4304
B(1)

Collection J. ROLAND et E. DUCHESNE

COURS

DE

GÉOGRAPHIE

PAR

Joseph HALKIN

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÉGE

TOME PREMIER

Géographie générale

TROISIÈME ÉDITION



NAMUR

Maison d'Éditions AD. WESMAEL-CHARLIER

61, RUE DE FER 61, (Soc. An.)

Collection J. ROLAND et E. DUCHESNE

COURS

Hommage de l'Auteur,

DE

GÉOGRAPHIE

PAR

JOSEPH **HALKIN**

PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE LIÈGE

TOME PREMIER

Géographie générale

TROISIÈME ÉDITION



NAMUR

Maison d'Éditions AD. WESMAEL-CHARLIER

(Société Anonyme)

81, RUE DE FER 81.

1924



PROPRIÉTÉ.



PRÉFACE DE LA PREMIÈRE ÉDITION

Depuis plusieurs années déjà, les études géographiques, complètement rénovées 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 revision. 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 revisée 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, veuleut 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.

J. H.

PRÉFACE DE LA DEUXIÈME ÉDITION

La première édition de ce manuel de géographie générale a été épuisée en deux ans : c'est la meilleure preuve de la valeur de ce précis et de la faveur avec laquelle il a été accueilli dans le monde enseignant. Nous sommes heureux qu'on ait bien voulu applaudir à nos efforts en vue du progrès de l'enseignement géographique.

Nous ne parlerons pas des éloges dont ce manuel a été l'objet, si ce n'est seulement pour remercier nos collègues de Belgique et de France qui nous ont encouragés. Nous nous arrêterons de préférence au seul grief qui nous a été présenté, à savoir que ce manuel serait trop détaillé pour les classes de rhétorique des Athénées et des Collèges.

Cette critique, nous le reconnaissons, paraît fondée si le professeur de géographie veut faire étudier par les élèves tout le manuel, ce qui est en petit texte comme ce qui est en grands caractères et si, notamment dans les classes de 3e et de 2de, l'enseignement géographique n'a pas été suffisamment explicatif et raisonné.

Notre but, nous l'avons dit, n'a pas été de mettre à la disposition des élèves un livre qui ne contienne que ce qu'ils doivent étudier. Ce serait d'ailleurs impossible, puisque tel professeur s'étendra longuement sur tel ou tel chapitre de la géographie physique, tandis qu'un collègue enseignera d'une manière très détaillée telle partie de la géographie humaine. Nous avons voulu fournir aux élèves une introduction scientifique

aux cours de géographie professés dans les Universités et un vade-mecum suffisamment étendu et complet pour s'y référer, même après leurs études moyennes.

D'ailleurs les élèves qui auront appris, en 6e, les notions de géographie générale placées en introduction à notre géographie de l'Europe, et, en 4e, les éléments de géographie générale qui, clôturant le premier cycle, suivent notre géographie de la Belgique et servent d'introduction au second cycle, arriveront en rhétorique avec une certaine connaissance de la géographie générale. D'autre part, si la nomenclature géographique est l'objet principal, mais non absolument exclusif, de l'enseignement géographique dans les classes de 6e, 5e et 4e, et si, comme nous le désirons, l'explication raisonnée des faits, tant de géographie physique que de géographie humaine, est le but principal, mais non unique, que doit poursuivre l'enseignement dans les classes supérieures, ce manuel, en rhétorique, ne fera souvent que rappeler et synthétiser des notions exposées dans les classes précédentes,

Nous nous sommes toujours élevé contre la méthode néfaste qui consiste à faire étudier par cœur un manuel de géographie et nous sommes heureux de constater qu'elle est de plus en plus abandonnée. L'élève, guidé par l'enseignement de son professeur, doit pouvoir, alors qu'il est au seuil de l'Université, discerner facilement le principal de l'accessoire; et nous l'y avons aidé par l'emploi de deux caractères d'imprimerie différents; il y aura, de toute manière, grand avantage pour lui, à lire attentivement ce qui est en petit texte.

Enfin nous espérons fermement que l'on se convaincra de plus en plus de l'importance de l'enseignement moderne de la géographie pour la formation scientifique de la jeunesse et qu'un nombre d'heures plus grand (deux au lieu d'une par semaine) sera réservé à l'enseignement géographique, au moins dans les rhétoriques, lors de la revision des programmes.

La publication de la première partie de notre Atlas classique *nous a permis de faire, dans cette deuxième édition, de nombreux*

renvois à cet Atlas : la répartition des faits et des phénomènes géographiques se retient mieux lorsqu'elle est illustrée par des cartes; et notre Atlas est ainsi le complément nécessaire de notre manuel. Nous avons aussi édité des planisphères et des planiglobes muets qui faciliteront aux élèves la reproduction des cartes de notre Atlas et qui leur permettront de faire des exercices d'application intéressants et instructifs.

Sans cependant nous blâmer d'avoir réuni en tête du manuel toutes les photographies, quelques professeurs nous ont marqué leur étonnement de ce que nous ayons agi ainsi. Nous aurions pu, et c'eût été en effet mieux, réserver une page pour chaque photographie et intercaler chacune de nos quarante-sept photogravures exactement en face du texte qu'elle doit illustrer, mais les conditions de publication sont si onéreuses qu'il a fallu y renoncer, comme nous n'avons pu augmenter dans cette édition la documentation par l'image. D'autre part, au point de vue pédagogique, nous préférons que, pendant les leçons, l'attention des élèves ne soit pas détournée de l'enseignement du professeur par l'examen d'une photographie; nous préférons aussi que les photographies, éloignées du texte, puissent servir à des revisions, car souvent une même illustration peut donner occasion à des observations, des remarques et des explications se rapportant à plusieurs chapitres de la géographie générale.

Nous avons revu avec grand soin notre texte, élagué de ci de là, précisé l'une ou l'autre explication, mis à jour toutes les données, surtout en géographie politique et économique, enfin ajouté en appendice des tableaux donnant pour chaque continent la liste des États indépendants et des colonies avec des renseignements statistiques, tableaux qu'il nous avait été impossible de dresser pour la première édition, imprimée pendant la guerre et mise en vente au lendemain de l'armistice libérateur.

On nous a aussi demandé de donner, après chaque chapitre, quelques indications bibliographiques signalant les meilleurs ouvrages à consulter. Le précis de méthodologie géographique que nous préparons fournira d'abondantes références et nous guiderons le choix des lectures à faire au moyen de quelques appréciations

critiques ayant pour but de montrer la valeur scientifique des ouvrages signalés.

Nous réitérons nos plus vifs remerciements à tous ceux qui ont bien voulu nous communiquer leur impression au sujet de notre géographie générale ou qui, soit dans des conversations, soit par écrit, ont eu l'amabilité de nous présenter des suggestions dont nous avons eu soin de tirer profit pour autant qu'elles ne fussent pas en contradiction avec la méthode d'enseignement que depuis vingt ans nous préconisons dans nos cours et exercices pratiques de méthodologie géographique au Séminaire de géographie (Faculté des Sciences) de l'Université de Liége.

Cointe lez-Liége
Mai 1921.

J. H.

PRÉFACE DE LA TROISIÈME ÉDITION

Cette troisième édition ne diffère de la précédente que dans quelques points de détail et par la mise à jour des données statistiques que contiennent la géographie économique et les tableaux relatifs aux États et aux colonies.

Le programme nouveau de l'enseignement géographique dans les écoles primaires fait une place très grande aux notions de géographie générale; c'est un progrès que nous sommes heureux de constater; ce manuel-ci permettra aux instituteurs et aux institutrices d'acquérir ou d'approfondir les bases scientifiques nécessaires pour enseigner ces notions de géographie générale.

Nous espérons que dans la réforme des programmes de l'enseignement moyen, actuellement en préparation, l'importance de l'étude de la géographie générale ne sera pas sous-évaluée, car elle est plus formative que la description géographique des divers pays et elle prépare mieux aux études universitaires.

Cointe lez-Liége
Mai 1924.

J. H.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES.

(Une table détaillée termine ce Manuel.)

PRÉFACE DE LA 1re ÉDITION. . . . . pp. V-VII

PRÉFACE DE LA 2e ÉDITION . . . . . pp. VII-X

PRÉFACE DE LA 3e ÉDITION . . . . . p. X

INTRODUCTION. . . . . pp. 1-10

Première partie : GÉOGRAPHIE MATHÉMATIQUE . . . . . pp. 11-60

Ch. I. *La Terre,* p. 11.
Ch. II. *Notions de cartographie,* p. 47.

Deuxième partie : GÉOGRAPHIE PHYSIQUE . . . . . pp. 61-190

Ch. I. *Généralités,* p. 61.
Ch. II. *Notions de géologie,* p. 62.
Ch. III. *Géographie physique,* p. 72.

Troisième partie : GÉOGRAPHIE BIOLOGIQUE . . . . . pp. 191-214

Ch. I. *Généralités,* p. 191.
Ch. II. *Géographie botanique,* p. 193.
Ch. III. *Géographie zoologique,* p. 205.

Quatrième partie : GÉOGRAPHIE HUMAINE . . . . . pp. 215-342

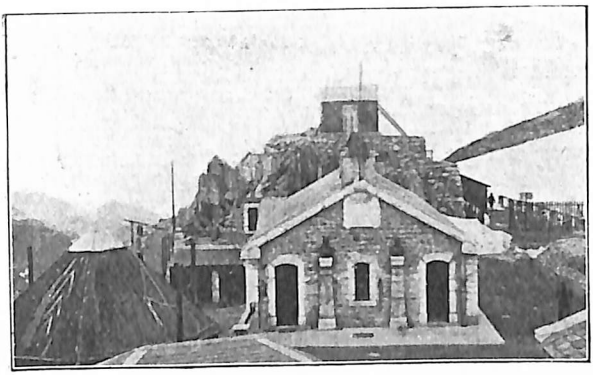
Ch. I. *Généralités,* p. 215.
Ch. II. *Géographie ethnographique,* p. 217.
Ch. III. *Anthropogéographie,* p. 241.
Ch. IV. *Géographie politique,* p. 277.
Ch. V. *Géographie économique,* p. 289.

APPENDICE I. Éléments de cosmographie. . . . . pp. 343-366

APPENDICE II. États indépendants et colonies . . . . . pp. 367-374

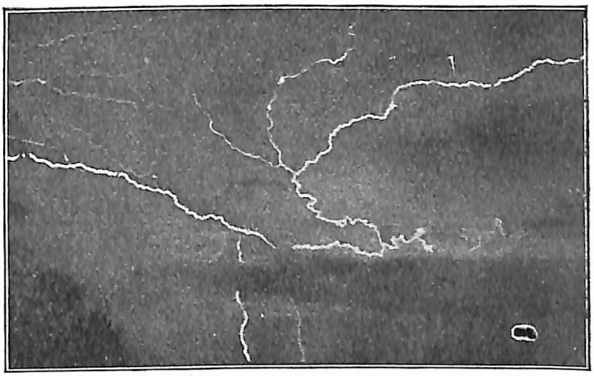
TABLE DÉTAILLÉE DES MATIÈRES . . . . . pp. 375-386

PLANCHES



a) **L'observatoire du Pic du Midi de Bigorre.** — Construit à 2.877 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 les pics assez élevés et venant du milieu de la chaîne. (Vallée du Gave de Pau, aux environs de Gèdre.)

(Cl. J. Halkin.)

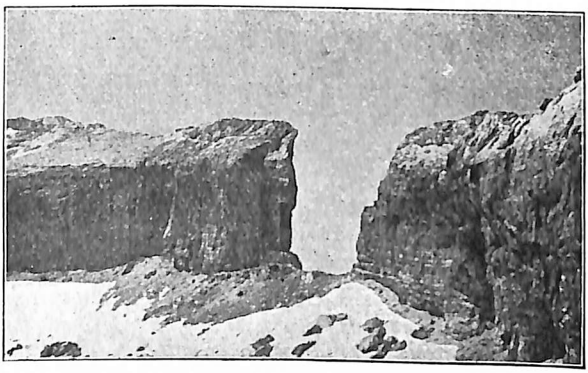
PLANCHE II.



a) **Le cirque de Gavarnie (Pyrénées).** — 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.

(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.



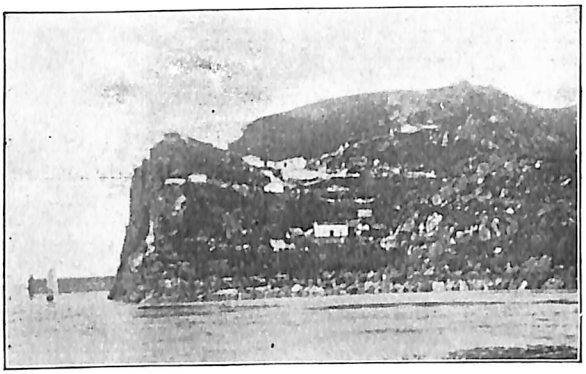
(Cl. J. Halkin.)



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.)

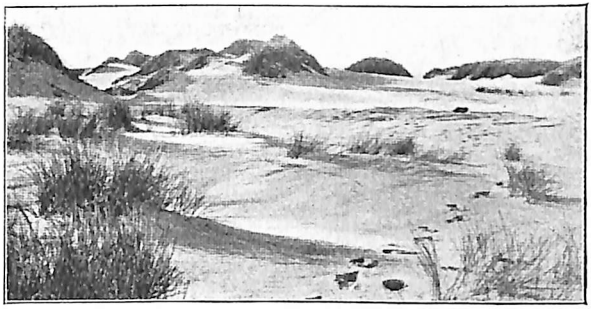
PLANCHE III.



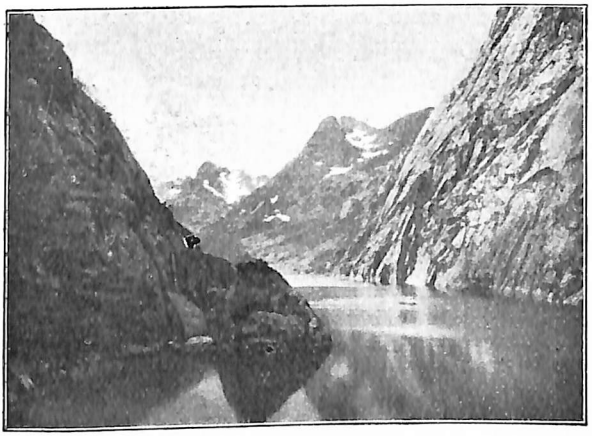
(Cl. J. Halkin.)

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.)

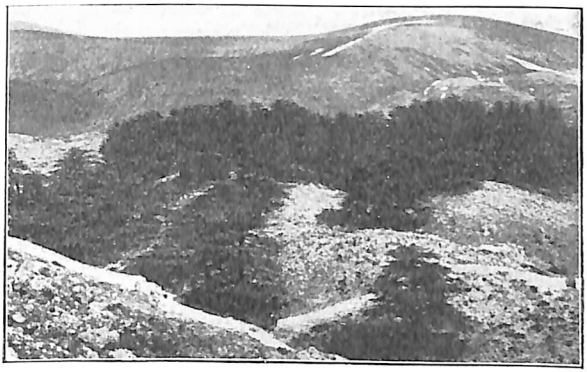
c) **Le fjord de Trod.** — Dans les îles Lofoden, près de la côte de Norvège : parois rocheuses presque abruptes; le fond de l'ancienne vallée glaciaire est envahi par la mer.

PLANCHE IV.



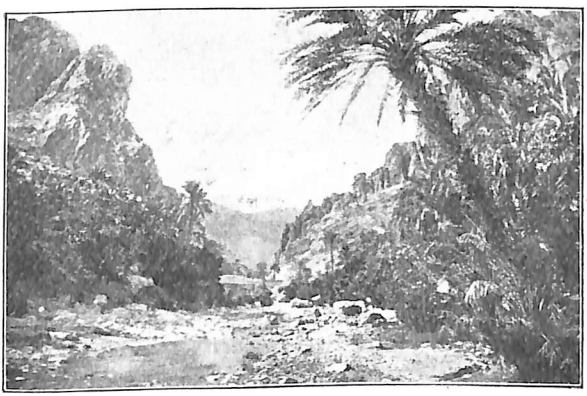
a) La Jungfrau (Alpes). — Montagne jeune, sculptée par une érosion très active; au premier plan : vallée étroite qui débouche à Interlaken.

(Cl. Photochrom.)



b) Le Liban. — Montagne 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'arrière, sol aride et roches brûlées. Type d'oued algérien.

(Cl. Photochrom.)

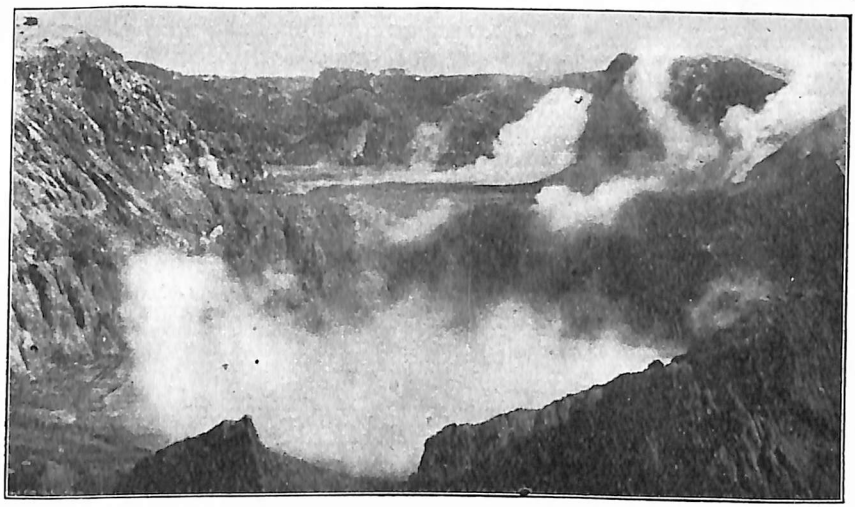
PLANCHE V.



(Cl. Alinari.)

a) Naples, son golfe et le Vésuve.

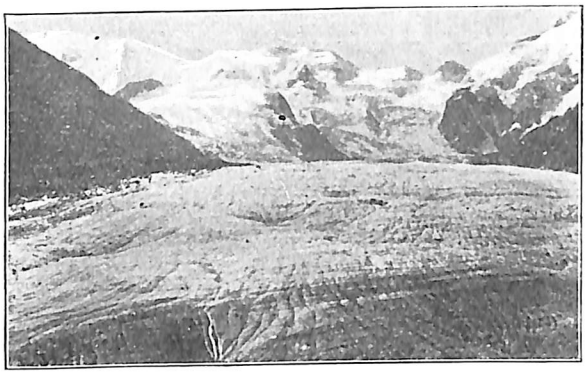
Vue prise du Pausilippe. A l'arrière-plan : le cratère du Vésuve et le mont Somma.



(Cl. Photochrom.)

b) Terres geysériennes en Nouvelle-Zélande.

PLANCHE VI.



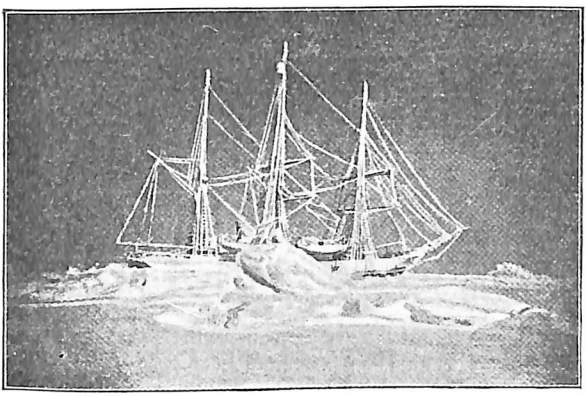
a) Le glacier de Morteratsch (Alpes). — Calotte terminale de ce glacier encaissé; massif du Bernina. Cannelures produites par ruissellement. A gauche, moraine latérale.

(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.

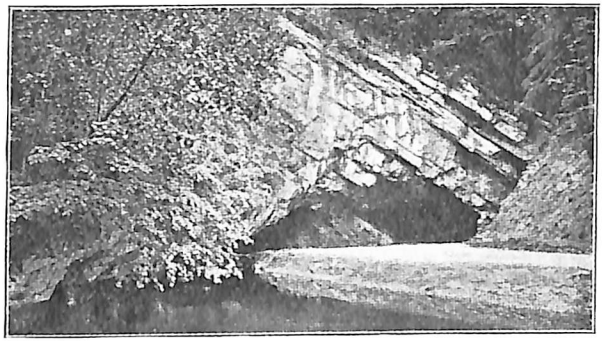
(Cl. Photoglob.)



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.)

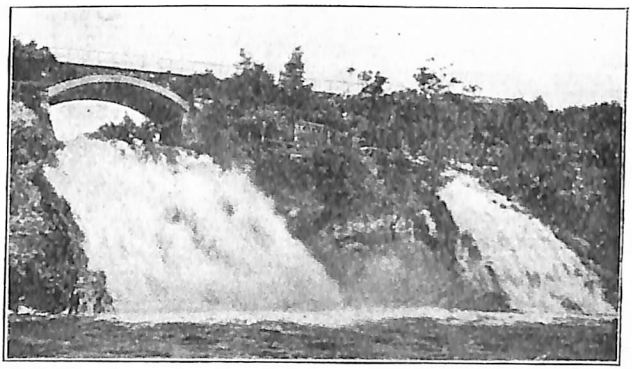
PLANCHE VII.



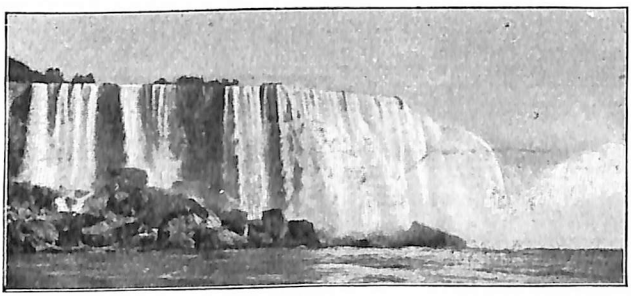
(Cl. E. de Pierpont.)

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.)

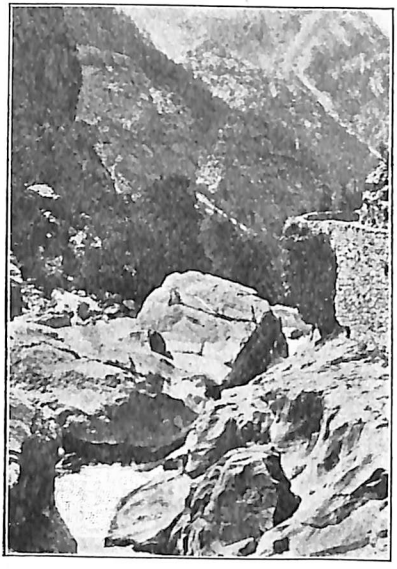
c) Cataracte du Niagara. — Partie de la chute dite « le fer à cheval » à cause de sa forme arquée; hauteur : 50 m.; elle recule vers l'amont de 1 m. 50 annuellement par érosion des roches tendres à sa base.

PLANCHE VIII.



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

(Cl. J. Halkin.)



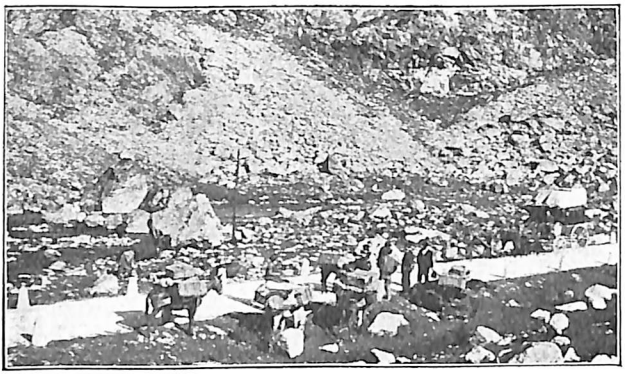
b) Vallée d'érosion. — Dans les Pyrénées espagnoles, vallée et route dans les environs de Torla ; le lit est encombré de blocs de rochers entre lesquels mugit la rivière ; la route est suspendue et conduit à Boucharo d'où, par un chemin muletier, on peut atteindre Gavarnie en France.

(Cl. J. Halkin.)



c) Vallée encaissée.
(Cl. J. Halkin.)

PLANCHE IX.



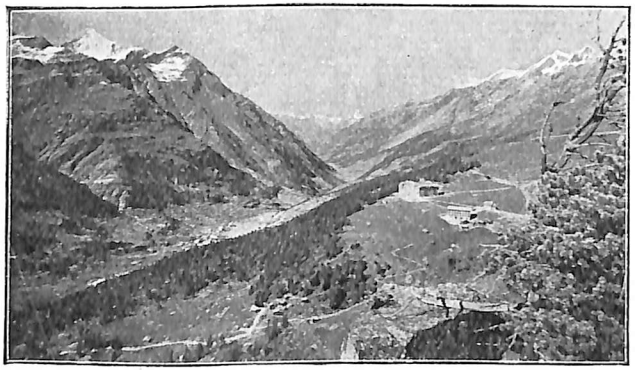
a) Route de Biescas à Panticosa. — Dans les Pyrénées espagnoles; malle-poste; transport par mulets; éboulis en grande quantité au pied de la paroi rocheuse, et blocs éboulés jusque de ce côté-ci de la route.

(Cl. J. Halkin.)

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.)



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.

