. En dehors d'Europe, il n'y a guère que la Sibérie, les États-Unis et le Japon qui possèdent de grands champs de seigle.

Production. La production totale peut être évaluée à 400 millions d'hectolitres, dont plus de la moitié en Russie et le $\frac{1}{3}$ en Allemagne.

L'orge. — L'orge, de la famille des graminées, est celle des céréales qui s'accommode le mieux de peu et de beaucoup de chaleur; elle est cultivée un peu partout dans la zone de culture du blé.

Conditions de climat et de sol. L'orge s'adapte très facilement à des climats assez différents, et prospère aussi bien au nord qu'au sud de la zone du blé. Elle se contente d'un sol pauvre.

Répartition géographique. L'orge est cultivée dans presque tous les pays d'Europe, mais surtout en Russie, en Hongrie, en Autriche, en Espagne, en Grande-Bretagne, en France. Hors d'Europe, on ne la cultive guère qu'en Algérie, en Tunisie, au Japon, aux États-Unis et au Canada.

Production. La production totale s'élève à environ 320 millions de quintaux métriques, dont presque le $\frac{1}{3}$ en Russie, le $\frac{1}{10}$ aux États-Unis.

L'avoine. — L'avoine, de la famille des graminées, ne sert qu'en peu de régions à la nourriture humaine (Europe septentrionale), mais elle est spécialement réservée à la nourriture des chevaux. Elle est surtout cultivée dans le nord de l'Amérique septentrionale et dans les pays du nord de l'Europe (Scandinavie et Russie).

Conditions de climat et de sol. L'avoine ne désire pas de très fortes chaleurs, mais de l'humidité; elle s'accommode d'un climat assez froid. Elle se contente d'un sol peu fertile, et pousse aussi bien dans un terrain sablonneux que dans un sol argileux.

Répartition géographique. La culture de l'avoine se développe là surtout où l'élevage du cheval est important. On la trouve : en Europe, en Irlande, Angleterre, Danemark, Suède, Russie du nord et du nord-ouest, France, Allemagne, Hongrie; en Asie, en Sibérie; en Amérique, dans la République Argentine, aux États-Unis et au Canada.

Production. La production totale est estimée à environ 500 millions de quintaux dont la $\frac{1}{2}$ aux États-Unis, le $\frac{1}{4}$ en Russie, le $\frac{1}{8}$ en Allemagne, le $\frac{1}{10}$ au Canada.

Le millet. — Le millet, de la famille des graminées, est la base de l'alimentation de beaucoup de peuplades africaines; c'est probablement la plus ancienne céréale, et elle est cultivée actuellement dans les régions méridionales de l'Europe et de l'Asie, aux Antilles et dans toute l'Afrique au nord de l'équateur.

Conditions de climat et de sol. Le climat qui convient le mieux au millet est le climat tempéré chaud. Tous les sols, pourvu qu'ils ne soient pas trop peu fertiles, peuvent produire cette céréale qui, cependant, ne s'accommode pas de terrains marécageux.

Répartition géographique. Le millet se présente en trois variétés principales : le millet commun, le millet à chandelles ou petit mil, le millet d'Italie ou grand mil. Le millet commun et le grand mil sont cultivés en Russie, en Hongrie, en Allemagne, en Italie, en France, au Sénégal, en Abyssinie et dans les Indes anglaises; le petit mil, dans l'Asie méridionale, aux Antilles et en Afrique, de la mer Rouge à l'Atlantique et de l'Algérie au Congo.

Production. Elle ne peut être déterminée, même approximativement.

Le sorgho. — Le sorgho, appelé aussi doura, de la famille des graminées, est une céréale d'une très grande importance pour les populations de l'Inde et de l'Afrique; originaire probablement de ce dernier continent, elle fournit des moissons très riches.

Conditions de climat et de sol. Le sorgho demande un climat sec et chaud, une température assez considérable. Il n'est pas très exigeant quant à la fertilité et à la nature du sol.

Répartition géographique. En Europe, dans quelques pays méridionaux, Dalmatie, Italie et sud du Portugal; en Asie, dans l'Hindoustan et l'Arabie; en Afrique, au Sénégal, au Soudan, en Haute Égypte, en Abyssinie et en Afrique centrale.

Production. Elle ne peut pas être évaluée, mais le sorgho fait partie de la nourriture de presque autant d'humains que le riz.

Le sarrasin. — Le sarrasin, de la famille des polygonées, originaire de la Mandchourie ou de l'Asie centrale, est cultivé surtout en Russie et au Japon.

Conditions de climat et de sol. Le sarrasin s'accommode de climats assez froids et de terrains sablonneux et même marécageux.

Répartition géographique. En Europe, sa culture est surtout répandue en Russie, en France, en Allemagne du Nord, en Autriche; en Asie, au Japon; en Amérique, aux États-Unis.

Production. La production totale peut être estimée à 60 millions d'hectolitres, dont près de la moitié au Japon et le 1/3 en Russie.

La canne à sucre. — La canne à sucre, de la famille des graminées, originaire de l'Inde, s'est répandue à peu près dans toute la zone de culture du riz; elle fournit une grande quantité de sucre.

Conditions de climat et de sol. La canne à sucre demande beaucoup de chaleur, de la sécheresse à l'époque de la maturité et de l'humidité pendant sa croissance. Quant au sol, elle préfère les alluvions et les terrains légers.

Répartition géographique. En Europe, en Andalousie et en Sicile; en Asie, Inde, Indo-Chine, Extrême-Orient, Ceylan; en Afrique, Égypte et Natal; en Amérique, dans les Antilles et le sud des États-Unis, le Mexique, les Guyanes, le Brésil, l'Argentine et le Chili; en Océanie, Australie nord-orientale, Java, Philippines et Hawaï.

Production. Environ 7 à 8 millions de tonnes.

La betterave sucrière. — La culture de la betterave à sucre, plante originaire de la péninsule ibérique, ne s'est développée qu'à partir de la moitié du siècle dernier; elle s'est répandue surtout en Europe, et principalement en Allemagne.

Conditions de climat et de sol. La betterave à sucre ne s'accommode pas d'une longue sécheresse, mais vient bien dans les climats tempérés et à pluies assez abondantes; quant au sol, il doit être très fertile ou fortement amélioré par l'emploi d'engrais, surtout phosphatés, et la couche de terre arable doit être profonde.

Conditions humaines. Cette culture a besoin de beaucoup de main-d'œuvre et d'ouvriers plus ou moins spécialisés; elle produit des migrations assez importantes, notamment de Polonais.

Répartition géographique. La culture de la betterave sucrière est surtout répandue en Europe centrale et occidentale, du Pas-de-Calais à la mer Noire: en Allemagne principalement (Saxe), puis en Bohême, Moravie

et Silésie, en France nord-occidentale, en Russie (terres noires), en Belgique (Hesbaye), en Hollande. Hors d'Europe, elle existe un peu aux États-Unis, au Chili, en République Argentine, en Égypte.

Production. Environ 7 millions de tonnes, dont près d'un tiers en Allemagne.

La pomme de terre. — La pomme de terre, de la famille des solanées, originaire d'Amérique, est cultivée aujourd'hui presque partout où les conditions géographiques lui sont favorables, notamment en Europe et aux États-Unis.

Conditions de climat et de sol. Cette plante préfère les climats tempérés même froids, pas trop humides et les sols légers, maigres et siliceux; elle produit moins dans les régions humides ou trop chaudes et dans les sols trop compacts.

Répartition géographique. En Europe : d'abord en Allemagne (Saxe, Brandebourg, Silésie), en Russie (provinces baltiques), en Autriche (Bohême et Galicie), puis en France et dans les Iles britanniques. Hors d'Europe, surtout aux États-Unis. D'une façon générale, elle est cultivée dans toute la zone tempérée.

Production. Elle est estimée à environ 150 millions de tonnes, dont le $\frac{1}{5}$ en Allemagne et le $\frac{1}{5}$ en Russie.

Le manioc. — Le manioc, de la famille des euphorbiacées, originaire du Brésil, est cultivé dans toute la zone tropicale, et sert de nourriture aux nègres et aux indiens; on en tire le tapioca.

Comme plantes à fécula, outre la pomme de terre et le manioc, il faut encore citer : des régions tropicales, la patate douce, l'igname, le sagoutier (Malaisie et Siam), le taro (Océanie), les racines dont on tire l'arrow-root (Amérique centrale, Inde); et, des régions tempérées, les fèves, les pois, les lentilles, les haricots.

L'alimentation en végétaux comprend encore, dans nos contrées, les primeurs qui, dans certaines régions, sont cultivés d'une façon intensive (Jersey) et les légumes que fournissent les cultures maraîchères localisées le plus souvent autour des grandes villes et dans les régions du Midi.

La vigne. — La vigne, originaire de l'Asie occidentale, est surtout cultivée dans les zones tempérées moyennes, et particulièrement dans la région méditerranéenne. En certains pays, notamment en Belgique et dans les environs de Londres, la culture des raisins en serres s'est considérablement développée.

Conditions de climat et de sol. La vigne a besoin d'un climat chaud et craint aussi bien le trop de pluies que les gelées tardives et les chaleurs trop fortes. Vers le Nord, la vigne produit des raisins pauvres en sucre, mais riches en albumine et d'un arôme particulier; vers le Sud, les raisins sont riches en sucre, mais pauvres en albumine. La vigne aime les terrains secs, surtout les laves et les calcaires, et ne prospère, dans les latitudes élevées, que sur des coteaux bien exposés. Elle demande beaucoup de main-d'œuvre et des soins nombreux.

Répartition géographique. D'une façon générale, la vigne se cultive entre 27° et 50° de latitude. Les régions où elle est le plus cultivée sont : la France, l'Italie, l'Espagne, l'Algérie et les autres contrées méditerranéennes, les bords du Rhin allemand et de la Moselle, l'Autriche-Hongrie, la Suisse, les îles Madère, Açores et Canaries, la Californie, le S.-E. de l'Australie et le Cap.

Production. On estime la production mondiale du vin à 170 millions d'hectolitres.

Le houblon. — Cette plante, que l'on rencontre à l'état sauvage dans les haies de nos contrées, est cultivée dans les régions tempérées de l'Europe et des États-Unis; ses inflorescences servent à la fabrication de la bière

Le houblon ne vient bien que dans des terres fertiles et bien travaillées; il demande un climat tempéré. On le cultive surtout en Belgique, en Angleterre, en Bohême et aux États-Unis.

Le caféier. — Originaire de l'Abyssinie, où il existe encore comme plante indigène, le caféier est actuellement cultivé dans les pays situés entre les isothermes de 15° et de 25°, notamment en Arabie, dans la Libéria, à Java, au Brésil, dans l'Amérique centrale, au Congo belge.

Conditions de climat et de sol. Le caféier demande une terre légère, meuble et profonde; il affectionne les pentes des collines dont le sol est formé de lave désagrégée ou était occupé par la forêt que l'on a défrichée; il n'aime pas les plaines. Quant au climat, il se développe aussi bien dans des régions humides que dans des contrées presque sèches, mais la température moyenne ne doit pas descendre sous 8°, ni dépasser 32°. Il a besoin de beaucoup de main-d'œuvre, surtout pour la récolte.

Répartition géographique. Tout d'abord au Brésil, pays qui est le premier pour la production du café, spécialement les États de Sao Paulo et de Minas Geraes, ensuite la Colombie, le Guatemala, le Mexique, les Antilles, Java, les Indes, en Arabie, au Congo et en Guinée.

Production. — La production totale du café est d'environ un million de tonnes, dont les $\frac{2}{3}$ au Brésil.

Le théier. — A l'état sauvage en Birmanie, cet arbuste est cultivé aujourd'hui dans la zone intertropicale et au Japon.

Conditions de climat et de sol. Le théier demande une température assez élevée (moyenne entre 14° et 29°), des pluies fréquentes en été (moyenne annuelle 1700 mm.); quant au sol, il préfère les versants des collines et des montagnes à sol meuble et profond. Sa culture et surtout la récolte de ses feuilles réclament beaucoup de main-d'œuvre (voir Pl. XVI, b).

Répartition géographique. Le théier est surtout cultivé aux Indes britanniques (Assam, Bouthan, Bengale), à Ceylan, en Indo-Chine, à Java, dans le S.-E. de la Chine, au Japon, en Corée, à Formose, au Natal et un peu au Brésil.

Le maté. En Amérique du Sud (Paraguay, Argentine et Brésil), le thé est remplacé par le maté dont les feuilles servent à préparer un stimulant.

Les arbres fruitiers. — Ils peuvent être classés dans deux groupes : ceux qui, dans les régions intertropicales, produisent des fruits nécessaires à l'alimentation humaine et pourraient presque à eux seuls y suffire; ceux qui, dans les régions tempérées, apportent, par leurs fruits, un appoint utile, mais non nécessaire à l'alimentation humaine. Parmi les premiers : le palmier-dattier, le bananier, le cacaoyer, le cocotier, l'arbre à pain. Parmi les seconds : l'oranger, le figuier, l'amandier, le citronnier, le pistachier, des régions tempérées chaudes; le pommier, le poirier, le cerisier, l'abricotier, le prunier, le châtaignier, le noyer, etc., des régions tempérées moyennes et froides.

Le *palmier-dattier* est surtout cultivé dans les oasis de l'Afrique et de l'Arabie, ainsi qu'en Mésopotamie; ses fruits forment la base de l'alimentation des Arabes. — Le *bananier* est répandu dans toute la zone intertropicale : la banane, crue ou cuite, est un fruit de grande valeur alimentaire. — Le *cacaoyer* demande beaucoup de chaleur et d'humidité, un sol riche et meuble; les amandes de cacao sont surtout récoltées au Brésil, dans le nord de l'Amérique méridionale, au Congo belge, dans l'Afrique équatoriale, à Madagascar, au Tonkin et à Java. — Le *cocotier*, espèce de palmier, aime les régions très chaudes et fournit la noix de coco. — L'*arbre à pain* existe dans les Indes, en Indo-Chine et en Océanie tropicale; il produit des fruits qui remplacent le pain.

Les arbres fruitiers des régions tempérées ont moins d'importance pour l'alimentation humaine.

Les plantes à épices. — Les plantes à épices sont, presque toutes, de la zone intertropicale : poivrier, piment, gingembre, cannellier, anis, vanillier, girofler, muscadier, etc.

Le *poivrier* est cultivé dans les Indes, en Indo-Chine et en Malaisie surtout; le *piment*, dans les régions chaudes de l'Amérique; le *gingembre*, en Indo-Chine, à Ceylan, à Java, en Chine et dans l'Afrique occidentale; le *cannellier*, à Ceylan, à Java, à Sumatra, dans la presque île malaise et en Chine; l'*anis*, au Tonkin et en Chine; le *vanillier*, au Mexique, aux Antilles, dans la Guyane et le Brésil; le *girofler*, aux Antilles, à Java et à Madagascar; le *muscadier*, aux Indes, en Malaisie, aux Antilles et dans la Guyane.

Les narcotiques. — Les deux principales plantes fournissant des narcotiques sont le tabac et le pavot.

Le *tabac*, originaire de l'Amérique tropicale, donne des récoltes excellentes dans les régions voisines des tropiques : Cuba, Mexique, Levant, Indes néerlandaises, Brésil, Colombie, Sud des États-Unis, mais il est aussi cultivé dans les régions tempérées. — Le *pavot*, dont on tire l'opium, est surtout cultivé dans l'Asie méridionale.

Les plantes médicinales. — Parmi ces plantes, il convient de citer le colatier, le cocallier, l'arbre à quinquina, le camphrier.

Le *colatier* est une plante des forêts tropicales africaines produisant la noix de cola; le *cocallier*, indigène au Pérou et en Bolivie, croît dans les régions équatoriales et fournit la cocaïne; l'*arbre à quinquina*, originaire des forêts des Andes équatoriales, est cultivé à Java, aux Indes, etc.; le *camphrier* croît principalement à Formose et dans les régions méridionales de la Chine et du Japon.

B. — Produits de l'élevage.

Généralités. — La nourriture de l'homme est, dans les régions chaudes, surtout végétarienne, mais elle le devient de moins en moins à mesure que l'on s'éloigne des tropiques : la viande, la graisse, le poisson, la volaille, les œufs, le lait, le beurre, etc., sont, pour les habitants des régions tempérées et froides, plus spécialement pour ceux des grosses agglomérations, des produits alimentaires de grande nécessité.

La plupart de ces produits sont fournis par l'élevage perfectionné et l'élevage moderne (p. 240), rendus possibles par la domestication de certains animaux, par l'existence de vastes prairies naturelles (steppes herbeuses,

savanes), par la création de prairies artificielles (trèfle, sainfoin, herbes diverses, luzerne), par la culture de plantes fourragères (betteraves, pommes de terre, etc.).

De même que la culture de plusieurs des plantes signalées comme servant à l'alimentation humaine n'a pas seulement pour but de fournir des produits alimentaires (graines), mais aussi d'autres produits utiles (paille, etc.), de même l'élevage de plusieurs des animaux dont il va être question n'a pas pour but unique la production de denrées alimentaires, mais aussi celle de textiles, de cuir, etc.

Le bétail bovin. — Le bœuf et la vache sont surtout élevés dans les pâturages humides des zones tempérées, soit pour fournir de la viande de boucherie, soit pour produire du lait que l'on transforme en beurre ou en fromage, beaucoup moins souvent pour servir de bêtes de somme ou de trait.

L'élevage du gros bétail est en progrès partout, non seulement dans les pays agricoles, mais surtout dans les pays neufs, tels l'Argentine, l'Australie et l'Uruguay où se pratique l'élevage moderne; mais il ne peut se développer dans les régions tropicales humides ou marécageuses. Le nombre de bêtes à cornes (bœufs et buffles) est évalué à 450 millions.

Le bétail ovin. — Le mouton et la brebis sont principalement élevés dans les pâturages maigres, de climat sec, pour fournir de la viande et de la laine.

L'élevage du mouton est, dans les régions d'agriculture intensive, en décroissance; en Angleterre cependant le cheptel ovin ne diminue pas. Par contre, il est en progrès en Australie, en Argentine, aux États-Unis et en Russie. On estime à près de 600 millions le nombre de moutons élevés dans le monde.

Le bétail porcin. — Le porc est élevé pour sa graisse et pour sa viande; il est répandu à peu près partout.

Dans la plupart des exploitations agricoles, le porc est un élevage d'appoint très rémunérateur. Les principaux pays qui s'adonnent à cet élevage sont les États-Unis, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie, la Russie, la France, l'Angleterre et la Serbie.

La volaille. — L'aviculture (poules, canards, oies, etc.) est pratiquée pour la production de viande et d'œufs.

Le principal producteur est la Russie.

Industries alimentaires, voir p. 321.

C. — Produits de la chasse et de la pêche.

Chasse. — La chasse ne fournit plus actuellement un appoint considérable à l'alimentation humaine : l'homme, par une économie imprévoyante, a détruit beaucoup d'animaux qui lui procuraient de la viande; l'élevage a d'ailleurs remplacé avantageusement la chasse.

La chasse était autrefois une occupation importante de l'homme (voir p. 137); ses produits formaient une des bases de l'alimentation des peuples peu civilisés. Depuis le développement de l'agriculture et de l'élevage, la chasse n'est plus guère pratiquée dans le but d'obtenir de la nourriture, mais plutôt pour acquérir des fourrures (Russie), de l'ivoire (Afrique centrale), etc., et pour détruire des animaux nuisibles (tigres, serpents, etc.)

Pêche fluviale. — La pêche dans les cours d'eau, les lacs et les étangs, moins importante que la pêche maritime, ne produit plus guère, si ce n'est dans certains fleuves, comme les affluents de la Caspienne et les fleuves de l'Indo-Chine et de la Chine.

Dans beaucoup de pays, on a remédié à la pauvreté en poissons par la pisciculture qui multiplie le nombre des poissons, introduit de nouvelles espèces et favorise la reproduction.

Pêche maritime. — Elle fournit un appoint considérable pour l'alimentation humaine, et comprend : la pêche côtière, la pêche hauturière et la grande pêche. Elle est surtout productive dans les zones tempérées et froides de l'hémisphère boréal, sur les socles sous-marins (voir p. 114), dans les régions maritimes où se mélangent les eaux de courants chauds et de courants froids, là où se développe surtout le plankton (voir p. 208).

Pêche côtière. Elle consiste dans la capture de poissons, de mollusques, de crustacés, près des côtes, où ils vivent en quantité considérable. La pêche côtière fournit la marée fraîche; elle est actuellement trop destructive : aussi a-t-on dû pratiquer l'ostréiculture (huîtres parquées) et l'élevage de crustacés (langoustes et homards).

Pêche hauturière. Elle se pratique au large et fournit une quantité énorme de poissons, notamment des poissons migrateurs (harengs, thons, maquereaux, sardines); elle exige un outillage perfectionné et se sert souvent de bateaux à vapeur. Les poissons sont conservés par salaison ou séchage, mais de plus en plus par congélation et mise en boîtes.

La grande pêche. Elle comprend la pêche, de la morue notamment, dans les mers lointaines, et la chasse des animaux marins (phoques, morses, baleines).

Répartition géographique des pêcheries maritimes. 1° Sur toutes les côtes des zones tempérées; 2° dans la mer du Nord, sur le socle sous-marin de l'Angleterre, notamment le Dogger Bank; 3° dans le nord de l'Atlantique, surtout sur le banc de Terre-Neuve, dans les mers de la Norvège et de Barents; 4° dans la Méditerranée occidentale; 5° dans les mers d'Okhotsk et de Bering.

D. — Produits minéraux.

Le sel. — Le chlorure de sodium est pour ainsi dire le seul minéral qui, directement, soit employé pour l'alimentation.

Les peuples incultes habitant loin de la mer l'extraient de certaines plantes; les autres se le procurent par trois moyens différents : hors de l'eau de mer au moyen de bassins ou de marais salants établis près de la mer ou dans des lagunes; hors des mines de sel gemme, comme en Saxe, en Autriche-Hongrie; hors de puits salants, comme dans l'Oural.

II. — PRODUITS SERVANT A L'HABILLEMENT.

A. — Produits végétaux.

Généralités. — L'industrie textile tire des végétaux : des fibres qui se trouvent dans les tiges (lin, chanvre, ramie, jute), des fibres qui existent dans les feuilles (alpha), des poils dont sont garnis les graines ou les fruits (coton).

Le lin et le coton, parmi ces textiles, sont presque les seuls employés pour la fabrication des vêtements; les autres, le chanvre, la ramie (Chine, Indes, Indo-Chine, Japon), le jute (Bengale), l'alpha (région méditerranéenne), auxquels il faut ajouter le chanvre de Manille, le chanvre de l'Inde, le chanvre de Sisal ou henequen (Yucatan), le raphia (Afrique tropicale), etc., ne sont presque pas employés pour le vêtement, mais pour fabriquer des toiles grossières et d'emballage, des nattes, des tapis, des cordes et des cordages.

Le lin. — Le lin, originaire de la région méditerranéenne, est cultivé à peu près sous tous les climats qui ne sont ni trop chauds ni trop froids, surtout en Russie. Ses fibres servent à fabriquer des toiles fines et ordinaires; les déchets ou étoupes, des toiles grossières et des cordes; les graines, de l'huile.

Conditions de climat et de sol. Le lin n'est pas très exigeant quant au climat : il vient bien en Russie et dans les Indes anglaises ; il demande surtout une température modérée, sans changements trop brusques. Il a besoin de terres très fertiles, meubles et profondes, pas trop humides.

Conditions humaines. Le lin réclame une main-d'œuvre considérable, tant pour la culture que pour la préparation des fibres : égrenage, rouissage, broyage, teillage et peignage.

Répartition géographique. En Europe : en Russie (provinces baltiques, environs de Moscou, entre Moscou et l'Oural), en Autriche-Hongrie (Bohême), en Italie, dans le Royaume-Uni (Irlande), en France, en Belgique (bords de la Lys). Hors d'Europe, aux Indes anglaises, aux États-Unis, en Argentine.

Production. Environ 600 000 tonnes.

Le chanvre. — Originaire de Sibérie, le chanvre est cultivé dans la zone tempérée nord ; la Russie est la plus grande productrice de chanvre.

La culture du chanvre exige, à peu près, les mêmes conditions de climat et de sol que celle du lin ; elle s'étend surtout en Russie, puis en Autriche-Hongrie, en Italie et au Japon. Les fibres de chanvre servent à fabriquer des cordes et des voiles ; sa graine ou chènevis est employée pour l'alimentation de la volaille, et l'on en tire de l'huile.

Le coton. — Le cotonnier, de la famille des malvacées, originaire de l'Inde (cotonnier herbacé) ou de l'Égypte (cotonnier arborescent), est cultivé aujourd'hui surtout aux États-Unis, puis aux Indes anglaises et en Égypte. C'est actuellement la plante textile la plus importante. Les graines, enfermées dans une capsule, sont couvertes de longs poils blancs et souples, qui constituent le coton.

Conditions de climat et de sol. Le cotonnier, pour produire des graines riches en coton, a besoin de beaucoup de pluie pendant sa croissance et de chaleur sèche pendant la dernière période de sa maturation ; il redoute les gelées ; il prospère cependant dans les pays froids en hiver, pourvu qu'ils jouissent d'étés longs et chauds ; l'irrigation peut étendre sa culture dans les régions chaudes et sèches. Quant au sol, il désire des terres très riches et très grasses, soit des limons très fertiles comme aux États-Unis, soit des terrains éruptifs décomposés, comme sur le plateau du Dekkan.

Conditions humaines. La culture du cotonnier demande beaucoup de main-d'œuvre, tant pour les soins à donner à la plante que pour la récolte des graines. Elle ne peut donc se développer que là où il y a une grande densité de population ou une immigration considérable de travailleurs.

Répartition géographique. Le cotonnier est cultivé dans les zones tropicales et tempérées chaudes, jusqu'au 40° de latitude, mais pas dans la zone équatoriale. Les trois quarts du coton se récoltent aux États-Unis (Texas, Géorgie, Caroline, Mississipi), le reste dans les Indes anglaises (Bombay, Sind, Dekkan), en Égypte, au Caucase, au Turkestan russe, en Chine méridionale et dans la vallée inférieure du Yang-tsé, dans le Brésil, le Mexique, l'Argentine, etc. Presque partout où le climat et le sol sont favorables et la main-d'œuvre suffisante, les européens introduisent la culture du coton.

Production. Près de 5 millions de tonnes de coton égrené.

Industrie cotonnière, voir p. 319; commerce du coton, voir p. 338.

B. — Produits animaux.

La laine. — Ce produit textile est fourni surtout par le mouton, dont l'élevage est possible dans les zones tempérées; cependant l'élevage en vue de la tonte et de la production d'une laine fine ne donne de bons résultats que dans les régions à climat méditerranéen et surtout dans l'hémisphère austral entre les 26° et 43° degrés de lat. Sud. De vastes étendues de pâturages maigres, avec arbustes et buissons, sont nécessaires à l'élevage en grand des moutons; aussi cet élevage est-il de plus en plus abandonné dans les régions fertiles et à population dense.

L'Australie est le pays où l'élevage du mouton est le plus développé actuellement, et ce depuis le nord du Queensland jusqu'en Tasmanie, entre la zone de cultures qui borde la mer à l'Est et les déserts du centre. Le troupeau australien, presque nul au commencement du XIX^e siècle, a atteint 406 millions de têtes en 1891 et, après avoir diminué, tend à se rapprocher de 90 millions; cette diminution de la quantité des moutons est due, en partie, à une suite d'années trop sèches.

Les autres pays de grand élevage du mouton sont l'Argentine, surtout la province de Buenos-Ayres et la Patagonie, l'Uruguay, le sud de la Russie, l'Afrique méridionale, les États-Unis; ensuite le Royaume-Uni, la France, l'Espagne, les pays de l'Atlas. Au total, environ 600 millions de têtes.

La production mondiale de la laine s'élève à environ 4 $\frac{1}{2}$ milliard de kilogr., dont les 20 % en Europe.

Outre la laine du mouton, l'industrie textile emploie encore : les poils des chèvres et des yaks de Cachemire (versant occidental de l'Himalaya), pour la fabrication de chales et de tissus; les poils du lama (montagnes du Pérou et du Chili) pour les couvertures, les tapis et des tissus dits alpaga et

vigogne; les poils des chèvres d'Angora (Asie Mineure et colonie du Cap) pour les peluches et les étoffes en mohair; les poils de chameaux pour des étoffes plus grossières, des couvertures de tentes et des carpettes.

Industrie lainière, voir p. 320; **commerce de la laine**, voir p. 338.

La soie. — La soie est fabriquée à l'aide de filaments très ténus produits par des chenilles, surtout celle du bombyx. Cet insecte se nourrissant de feuilles de mûrier, la production de la soie brute ou grège est limitée aux régions où cette plante peut être cultivée, et où sa foliation est suffisamment hâtive et abondante, c'est-à-dire aux zones subtropicales et tempérées chaudes. Elle est limitée, en outre, par la température nécessaire au bombyx pour évoluer, c'est-à-dire pas en dessous de 20° c.; cette limite n'est pas absolue, car on pratique aussi l'élevage du ver à soie dans des hangars chauffés ou magnaneries. Elle est enfin limitée par la nécessité d'avoir à sa disposition une main-d'œuvre abondante et expérimentée : celle-ci existe en Extrême-Orient et dans les pays du Levant; dans d'autres contrées, il faut que les ouvriers et ouvrières occupés à la récolte de la soie et à l'élevage du bombyx pendant une partie de l'année trouvent un gagne-pain pendant le reste de l'année dans d'autres travaux.

L'élevage du ver à soie est pratiqué surtout en Chine (provinces du Sud) et au Japon (centre et sud de l'île de Hondo). Viennent ensuite les pays du Levant et l'Asie centrale (Perse et Turkestan), l'Inde; puis l'Italie (Piémont, Vénétie et Lombardie), l'Autriche-Hongrie et la France (Gard).

La production totale de la soie grège atteint environ 25 millions de kilogr. dont les $\frac{3}{5}$ en Extrême-Orient.

Industrie de la soie, voir p. 321; **commerce de la soie**, voir p. 339.

III. — PRODUITS SERVANT A L'HABITATION.

Produits végétaux. — Les bois ordinaires, chênes, hêtres, sapins, etc. sont surtout employés pour la construction des habitations des régions tempérées et presque exclusivement pour celle des maisons des régions forestières. Dans la zone équatoriale, les bois des tropiques, les feuillages et les lianes sont seuls employés pour les habitations indigènes.

Produits animaux. — Des peuplades, soit nomades, soit vivant au nord de la zone des forêts, construisent leurs habitations (tentes) au moyen de pieux sur lesquels on étend des étoffes, des peaux d'animaux, ou des peaux de poissons.

Produits minéraux. — Les produits minéraux utilisés pour la construction des habitations humaines sont de diverses natures : des roches, blocs de calcaire taillés ou apprêtés, schistes, grès, argiles donnant un mortier qui durcit ou permet la fabrication de briques séchées au soleil ou cuites ; des minéraux en grand nombre, dont le fer, qui est d'un emploi de plus en plus fréquent dans les pays civilisés, etc.

IV. — MATIÈRES SERVANT A L'INDUSTRIE.

Généralités. — Presque tous les produits végétaux et animaux dont il a été fait mention précédemment servent non seulement à l'alimentation, à l'habillement et à l'habitation des humains, mais encore à l'industrie qui les travaille et les transforme pour en faciliter l'emploi, ou qui en tire des produits nouveaux.

Les céréales doivent, pour la plupart, être réduites en farine par la meunerie ; le riz est décortiqué ; du froment, on extrait de l'alcool ; la production du lait a donné naissance à l'industrie laitière et aux beurreries mécaniques ; la betterave sucrière et la canne à sucre alimentent l'industrie sucrière ; avec le bois, on fabrique de la pâte à papier ; le coton, travaillé dans des usines, devient du fil et des cotonnades ; la soie grège obtenue par dévidement des cocons, passe par des usines spéciales pour devenir du tissu, de même que les fibres du lin ; l'élevage moderne a fait naître les usines pour la fabrication des extraits de viande, de conserves de viande et pour la congélation des bêtes abattues ; etc., etc.

Mais les matières servant à l'industrie sont surtout des matières minérales, notamment les combustibles (houille et pétrole) et les minéraux utiles (fer, zinc, etc.).

A. — *Les combustibles minéraux.*

La houille. — C'est, de tous les combustibles, le plus important, le plus répandu dans les régions tempérées de l'hémisphère boréal, le plus utile pour l'industrie actuelle.

Carbone d'origine végétale, la houille se rencontre surtout dans les terrains primaires (voir p. 70) où elle s'est formée, durant la période carboniférienne, par des dépôts considérables de végétaux, sur les pourtours des anciens massifs qui datent de cette époque, tel le Massif schisteux rhénan.

Les terrains sédimentaires riches en houille se trouvent, en Europe, dans une zone couvrant une partie notable de la Grande-Bretagne et du Nord de la France, traversant la Belgique et le Limbourg hollandais, se continuant en Allemagne et jusqu'en Russie; ils existent aussi en Asie (Sibérie, Chine et Japon) et dans l'Amérique du Nord. En dehors de la zone tempérée boréale, on rencontre des gisements de houille aux Indes néerlandaises et anglaises, en Afrique australe, en Nouvelle-Zélande et en Australie.

Tous ces terrains houillers ne sont pas exploités, car une main-d'œuvre nombreuse est nécessaire et, en outre, des facilités de transport pour l'adduction de ce combustible jusqu'aux ports et aux endroits de grande consommation.

La houille comprend plusieurs variétés, dont la plus pure est l'anthracite et la moins pure le charbon à gaz; elles se classent le plus souvent en charbons maigres et en charbons gras.

Les plus importants gisements européens sont ceux du Royaume-Uni (bassins d'Écosse, du Nord-Est, du Yorkshire et Derbyshire, du Centre, du Lancashire et N.-E. du Pays de Galles, du Cumberland et du Pays de Galles). Total de la production : 425 millions de tonnes.

La France ne possède qu'un bassin important, celui du Nord produisant 25 millions de tonnes. La Belgique a sept bassins houillers : Borinage, Centre, Charleroi, Namur, Liège, Herve et Campine, dont le dernier commence à être exploité; le total de la production annuelle est de 23 millions de tonnes. En Allemagne, le bassin le plus riche et le plus étendu est le bassin rhénan-westphalien qui fournit environ 105 millions de tonnes, puis celui de la Haute Silésie qui produit 41 millions de tonnes.

Moins importants sont les bassins d'Espagne (3,7 millions de tonnes), du centre de la France (Saint-Étienne; 3,7 millions de tonnes), du Limbourg hollandais (1,7 million), d'Aix-la-Chapelle (3 millions) et d'Osnabruck, de la Sarre (17 millions), de Saxe (6 millions), de Bohême (7 millions), de Pologne (5 millions), d'Autriche (Ostrau-Karwin; 9 millions), du Donetz (21 millions), de Turquie d'Asie, de Sibérie (Tomsk, Jenisseisk, Sémipalatinsk, Irkoustk), de Chine (province du N.-E., Kaïping, Mandchourie), du Japon

(Kiou-Siou, Yéso), des Indes anglaises (Bengale), d'Australie (Nouvelle Galles du Sud), du Transvaal, du Natal, de la Rhodésie.

En Amérique septentrionale, les bassins houillers principaux sont ceux de Pennsylvanie (anthracite), des Appalaches, du Nord (Michigan), de l'Est (Saint-Louis), de l'Ouest, du Sud-Ouest (Texas), qui fournissent un total de 450 millions de tonnes; ceux de la Nouvelle Écosse, du Canada, et d'autres moins productifs dans les Montagnes rocheuses et au Mexique.

Les réserves de houilles sont estimées à 4400 milliards de tonnes dont 134 en Océanie, 1168 en Asie (presque toutes en Chine), 57 en Afrique, 2294 en Amérique et 747 en Europe, ces dernières se répartissant comme suit : 410 en Allemagne, 189 dans le Royaume-Uni, 58 en Russie, 41 en Autriche, 16 en France, 11 en Belgique, 8 en Espagne.

L'importance sociale de la houille est énorme, car l'industrie et les transports lui doivent un essor extraordinaire; cet essor industriel et commercial a eu des conséquences incalculables. L'importance anthropogéographique de la houille (voir p. 264) est non moins considérable, car l'exploitation du charbon de terre a modifié le peuplement humain de nombreuses régions et a donné une orientation nouvelle aux rapports entre peuples.

Industrie charbonnière, voir p. 317; **commerce de la houille**, voir p. 335.

Le lignite. — Le lignite est un combustible de moins de valeur et de moins de puissance que la houille.

Les exploitations principales de lignite existent en Allemagne, notamment en Saxe et dans les régions voisines (environ 60 millions de tonnes), sur la rive gauche du Rhin, près de Cologne (16 millions de tonnes); et en Autriche, notamment dans le N.-W. de la Bohême (22 millions) et en Styrie.

Le pétrole. — Les pétroles sont des mélanges d'hydrocarbures très différents les uns des autres et que l'on peut ramener à trois catégories principales : d'Amérique, du Caucase et de Galicie. Ces huiles minérales, enfermées dans des poches de l'écorce terrestre, jaillissent par des puits forés ou par des trous de sonde. L'huile brute doit être distillée et on en tire des essences, des huiles lampantes, des goudrons et des résidus. Employé pendant longtemps pour l'éclairage seulement, le pétrole et ses dérivés ont pris, comme combustibles, de l'importance dans l'industrie et les transports modernes.

Les régions pétrolifères sont au nombre de trois. La première, la plus importante d'ailleurs, comprend les exploitations des États-Unis et du

Mexique, qui fournissent 32 millions de tonnes par an, soit les $\frac{2}{3}$ de la production mondiale. Les bassins des États-Unis sont ceux des Appalaches, de Lima Indiana (sud du lac Érié), de l'Illinois, du Centre (Kansas), du golfe du Mexique, de Californie (Los Angeles). Les bassins mexicains sont près du golfe du Mexique, au nord de Tuxpam. — La deuxième, beaucoup moins productrice, car elle ne donne que 12 millions de tonnes, comprend les exploitations russes, roumaines et galiciennes. En Russie, les champs pétrolifères sont réunis dans le Caucase et les régions voisines (Bakou, Grossnyï); en Roumanie, sur le versant sud des Karpathes (Prahowa); en Galicie, à Boryslaw. — La troisième, qui produit à peine 2 millions de tonnes, comprend les exploitations de Java, Bornéo, Sumatra et Birmanie.

Notons, que les combustibles houille et pétrole sont relativement rares actuellement dans l'hémisphère S.; l'hémisphère N. est donc privilégié, et en tire un avantage énorme au point de vue économique.

Commerce du pétrole, voir p. 339.

B. — Minéraux utiles.

Le fer. — Le minerai de fer existe un peu partout dans l'écorce terrestre; on le rencontre plus particulièrement en couches dans des roches sédimentaires, et en paquets dans des argiles. On distingue : la limonite, oxyde de fer hydraté qui se trouve en veines et dans des cavités et qui se forme encore actuellement dans les marécages (minerai de fer des marais); l'oligiste, oxyde de fer anhydre, qui se présente souvent en lits et filons dans les calcaires; le magnétite, oxyde de fer, souvent en masses compactes; la sidérose, carbonate de fer, en grandes quantités dans les terrains calcaires; le pyrite de fer ou sulfure de fer; les argiles ferrugineuses; les minettes, roches à grain fin, avec de l'oxyde de fer. Ces diverses espèces de minerais ont un pourcentage de fer qui varie de 62 % (les premières) à 30 % (minettes).

Les très grandes exploitations de minerai de fer sont localisées en Amérique du Nord, près des grands lacs (environ le $\frac{1}{5}$ de la production mondiale), et dans cette région minière qui comprend la Lorraine, le Grand-Duché de Luxembourg et les régions françaises voisines (presque $\frac{1}{3}$ de la production totale). Les autres exploitations sont disséminées en Europe et en Amérique, et elles sont d'une importance beaucoup moindre.

Suivant leur composition (teneur en fer, pauvreté en chaux, soufre, phosphore et impuretés diverses), leur situation géographique et géologique, suivant aussi les progrès et les besoins de la sidérurgie, les minerais de fer de telle ou telle espèce sont plus ou moins exploités. Les gisements les plus purs sont ceux de l'île d'Elbe, du Cumberland, de la Laponie, de Styrie et des États-Unis qui ont en moyenne 60 % de fer.

En Europe, le minerai de fer est exploité : en Angleterre (Cleveland, nord du Lancashire et du Cumberland), en Scandinavie (Grangesberg, au centre de la Suède, en Laponie), en Russie (près d'Iékaterinoslaw, dans le sud de l'Oural), en Autriche (Styrie, Carinthie, Alpes orientales, Bohême, nord de la Hongrie), en Allemagne (bassin de la Lahn, Lorraine), dans le Grand-Duché de Luxembourg, en France (Meurthe et Moselle, bassin de Briey, Normandie, Pyrénées orientales), en Espagne (Bilbao et provinces du Sud). — En Amérique septentrionale, aux États-Unis (district du Lac supérieur, Alabama et dans le Nord-Est), à Terre-Neuve et dans l'île de Cuba. — En Afrique, les gisements d'Algérie, de Tunisie et du Katanga. — En Asie, dans la Transbaikalie.

La production totale est de 157 millions de tonnes de minerai, donnant environ 74 millions de tonnes de fer.

La coïncidence géographique de bassins houillers et de districts d'exploitation de minerai de fer donne aux régions où elle existe, un développement économique considérable.

Industrie sidérurgique, voir p. 318; **commerce du fer**, voir p. 336.

Le cuivre. — Le cuivre n'a pas, dans l'industrie moderne, l'importance du fer, mais cependant son emploi est grand, notamment dans l'industrie électrique. On rencontre le minerai de cuivre en amas, en filons ou en dépôts sédimentaires; la richesse en cuivre des gisements est très variable : la chalcosine donne du 80 %, la chalcopyrite, 35 %, mais la plupart ne dépassent guère 10 %. Les centres principaux d'exploitation sont les États-Unis (plus de la moitié de la production totale), le Mexique (8 %), le Japon, l'Australie, l'Espagne, le Chili, le Pérou.

L'emploi du cuivre augmente chaque année : l'exploitation de son minerai qui n'atteignait pas 500.000 tonnes en 1900 a dépassé en 1912 le million.

En Europe, le minerai de cuivre est exploité en Norvège, en Allemagne (Mansfeld), en Russie (Oural, Caucase), en Serbie, en Espagne (Rio Tinto, Tharsis), en Portugal. — L'Amérique fournit à peu près les $\frac{3}{4}$ de la production mondiale, et les grands gisements exploités sont répartis le long des Andes : dans l'Alaska, au Canada (Yukon), aux États Unis (Montana, Utah, Arizona, Californie), au Mexique, au Pérou, en Bolivie, dans le Nord du Chili; en dehors de cette région montagneuse, près du lac Supérieur (États-Unis et

Canada). En Afrique, dans la colonie du Cap et au Katanga ; en Asie, au Japon ; enfin en Australie (Australie du Sud-Est, Nouveau Pays de Galles).

Le zinc. — Le minerai de zinc, blende ou sulfure de zinc, calamine ou silicate de zinc, smithsonite ou carbonate de zinc, est exploité surtout dans quatre régions : États-Unis, Australie, Allemagne et pays méditerranéens.

En Europe, les gisements de minerais exploités sont situés dans la région rhénane, la Silésie, la Pologne, le Caucase, mais surtout dans les régions du Sud : en Espagne (Murcie et Carthagène), en France (Gard, Lot et Var), en Italie (Sardaigne). Dans le continent américain, aux États-Unis (Missouri, Kansas, New-Jersey, Wisconsin, Colorado), au Canada, au Mexique. Dans les autres continents, en Asie Mineure, en Tunisie et en Algérie.

Production mondiale : environ un million de tonnes.

Industrie du zinc, voir p. 322 ; commerce du zinc, voir p. 337.

Le plomb. — Le minerai de plomb, galène ou sulfure de plomb, cérusite ou carbonate de plomb, est exploité dans l'Amérique du Nord (la $\frac{1}{2}$ de la production totale), en Australie et dans les pays méditerranéens.

En Europe, le minerai de plomb est exploité en Allemagne (Silésie, Harz, Massif rhénan), en Autriche (Bohême et Carinthie), en Italie (Sardaigne), en Espagne (Murcie). Dans le continent américain, aux États-Unis (Missouri, Kansas, Idaho, Utah, Colorado), au Canada, et au Mexique. Dans les autres continents, en Australie (Nouvelle Galles du Sud, Tasmanie), en Algérie, en Tunisie et au Japon.

La production totale est de 4.200.000 tonnes de minerai.

Le nickel. — Le minerai de nickel, garniérîte ou silicate de nickel, est exploité surtout au Canada.

En Europe, on extrait le minerai de nickel en Angleterre, en Allemagne, en France. Hors d'Europe, le Canada est le grand fournisseur par ses exploitations de l'Ontario ; citons aussi la Nouvelle Calédonie.

Production mondiale : 30.000 tonnes.

Autres métaux utiles. — Ce sont l'aluminium, le mercure, le manganèse, l'antimoine, le tungstène et le bismuth.

Le minerai d'*aluminium*, bauxite ou alumine hydratée, est exploité dans le sud de la France et aux États-Unis. — Le minerai de *mercure*, cinabre ou sulfure de mercure, est mis au jour surtout en Espagne (Almaden), puis en

Italie (Toscane), en Autriche (Carniole), aux États-Unis (Californie). — Le minéral de *manganèse* est exploité en Russie, en Espagne, aux États-Unis; celui d'*antimoine*, à Bornéo et au Japon; celui de *tungstène*, aux États-Unis et en Australie; le *bismuth*, en Saxe.

C. — Minéraux précieux.

L'or. — L'or se rencontre dans la nature soit à l'état natif, soit dans des filons de quartz aurifère très souvent consécutifs à des émissions éruptives, soit dans des dépôts sédimentaires que l'on appelle conglomérats aurifères lorsque l'or est dû à une précipitation mécanique. Les régions productrices d'or sont l'Afrique du Sud (presque la moitié de la production totale), l'Amérique du Nord, l'Australie, la Russie (Sibérie).

Le sol européen ne contient pas de minéral d'or exploitable (on y a trouvé cependant en divers endroits des quantités d'or minimes, notamment en Allemagne et en Autriche), sauf dans le sud de l'Oural. — En Asie, les grandes exploitations se trouvent en Sibérie (Tomsk, Transbaikalie, Léna, Haut-Amour); beaucoup moins importantes sont celles de l'Inde, de l'Annam et du Laos. — En Afrique, surtout au Transvaal (Witwatersrand). — En Océanie, les régions où l'or est exploité sont l'Australie (Nouvelle Galles du Sud, Victoria, Australie occidentale) et en Nouvelle Zélande. — Dans le continent américain, aux États-Unis (Californie, Alaska, Colorado, Nevada), au Canada (Klondyke et au sud de la Colombie); moins importantes sont les exploitations du Chili, du Mexique, des Guyanes et du Brésil.

La production mondiale dépasse 700.000 kilogr. par an et vaut environ $2\frac{1}{2}$ milliards de francs.

Les régions aurifères ont eu sur les hommes, à certaines époques, un pouvoir d'attraction énorme, produisant des mouvements considérables de populations, la création de grandes agglomérations humaines qui, lorsque l'exploitation du métal précieux était abandonnée, disparaissaient ou se transformaient en centres agricoles.

L'argent. — L'argent se rencontre soit en gisements proprement dits, dans des filons entourés de quartz ou de calcite, soit dans des minerais de plomb et de cuivre argentifères, même dans des minerais d'or. Les principales régions d'exploitation de l'argent sont dans l'Amérique du Nord (les $\frac{2}{3}$ de la production totale).

En Europe, le principal producteur est l'Allemagne (Massif rhénan, Harz,

Saxe, Mansfeld); viennent ensuite l'Espagne (Carthagène), le Portugal, l'Autriche (Bohême), la Grèce, la Sardaigne, la France (Finistère). — Ni l'Asie, ni l'Afrique, ni l'Océanie n'exploitent ce métal. — Dans le continent américain, les exploitations sont au Mexique (Pachuca, Real del Monte, San Luis de Potosi, Guanguato), aux États-Unis (Colorado, Montana, Nevada, Utah, Idaho), au Canada (Colombie), en Bolivie, au Pérou (Cerro de Pasco), au Chili.

La production totale est estimée valoir près de 600 millions de francs.

Le platine. — Ce métal, dont la valeur atteint et même dépasse celle de l'or, se rencontre surtout dans l'Oural, aussi à Bornéo et dans le Brésil.

Les pierres précieuses. La principale est le *diamant* que l'on exploite surtout dans l'Afrique du Sud (Kimberley, Prétoria, Rhodesie, Sud-Ouest africain allemand), et moins au Brésil, en Sibérie, dans les Indes et à Bornéo. Viennent ensuite les rubis, émeraude, saphir, topaze, améthyste, grenat; puis les pierres fines : calcédoine, sardoine, cornaline, agate, opale, turquoise, onyx, obsidienne, etc.