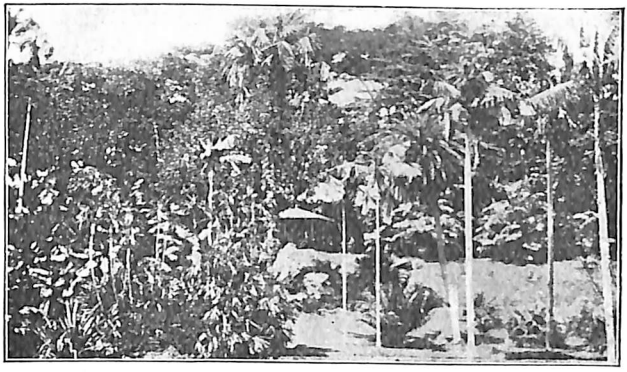
(Cl. Photoglob.)

PLANCHE X.



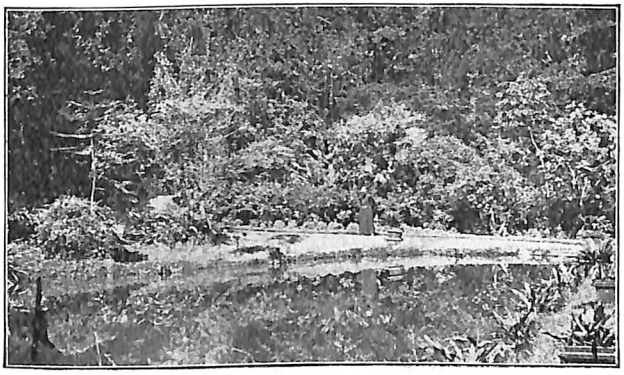
(Cl. J. Halkin.)

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.

PLANCHE XI.



a) Un nègre.



b) Un groupe de Chinois.



c) Insulaires Fidjiens.



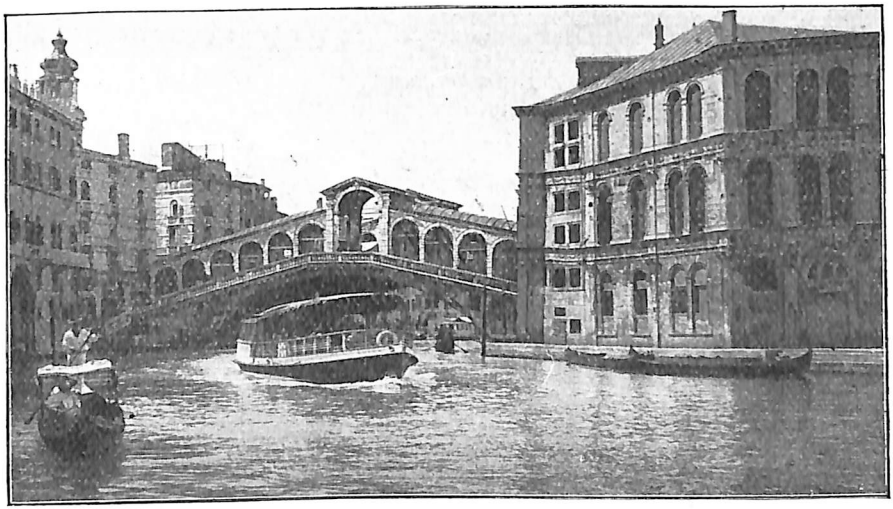
d) Un Peau-Rouge.

PLANCHE XII.



(Cl. Photoglob.) *a)* Tolède.

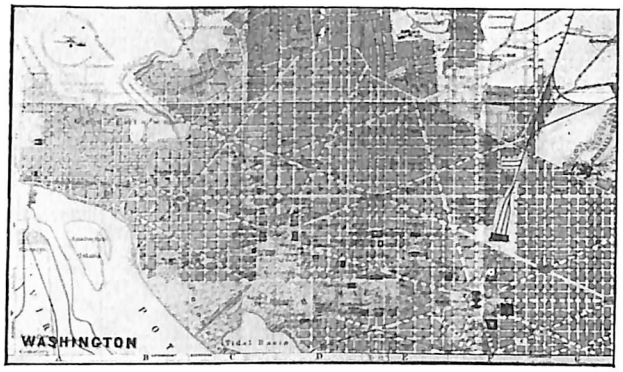
Au premier plan, la route venant de la gare, conduisant par le pont d'Al-Cantara dans la ville. Le Tage coule dans une vallée profonde et encaissée, entourant presqu'entièrement la vieille ville de Tolède, un type de ville haut perchée et naturellement défendue.



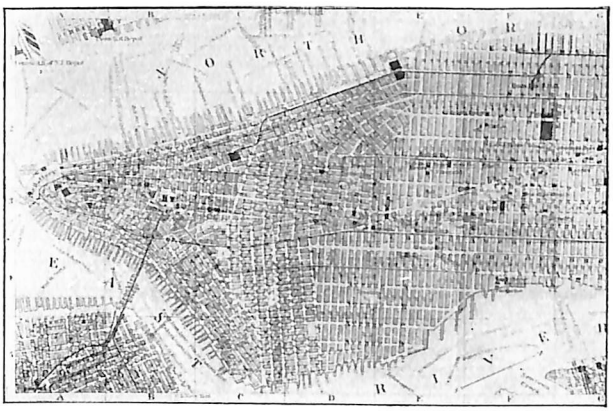
(Cl. Photoglob.) *b)* Venise.

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

PLANCHE XIII.



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



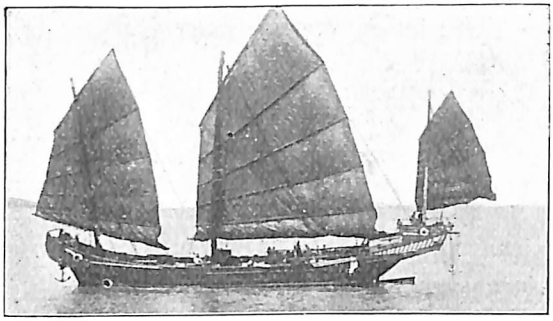
b) Plan de New-York. — L'ancienne ville, à l'extrémité de la presqu'île, est formée de rues rarement en ligne droite; les parties récentes se reconnaissent aisément à la forme rectangulaire des surfaces bâties.



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.

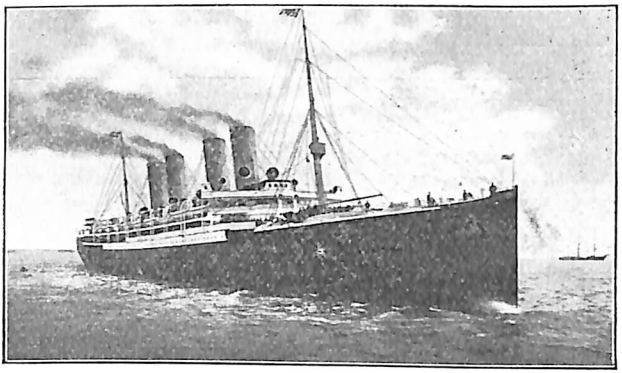
(D'après les plans Baedeker.)

PLANCHE XIV.



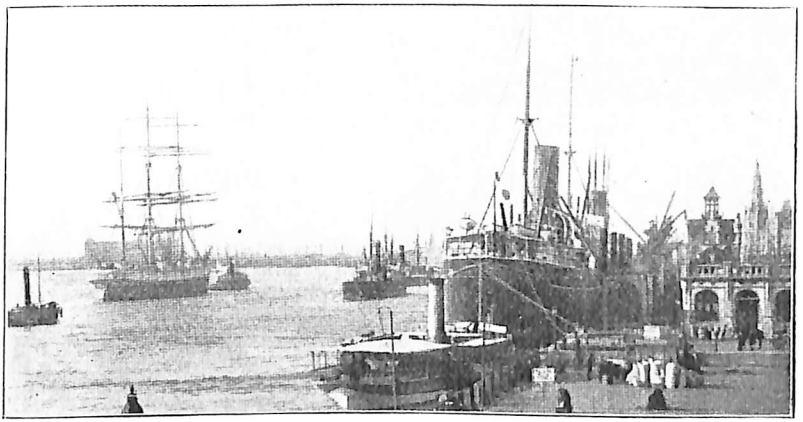
a) **Jonque chinoise.** — Bateau à voiles faisant le cabotege sur les côtes chinoises; vue prise près de l'embouchure du Yang-tsé.

(Cl. J. Halkin.)



b) **Un transatlantique.** — Navire extra-rapide pour la traversée de l'Atlantique; longueur 200 m.; largeur 20 m.; tonnage brut : 15.000 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.

PLANCHE XV.



a) Repiquage du riz, au Japon.

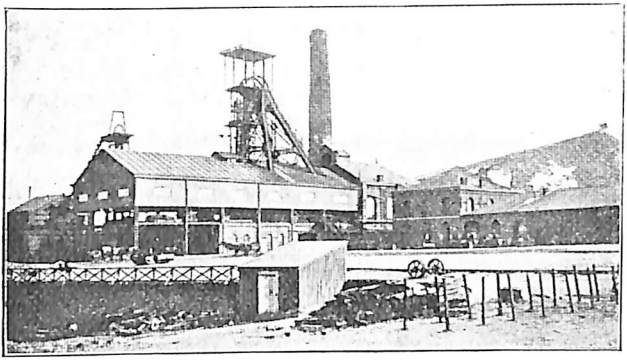


b) Cueillette du thé, au Japon.



c) Récolte du riz, à Ceylan.

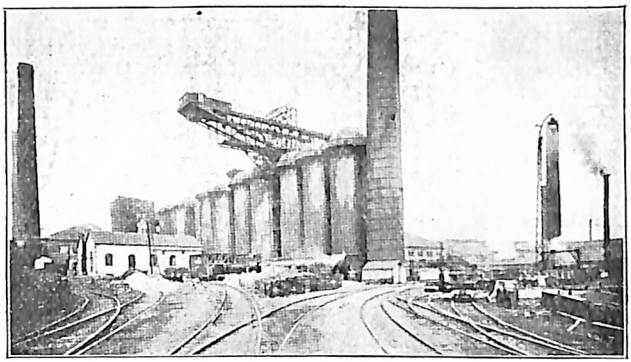
PLANCHE XVI.



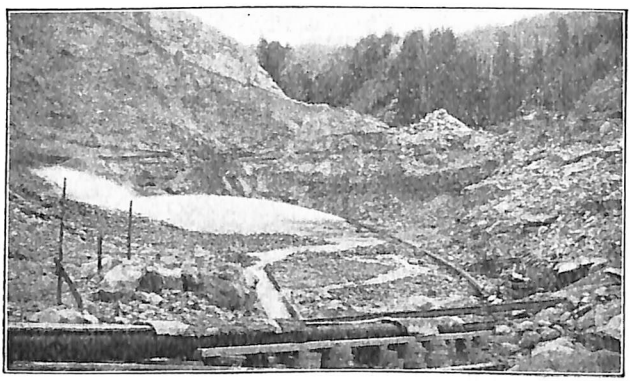
(Cl. Nels.)

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; » à l'arrière-plan, à droite, une colline artificielle dite « terril »

b) **Industrie métallurgique.** — Les voies ferrées amènent près des hauts fourneaux le minerai et le combustible.



(Cl. Nels.)



(Cl. Photochrom.)

e) **Un placer au Colorado.** — Les alluvions aurifères sont attaquées par un jet d'eau continu et de grande force; l'eau entraîne les détritus rocheux et le métal précieux est alors plus facilement récolté.

PLANCHE XVII.

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; *graphein,* 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

répartition et leur extension sur le globe. — D'une part, elle s'occupe de la Terre comme d'un corps naturel possédant une individualité propre et dont la surface est le siège de nombreux phénomènes permettant et influençant la vie d'une multitude d'êtres animés; d'autre part, elle considère cette surface comme l'habitat d'un être intelligent et doué de raison, l'homme, qui vit en société, crée des États et modifie certaines conditions naturelles.

La géographie a pour *objet* l'étude scientifique : 1° de la Terre considérée comme un tout; 2° de la surface terrestre ou, plus exactement, de cette zone composée *a)* d'une certaine épaisseur de sol, *b)* des eaux, *c)* des couches inférieures de l'atmosphère, 3° des organismes vivant dans cette zone, plantes et animaux; 4° de l'homme. — Et, dans ces trois dernières parties, elle a surtout en vue l'étude des répartitions géographiques. C'est-à-dire que, pour chaque fait géographique, elle pose d'abord la question : *où?,* détermine la localisation de ce fait, notamment où il se présente avec le plus de netteté, et signale sur une carte son extension et les limites de cette extension; elle pose ensuite la question : *pourquoi?,* et recherche les causes géographiques de cette localisation et de cette extension; enfin, ces deux questions résolues, elle *étudie les rapports* de connexion et de dépendance entre ce fait et d'autres faits géographiques.

Ainsi considérée, la géographie fait appel aux résultats obtenus par diverses sciences : l'*astronomie,* ou étude des astres qui circulent dans l'espace; la *géologie* qui retrace l'histoire de la Terre et fait connaître la formation et la disposition des roches constituant l'écorce terrestre; la *météorologie* ou étude des phénomènes dont l'atmosphère est le siège; l'*histoire* qui nous raconte les faits et gestes des humains; l'*anthropologie* qui étudie l'homme au point de vue physique; l'*ethnologie* qui l'étudie au point de vue des mœurs et coutumes; d'autres sciences encore : physique, botanique, zoologie, économie politique, statistique, etc. — Aux différents faits géographiques, on a donné des noms, ce qui forme la nomenclature géographique; mais la géographie existe sans ces noms, sans ces étiquettes. Malheureusement on se figure trop souvent encore que l'étude de la géographie consiste dans la connaissance de ces noms exclusivement.

Divisions. — La science géographique se divise en :

1° La *géographie mathématique,* qui, considérant la Terre comme un tout, en étudie la forme, en détermine les dimensions, en décrit les mouvements.

Elle comprend la *physique du globe* ou étude des phénomènes généraux qui régissent la forme et les mouvements de la Terre, et des causes physiques de l'état actuel du globe; et la *géodésie* qui s'occupe plus particulièrement de mesurer la Terre et de fournir des données exactes pour la *cartographie* ou exposé des méthodes de représentation de la Terre ou de parties de sa surface.

2° La *géographie physique* qui a pour objet l'étude de l'état actuel de la surface terrestre et de ses modifications; et, par surface terrestre, il ne faut pas entendre la surface mathématique du globe, mais, comme nous l'avons dit, une zone comprenant les eaux, les couches supérieures de l'écorce terrestre et les couches inférieures de l'atmosphère.

La géographie physique s'occupe exclusivement de l'état actuel et ne doit donc pas, ce qui est du domaine propre de la géologie, décrire les états de cette surface dans les temps lointains, ni les expliquer; elle sert de base à la géographie biologique et à la géographie humaine. Elle comprend : la partie de la *physique du globe* qui étudie les mouvements des milieux liquides et gazeux qui recouvrent la Terre en tout ou en partie; la *morphologie de la surface terrestre* ou étude des formes que cette surface présente, de leur constitution, de leur évolution actuelle (orographie et hydrographie); l'*océanographie* qui a pour but l'étude des océans et des mers, leur composition, leurs mouvements et les phénomènes qui s'y passent; la *climatologie* ou étude de l'atmosphère.

3° La *géographie biologique* qui a pour objet l'étude de la répartition des plantes et des animaux sur la surface terrestre; elle se divise en *géographie botanique* et *géographie zoologique.*

4° La *géographie humaine* qui est la géographie de l'homme vivant en société.

Elle comprend : la *géographie anthropologique et ethnographique* qui étudie la répartition des variétés humaines et des groupes ethniques, les caractères physiques des premières et sociologiques des seconds; l'*anthropogéographie* ou étude des influences telluriques sur la société humaine et de l'influence de l'homme sur la terre; la *géographie politique* qui étudie les États créés par les hommes et cherche à déterminer les lois géographiques de leur évolution; la *géographie économique* qui étudie les productions du globe utiles à l'homme, leur répartition géographique et leur circulation.

A ces grandes divisions, il faut ajouter : l'histoire de la science géographique; l'histoire des découvertes géographiques; la méthodologie de la géographie; la géographie historique; la géographie coloniale; la géographie médicale; la géographie sociale; la cosmographie, qui font partie d'un enseignement complet de la géographie.

La géographie se divise encore en géographie générale, spéciale, régionale et descriptive.

La *géographie générale* 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).

La *géographie spéciale* 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).

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

La *géographie descriptive*, ou chorographie, 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 Néchao II (611-595); ils atteignirent la mer du Nord en longeant les côtes occidentales de l'Europe.

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

Les Grecs, au milieu du Ve 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 sur 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 XIIe siècle); chez les Normans 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 XIIIe 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, décrivirent 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 (1726-67); de Humboldt en Sibérie (1829); les frères Schlagintweit dans le Karakoroum (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 XVIIIe siècle, les principales explorations furent celles de Bougainville aux îles Tahiti, Samoa et Solomon (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 XIXe 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 (les Sarrazins, 1893-96), de Bornéo (Nieuwenhuis, 1896).

D. — L'Afrique.

Au commencement du XVe 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 1485; 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 résultat la reconnaissance de la côte africaine, mais l'intérieur resta presque inexploré jusqu'au XIXe siècle.

Dans la première moitié du XIXe 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 XIXe 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 (1869-71); 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 (1884-85); 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 Kasai, du Zambèze et du Congo.

E. — L'Amérique.

Le continent américain resta jusqu'à la fin du XVe siècle insoupçonné des Européens, sauf de quelques Normans qui, au IXe 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 du Mississipi (1682), de 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 XIXe 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.

Les expéditions polaires n'ont pas pour but unique 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. Dès 1875, les savants prônèrent une entente entre les explorateurs, et proposèrent 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 XVIe siècle que l'on commença à explorer les régions arctiques, surtout pour découvrir un passage vers le nord-est; mais les expéditions du XIXe et du XXe siècle sont plus fécondes au point de vue scientifique.

Le 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° latitude nord, au nord du Canada. Ces explorations furent complétées par Sverdrup (1898-1902), puis par Amundsen, qui, en 1903-06, alla d'un océan à l'autre et détermina exactement la situation du pôle magnétique nord.

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 reprit cette ligne abandonnée depuis plus de dix ans :

il releva les contours nord du Grönland et, après plusieurs tentatives, il atteignit enfin, le 6 avril 1909, le pôle Nord où il déploya le drapeau américain.

Le Grönland. — Les côtes ouest et est de cette île furent assez tôt découvertes; Peary, en 1898-1902, en releva la partie nord. L'intérieur est connu par l'expédition de Nansen (1888), celle d'Erichsen (1906-08) et celle de Koch (1913).

Route vers le pôle Nord par le Spitsberg. — Le Spitsberg est connu depuis le XVIe siècle; la Terre François-Joseph a été découverte en 1872 par Weyprecht. C'est du Spitsberg 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'; c'est encore du Spitsberg que comptent partir en 1924 Payer, en aéroplane, et une expédition américaine, en dirigeable.

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 par la quantité et la valeur des renseignements scientifiques rapportés. Amundsen, en 1910-21, étudia la région maritime au nord de la Sibérie orientale, il est reparti en 1922 en exploration et espère aller du détroit de Bering au Grönland ou au Spitsberg en trois ou quatre ans.

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 nord, le cercle polaire antarctique.

Explorations préparatoires. — Elles sont au nombre de trois : celle de 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.

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) releva les contours de la Terre Louis-Philippe. L'expédition allemande commandée par von Drygalsky (1901-03) explora la mer de Weddell et les côtes de la Terre de Guillaume II. L'expédition anglaise sous la direction de Scott (1901-04) explora la mer de Ross et atteignit 82°17' latitude sud. L'expédition écossaise dirigée par Bruce (1902-04) 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 six : celle de Shackleton (1907-09) qui atteignit 88°23′ et découvrit le pôle magnétique Sud; celle de Charcot (1908-10); celle d'Amundsen (1910-12) qui atteignit le pôle Sud le 14 décembre 1911; celle de Scott (1910-12) qui atteignit aussi le pôle le 17 janvier 1912; celles de Shackleton : l'une en 1914-17, eut pour but de résoudre le problème de la communication de la mer de Weddell avec celle de Ross, mais ne réussit pas; l'autre en 1921-22, au cours de laquelle Shackleton mourut.

G. — Les océans.

Les voyages des grands navigateurs, et plus spécialement, au XVIIIe 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 maritimes. 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 XIXe 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 nord du Pacifique; l'expédition allemande de la Valdivia (1898-99) dans le sud de l'Atlantique, les croisières nombreuses du prince Albert de Monaco et celle du duc d'Orléans, en 1895, avec le Belgica commandée par de Gerlache, dans l'océan polaire entre le Spitsberg et le Grönland.

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 XXe 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.

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 *(Atlas classique,* planche 2, figure 17).

L'étendue de l'horizon sensible est généralement petite; mais elle augmente à mesure qu'on s'élève au-dessus du sol. Un homme 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 se portera en tous sens jusqu'à 17.850 mètres. D'un aéroplane qui atteint 1000 mètres d'altitude, les limites de la visibilité sont à 113 kilomètres du point de vue. (Ces limites sont, sur la sphère, un cercle dont tous les points sont distants du point de vue d'une longueur qui est le produit de 3 kilomètres 568 par la racine carrée de l'altitude exprimée en mètres).

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 ou géocentrique) 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).

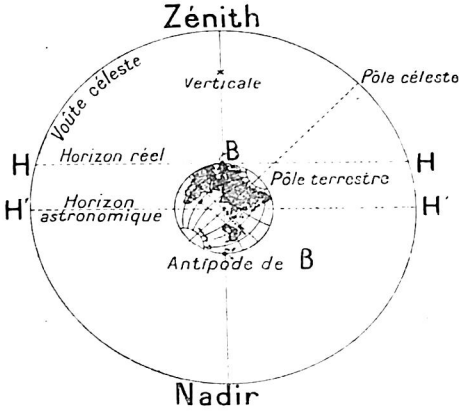


Fig. 1. — Horizon.

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 de la surface terrestre 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 un autre de la surface terrestre.

Les points cardinaux; les points intermédiaires. — L'horizon comprenant une infinité de points, il est 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, chez nous, la direction dans laquelle le Soleil apparaît à midi. — Le *nord* est la direction opposée au sud; on l'appelle aussi *septentrion,* à cause des sept étoiles de la Petite Ourse qui se montrent 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 et *Atlas,* pl. 2, fig. 10). — L'*ouest* est la direction opposée 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. — 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 (voir *Atlas,* pl. 2, fig. 11).

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

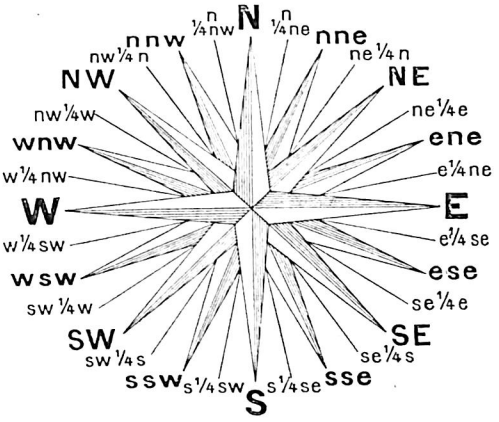


Fig. 2. — La rose des vents.

Entre les huit points ainsi obtenus, on a déterminé de nouvelles divisions : nord-nord-est; sud-sud-est; etc. Toutes ces directions sont représentées par la *rose des vents* (fig. 2). — Dans celle-ci, comme sur les cartes géographiques, le nord se place en haut.

Orientation. — S'orienter, c'est déterminer la direction de l'orient ou de l'est; c'est aussi déterminer, pour l'endroit où l'on est, la position d'un point cardinal quelconque. Le jour, nous pouvons nous 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, entre

11 et 13 heures, 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 sud-nord, le sud étant vers le bâton (voir fig. 21). — On peut encore constater 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) : cette direction est celle du sud.

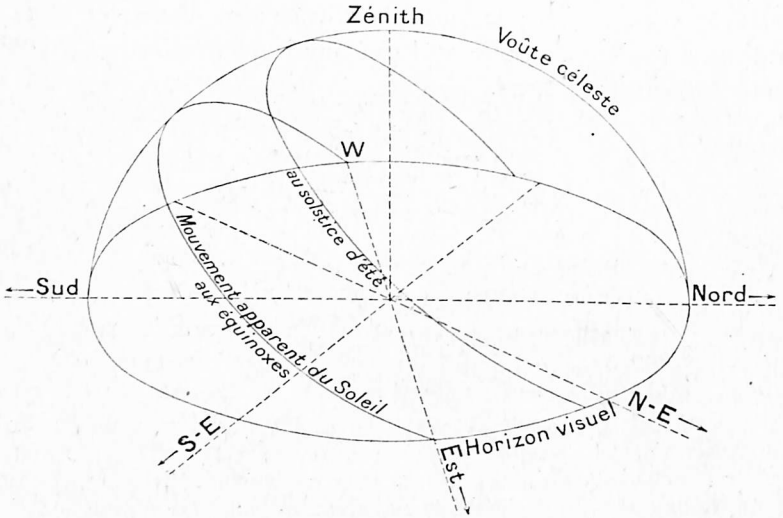


Fig. 3. — Orientation d'après la position du Soleil.

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 dans 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.

2o Pendant la nuit, on s'oriente au moyen de l'étoile polaire qui signale 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 qui sépare 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°8′ 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 explo-

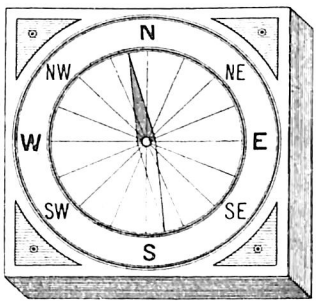


Fig. 5. — Une boussole.

rateurs. La 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 11° ouest; à Moscou, de 2° est; à Dublin, de 20° ouest.

Les moyens d'orientation signalés ci-dessus sont utilisables dans nos régions et dans la zone tempérée nord. — 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 sud 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 *.

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

* Les quelques renseignements généraux donnés dans ce chapitre permettront de situer la Terre dans l'Univers; voir appendice I, pp. 343-366 : *Éléments de cosmographie,* et aussi notre *Atlas classique,* planche 1, figures 1 à 9.

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.

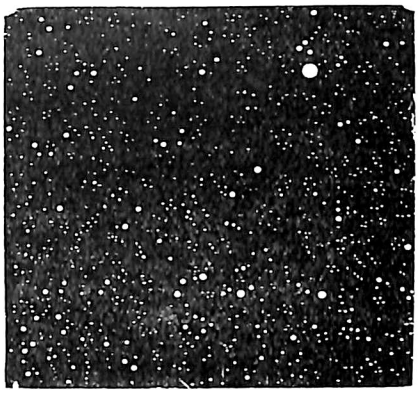


Fig. 6. — Portion du ciel étoilé, vue au télescope.

Sa lumière n'est pas scintillante, mais douce, tranquille et comme cendrée.

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

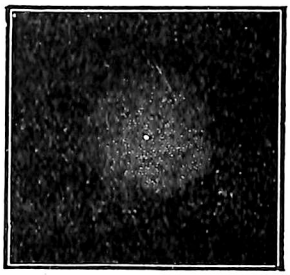


Fig. 7. — Un amas d'étoiles.

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).

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

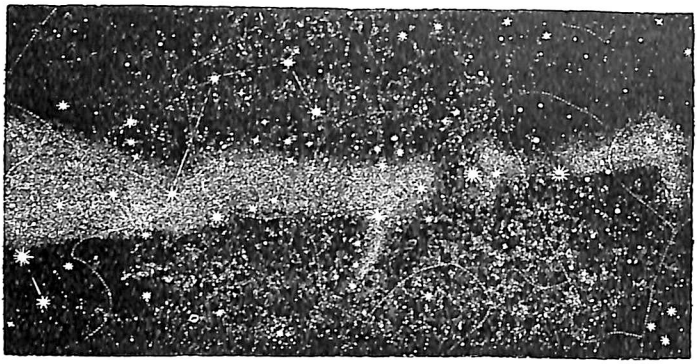


Fig. 8. — Une partie de la voie lactée.

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.

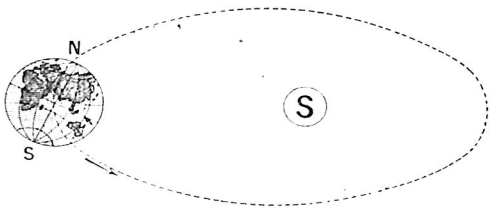


Fig. 9. — Mouvement de la Terre autour du Soleil.

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 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 et qui tourne autour de la Terre en 27 jours $\frac{1}{3}$.

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 et *Atlas,* pl. 2, fig 12).

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

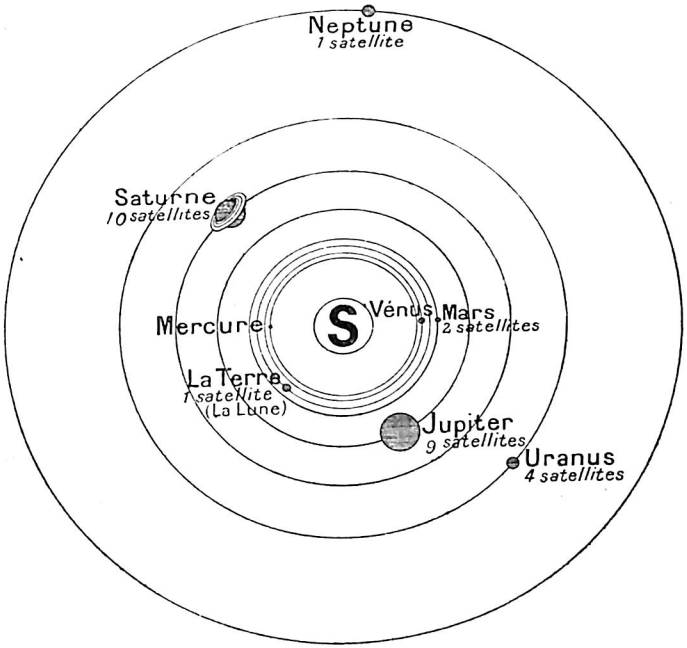


Fig. 10. — Le monde solaire.

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 tournent 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 et *Atlas,* pl. 1, fig. 3).

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.

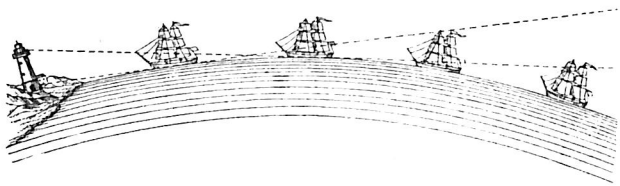


Fig. 11. — Une preuve de la sphéricité de la Terre.

Les principales **preuves de la sphéricité** de la Terre sont :

1° 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 voilure 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.

2o 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 cîmes 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.

3o Les *voyages de circumnavigation.* Parti d'Espagne en 1519 et naviguant vers l'ouest, 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 soit vers l'est, soit vers l'ouest, ont effectué le tour du monde.

4o 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 a toujours été une portion de cercle; donc le corps qui la produit ne peut être qu'une sphère.

5o 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 pluie, elle affecta la forme sphérique.

6o Le *changement de position des astres au-dessus de l'horizon.* Si un voyageur s'avance du nord au sud, il verra successivement disparaître sous l'horizon les étoiles de l'hémisphère boréal, et d'autres étoiles se montrer dans la direction du sud. 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.

7o 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 nord, 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 111 kilomètres 697, et du même degré à l'équateur de 110 kilomètres 572; la longueur d'un méridien, c'est-à-dire d'une ellipse passant par les deux pôles, est de 67 kilomètres 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 (forme réelle) et celle de l'ellipsoïde (forme mathématique), 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 tous la même longueur.

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

Rayon polaire (du centre au pôle)	6.356 kilomètres.
Rayon équatorial (du centre à l'équateur)	6.377 »
Équateur	40.070 »
Méridien	40.003 »
Rayon moyen	6.366 »
Superficie	510 millions de kilomètres carrés.
Volume	1.083 milliards de kilomètres cubes.
Masse	6.000.000.000.000.000.000.000 tonnes.

L'aplatissement aux pôles est d'environ $\frac{1}{300}$ (exactement : $\frac{1}{298}$) 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

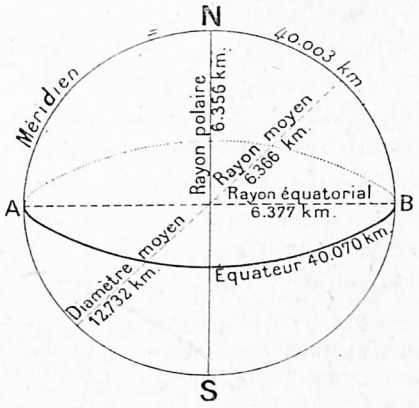


Fig. 12. — Dimensions de la Terre.

de petites bosselures. Ainsi la plus haute montagne du globe, ayant moins de 10 kilomètres de hauteur, n'atteint pas $\frac{1}{1309}$ 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.

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 (voir pp. 346-349). 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 doivent être comparés à ceux d'une per-

sonne, 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 463 mètres à la seconde; elle diminue à mesure que l'on s'avance vers les pôles; au 50e parallèle, comme en Belgique, elle est encore d'environ 300 mètres 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 :

1o *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.

2o *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 7.500 fois plus grande que celle de la lumière.

3o *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.

4o *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 fît exception à la règle commune.

5° *Expérience de Plateau.* — Plateau, 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.

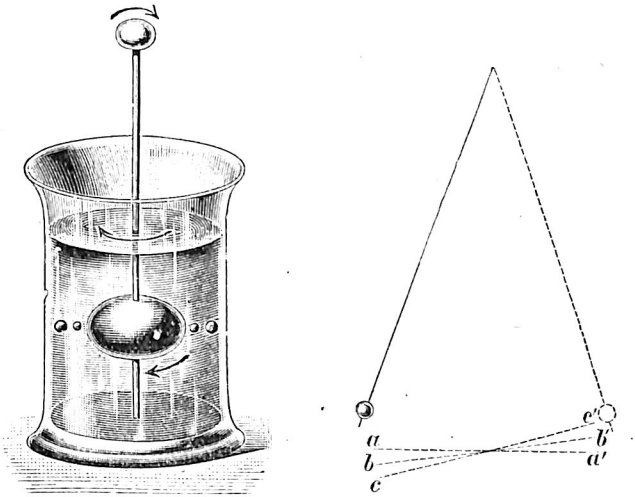


Fig. 13. — Expériences de Plateau et de Foucault.

6° *Expérience de Foucault.* — Le physicien français Foucault, ayant suspendu, en 1851, un lourd pendule à la voûte du Panthéon (67 mètres de hauteur), à Paris, 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 déviera 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 sud-nord ou nord-sud 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 nord-sud, et vers la gauche de la trajectoire dans l'hémisphère sud pour les mouvements sud-nord. Ainsi un vent régulier venant du nord dans l'hémisphère boréal déviera vers sa droite, de sorte que, entre le tropique et l'équateur, il aura une direction qui se rapprochera de la ligne est-ouest.

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.

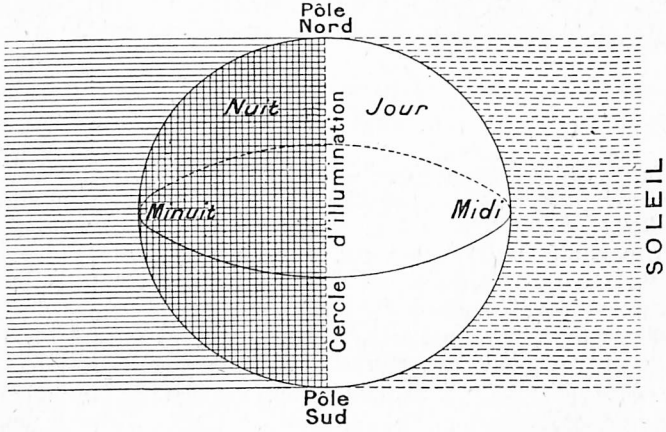


Fig. 14. — Le jour et la nuit, les 21 mars et 23 septembre.

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

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. 18 et *Atlas,* pl. 2, fig. 12).

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 (voir *Atlas*, pl. 1, fig. 7).

La **durée d'une révolution** de la Terre (année sidérale; voir p. 30) est exactement de 365 jours, 6 heures, 9 minutes, 9 secondes $\frac{1}{2}$.

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 kilomètres. — 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 kilomètres. — Elle est au *périhélie* lorsqu'elle se trouve au point le plus rapproché du Soleil, soit 147 millions de kilomètres. — La distance moyenne du Soleil à

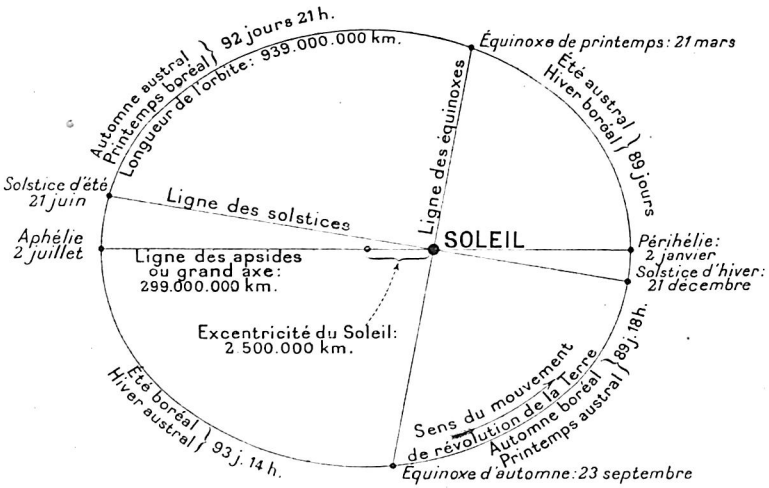


Fig. 15. — L'orbite terrestre.

la Terre est de 150 millions de kilomètres ou 11.720 diamètres terrestres équatoriaux. — 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 kilomètres environ par seconde. — Remarquons dès maintenant que les saisons sont de durées inégales (fig. 15 et *Atlas*, pl. 2, fig. 12).

Position de la Terre. — La Terre occupe à chaque instant une position différente de celle qu'elle avait au moment pré-

cédent : 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 (*Atlas*, fig. 16). L'axe de la Terre est incliné sur l'orbite de 66°33′; le plan de l'orbite terrestre fait avec le plan de l'équateur terrestre un angle de 23°27′; la ligne des pôles fait avec une droite perpendiculaire sur le plan de l'orbite un angle de 23°27′ (fig. 16 et fig. 20). — Cet angle varie un peu chaque année : en 1750, il était de 23°28′19″; en 1852, de 23°27′30″; en 1900, de 23°27′8″; en 1923, de 23°26′57″. 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 sur l'orbite

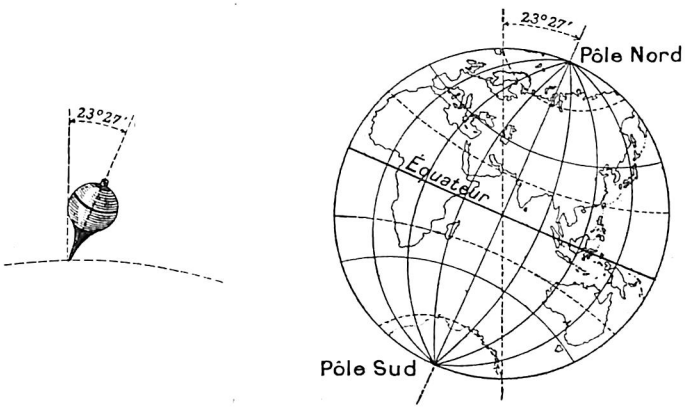


Fig. 16. — Inclinaison de l'axe de la Terre.

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, du nord 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 et *Atlas,* pl. 2, fig. 18), 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. — Divisions 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 presque rigoureusement 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 minutes 4 secondes $\frac{1}{10}$.

Le jour *solaire* ou *vrai* est l'intervalle compris entre deux passages supérieurs 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 que donnerait un Soleil fictif tournant autour de la Terre avec une vitesse constante et coïncidant avec le Soleil vrai à l'apogée. Il se divise en 24 heures, chacune de 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 beaucoup de pays, on compte les heures de 0 à 24 en commençant à minuit. Les astronomes font commencer le jour à midi.

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 heures 9 minutes 9 secondes $\frac{1}{2}$.

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. $\frac{98}{100}$. 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. $\frac{98}{100}$) 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° que l'année 45 avant J.-C. serait augmentée de 85 jours, pour ramener le commencement du printemps en concordance avec l'équinoxe; 2° que l'excès de l'année tropique sur l'année civile, 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 365 jours 6 heures, on la faisait trop longue de 11 minutes 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 aurait dû n'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 1852 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

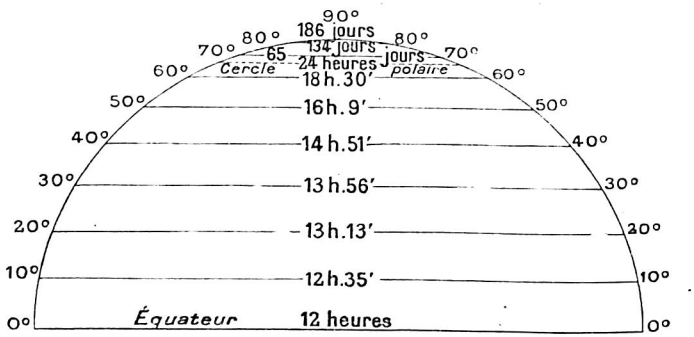


Fig. 17. — Longueur maxima des jours dans l'hémisphère nord.

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 durent au moins dix semaines, et au Spitsberg 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 consécutifs 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, tous 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 nord et sud 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 nord de l'équateur. Le 21 juin, ils sont parallèles à la verticale des lieux situés par 23°27′ de latitude nord : c'est le *solstice d'été,* et l'hémisphère nord a ses jours les plus longs.

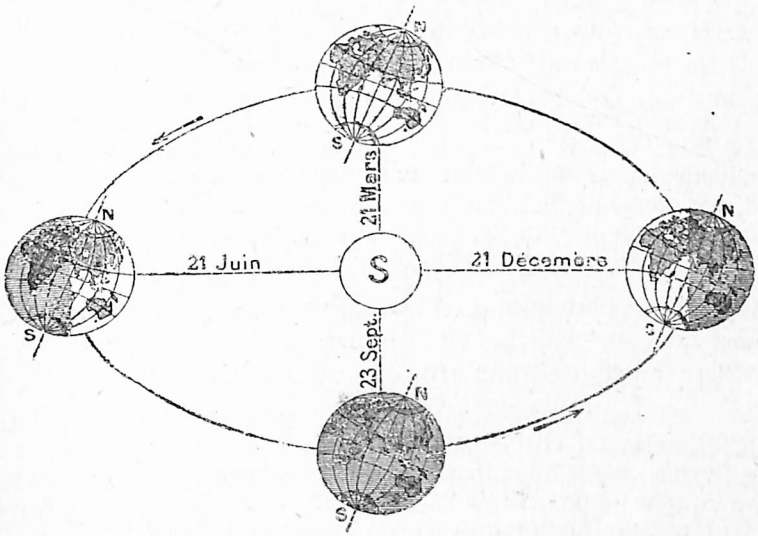


Fig. 18. — Les saisons; le parallélisme de l'axe terrestre.

Les habitants des régions au nord du tropique du Cancer voient, du 21 mars au 21 juin, le Soleil à midi se trouver chaque jour davantage au-dessus de l'horizon, et le 21 juin ils l'aperçoivent le plus rapproché du zénith (fig. 3 et 29). Depuis le 21 mars, le pôle Nord n'a pas cessé d'être éclairé, tandis que, depuis la même date, le pôle Sud 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 21 septembre; à cette dernière date, c'est l'*équinoxe d'automne* (fig. 18 et 19 et *Atlas*, pl. 2, fig. 10 et 11).

Les habitants de la zone tempérée 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 des régions au nord du tropique du capricorne 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. 16) 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 et *Atlas,* pl. 2, fig. 13).

Cet axe a une longueur de 12.712 kilomètres; 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 quand on ne considère que 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 trapèzes sphériques, par des lignes courbes appelées cercles. — Sur une sphère quelconque, ou peut tracer : des *grands cercles,* qui ont pour centre le centre de la sphère et dont les plans partagent celle-ci en deux parties égales ou hémisphères (fig. 19); et des *petits cercles,* qui n'ont pas pour centre le centre de la sphère et partagent celle-ci en deux parties inégales.

Un cercle quelconque se divise en 360 parties égales, nommées degrés (°); 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, qui sont les traces laissées sur la sphère par des plans passant par le centre de la sphère. — En géographie, on ne se sert que de l'équateur et des méridiens, sauf dans deux cas : 1° lorsqu'on veut déterminer le plus court chemin d'un endroit à un autre et mesurer la distance qui les sépare à vol d'oiseau (ce plus court chemin est le plus petit des deux arcs du grand cercle qui passe par ces deux endroits; la distance est donnée par le nombre de degrés de cet arc,

chaque degré vaut environ 111 kilomètres; ainsi le plus court chemin à vol d'oiseau de Gibraltar à Tokio, qui toutes deux sont à environ 35° latitude nord, passe par Toulouse, Metz, Helsingfors, sud de la mer de Kara, Blagovetschensk, soit 104° de grand cercle ou environ 11.600 kilomètres; en suivant le 35e parallèle, le chemin parcouru d'une ville à l'autre est de 145° de longitude ou environ 13.500 kilomètres); 2° lorsqu'on veut représenter cartographiquement un hémisphère terrestre ayant pour centre un endroit déterminé (le grand cercle délimitant cet hémisphère est celui qui se trouve dans le plan de l'horizon astronomique de cet endroit).

Équateur. — L'équateur est le grand cercle perpendiculaire à l'axe; tous ses points sont à égale distance des pôles.

Il partage la Terre en un hémisphère dit boréal au nord, et un hémisphère dit austral au sud (fig. 34). Sa longueur est de 40.070 kilomètres; son diamètre de 12.754 kilomètres. Le plan de l'équateur forme avec le plan de l'orbite terrestre un angle de 23°26'57" (valeur en 1923), ou plus simplement 23°27' (fig. 20).

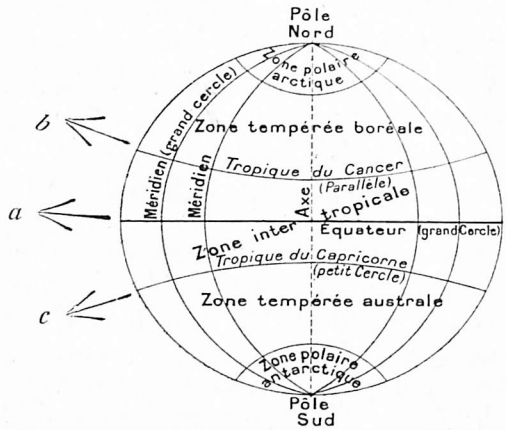


Fig. 19. — Cercles et zones.
a Direction du centre du Soleil le 21 mars et le 23 septembre; *b* Idem, le 21 juin; *c* Idem, le 21 décembre.

Parallèles. — Les parallèles sont des petits cercles perpendiculaires à l'axe de la Terre, et parallèles à l'équateur. On peut 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°27' de l'équateur (fig. 20). L'un, au nord de cette ligne, s'appelle le tropique du Cancer; l'autre, au sud, est le tropique du Capricorne. — Les *cercles polaires*

sont les parallèles situés à 23°27′ des deux pôles (fig. 20). Celui qui est voisin du pôle Nord s'appelle cercle polaire arctique; l'autre, voisin du pôle Sud, est le cercle polaire antarctique.

Ces cercles sont déterminés par le degré d'inclinaison de l'axe terrestre sur le plan de l'orbite : le tropique du Cancer est formé par les points dont le Soleil occupe le zénith le 21 juin à midi; le tropique du Capricorne est formé des points où, le 21 décembre à midi, la droite reliant les centres du Soleil et 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 et *Atlas*, p. 2, fig. 15).

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

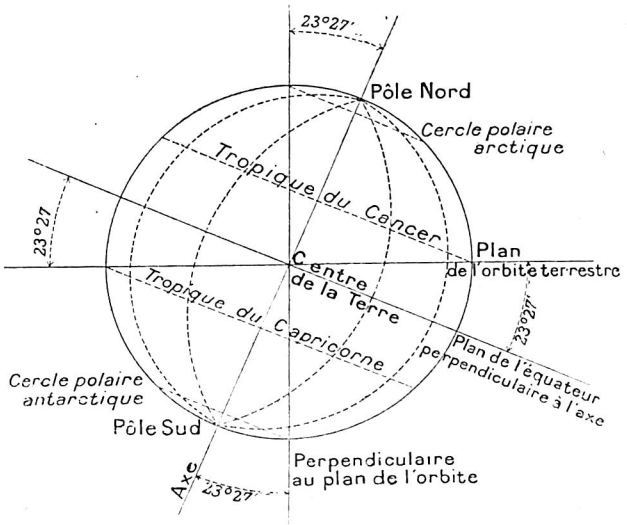


Fig. 20. — Tropiques et cercles polaires.

Les deux zones *tempérées* sont situées entre les tropiques et les cercles polaires. Elles ont ensemble une superficie de 265.231.000 kilomètres carrés, 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 kilomètres carrés, soit les 8,33 % de la surface terrestre.

Méridiens. — Un méridien est un grand cercle — en fait une ellipse — mené suivant l'axe de la Terre et passant par les deux pôles. Chaque méridien partage la Terre en hémisphère oriental et hémisphère occidental (fig. 19 et 23).

La longueur d'un méridien est de 40.003 kilomètres; son diamètre, de 12.712 kilomètres (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, dans nos régions, très longue le matin, deviendra de plus en plus courte jusqu'à midi, le Soleil s'élevant dans le Ciel; puis elle grandira progressivement

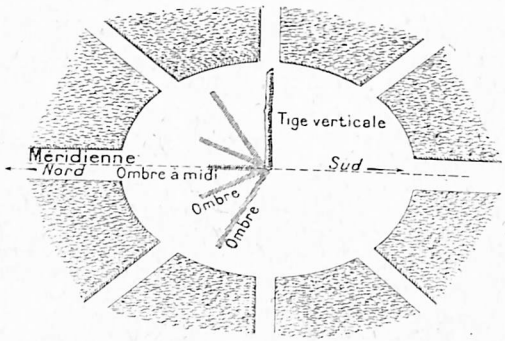


Fig. 21. — Tracé de la méridienne.

jusqu'au coucher 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 *Grînitch)* 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°39'46" à l'est de celui de Fer, à 2°20'15" à l'ouest de celui de Paris, à 4°21'30" à l'ouest de celui de Bruxelles, à 30°19'39" à l'ouest 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'ouest vers l'est. 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° : 24 = 15°, soit 1° en 4 minutes.