D. — *Matières premières végétales et animales.*

Matières végétales. — Certaines plantes sont cultivées presque uniquement dans un but industriel, telles que la liane à caoutchouc, les arbres à gutta-percha, beaucoup de plantes oléagineuses, tinctoriales, à parfums, à gommes et résines, etc.

Plantes à caoutchouc. Ce sont principalement des lianes (surtout la *landolphia*), ou des arbres (surtout l'*hevea*, le manihot, le ficus élastica); elles ne se développent bien que dans la zone intertropicale, notamment au Brésil (Amazone), dans la presqu'île malaise et au Congo belge.

Gutta-percha. Elle est produite par des arbres, notamment le *palaquium gutta*, dont le domaine géographique est limité à la péninsule malaise, Sumatra et Bornéo.

Plantes oléagineuses. La plus importante est l'olivier, qui croît surtout dans les pays méditerranéens (Provence) et aussi en Californie; ensuite le colza (Hongrie, Hollande, Belgique, Russie, Indes), la navette, le lin, le pavot, la sésame, l'arachide, le palmier à huile, le palmier cocotier, etc.

Plantes tinctoriales. La principale est l'indigotier, répandu dans la zone tropicale : Indes, Java, Chine, Amérique centrale.

Plantes à parfums. Elles sont cultivées dans des régions à climat doux (Côte d'Azur, Provence, Bulgarie, etc.); ce sont : le rosier, l'oranger, le jasmin, la violette, le patchouli, la menthe, etc.

Matières animales. — L'industrie tire profit de beaucoup de produits animaux, notamment le corail, les éponges, les écailles, les fourrures, l'ivoire, la nacre, les perles, etc.

Le corail est surtout pêché sur les rivages de l'Asie mineure, de Sicile, de Sardaigne et d'Algérie; les éponges, surtout dans la Méditerranée orientale; les écailles de tortues viennent des Indes néerlandaises, des Antilles, de l'Océanie; les fourrures, de la zone glaciale nord et de la zone tempérée froide (Alaska, Sibérie et Russie); l'ivoire, du Congo belge et des Indes.

C. — La localisation des industries.

I. — GÉNÉRALITÉS.

Causes principales de cette localisation. — Les industries de toute espèce ne se sont pas installées, développées et maintenues dans telle ou telle région au hasard; leur existence à tels endroits de la surface terrestre est due à des causes diverses, dont les principales sont : historiques, techniques, sociales, économiques, politiques et géographiques.

De ces industries, les unes sont concentrées en des endroits déterminés ou localisées en certaines régions; d'autres sont réparties dans tous les pays civilisés, et quelquefois même dans les pays neufs. De toutes les causes de cette répartition géographique des industries, les causes géographiques sont les plus intéressantes pour le géographe; mais celui-ci aurait tort de les considérer comme les plus importantes, surtout pour l'explication de la localisation actuelle des industries : le problème est en réalité devenu très complexe, et, pour le résoudre, il faut tenir compte de quantités de facteurs.

Quelques industries ne sont pas localisées; on les retrouve partout où il y a agglomération d'hommes, telles celle du bâtiment, celle de la production d'objets d'un usage journalier ou domestique; tels aussi les petits métiers.

Causes historiques. Nous en donnerons deux exemples souvent cités : l'exode des industries françaises vers l'étranger à la suite de la révocation de l'Édit de Nantes; le départ pour l'Angleterre des ouvriers tisserands flamands pendant les guerres de religion aux Pays-Bas.

Causes techniques. Les inventions ont été souvent mises à profit dans leur pays d'origine; ces inventions utiles ont développé certaines industries, en ont fait naître de nouvelles, ou ont permis à quelques-unes de subsister, quoique certaines conditions requises précédemment pour leur maintien à un endroit déterminé n'existassent plus.

Causes sociales. Pour qu'une industrie puisse prendre toute l'importance et tout le développement qu'elle peut avoir, il faut qu'elle trouve, là où elle s'établit, un milieu social favorable, ou bien qu'elle crée ce milieu. Ce milieu social favorable comprend, entre autres, une main-d'œuvre suffisamment abondante, des ouvriers et ouvrières aptes et souvent spécialisés, les capitaux nécessaires pour l'installation et la mise en marche. Le facteur social prend chaque jour une importance plus grande, et dans beaucoup de cas de localisation d'industries, il est actuellement prépondérant.

Causes économiques et politiques. Les plus importantes de ces causes sont les transports et le perfectionnement des moyens de transport, les débouchés et l'évolution du commerce, la disparition des douanes et des octrois à l'intérieur des pays, la constitution de grands États, la politique douanière, industrielle et commerciale des États, les primes à l'exportation, les avantages accordés par l'État à telle ou telle industrie qui est trop menacée par la concurrence, etc.

Causes géographiques. Ce sont : la répartition géographique du combustible (houille, lignite, gaz naturels, pétrole, bois) et des forces naturelles (chutes d'eau), employés soit directement, soit après transformation en énergie électrique; la répartition géographique des matières brutes et premières; le voisinage de marchés importants; l'existence de voies de transport naturelles; les conditions naturelles de chaque industrie.

Dans l'explication de la localisation des industries agricoles et extractives (élevage, culture de céréales et de plantes industrielles, cultures maraîchères, exploitations de minerais et de roches), les causes géographiques jouent un rôle souvent prépondérant, mais s'il s'agit d'industries de transformation, c'est-à-dire consistant à recevoir une matière première, à la travailler pour livrer au commerce un produit transformé, l'explication de la localisation doit être cherchée le plus souvent dans le désir du producteur de livrer ses produits au prix le plus bas. Le producteur aura intérêt à établir ses usines et fabriques soit près des centres de consommation, soit près du lieu de production de la matière première, soit entre les deux, là où les conditions de travail et de transport (adduction et écoulement) lui seront le plus favorables; il devra aussi tenir compte du prix de la main-d'œuvre (salaire et effet utile de l'ouvrier) et de la politique économique du pays où il pourrait s'installer.

II. — RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES PRINCIPALES INDUSTRIES.

Industrie charbonnière. — Tous les gisements de houille ne sont pas exploités (p. 309); l'industrie charbonnière n'existe que dans les régions où l'exploitation des couches de houille est rémunératrice : donc dans les bassins houillers à gisements plus ou

moins riches, dont le charbon trouve facilement des débouchés dans le pays même ou à l'étranger, charbon employé par l'industrie, par la marine à vapeur et pour le chauffage domestique. Cette industrie extractive occupe plus de trois millions d'ouvriers, et produit pour plus de dix milliards de francs annuellement.

L'industrie charbonnière comprend, outre l'exploitation des couches de charbon (anthracite, houille maigre, houille grasse, lignite), la fabrication des gaz d'éclairage et à moteurs, la production du coke et l'extraction de sous-produits, notamment le goudron, l'ammoniaque, la benzine et les couleurs d'aniline. Elle fournit le combustible à beaucoup d'autres industries et surtout à la métallurgie, à la verrerie et à l'industrie des transports.

Les industries ayant besoin de charbon sont attirées vers les régions de production charbonnière et d'autant plus, en général, que le prix du combustible est un facteur plus important dans l'établissement du prix de revient de leurs produits. L'emploi, comme force motrice, de la houille blanche (eaux provenant des glaciers), de la houille verte (eaux courantes) et du vent permet à quelques industries de se passer de houille; la transformation de ces forces motrices en énergie électrique, rend possible le transport à de grandes distances d'une force de plus en plus utilisée; l'emploi du pétrole et des résidus de sa distillation a pris dans certaines régions (Caucase, Russie) de l'extension.

L'industrie charbonnière fait partie du groupe des industries des mines, qui toutes ont un double sens géographique : d'une part, des modifications de la surface terrestre (forages et creusements de puits, terrils, houillères, carrières, installations diverses, physionomie particulière des régions houillères et minières), d'autre part des mouvements de population vers ces régions et des formes de peuplement dont la géographie des exploitations minières fournit, presque à elle seule, l'explication.

Industrie sidérurgique. — L'industrie du fer a besoin de deux minerais : la houille et le fer. Sa localisation est tout indiquée dans les régions où ces deux minerais sont extraits (Grande-Bretagne, notamment); ailleurs, elle se fera de préférence dans les bassins charbonniers; assez rarement dans les districts d'exploitation du minerai de fer (p. 311), la houille et le coke y étant amenés à bon compte, à moins que, comme dans l'Oural, des forêts riches ne fournissent sur place le combustible; plus rarement encore là où il n'y a ni houille ni fer.

Le minerai de fer, fondu dans des hauts-fourneaux, donne de la fonte, demi-produit, que l'industrie sidérurgique retravaille

pour obtenir du fer et de l'acier et fabriquer des pièces forgées et des produits laminés. Les usines sidérurgiques établies près des lieux d'extraction du minerai et loin des bassins charbonniers, se contentent souvent de la fabrication de demi-produits; près des bassins houillers, l'industrie sidérurgique est complète et se double de laminoirs, d'ateliers de construction, de mécanique, de chaudronnerie, etc.

On constate cependant l'existence d'usines sidérurgiques dans des régions où actuellement il n'y a ni houille, ni fer : le plus souvent, c'est que les gisements de houille ou de fer y sont épuisés. Dans ces cas, l'industrie y est retenue par une population ouvrière importante, et elle se spécialise dans la fabrication d'articles dont le prix de revient est presque indépendant du prix payé pour l'adduction du combustible et du minerai. Le développement pris dans ces dernières années par l'électrometallurgie pousse certaines usines à s'établir dans des régions disposant de houille blanche. Enfin le pourcentage souvent considérable du prix des transports des produits ouvrés et des matières premières dans le prix de revient, et aussi la nécessité de travailler des minerais de fer de qualités et d'origines différentes, poussent l'industrie sidérurgique et plus encore l'industrie mécanique (machines à vapeur et autres moteurs, machines-outils, etc.) et celle des objets métalliques, à se localiser le long des grandes voies de communication (fleuves, canaux, océan).

L'industrie du fer et l'industrie de la houille, dont l'énorme développement s'est surtout fait au XIX^e siècle, ont créé d'immenses agglomérations humaines, des régions industrielles, où la population est devenue tellement dense que la culture des céréales et l'élevage y ont presque disparu.

Les principales régions où sont installées les usines sidérurgiques sont : la Grande-Bretagne (Nord-Est de l'Angleterre, Sheffield, Birmingham, etc.), l'Allemagne (bassin rhénan-westphalien, bassin des minettes en Lorraine), la Belgique (bassins houillers), la Russie (contrées méridionales), les États-Unis (bassins des Appalaches, des anthracites), et la Nouvelle Écosse.

Industrie cotonnière. — Sa répartition géographique actuelle dépend beaucoup plus qu'autrefois de la répartition géographique de la culture du cotonnier (p. 305); en effet, les progrès de la mécanique ont libéré l'industrie cotonnière de l'obligation de disposer d'une main-d'œuvre habile et d'ouvriers spécialisés. Elle a pu, depuis peu, s'établir dans les régions productrices de coton, telle l'Inde britannique qui travaille la moitié du coton qu'elle produit. Cependant la fabrication des fils et des tissus fins reste le

monopole des pays civilisés, notamment de la Grande-Bretagne, et elle est localisée de préférence dans des régions humides, telle la plaine de Lancashire.

Le coton produit par la culture indigène, ou amené de l'étranger, est d'abord filé dans des filatures dont l'importance peut être plus ou moins exactement déterminée par le nombre de broches qu'elles possèdent; les fils de coton sont, pour la plus grande part, employés dans des fabriques de tissus dont l'importance se mesure par le nombre de métiers à tisser; les fils servent encore à la fabrication de broderies, de dentelles, de passementeries, etc.

En Europe, l'industrie cotonnière, qui autrefois n'existait pour ainsi dire qu'en Grande-Bretagne, s'est répandue dans presque tous les pays. L'Angleterre possède encore la première place, avec les cinq neuvièmes des broches du monde entier (Manchester et Lancashire, Glasgow et les environs, Nottingham). Sur le continent, des filatures et des tissages mécaniques se rencontrent surtout : en France (Nord, Normandie et Vosges), en Belgique (Flandre), en Allemagne (Saxe, Bohême, Westphalie, Vosges, Silésie), en Russie (Pologne, Moscou et environs), en Espagne (Catalogne), en Italie (Lombardie et Piémont). Hors d'Europe, l'industrie cotonnière est surtout développée aux États-Unis (Massachusset, Nouvelle Angleterre, contrées agricoles du Sud), au Japon (Osaka et environs), en Chine (Shanghai) et aux Indes britanniques (Bombay).

Des quantités de coton fournies par la culture, ce sont les États-Unis qui en consomment le plus pour leur industrie cotonnière, puis vient la Grande-Bretagne. Cette industrie a passé par plusieurs crises provenant, dans certains pays, de la difficulté d'achat de la matière première, que les pays producteurs tendent à conserver de plus en plus pour leur propre industrie.

Industrie lainière. — La localisation de cette industrie n'est pas actuellement dépendante de la répartition géographique des moutons (p. 306); c'est parmi les industries importantes, une des plus concentrées localement, d'abord parce qu'elle a besoin d'une main-d'œuvre experte, que l'on ne trouve que dans les pays civilisés, ensuite parce que la laine étant un produit de valeur, le coût de son transport des régions de production aux régions de fabrication n'influe guère sur le prix de revient; enfin parce que les produits fabriqués ont un débouché énorme

dans les régions industrielles et à population dense des pays civilisés.

Les principaux centres de l'industrie lainière sont en Grande-Bretagne, en Allemagne, aux États-Unis et en France; ils tirent les matières premières en petite partie de l'élevage local, en très grande partie de régions extra-européennes.

En Europe, les fabriques de fils et de tissus de laine sont localisées surtout : en Grande-Bretagne (Leeds, Bradford et le Yorkshire), en France (Nord avec Roubaix, Lille et Tourcoing, un peu à Rouen, dans le Languedoc et en Champagne), en Allemagne (Prusse rhénane, Westphalie, Saxe et Silésie). Viennent ensuite quelques centres lainiers : Verviers, Lodz et Moscou. Hors d'Europe, l'industrie lainière n'existe pour ainsi dire qu'aux États-Unis (Nouvelle Angleterre). — L'industrie lainière fournit des fils, des tissus peignés, des draps, des étoffes damassées, des tapis, couvertures, flanelles, châles, de la bonneterie, etc.

Industrie de la soie. — L'industrie de la soie est plus spécialement localisée en France, puis aux États-Unis, en Suisse, en Allemagne, en Italie, au Japon et en Chine. Les fabriques de soieries (tissus et rubans) se sont localisées dans les pays civilisés, surtout aux lieux d'élevage du ver à soie (Milan, Lyon), et au Japon et en Chine à cause, en plus, de l'existence d'une main-d'œuvre nombreuse et à bon marché. Aux États-Unis, elles se sont développées considérablement à cause des droits d'entrée sur la soie travaillée.

En Europe, l'industrie de la soie est répartie en France (Lyon, vallée du Rhône, Saint-Etienne, Picardie), en Suisse (Bâle et Zurich), en Allemagne (Crefeld), en Angleterre, en Italie (Milan), en Autriche (Trieste), en Russie (Moscou). Hors d'Europe, aux États-Unis (États de New-York et de New-Jersey, Paterson), au Japon et en Chine. — L'industrie de la soie fournit des tissus, mousselines, satins, tulles, velours, etc. Elle est concurrencée un peu par l'industrie de la soie artificielle dont les centres sont Tubize (Belgique), Elberfeld (Allemagne), Besançon (France).

Industries alimentaires. — Les industries alimentaires sont nombreuses et d'importance diverse : la meunerie qui s'est localisée dans les grands ports par où s'importe le blé, et dans les grands centres de consommation; les sucreries, accompagnant la culture de la betterave (p. 297) et les raffineries de sucre de

canne dans les ports et les grandes villes ; les brasseries, dont les centres principaux sont en Allemagne et en Angleterre ; les beurreries, dans les régions d'élevage de la vache, et notamment au Danemark, en Suède, en France, en Hollande et en Sibérie ; l'industrie des conserves alimentaires, surtout dans les pays à élevage intensif pour les conserves de viande (États-Unis et Canada, Argentine et Uruguay, Australie et Nouvelle-Zélande).

Les autres industries n'ont pas la même importance mondiale, telles les industries chimique, électrique, linière ; celle du zinc (localisée surtout en trois régions : 1° États-Unis ; 2° Belgique, Nord de la France, Prusse rhénane, Hollande ; 3° Silésie ; et réunies en syndicat international pour la réglementation de la production et le maintien des prix) ; le travail du diamant (Amsterdam, Anvers) ; les fabriques de pâtes alimentaires et de chocolat, l'industrie hôtelière, les industries rurales et à domicile, etc.

III. — LES CENTRES DE L'INDUSTRIE.

Régions industrielles. — L'industrie, étant source de richesse, tend à se développer partout où les conditions naturelles et sociales ne s'y opposent pas ; les industries agricoles dans les territoires fertiles et sous des climats convenant à chaque culture, sauf cependant dans les régions où la grande industrie (sidérurgie, métallurgie, industrie charbonnière) donne au sol une valeur telle que sa production agricole ne serait plus assez rémunératrice ; les industries minières, métallurgiques et autres partout où les conditions de main-d'œuvre, d'adduction ou d'exploitation du charbon et des matières premières, de transport, de débouchés, etc., leur sont favorables. Les grands foyers industriels sont situés en Europe occidentale (Angleterre, Allemagne, France, Belgique) et dans la partie orientale des États-Unis.

Les grandes régions agricoles sont : toute l'Europe au sud de 60° lat. N., la Sibérie, de l'Oural à Irkoutsk, la Chine, l'Indo-Chine, l'Inde britannique, l'Est de l'Australie, l'extrême Sud et Sud-Est de l'Afrique, le centre, le Sud et l'Est des États-Unis, le Sud du Canada, l'Argentine et l'Uruguay.

Les grandes régions industrielles sont : toute l'Angleterre, le Nord-Est de la France, la Belgique, les bords du Rhin allemand, la Saxe, la Lombardie et le Piémont, la Catalogne, les environs de Moscou, la Russie

méridionale, le sud du Japon, le Sud et l'Est des États-Unis, le Sud-Est du Canada. Dans les régions industrielles, la densité de la population est très forte (voir p. 249).

D. — La circulation des produits.

I. — GÉNÉRALITÉS.

Circulation des produits. — Les matières brutes, produites par la culture et l'élevage ou tirées du sol par l'exploitation minière, sont objets de commerce : lorsqu'elles ne sont pas consommées ou utilisées sur place par les producteurs, elles doivent, pour conserver leur valeur ou pour l'augmenter, être transportées aux lieux de consommation, d'utilisation ou de transformation. Les produits ouvrés et manufacturés sont aussi objets de commerce : au sortir de l'usine ou de la fabrique, ils doivent être répartis entre les centres de consommation ou d'emploi, ou soumis à de nouvelles appropriations et transformations, et, sous une nouvelle forme, être expédiés vers les régions d'utilisation. Ces matières premières et ces produits voyagent, circulent : le commerce consiste dans leur achat, leur vente, leur adduction et leur distribution.

Les produits commercables sont classés en deux groupes principaux : les matières premières, très peu nombreuses comme espèces, mais en grande quantité de chaque espèce, notamment le combustible, les minéraux, les textiles, les céréales, dont la production est localisée en quelques régions ; les demi-fabricats, les produits ouvrés et manufacturés, très nombreux comme espèces, mais de quantité relativement moindre de chaque espèce, dont la fabrication est le plus souvent disséminée dans de multiples régions et qui quelquefois passent d'une région dans une autre pour être soumis à de nouvelles transformations.

Ces produits sont transportés sur des voies de communication par des moyens de transport divers pour être distribués sur la surface de la terre selon les nécessités locales ; le plus souvent, ils sont, au cours de cette distribution, concentrés en certains endroits qui sont des centres commerciaux.

La géographie de la circulation. — L'influence des faits géographiques sur la circulation est considérable : la distribution des terres et des mers sur la surface du globe, le relief

des terres émergées, les conditions climatiques, la forme des côtes, la nature de la végétation, la composition du sol et du sous-sol, la forme de peuplement et la répartition de la population influencent, lorsqu'ils ne les déterminent pas, les voies de communication et leur tracé, les modes de transport, leur rapidité et leur coût.

Le massif de l'Himalaya n'a pu encore être traversé par un chemin de fer; les mers polaires sont, pendant la plus grande partie de l'année, sans valeur économique à cause de la congélation de leurs eaux; les déserts sont en général évités par les voies commerciales; le climat détermine les meilleures directions à suivre par la navigation maritime et s'oppose à la construction des voies ferrées dans les régions polaires et de routes dans les régions équatoriales humides; les voies de communication sont nombreuses et très utilisées dans les régions surpeuplées; etc.

L'influence de la circulation sur la répartition géographique des humains est remarquable (voir pp. 264-265) : les voies de communication attirent l'homme et ses industries; elles rendent exploitables des richesses minérales qui, sans elles, resteraient inutilisées.

Entre les diverses espèces de voies de communication, il y a souvent concurrence et lutte : le trafic par voie fluviale et maritime est moins coûteux, mais plus lent; celui par chemin de fer ou par automobiles est plus cher, mais plus rapide. Les moyens de transport modernes diminuent de plus en plus les distances, travaillent à l'union plus intime des diverses parties d'un pays, facilitent la colonisation, rapprochent les peuples et aident considérablement au développement de la civilisation; ils ont permis la création de grosses agglomérations humaines et de grands centres industriels et commerçants, qui sans eux ne pourraient subsister.

II. — LES VOIES DE COMMUNICATION.

Voies de communication naturelles. — La nature offre aux peuples, suffisamment civilisés pour en tirer tout le profit possible, des voies qui facilitent les transports : les vallées qui permettent l'accès dans les régions montagneuses et rendent moins sensibles les différences d'altitude; les plaines où peu d'obstacles dévient de la ligne droite les courants commerciaux; les fleuves, les rivières et les lacs qui aident aux transports;

et les océans et mers qui relient les divers pays par un territoire international, sans barrières ni physiques ni économiques.

Ces voies de communication naturelles, auxquelles il faudra sans doute bientôt ajouter l'atmosphère lorsque les progrès de l'aviation auront fait de l'aéroplane ou du dirigeable un moyen de transport pratique, ont des valeurs diverses non pas tant par leurs différentes natures, mais surtout par l'état de civilisation des hommes qui peuvent les employer : des peuples habitant les rivages de la mer ne sont pas devenus navigateurs sur mer (Chinois, Nègres, Indous, Indiens); la navigation fluviale a donné une importance économique considérable aux cours d'eau; la navigation maritime moderne fait des océans des voies de transport d'une valeur extraordinaire.

Les principales voies fluviales navigables. Les trois péninsules méridionales de l'Europe (Espagne, Italie, Balkans), possèdent peu de fleuves navigables à cause de leur relief et de leur climat : le cours inférieur du Guadalquivir et le Pô avec quelques-uns de ses affluents. En France, la Seine, avec ses affluents, forme le seul réseau fluvial qui ait une grande importance économique : le cours du Rhône est trop torrentueux, la Loire a un régime trop inconstant. Plus vers l'Est, les principaux fleuves navigables sont le Rhin et l'Elbe, puis l'Escaut, la Meuse, l'Embs, le Weser et l'Oder; en Russie, le Volga; tous sont parallèles à la direction SE.-NW. La navigation fluviale en Scandinavie est de peu d'importance, tandis que dans le Royaume-Uni elle est assez développée à cause de nombreux fleuves à cours inférieur lent et de plaine. Le Danube traverse d'W. en E. l'Europe moyenne.

En Afrique, aucun fleuve n'est navigable sur tout son parcours : le Nil a des cataractes, le Congo des rapides, le Zambèse manque souvent d'eau. En Amérique, c'est le cours inférieur du Saint-Laurent qu'il faut considérer comme ayant l'importance économique la plus grande, puis le Mississipi, l'Amazone et l'embouchure du Rio de La Plata. En Australie, le Murray est utilisé une partie de l'année seulement. En Asie, le Yang-tse et le Gange ont une assez grande importance; la navigation fluviale est moins développée sur les fleuves sibériens et indo-chinois, sur l'Amour, l'Indus, etc.

Voies de communication artificielles. — Elles ont été établies par l'homme pour compléter ou améliorer les voies de communication naturelles, ou pour faciliter et intensifier les rapports commerciaux; ce sont : les sentiers, les chemins vicinaux, les routes, qui relient les agglomérations humaines, et, dans ces agglomérations, les rues, avenues et boulevards; les chemins de fer (y compris les chemins de fer vicinaux et les lignes de tramways) ou routes réservées à deux moyens nouveaux de locomotion : la locomotive traînant des wagons,

la machine électromotrice tirant des voitures; les canaux qui multiplient et complètent les voies navigables.