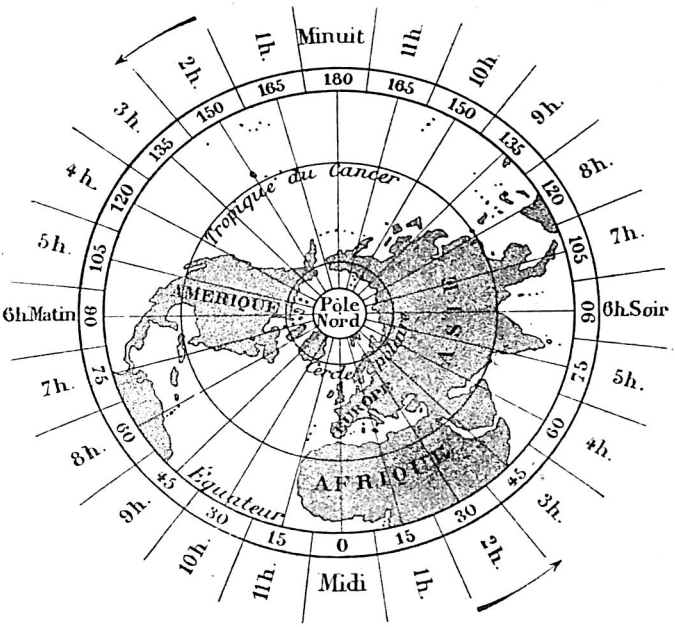


Fig. 22. — Les fuseaux horaires.

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°30' à l'est et à l'ouest 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°30′ et 22°30′ de longitude ouest, et 13 heures ou 1 heure du soir dans tout le fuseau limité par les méridiens 7°30′ et 22°30′ de longitude est.

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 Rhénanie située à l'ouest de 7°30′ longitude est de Greenwich est du même fuseau horaire que Berlin.

Il y a donc deux espèces d'heure : l'*heure légale* 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 $17\frac{1}{3}$ minutes sur l'heure légale). Dans quelques pays, toutes les horloges, en été, sont avancées d'une heure : c'est l'*heure d'été*.

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 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

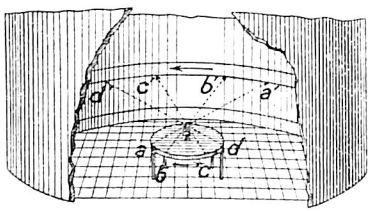


Fig. 23. — Idée de l'écliptique.

prolongeant en ligne 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 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.

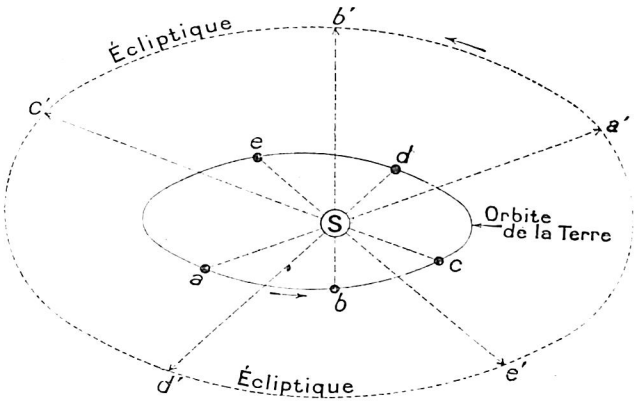


Fig. 24. — L'écliptique.

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'est et vers l'ouest; par rapport à l'équateur, ils en sont éloignés autant l'un que l'autre, mais si l'un est au nord, l'autre est au sud, et réciproquement.

IV. — Latitude et Longitude.

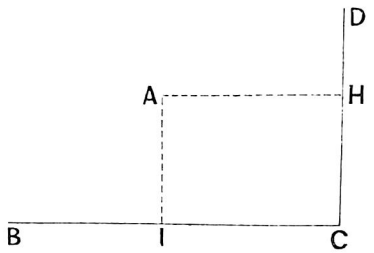


Fig. 25. — Détermination de la position d'un point.

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

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

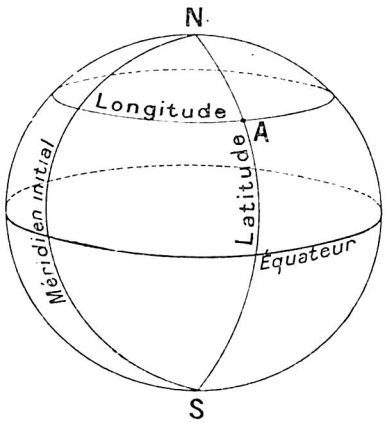


Fig. 26. — Latitude et longitude d'un lieu.

en degrés, de **A** à ces deux cercles, la position de **A** sera parfaitement déterminée (fig. 26 et *Atlas*, pl. 2, fig. 14).

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 nord ou boréale ou septentrionale, et la latitude sud 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 et les planiglobes, le long de la ligne périphérique. L'observatoire d'Uccle est situé à 50°47'55'' latitude nord.

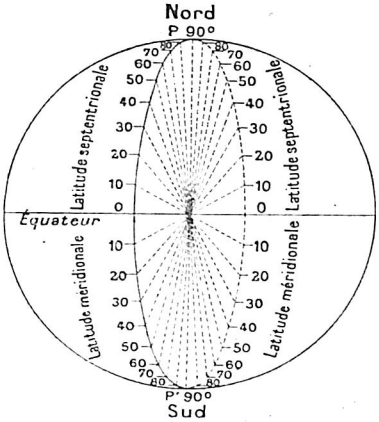


Fig. 27. — Les latitudes.

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

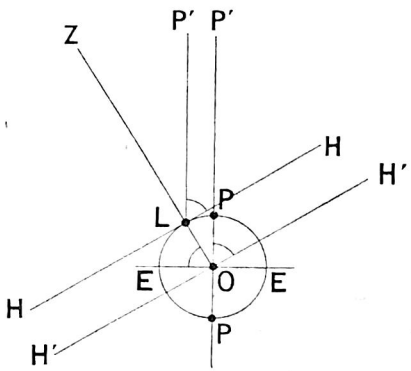


Fig. 28. — Détermination de la latitude au moyen de l'étoile polaire.

polaire (fig. 28), après avoir tenu éventuellement compte de la distance de 1°8' 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** (signalé sur la figure par un petit arc de cercle); or, l'angle **LOE** égale l'angle **P'OH'** et celui-ci égale l'angle **P'LH** (signalés tous deux 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.

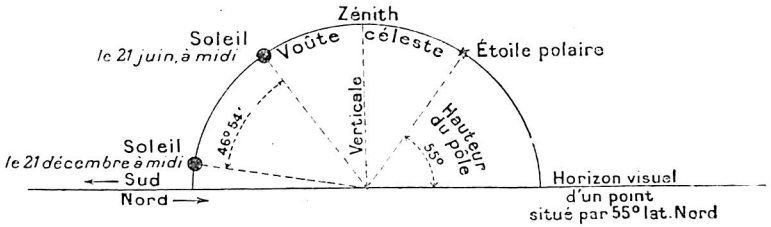


Fig. 29. — Détermination de la latitude au moyen du Soleil.

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 pour toutes les latitudes et pour chaque jour de l'année, on détermine la latitude du lieu où l'on est (*Atlas*, pl. 2, fig. 10 et 11).

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 nord de l'Islande, Haparanda, l'embouchure de l'Obi, Verchojansk, le détroit de Béring, le lac du Grand Ours, le sud du Grönland.

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

Dans les environs de 40° latitude nord : Madrid, les îles Baléares, la Sardaigne, Otrante, Olympe, Brousse, Bakou, Bouchara, le Lob-noor, Pékin, Port-Arthur, le nord 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; Coquilhatville, le lac Victoria, Singapour, Bornéo, les Moluques, les îles Gilbert, les îles Galapagos, Quito, l'embouchure de l'Amazone.

Dans les environs de 35° latitude sud : la pointe sud de l'Afrique, Adelaïde, la pointe nord 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

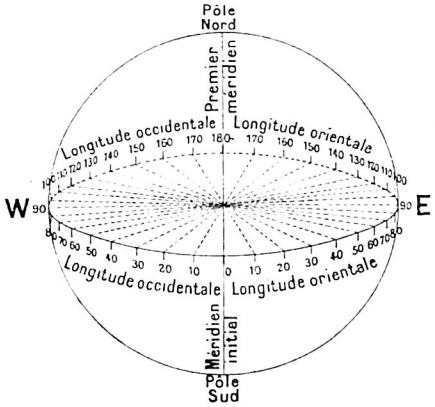


Fig. 30. — Les longitudes.

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

Tous les points situés sur un même demi-méridien entre le pôle nord et le pôle sud 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 heures 4 minutes du matin (heure locale) à New-York, soit une différence de 4 heures 56 minutes ou 296 minutes. Or, le Soleil avançant d'un degré en 4 minutes parcourra en 4 heures 56 minutes, 296 : 4 = 74°. New-York est donc situé par 74° longitude ouest de Greenwich.

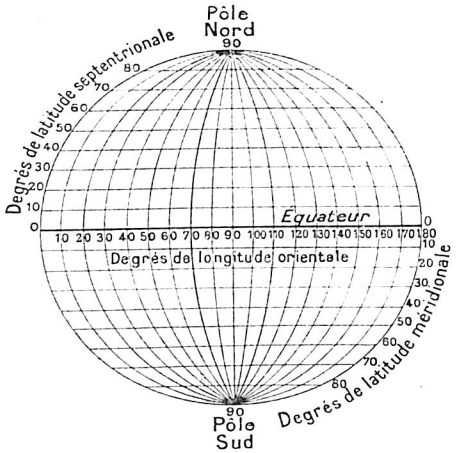


Fig. 31. — Latitudes et longitudes sur la mappemonde.

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 télégraphie sans fil : la différence entre l'heure d'envoi du radiotélégramme (heure de la station d'émission) et l'heure de la station de réception au moment de son arrivée fournit le nombre qui permet de déterminer 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.

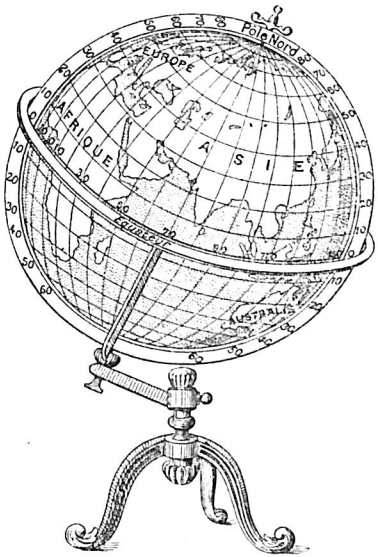


Fig. 32. — Globe terrestre.

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.

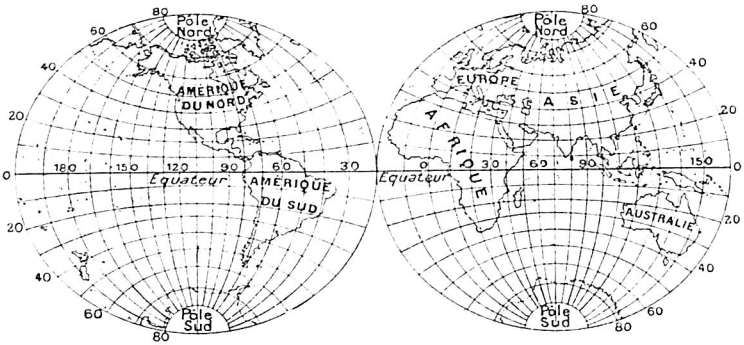


Fig. 33. — Hémisphère occidental et hémisphère oriental.

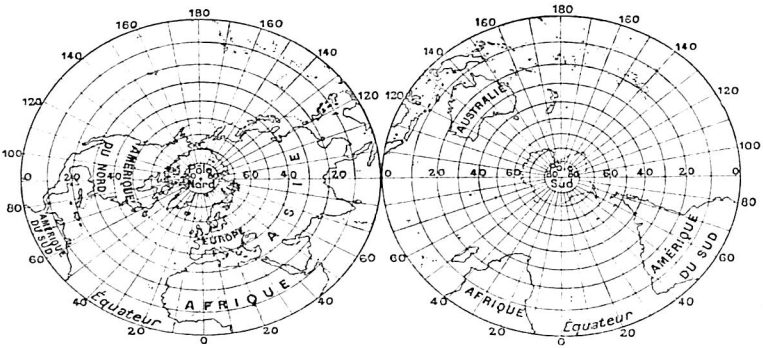


Fig. 34. — Hémisphère boréal et hémisphère austral.

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 occidental,* contienne l'Amérique, et l'autre, dite *hémisphère oriental,* contienne l'Europe, l'Afrique, l'Asie et l'Australie.

Les pôles Nord et Sud 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 :*

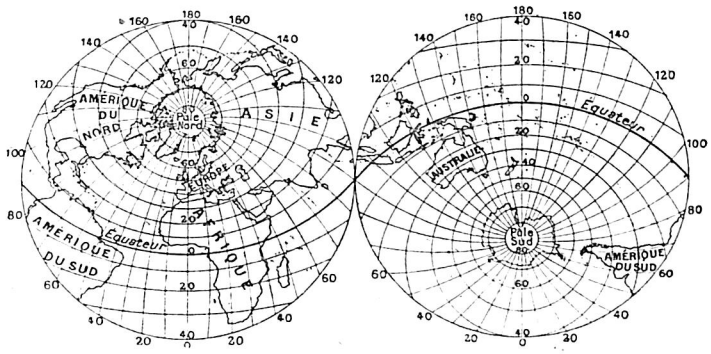


Fig. 35. — Hémisphère des terres et hémisphère des eaux.

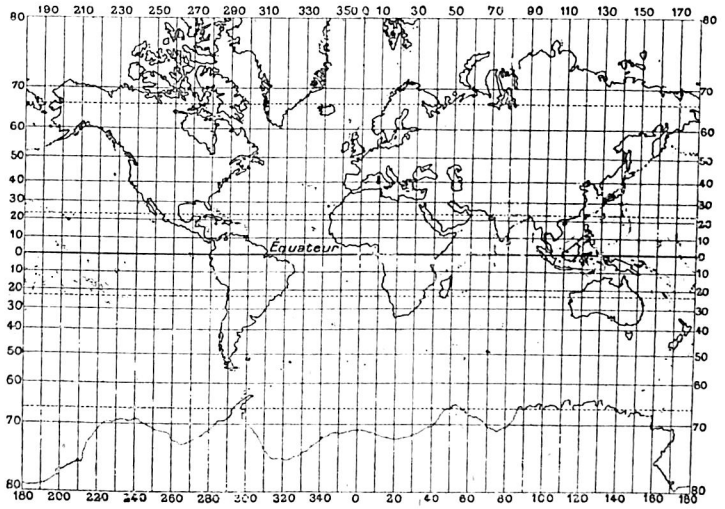


Fig. 36. — Planisphère.

chaque pôle ne sera représenté 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 de l'île Dumet, au nord-ouest de Nantes (fig. 35 et *Atlas*, c. 21).

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

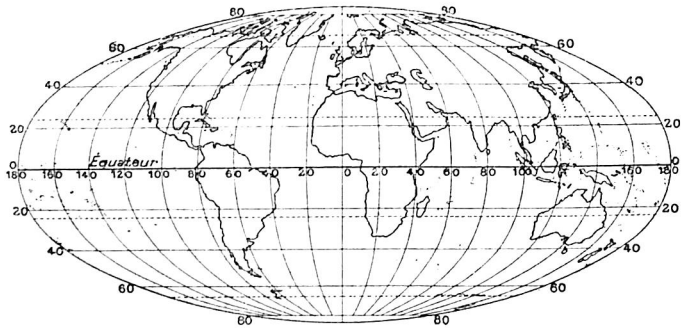


Fig. 37. — Planiglobe.
(En projection homalographique dite de Babinet.)

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

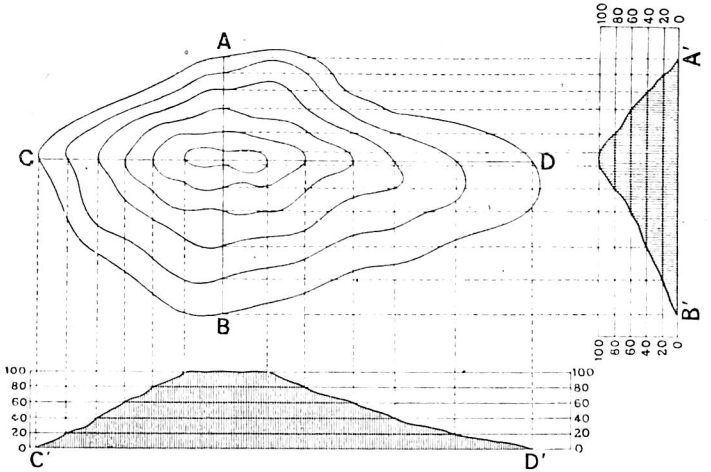


Fig. 38. — Principe des cartes hypsométriques.

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 buts 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 360e partie de l'équateur ou $\frac{40.070.368}{360}$ mètres, soit exactement 111.321 mètres. Dans la pratique, on admet qu'un degré de longitude par 0° latitude vaut 111 kilomètres ou 60 milles marins de 1852 mètres ou 15 lieues géographiques, et qu'une seconde d'arc vaut 31 mètres.

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.

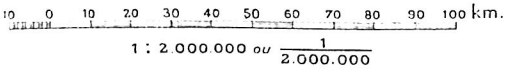


Fig. 39. — Échelle.

L'*échelle* d'une carte (fig. 39) 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 la réduction (exprimée par une fraction) que subissent les dimensions linéaires en passant

du terrain à la carte. Ainsi une carte est dite au deux-millionième si une longueur de 2 millions de millimètres ou de 2 kilomètres est figurée sur la carte par un millimètre *(Atlas,* c. 53 à 56 et 59 à 62).

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 360e 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 kilomètres 572, et le 89e degré latitude nord ou sud 111 kilomètres 697.) Quant à la valeur d'un degré de longitude ou mesuré sur un parallèle, elle est :

à 0° de lat. :	111 km.	321,	à 50° de lat. :	71 km.	697,
à 10° »	109 »	640,	à 55° »	63 »	995,
à 20° »	104 »	648,	à 60° »	55 »	801,
à 30° »	96 »	448,	à 70° »	38 »	187,
à 40° »	85 »	395,	à 80° »	19 »	394,
à 45° »	78 »	848,	à 90° »	0 »	000.

Il faut aussi se rappeler comment on trace et comment on mesure le plus court chemin entre deux points sur le globe (voir p. 35).

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, laquelle, 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 kilomètre carré.

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 tracé 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 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 *(Atlas,* pl. 3, c. 27-27.) — 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 *(Atlas,* pl. 2, c. 19 et 20).

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 délimités 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 calculées 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 équiangle;* 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 descriptive [1] — 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 nord-ouest d'un hémisphère terrestre dont le centre est situé sur l'équateur par 70° longitude est (Voir *Atlas*, pl. 2, fig. 20.)

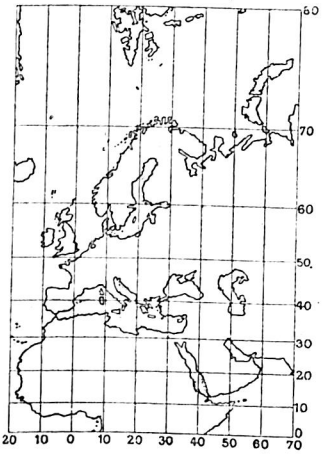


Fig. 40. — Projection de Mercator.

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, 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 est-ouest sont marquées de

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

droite à gauche, et nord-sud 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. — 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 nord au sud 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 de latitude sont

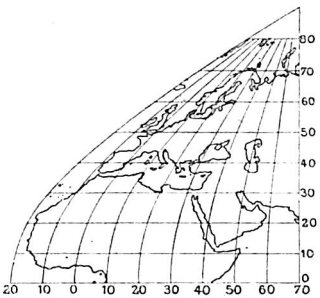


Fig. 41. — Projection de Flamsteed.

des droites parallèles et équidistantes; le méridien central (dans la fig. 41, le méridien de 70° long. est) est seul rectiligne; les autres méridiens sont des courbes convergeant vers le pôle Nord et le pôle Sud, 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 des 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 nord et vers le sud, coupant les parallèles en des points

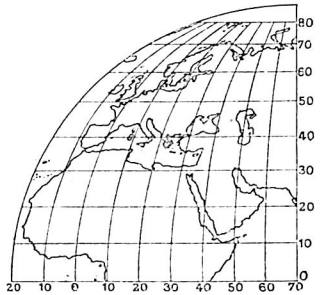


Fig. 42. — Projection de Mollweide.

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

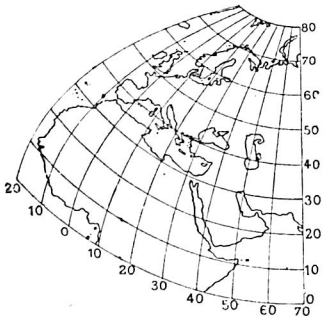


Fig. 43. — Projection de Bonne.

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 méridien central et du parallèle moyen. — Physionomie : les parallèles sont des cercles concentriques équidis-

tants; 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 parallèles non équidistantes, les méridiens

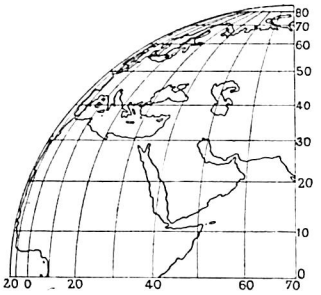


Fig. 44. — Projection orthographique.

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.

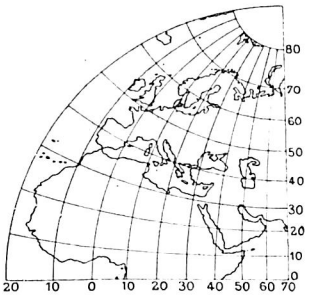


Fig. 45. — Projection stéréographique.

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

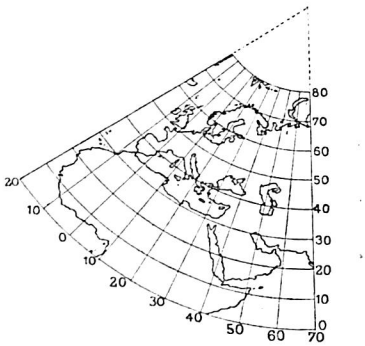


Fig. 46. — Projection conique vraie.

qu'une partie de la surface 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, la détermination et l'explication de la disposition de ces roches et terrains; elle a pour objet aussi la description et l'étude de la forme extérieure actuelle de la surface terrestre; ce domaine (morphologie de la surface terrestre, voir p. 3) appartient aussi à 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 Coblence, 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; elles sont plus développées, en ce qui concerne la Belgique, dans le tome II. — 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 continuel, 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 détritus 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 et désagrégé les parties solides *(roches fondamentales),* tandis que les océans, qui recevaient les produits de cette érosion et de cette désagrégation, déposaient par couches horizontales, en certaines régions, des formations nouvelles *(roches sédimentaires);* de-ci de-là, des matières en fusion de l'intérieur étaient parvenues à s'épancher à travers l'écorce, et à surgir et s'étaler quelquefois à la surface *(roches éruptives).*

Naguère, on expliquait la surrection des montagnes par des mouvements brusques et violents, par des cataclysmes dus à l'énergie active des masses fluides centrales; aujourd'hui, la très grande majorité des géologues estime que 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 : elles leur servent de fondement; constituant la partie la plus interne, à laquelle on ait pu avoir accès, de la croûte terrestre, elles sont considérées 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 de Scandinavie.

On les appela *roches primitives,* parce qu'on crut qu'elles composaient, à elles seules, la première enveloppe solide de notre globe; puis *roches archéennes,* parce qu'elles sont les plus anciennes que nous connaissions; enfin *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; de là, aussi, leur nom de *roches métamorphiques.* Elles ne renferment pas de fossiles; les fossiles que les plus récentes d'entre elles ont pu contenir ont disparu par suite des compressions et réactions constituant le métamorphisme.

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 alumino-potassique 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, s'étant épanchées au travers des roches fondamentales et sédimentaires (roches plutoniennes) ou s'étant répandues en outre sur la surface terrestre (roches volcaniques). Les matières fluides et ignées, toutes de 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 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 pendant les périodes géologiques par les eaux marines; on les appelle aussi *roches stratifiées.* Elles sont,

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 (le calcaire 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 de Flandre et de 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, calcareux 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 conprennent : 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, rugueuse et 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 par les vents* et les *altérations dues à des agents chimiques;* elle provient le plus souvent de la désagrégation de roches, et peut avoir une épaisseur, en certaines régions, de plusieurs dizaines de mètres, en d'autres très minime.

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 et au travail des rivières et des fleuves qui enlèvent et charrient au loin les éléments meubles des terrains plus élevés; 2° à l'action des glaciers qui amènent sur leur front ou déposent sur leurs rives les détritus rocheux enlevés sur leur passage; 3° 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; 4° à l'action de la pesanteur qui rend plus faciles ces transports et précipite dans les vallées les détritus formés sur les versants abrupts.

Les *dépôts produits par les vents* sont dus à des transports au loin de particules sableuses. Certains ont attribué aux vents la formation du loess chinois et celle de la terra rossa (voir pp. 203 et 204).

Les *altérations dues à des agents chimiques* sont des transformations continuelles 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.

Voir p. 203 et p. 264, la liste et les caractères des différentes espèces de sol, et les principaux terrains.

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. Ces plissements et ces effondrements sont les causes principales de l'existence des montagnes et des dépressions marines 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 concave, ou *synclinal,* qui formera une vallée plus ou moins profonde, suivant l'effet de l'érosion. Ces plis (fig. 47) prennent différentes formes selon 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

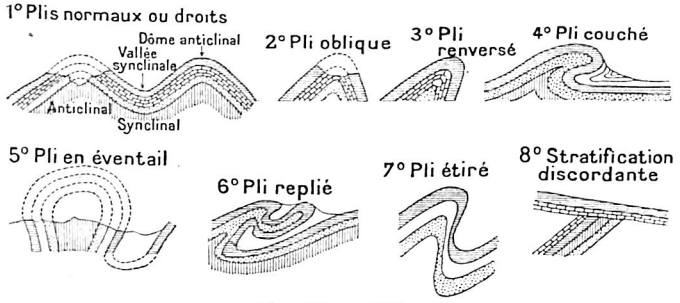


Fig. 47. — Plis.

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, 8o); ou bien que des plissements ayant fortement relevé des couches sédimentaires, celles-ci aient été culbutées et versées ou poussées pour recouvrir alors des terrains de formation plus récente (charriages; voir fig. 48 bis et 48 ter).

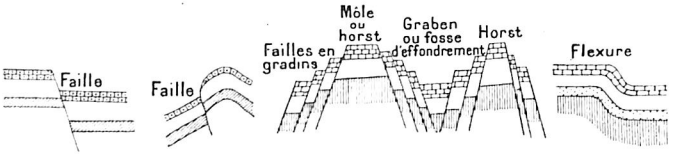


Fig. 48. — Effondrements.

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 *horste.* 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.

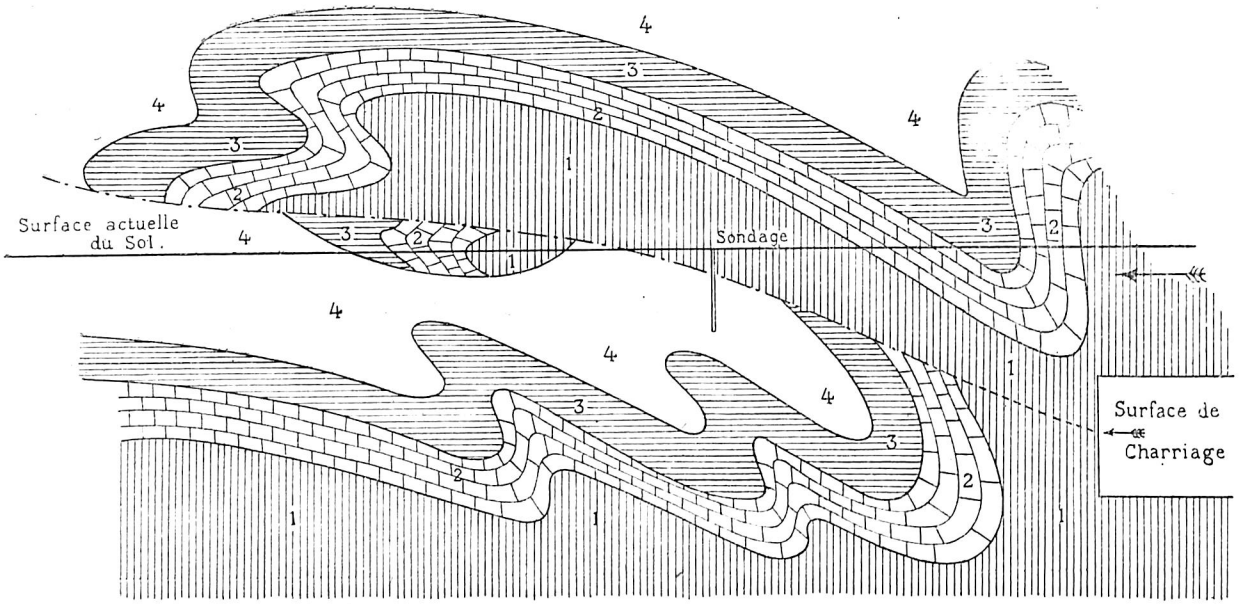


Fig. 48 bis. — Schéma d'un charriage.
a) *Avant que l'érosion ait enlevé la partie supérieure.*

R. D. H. Géogr. t. I, p. 69.

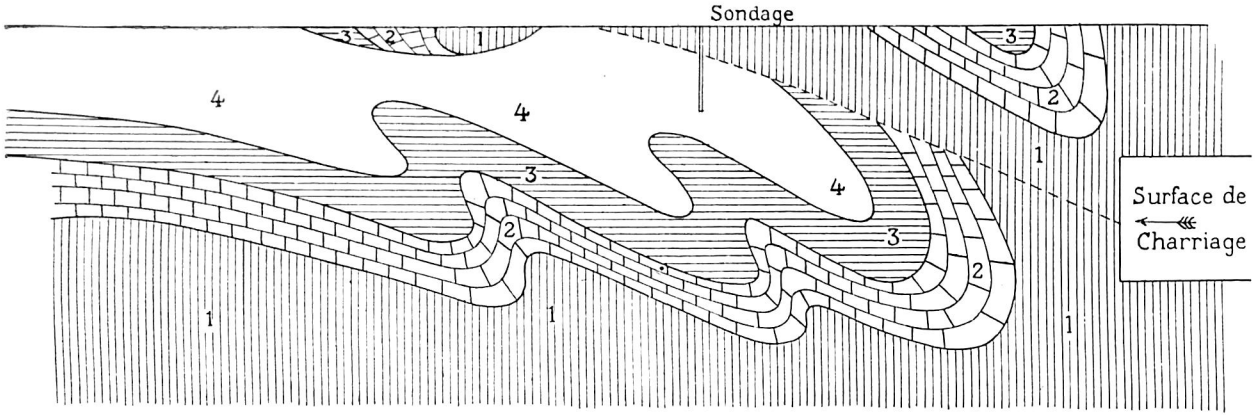


Fig. 48 ter. — Schéma d'un charriage.
b) *Après l'enlèvement, par l'érosion, de la partie supérieure.*

(D'après un croquis fait spécialement pour ce *Manuel* par M. FOURMARIER.)

Les chiffres 1, 2, 3 et 4 signalent les divers terrains; ceux-ci sont numérotés par ordre d'ancienneté, 1 étant le plus ancien. Le sondage fait à travers le terrain le plus ancien atteint en profondeur le terrain le plus récent.

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 *diaclases* (cassures intérieures sans solution de continuité entre les couches), les *feuillets* (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 classées en *groupes, systèmes, 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 *période* ou *système.* — Enfin les périodes ont été réparties en quatre *groupes* ou *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.

Le *groupe* ou *ère primaire* comprend les systèmes cambrien, silurien, dévonien, carbonifèrien et permien; les terrains qu'ils forment sont souvent appelés *paléozoïques.*

En Belgique, les terrains de l'ère primaire sont représentés principalement par *a*) du *système cambrien :* des quartzites et des phyllades entre Vielsalm, Spa, Werbomont et Malmedy (massif de Vielsalm), à la source de la Lomme, dans les environs de Rièzes et de Cul-des-Sarts, entre Hal et Clabecq; *b)* du *silurien :* des schistes entre Hellebecq et Ath, dans les environs de Braine-le-Comte et de Nivelles, entre Corroy et Fallais, en une bande étroite de Châtelet à Clermont-sur-

Meuse; *c*) du *dévonien :* des grès (Houffalize, 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*) du *carbonifèrien :* des calcaires en bandes quasi-parallèles à travers l'Entre-Sambre-et-Meuse et le Condroz, de Tournai à Antoing et sur le cours supérieur de la Dendre; et de la houille avec grès, psammites et schistes dans les bassins houillers; *e*) le *permien* n'est pas affleurant.

Le *groupe* ou *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*) du *système triasique :* des grès et des marnes, d'Attert à Mellier, et quelques îlots dans les environs de Stavelot; *b*) du *jurassique :* des grès, des calcaires et surtout des marnes, dans la Lorraine belge (près de Virton); *c*) du *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.

Le *groupe* ou *ère tertiaire* comprend le paléocène, 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*) du *paléocène :* le calcaire de Mons; *b*) de l'*éocène :* l'argile de Flandre et de Morlanwelz, les sables d'Ypres, d'Assche et de Bruxelles; *c*) de l'*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 de Boom, sables tongriens, glaise d'Andenne, grès de Hollogne-aux-Pierres); *d)* du *miocène :* le centre du Pays de Waes, entre Anvers et Heyst-op-den-Berg, au nord de Hasselt (sables noirs d'Anvers); *e*) du *pliocène :* la plus grande partie de la province d'Anvers (sables de l'Escaut), la moitié septentrionale du Limbourg, et le coin nord-est du Brabant.

Le *groupe* ou *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.

Voir, pour plus de détails, le tome II, *Géographie de la Belgique*, pp. 24-43 et les cartes et coupes géologiques données dans notre *Atlas classique*, pl. 14 et 16.

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 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 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.

On néglige, dans les cartes géologiques, la couverture de terre végétale et aussi, quelquefois, d'autres terrains superficiels récents comme des limons, des alluvions peu importantes, des éboulis, 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 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 signalera l'allure des couches; alors l'on pourra 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.

Les cartes géologiques rendent aussi de grands services pour l'étude de la *tectonique* d'une région. La tectonique est cette partie de la géologie qui expose et explique les mouvements orogéniques; voir, pour la tectonique des terrains belges, le tome II, pp. 49-55.

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 kilomètres carrés; celle des eaux, à 361.280.000 kilomètres carrés, ou environ les sept dixièmes de la surface du globe (*Atlas,* pl. 3, carte 22).

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 o/o d'eaux et de 40 o/o de terres; celle de l'hémisphère austral de 82 o/o d'eaux et de 18 o/o de terres. Un peu plus des deux tiers de la superficie des terres se trouvent au nord de l'équateur; un tiers à peine au sud. Par contre, les quatre septièmes de l'étendue des eaux se trouvent au sud de l'équateur; trois septièmes au nord.

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 l'embouchure de la Vilaine (N.-W. de Nantes), 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 et *Atlas*, pl. 3, c. 21).

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

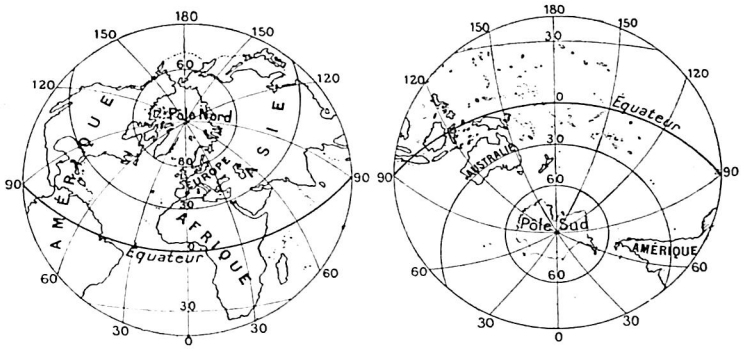


Fig. 49. — Hémisphères des terres et eaux.

de l'Amérique du Sud, soit 54,5 % d'eaux et 45,5 % de terres. L'hémisphère des eaux contient les 88,7 % de sa surface recouverts par les eaux, et seulement 11,3 % 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 ces parties de la croûte terrestre, qui émergent 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 et *Atlas,* pl. 3, c. 22 et fig. 23).

L'*ancien continent* a une étendue de 81 millions de kilomètres carrés; il comprend d'abord l'Eurasie se divisant en Europe (10 millions de km²) et en Asie (41 millions de km²), puis l'Afrique (30 millions de km²); à lui seul, il forme les 60 o/o des terres émergées.

Le *nouveau continent,* dont l'étendue est égale à la moitié de celle de l'ancien, 42 millions de kilomètres carrés, s'appelle aussi Amérique, et est divisé en Amérique du Nord et Amérique du Sud (31 o/o 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° latitude nord,

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'étendent 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'iles orientées vers le midi. — C'est entre le 60° et le 70° latitude nord que les continents présentent, par rapport à l'océan, la plus grande étendue : 71 °/o de terres et 29 °/o d'eaux; puis entre les 50° et 60° latitude nord : 57 °/o de terres et 43 °/o d'eaux; et c'est entre 50° et 60° latitude sud que les terres ont la plus petite étendue : 0,8 °/o de terres et 99,2 °/o 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'ouest à l'est, *en longitude;* il s'étend sur plus d'un hémisphère tout entier, sur 200° de longitude. Le nouveau continent s'allonge du nord au sud, *en latitude,* sur 124°.

La direction générale de l'Eurasie, prise entre le 40e et le 50e degré latitude nord, est ouest-est, avec une superficie un peu plus grande au nord de 50° qu'au sud de 40°; sa largeur, par 40° latitude nord, est de 12.000 kilomètres. — L'ancien continent (Eurasie et Afrique) a une direction générale sud-ouest vers nord-est, du Sénégal au détroit de Bering. — Le nouveau continent a sa pointe la plus septentrionale, le cap Murchison, par 71° latitude nord; sa pointe méridionale, le cap Froward, par 53° latitude sud, donc une longueur d'environ 14.000 kilomètres.

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 sud-ouest 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 nord-est, elle n'est séparée de l'Amérique que par le détroit de Bering, large de 91 kilomètres au plus. — L'isthme de Panama relie l'une à l'autre les deux Amériques. — Il existe entre les terres du nord et celles du sud 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 kilomètres; 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 kilomètre de côtes par 315 kilomètres carrés de surface; en Afrique, la plus massive des parties du monde, à un kilomètre de côtes correspondent 1.145 kilomètres carrés. — Le tableau ci-après montrera le rapport entre la superficie totale, la superficie des péninsules et des îles.

Parties du Monde	Superficie totale en millions de km²	Superficie sans les îles, millions de km²	Superficie des péninsules, millions de km²	Superficie des îles, millions de km²
Asie	41.18	38.5	7.94	2.70
Afrique	29.82	29.2	0.	0.62
Amérique du Nord.	24.10	20.0	2.04	4.10
Amérique du Sud .	17.78	17.6	0.05	0.15
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 est 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 kilomètres 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 o/o sont des presqu'îles; de celle de l'Asie, environ 20 o/o. — Les trois presqu'îles qui terminent l'Europe au sud 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 en presqu'îles proprement dites 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 110 kilomètres 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 kilomètres, 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 (100 km.).

Caps. — Les caps sont des pointes de terre plus ou moins élevées qui s'avancent dans la mer; ils signalent 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, Finistère, Roca, Tarifa et Matapan; en Asie, les caps Tchéliouskine, Oriental, Lopatka, Romania et Comorin; en Afrique, les caps Blanc, Guardafui, des Aiguilles, de Bonne-Espérance et Vert; en Amérique, les caps Murchison, Barrow, 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 : *îles isolées*, comme l'Islande, Ascension et Sainte-Hélène ; *îles couplées*, comme la Nouvelle-Zélande, la Nouvelle-Zemble, la Corse et la Sardaigne; *îles en bordure*, comme la Grande-Bretagne pour l'Europe, les îles du Japon et Formose pour l'Asie; *archipels*, comme l'archipel de la Sonde et celui des Mariannes; *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 *(Atlas,* pl. 3, c. 24, fig. 26 et c. 27-29). — 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 détritus rocheux enlevés aux parties émergées; les agents atmosphériques qui travaillent aussi, depuis l'origine de la croûte terrestre, à la modification de la surface, ont donné naissance

a six formes principales de relief 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; 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, 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 *resserrements,* des contractions et une diminution de surface.

Ces resserrements se sont produits surtout de deux manières :

1° Par **plissements** : l'écorce terrestre se fronce, se ride, diminue de surface en formant des plis aux endroits de moindre résistance; 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° Par **effondrements** : une partie de l'écorce terrestre s'affaisse : soit entre des cassures parallèles déterminées par des failles, et forme alors des *fosses d'effondrements* (la vallée du Rhin moyen); soit de part et d'autre d'un bloc resté en place ou souvent surélevé, et forme alors des *horste* ou *montagnes tabulaires,* soit le long d'une faille, et

forme alors des *dénivellations* (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).

A 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 (voir p. 86).

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 type 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.

1o **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 Vosges et le Liban (voir pl. V, *b*); elles peuvent être *rajeunies* par un exhaussement en bloc (Cévennes). Les montagnes *jeunes* sont caractérisées par des formes abruptes, des sommets en pointe (mont Cervin et Jungfrau; voir Pl. V, *a*) ou des horste dont les escarpements subsistent. — Un type particulier 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).

2o **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'étageant 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 le Ballon d'Alsace 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 hiver persistant. — 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 chaines 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 (érosion) 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 détritus 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)*, exhaussent 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; c'est un cas d'inversion du relief.

L'eau qui s'infiltre 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.

Altitude des continents. — L'altitude des terres émergées est comprise entre 0, niveau de la mer, et 8.840 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 : — 395 mètres.

Courbes de niveau. — Une courbe de niveau, sur le terrain, est l'intersection du terrain par un plan horizontal; cette courbe est caractérisée par sa côte (côte d'altitude), laquelle signale, en mètres, la distance du plan horizontal au plan de la surface des mers. Tous les points de même côte d'altitude sur les flancs d'une montagne sont reliés par une même courbe de niveau (voir fig. 38, p. 51 et *Atlas,* pl. 7, c. 51-53).

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 *(Atlas,* pl. 3, fig. 25).

Les sommets les plus élevés (tous dans des massifs très récents) sont : en Asie, le pic Éverest (8.840 m.), le plus haut sommet du monde, dans l'Himalaya; le Godwin Austen (8.611 m.), dans le Karakorum; le Kantschindschinga (8.580 m.), dans l'Himalaya; le volcan Demavend (6.400 m.); — en Amérique, l'Aconcagua (7.040 m.), dans la Cordillère des Andes; le Chimborazo (6.254 m.), dans les Andes de l'Équateur; — en Afrique, le Kilima-Ndjaro (6.010 m.), à l'est du lac Victoria; le mont Kenia (5.600 m.), au sud du lac Rodolphe; — en Europe, le mont Blanc (4.808 m.), dans les Alpes; le mont Elbrouz (5.630 m.), dans le Caucase; le mont Rose (4.638 m.), dans les Alpes pennines; — dans l'Antarctique, le mont de la Société de Géographie de Londres (4.690 m.). — La valeur exacte de ces altitudes apparaît mieux par une comparaison avec le diamètre de la Terre : le pic Éverest a comme hauteur la 721e partie du rayon terrestre.

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 (2.757 m.) entre l'Ortler et les Alpes rhétiques, la Furka (2.436 m.)

dans les Alpes bernoises, le col du Saint-Gothard (2.114 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 a été nivelée. L'altitude moyenne de l'Europe est évaluée à 320 mètres; de l'Asie, à 1.010 mètres; celle de l'Amérique à 650 mètres; de l'Australie à 330 mètres : ce qui donne une altitude moyenne des terres environ 700 mètres (la 9000e partie du rayon terrestre) et comme volume des terres émergées environ 100 millions de kilomètres cubes. — Si l'on ramène à 100 le volume des terres émergées, le volume de celles de l'Asie en vaut les 44 o/o, de l'Afrique 20,3 o/o, de l'Amérique du Nord 17,7 o/o, de l'Amérique du Sud 12,1 o/o, de l'Europe 3,1 o/o et de l'Océanie 2,8 o/o. — Si l'on compare les altitudes, les trois quarts de l'Europe sont à 500 mètres au moins; le tiers de l'Asie est à plus de 1000 mètres. (*Atlas,* pl. 3, fig. 22 et 25.)

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 faîte 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 ouest-est. — 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 nord au sud; elle s'élargit en deux régions (le Grand Bassin à l'est de San Francisco et le plateau de Bolivie), et des montagnes secondaires (Alleghanys et brésiliennes) produisent un renflement considérable du continent vers l'est. — 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 séparer 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. — Les montagnes 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, surtout par suite d'une activité érosive plus grande sur un versant que sur l'autre (voir p. 148). La *ligne de faîte* 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, ont formé les montagnes du pays de Galles, la chaîne pennine anglaise, les montagnes d'Écosse et les Alpes scandinaves. — Les *plissements hercyniens,* que l'on place dans les derniers temps de l'ère primaire, ont 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. — Les *plissements alpins,* beaucoup plus récenst puisqu'ils sont de l'ère tertiaire, ont produit la sierra Nevada, les Pyrénées, les Alpes, l'Apennin, le Balkan et les Carpates. Ces montagnes sont relativement jeunes, aux versants à pentes inégales, aux formes abruptes et 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 le Balkan protège 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-Ndjaro, 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 Hagkalla, 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 de-ci de-là 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 sera un plateau du type *plateforme d'érosion*. Ce massif raccourci peut alors être relevé par suite d'un nouveau mouvement de contraction de l'écorce terrestre : c'est le cas du 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 structurale*, 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 surélèvement 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 appelle parfois plateaux à bordure surplombante des régions comme le bassin du Tarim (Asie) ou le Grand Bassin (Amérique du Nord); nous les considérerons comme des dépressions (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 se 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 dominent 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 désagrégation agissent sur elles d'une manière semblable (voir ci-devant, p. 83).

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 4.000 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 fractures, que remplissent des lacs étendus; sur cette immense terrasse s'en élève, au nord-est, 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 mètres d'altitude; celui de Bolivie où les eaux du lac Titicaca dorment à 3.854 mètres au-dessus de celles de l'océan; le plateau des Guyanes, au nord de l'Amazone. — En Australie, tout le continent forme un immense plateau creusé d'une dépression centrale et relevé à l'est par la Cordillère australienne.

C. — Les collines.

Définition. — Une colline est une masse de terres ou de roches qui ne dépasse pas 500 mètres 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 riants 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 (v. 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 mètres. 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 mètres 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 presque, 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 relief dépend tout d'abord de l'évolution du réseau hydrographique.

Modifications actuelles de 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 mètres, 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).

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 ou 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* (voir *Atlas*, c. 67) sont des plaines herbacées presque sans arbres, qui s'appellent aussi,

suivant les régions, pampas, prairies, savanes ou brousses; les *toundras* (voir *Atlas,* c. 64), plaines marécageuses, glacées et neigeuses pendant l'hiver, fangeuses et verdoyantes pendant quelques mois d'été; les *déserts* (voir *Atlas,* c. 64), 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 séparent (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 nord-sud 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. Interrompue un instant par la chaîne de l'Oural, elle se continue dans la Sibérie jusqu'à la Léna. Elle s'étend ainsi, de l'ouest à l'est, sur une longueur de plus de 130°, soit plus du $\frac{1}{3}$ du tour du globe. Elle est particulièrement étendue dans la Russie, qu'elle couvre presqu'entièrement et où elle forme quatre régions bien distinctes : au nord, les *toundras* (voir *Atlas,* c. 64), 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 sud 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* (voir *Atlas,* pl. 9, c. 67). La succession des toundras, des forêts et des steppes reparaît 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 (voir *Atlas,* c. 64); 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* (voir *Atlas,* c. 67) 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'ouest 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 (v. *Atlas,* pl. 9, c. 64) sont de grandes plaines 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 continuel des roches de la surface, qui se réduisent en sables et en graviers : le vent les amoncelle en dunes. De-ci de-là une surgence d'eau rend le sol fertile et donne naissance à une oasis.

Parallèlement à la grande plaine du nord se développe, à travers l'Ancien Continent, une zone de déserts 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 kilomètres du *Sahara,* autour duquel s'allonge une zone de steppes semi-désertiques. Interrompue un instant par la fertile vallée du Nil qui constitue l'oasis égyptienne, puis par la dépression de la mer Rouge, elle reparaît en Asie, dans les *néfouds* brûlants 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 les sables recommencent aussitôt, sur le plateau de l'Iran, dans le désert salé de *Kévir,* puis au delà du grand plateau central dans les immenses solitudes du *Gobi,* le Sahara asiatique. — L'Inde possède 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 *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 considérables de l'écorce terrestre.

Répartition géographique des dépressions. — La dépression la plus remarquable 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 mètres, et la mer Morte, dont la surface est à 396 mètres au-dessous du niveau de la Méditerranée, et le fond à — 800 mètres; le *Tourfern*, au nord du Lob-noor, à — 50 mètres; la mer *Caspienne*, à — 26 mètres; le bassin du *Tarim*, au nord du Tibet, limité au nord par les Tian-chan; le désert de *Gobi* ou *Chamo*, à l'est du précédent. — En Afrique, certaines oasis du Sahara et le lac d'*Assal*, près de Djibouti, à — 174 mètres. — En Australie, le lac *Eyre*, à — 12 mètres. — En Amérique, le *Grand Bassin*, entre la Sierra Névada et les Montagnes Rocheuses, où l'on a constaté — 33 mètres, et les plateaux de *Colombie* et de *Colorado* qui l'avoisinent.

On range aussi sous le nom de dépressions : 1° les régions gagnées sur la mer (Pays-Bas); 2° les cavités de surcreusement glaciaire (lacs en bordure au sud des Alpes).

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 : infiltration des eaux jusque dans les masses centrales ignées; gaz dissous dans ces masses; 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 vapeurs d'eau se dégagent dans les éruptions volcaniques. — On a été amené à présenter une autre hypothèse, car la précédente 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 son 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 de cette écorce ou une ligne de dislocation :

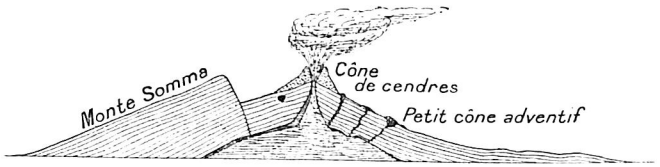


Fig. 50. — Coupe schématique du Vésuve.