Routes. Elles eurent une importance économique relativement très grande dans les pays civilisés jusqu'au moment de l'établissement d'un réseau dense de voies ferrées; elles ont conservé cette importance dans les pays neufs; leur rôle commence à redevenir assez grand dans les régions civilisées, depuis le développement de l'industrie des transports par automobiles et depuis que leur construction et leur tracé ont été améliorés par l'empierrement et le macadam, par la construction de ponts et de viaducs, l'établissement de lacets, de remblais et de déblais, pour rendre les pentes moins sensibles. La construction et l'entretien d'un réseau considérable de routes n'est possible que dans un État politiquement développé.

Chemins de fer. Leur origine remonte à 1830 et, après quelques années d'essais et de tâtonnements, les chemins de fer devinrent bientôt des voies de communication d'une nécessité et d'une importance telles qu'on ne pourrait se figurer nos régions civilisées sans voies ferrées. Les progrès des industries mécaniques permirent une augmentation considérable de la puissance de traction des locomotives et de la vitesse des transports : bientôt des lignes nombreuses, souvent doubles, triples et même quadruples, sillonnèrent les pays de haute civilisation, surtout l'Europe occidentale et l'Est des États-Unis.

Le réseau le plus dense, en Europe, est celui de Belgique (29 Km. de longueur par 100 Km. de surface), puis ceux d'Angleterre, de Suisse et de Hollande, pays où l'on compte, par 100 Km. de superficie, 10 à 13 Km. de voies ferrées. Ce rapport est, en France et au Danemark, un peu inférieur à 10, en Autriche-Hongrie et en Italie de 6, et dans le reste de l'Europe inférieur à 4. Les régions surpeuplées, les contrées industrielles et commerciales sont celles qui sont le mieux desservies, car les voies ferrées sont généralement construites dans un but économique, quoique certaines le soient pour des raisons politiques et stratégiques.

Ces voies ferrées forment, par leur continuité, des lignes transcontinentales dont les principales, en Europe, sont : d'Angleterre, via Ostende, Luxembourg, Bâle, le Saint-Gothard et Milan à Brindisi, Rome et Syracuse; d'Angleterre, via Ostende, Cologne, Vienne et Sofia, à Constantinople et de là vers Bagdad; d'Angleterre, via Calais, Paris, le Mont Cenis (ou le Lötschberg et le Simplon), Turin et Gênes, à Rome et Brindisi; de Scandinavie, via Hambourg (ou Stettin), Berlin et le Brenner à Trieste et Rome; de Cadix et de Lisbonne, via Madrid, Paris, Strasbourg, Vienne et Sofia à Constantinople ou via Paris, Liège et Berlin, à Saint-Petersbourg et Moscou, et de là vers la Chine et le Japon; de Hambourg, via Brême, Cologne et Bâle, à Gênes.

En Amérique du Nord, dans aucun pays, la densité du réseau ne dépasse 6,

mais elle est beaucoup supérieure dans certaines régions des États-Unis et dans le Sud-Est du Canada.

Les lignes transcontinentales sont assez nombreuses dans l'Amérique du Nord ; les deux principales sont celles qui partent de Halifax et de New-York pour aboutir à Vancouver et à San-Francisco.

Dans les autres continents, les réseaux ferrés sont très peu denses ; on n'en trouve de quelque importance que dans l'Inde britannique, l'Algérie, l'Égypte, l'Afrique australe et le Sud-Est de l'Australie. Ces continents possèdent, de même que l'Amérique du Sud, plutôt des chemins de fer de pénétration qui, partant d'un port, s'avancent à l'intérieur pour en faciliter la colonisation ou l'exploitation économique (telle la ligne de Hanoï au Yunnan), ou pour doubler un fleuve lorsque celui-ci, à cause des cataractes et rapides, ne peut plus servir à la navigation (telle la ligne de Matadi à Léopoldville), ou encore pour traverser le continent (telle la ligne du transsibérien de Moscou à Pékin, celle du transandin de Buenos-Ayres à Valparaiso, celle du transafricain du Cap au Caire ou du Cap à Alger (inachevés).

La longueur totale des voies ferrées sur le globe dépassait le million de kilomètres en 1910, dont le $\frac{1}{3}$ en Europe (la moitié de ce tiers en Europe centrale et occidentale), la $\frac{1}{2}$ en Amérique (les $\frac{7}{10}$ de cette moitié aux États-Unis), le $\frac{1}{10}$ en Asie, $\frac{1}{30}$ en Afrique, $\frac{1}{30}$ en Australie. D'autre part, les $\frac{9}{10}$ des voies ferrées ont été établies dans la zone tempérée et subtropicale nord. Enfin, par 100 kilomètres de voies ferrées, la Belgique possède 92 locomotives, 170 voitures pour voyageurs et 1850 wagons ; l'Angleterre respectivement 61, 142 et 2108 ; l'Allemagne 45, 96 et 924 ; la France 29, 66, 726.

Le tracé des voies ferrées est jusqu'à un certain point sous la dépendance des conditions géographiques : elles suivent de préférence les vallées, surtout pour pénétrer dans les régions montagneuses ; elles s'arrêtent au bord de la mer ; elles suivent rarement la ligne droite, étant détournées par des obstacles physiques ou par l'attraction de centres industriels ou commerçants. Cependant l'homme a pu surmonter des difficultés naturelles par la construction de viaducs pour la traversée des vallées, de ponts pour franchir les cours d'eau et même des bras de mer, de tunnels pour éviter des détours trop longs ou l'escalade d'une montagne, ou pour passer sous un fleuve, et de ferry-boats pour transporter un train entier avec voyageurs et marchandises du continent dans une île voisine.

Canaux. Creusés par l'homme, ils servent de complément aux voies navigables naturelles, soit pour les remplacer lorsqu'elles sont peu navigables (canaux latéraux), soit pour les unir et permettre aux bateaux de passer d'un bassin dans un bassin voisin (canaux de jonction). Ils peuvent ne servir qu'à la navigation fluviale (canaux ordinaires, dits aussi à petite section), ou être suffisamment larges et profonds pour admettre les navires de mer (canaux maritimes, dits aussi à grande section). Les plus importants de ces derniers sont ceux qui, par le percement d'isthmes, relient deux

océans, tels le canal de Suez, inauguré en 1869, celui de Panama, livré au trafic en 1914, ou qui mettent en communication deux mers, tels le canal de Kiel, ouvert à la navigation en 1895, et celui de Corinthe (1893).

III. — LES MOYENS DE TRANSPORT ACTUELS.

Transports continentaux. — Sur les routes, le transport de marchandises est fait par portage et roulage, sur les chemins de fer par des trains, sur les cours d'eaux, les lacs et les canaux par la batellerie fluviale. Dans les régions polaires et tempérées froides, lorsque la neige et la glace recouvrent le sol et les eaux, ces moyens de transport sont remplacés par le traîneau.

Portage. Le portage à dos d'hommes n'est plus guère usité que dans les pays non civilisés, là où les voies de communication terrestres ne sont que des sentiers et où les animaux de somme sont rares. Le portage à dos d'animaux est plus fréquent, et on le rencontre surtout dans les déserts (chameaux) et dans les montagnes (ânes et mulets). Le transport par caravanes est un cas typique, qui n'existe plus que dans les régions sèches de très grande étendue (Mongolie, Sahara, etc.).

Roulage. Le roulage est le transport par axe, sur des routes, au moyen de diverses espèces de véhicules : chars, charrettes, carrosses, messageries, malles-postes, voitures de tout genre, depuis le tombereau des villes jusqu'au chariot automobile que le xx^e siècle a créé. Le roulage, sauf celui par automobiles, appelé à un grand avenir, n'est plus guère employé pour les transports à grande distance : le chemin de fer et la batellerie offrent des conditions meilleures ; mais, comme complément du chemin de fer et pour les transports dans les agglomérations humaines et leurs environs, le roulage s'est développé depuis la création des chemins de fer.

Transport par voie ferrée. C'est le moyen de transport le plus rapide, le plus pratique et le plus sûr, souvent le plus économique, toujours le plus régulier. Aussi se développe-t-il de plus en plus dans tous les pays civilisés et dans les pays neufs. Il est continué, dans chaque gare, par le roulage ; à certains croisements d'une voie fluviale, par la batellerie ; dans les ports, par la navigation maritime.

La traction a fait de grands progrès, grâce aux perfectionnements apportés aux locomotives (surchauffage de la vapeur, bogie, poids plus lourd, diamètre des roues augmenté, moteurs rotatifs, moteurs électriques, etc.), par les soins apportés à l'établissement des voies, par l'adoption de meilleurs systèmes de signalisation, par une amélioration du matériel de transport, par le développement de l'outillage des grandes gares, surtout des gares

maritimes. Sur quelques lignes, la vitesse des trains de voyageurs atteint et même dépasse 100 kilom. à l'heure.

Les trains sont de deux espèces : les trains de voyageurs réservés au transport des hommes, de quelques marchandises et des correspondances postales (ils se subdivisent en trains de luxe, express, directs, de banlieue) ; et les trains de marchandises qui transportent des matières premières et des produits de tout genre.

Navigation fluviale. La navigation fluviale emploie des bateaux dont la grandeur et le tirant d'eau sont déterminés par les dimensions des écluses (lorsqu'ils doivent se servir de canaux) et par la profondeur des cours d'eau. Ce moyen de transport est encore de première importance dans les pays sans chemins de fer ou avec peu de voies ferrées, notamment en Sibérie, en Chine, au Congo, dans le Brésil, en Russie, mais là où les chemins de fer existent en nombre suffisant, la navigation fluviale a beaucoup diminué. La batellerie ne peut guère lutter contre la voie ferrée, car les transports par voie navigable sont peu rapides, ne se font que dans le sens déterminé par le cours d'eau, sont irréguliers à cause des crues, des basses eaux, des brouillards, des glaces et des débâcles, enfin ne permettent pas la distribution des marchandises dans toute une contrée. Cependant, la navigation fluviale est de préférence employée pour les matières de grand poids, de peu de valeur, transportées en vrac, tels les charbons, les céréales, les minerais, et pour les marchandises qui doivent être transportées à de grandes distances.

La navigation dans les estuaires et même dans le cours inférieur de certains fleuves est plutôt maritime que fluviale, ces estuaires étant en réalité des bras de mer (voir p. 262).

Transports maritimes. — La mer est la plus importante des voies de communication mondiales ; elle présente, au point de vue économique, de grands avantages qui découlent des caractéristiques anthropogéographiques signalés pp. 259 et 260. Les transports maritimes se font par voiliers et par navires à vapeur ou steamers ; ils forment une véritable industrie. Leur importance est telle que près des $\frac{4}{5}$ du commerce mondial se font par la voie maritime. Peut-être les sous-marins rendront-ils un jour de grands services comme moyens de transport.

Navigation maritime à voiles. Pendant longtemps, l'océan ne vit naviguer sur ses eaux que des voiliers : ce furent les caravelles du Portugal, les galions d'Espagne, les goélettes, bricks et trois mâts de France, les schooners et clippers américains, d'autres encore de divers pays. Poussés par le vent qui enfle leurs voiles atteignant 5000 mètres carrés de superficie,

ils étaient seuls à faire les transports maritimes; vers 1850, ils formaient les 96 % de la marine marchande mondiale; en 1890, il n'y avait plus que 21000 voiliers avec un tonnage total de $9\frac{1}{2}$ millions de tonnes¹, et en 1910, le nombre des navires à voiles de plus de 100 tonnes était réduit à 8050 avec un tonnage total de $4\frac{1}{2}$ millions de tonnes. Cette diminution est due à la concurrence de la navigation à vapeur et à l'ouverture au trafic du canal de Suez. Aujourd'hui, les voiliers ne forment plus que les 23 % du tonnage total des marines marchandes réunies; ils ne servent guère qu'au transport de marchandises vers des contrées très éloignées, marchandises lourdes ou prenant beaucoup de place, qui ne craignent pas un long trajet en mer et qui ne doivent pas arriver à destination à date plus ou moins fixe, tels la houille, les minerais, le fer, le ciment, les bois de construction, les céréales, la laine, le guano, le salpêtre, le nitrate; les voiliers partent d'Europe d'ordinaire avec un chargement de charbon ou de bois.

Quelques voiliers sont munis d'un moteur à pétrole ou d'une machine à vapeur qui sont employés lorsque le vent ne souffle pas ou est trop faible.

Navigation à vapeur. L'application pratique de la machine à vapeur à la propulsion des bateaux et navires ne se fit que vers 1830 à la suite d'essais dont les premiers sont dus à Denis Papin (1707) et à Robert Fulton (1803). En quelques années (1830-1850), la navigation à vapeur fit de tels progrès, grâce surtout aux armateurs anglais, qu'en 1860, le nombre des steamers approchait de 100.000; dans la décade suivante, ce nombre diminua, mais le tonnage augmenta : en 1870, ce tonnage était de 2.793.400 tonnes, soit le $\frac{1}{7}$ du tonnage de toute la flotte marchande; aujourd'hui les steamers en forment plus des $\frac{5}{7}$.

L'augmentation du tonnage, la perfection de la forme, l'agrandissement des dimensions, les progrès dans la machinerie, notamment l'emploi des turbines, le remplacement des roues à palettes par des hélices, et du bois par le fer et l'acier, ont permis d'accélérer considérablement la vitesse des navires à vapeur. Les uns servent au transport des voyageurs et sont de véritables hôtels flottants munis de tout le confort désirable; les autres servent au transport des marchandises : ce sont les cargo-boats, les chalands de mer, les bateaux-citernes pour le pétrole, les navires spécialement aménagés pour le transport des viandes congelées, des primeurs, etc. A un autre point de vue, on classe les steamers en liners qui font un service régulier entre deux grands ports avec ou sans escales en cours de route; et en

¹ Sauf mention contraire, nous employons comme unité de tonnage maritime la tonne de registre internationale (T. R. qui n'est pas une mesure de poids, mais de capacité équivalente à 2 m³, 836. Le tonnage net (T. R. N.) ne signale que l'espace utilisable pour le transport de marchandises; le tonnage brut (T. R. B.) est l'espace compris entre les flancs du navire sans déduction des chambres de machines et d'équipage, des soutes à charbon, etc.

trampers qui vont çà et là chercher des marchandises et essayer d'obtenir le fret qui leur fournit le plus grand bénéfice : ils visitent surtout les ports secondaires. On distingue aussi les navires de haute mer qui traversent les océans, et les navires de cabotage qui sont employés le long des côtes.

Les principales flottes marchandes. Les flottes marchandes réunies (steamers de plus de 100 tonnes et voiliers de plus de 50 tonnes) comptaient en 1911 environ 40.000 navires, dont 15.000 steamers et près de 25.000 voiliers, ayant ensemble 44 millions de tonnes de registre brutes; les pays d'Europe en possédaient les 84 %.

Statistique de l'année 1911	Navires à vapeur de plus de 100 T. R. N.		Navires à voiles de plus de 50 T. R. N.		Totaux	
	Tonnage en T. R. N.	%	Tonnage en T. R. N.	%	Tonnage total	%
Royaume Uni	11.122.200	49.8	1.118.500	18.2	12.240.700	43.0
Allemagne	2.454.800	11.0	433.400	7.0	2.888.200	10.1
États-Unis	1.308.800	5.9	1.304.900	21.2	2.613.700	9.2
Norvège	942.500	4.2	654.100	10.6	1.596.600	5.6
Japon.	1.160.400	5.2	384.600	6.3	1.544.900	5.4
France	855.100	3.8	470.000	7.6	1.325.100	4.6
Italie	497.500	2.2	503.300	8.2	1.000.800	3.5
Toutes les marines marchandes réunies	22.338.500		6.153.000		28.491.500	

Les grandes compagnies de navigation. Ce sont : en Angleterre, la Cunard (Liverpool), l'Océanic (Liverpool et New-York), la White Star (Ibid.), la Peninsular and Oriental (Londres), l'Union Castle (Ibid.); en Allemagne, la Hamburg-Amerika (Hambourg), la Hamburg-Süd-Amerika (Ibid.), le Norddeutscher Lloyd (Brême), la Hansa (Ibid.), la Woermann (Hambourg), l'Australische, la Cosmos; en France, les Messageries maritimes (Marseille et Bordeaux), la Transatlantique (Le Havre, Saint-Nazaire et Marseille), les Chargeurs réunis (Le Havre), la C. Fabre, les Transports maritimes; en Belgique, la Belge-Américaine (Anvers), les Transports maritimes (Ibid.), la Belge-Sud-Américaine (Ibid.); aux États-Unis, l'United States (Philadelphie), la Southern Pacific (New-York et San Francisco), la Pacific Mail (Ibid.); en Espagne, la Trasatlantica (Cadix et Barcelone); en Italie, la Navigazione generale (Rome, Naples, Gênes et Palerme); en Autriche, le Lloyd austriaco (Trieste); en Hollande, la Nederland (Amsterdam), le Rotterdamsche Lloyd (Rotterdam); au Japon, la Nippon Yusen Kaisha.

Les grandes lignes de navigation. Ce sont : 1° de Liverpool et de Glasgow vers le Canada; 2° de Liverpool, du Hâvre, d'Anvers, de Hambourg et de Saint-Nazaire vers les États-Unis (la route de l'Atlantique Nord est suivie par plus de la moitié des navires du monde); 3° de Liverpool, de Southampton et de Bordeaux vers le Brésil et l'Argentine (par cette route passent les 5 % du trafic maritime mondial); 4° de Marseille, de Bordeaux, de Liverpool, d'Anvers et de Hambourg vers la côte occidentale d'Afrique; 5° de tous les grands ports européens vers les Indes britanniques, les Indes néerlandaises, l'Extrême-Orient et l'Australie (les 12 % du trafic maritime mondial se font par cette route); 6° de San Francisco et de Vancouver vers l'Extrême-Orient (la route du Pacifique Nord n'est suivie que par 1 % des navires; l'ouverture du canal de Panama augmentera ce pourcentage).

Importance relative des océans. L'océan Atlantique, que 300 navires en moyenne sillonnent chaque jour dans sa partie boréale, a la prépondérance, parce que : 1° sur ses côtes sont fixés les plus grandes masses humaines, les peuples les plus industriels et les plus commerçants; 2° la surface des terres dont les eaux s'écoulent dans cet océan est très considérable (50 millions de Km²; 2 $\frac{1}{2}$ fois plus que le bassin du Pacifique); 3° des mers nombreuses et de grands fleuves navigables facilitent l'accès dans l'intérieur des terres, surtout en Europe; 4° il est ouvert, au sud, vers l'océan Indien et l'océan Pacifique et deux canaux maritimes, celui de Suez et celui de Panama, le mettent en communication plus rapide avec ces deux océans; 5° sa forme est en S allongé, et le rapprochement de l'Ancien et du Nouveau Continent facilite les voyages.

L'océan Pacifique est beaucoup plus large et plus vaste (165 millions de Km²; deux fois l'océan Atlantique), mais son bassin est considérablement plus petit, la partie américaine étant pour ainsi dire sans fleuve; en outre, les produits de l'Asie prennent de préférence le chemin de l'Europe. L'ouverture du canal de Panama rapproche l'Asie de la côte orientale des États-Unis et du Brésil ainsi que de la côte occidentale de l'Europe : le Pacifique augmentera en importance.

L'océan Indien n'est presque employé que par le commerce de transit; les océans polaires n'ont, au point de vue de la navigation, qu'une importance très minime.

Transmission des idées. — Des auxiliaires importants du commerce sont le service des postes pour la transmission des lettres, journaux, imprimés, valeurs monétaires ou autres; le service télégraphique pour l'envoi de télégrammes par fils aériens, par fils souterrains, par câble sous-marin, ou par ondes électriques; le service téléphonique pour mettre en communication directe deux personnes souvent très éloignées

Pune de l'autre. Il faut citer encore comme adjuvant du commerce les langues commerciales et les langues universelles.

Postes. Le service des postes est une institution politique et économique, qui n'a presque rien de géographique, car son développement dépend presque uniquement de l'état économique et des moyens de transport. La création de l'Union postale universelle a donné beaucoup d'intensité au mouvement postal : en 1908, la poste a transmis 42 milliards d'envois, soit près de 115 millions par jour.

La Suisse possède un bureau postal par 10 Km²; l'Allemagne et le Royaume-Uni, un par 13 Km²; la Belgique, un par 17 Km²; la France, un par 48 Km²; la Russie, un par 1540 Km². Chaque habitant de la Suisse reçoit et envoie chaque année une moyenne de 110 lettres; chaque habitant du Royaume-Uni et de l'Allemagne, 100; de Belgique, 75; de France, 65.

Télégraphes. Pendant longtemps, la télégraphie fut acoustique (langage tambouriné des Nègres) ou optique (feux, signaux, sémaphores système Chappe); depuis le milieu du siècle dernier, la télégraphie électrique s'est de plus en plus répandue dans tous les pays, surtout dans les pays civilisés. — Elle comprend d'abord la télégraphie par fils aériens ou souterrains, reliés à des bureaux de télégraphe; les plus importants de ces bureaux sont ceux de Londres et de Paris : le bureau central de Londres occupe 5000 employés, possède 1300 appareils de transmission, et envoie chaque jour près de 215000 dépêches. La longueur totale de ces lignes de télégraphie est de 2 millions de Km. avec des fils qui, mis bout à bout, auraient une longueur de 9 millions de Km. — Elle comprend ensuite la télégraphie par câbles sous-marins pour les transmissions d'un continent à un autre par delà l'Océan; la plupart des câbles sous-marins (60 %) ont été établis par les Anglais, mais les grandes puissances en possèdent toutes, quoiqu'en petit nombre (États-Unis 18 %, France 9 %, Allemagne 7 %). — Elle comprend enfin, grâce à un grand progrès dans les inventions électriques, la télégraphie sans fil (système Marconi, système Telefunken), qui se sert des ondes dites hertziennes pour transmettre un télégramme. Les postes de télégraphie sans fil sont déjà nombreux, 3200 en 1913, dont $\frac{1}{3}$ sur les continents et le reste sur des navires de commerce ou de guerre. Le rayon d'action de ces postes est plus ou moins grand, mais les plus importants peuvent transmettre des télégrammes à plus de 4000 kilomètres.

Téléphones. Plus récent que le télégraphe, le téléphone est devenu plus rapidement un auxiliaire précieux du commerce. En 1913, on comptait 13 millions d'appareils en service et plus de 50 millions de kilomètres de fils téléphoniques, dont 68 % aux États-Unis.

Langues commerciales. Les affaires commerciales sont traitées par écrits ou par paroles; d'une façon comme de l'autre, les commerçants doivent employer des langues que comprennent leurs clients et leurs

fournisseurs. Certaines langues et certains dialectes sont devenus des langues commerciales employées de préférence par les trafiquants : l'arabe pour les pays de religion mahométane, le malais dans les îles de la Sonde, l'espagnol dans l'Amérique centrale et méridionale, l'anglais dans tout le territoire du vaste empire britannique et un peu partout dans le monde, la lingua franca dans les ports du Levant, le Souahéli dans l'Afrique orientale, le pidjin-english dans les ports de l'Extrême-Orient. — Des essais de construction d'une langue universelle, tels le volapük et l'espéranto, n'ont jusqu'ici pas rendu d'énormes services : l'espéranto est cependant connu par plus de 3 millions d'hommes et est la langue de 125 journaux.

IV. — LA DISTRIBUTION DES PRODUITS.

Le commerce. — Les produits de toute espèce, bruts et ouvrés, agricoles et industriels, de l'élevage et des exploitations minières, sont objets de commerce, c'est-à-dire matières de circulation, d'échange et de vente, pourvu que le producteur ne s'en réserve pas l'utilisation, et que leur valeur marchande permette d'en faire soit l'échange contre d'autres produits, soit l'achat et la vente contre numéraire ou monnaie. Ces produits circulent par les voies de communication et sont distribués par les moyens de transport. Le commerçant sert d'intermédiaire entre le producteur et le consommateur ; souvent le producteur, désirant supprimer cet intermédiaire, devient lui-même commerçant : c'est notamment le cas pour la plupart des industriels qui ne se bornent pas à produire et à fabriquer, mais cherchent à se mettre en rapport direct avec le consommateur au moyen de leurs bureaux commerciaux et de leurs agences commerciales. Nous examinerons rapidement, à titre d'exemples les plus intéressants et les plus importants, le commerce de quelques produits de première nécessité, tels la houille, le fer, les céréales, le coton, la laine, etc.

Espèces de commerce. Le commerce se divise en :

1° Grand commerce, qui a pour objets les matières premières et les produits fabriqués de très grande utilité, et se fait par de très grandes quantités à la fois ; et petit commerce, qui s'occupe de la vente de tous les produits, mais en quantités moindres ;

2° Commerce intérieur, qui ne sort pas des limites d'un pays et dont la

valeur ne peut être évaluée qu'approximativement; et commerce extérieur, qui est l'échange et la vente entre pays différents, et dont l'importance est déterminée par les statistiques des administrations douanières;

3° Commerce d'importation, portant sur des marchandises achetées à l'étranger; commerce d'exportation, qui a pour objet la vente à des clients hors du pays; commerce de transit, qui consiste dans le transport à travers un pays de marchandises originaires de l'étranger et à destination de l'étranger;

4° Commerce général, qui comprend toutes les marchandises à l'entrée et à la sortie d'un pays, quelle qu'en soit la provenance ou la destination; commerce spécial qui comprend, à l'entrée, les seuls produits destinés à la consommation du pays et, à la sortie, les produits nationaux seulement, destinés à l'étranger.

L'Europe, le plus grand centre commercial. Du total des importations dans tous les pays du monde, les $\frac{2}{3}$ environ viennent en Europe (matières premières et denrées alimentaires); du total des exportations de tous les pays, les $\frac{3}{5}$ proviennent de l'Europe (produits manufacturés).

L'Europe achète du blé à l'Inde, aux États-Unis, au Canada, à l'Argentine, en Égypte, et en partie chez elle, en Russie; du riz, à l'Indo-Chine et à la Birmanie; de la viande, aux États-Unis, à l'Argentine, à l'Uruguay et à l'Australie; du sucre de canne, à Cuba et à Java; du café, au Brésil et à Java; du thé, aux Indes britanniques, à la Chine, à Java et au Japon; du vin, à l'Algérie; du caoutchouc, aux régions arrosées par l'Amazone, à la presqu'île malaise et au Congo; du fer, la presque totalité, chez elle, en Suède et en Espagne; du cuivre, au Chili, aux États-Unis, au Mexique et au Japon; du pétrole, aux États-Unis et au Caucase; de l'étain, à la presqu'île malaise et aux Indes néerlandaises; du coton, aux États-Unis, à l'Inde et à l'Égypte; de la laine, à l'Australie, à l'Argentine, à l'Afrique australe; de la soie, à la Chine et au Japon; de l'or, aux États-Unis, au Transvaal et à l'Australie; de l'argent, au Mexique et aux États-Unis; des machines, aux États-Unis; etc.

Par contre, elle envoie dans tous les pays du monde ses produits ouvrés et manufacturés, notamment en Chine, aux Indes, en Australie, en Afrique septentrionale, en Amérique méridionale, au Mexique et au Canada.

Commerce de la houille. Ce commerce a son point de départ aux lieux de production de la houille, que nous avons signalés pp. 309-310.

Beaucoup de bassins houillers ne donnent pas lieu à un grand commerce: tels ceux du Sud, du centre et de l'Est de l'Europe, dont la production est consommée dans le pays d'origine, soit par l'industrie, soit par le chauffage domestique; ou bien envoyées à peu de distance comme les charbons du bassin de Silésie en partie achetés par l'Autriche-Hongrie et par l'Allemagne centrale, les charbons de la Sarre en partie utilisés en France, un peu de charbon allemand (pour 100 millions de francs en 1913) vendu à la Belgique,

un peu de charbon belge (pour 82 millions en 1913) expédié vers Paris et vers le Nord et l'Est de la France.

Une partie du grand commerce de charbon sert à alimenter, sur divers points du globe, les dépôts utilisés pour le ravitaillement des navires à vapeur : des quantités de houille sont transportées, par voiliers, soit de Grande-Bretagne, soit des États-Unis, d'Allemagne ou du Japon, vers les stations de ravitaillement en charbon, tel Singapour où se vendent des charbons de provenance anglaise, nipponne et australienne.

C'est plus particulièrement par l'Atlantique que se fait le grand commerce de charbon ; sur ses deux rives, aux États-Unis et en Europe nord-occidentale, se trouvent les grandes exploitations charbonnières qui fournissent le combustible à l'Amérique centrale et méridionale, aux pays des bords de la Méditerranée, aux régions baltiques. La Grande Bretagne, malgré la concurrence toujours plus sensible d'autres pays, est restée quasi maîtresse de ce marché charbonnier de l'Atlantique ; les États-Unis, dont les gisements de charbon sont moins bien situés au point de vue de l'exportation, n'ont pas jusqu'ici pu obtenir la prépondérance ; le bassin du Rhin et de Westphalie, grâce surtout aux installations de Ruhrort et de Duisbourg, exporte assez bien de charbon.

Le marché charbonnier du Pacifique a pris une certaine importance depuis l'exploitation des gisements de houille de l'Australie et du Japon : le Japon vend du charbon en Chine, dans l'Asie méridionale, aux Indes néerlandaises ; l'Australie expédie en Amérique du Sud et du Nord.

Commerce du fer. Il comprend deux parties : le commerce du minerai de fer et le commerce de la fonte, du fer, de l'acier et des produits des industries sidérurgiques et mécaniques.

Les minerais sont en général exportés lorsqu'il n'existe pas, près de leurs lieux d'exploitation de gisements charbonniers. — En Europe, le plus grand pays exportateur est l'Espagne qui vend environ 9 millions de tonnes par an exportées par Bilbao, Santander, Carthagène, etc. Vient ensuite la Suède qui expédie environ 6 millions de tonnes par Narwick, Lulea et Oxelesund. La Russie en exporte une certaine quantité, et le bassin des minettes de Lorraine en expédie vers la Belgique (pour 49 millions en 1913), la France et la région westphalienne. Les grands importateurs de minerai de fer sont la Grande-Bretagne, l'Allemagne (surtout par le Rhin et les ports d'Anvers, de Rotterdam et d'Emden), la Belgique (pour 62 millions de francs en 1913), et la France. Les principaux marchés de ce minerai sont à Middlesborough (Angleterre), Rotterdam (Hollande), Longwy (France) et Esch-sur-Alzette (Luxembourg). Une petite partie de la production européenne est achetée par les États-Unis. — En dehors d'Europe, le commerce de minerai de fer n'existe pour ainsi dire qu'aux États-Unis et au Canada. Le minerai de Terre-Neuve est expédié en partie vers Philadelphie et Baltimore, un peu vers l'Angleterre ; celui des États-Unis donne lieu à un grand trafic aux États-Unis

même : on estime à 35 millions de tonnes la quantité de minerai de fer y transportée, mais ici, plus qu'ailleurs, les usines métallurgiques exploitent directement les minerais dont elles ont besoin. Le principal marché du minerai de fer est Cleveland.

La fonte produite par les hauts-fourneaux est employée telle, mais le plus souvent transformée en fer et en acier dans les usines qui la produisent; aussi le commerce de la fonte est-il peu important : la Grande-Bretagne en exporte assez bien, l'Allemagne aussi (1 million de tonnes). La fonte est surtout importée dans les pays sans grande production charbonnière, mais possédant des aciéries; la Belgique en a cependant importé pour 46 millions de francs en 1913.

Les produits des aciéries, notamment les métaux ouvrés, sont surtout exportés par la Grande-Bretagne, puis par l'Allemagne, les États-Unis, la Belgique (pour 280 millions de francs en 1913) et la France. Des accords entre producteurs ont donné naissance à des syndicats (la Steel Corporation des États-Unis, le Stahlwerksverband allemand, les comptoirs, etc.) pour la vente et même pour la production.

Commerce du zinc. Le minerai de zinc est rarement (sauf aux États-Unis) travaillé sur place, mais l'industrie du zinc est localisée, comme nous l'avons vu p. 322, en quelques régions. Aussi ce minerai est-il exporté des régions productrices (p. 313) vers les régions industrielles, et monopolisé par quelques grandes sociétés qui l'importent en Europe par les ports d'Anvers, Rotterdam, Hambourg, Dunkerque et Swansea. — Le commerce du zinc fabriqué est entre les mains d'un syndicat qui réglemente les prix et la production; les pays exportateurs sont la Belgique (pour 81 millions de francs en 1913), l'Allemagne et la Hollande.

Commerce des céréales. Ce commerce est très important, parce que les régions industrielles, notamment l'Europe occidentale et centrale, sont loin de produire les céréales qui leur sont nécessaires pour leur alimentation; elles doivent donc en importer de grandes quantités, et tous les pays producteurs leur en fournissent.

Le Royaume-Uni, la Belgique, la Suisse, la Hollande et, à un degré moindre, l'Allemagne, sont grands importateurs de blé, froment surtout, qu'ils font venir notamment du Canada (Montréal, Québec), des États-Unis (Chicago, New-York, Nouvelle-Orléans, Baltimore), de Russie (Odessa), de l'Argentine (Buenos-Ayres, La Plata), des Indes anglaises (Kurratchi), de l'Australie, de Roumanie et de Hongrie, et l'importent surtout par Hambourg, Rotterdam, Anvers, Londres, Hull, Liverpool, Marseille et Gênes, villes qui possèdent chacune, et aussi Paris, une bourse au blé. La Belgique a importé en 1913 pour 380 millions de froment et en a exporté pour 71 millions. L'Espagne, l'Italie, le Portugal et la France en importent beaucoup moins.

Le riz, produit par la Chine, le Japon et les Indes néerlandaises, est consommé sur place ou en Extrême-Orient; celui produit par l'Indo-Chine et la Birmanie est en grande partie exporté (par Saïgon et Rangoun) vers la Chine, le Japon et certaines contrées européennes. — Le seigle ne donne lieu à un commerce qu'entre la Russie d'une part (seul pays exportateur) et l'Allemagne, la Suède, le Danemark et la Norvège d'autre part. — L'orge est exportée de l'Europe orientale vers l'Europe occidentale (Anvers et Rotterdam à destination de l'Allemagne, et les ports anglais).

Commerce du coton. Le coton brut, avons-nous vu p. 319, est de plus en plus utilisé dans les régions qui le produisent (Inde britannique, États-Unis), mais sa culture se propage et les pays à industrie cotonnière font des efforts pour la développer dans leurs colonies. Le commerce du coton brut se fait des régions de production vers les régions à industrie cotonnière : des États-Unis (75 % de la production) vers l'Angleterre et l'Europe continentale par les ports de Galveston, Nouvelle-Orléans, Savannah, Saint-Louis, New-York, ce dernier étant le grand marché de coton brut; de l'Égypte (la totalité, coton cher) vers l'Europe occidentale et un peu vers les États-Unis; des Indes britanniques (55 % de leur production, coton grossier) vers le Japon et l'Allemagne, par Bombay; de l'Asie russe vers la Russie; de la Chine vers le Japon. La Belgique a importé, en 1913, pour 222 millions de francs de coton brut. Les marchés principaux européens sont Manchester, Le Havre et Brême.

Les produits de l'industrie cotonnière sont estimés à un demi-milliard de francs de fils, $2\frac{3}{4}$ milliards de francs de tissus et 1 milliard de francs de divers. Les fils sont surtout exportés par l'Angleterre (fils fins), l'Inde britannique et le Japon (fils grossiers); les tissus, par l'Angleterre (pour $1\frac{3}{4}$ milliard de francs), l'Allemagne et la France (chacune 250 millions), les États-Unis, la Hollande, l'Italie, la Belgique (pour 84 millions en 1913) et l'Inde; les divers, par l'Allemagne, l'Angleterre, la France, la Suisse et la Belgique. Presque tous les pays sont importateurs de produits de l'industrie cotonnière, notamment l'Inde britannique, la Chine, les États-Unis, l'Angleterre, la Belgique (pour 42 millions de francs en 1913).

Commerce de la laine. Les industries lainières sont presque toutes localisées en Europe; elles achètent la matière première surtout en Australie, en Argentine, en Asie mineure, en Espagne et dans leur propre pays. Le principal marché des laines brutes importées en Europe est Londres (laines australiennes et africaines), puis Anvers (laines américaines), Roubaix et Hambourg.

Les produits de l'industrie lainière sont vendus surtout dans les régions industrielles, mais la Belgique exporte des fils pour 66 millions de francs (1913) et des tissus pour 42 millions (1913), l'Allemagne des tissus, la Grande-Bretagne et la France des tissus et des fils.

Commerce de la soie. Les cocons de soie, autres que ceux produits dans les régions à la fois d'élevage du ver à soie et d'industrie de la soie, sont fournis par l'Extrême-Orient (Shanghai, Canton, Yokohama, Calcutta) où l'Europe et les États-Unis en achètent de grandes quantités. Les principaux marchés sont New-York, Lyon, Milan, Turin. Les pays grands exportateurs de soie travaillée sont la Suisse qui exporte pour plus de 100 millions, le Nord de l'Italie (*idem*), l'Allemagne (75 millions). Les États-Unis exportent peu.

Commerce du pétrole. Les régions pétrolifères étant peu nombreuses (voir pp. 310-311), les producteurs de pétrole ont formé des syndicats (le Standard-Oil américain, l'Union européenne, la Société royale hollandaise). Les États-Unis exportent surtout vers l'Europe, mais consomment la plus grande partie de leur production; Constanza et Batoum sont les marchés d'exportation des pétroles roumain et russe.

V. — LES CENTRES DU COMMERCE.

Régions très commerçantes. — Le grand commerce se localise dans des marchés, là où vendeurs et acheteurs, producteurs et consommateurs se rencontrent. Ces marchés, dont nous avons signalé les principaux pour quelques produits commercables (voir pp. 335-338), sont géographiquement répartis d'après trois faits géographiques : le lieu de production, le lieu de consommation ou d'utilisation, la voie de communication allant du premier au second. De plus en plus, le marché se localise aux lieux de production pour les produits servant à l'alimentation humaine et pour les matières premières servant à l'industrie. Il se maintient sur la voie de communication surtout pour les produits qui, amenés en grandes quantités par navires, doivent être répartis en diverses régions. Il s'établit de préférence dans les grands ports et dans quelques grandes villes pour la vente des produits ouvrés et manufacturés.

Le développement et la concentration des industries a eu pour résultat, au point de vue commercial, une tendance manifeste vers la suppression des intermédiaires entre le producteur des matières premières et l'usinier; ce dernier achète de plus en plus directement aux marchés situés dans les régions de production. Les importations de céréales dans les régions industrielles sont devenues tellement importantes qu'elles ont nécessité aussi l'achat direct aux lieux de production.

Sur les voies de communication qu'empruntent les produits bruts ou manufacturés, des marchés se sont créés surtout là où ces produits arrivent en grandes quantités à la fois, ne peuvent être achetés par un seul client, mais sont répartis en diverses régions par chemin de fer, par batellerie ou même par navires. Dans ces marchés, il y a arrivée de marchandises, mise en entrepôts et rechargement pour diverses destinations. Ces marchés intermédiaires sont encore soutenus par la création d'agences ou de maisons commerciales qui vendent toutes espèces de produits exposés dans de véritables musées d'échantillons.

Les usiniers produisant des fabricats vendent de plus en plus directement sans autres intermédiaires que leurs propres bureaux ou agences. Les agences des usiniers se localisent de préférence dans les grands ports par où la marchandise sera expédiée en considérable quantité après y avoir été amenée par petite quantité.

Le petit commerce achète aux importateurs et aux usiniers du pays et revend aux nationaux.

Les ports. — Les villes les plus commerçantes sont, outre quelques grands centres comme Paris et Berlin, les ports fréquentés par de nombreuses lignes de navigation maritime; par voies ferrées ou navigables, les marchandises peuvent y être amenées d'un arrière-pays riche ou être distribuées dans des régions industrielles.

Répartition géographique des ports. Elle dépend tout d'abord de conditions naturelles : la forme de la côte (voir p. 130) et la nature du littoral (voir *ibidem*); ensuite de la valeur économique de l'arrière-pays; enfin des moyens de transport par terre et par eau. A ce dernier point de vue, notons que les ports sont prospères : a) là où plusieurs routes maritimes convergent ou se croisent (Singapour, Liverpool, Port-Saïd); b) là où une route maritime croise une route terrestre (Constantinople); c) là où un arrière-pays riche fournit des produits nombreux devant être exportés par mer, et demande des importations considérables (Anvers).

Espèces de ports. Les ports sont ou naturels ou artificiels, simples ou conjugués. Les ports naturels sont situés à des endroits pour ainsi dire désignés par les conditions naturelles pour être prospères : au fond des golfes et des baies, sur l'estuaire, à l'embouchure ou près de l'embouchure des grands fleuves, dans une anse bien abritée. Les ports artificiels sont dus au travail humain qui augmente la capacité des rades, approfondit les chenaux, construit des môles protecteurs contre les vagues et le sable, crée des bassins, etc. Aujourd'hui peu de ports sont naturels : il a fallu, pour en permettre l'accès aux navires de haute mer, faire des travaux d'aménagement et d'approfondissement, et pour attirer ou retenir les armateurs

créer ou développer considérablement l'outillage économique. Les ports simples sont ceux qui sont constitués par une seule ville (Marseille). Les ports conjugués sont composés de deux ports, l'un en eau profonde et l'autre plus à l'intérieur des terres, chacun ayant une fonction économique spéciale (Londres et Tilbury, Hambourg et Cuxhaven, Le Havre et Rouen (même Paris), Brême et Bremerhaven, Rotterdam et Hoek van Holland, Bordeaux et Pauillac, Amsterdam et Ymuiden).

Les grands ports. Ce sont : sur le continent européen : Hambourg, Brême, Rotterdam, Anvers, Le Havre, Lisbonne, Marseille, Gênes et Constantinople; en Angleterre : Londres et Liverpool; dans l'Amérique du Nord : New-York, Galveston, Philadelphie, Baltimore et Boston; dans l'Amérique du Sud : Buenos-Ayres et Rio-de-Janeiro; en Asie : Colombo, Bombay, Calcutta, Singapour, Hongkong, Shanghai et Yokohama.

Les dix principaux ports du monde sont : Londres (34,6 millions de tonnes à l'entrée et à la sortie), New-York (24,4), Hambourg (23,6), Liverpool (23,2), Hong-Kong (23), Anvers (22,4), Cardiff (21,5), Rotterdam (18,7), Shanghai (17,2), Marseille (16,7).

Les grands courants commerciaux. — Le plus important courant commercial est, de loin, celui qui se fait par l'Atlantique : il vaut les 77 % du commerce maritime mondial, dont 54 % entre l'Amérique du Nord et l'Europe; 10 % entre l'Amérique centrale, y compris les Antilles, et l'Europe; 5 % entre l'Amérique méridionale et l'Europe; 4 % entre la côte atlantique des États-Unis et la même côte de l'Amérique méridionale; 4 % entre la côte occidentale de l'Afrique et l'Europe.

Le deuxième courant est celui qui traverse la Méditerranée et l'océan Indien, se dirige de là vers l'Australie, vers l'Extrême-Orient et vers la côte orientale d'Afrique; il vaut les 12 % du commerce maritime mondial.

Le troisième courant est celui du Pacifique, qui se subdivise en plusieurs branches et vaut au total, avant l'ouverture du canal de Panama, les 5 % du commerce maritime mondial.

Le commerce maritime par l'Atlantique Nord vaut plus de la moitié du commerce maritime total; le courant qui part des États-Unis et du Canada, est le plus important et il apporte en Europe des céréales, du coton, du pétrole, des peaux, de la viande, des métaux, des produits ouvrés; celui de retour, qui part des ports européens, est moins important, et il amène dans l'Amérique du Nord des produits manufacturés, du ciment et des marchandises diverses.

Les grands domaines économiques. — Comme nous avons eu maintes fois à le constater en géographie économique, toutes les régions de la Terre ne se présentent pas avec la même activité commerciale et industrielle, ni avec la même richesse de productions naturelles. Par l'examen des statistiques signalant la valeur du commerce d'importation et d'exportation, on distingue aisément les États à vie économique intense de ceux à vie économique presque nulle. Mais ces statistiques sont établies par États; en géographie, il convient de déterminer plus ou moins exactement de grands domaines économiques; ce sont : l'Europe centrale et occidentale; l'Empire britannique; la Russie et ses dépendances, l'Amérique du Nord sans le Canada; l'Amérique du Sud; l'Extrême-Orient.

Le domaine économique européen central et occidental comprend toute l'Europe, sauf la Russie et le Royaume-Uni; il est composé principalement de l'Allemagne (valeur de son commerce spécial en 1912 : 24 milliards), de la France (15 milliards), de la Belgique (8,7 milliards), de la Hollande (12 milliards). Le domaine économique britannique comprend le Royaume-Uni (31 milliards) et toutes ses colonies; il est éparpillé dans toutes les parties du monde. Le domaine économique russe comprend la Russie, la Sibérie et leurs dépendances. Le domaine économique Nord-Américain comprend les États-Unis (19 milliards), le Mexique, les Antilles et l'Amérique centrale, formant un ensemble situé entre deux océans, avec des richesses végétales et minérales considérables. Le domaine économique Sud-Américain formé de l'Amérique méridionale est caractérisé par une population de densité faible et par un état économique peu développé. Le domaine économique de l'Extrême-Orient comprend principalement la Chine et le Japon; il est caractérisé par une population très dense et des richesses naturelles à peine exploitées.

APPENDICE.

ÉLÉMENTS DE COSMOGRAPHIE.

CHAPITRE I.

L'UNIVERS.

Idée générale de l'Univers. — Le ciel, qui s'étend au-dessus de nos têtes, nous apparaît comme une *voûte* immense, un dôme demi-sphérique légèrement surbaissé; cette voûte se continue en une autre demi-sphère que voient nos antipodes. On pourrait donc considérer le ciel comme une sphère creuse, dans laquelle se meuvent des astres et à laquelle seraient fixées les étoiles.

En réalité, cette sphère n'existe pas; on a dit que son centre est partout et sa circonférence nulle part; c'est, en fait, l'espace incommensurable, s'étendant en tous sens et dont les limites ne nous sont pas connues.

Dans cette immensité, planent, circulent, à des distances énormes les unes des autres, des milliers d'*étoiles*, dont chacune est un soleil semblable à celui qui nous éclaire et nous réchauffe. Celui-ci ne nous paraît plus gros et plus brillant qu'à cause de son moindre éloignement : 30 millions de lieues en moyenne nous séparent du Soleil, tandis que la distance entre la Terre et l'étoile la plus rapprochée est de 210.000 fois celle de la Terre au Soleil. Alors que la lumière du Soleil met 8 minutes et 13 secondes pour nous parvenir, la lumière de l'étoile la plus rapprochée met 3 ans et 8 mois. Il est des étoiles dont les rayons scintillants ne nous arrivent que 6, 13, 50 ans après qu'ils ont été émis, quelquefois même plusieurs siècles. Chacune de ces étoiles est sans doute le centre et le foyer d'un monde semblable au nôtre.

Le système solaire. — Dans l'Univers, considérons maintenant une étendue presque circulaire d'environ 2 milliards de lieues de diamètre et au centre de laquelle brille le *Soleil*. Cette étendue est le domaine du *monde solaire*.

Le Soleil est un énorme globe en fusion qui répand au loin la lumière et la chaleur.

Autour de lui circulent, à des distances de plus en plus considérables, et en décrivant des orbites presque circulaires, des globes opaques : ce sont les *planètes*, qui nous apparaissent comme des astres non scintillants : elles n'émettent pas des rayons lumineux et ne brillent que par la lumière qu'elles reçoivent du Soleil. La Terre est une de ces planètes.

La plupart de ces planètes sont accompagnées de globes plus petits, nommés *satellites*, qui tournent autour d'elles comme elles-mêmes le font autour du Soleil. Le satellite de la Terre est la Lune.

Gravitation. — Toutes ces planètes se meuvent silencieusement dans l'espace selon des lois immuables, dont la principale a été ainsi formulée par le savant anglais Newton : les corps s'attirent en raison directe de leur masse et en raison inverse du carré des distances.

L'attraction des corps se nomme attraction moléculaire ou cohésion, quand elle se manifeste entre les molécules d'un même corps ; pesanteur, entre la Terre et les corps placés près de sa surface ou sur celle-ci ; gravitation, entre les divers astres du monde solaire ; gravitation universelle, entre tous les astres existants dans l'espace.

Si les planètes ne subissaient que l'attraction du Soleil, elles seraient bientôt précipitées dans sa direction et iraient se fondre dans cette énorme masse ignée. Mais elles sont en même temps soumises à la force centrifuge produite par leurs mouvements circulaires et qui tend sans cesse à les éloigner du Soleil. Il en est de même pour le trajet des satellites autour des planètes.

Mouvement apparent du Ciel. — A première vue, il semble que la Terre soit immobile au centre de l'Univers, tous les astres tournant autour d'elle en 24 heures : ceux que nous voyons s'élever à l'est (le Soleil, le matin ; les étoiles, le soir), nous les retrouvons douze heures plus tard, au-dessus de l'horizon, à l'ouest.