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, le plus souvent 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 incan-

descentes. Le cratère est souvent ébréché ou égueulé, soit par le passage du fleuve de feu, soit par l'explosion qui parfois se produit lors du réveil de l'activité volcanique. 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 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. La vapeur qui s'échappe du cratère devient de plus en plus intense; elle s'étale en un large panache 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 ou 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. 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 sept siècles toutes les apparences d'un volcan éteint, ensevelit Herculanum et Pompéi, l'an 79 de notre ère, sous une couche de lave et de cendre 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 cendres des volcans d'Islande ont été poussées jusque Stockholm et aux Orcades, celles du Vésuve jusque Constantinople.

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. On les classe encore d'après le type de leur appareil éruptif.

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'Etna 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 n'émettant ni lave, ni cendre, ni fumée, on dira qu'il est *dormant;* cette période de repos s'allonge-t-elle au point que le réveil semble improbable, il sera considéré comme *éteint.* On ne cite guère que le Stromboli, dans les îles Lipari, qui soit presque toujours en activité : ce qui l'a fait appeler le phare de la Méditerranée; tous les autres ont des périodes d'activité et 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, dont beaucoup sont devenus des lacs circulaires et pittoresques. — Les volcans éteints d'Auvergne sont connus sous le nom de *puys :* 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 des marques de l'action volcanique, notamment d'anciens cratères devenus des lacs : 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. Le 4 août, elle mesurait plus de 70 mètres de hauteur et près de 35 mètres de diamètre, puis diminua graduellement pour disparaître complètement en décembre (voir p. 103).

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 *soufrières* (Antilles, Champs Phlégréens près de Naples, Chili, Islande) qui émettent des jets de vapeur 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'ouest, près du détroit d'Iénikalé, et à l'est près du cap Apchéron et de la ville de Bakou; elles se prolongent jusque dans la Caspienne.

Principaux types d'appareils éruptifs. — Ce sont : le type *hawaïen,* caractérisé par l'épanchement d'un magma très fluide, sans production d'explosions et de cône autour de la cheminée; le type *strombolien,* avec épanchement d'un magma moins fluide, des explosions assez fortes, projection de bombes et formation d'un cône que la lave égueule; le type *vulcanien,* caractérisé par l'épanchement d'un magma encore moins fluide, par des explosions violentes et nombreuses, par l'édification d'un cône très élevé et à pentes raides; le type *péléen,* avec émission d'une lave visqueuse qui se solidifie très rapidement, reste dressée sur place et produit une aiguille; le type *caldeira* ou cratère d'explosion : cirque immense dû au soulèvement et à la projection des roches.

Répartition géographique des volcans. — Il existe actuellement sur le globe environ 400 volcans en activité ou dormants (le nombre des volcans éteints dépasse 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 émergées) 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 fosses d'effondrement. Cette répartition montre que l'activité volcanique est surtout importante 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 (v. *Atlas,* pl. 3, c. 24) :

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 Cordilière des Andes (l'Aconcagua; le Chimborazo, le Cotopaxi, 5.940 m.), de la Cordilière 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) et dans l'Alaska (le Katemaï); 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 un des plus vastes cratères 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, 3.715 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 de la grande fracture africaine* qui comprend plusieurs volcans éteints (le Kilima-Ndjaro, le Kénia) et quelques actifs (le Ruwenzori, le Mufumbiro, le piton de la Fournaise).

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 nord-est, l'est de l'Amérique du sud, l'Australie occidentale.

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'émersion de nouvelles îles (îles d'origine volcanique), par la formation de massifs rocheux (dykes volcaniques, coulées de basalte, aiguilles d'extrusion).

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 s'élève de 1.300 mètres, l'Etna de 3.400 mètres, le Klutschew de 4.900 mètres 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 souvent du degré de solidification des laves, scories et cendres qui les composent. — Des volcans ont existé à toutes les périodes géologiques : parfois leur emplacement ne peut plus être précisé, soit qu'ils n'aient pas édifié de cône, soit que tout vestige de leur cratère ait été enlevé par l'érosion, mais leur existence est prouvée par des nappes de lave qui ont subsisté. Ils ont créé ou créent des masses de roches éruptives : coulées de lave formant quelquefois des nappes étendues comme le plateau des Coirons en Vivarais; coulées de basalte qui par refroidissement brusque prennent la forme de colonnes prismatiques, dénommées orgues ou chaussée de géants; 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; aiguilles qui ont été isolées par l'érosion (le rocher Aiguille, au Puy en Velay).

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; mais leur description viendra mieux à sa place quand il sera traité des eaux (p. 135). — Les tremblements de terre, que l'on a considerés 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 configu-

ration, 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.

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

1° 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° 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 du 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° 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.

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

1° 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. 99, 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° latitude sud 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).

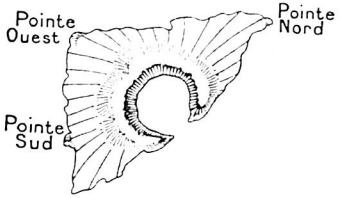


Fig. 51. — Type d'île volcanique : l'île Saint-Paul.

2° Les *îles coralliennes* doivent leur origine au travail séculaire des madrépores, animalcules qui construisent des polypiers ou coraux par la sécrétion de matières calcaires tirées des eaux mêmes. Ces polypiers, qui ont en général la forme d'un buisson, constituent à la longue un ensemble très résistant s'accroissant par le haut. 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 ont existé, pendant certaines périodes géologiques, dans d'autres mers, car les marbres rouges de l'Entre-Sambre-et-Meuse sont 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, etc. 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 (cocotiers, etc.) provenant de graines apportées par les flots ou par les oiseaux. 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, le long des grandes îles et des continents, des lignes irrégulières de récifs, telle est la barrière de récifs coralliens qui s'étend au nord-est 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 caloriques 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 2.000 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 1.000 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 a été 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 une zone sphérique relativement mince, 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 nombreux siècles, 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 (plissements alpins; 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. 121) 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 épicentre, 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 40 et 10 degrés latitude sud; 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'est 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'ouest et le nord de l'Asie Mineure, la Syrie, l'Arménie, le Caucase, les montagnes du Kurdistan et celles qui bordent le golfe Persique au nord, 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 sud de la presqu'île de Kamtchatka à l'extrémité de la Nouvelle-Guinée et comprenant les îles du Japon, Formose, les Philippines, l'ouest de Sumatra, Java et les îles de la Sonde.

Les plus terribles séismes furent ceux de Lisbonne (1755), de la Calabre (1783-6), des Andes (1868), d'Andalousie (1884), du Japon (1891 et 1923), de Carniole (1895), de Messine (1908), d'Argentine (1920).

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, 1750) fut mis à sec. Parmi les effondrements produits par un séisme, on signale le district du Grand Runn (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 de 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'émersion de 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 émersion 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 émersions (mouvements négatifs) plus nombreuses dans les zones glaciales et tempérées froides.

Un cas typique est fourni par les côtes occidentales de la Norvège : leurs fjords (voir Pl. IV, *c*) sont des vallées glaciaires qui se continuent

sous la mer et qui ont été surcreusées par des glaciers alors qu'elles étaient émergées; elles ont été, postérieurement, plus immergées 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 immergées, 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 XIIIe 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 XVIe siècle, il y eut émersion et tout le temple sortit de l'eau, mais une nouvelle submersion se produit 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° des masses compactes qui se sont accumulées dans les dépressions de la surface terrestre, ce sont les *eaux marines;* 2° 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° des eaux qui s'infiltrent dans la terre, à une certaine profondeur, et y forment des cours d'eau, ce sont les *eaux souterraines;* 4° des *eaux solides* c'est-à-dire plus ou moins congelées et dont la forme la plus intéressante est celle des *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 kilomètres carrés, ou environ les sept dixièmes de la surface du globe terrestre *(Atlas,* pl. 4, c. 30).

Les quatre septièmes de cette superficie sont situés au sud de l'équateur; les trois septièmes dans l'hémisphère boréal. Nous avons vu aussi que, dans l'hémisphère des eaux, les 88,7% de la surface sont couverts par les eaux marines (voir pp. 73 et 75).

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'iles 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'ouest, Europe et Afrique à l'est). Sa longueur est d'environ 14.000 kilomètres et sa largeur, entre l'Afrique et le Brésil, mesure à peine 2.500 kilomètres. Il est presqu'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 kilomètres carrés.

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 43 o/o de la superficie totale des mers, et sa surface est évaluée à 165.715.000 kilomètres carrés. 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'ouest, où se creusent les mers intérieures du littoral asiatique et de l'Océanie.

3° **L'océan Indien,** d'une superficie de 73.442.000 kilomètres carrés, 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 nord et vers l'ouest, 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 sud 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 kilomètres carrés et il contient quelques grandes îles, tels le Grönland, la Nouvelle-Zemble, la terre de Grinnell et celle de Grant, le Spitsberg, 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'avançant dans l'intérieur des terres, les océans forment des mers, les unes très ouvertes vers la haute mer et ressemblant à de grands golfes (mers bordières), les autres à entrée plus étroite (mers intérieures ou continentales).

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 Béring; 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.

Profondeurs 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 du Pérou et du Chili septentrional; et moins considérable 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 *(Atlas,* pl. 4, c. 36, 37 et 38).

La profondeur des océans n'était connue qu'en certains points où des expéditions scientifiques ont jeté la sonde, et le relief sous-marin était connu seulement dans ses grandes lignes. L'emploi d'un appareil de sondage par le son, expérimenté en 1922, fait espérer que sous peu le relief sous-marin sera scientifiquement établi sur des cartes à l'aide de lignes bathymétriques ou isobathes exactement repérées.

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′ latitude nord et 126°50 longitude est de Greenwich); 9.636 mètres dans la fosse des Mariannes, au sud de l'île Guam, une des Mariannes; 9.427 mètres dans la fosse de Kermadec, à l'est des îles Kermadec (Polynésie); 9.184 mètres dans la fosse des Tonga, au sud des îles Tonga; 8.573 mètres dans la fosse du Japon, à l'est du Nippon septentrional; 8.500 mètres dans la fosse des Kouriles ou de

Tuscarora, à l'est des îles de Kouriles; 8.500 mètres dans la fosse de Mindanao; 7.635 mètres dans la fosse d'Atacama ou du Chili, à l'ouest de Taltal (Chili); 7.383 mètres dans la fosse des Aléoutes, au sud des îles Aléoutiennes; — L'océan Indien a ses plus profonds abîmes au sud de Java : 7.000 mètres (par 10°5′ latitude sud, et 107°55′ longitude est) et 5.664 mètres dans la fosse de Mentawei, à l'ouest de Sumatra. — L'océan Atlantique présente ses plus fortes profondeurs de chaque côté d'une plateforme à peu près médiane : 8.526 mètres dans la fosse de Porto-Rico (par 19°36′ latitude nord et 66°26′ longitude ouest), au nord de Porto-Rico; 7.370 mètres au nord-ouest de l'île Ascension. — Les récentes expéditions polaires ont sondé des fonds de plus de 3.500 mètres dans l'océan Glacial arctique (expédition du Fram), et de plus de 5.000 mètres dans l'océan Glacial antarctique, à l'ouest de la terre Enderby.

Les plateaux sous-marins. — Dans l'océan Atlantique, un plateau, à moins de 2.000 mètres de profondeur, d'abord très large au nord et s'étendant du Grönland à l'Irlande, s'allonge vers le sud jusqu'à la latitude du cap Vert, après s'être fortement rétréci; cette plateforme réapparaît plus au sud, encore allongée, mais dans une direction ouest-est, un peu au nord de l'équateur; puis, de nouveau, encore très allongée du nord au sud, entre l'équateur et le 50° de latitude sud. De part et d'autre de ce plateau, qui, comme l'Atlantique lui-même a la forme d'un ⊔ et est signalé dans l'hémisphère austral par les îles Saint-Paul, Ascension et Tristan da Cunha, se creusent des vallées profondes (fossés Atlantique est et ouest) atteignant jusqu'à 6.000 mètres 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 un fossé profond. Dans sa partie ouest, 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 une large plateforme, à moins de 2.000 mètres de profondeur, et allant jusqu'au continent antarctique *(Atlas,* pl. 4, c. 36, 37 et 38).

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 lui donne le nom de socle sous-marin; les plus importants *socles sous-marins* sont : le socle britannique d'une superficie de 1.050.000 kilomètres carrés (si le niveau de la mer baissait de 60 mètres, le Pas de Calais deviendrait un isthme reliant l'Angleterre au continent; s'il baissait de 100 mètres, 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 (1.850.000 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 mètres environ à 2.000 mètres de profondeur. L'isobathe de — 2.000 mètres est beaucoup plus proche de l'isobathe — 200 mètres que celle-ci ne l'est de la côte voisine.

Profondeur moyenne des océans. — La profondeur moyenne des océans a été évaluée à 3.680 mètres, estimation provisoire, de nouveaux sondages pouvant signaler des fosses marines ou des hauts fonds inconnus.

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 (plateformes et socles), des talus, des vallées (fossés) et des cuvettes (fosses marines). La répartition géographique de ces formes de relief sous-marin est indépendante de la situation des continents *(Atlas,* c. 36 à 38).

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.

La géologie du sous-sol des océans, au moyen de sondages procurant des échantillons de roches situées sous le fond marin, n'a pu encore être faite; on suppose que les mêmes causes qui ont produit les montagnes et les dépressions continentales ont aussi créé le relief des 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 : partout, pour ainsi dire, 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 et là où les dépôts marins font défaut.

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 courant 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 le talus qui forme 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.*

Cette loi s'énonce : 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 : une des exceptions les plus frappantes est la dénivellation brusque près des îles Tonga : d'un plateau de hauts fonds de 1.200 à 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, c'est que la partie de la surface terrestre recouverte par les eaux marines a 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 d'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 1.300.000.000 kilomètres cubes ou 13 fois environ le volume des terres émergées (fig. 52).

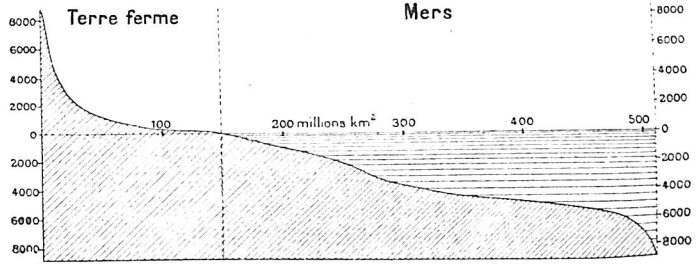


Fig. 52. — Coupe hypsographique de l'écorce terrestre (d'après de Lapparent).

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 du 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 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 ou s'abaissait, la distribution des mers et des terres serait changée, les lignes de rivage seraient mobiles (voir p. 109).

Composition. — L'eau de la mer n'est pas pure : outre des matières organiques tenues en suspension, elle renferme, entre autres matières inorganiques, environ 3,5 °/o 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'eau fluviales ou pluviales (Atlantique près du Sahara) sont fort salées (Méditerranée 3,8 °/o; mer Rouge 4,3 °/o); au contraire, les mers des pays froids et tempérés, recevant beaucoup d'eau douce, sont peu salées (Baltique, 0,5 °/o; mer Noire 1,2 °/o). 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 (3,5 °/o), tandis que les courants froids venant du nord abaissent le degré de salinité (3,2 °/o 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 °/o. La mer ayant un degré de salinité le plus élevé est la mer Morte (21 °/o 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, mais varie suivant le degré de salinité, la température et la profondeur. — 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 la mer est incolore; mais sa couleur apparente est dépendante d'un grand

nombre de causes : généralement, dans le voisinage des côtes, elle est d'un vert tendre, et au large, elle devient d'un beau bleu foncé.

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 de mer, à cause de sa grande capacité calorifique, 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° latitude nord; la variation diurne, aussi à la surface, ne dépasse pas 1°. — 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, 34°; 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 5.000 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 350 mètres 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 horizontalement; mouvements produisant un transport des eaux d'un endroit dans un autre.

Les mouvements sans déplacement horizontal sont le clapotis, la houle, les vagues et les marées; les mouvements avec changement de lieu sont les courants. — Une troisième espèce de mouvement, mais hypothétique, est le relèvement ou l'abaissement du niveau de la mer (voir p. 109).

Les vagues. — Les vagues et les lames 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. — Quelquefois elle est brisée par une infinité de petits froncements courts et aigus : c'est le *clapotis*. — Il se produit aussi, toujours par un temps calme, une succession de rides et d'ondulations à courbe lisse : ces mouvements ondulatoires que la mer conserve lorsque le vent est tombé, ou qui se propagent en dehors des régions où le vent a soufflé, forment la *houle*. — Si le vent souffle, les ondulations produites et entretenues directement par lui s'appellent *vagues*. On distingue trois espèces de vagues : les *vagues simples* dues à un vent modéré; les *vagues ridées* lorsque la force du vent augmente et que les grandes ondulations sont ridées par de petites ondulations; les *vagues déferlantes* lorsque le vent devient plus fort : elles sont caractérisées par l'existence, sur leurs crêtes saillantes, d'embruns ou de particules d'eau leur enlevées ou retombant en écume (dans ce dernier cas, il y a mouvement de translation de certaines particules d'eau). — Pendant les fortes tempêtes, ces vagues atteignent jusqu'à 10 mètres de hauteur : la surface de l'océan se creuse profondément entre deux vagues ou lames aux crêtes

écumantes et se divise ainsi en une foule de larges sillons presque parallèles. La hauteur des vagues augmente considérablement devant des murs et des rivages formant obstacle : le phare d'Eddystone, haut de 52 mètres et situé en pleine mer, disparaît parfois presque entièrement dans les vagues et les embruns de l'océan déchaîné.



Fig. 53. — Vagues.

Des vagues ou des lames rencontrant un rivage peu incliné 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 au talus de la plateforme continentale sont renvoyées vers le haut et deviennent des *lames de fond;* celles-ci peuvent être aussi des effets secondaires de mouvements dus aux tremblements de terre. — Des secousses séismiques ou des éruptions volcaniques donnent souvent naissance à des *vagues de translation* ou *raz 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 d'avant en arrière. — La vitesse des vagues dépasse souvent celle du vent qui les produit, et peut atteindre 14 mètres 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 temps d'arrêt — l'*étale* 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.

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

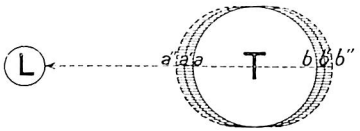


Fig. 54. — Attraction de la Lune.

la Lune L et sa 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 m. 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 mètres à Anvers, de 4 mètres 44 à Ostende.

L'attraction solaire est 2 $\frac{1}{2}$ fois plus faible que celle de la Lune; si elles viennent à s'ajouter, — et cela 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* (fig. 55) ou *de vives eaux;* leur amplitude est de 4 mètres 90 à Ostende.

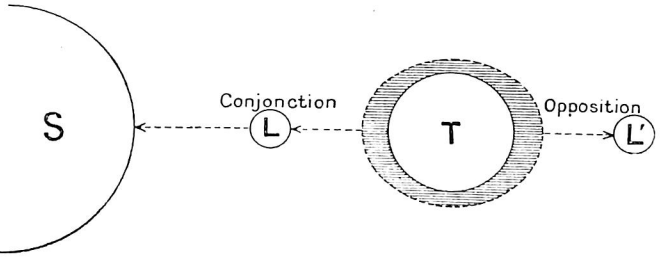


Fig. 55. — Marées de syzygies ou de vives eaux.

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 périgée; *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 heures 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.

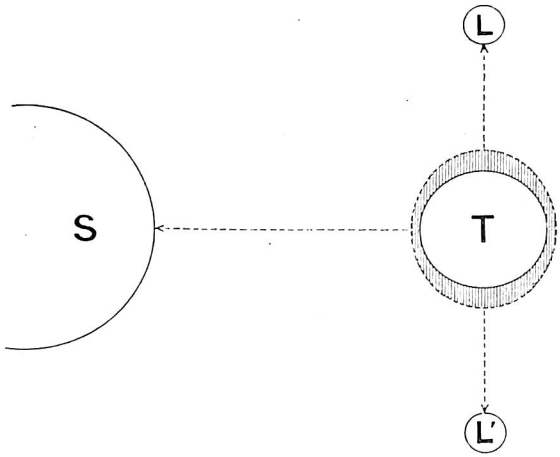


Fig. 56. — Marées de quadrature ou de mortes eaux.

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 prororoca 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 la marée a pour conséquence quelquefois un mouvement de transport des eaux, notamment dans les estuaires (flot et jusant, voir p. 124), dans les chenaux qui séparent les îles et dans les détroits.

Ces courants de marée donnent naissance, lorsqu'ils se côtoient ou lorsqu'ils se rencontrent, à des tourbillons d'eau, des remous et des gouffres; les plus connus sont le Mälstrom entre deux des îles Lofoden, 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 le 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'action des vents constants est 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. *(Atlas,* pl. 4, c. 33.)

Courants équatoriaux. — Ils se forment dans la zone tropicale sous l'influence des vents alizés (voir page 184) qui, dans l'hémisphère boréal, soufflent du nord-est et dans l'hémisphère austral, du sud-est; ces vents agissant sur la surface des océans produisent un mouvement des eaux de l'est vers l'ouest de part et d'autre de l'équateur, avec un contre-courant, dit de compensation, de sens ouest-est, dans la zone des calmes équatoriaux. Ils sont dus probablement à d'autres causes encore, mais de moindre importance : différences de température, évaporation, augmentation de la densité, 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'est à l'ouest *(courant sud équatorial,* sous l'influence de l'alizé du sud-est), 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 sud la côte brésilienne pour s'infléchir ensuite vers le sud-est 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 à la côte des États-Unis jusqu'aux environs du banc de Terre-Neuve; puis il tourne à l'est 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 nord-est), 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 nord-est 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 est-ouest) par le *contre-courant de Guinée,* de sens ouest-est, dont l'intensité est plus grande en été et dont la ligne médiane coïncide presque avec le 5° latitude nord. (Voir *Atlas,* pl. 4, c. 33.)

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 mètres 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 *(Atlas,* pl. 4, p. 33).

Le *courant équatorial du Pacifique,* beaucoup plus large que celui de l'Atlantique (et, comme ce dernier, formé de deux courants de sens est-ouest, séparés par un contre-courant de sens ouest-est) se développe sur toute l'étendue de la zone intertropicale à l'ouest de l'Amérique. Au nord-est de l'Australie, il est divisé par les terres océaniennes 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 les côtes de l'Amérique du Sud. — 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 *(Atlas,* pl. 4, c. 33).

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'est à travers l'archipel malais; il se porte d'est en ouest vers l'Afrique. Dans les parages de Madagascar, il bifurque : une branche tourne au sud puis à l'est 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 sud-ouest et celui de la mousson du nord-est. — En été, une branche du courant équatorial longe vers le nord-ouest les côtes de l'Afrique, puis celles de l'Arabie, s'infléchit vers le sud-est 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 été se dirige vers le nord-ouest le long de l'Afrique, se recourbe plus et prend une direction ouest-est le long de l'équateur, vient frapper le nord 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 nord-est-sud-ouest et revient ensuite à son point de départ.

Courants polaires. — Les courants polaires, ou courants très 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 Grönland 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 *(Atlas,* pl. 4, c. 33).

Effets des courants sur le climat. — Les courants océaniques exercent une influence climatique : 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 Lofoden, déviation due au Gulfstream (voir p. 174 : Isothermes et *Atlas*, pl. 4, c. 32). 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 est estimé à l'enlèvement aux continents d'environ 300 millions de mètres cubes de terres et de roches par année, mais ce travail n'est pas également réparti sur tous les rivages. 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. — L'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 (Zuiderzee). — 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, îles 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 sables 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'écroulement 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'écrouler et de reculer (falaises de Douvres). Si la falaise est crayeuse ou calcareuse, l'érosion marine rendra la côte rectiligne; si elle est granitique, elle sera découpée en petits golfes plus ou moins arrondis. Les matériaux écroulés 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

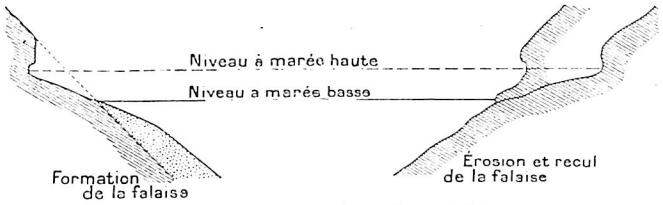


Fig. 57. — Formation d'une falaise.

par les courants, ils 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 Dinant, non loin 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'écroule, 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).

Si la côte est 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 contre 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 détruit quelquefois un isthme et fait d'une presqu'île une île; ce processus se constate surtout lorsque la côte est animée d'un mouvement positif (voir p. 103).

Action reconstructive. — Si les eaux marines érodent les continents et tendent à la suppression des caps et des éperons rocheux, elles forment, par contre, des dépôts de sable et de galets, créent des cordons littoraux, comblent des échancrures et aident à la formation de plaines d'alluvion. Les eaux marines ont joué autrefois un rôle géologique très important, car elles ont transporté et déposé les matériaux dont sont formées les roches sédimentaires (voir p. 54).

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 détritus 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. Les dunes doivent leur existence plus aux vents qu'à la mer.

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 détritus 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 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 détritus organiques et d'alluvions fluviales (voir p. 154, Colmatage); 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, relient 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 cycle : 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'infiltrent 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 détritus 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 suivant 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

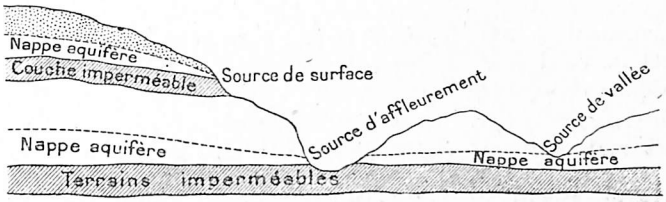


Fig. 58. — Espèces de sources.

naissance à des *sources intermittentes,* à des *sources artésiennes* (voir p. 156) et à des *puits artésiens,* et dans ce dernier cas il faut, par un forage, 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'élance 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 le débouché, 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 cascatelles 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 divagant sur un amas de pierrailles, de graviers et de sable (cône de déjection, voir p. 153 et Pl. IX, *a* et X, *b*) 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 ils 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 (pp. 147-153), ce sont les eaux courantes surtout qui ont façonné 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.

Grands fleuves. — Les 16 plus longs fleuves du monde sont : le Mississipi-Missouri, 6.600 km. de long, 3.250.000 km², 20.000 m³ de débit par seconde; — le Nil-Kagera, 6.500 km., 2.870.000 km², 11.100 m³; — l'Amazone-Ucayali, 5.500 km., 7.000.000 km², 80.000 m³; — l'Obi-Irtish, 5.300 km., 2.950.000 km²; — l'Iénisséi-Sélenga, 5.200 km., 2.550.000 km²; — le Yangtsé, 5.100 km., 1.780.000 km²; — la Léna, 4.820 km., 2.380.000 km²; — la Plata, 4.700 km., 3.100.000 km²; — le Congo, 4.690 km., 3.700.000 km²; — le Mékong, 4.500 km., 810.000 km²; — l'Amour, 4.480 km., 2.050.000 km²; — le Hoang-ho, 4.200 km., 1.900.000 km²; — le Niger, 4.160 km., 2.100.000 km²; — le Saint-Laurent, 3.800 km., 1.250.000 km²; — la Volga, 3.700 km., 1.460.000 km²; — le Mackenzie, 3.700 km., 1.660.000 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, Iénisséi, 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 sud au nord, 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 Polaire 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 o/o des terres (en Eurasie, les bassins de la Caspienne, du Tarim, de la mer Morte, du lac Aral, du Lob-Noor, etc.; en Afrique, le Sahara et le Kalahari, le bassin du lac Tchad; en Australie les 54 o/o du pays, en Amérique les 13 o/o du continent : Grand Bassin, etc.). *(Atlas,* pl. 4, c. 30.) — 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 comprend en Amérique le Mackenzie; en Europe, la Dwina et la Petschora; en Asie, l'Obi, l'Iénisséi 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 Tamise, la Seine, la Loire, le Tage, le Rhône, le Pô, le Danube et le Dniéper; en Afrique, par le Nil, le Niger, le Congo 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 et le Murray.

Bassin de l'océan Pacifique. — Il comprend : 1° le versant occidental où coulent 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 presque toujours 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, 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 des régions déterminées.

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.

Afrique.— De grands lacs servent de réservoirs à des 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 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° 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° 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 Tjib-tjang-tso, à 4.870 m.; Manasarowar, 4.660 m.; le Tengri-noor, 4.630 m.; le Titicaca, 3.854 m.; le Kuku-noor, 3.040 m. — Les eaux intérieures les plus basses sont : la mer Morte, située à 394 m. au-dessous du niveau de la mer; le lac de Génézareth, 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 persistantes 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 (Amazone). 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 débits plus réguliers, 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 accélère 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 chaque section 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 mètres sur 900 kilomètres de parcours; elle a donc une pente kilométrique moyenne de 0 mètre 43, mais dans son cours inférieur cette pente n'est que de 0 mètre 10 (voir tome II, p. 83).

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 reparaître, sa vallée devenue sèche n'a de cours d'eau qu'aux 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 en 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, p. 273).

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 chaque 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 longtemps 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 de l'Afrique équatoriale, où il a ses sources, 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.

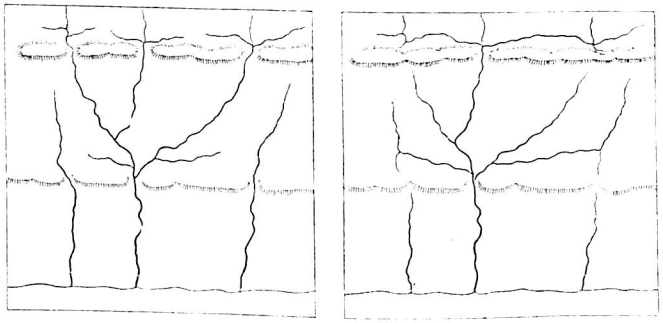


Fig. 59. — Modifications d'un réseau hydrographique par suite de captures.

Source. — La source d'un fleuve est la source la plus éloignée 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.

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 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 les 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).

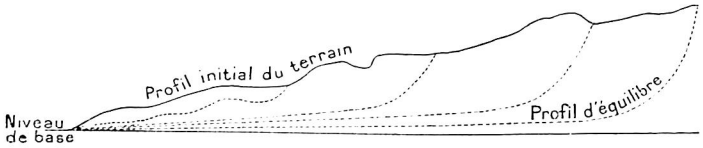


Fig. 60. — Profil d'équilibre d'un fleuve.

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 mètres (voir Pl. VIII, *b*) ; la chute du Rhin à Laufen, près de Schaffhouse, importante non pas tant par sa hauteur, 15 à 19 mètres, 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.

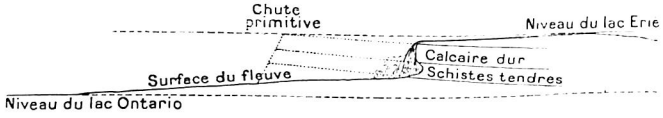


Fig. 61. — Recul de la chute du Niagara.

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 mètres de largeur et la chute américaine 180 mètres. La masse énorme des eaux s'élance avec une rapidité vertigineuse

d'une hauteur de 50 mètres 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 1600 mètres de largeur et se précipite d'une hauteur de 140 mètres dans une profonde crevasse; puis il continue son cours, en de nombreux méandres, dans un chenal rétréci jusqu'à 75 mètres.

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 **ABCD**, avec les dimensions indiquées sur la figure 62, et pour vitesse 2 kilomètres à l'heure,

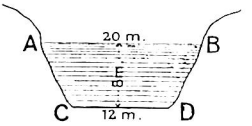


Fig. 62. — Section d'un cours d'eau.

aura un débit de $\frac{20+12}{2} \times 8 \times 2000 = 256.000$ mètres cubes par heure ou 70 mètres cubes 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 mètres cubes par seconde, celui du Danube, 8.500 mètres cubes, et celui de l'Amazone, le plus fort de tous, d'environ 80.000 mètres cubes 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 détritus 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 détritus 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 l'altitude moyenne des continents diminue chaque année d'environ un dixième de millimètre.

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.

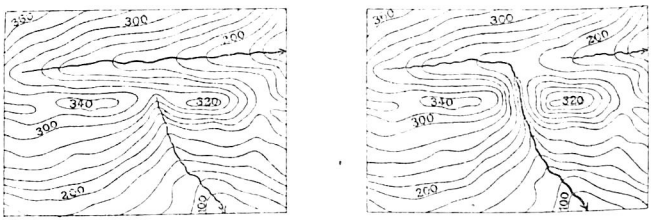
Érosion remontante. — Un torrent ou une rivière ne creuse pas sa rigole ou n'approfondit pas son lit en commençant par le point le plus élevé, mais en commençant par le point le plus bas; c'est ce qu'on appelle érosion régressive ou remontante, laquelle part du niveau de base et remonte le cours jusqu'à la 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 détritus charriés, et aussi l'acide carbonique que contient l'eau, augmentent encore la force d'érosion du cours d'eau, les premiers parce qu'ils en renforcent l'action mécanique, le second parce qu'il détruit les roches par son 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 créant une chute. Le seuil que le cours d'eau doit franchir pourra disparaître par l'érosion (la chute se transforme en cascade, puis en cataracte, puis en rapide), ou bien par affouillement des roches sous-jacentes, affouillement qui déclanche l'écroulement de la partie du seuil en surplomb (la chute recule vers l'amont et tend à disparaître; 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 surélèvement 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 et du Tarn. 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 essaie 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.

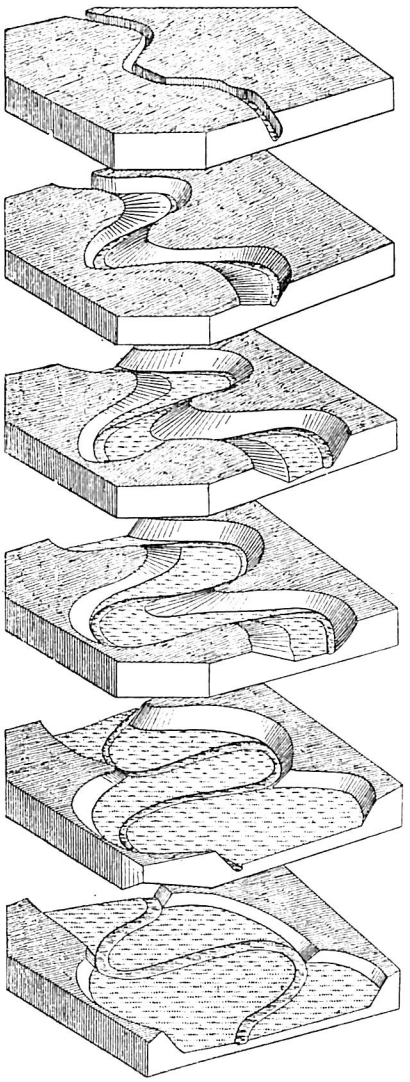


Fig. 64. — Évolution d'une vallée à méandres (d'après W. M. Davis).

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 une 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 de détritus 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.

Recreusement 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 surélèvement de tout le bassin (ou d'un abaissement relatif du niveau de base),son activité peut être réveillée et ravivée : il recreusera son cours pour tendre vers un nouveau profil d'équilibre; il commencera un nouveau cycle d'érosion. Ce recreusement 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 rupture de pentes 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, et de ses affluents, 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 dont

quelquefois 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 de méandres

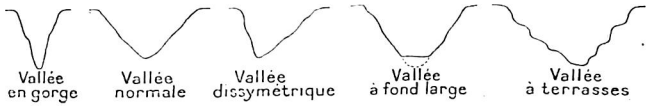


Fig. 65. — Types de vallées d'érosion.

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 détritus, 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 détritus 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 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.

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. 133).

Comblement des lacs. — La vitesse du courant devenant presque nulle dès que le fleuve est entré danc un lac, toutes les matières qu'il tenait en suspension ou qu'il charriait se déposent et tendent à combler le lac. Le Rhin déverse dans le lac de Constance 4 millions de mètres cubes par an; 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-tsé, 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 défluents 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 sud : la ville d'Arles, distante de la mer de 24 kilomètres à l'époque romaine, en est aujourd'hui éloignée de 50 kilomètres; ceux du Pô et de l'Adige : Adria, autrefois port de mer, se trouve aujourd'hui à 35 kilomètres de l'Adriatique; celui du Danube, qui s'augmente chaque année d'un apport de 60 millions de mètres cubes; 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 mètres cubes 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 vauclusienne, ou de résurgence temporaire ou intermittente.

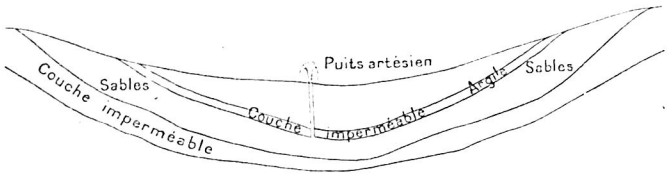


Fig. 66. — Puits artésien.

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 creusés; 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 vauclusiennes, 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 XVIIIe 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 résurgence temporaire 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 mètres cubes 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 peut s'effondrer. Les effondrements souterrains peuvent 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.

Pertes 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 coulant à la surface : la vallée ne se creuse plus (vallée sèche), mais peut s'approfondir par effondrement. 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 calcareux 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 calcareux 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 formant 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 Tilff 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 d'hiver, déblayer 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 persistantes. — 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 persistantes. 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 nord ou vers le sud.

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 persistantes est un peu plus basse que sous les tropiques. Au Spitsberg, 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-Ndjaro, à 5.400 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. sud, dans la Terre de Palmer, au niveau de l'océan.

Avalanches de neige. — Dans les hautes montagnes couvertes de neiges persistantes 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 raides. 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 ou dans les régions polaires 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 la 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 kilomètres carrés. 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

bombements 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 5.240 m., ne possède pas moins de quinze glaciers, mais un seul a une longueur qui dépasse un peu $1\,^1/_2$ km., et aucun ne descend sous 4.500 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 un des plus grands 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. La vitesse du mouvement de descente des glaciers est très variable : pour la plupart, elle est imperceptible et ne dépasse guère cinq à six mètres par an. Beaucoup de glaciers des Alpes descendent en moyenne de 100 mètres annuelle-

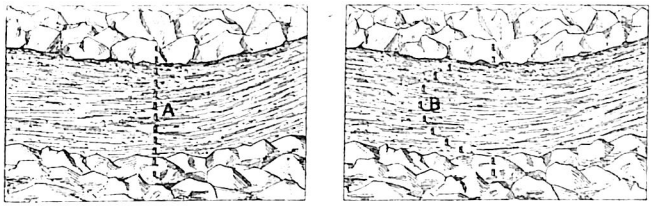


Fig. 67. — Preuve de l'écoulement d'un glacier.

ment, et l'on cite des glaciers à pente raide, comme certaines sections de la Mer de Glace, où la marche vers l'aval a dépassé 200 mètres en un an.

Les glaciers descendent à une altitude bien inférieure à celle des neiges persistantes : on en voit qui remplissent le fond des 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 mètres.

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° latitude nord; 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 km^2 de superficie; celle de l'Antarctique est évaluée à 14 millions de km^2. Ces calottes glaciaires ou inlandsis se terminent à la mer ou très près de la mer par des falaises de glace très élevées et très étendues.

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*) dites aussi pack et icefield, ou surfaces marines gelées sur une profondeur ne dépassant pas 7 mètres; elles sont hérissées souvent de hummocks

ou monticules formés par des plissements dus à la dilatation, et de toross ou entassement de débris (les banquises fragmentées par la débâcle sont dites glaces de dérive ou icefloes).

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, vont à la dérive (fig. 68) et

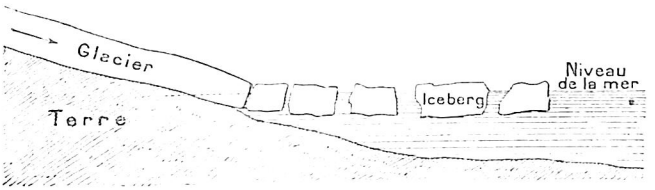


Fig. 68. — Formation d'icebergs.

quelquefois atteignent le 40° de latitude. 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. 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 huitième 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 immergée étant constamment battue, rongée et fondue par les eaux 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. Celle du névé est déjà d'une certaine importance, car un mètre cube de névé pèse environ 550 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 glissant lentement

dans des vallées, burinent, rabotent et érodent le fond et les rives de leur lit; ils 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.

La neige aide à la désagrégation des cimes et des versants, surtout lorsqu'elle dégringole en avalanche; dans les terrains meubles, elle aide à l'approfondissement des creux, et arrache, sur les pentes, le tapis herbeux.

Les mouvements des glaciers ont pour résultat de polir les roches sur lesquelles ils glissent. La glace, mêlée au sable et au gravier, érode le fond de la vallée par un frottement continuel. 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 roches qui l'enserraient révèlera la hauteur qu'il atteignait jadis. C'est ce que l'on voit notamment en Suisse, dans un grand nombre de vallées, particulièrement dans 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 secon-

daires 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 versants : ceux-ci, minés par cette érosion continuelle, laissent tomber sur les rives du glacier des fragments et des blocs de pierre : ces détritus 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



Fig. 69. — Moraines.

réunissent en une seule que l'on nomme 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 la roche sous-jacente, 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.

L'air atmosphérique est un mélange d'oxygène (21 o/o), d'azote (79 o/o), 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.), du pic du Midi de Bigorre (2.877 m.; voir Pl. III, *a*), de l'Etna (3.280 m.); 2° par des ascensions en ballons et en aéroplanes; 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 19 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.

Épaisseur. — 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 passant par 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'égale 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 millimètres tout le long de l'équateur et dans les environs de 40° latitude sud; des zones de dépression (754 mm.) dans le Pacifique Nord, dans l'Atlantique Nord et au sud de 40° latitude sud; 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 *(Atlas,* pl. 4, c. 35).

Température de l'air. — Les deux agents de la température de l'air 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 (ou 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, et dont, en géographie animale et en géographie humaine, il faut aussi tenir compte.

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

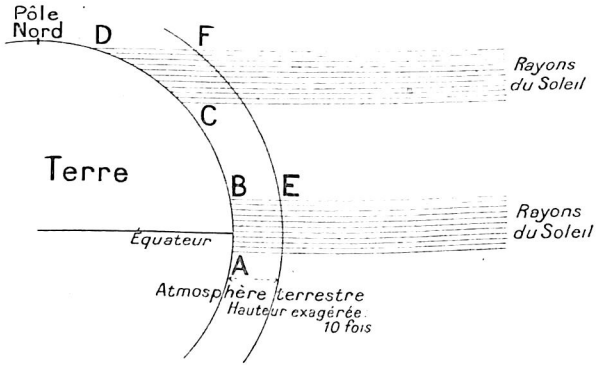


Fig. 70. — Action des rayons caloriques du Soleil à des latitudes diverses.

saison à la suivante, du jour au lendemain. Les diverses causes qui influent sur la température d'un endroit sont : la latitude,

l'altitude, le moment, le voisinage et la disposition des montagnes, le voisinage de la mer et les courants marins, le voisinage de grandes forêts, la présence de grandes étendues d'eau, la direction des vents dominants.

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, 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.

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 la surface **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 **FD**, la perte de chaleur dans la traversée de l'atmosphère est plus petite sous l'équateur que tout 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. Par des observations faites pendant des ascensions aérostatiques, on est parvenu à déterminer que, en moyenne, le thermomètre baisse d'un degré par environ 140 mètres 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 10 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 la longueur des jours) que l'été. — Le Soleil atteint chaque jour à la même heure des hauteurs différentes au-dessus de l'horizon (fig. 3, p. 14); la distance à

laquelle il se trouve de la Terre varie (fig. 15, p. 28); les jours ont une durée variable (fig. 17, p. 32); ce sont là des causes de modification de la quantité de chaleur reçue par un endroit donné. — Le maximum de chaleur, dans nos régions, se produit, dans la journée, vers 14 heures, et, dans l'année, en juillet; le maximum de froid, au lever du Soleil 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 intertropicale 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 sur la côte, par réflexion, la chaleur des rayons solaires. 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; iis ont une température moyenne plus basse que les régions environnantes et ils augmentent l'humidité et les précipitations atmosphériques.

7° *La présence de grandes étendues 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, à une même latitude, 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; 3° que l'amplitude des oscillations thermométriques diurnes est moindre au-dessus des océans qu'au-dessus des terres.

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	10	20	30	40	50	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 principales de climats principaux : les *climats maritimes,* dits aussi marins ou réguliers; les *climats continentaux,* dits aussi extrêmes ou excessifs (*Atlas,* pl. 4, c. 32).

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 nord-ouest jouissent de ce climat (*Atlas,* pl. 12, c. 86), 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 du sud-est, 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 d'un 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 (voir p. 177). — De très fortes chaleurs sont fréquentes dans les déserts riverains de la mer Rouge, dans les Antilles et dans l'Hindoustan; mais la plus forte, scientifiquement constatée jusqu'ici, est de 57°2 dans la Death Valley, dépression aux confins de la Californie et de l'État de Névada — Les froids les plus intenses ont été observés au nord de la Sibérie et dans les terres polaires au nord 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 *(Atlas,* pl. 4, c. 32).

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 *(Atlas,* pl. 12, c. 85), ou bien des cartes signalant les courbes isothères (isothermes moyennes de l'été) et les courbes isochimènes (isothermes moyennes de l'hiver).

L'allure des isothermes doit être étudiée sur des cartes spéciales, mais toutes les températures y sont réduites au niveau de la mer : 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 (voir p. 171, 2°). D'autre part, 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 annuelle de 0°* passe, dans l'hémisphère boréal, par la presqu'île d'Alaska, le Labrador, la côte sud-orientale du Grönland, 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 Grönland 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 *(Atlas,* pl. 4, c. 32).

L'*équateur thermique* est la suite des points qui, sur chaque méridien, ont la plus forte température moyenne annuelle; il ne coïncide pas avec l'équateur géographique, mais reste dans l'hémisphère boréal : il passe par le sud du Mexique, par Panama et les Petites Antilles, coupe l'Afrique, du golfe de Guinée au golfe d'Aden, traverse ensuite l'Hindoustan méridional, longe au nord les îles de la Sonde, et rejoint le continent américain à travers le Pacifique *(Atlas,* pl. 4, c. 32). — La ligne reliant les points qui sur chaque méridien ont le plus grand maximum de température passe encore plus au nord que l'équateur thermique.

Les *pôles du froid* 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 polaires arctiques situé à l'ouest de la Terre de Grinnel. On n'a pas encore pu déterminer le pôle du froid de l'hémisphère austral *(Atlas,* pl. 4, c. 32).

Zones climatiques. — Les tropiques et les cercles polaires divisent théoriquement la surface du globe en cinq zones : une

torride, deux tempérées et deux glaciales (*Atlas*, pl. 2, fig. 15). Mais, en fait, les limites des zones climatiques sont données par les lignes isothermiques; on a alors (*Atlas*, pl. 4, c. 34) :

1° Les pays chauds, ou zone torride, entre les deux isothermes moyens annuels de + 20° (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 + 10° (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 des principales associations végétales (voir pp. 197-200); elles seront ci-après subdivisées et mieux caractérisées, en tenant compte, en outre, du régime pluviométrique (voir pp. 179-182).

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. L'Europe, par exemple, se diviserait en trois 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 sud-est; en été, des maxima de chaleur très élevés; 3° la province méditerranéenne, avec température assez élevée et des pluies pendant la saison froide surtout en octobre (Provence et Italie), et en janvier (Grèce).

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 marquées par des averses torrentielles et une chaleur humide, et une ou deux saisons sèches, pendant lesquelles règnent de fortes chaleurs (voir p. 179).

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.

Les types principaux de nuages sont : 1° les *cumulus,* nuages blancs, considérables, aux formes arrondies; 2° les *cirrus,* nuages blancs de peu de volume et très élevés, en forme de queues de chat ou d'aspect pommelé; ils annoncent un changement de temps; 3° les *stratus,* nuages gris en lignes parallèles à l'horizon; ils ne donnent pas de pluie; 4° les *nimbus,* nuages sombres et flottant bas; ils donnent des pluies fortes et des averses. — 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; les zones de haute pression barométrique de longue durée, avec vents divergents, sont le plus souvent des zones sans pluie. La répartition des pluies a une très grande importance en géographie biologique et en géographie humaine; elle permet une subdivision des zones climatiques données p. 176 *(Atlas,* pl. 4, c. 31).

La *quantité d'eau tombée* (mesurée au moyen du pluviomètre) diminue avec la latitude : elle décroît progressivement de l'équateur aux pôles, si l'on fait abstraction des régimes spéciaux dus à des conditions de relief, de pression 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. 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 Singapoure, par $\frac{1}{4}$° latitude nord, 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 °/₀; au printemps, 22 °/₀; en été, 24 °/₀; en automne, 27 °/₀. A Sumatra, par $2\frac{1}{4}$° lat. nord, respectivement 21, 25, 22 et 31 °/₀.

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* ou *climat subéquatorial).*

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° $\frac{1}{2}$ lat. sud, il existe une grande saison des pluies en mars, avril et mai, avec respectivement, 12, 26 et 7 °/₀ des pluies de l'année; puis une grande saison sèche, en juin, juillet, août et septembre, avec, pour les quatre mois réunis, 1 °/₀ des pluies, ensuite une petite saison des pluies en octobre et novembre, avec 6 et 21 °/₀; enfin une petite saison sèche, en décembre, janvier et février, avec 10, 7 et 10 °/₀.

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 anglais. C'est sur le mont Vaïaleale, dans une des îles Hawaï, que l'on a constaté le maximum d'eau tombée : 12 m. 10; ensuite dans l'Assam, à Cherra-Punji : 11 m. 60. Cette localité tient le record du maximum absolu journalier : le 14 juin 1876, 1 m. 04.

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 sud-est de Madagascar; en Asie, les côtes ouest de l'Hindoustan et de l'Indo-Chine, le versant sud de l'Himalaya; en Océanie, Sumatra, l'ouest de Java, Bornéo, le nord 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° $\frac{1}{2}$ lat. nord voit tomber de mai à octobre les 98 °/₀ des pluies de l'année.