Dans ce mouvement apparent du Ciel, les étoiles conservent toujours entre elles la même distance relative : elles ne se déplacent pas l'une par rapport à l'autre. Elles forment constamment les mêmes groupes, les mêmes figures conventionnelles, que l'on appelle *constellations*.

Il n'en est pas de même du Soleil, de la Lune, des planètes, dont la position varie chaque jour, soit entre eux, soit par rapport aux étoiles. Si le Soleil, par exemple, se lève à un jour donné en même temps qu'une étoile, on le verra le lendemain se lever quatre minutes après la même étoile, le surlendemain huit minutes, et ainsi de suite.

En observant avec attention, la nuit, ce mouvement circulaire quotidien et apparent de la voûte céleste, on remarquera bientôt qu'un point du firmament semble demeurer immobile, et que les astres voisins de ce point paraissent décrire des cercles autour de lui. C'est tout proche de ce point, à une distance de $1^{\circ}10'$, que brille l'étoile polaire, qui nous indique constamment la direction du Nord (voir fig. 4, p. 15).

La sphère céleste. — La sphère céleste tout entière semble pivoter autour d'une ligne fictive, l'*axe céleste* qui est l'axe de la Terre prolongé indéfiniment. Là où cet axe semble percer la voûte visible du ciel, en deux points opposés, sont les *pôles célestes* (voir fig. 1, p. 12). Le plan de

l'équateur terrestre prolongé jusqu'à la voûte céleste, marque sur celle-ci l'*équateur céleste*. Le plan de l'orbite terrestre, prolongé de même, forme sur la voûte céleste un cercle, dit l'*écliptique* (voir pp. 40-41); et les deux points situés à 90° de l'écliptique sont les *pôles de l'écliptique*.

Ces divers points, lignes et cercles sont représentés au moyen de la sphère céleste (voir fig. 82), sur laquelle on fait figurer aussi les étoiles.

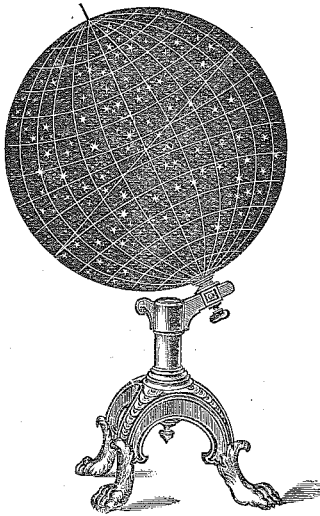


Fig. 82. — La sphère céleste.

Au centre de la sphère creuse est supposée la Terre, d'où nous voyons tous les astres marqués sur la surface comme s'ils étaient accrochés à la face interne de la sphère. Mais il faut bien remarquer que cette figuration ne concorde pas avec la réalité, puisque les astres ne se trouvent pas à des distances égales de la Terre, mais à des distances diverses et quelquefois incalculables. — Les atlas contiennent le plus souvent une carte de la voûte céleste, soit l'hémisphère Nord, soit les deux hémisphères, signalant les principales étoiles et les principaux groupes d'étoiles ou constellations.

CHAPITRE II.

LE SOLEIL.

Nature et aspect. — Le Soleil est un énorme foyer de lumière et de chaleur. Non seulement il nous éclaire et nous réchauffe, mais encore, en vertu de la gravitation, sa masse énorme retient dans leur orbite la Terre et les autres planètes qui circulent autour de lui (voir fig. 10, p. 19).

La température du Soleil est si élevée que toutes les matières qu'il renferme s'y trouvent en fusion ou à l'état gazeux. L'analyse spectrale y a fait discerner des traces de tous les corps qui composent notre globe.

D'après les observations des astronomes et les travaux les plus récents, il faut admettre que le Soleil se compose de quatre parties : un noyau intérieur; la photosphère ou sphère de lumière, enveloppe lumineuse; la chromosphère ou sphère colorée : elle est rose, transparente et renferme surtout de l'hydrogène; et la couronne, d'une intense lumière argentée. Il y a d'ailleurs, de l'une à l'autre de ces quatre masses concentriques, une circulation constante de matières à l'état gazeux : de là, les taches, les facules et les protubérances solaires.

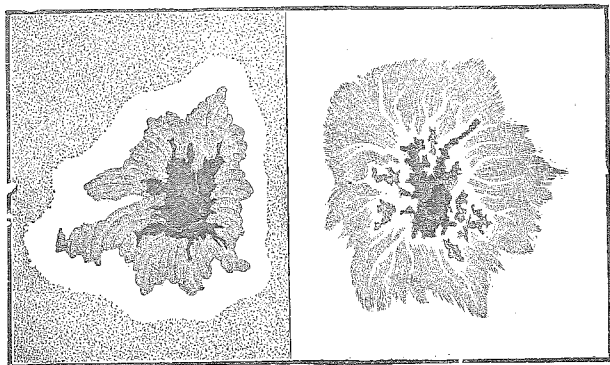


Fig. 83. — Taches et facules.

Les *taches* du Soleil se montrent dans la région équatoriale de ce globe en feu. Elles apparaissent comme un vide immense, obscur au centre, accusant parfois un tourbillonnement de matières : ce sont des abîmes où plusieurs globes comme la Terre disparaîtraient tout entiers. — Le plus souvent, ces taches présentent des bords resplendissants de lumière blanche : ce sont les *facules* (voir fig. 83). — C'est grâce aux taches du Soleil que l'on a pu connaître sa nature et ses mouvements.

A cause de la masse énorme et de l'extrême chaleur du Soleil, celui-ci est le siège d'explosions, de cataclysmes, dont les phénomènes terrestres ne peuvent nous donner une idée. On les admire surtout pendant une éclipse totale du Soleil, lorsque l'astre du jour, voilé par la Lune, ne montre

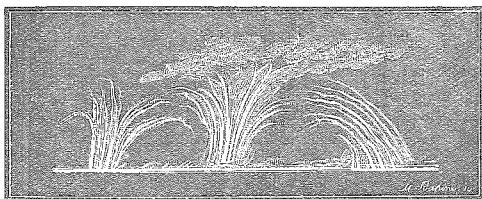


Fig. 84. — Protubérances solaires.

plus que le bord de son disque lumineux. On voit alors des éruptions gigantesques, qui lancent des jets de vapeur jusqu'à plus de 10.000 lieues de hauteur. Ces *protubérances* (fig. 84) de la surface solaire sont un effet et une preuve des révolutions qui agitent sans cesse cet énorme foyer de chaleur.

L'influence constante et universelle du Soleil sur notre globe se manifeste surtout par les saisons, les jours et les nuits, les vents, les courants, les nuages, les eaux, et même le développement des êtres animés.

Distance de la Terre. — Le Soleil est en réalité une étoile, beaucoup plus apparente à nos yeux parce que nous en sommes plus rapprochés. Et cependant cette distance est encore en moyenne de 150.000.000 km. ou 30 millions de lieues (voir fig. 13, p. 28); la lumière du Soleil franchit cette distance en 8 minutes et 13 secondes.

Dimensions. — Considérées par rapport à la Terre et à la Lune, les dimensions du Soleil sont énormes. Il est 1.300.000 fois plus gros que notre planète; son diamètre vaut 110 fois le diamètre terrestre et sa surface 12.000 fois celle de la Terre. A cause de la grande dilatation des corps qu'il renferme, sa densité moyenne n'est que le quart de celle de notre globe; sa masse ne vaut donc que le quart de son volume, soit 333.000 fois celle de la Terre.

Mouvements apparents. — Le Soleil a deux mouvements apparents. L'un est journalier et nous le montre décrivant, du matin au soir, un arc immense sur la voûte céleste (voir fig. 3, p. 14); ce mouvement apparent est dû à la rotation diurne de la Terre (voir pp. 24-27). — L'autre mouvement est annuel: le Soleil paraît s'élever, du 21 décembre au 21 juin, de plus en plus sur l'hémisphère boréal, tandis que, du 21 juin au 21 décembre, il semble s'élever de plus en plus sur l'hémisphère austral, de sorte que sa

hauteur au-dessus de l'horizon à midi varie chaque jour (voir pp. 27-28 et 32-34); ce mouvement apparent est dû à la révolution de la Terre autour du Soleil et au parallélisme de l'axe terrestre.

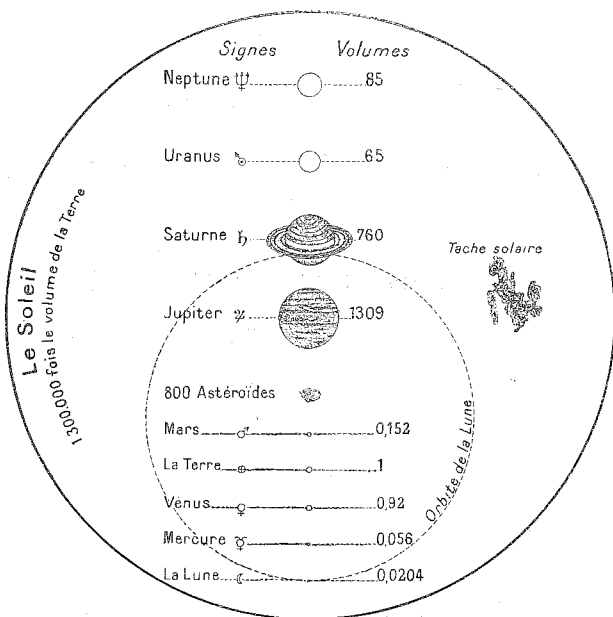


Fig. 83. — Dimensions comparées du Soleil, des planètes, de la Lune et de l'orbite de la Lune.

L'angle formé au centre de la Terre par les deux droites reliant ce centre au centre du Soleil, l'une le 21 juin, l'autre le 21 décembre, est de $46^{\circ}54'6''$. Il est le double de l'angle formé par le plan de l'orbite terrestre et par le plan de l'équateur terrestre (voir pp. 28-29, 36 et 44).

Mouvements réels. — Le Soleil a deux mouvements réels : l'un de rotation sur lui-même, l'autre de translation dans l'espace.

La *rotation* est prouvée par les taches du Soleil qui apparaissent sur l'un des bords du disque solaire, s'avancent vers le centre et disparaissent au bord opposé. On a pu constater ainsi que le Soleil accomplit un tour entier sur lui-même, d'occident en orient, comme la Terre, en $25\frac{1}{2}$ jours.

La *translation* dans l'espace consiste dans le déplacement du Soleil, avec tout son système planétaire, vers un point situé dans la constellation d'Hercule. Cette translation est d'environ 7 km. par seconde.

Zodiaque. — Dans le courant d'une année, le Soleil nous apparaît en différents points du ciel; la suite de tous ces points forme un grand cercle, qui est l'écliptique (voir p. 40, et fig. 23 et 24).

Durant ce trajet, nous voyons le Soleil passer successivement devant différents groupes d'étoiles ou constellations. Il y en a douze principaux, correspondant à peu près aux douze mois de l'année; ce sont, dans l'ordre : le Bélier, le Taureau, les Gémeaux, le Cancer, le Lion, la Vierge, la Balance, le Scorpion, le Sagittaire, le Capricorne, le Verseau et les Poissons.

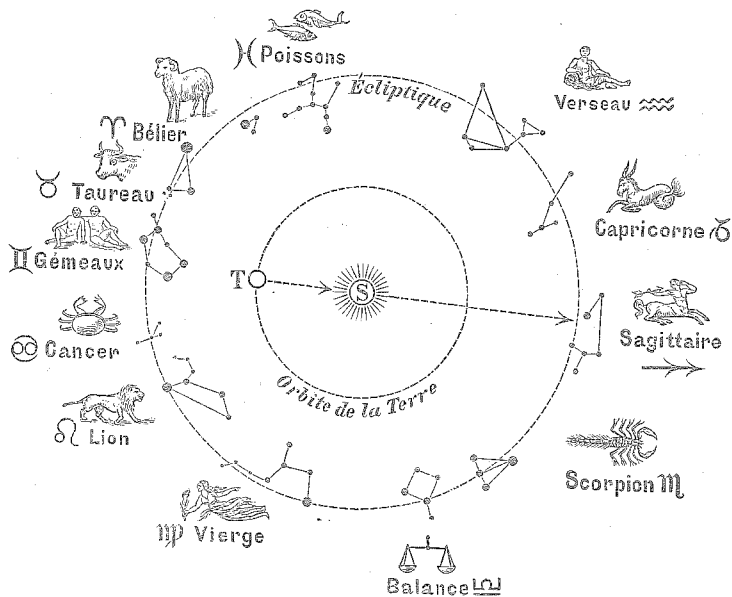


Fig. 86. — Constellations et signes du zodiaque.

Il est utile de remarquer que lorsque nous voyons le Soleil dans l'un des signes du zodiaque, dans le Sagittaire par exemple, c'est alors précisément que la Terre occupe le point de son orbite opposé à la constellation du Sagittaire. — Le Soleil nous paraît dans la constellation du Bélier à l'équinoxe du printemps; dans celle du Cancer, au solstice d'été, lorsque le Soleil darde ses rayons perpendiculairement sur le tropique du Cancer; dans celle de la Balance en septembre; et dans celle du Capricorne en décembre, lorsque les rayons du Soleil tombent perpendiculairement sur le tropique du Capricorne.

CHAPITRE III.

LA TERRE.

Dans la première partie du Manuel, nous avons donné tous les renseignements qui pourraient être fournis ici. Nous nous bornons à y renvoyer : forme de la Terre, p. 20; preuves de la sphéricité, p. 21; preuves de la forme ellipsoïde, p. 22; dimensions, pp. 22-23; mouvements, p. 23; rotation, p. 24; preuves de la rotation, pp. 24-26; révolution, p. 27; preuves de la révolution, p. 27; durée de la révolution, p. 27; orbite terrestre, p. 28; inclinaison de l'axe sur l'orbite et parallélisme de l'axe terrestre, pp. 28-29; jour sidéral, solaire, moyen, pp. 29-30; année sidérale, tropique, civile, p. 30; calendrier, p. 31; longueur maxima des jours, p. 32; inégalité des jours et des nuits, pp. 32-34; lignes et cercles de la sphère, pp. 35-41; latitude et longitude, pp. 41-46; représentations de la Terre, pp. 47-60. Il faut y ajouter : intérieur de la Terre, pp. 105-106.

Résumons seulement les données astronomiques les plus importantes : la Terre est un globe d'environ 12.732 km. de diamètre; elle tourne sur son axe en 24 heures sidérales; elle n'est pas exactement sphérique, mais un peu aplatie aux pôles, le diamètre polaire étant de 42 km. plus court que le diamètre équatorial; sa densité moyenne est de $5\frac{1}{2}$ fois celle de l'eau et sa masse, représentée en tonnes, est un nombre composé de 6 suivi 21 zéros; la Terre, qui est une planète, voyage sur son orbite autour du Soleil avec une vitesse de 30 km. environ par seconde; elle a un satellite, la Lune.

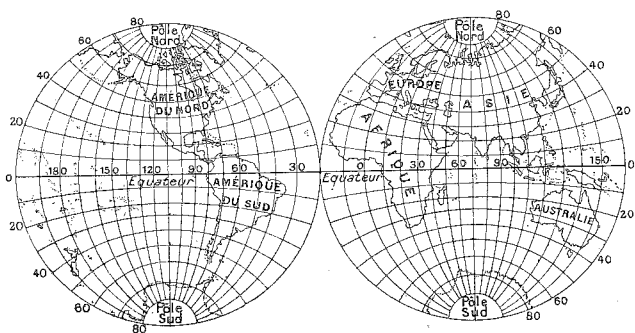


Fig 87. — La Terre.

CHAPITRE IV.

LA LUNE.

Distance de la Terre. — La Lune est distante de la Terre de 380.000 km., ou 76.000 lieues, ou 60 rayons terrestres, ou presque le quart du diamètre du Soleil (distance moyenne).

Dimensions. — La Lune est un globe d'environ 3300 Km. ou 700 lieues de diamètre; son rayon ne vaut que les $\frac{3}{11}$ de celui de la Terre. Sa surface égale le $\frac{1}{13}$ de celle de notre globe : 39 millions de km² ou presque quatre fois l'Europe. Son volume est des $\frac{2}{100}$ de celui de la Terre.

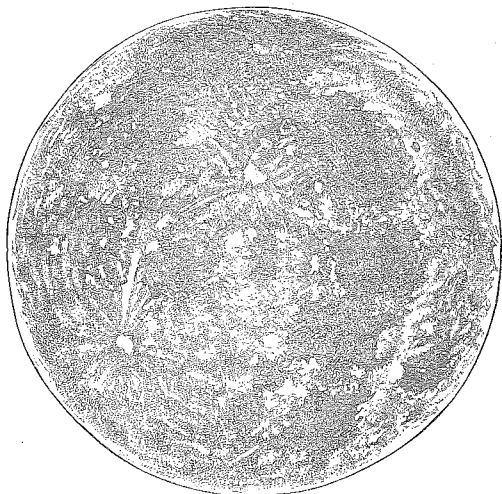


Fig. 88. — Aspect de la Lune.

Aspect. — La Lune est, comme la Terre, un globe opaque qui reçoit du Soleil la lumière et la chaleur. A l'œil nu, on y remarque un certain nombre de taches qui conservent une position constante. Grâce aux télescopes et à la photographie, on a pu étudier la sélénographie (description de la surface lunaire) et préciser la nature de ces taches.

La surface de notre satellite présente à un très haut degré le caractère volcanique : elle est parsemée de volcans éteints. Si on l'observe au télescope, on constate que les points brillants sont des montagnes (beaucoup

mesurent 8 à 10.000 mètres d'altitude) éclairées par le Soleil; que les taches obscures de forme triangulaire sont produites par l'ombre des montagnes et celles de forme circulaire par les cavités profondes de cratères éteints.

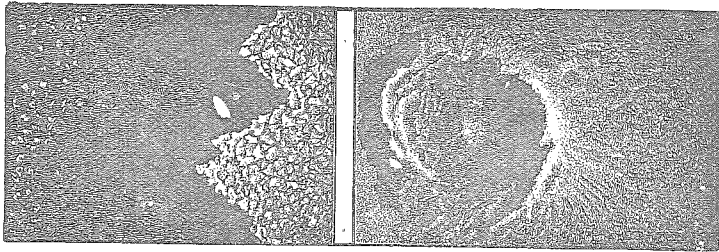


Fig. 89. — Montagnes de la Lune.

La Lune n'a pas d'atmosphère, ou, s'il en existe une, elle est de très peu d'épaisseur; on n'y remarque aucun effet de réfraction de la lumière ou du crépuscule, les astres disparaissant brusquement derrière le bord de son disque. Elle n'a ni eau, ni nuages, ni vapeurs; à sa surface aucun changement, dû aux saisons, n'apparaît. C'est donc un astre mort.

Mouvements. — La Lune est animée de trois mouvements : de rotation sur elle-même; de révolution autour du Soleil; de translation autour du Soleil.

Rotation. La Lune accomplit un tour sur elle-même en 27 jours 7 heures 43 minutes : c'est précisément la durée de sa révolution autour de la Terre. Il en résulte que la Lune présente constamment à nos regards la même moitié de sa surface, le même hémisphère; et qu'elle n'a par mois qu'un jour et qu'une nuit d'une durée égale à environ quatorze des nôtres; jour marqué par des chaleurs plus brûlantes que celles de notre zone torride, nuit glacée par des froids rigoureux. Il y a donc une moitié de la Lune qui nous est toujours cachée; cependant, grâce à une sorte d'oscillation ou de balancement de notre satellite, nommé *libration*, nous pouvons parfois apercevoir un rebord de l'hémisphère lunaire qui nous est invisible dans son ensemble.

Révolution. La Lune fait le tour de la Terre en 27 jours 7 h. 43 m.; au bout de ce temps, elle revient au méridien d'une même étoile; c'est ce qu'on appelle la *révolution sidérale* de la Lune. Mais pendant ce temps, la Terre elle-même s'est avancée sur son orbite, et le temps qu'il faudra pour retrouver la Lune dans la même position par rapport au Soleil sera un peu plus long : $29\frac{1}{2}$ jours; c'est ce qu'on appelle la *révolution synodale* de la Lune, ou mois lunaire ou lunaison.

L'orbite décrite autour de la Terre par son satellite est une ellipse

presque circulaire dont notre globe occupe un des foyers. La lune est à l'apogée quand elle est le plus éloignée de la Terre (environ 66 rayons terrestres); elle est au périégée quand elle en est le plus rapprochée (environ 56 rayons terrestres). — Le plan de l'orbite lunaire forme un angle d'environ 5° avec le plan de l'orbite terrestre.

Translation. La Lune accompagne la Terre dans la révolution annuelle de celle-ci autour du Soleil. Elle est aussi entraînée avec la Terre dans le mouvement qui rapproche tout le système solaire de la constellation d'Hercule. — Le mouvement de révolution de la Lune autour de la Terre, qui serait, dans l'espace, représenté par une ellipse presque circulaire, si la Terre était immobile, est, à cause du mouvement de révolution de la Terre, une ligne courbe légèrement ondulée déviant très peu de l'orbite terrestre : au commencement de la lunaison, la Lune se trouve entre la Terre et le Soleil, et elle occupe un point à l'intérieur de l'orbite de la Terre; entre le 7^e et le 8^e jour de la lunaison, ayant accompli le quart de sa révolution, elle est sur l'orbite terrestre, mais en arrière de la Terre; à la fin du 14^e jour, elle a accompli encore un quart de sa révolution et elle occupe un point extérieur à l'orbite terrestre; entre le 22^e et le 23^e jour, elle termine le troisième quart de sa translation et se trouve de nouveau sur l'orbite terrestre, mais en avant de la Terre; enfin le 29^e jour et $\frac{1}{2}$, elle occupe un point situé à l'intérieur de l'orbite terrestre. Du 7^e au 23^e jour, la Lune et la Terre se meuvent dans le même sens; pendant le reste de la lunaison, leurs mouvements se font en sens contraire.

Phases de la Lune. — La Lune réfléchit la lumière du Soleil, et, comme la Terre, elle a toujours une moitié de sa surface éclairée par les rayons solaires. Mais la partie de son disque lumineux visible pour nous est variable suivant les diverses positions que la Lune occupe pendant sa révolution mensuelle, par rapport à la Terre et au Soleil, et qu'on appelle les phases de la Lune.

Nouvelle Lune. Lorsque la Lune se trouve entre la Terre et le Soleil, celui-ci éclaire la face que nous ne pouvons voir, et l'hémisphère lunaire obscur est tourné vers la Terre : il est donc invisible, d'autant plus que la Lune reste toute la journée dans le voisinage du cercle éblouissant des rayons solaires. Cette première phase s'appelle la Nouvelle Lune (N. L.) et l'on dit alors que le Soleil et la Lune sont en conjonction. — Au bout de quelques jours, une partie de la surface lunaire éclairée devient visible et prend la forme d'un mince croissant, dont les cornes sont tournées vers l'Orient : car le Soleil se lève alors quelques heures avant la Lune et l'éclaire donc vers l'Ouest, c'est à-dire précisément du côté où se montre la convexité du croissant.

Premier Quartier. Vers la fin du septième jour, la Lune a accompli le quart de son trajet mensuel, et la moitié de sa surface éclairée est visible

à nos yeux. La concavité du croissant s'est remplie insensiblement et la convexité reste tournée vers l'Occident, car le Soleil passe alors au méridien six heures avant la Lune; celle-ci se lève au milieu du jour, passe [au méridien vers six heures du soir et nous éclaire jusque vers minuit. C'est le Premier Quartier (P. Q.).

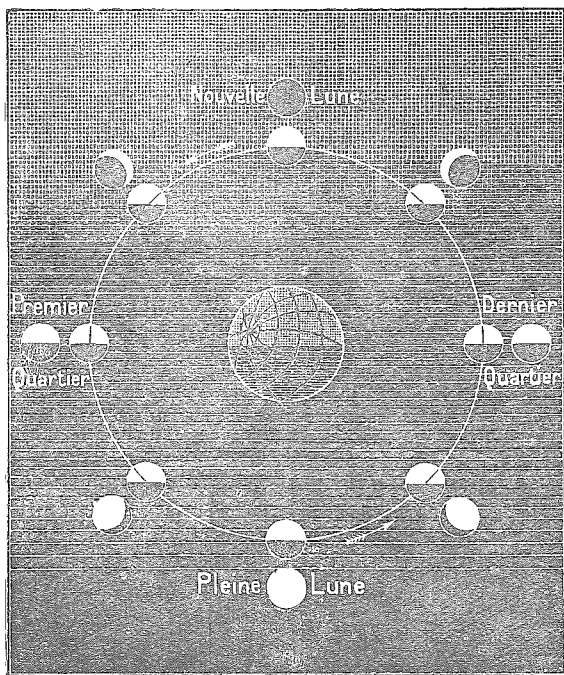


Fig. 90. — Phases de la Lune.

Pleine Lune. Peu à peu, nous voyons s'augmenter la partie lumineuse de la Lune. A la fin du 14^e jour, elle se trouve diamétralement opposée au Soleil par rapport à nous, et sa surface éclairée nous apparaît tout entière sous la forme d'un beau disque lumineux. C'est la Pleine Lune (P. L.), et l'on dit alors que le Soleil et la Lune sont en opposition : le premier passe au méridien douze heures avant la Lune, et celle-ci nous éclaire toute la nuit.

Dernier Quartier. A partir de ce moment, la Lune semble décroître à nos yeux et, de jour en jour, elle nous montre une étendue moins grande de

sa surface éclairée; elle est alors à son déclin. Le 22^e jour, elle nous apparaît sous la forme d'un demi-cercle lumineux et, plus tard, d'un croissant de plus en plus mince dont les cornes sont tournées vers l'Occident. Le Soleil passe au méridien dix-huit heures avant la Lune ou, en d'autres termes, six heures après, et l'éclaire de l'Orient. C'est le Dernier Quartier (D. Q.). Le croissant lumineux s'amincit de plus en plus et, le 29^e jour et $\frac{1}{2}$, il est entièrement disparu (Nouvelle Lune).

Influences de la Lune. — La Lune coopère avec le Soleil, par son attraction, à la formation des *marées*; voir pp. 122-123. Elle a aussi, semblait-il, une influence, mais très petite, sur le magnétisme terrestre lorsqu'elle se rapproche ou s'éloigne du périégée ou de l'apogée. — Les influences qu'on lui attribue parfois sur le climat et sur la vie, sont en réalité absolument nulles.

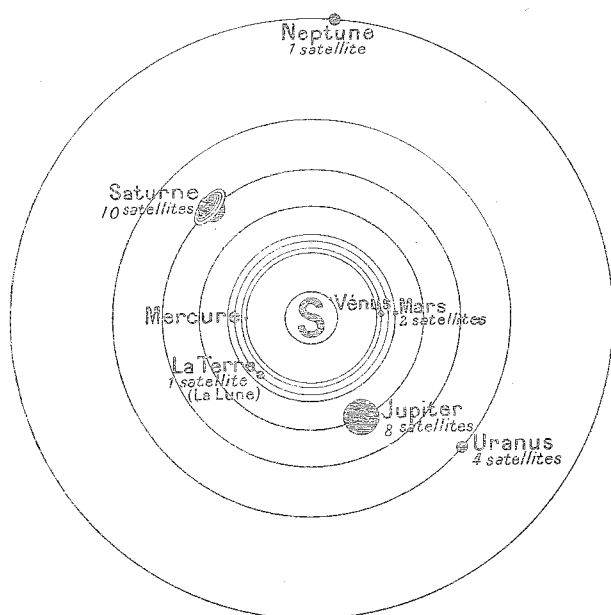


Fig. 91. — Le monde solaire.

CHAPITRE V.

LES ÉCLIPSES.

Définition. — Il y a éclipse : 1° d'un astre chaque fois qu'un autre astre interposé entre le premier et un observateur sur la Terre empêche les rayons lumineux envoyés par le premier d'arriver jusqu'à cet observateur, telles les éclipses de Soleil; 2° de la Lune chaque fois que la Lune, passant dans le cône d'ombre de la Terre, devient invisible partiellement ou totalement.

La Terre et la Lune étant des globes opaques, ont, du côté de leur moitié obscure, des cônes d'ombre. Si l'ombre de la Terre vient à se projeter sur la Lune, ou si la Terre passe dans le cône d'ombre de la Lune, il y a éclipse : dans le premier cas, de Lune; dans le second cas, de Soleil. Lorsqu'une planète ou une étoile nous est cachée par la Lune, il y a aussi éclipse de cette planète ou de cette étoile, mais on dit alors qu'il y a *occultation*.

Éclipses de Soleil. — Les éclipses de Soleil se produisent lorsque la Lune se trouve en conjonction, c'est-à-dire entre la Terre et le Soleil. La

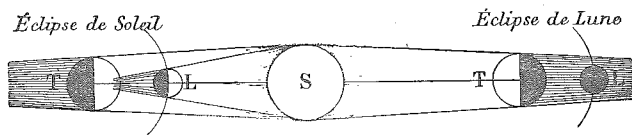


Fig. 92. — Les éclipses.

Lune, venant alors à passer devant le Soleil, nous dérobe la lumière du Soleil en tout ou en partie. L'éclipse est *totale*, lorsque le disque solaire est entièrement caché par la Lune : en raison de la vitesse du mouvement de la Lune, ce phénomène ne peut jamais durer plus de six minutes. L'éclipse est *partielle*, lorsqu'une partie seulement du disque solaire est voilée par la Lune. L'éclipse est *annulaire*, lorsque le disque du Soleil déborde de tous côtés sur le cercle noir de la Lune, et nous apparaît alors comme un anneau lumineux.

Éclipses de Lune. — Les éclipses de Lune se produisent lorsque la Terre se trouve directement entre le Soleil et notre satellite. L'ombre de la Terre, se projetant sur la Lune, empêche les rayons du Soleil de l'atteindre; et, comme elle ne brille que par ces rayons, elle disparaît à nos yeux totalement ou en partie, dès qu'elle se trouve plongée dans le cône d'ombre qui s'allonge derrière le globe terrestre. Les éclipses de Lune sont *totales* ou *partielles*, jamais *annulaires*.

Fréquence des éclipses. — Il y aurait, à chaque Nouvelle Lune, éclipse du Soleil, et à chaque Pleine Lune, éclipse de Lune, si la Terre et la Lune opéraient leur révolution dans le même plan, c'est-à-dire si l'orbite lunaire se trouvait tout entière dans le plan de l'orbite terrestre. Mais l'orbite lunaire, étant inclinée de 5° environ sur le plan de l'orbite terrestre, l'astre intermédiaire est le plus souvent, aux époques de conjonction et d'opposition, un peu au-dessus ou un peu au-dessous de la ligne droite qui joindrait les deux astres extrêmes. Pour qu'une éclipse se produise, il faut donc que le Soleil, la Terre et la Lune se trouvent à peu près sur une même ligne droite.

Le nombre des éclipses solaires est beaucoup plus considérable que celui des éclipses lunaires, à peu près dans le rapport de trois à deux. Mais si l'on ne veut tenir compte que des éclipses visibles à un endroit déterminé de la surface terrestre, la proportion donnée ci-dessus est renversée, et le nombre des éclipses lunaires est plus grand que celui des éclipses solaires. Une éclipse solaire ne peut être vue que par une portion limitée de la surface terrestre, tandis que chaque éclipse lunaire est vue par plus d'un hémisphère terrestre.

Le minimum d'éclipses en une année est de deux, et s'il n'y en a que deux, ce sont des éclipses de Soleil ; le maximum d'éclipses en un an est de sept, soit quatre de Soleil et trois de Lune, soit cinq de Soleil et deux de Lune. Le nombre le plus fréquent est quatre éclipses par an.

CHAPITRE VI.

LES PLANÈTES.

Nature et mouvements. — Les planètes étant opaques comme la Terre, planète aussi, ne brillent que par la lumière du Soleil; en nous renvoyant cette lumière, elles nous apparaissent, dans leur éloignement, comme des lunes très petites, n'émettant pas des rayons scintillants comme le Soleil et les étoiles. Plusieurs d'entre elles ont une atmosphère.

Les mouvements des planètes et de leurs satellites s'opèrent de l'ouest à l'est et sont analogues à ceux de la Terre et de la Lune : *rotation* de l'astre sur lui-même autour d'un axe plus ou moins incliné sur le plan de l'orbite; *révolution* des planètes autour du Soleil, et des satellites autour des planètes; *translation* avec tout le système solaire vers la constellation d'Hercule. Les orbites planétaires sont des ellipses presque circulaires dont les plans sont à peine inclinés les uns sur les autres. Le volume de toutes les planètes réunies est la sept centième partie du volume du Soleil.

Position des planètes. — Les deux planètes Mercure et Vénus sont plus rapprochées du Soleil que la Terre; les autres planètes sont plus éloignées et elles se classent dans l'ordre suivant : Mars, les Astéroïdes, Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune (voir fig. 91, p. 355).

Loi de Bode. — Les distances du Soleil aux diverses planètes vont en progression régulière; un calcul de l'astronome Bode permet de retenir facilement ses distances : aux nombres 0, 3, 6, 12, 24, 48, 96, 192, 384, dont chacun est le double du précédent, sauf le second, ajoutons 4, puis divisons cette somme par 10; les quotients obtenus représentent approximativement les distances des planètes, celle de la Terre au Soleil étant égale à 1. Mercure : 0,4; Vénus : 0,7; Terre : 1; Mars : 1,6; Astéroïdes : 2,8; Jupiter : 5,2; Saturne : 10; Uranus : 19,6; Neptune : 38,8, valeurs qui correspondent assez bien à celles données dans le tableau de la page 360, sauf en ce qui concerne Neptune (38,8 au lieu de 30,05).

Mercury. — Mercure, dix-huit fois moins volumineux que la Terre, n'est guère visible à l'œil nu, parce que cette planète est presque toujours plongée et comme perdue dans les rayons du Soleil, autour duquel elle tourne en 88 jours. Elle est la plus proche du Soleil, en reçoit le plus de lumière et de chaleur, a l'orbite la plus elliptique, la plus oblique par rapport à celle de la Terre et est la plus petite des planètes, à l'exception des astéroïdes.

Vénus. — Vénus est la plus brillante de toutes les planètes. Elle se montre le matin à l'E., ou le soir à l'W., avant le lever ou après le coucher

du Soleil. La durée de sa révolution autour du Soleil est de 225 jours; son orbite est plus circulaire que celle des autres planètes; son volume équivaut aux $\frac{9}{10}$ du volume de la Terre. Elle a une atmosphère et probablement des continents, des océans et des montagnes. Elle présente aussi des phases comme la Lune, et parfois elle nous apparaît, sur le disque même du Soleil, comme une petite tache noire. Ces passages de Vénus entre le Soleil et la Terre ont, en astronomie, une importance particulière, parce qu'ils donnent un moyen de déterminer la distance de la Terre au Soleil. Vénus n'a pas de satellite, ou du moins on n'en a pas encore découvert autour de cette planète.

La Terre. — Voir chapitre III, p. 350.

Mars. — Mars est la planète qui vient immédiatement après la Terre dans l'ordre des distances à partir du Soleil. Elle est encore sept fois plus petite que notre globe; elle tourne sur elle-même en 24 h. 37' et met deux ans et deux mois à opérer sa révolution autour du Soleil. Sa lumière, d'un rouge sombre, est parfois altérée par des nuages qui circulent dans son atmosphère. Autour de ses pôles, se montrent des espaces d'un blanc très brillant que l'on pourrait attribuer à la présence de neiges et de glaces, car chacune de ces deux calottes étincelantes s'étend et diminue suivant les saisons; mais il n'est pas absolument certain que ce soit de l'eau congelée. On y reconnaît aussi des océans et des continents qui s'effilent en pointe vers le sud, ainsi que de nombreuses lignes, appelées canaux, qui parfois se dédoublent par l'addition d'une ligne semblable à la première, parallèle, mais invisible jusqu'alors. On a supposé que ces lignes nouvelles sont des bandes de végétation. Tous les quinze ans, Mars n'est distant de la Terre que de 13 millions de lieues: c'est ce qui a permis une étude plus détaillée de sa surface. Il a deux satellites très petits (12 km. de diamètre), dont l'un fait le tour de la planète en sept heures, c'est-à-dire en trois fois et demie moins de temps que la planète ne fait un tour sur elle-même.

Astéroïdes. — Entre Mars et Jupiter se trouvent un grand nombre de petites planètes (les Astéroïdes), que l'on ne peut apercevoir qu'au moyen du télescope. On en compte actuellement environ 800, et l'on en découvre chaque année de nouvelles. Les plus grosses ne paraissent pas avoir plus de 80 à 90 lieues de diamètre. On pense que les astéroïdes constituent les fragments de quelque planète; elles continuent à tourner autour Soleil. Parmi elles, citons *Cérès* qui tourne autour du Soleil en 1681 jours, et *Eros* qui opère sa révolution en 643 jours.

Jupiter. — Jupiter est la plus grosse des planètes; son volume est d'environ 1300 fois celui de la Terre. Malgré ces proportions, Jupiter tourne sur lui-même en moins de dix heures, ce qui, vu ses dimensions, donne un

Principaux éléments du système solaire.

(Voir aussi figures 85, p. 348 et 91, p. 355.)

Noms	Diamètre moyen Terre = 1	Volume Terre = 1	Distance moyenne du Soleil en millions de Km	Durée d'une révolution autour du Soleil en jours solaires moyens	Inclinaison de leur équateur sur leur orbite	Obliquité de leur orbite par rapport à celle de la Terre
Soleil	109.4	4.300.000	—	—	—	—
Mercure	0.382	0.036	38	87.9692	?	7°
Vénus	0.972	0.92	408	224.7008	0°	3°23'
Terre	1	1	150	365.2564	23°27'21"	—
Mars	0.534	0.132	227	686.9805	24°50'	1°51'
Jupiter	10.92	1309	778	4332.580	3°	1°18'
Saturne	9.17	760	1426	10753.22	26°49'	2°29'
Uranus	4.03	65	2868	30686.82	?	0°46'
Neptune	4.39	85	4493	60181.11	?	1°47'
Lune	0.273	0.0204	—	—	6°53'	5°

mouvement excessivement rapide aux points de sa surface; par contre, il met douze de nos années à faire le tour du Soleil. Son axe étant presque perpendiculaire sur son orbite, les jours sont égaux aux nuits pour n'importe quel point, et les saisons y font défaut. A cause de son volume, Jupiter brille vivement à nos yeux, et sa lumière est d'un beau blanc argenté. Vu au télescope, il présente plusieurs bandes obscures parallèles à son équateur et voisines de celui-ci. On y remarque aussi parfois des points lumineux, s'éteignant au bout d'un certain temps, probablement des volcans. Jupiter est accompagné de huit satellites, dont quatre récemment découverts; les éclipses de ces satellites, très fréquentes et très faciles à observer, ont permis de déterminer le temps que met la lumière pour traverser l'espace entre le Soleil et la Terre.

Saturne. — Saturne, 760 fois plus volumineux que la Terre, met $29\frac{1}{2}$ années à faire le tour du Soleil, dont il est éloigné de 1400 millions de km. Cette planète nous envoie une lumière d'une teinte plombée, et l'on remarque à sa surface des bandes parallèles analogues à celles de Jupiter. Elle est accompagnée de dix satellites, dont deux découverts récemment; l'un de ces satellites est plus gros que la planète Mars. Elle présente en outre, une particularité unique dans notre système planétaire : elle est entourée d'un anneau plat, très mince relativement à sa largeur, et formé lui-même de trois anneaux concentriques, séparés par des baies obscures. Cet anneau ne touche la planète en aucun point, mais il tourne sur lui-même dans le même sens que Saturne; il est opaque, car on voit son ombre se projeter sur la planète; on aperçoit tantôt l'une, tantôt l'autre de ses faces, mais il disparaît presque lorsqu'il se présente dans le sens de son épaisseur.

Uranus. — Cette planète, découverte en 1781 seulement, alors que les précédentes étaient déjà connues des astronomes de l'antiquité, est éloignée du Soleil de 19 fois la distance de la Terre au Soleil. Uranus est 63 fois plus volumineux que notre globe, accomplit sa révolution autour du Soleil en 84 ans et a quatre satellites qui se meuvent dans un plan faisant un angle de 98° avec celui de l'écliptique.

Neptune. — Neptune est encore beaucoup plus éloigné du Soleil : 30 fois la distance de la Terre au Soleil; cette planète n'a été découverte qu'en 1846. Neptune est 83 fois plus gros que la Terre, a un satellite et accomplit sa révolution autour du Soleil en 163 ans.

CHAPITRE VII.

COMÈTES. ÉTOILES FILANTES. BOLIDES.

Comètes. — Outre les planètes, d'autres corps célestes font encore partie du système planétaire : ce sont les comètes. Elles sont composées d'un noyau brillant comme une étoile et d'une immense queue ou chevelure lumineuse, formée d'une matière gazeuse très ténue; on peut, en effet, observer les étoiles à travers cette traînée de lumière, qui se montre toujours du côté opposé au Soleil.

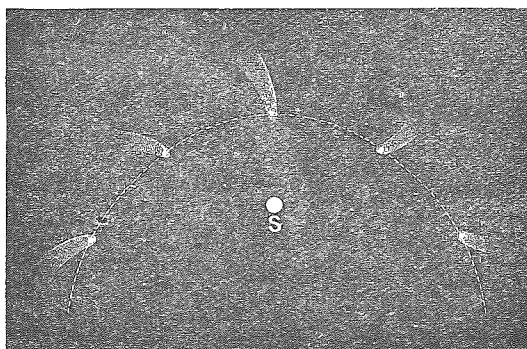


Fig. 93. — Une comète.

Les comètes décrivent des orbites soit paraboliques, soit elliptiques très allongées, dans des plans quelquefois tout autres que ceux dans lesquels circulent les planètes; elles viennent tourner autour du Soleil et sont alors brillantes et visibles; elles s'en éloignent ensuite à des distances le plus souvent incalculables, et quelques-unes reparaissent au bout d'une période déterminée.

Parmi les comètes que l'on a observées depuis l'antiquité (près de 800), on n'en connaît guère que 11 périodiques. Une des plus remarquables est la comète de Halley que cet astronome observa en 1682; il conclut, de ses calculs, que c'était l'astre déjà vu en 1607, et il prédit que son retour s'effectuerait au bout de 76 ans et 235 jours, fait qui s'est vérifié trois fois depuis lors.

Étoiles filantes. — Les étoiles filantes n'ont des étoiles que le nom et l'éclat fugitif. Ce sont des traits lumineux qui nous paraissent se détacher

de la voûte du ciel et tomber sur la Terre. En réalité, ce sont des corpuscules qui flottent dans l'espace, et qui, à la rencontre de l'atmosphère terrestre, s'enflamment par le frottement rapide de l'air. Parfois les étoiles filantes apparaissent isolément, mais, le plus souvent, on les voit par

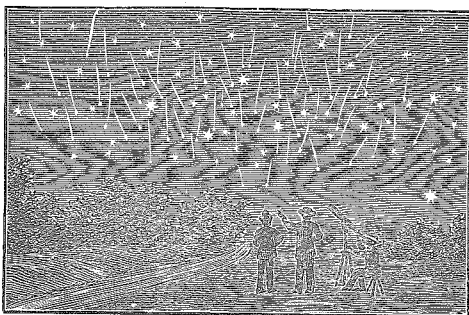


Fig. 94. — Étoiles filantes.

essaims couper le ciel de mille raies lumineuses, s'élançant en gerbes et en fusées magnifiques. Elles nous paraissent alors sortir d'un seul point du ciel que l'on nomme point radiant. Il y a chaque année deux époques où les étoiles filantes sont particulièrement nombreuses et brillantes : vers la mi-août et la mi-novembre.

Bolides, aérolithes. — On donne le nom de *bolides* à des globes lumineux qui traversent l'atmosphère à la manière des étoiles filantes. Ils se meuvent dans l'espace avec une grande vitesse, laissant après eux une large traînée de feu et comme une pluie d'étincelles. Puis ils éclatent en produisant une forte détonation et tombent sur le sol. On a donné le nom d'*aérolithes*, ou pierres de l'air, à ces pierres tombées du Ciel. Aussitôt après leur chute, elles sont brûlantes et dégagent souvent une forte odeur sulfureuse. Leurs bords sont arrondis par la fusion et elles sont généralement recouvertes d'une espèce d'émail métallique noirâtre. Les corps qu'on y trouve sont le fer et le nickel à l'état pur, ce qui ne se rencontre dans aucun minéral terrestre, puis le cobalt, le manganèse et le magnésium.

La plupart des aérolithes ne pèsent que quelques kilogrammes; mais il en est d'un poids bien plus considérable; le plus gros pesait 323 kilogr.

L'existence des aérolithes a fait l'objet de nombreuses suppositions. Il semble démontré aujourd'hui que 90 % des aérolithes dont a pu déterminer l'orbite étaient animés d'un mouvement de translation autour du Soleil et doivent provenir plutôt de planètes que des étoiles.

CHAPITRE VIII.

LES ÉTOILES FIXES.

Distances. — Le monde solaire (Soleil, planètes, satellites, comètes) ne constitue qu'une minime partie de l'Univers : une foule de mondes semblables errent à travers l'espace, et chaque étoile est un Soleil pareil au nôtre.

Regardées au télescope, si puissant qu'on ait pu en fabriquer jusqu'ici, les étoiles n'offrent point de diamètre appréciable : ce sont des points plus ou moins brillants; le contraire a lieu pour le Soleil, les planètes, la Lune dont le disque grossit considérablement au télescope. C'est que la plupart des étoiles se trouvent à des distances incommensurables : la plus rapprochée de nous l'est encore de 210.000 fois la distance du Soleil à la Terre.

Grandeurs. — A l'œil nu et pendant des nuits très noires, on peut distinguer de 6 à 7000 étoiles, mais on en a compté, à l'aide du télescope, et surtout par des photographies — car on photographie l'invisible — plus de 50 millions (voir fig. 6, p. 17). D'après leur éclat, on les divise en étoiles de 1^{re}, 2^e, 3^e jusqu'à la 14^e grandeur, mais cette classification, basée sur les apparences, ne nous donne aucune idée des dimensions réelles de chaque étoile : une étoile de 7^e grandeur, moins brillante qu'une de la 3^e grandeur, pourrait cependant être considérablement plus volumineuse.

Toutes les étoiles de la 1^{re} à la 6^e grandeur sont visibles à l'œil nu par une nuit sans nuage et bien obscure. On en compte une vingtaine de première grandeur dont les principales, visibles sur notre horizon, sont : Sirius, dans la constellation du Grand Chien; Arcturus, dans celle du Bouvier; la Chèvre, du Cocher; Véga, de la Lyre; Rigel et Betelgeuse, d'Orion; Procyon, du Petit Chien; Pollux, des Gémeaux; Aldébaran, du Taureau; Antarès, du Scorpion; Altaïr, de l'Aigle; l'Épi, de la Vierge; Régulus, du Lion; et Fromalhaut, du Poisson austral.

Etoiles variables, colorées, disparues, etc. — Il existe des étoiles *variables*, qui, pendant une certaine période, sont de la deuxième grandeur pour passer ensuite à la troisième ou à la quatrième, et se montrer de nouveau dans leur éclat primitif; — des étoiles *multiplés*, doubles ou triples, qui, à l'œil nu, nous apparaissent comme un seul astre, et qui, vues au télescope, se décomposent en deux ou trois points bien distincts; — des étoiles *colorées*, dont la lumière est teintée de rouge, jaune, vert ou bleu, nuances dues aux corps qui s'y trouvent en grande quantité, ainsi que l'a prouvé l'analyse spectrale; — des étoiles *disparues*, qui, signalées par les astronomes pendant plusieurs siècles, sont aujourd'hui introuvables; — des étoiles *nouvelles*, qui se sont montrées subitement dans le firmament où aucune carte céleste ne les signalait.

Constellations. — Les astronomes ont classé les étoiles en groupes appelés constellations, auxquelles ils ont donné des noms tirés de la mythologie ou, mais très rarement, de la forme affectée par ces groupes.

Les étoiles qui forment chacun de ces groupes peuvent ne pas se trouver à une égale distance de nous ou du Soleil : elles sont situées, en réalité, à des longueurs bien différentes dans les profondeurs du ciel, mais leur image lumineuse, en se projetant sur la voûte céleste comme sur un écran, y produit des dispositions géométriques ou groupes d'étoiles facilement reconnaissables.

Pour distinguer les diverses étoiles d'une même constellation, on les désigne, d'après leur éclat, par des lettres de l'alphabet grec (α du Lion, β du Dragon, etc.) et aussi par des noms particuliers (Véga, Regulus, etc.).

De toutes les constellations visibles sur notre horizon, la plus remarquable est celle de la *Grande Ourse*, qui permet de trouver facilement la *Petite Ourse* : une des étoiles qui forment cette dernière est l'*étoile polaire* (voir fig. 4, p. 15) ; dans nos régions, l'étoile polaire est au Nord, à environ $50^{\circ} 30'$ au-dessus de l'horizon (voir fig. 28 et 29, pp. 43 et 44).

Pour reconnaître aisément les autres constellations principales, divisons la voûte céleste en quatre quadrants par deux droites se coupant à angles droits à l'étoile polaire et dont l'une passe entre le quadrilatère et la queue de la Grande Ourse. Dans le quadrant comprenant le quadrilatère de la Grande Ourse : les trois constellations du zodiaque, le *Lion*, le *Cancer*, les *Gémeaux* ; au delà des Gémeaux, le *Grand Chien* où brille *Sirius*, la plus belle étoile du ciel. Dans le quadrant comprenant la queue de la Grande Ourse : d'abord la *Petite Ourse*, puis le *Bouvier* où brille *Arcturus* ; à côté, la *Couronne* composée de trente-trois étoiles, dont *Gemma* est la plus brillante ; enfin sur le zodiaque, la *Vierge*, la *Balance* et le *Scorpion*. Dans le troisième quadrant, qui touche au précédent, la *Lyre* où brille *Véga* ; tout près, le *Cygne*, formé de cinq étoiles, dont *Deneb* ; sur le cercle zodiacal, le *Sagittaire*, le *Capricorne*, le *Verseau*. Dans le quatrième quadrant, qui touche au premier, la constellation de *Cassiopee* et celle du *Cocher* où brille la *Chèvre* ; puis, sur le cercle zodiacal, les *Poissons*, le *Bélier* et le *Taureau* ; enfin au delà, la *Baleine*, *Éridan* et *Orion*, la plus brillante constellation du Ciel, formée de onze étoiles, dont deux de première grandeur *Rigel* et *Betelgeuse* et quatre de deuxième. — La *voie lactée*, dont il sera question ci-après, traverse la voûte céleste en une immense raie blanchâtre passant, dans le premier quadrant, entre le Grand Chien et les Gémeaux ; traversant, dans le quatrième, les constellations du Cocher et de Cassiopee, dans le troisième, celle du Cygne ; puis se divise en deux branches dont l'une passe près du Sagittaire, tandis que l'autre entre dans le deuxième quadrant et passe près du Scorpion.

Dans l'hémisphère sud de la voûte céleste, invisible de nos régions, il y a aussi des constellations et l'autre moitié de la voie lactée.

Nébuleuses. — On appelle *nébuleuses* des taches irrégulières que nous apercevons en quelques points du ciel étoilé, sous la forme de nuages blanchâtres (voir fig. 94).



Fig. 94. — Une nébuleuse.

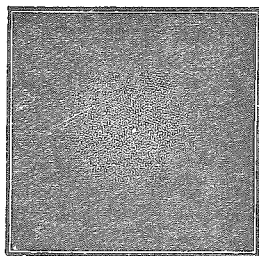


Fig. 95. — Un amas d'étoiles.

Amas d'étoiles. — On désigne sous ce nom des taches blanchâtres dans le Ciel, taches qui, examinées au télescope, se résolvent en un nombre considérable d'étoiles (voir fig. 95).

C'est par l'analyse spectrale des rayons lumineux que l'on est parvenu à différencier les nébuleuses des amas d'étoiles; naguère on distinguait les nébuleuses résolubles (amas d'étoiles) des nébuleuses non résolubles (véritables nébuleuses); cette distinction est abandonnée.

La voie lactée. — La voie lactée est une immense raie blanchâtre qui traverse les deux hémisphères de la voûte céleste; elle n'est, en réalité, qu'une série d'amas d'étoiles, avec quelques nébuleuses, série immense que nous voyons dans le sens de sa plus grande longueur; elle renferme des millions d'étoiles (voir fig. 8, p. 18).

TABLE DÉTAILLÉE DES MATIÈRES.

PLANCHE FRONTISPICE.		
PRÉFACE	pp.	V-VII
TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES	p.	VIII
PLANCHES II A XVII, HORS TEXTE.	pp.	IX-XL
INTRODUCTION	pp.	1-10
I. <i>La science géographique</i> : la Terre, la géographie; divisions de la science géographique; considérations générales.	pp.	1-4
II. <i>Les grandes découvertes</i> : Antiquité et Moyen Age; l'Asie; l'Océanie; l'Afrique; l'Amérique; les régions polaires; les océans; résultats généraux des grandes découvertes	pp.	5-10
PREMIÈRE PARTIE : GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE	pp.	11-60
CHAPITRE I. — LA TERRE	pp.	11-46
I. <i>Horizon et orientation</i> : horizon; points cardinaux; orientation	pp.	11-16
II. <i>L'Univers</i> : le ciel; mouvements des astres; monde solaire; l'Univers	pp.	16-20
III. <i>La Terre</i> : forme de la Terre; dimensions; distance du Soleil; mouvements de rotation et de révolution; position	pp.	20-29
IV. <i>Division du temps</i> : les jours; les années; le calendrier; longueur maxima des jours; inégalité des jours et des nuits	pp.	29-34
V. <i>Lignes et cercles de la sphère</i> : axe et pôles; grands cercles; petits cercles; équateur; parallèles; zones; méridiens; éclipse; antipodes.	pp.	35-41
VI. <i>Latitude et longitude</i> : détermination de la position d'un point; latitude; longitude	pp.	41-46
CHAPITRE II. — NOTIONS DE CARTOGRAPHIE : représentations de la Terre; la sphère; les mappemondes; les planisphères; les planiglobes; les cartes; les plans; mesures des distances; mesures des surfaces; mesures des altitudes et des profondeurs; projections cartographiques	pp.	47-60
DEUXIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.	pp.	61-190
CHAPITRE I. — GÉNÉRALITÉS : géologie et géographie physique.	p.	61
CHAPITRE II. — NOTIONS DE GÉOLOGIE : la croûte terrestre; sa formation; roches fondamentales; roches éruptives; roches sédimentaires; formations superficielles; disposition des roches sédimentaires; division des temps géologiques; les cartes géologiques	pp.	62-74

CHAPITRE III. — GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.	pp.	72-190
A. Généralités : terres; eaux et atmosphère; répartition des terres et des eaux	pp.	72-73
B. Les Terres	pp.	74-110
I. <i>Configuration horizontale des terres</i> : grandes divisions; forme générale des continents; direction générale; points de contact des parties du monde; développement des côtes; presqu'îles; isthmes; caps; îles	pp.	74-78
II. <i>Configuration verticale des terres : les montagnes</i> (définition; causes de formation; classification; modifications actuelles de leur forme; leur aspect; destruction des montagnes; altitude des continents; répartition géographique des montagnes; action des montagnes sur les phénomènes de géographie physique), pp. 79-87; — <i>les plateaux</i> (causes de formation; classification; modifications actuelles de la surface des plateaux; aspect; destruction; répartition géographique des plateaux), pp. 87-90; — <i>les collines</i> (causes de formation; dunes), pp. 90-91; — <i>les vallées</i> (causes de formation; classification; répartition géographique; modifications actuelles de la forme des vallées), pp. 91-92; — <i>les plaines</i> (causes de formation; classification; répartition géographique), pp. 93-95; — <i>les dépressions continentales</i> (causes de leur formation; répartition géographique), p. 96; — <i>les volcans</i> (causes de formation; aspect; classification; répartition géographique; action des volcans sur le modelé terrestre; phénomènes volcaniques secondaires), pp. 96-102; — <i>les îles</i> (causes de formation; classification; îles continentales; îles océaniques), pp. 102-104	pp.	79-104
III. <i>Mouvements actuels des terres : l'intérieur de la Terre</i> (épaisseur de l'enveloppe solide; le phénomène géothermique; le noyau central; mouvements de l'écorce terrestre), pp. 103-106; — <i>les tremblements de terre</i> (causes; classification; répartition géographique; action des tremblements de terre sur le modelé terrestre), pp. 106-108; — <i>les mouvements lents du sol</i> (causes du déplacement de la ligne du rivage; répartition géographique des mouvements lents du sol), pp. 108-110	pp.	104-110
C. Les Eaux	pp.	110-168
I. <i>Les eaux marines : répartition géographique des eaux marines</i> (leur étendue; leur continuité; forme et situation des continents; les détroits), pp. 110-113; — <i>la surface des fonds sous-marins</i> (profondeur des océans; relief des fonds sous-marins; causes de formation; nature du sol sous-marin; le relief sous-marin et le relief des terres émergées), pp. 113-117; — <i>caractères des eaux marines</i> (masse; niveau; composition; couleur; température), pp. 117-120; — <i>mouvements des eaux marines</i> (espèces de mouvements; les vagues; les marées; les courants de marée, d'alimentation, de fond, de surface).		

pp. 120-129; — <i>action des eaux marines sur le modelé terrestre</i> (causes de cette action; action destructive; action reconstructive), pp. 129-133	pp. 110-133
II. <i>Les eaux courantes : répartition géographique des eaux courantes</i> (origine des eaux courantes; infiltration; nappes aquifères; sources; ruissellement; torrent; ruisseau, rivière et fleuve; lacs), pp. 133-144; — <i>le cours d'un fleuve</i> (son alimentation; son bassin; son régime; son cours; son profil), pp. 141-147; — <i>action des eaux courantes sur le modelé terrestre</i> (importance de cette action; action destructive; érosion; creusement des vallées; action reconstructive), pp. 147-155	pp. 133-155
III. <i>Les eaux souterraines : répartition géographique des eaux souterraines</i> (origine des eaux souterraines; causes de leur existence; leurs cours), pp. 155-157; — <i>action des eaux souterraines sur le modelé terrestre</i> (action destructive; action reconstructive), pp. 157-159	pp. 155-159
IV. <i>Les eaux solides : les neiges</i> (origine de la neige; limite des neiges persistantes; avalanches de neige), pp. 159-161; — <i>les glaciers</i> (leur formation; classification; répartition géographique; mouvement des glaciers; aspect; variations; glaciers polaires), pp. 161-163; — <i>action des glaciers sur le modelé terrestre</i> (action destructive; action reconstructive), pp. 163-168	pp. 159-168
D. <i>L'atmosphère</i>	pp. 168-190
I. <i>L'air</i> : composition; épaisseur; pesanteur; isobares; température; le climat et ses éléments	pp. 168-170
II. <i>Température</i> : ses variations à la surface des terres; ses variations comparées sur terre et sur mer; les climats; températures moyennes et extrêmes; isothermes; zones climatiques; saisons	pp. 170-178
III. <i>Précipitations atmosphériques</i> : humidité de l'atmosphère; nuages et brouillards; nébulosité; la pluie; répartition géographique des pluies; régimes des pluies : régulières, périodiques, rares, variables	pp. 178-183
IV. <i>Circulation atmosphérique</i> : causes de la circulation atmosphérique; classification des vents; vents constants : alizés et contre-alizés; vents périodiques; vents variables; vents violents; vents locaux	pp. 183-187
V. <i>Phénomènes optiques et électriques</i> dont l'atmosphère est le siège	p. 187
VI. <i>Action des phénomènes atmosphériques sur le modelé terrestre</i> : action des pluies et des neiges; action destructive de la température; action destructive des vents; action reconstructive	pp. 187-190

TROISIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE BIOLOGIQUE	pp. 491-214
CHAPITRE I. — GÉNÉRALITÉS : la biosphère; but et division de la géographie biologique	pp. 491-492
CHAPITRE II. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE	pp. 493-204
A. Notions préliminaires : botanique et géographie botanique; flore et végétation; moyens de dispersion des plantes; obstacles à la dispersion des plantes; régions sans végétation.	pp. 493-494
B. Les types principaux d'associations végétales spontanées : associations végétales forestières; associations végétales herbacées; associations végétales désertiques	pp. 494-496
C. Répartition géographique des principales associations végétales	pp. 496-201
I. Végétation du domaine aquatique : végétation des eaux marines; végétation des eaux douces	pp. 496-497
II. Végétation du domaine continental : végétation de la zone torride (caractéristiques du climat; répartition géographique des végétaux), pp. 497-498; — végétation des zones tempérées (caractéristiques du climat; répartition géographique des végétaux), pp. 498-200; — végétation des zones polaires (caractéristiques du climat; répartition géographique des végétaux), p. 200; — végétation des hautes montagnes (caractéristiques du climat; répartition géographique des végétaux), pp. 200-201	497-201
D. Agents principaux actuels de la répartition géographique des végétaux : humidité; température; lumière; vent; altitude; exposition; nature du sol; lutte pour l'existence; action de l'homme	pp. 201-204
CHAPITRE III. — GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE	pp. 205-214
A. Notions préliminaires : zoologie et géographie zoologique; faune; moyens de dispersion des animaux; obstacles à la dispersion des animaux; régions sans vie animale.	pp. 205-206
B. Animaux caractéristiques des principales zones de végétation : animaux des forêts; animaux des prairies; animaux des déserts	pp. 206-207
C. Répartition géographique des animaux	pp. 207-214
I. Faune du domaine aquatique : faune des eaux marines (faune littorale des rivages; faune pélagique ou thalassique; faune abyssale; le plankton; les coraux), pp. 207-209; — faune des eaux douces (faune des lacs; faune des fleuves et des rivières), p. 209.	pp. 207-209
II. Faune du domaine continental : faune de la zone torride (caractères généraux; régions), pp. 209-210; — faune des zones tempérées (caractères généraux; régions), pp. 210-211; — faune des zones glaciales (caractères généraux; régions), pp. 211-212; — caractéristiques de la faune des divers continents, p. 212.	pp. 209-212

D. Agents principaux actuels de la répartition géographique des animaux ; conditions de la vie animale dans le milieu aquatique ; conditions de la vie animale dans le milieu continental ; température ; lumière ; nourriture ; action de l'homme	pp. 212-214
QUATRIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE HUMAINE.	pp. 215-342
CHAPITRE I. — GÉNÉRALITÉS : importance géographique de l'homme ; la géographie humaine ; l'activité humaine et les phénomènes géographiques naturels	pp. 215-216
CHAPITRE II. — GÉOGRAPHIE ETHNOGRAPHIQUE	pp. 217-240
A. Considérations préliminaires : but de la géographie ethnographique	217
B. Origine de l'espèce humaine : ancienneté de l'homme ; origine de l'homme ; unité de l'espèce humaine ; centre d'apparition de l'homme	pp. 217-219
C. L'homme préhistorique en Europe	pp. 219-226
I. <i>Restes ostéologiques</i> : variété humaine dite de Heidelberg ; variété humaine dite de Spy ; variété humaine dite de Laugerie ou de Cro-Magnon ; variété humaine dite de Grenelle	pp. 219-220
II. <i>Restes de l'industrie de l'homme préhistorique</i> : division des temps préhistoriques ; paléolithique ou âge de la pierre taillée ; néolithique ou âge de la pierre polie ; protohistorique ou âge des métaux	pp. 220-226
D. Les variétés humaines actuelles : caractères distinctifs des variétés humaines ; classification des variétés humaines actuelles ; répartition géographique des variétés humaines ; panmixie.	pp. 226-229
E. Les groupes ethniques actuels : caractères distinctifs des groupes ethniques ; classification et répartition géographique des groupes ethniques	pp. 229-234
F. Les langues : classification des langues ; répartition géographique des langues.	pp. 232-233
G. Les religions : définition ; classification des religions ; répartition géographique des religions	pp. 233-235
H. Les degrés de la civilisation : la civilisation ; les degrés de la civilisation	pp. 235-236
I. Moyens employés par l'homme pour se procurer sa nourriture journalière : moyens d'existence de l'homme ; la cueillette ; la chasse et la pêche ; l'agriculture ; l'élevage ; l'industrie et le commerce	pp. 236-240
CHAPITRE III. — ANTHROPOGÉOGRAPHIE	pp. 241-276
A. Considérations préliminaires : but de l'anthropogéographie	p. 241

B. L'homme au point de vue géographique	pp.	241-257
I. <i>La Terre habitée</i> : le peuplement du globe terrestre; l'œcumène; la population actuelle du globe	pp.	241-243
II. <i>Répartition géographique de la population</i> : densité de la population; répartition géographique de la population. pp.		243-245
III. <i>Les établissements humains</i> : l'habitation humaine; les chemins; les agglomérations humaines; causes de la localisation des établissements humains; les villes; les grandes agglomérations humaines	pp.	245-252
IV. <i>Mouvements de la population et des agglomérations humaines</i> : mouvements de la population : natalité et mortalité, émigration, immigration, nomadisme, transhumance, attraction des villes et des centres industriels; mouvements des agglomérations humaines	pp.	252-257
C. Les influences de la nature sur l'homme : généralités; les terres fermes; la mer; les montagnes; régions non montagneuses; les eaux courantes; le climat; le sol; le sous-sol; les voies de communication	pp.	257-265
D. La vie humaine dans les principales zones de végétation : l'homme dans les forêts équatoriales; l'homme dans les déserts chauds; l'homme dans les steppes; l'homme dans les forêts des régions tempérées; l'homme dans les toundras et les barren lands pp.		265-268
E. Les influences de l'homme sur la nature	pp.	269-276
I. <i>Activité de l'homme s'inscrivant sur le sol par l'habitation et la circulation</i> : habitations; circulation	pp.	270-271
II. <i>Activité de l'homme s'inscrivant sur le sol par des modifications de la végétation et de la faune</i> : acclimatation de végétaux utiles; culture raisonnée; extension des cultures; destruction de végétaux; domestication et élevage; acclimatation d'espèces animales utiles; destruction d'animaux . pp.		271-274
III. <i>Activité humaine s'inscrivant sur le sol par l'exploitation du sol et du sous-sol</i> ; exploitation du sol; exploitation du sous-sol	pp.	274-275
IV. <i>Modifications de phénomènes naturels</i>	pp.	275-276
CHAPITRE IV. — GÉOGRAPHIE POLITIQUE.	pp.	277-294
A. <i>Considérations préliminaires</i> : but de la géographie politique. p.		277
B. <i>L'État au point de vue géographique</i> : les bases géographiques de l'État; espèces d'États; influence des phénomènes géographiques sur la formation et l'évolution des États; les frontières; les capitales; les accroissements de l'État.	pp.	278-284
C. <i>Formes politiques et répartition géographique des États</i> : formes politiques; répartition géographique des États; répartition géographique des colonies	pp.	285-286

D. Classification des États d'après leur superficie et leur population : grands États de superficie étendue; grands États de superficie peu étendue; moyens États; petits États; États les plus vastes; États les plus peuplés; États continentaux; États insulaires	286-288
CHAPITRE V. — GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE	289-342
A. Considérations préliminaires : but de la géographie économique; l'homme en géographie économique; aptitudes économiques des populations humaines	289-291
B. Les produits de la nature et leur répartition géographique	291-316
I. <i>Produits servant à l'alimentation : produits agricoles</i> (le blé; le riz; le maïs; le seigle; l'orge; l'avoine; le millet; le sorgho; le sarrasin; la canne à sucre; la betterave sucrière; la pomme de terre; le manioc; la vigne; le houblon; le caféier; le théier; les arbres fruitiers; les plantes à épices; les narcotiques; les plantes médicinales), pp. 291-301; — <i>produits de l'élevage</i> (le bétail bovin; le bétail ovin; le bétail porcin; la volaille), pp. 301-302; — <i>produits de la chasse et de la pêche</i> (chasse; pêche fluviale; pêche maritime), pp. 303-304; — <i>produits miné- raux</i> (le sel), p. 304	291-304
II. <i>Produits servant à l'habillement : produits végétaux</i> (le lin; le chanvre; le coton), pp. 304-306; — <i>produits animaux</i> (la laine; la soie), pp. 306-307	304-307
III. <i>Produits servant à l'habitation : produits végétaux</i> , p. 307; — animaux, p. 308; — minéraux, p. 308	307-308
IV. <i>Matières servant à l'industrie : les combustibles minéraux</i> (la houille; le lignite; le pétrole), pp. 308-311; — <i>les minéraux utiles</i> (le fer; le cuivre; le zinc; le plomb; le nickel; autres), pp. 311-314; — <i>les minéraux précieux</i> (l'or; l'argent; le platine), pp. 314-315; — <i>les matières premières végétales et animales</i> (matières végétales, matières animales), pp. 315-316	308-316
C. La localisation des industries	316-323
I. <i>Généralités</i> : causes principales de cette localisation	316-317
II. <i>Répartition géographique des principales industries</i> : indus- trie charbonnière; industrie sidérurgique; industrie cotonnière; industrie de la laine; industrie de la soie; les industries alimentaires	317-322
III. <i>Les centres de l'industrie</i> : régions industrielles	322-323
D. La circulation des produits	323-342
I. <i>Généralités</i> : circulation des produits; la géographie de la circulation	323-324
II. <i>Les voies de communication</i> : voies de communication naturelles; voies de communication artificielles	324-328
III. <i>Les moyens de transport</i> : transports continentaux; transports maritimes; transmission des idées	328-334

IV. <i>La distribution des produits</i> : le commerce (commerce de la houille, du fer, du zinc, des céréales; du coton; de la laine, de la soie, du pétrole)	pp.	334-339
V. <i>Les centres du commerce</i> : régions très commerçantes; les ports; les grands courants commerciaux; les grands domaines économiques	pp.	339-342
APPENDICE : ÉLÉMENTS DE COSMOGRAPHIE	pp.	343-366
Chap. I. <i>L'Univers</i> : idée générale de l'Univers; le système solaire; gravitation; mouvement apparent du ciel; la sphère céleste	pp.	343-345
Chap. II. <i>Le Soleil</i> : nature et aspect; distance de la Terre; dimensions; mouvements apparents; mouvements réels; zodiaque	pp.	346-349
Chap. III. <i>La Terre</i>	p.	350
Chap. IV. <i>La Lune</i> : distance de la Terre; dimensions; aspect; mouvements; phases de la Lune; influences de la Lune	pp.	351-355
Chap. V. <i>Les éclipses</i> : définition; éclipses de Soleil; éclipses de Lune; fréquence des éclipses	pp.	356-357
Chap. VI. <i>Les planètes</i> : nature et mouvements; position; principaux éléments du système solaire; loi de Bode; Mercure; Vénus; Mars; astéroïdes; Jupiter; Saturne; Uranus; Neptune.	pp.	358-361
Chap. VII. <i>Comètes, étoiles filantes, bolides</i>	pp.	362-363
Chap. VIII. <i>Les étoiles fixes</i> : distances; grandeurs; constellations; nébuleuses; amas d'étoiles; la voie lactée	pp.	364-366
TABLE DÉTAILLÉE DES MATIÈRES	pp.	367-374

Collection J. ROLAND et E. DUCHESNE

(Tous les manuels et autres ouvrages sont publiés en français et en flamand.)

La Maison d'éditions AD. WESMAEL-CHARLIER, de Namur, s'est assuré le concours de Monsieur Joseph HALKIN, Professeur à la Faculté des Sciences et Directeur de l'Institut de Géographie de l'Université de Liège, pour reviser, mettre à jour et compléter la Collection J. Roland et E. Duchesne, dont les ouvrages ont été approuvés par le Gouvernement, sur avis favorables des Conseils de perfectionnement, et ont été couronnés par l'Académie de Belgique.

GÉOGRAPHIE

Cours complet de Géographie pour l'enseignement primaire, moyen et normal.

Cours de Géographie à l'usage de l'enseignement primaire :

DEGRÉ INFÉRIEUR. — *Cartographie : N° 1. La commune.*

DEGRÉ MOYEN. — *Atlas-Manuel du 2^e degré, 19 cartes et texte.*

Atlas spéciaux des provinces de Namur et de Liège.

Cartographies : N° 2. Le canton. — N° 3. L'arrondissement. — N° 4. Terre; Europe; Belgique. — N° 5. La province natale.

DEGRÉ SUPÉRIEUR. — *Atlas-Manuel de Géographie, avec le texte en regard des cartes : 60 pages de texte dont 6 pages de diagrammes récapitulatifs et 40 cartes dont 6 cartes-reliefs de la Belgique et des parties du monde.*

Étude spéciale des Régions naturelles de Belgique, texte et cartes.

Atlas de Géographie, 40 cartes (sans texte).

Géographie illustrée.

Cartographies : N° 6^e. Belgique (carrés). — N° 6^r. Belgique (rect.).

— N° 7. Europe et parties du monde.

Atlas illustré ou Géographie en images, 48 pl. et texte.

Cours de Géographie à l'usage de l'enseignement moyen (1^{er} et 2^e degré) :

Cours de Géographie à l'usage des écoles moyennes :

1^{re} année. *Europe, 16 pl. hors texte.*

2^e année. *Parties du monde, 16 pl. hors texte.*

3^e année. *Belgique, Cosmographie, 16 pl. hors texte.*

Le Congo belge, étude historique et géographique, à l'usage des athénées, collèges, écoles moyennes, pensionnats, etc.