Régime des pluies rares en pays chauds. — Au delà des tropiques, et jusque dans les environs de 35° lat. nord et sud (régions subtropicales), la pluviosité devient faible et la séche-

resse 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, une haute pression barométrique, les vents alizés toujours secs, sont les causes de cette absence de pluie, qui explique l'existence de deux zones désertiques au nord et au sud de l'équateur : la plus étendue va de l'Atlantique au Pacifique, à travers l'ancien monde : Sahara, Arabie, plateau central d'Asie, Gobi (voir p. 95 et *Atlas*, c. 64). Moins vastes, sont : le désert de Kalahari, les centre et ouest de l'Australie, les plateaux 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 *(climat tempéré).*

Certaines régions des pays tempérés sont caractérisées par l'abondance des pluies apportées par les vents soufflant de la mer, et par une température plus douce due aux courants moins chauds; elles ont un *climat tempéré maritime* (côte occidentale de l'Europe : Portugal, Angleterre et surtout Norvège; régions côtières de l'Alaska; côtes ouest de la Nouvelle Zélande). — D'autres ont un *climat tempéré continental,* avec un maximum de pluviosité en été, tel le centre de l'Europe. — D'autres jouissent d'un *climat tempéré méditerranéen,* caractérisé par une saison de pluies et une saison sèche annuellement (région méditerranéenne, Californie, Le Cap, avec pluies en hiver; Argentine et Transvaal, avec pluies en été). — Enfin au delà de 45° lat., des régions à saison froide : c'est le *climat tempéré à saison froide* (nord de l'Allemagne, de la Pologne et de la Russie centrale).

Régime des pluies rares en climat froid. — Les régions de haute latitude 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; de là, les toundras et les barren lands *(Atlas,* pl. 9, c. 64).

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 nord par Nouvelle-Orléans, Gibraltar, Bombay, le Japon, l'autre au sud, 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 : la neige s'y montre 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 persistantes 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).

II. — 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 nord et le sud.

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 *(Atlas,* pl. 4, c. 35).

Par la rotation terrestre, les alizés sont déviés, dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud, vers l'ouest (voir p. 26). A quelque distance de l'équateur thermique, la déviation augmente dans le sens est-ouest et ils ne se rencontrent pas; entre eux règne une région de calme : *la zone des calmes équatoriaux.*

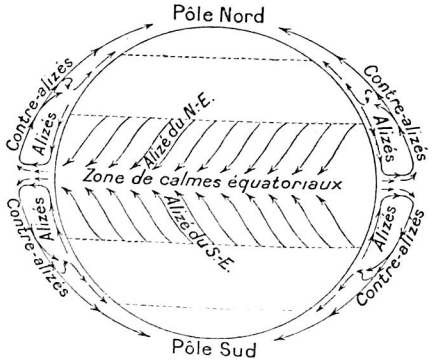


Fig. 71. — Schéma de la circulation des vents constants.

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° latitude nord et sud; 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, soufflent l'alizé du nord-est et le contre-alizé du sud-ouest; dans l'hémisphère austral, l'alizé du sud-est et le contre-alizé du nord-ouest.

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 nord-est, à la base, tandis que le contre-alizé envoie les nuages du sommet vers le nord-est; 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 thermique suivant le mouvement apparent du Soleil; dans l'Atlantique, en janvier, elle s'étend de la Sierra Leone à l'embouchure de l'Amazone; mais en juillet, elle est portée plus au nord, de la Sénégambie à la Colombie. Cette zone de calmes, qui ne dépasse pas vers le sud le 2° de latitude sud ni vers le nord le 10° de latitude nord, est dénommée par les marins : Pot au noir, à cause des nuages sombres qu'y accumulent les alizés du nord-est et du sud-est; 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, tandis qu'ils ont donné le nom de « Mer des Dames » aux régions marines où soufflent les alizés, parce que la navigation y est si facile qu'une jeune fille pourrait y tenir le gouvernail. Les alizés sont aussi la cause la plus importante des courants marins (voir p. 126).

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.*

Les *moussons* (d'un mot arabe qui veut dire saison) règnent principalement dans l'océan Indien et dans les mers au sud de la Chine. On distingue la mousson du nord-est, qui souffle d'octobre à avril; et la mousson du sud-ouest, 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 sud-ouest dans l'océan Indien, et du sud-est dans la mer de Chine méridionale. — 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.

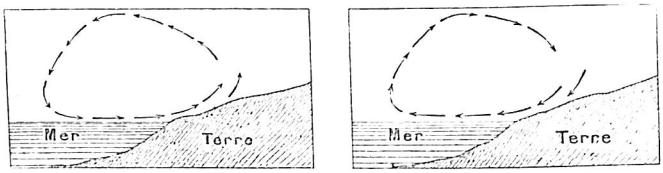


Fig. 72. — Brises de mer et de terre.

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 nord 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 sud-ouest, qui se font sentir en automne et nous amènent de l'océan les pluies et les brouillards, — et les vents du nord-ouest ou bise, qui, en hiver et au printemps, nous apportent, des plaines sibériennes, un air sec et froid.

Vents violents. — Il y a journellement, au sein de l'atmosphère, des régions où la pression de l'air est beaucoup moindre qu'aux alentours : il se produit là une sorte de creux ou *dépression*. Ces aires de basse pression sont dites *aires cyclo-*

niques ou cyclones (aires où le vent souffle et la pluie est fréquente). — Il y a aussi des régions où la pression de l'air est plus forte; il s'y produit une sorte de protubérance ou *haute pression.* Ces aires de haute pression sont dites *aires anticycloniques* ou anticyclones (aires de calme, de beau temps durable, de ciel pur). — L'existence de ces aires cycloniques et anticycloniques, qui suivent des directions que l'on est parvenu à déterminer, 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 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 opposés viennent à se froler, il en résulte un tourbillon à mouvement giratoire très prononcé. Ce phénomène se manifeste dans les tornados, cités p. 185, et surtout dans les typhons et les cyclones qui dévastent les régions tropicales. Ils se meuvent en spirale avec une vitesse dépassant 150 kilomètres à l'heure, renversant tout sur leur passage, soulevant les navires, rompant les agrès, et parcourant ainsi 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 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.

Parmi les vents froids soufflant du nord : la *bise,* dans l'Europe centrale; le *mistral,* qui dessèche les campagnes de Provence; le *bora,* en Istrie et en Dalmatie; et, soufflant du nord-ouest, les *cold waves,* aux États-Unis.

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 1 m. 50 de neige; et, soufflant de l'ouest, les *vents chinook,* sur la pente est des montagnes Rocheuses.

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 sur le sol. — Les *éclairs de chaleur* sont des reflets d'éclairs 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 neiges et 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 à moins que le sol ne soit fortement en pente : le gel, puis le dégel font glisser les détritus rocheux. 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.

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.

Lorsque le vent souffle en tempête sur les déserts, il enlève de grandes quantités de poussières et de sable fin qu'il dépose à de grandes distances : des navires passant au large du cap Vert en ont été recouverts; le sirocco en a amené jusque dans l'Europe centrale; des amoncellements de sable à l'intérieur des remparts envahissent certaines villes du nord de la Chine; de fines cendrées lancées dans l'atmosphère par les volcans retombent quelquefois très loin du cratère.

L'origine du *loess* (limon sableux à grains très fins), qui a une épaisseur considérable en Chine, est attribuée aux eaux courantes qui ont transporté, puis déposé ces amas énormes de particules fines; certains sont disposés 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 émergées 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 échauffe 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, animaux et hommes. 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 émergée et une épaisseur minime : à quelques mètres de profondeur, on ne trouve plus ni végétaux, ni racines, 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 8.000 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 6.000 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 émergée, habitat du plus grand nombre de végétaux de presque tous les animaux à poumons et des hommes; *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 phytogéographie 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, les êtres humains et leurs œuvres occupent sur le globe une surface tellement étendue, que la géographie humaine est une partie spéciale de la géographie générale au même titre que la géographie physique. — D'autre part, on rattache parfois 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 spontanées 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 presqu'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, assez 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 et la culture de plantes utiles, par la destruction de plantes nuisibles. Nous y reviendrons dans la géographie humaine (p. 271).

Obstacles à la dispersion des plantes; régions sans végétation. — Les surfaces maritimes (pp. 127 et 196) sont, en général, dépourvues de végétation importante; les surfaces terrestres, par contre, sont en général recouvertes d'un tapis végétal.

A la surface des océans, on trouve des algues microscopiques, mais la végétation y est souvent développée le long des côtes (bandes littorales) et dans la mer des Sargasses. — La végétation, sur les terres émergées, fait défaut là où celles-ci sont recouvertes par de grandes étendues d'eau (lacs), par des masses de sel ou par des glaces et des neiges persistantes, ainsi que dans les cavernes où ne pénètre pas la lumière solaire, sur les laves non refroidies et sur les sables absolument secs.

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. Ces types conditionnent, jusqu'à un certain point, les formes de l'activité humaine (voir pp. 265-268).

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 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 mètres 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-galeries* qui se développent le long des cours d'eau dans la zone torride, alors qu'en dehors des vallées les arbres sont rares dans la savane voisine *(Atlas,* c. 67).

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 *(Atlas,* pl. 9, c. 67).

On distingue plusieurs espèces d'associations herbacées : 1° la *prairie,* dont il vient d'être fait mention et que l'on nomme aussi *steppe herbeux,* 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; le steppe russe); 2° la *savane* ou mer de hautes herbes, avec de-ci de-là 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 sur des plateaux africains (pas d'arbres, des buissons rabougris, graminées à feuilles dures et raides); jungle en Hindoustan, llanos au Vénézuela (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 *toundra* ou prairie verdoyante l'été, à plantes de très petite taille, mousses et lichens surtout, mais sans végétation aucune pendant l'hiver, le sol étant 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 presque nulle; et déserts temporaires, comme les dunes itinérantes.

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 (la steppe désertique notamment en bordure du Sahara) et de végétaux qui se sont transformés pour s'adapter au milieu désertique. Le vrai désert de sable ou de pierrailles est sans végétation *(Atlas,* c. 64).

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 (p. 127), des algues flottantes, en pleine vitalité et adaptées au milieu, 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 et *Atlas*, c. 34) 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 millimètres; 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° latitude nord et sud, 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 (surtout le bassin de l'Aruwimi), Hindoustan, presqu'île 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 (*Atlas*, c. 67). 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 caout-

chouc, 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 Kasai, 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 des associations végétales à caractères steppiques, puis 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.; mais là où il y a de l'eau, des oasis de palmiers et d'arbres fruitiers *(Atlas*, pl. 9, c. 64).

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). — (Voir pp. 176 et 182.)

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 (mélangées quelquefois avec le maquis), et de-ci de-là 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 (*Atlas*, c. 67). — Les steppes s'étendent ou s'étendaient en Europe, en Asie et en Amérique au sud des grandes forêts : puszta de Hongrie, steppes de Russie et 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 en Sibérie est composée de bouleaux et de conifères; voir Pl. XI, *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 75e 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, Färoer, 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 (*Atlas*, pl. 9, c. 64). 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 persistantes et quelquefois même au delà, avec quelques variantes provenant de l'exposition ou de la pluviosité. Au-dessus des forêts, existe une végétation dite alpine qui se rapproche beaucoup de la végétation arctique *(Atlas,* c. 64).

Le jardin botanique de Hagkalla, dans l'ile de Ceylan, par 6° lat. N., mais à une altitude de 2540 mètres, contient presque tous les arbustes de nos régions tempérées (voir Pl. XI, *c*). — Sur le Kilima-Ndjaro, 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 tropophiles. 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 du sol une partie de leur nourriture.

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 les 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 continuelle; c'est pourquoi les végétaux marins n'existent que dans les couches superficielles de la mer.

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 des vents du nord.

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 (v. pp. 87 et 200-201).

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 des roches avec sura-

bondance 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 plantes calcifuges; les premières cependant s'accommodent de tous les terrains, mais 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 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 a souvent modifié la répartition géographique naturelle des végétaux (v. pp. 271-273), surtout des végétaux utiles pour son alimentation (céréales), pour son habillement (textiles), pour son industrie (caoutchouc, etc.), pour la nourriture de ses animaux domestiques.

Dans la géographie économique, nous ferons connaître, pour beaucoup de végétaux utiles, les régions d'où ces plantes sont originaires et le domaine géographique sur lequel elles se sont étendues par la culture (voir pp. 291-301; 304-306; 315).

Action des végétaux sur la surface terrestre. — Les végétaux protègent ou désagrègent les terrains.

Un tapis végétal dense diminue et parfois annihile l'action destructive des eaux, du vent et de la température; les racines aident à l'ameublissement et à la désagrégation des terrains en s'introduisant dans les roches et en facilitant l'accès de l'eau.

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* (être 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, les oiseaux migrateurs qui s'installent dans des régions différentes suivant les saisons, et certaines larves qui vivant d'une vie ralentie résistent mieux à un changement de milieu. 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 acclimate de nouvelles espèces; nous y reviendrons en géographie humaine (pp. 273-274).

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 fouisseurs 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 (eaux marines et eaux douces) ou terrestres (continents et îles). Bien peu sont amphibies.

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 (poulpes) 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 ne 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 ballotés 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 20°. 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 attolls (îles Carolines; îles Tuamotou).

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 le sud 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). — La savane et la steppe 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 nord du Mexique et les Antilles jusqu'à la Patagonie. 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 : le sud de 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, 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 migrateurs.

Région antarctique. — Elle comprend toutes les régions polaires antarctiques et ne sert d'habitat qu'à des manchots (pingouins).

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 intertropicale; les lézards et les serpents font totalement défaut dans les zones glaciales. Par contre, d'autres animaux ont leur habitat répandu sur plusieurs zones, tels 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, chez nous, 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 nécessaire à l'alimentation; 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 se 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), aux transports (cheval, chameau, renne) 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 géographie économique (pp. 301-2; 306-7), nous signalons 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 humaine est la partie la plus synthétique de la géographie générale.

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 y est 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 action, 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 de l'homme comme *fait* et comme *agent* géographiques est telle qu'elle a donné lieu à une science spéciale : *la géographie humaine.*

La géographie humaine. — Relativement récente, elle est la géographie de l'homme vivant en société ou l'étude des relations entre le milieu géographique et l'activité humaine.

La géographie humaine, ce terme pris dans son sens le plus large, comprend la géographie ethnographique, l'anthropogéopraphie, 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. — 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, jouant de mille manières et suivant les degrés de civilisation le rôle d'agent modificateur de cette surface.

L'activité humaine et les phénomènes géographiques naturels. — L'activité humaine consiste, 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 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 d'une part de la possibilité pour l'homme de se déterminer dans un sens ou dans un autre et d'agir en toute liberté, d'autre part de l'usage ou du non-usage, de l'exploitation ou de la non-utilisation par les groupes humains des possibilités que la nature leur offre et qui restent sensiblement les mêmes pendant plusieurs siècles.

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 nature, 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 paraît d'autant moins grande que l'état de civilisation 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'action géographique de l'homme est fonction de l'interprétation et de l'utilisation des faits naturels.

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 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 parties 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'homme datent du commencement de l'ère quaternaire; il se pourrait que les hommes apparurent à 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 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 outils et armes 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 *créationisme :* 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 presque 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, 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; un crâne découvert à Broken-Hill (Rhodésie) qui se rapproche de la variété de Spy; et un autre découvert à Boscop (Transvaal).

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; sa durée est sensiblement la même que celle 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 des coups de poing de silex en forme triangulaire ou amygdaloïde, taillés très frustes, des grattoirs, des pierres de jet et des poignards (fig. 73).

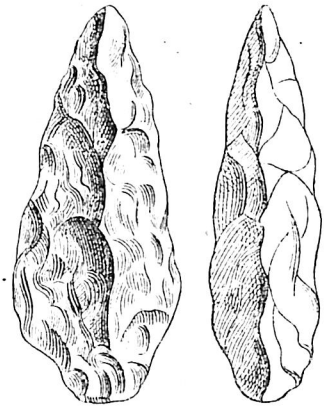


Fig. 73. — Coup de poing chelléen (face et profil).

De 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 les ossements ont été découverts à Krapina; il vivait à la fin de la troisième phase interglaciaire et tout au com-

mencement de la dernière période glaciaire; il habitait les plateaux, puis des abris sous roche.



Fig. 74. — Coup de poing acheuléen.

4° L'*époque moustérienne* (de Moustier, Périgord) est caractérisée par des coups de poing lancéolés, taillés par éclats sur une seule face (voir fig. 75), des pointes, des racloirs et des perçoirs. 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 rochers bien abritées, était contemporain de l'ours des cavernes, du rhinocéros à corne et du mammouth; 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 les 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.

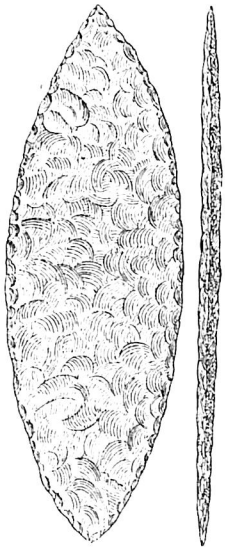


Fig. 77. — Pointe solutréenne taillée sur les deux faces (face et profil).

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 coloriées 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.

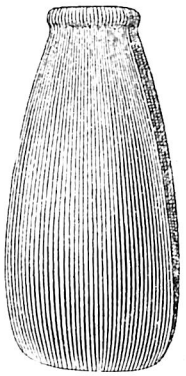


Fig. 79. — Hache néolithique.

Néolithique ou âge de la pierre polie. — La 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

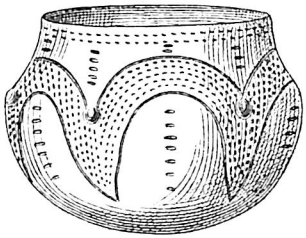


Fig. 80. — Poterie néolithique.

civilisation était considérablement plus avancée que celle des paléolithiques : ils possédaient 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

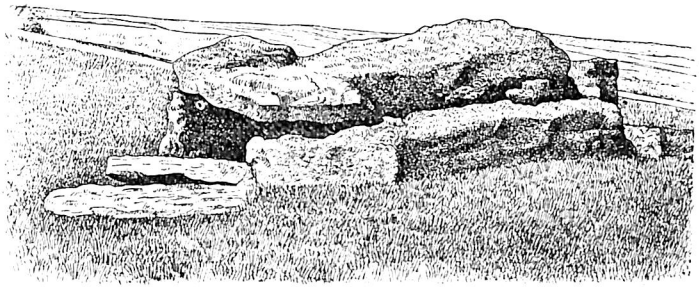


Fig. 81. — Le dolmen de Wéris (prov. de Luxembourg).

nombreux; la peinture était d'un emploi fréquent et ils fabriquaient des objets de parure, des pendeloques 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 de 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 glabelle (entre les sourcils), au-dessus des oreilles et par le point le plus éloigné de la glabelle (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; en variété jaune pâle; en variété jaune chaud; en variété jaune brun; en variété noire; ou bien, suivant une terminologie de plus en plus abandonnée, en races caucasique, mongolique, rouge, malaise et 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 ou Géographie anthropologique (*Atlas,* pl. 5, c. 39). — En Europe, malgré de nombreux métissages, on reconnaît cinq variétés : la méditerranéenne, l'alpine et la germanique; la laponne et l'ougrienne. — En Afrique, les variétés berbère-sémite, éthiopienne, nègre, négrito et hottentote. — En Asie, les variétés mongole, turco-tartare, dravidienne, indo-afghane, sémite, 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 châtains, 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, est 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'ouest de 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, platyrhinienne, 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, platyrhinienne, 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 brunette (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 ou Géographie ethnographique (*Atlas*, pl. 5, c. 40). — 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-Afghans, 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 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, Castillans, 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, Slovaques, Wendes), les Slaves méridionaux (Serbes, Bosniaques, Monténégrins, Slovènes, Croates, Bulgares, les Slaves orientaux (Grands Russiens, Ukraniens ou 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 15e degré latitude nord (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 4e au 25e degré latitude nord (Abyssins, Somalis, Danakils); 5o le groupe *asandé* habitant entre le Darfour, l'Uelé, le Cameroun et le lac Rodolphe (Asandés, Niamniam, Mangbettous); 6o le groupe pygmée ou *négrille* réparti dans les populations bantoues entre l'Atlantique et l'Ouganda, de part et d'autre de l'équateur (Affifis, Batuas); 7o 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); 8o le groupe *hottentot-boschiman,* dans le nord-ouest de l'Afrique australe; 9o les habitants de Madagascar (Malgaches, Hovas, Sakalaves).

Asie. — Dans le nord, le groupe *paléasiatique* (Esquimaux, Kamtchadals, Aïnous, Koriaks); le groupe *tongouse* (Mandchoux, Goldes); le groupe *jénisséien* (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 iles (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 régions 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. Le langage est un instrument d'intercompréhension entre les hommes; la langue est l'organe d'une civilisation. — 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 la retrouver. — La classification donnée ci-dessus, et qui est la plus généralement adoptée, n'est cependant pas admise comme scientifique par les linguistes.

Répartition géographique des langues. — Certaines langues ne sont parlées 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). (*Atlas,* pl. 5, c. 41).

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 le bantou en Afrique centrale; le japonais, le coréen, le turc, le hon-

grois, 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 (langues des indigènes américains ou amerinds).

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, serbe, 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.

Voir page 367, une statistique linguistique européenne.

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 surtout dans une seule région, 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 *(Atlas,* pl. 6, c. 45).

Religions monothéistes. — Elles enseignent la croyance à l'unité divine et comprennent :

1° Le *Christianisme* ou religion du Christ (660 millions d'adhérents) répandu 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 (304 millions); l'Église d'Orient (140 millions) répandue surtout chez les Slaves; le Protestantisme (210 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 11 millions d'adeptes.

2° Le *Judaïsme,* ou religion d'Israël (15 millions), représenté surtout en Europe (4 millions en Pologne, 3 en Ukraine) et en Amérique (3 millions).

3° L'*Islamisme,* ou religion de Mahomet (240 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 du Mayahanisme ou Bouddhisme renouvelé.

4° La *religion actuelle des Chinois,* mélange de pratiques bouddhistes, de Taoïsme (fondateur : Lao-tse, philosophe de la fin du VIe siècle avant J.-C.), et de Confucianisme (fondateur : Kong-tse, philosophe du commencement du Ve siècle avant notre ère).

Religions animistes et fétichistes. — Elles sont pratiquées par des peuplades 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 *(Atlas,* pl. 7, c. 50).

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 *(Atlas,* pl. 6, c. 44).

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. On a aussi 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'élève 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. *(Atlas,* pl. 6, c. 46).

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.

Le nombre des groupes humains qui vivent exclusivement d'agriculture, d'élevage, de chasse ou de cueillette est petit; le plus souvent, dans chaque groupe, il y a une forme d'activité dominante mais qui n'est pas exclusive et qui peut varier d'une saison à l'autre.

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, agriculture industrialisée. 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 (*Atlas,* pl. 10, c. 77).

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, l'essence ou l'électricité (Canada, États-Unis). Avec la charrue, on fouille plus profondément le sol; le système d'assolement a permis une culture continuelle. 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'apprivoisement, 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 *(Atlas,* pl. 10, c. 77).

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 steppes 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 ses produits contre des céréales et des fruits que leur fournissent des agriculteurs sédentaires établis aux confins des savanes et des steppes. 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 (p. 316 et *Atlas,* pl. 6, c. 48).

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 (p. 334).

CHAPITRE III.

ANTHROPOGÉOGRAPHIE.

A. — Considérations préliminaires.

But de l'anthropogéographie. — L'anthropogéographie a pour but l'étude : 1° des rapports entre les sociétés humaines actuelles et le milieu géographique dans lequel elles vivent et se développent; 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 physiques 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. Les choses humaines ne sont jamais simples, parce que influencées par un passé très vieux et très complexe.

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 (voir p. 219), 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. Ainsi 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 populations venant du Tibet. Aucune des migrations humaines antérieures au XVe 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 70e degré de latitude nord dépassé cependant en divers endroits; vers le sud, environ le 50e degré latitude sud. — Si l'on examine une carte signalant les limites de l'œcumène, on constate que : 1° 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° vers le nord, l'habitat de l'homme est encore extensible, car les terres ne font pas défaut (Spitsberg, 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° la zone habitée est plus étendue dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral; 4° la zone de civilisation la plus avancée est la zone tempérée septentrionale *(Atlas*, c. 50).

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° latitude nord, la côte de Sibérie depuis la presqu'île de Tamyr, les côtes septentrionales de l'Amérique, traversant les terres polaires américaines pour atteindre le 78° latitude nord 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 sud sont : une ligne reliant le cap de Bonne-Espérance, l'île Auckland et le cap Horn.

Les peuples habitant les régions périphériques nord et sud de l'œcu-

mène 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'est à l'ouest, 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 740 millions d'habitants, dont approximativement 480 millions en Europe, 850 millions en Asie, 150 millions en Afrique, 200 millions en Amérique et 60 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.

II. — 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 obtient ce rapport 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 48 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 de densité de la population permettent de se rendre compte de la répartition de la population et d'en tirer quelques conclusions ou lois générales (*Atlas*, pl. 6, c. 47 et pl. 7, c. 49).

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 persistantes et de glaciers et quelques régions tout à fait désertiques.

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 km².

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; 4° l'Europe occidentale et centrale. — 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 $\frac{1}{2}$ 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 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. 3° Les fortes densités se rencontrent dans deux espèces de zones : les unes où les conditions géographiques ont favorisé l'augmentation de la population (Hindoustan, Chine orientale, vallée du Nil), les autres où se sont surtout les hommes qui ont rendu possible cette augmentation (Angleterre, Belgique, Saxe).

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, son plan, sa disposition, sa construction, peut être établie suivant le caprice de chacun ; elle est 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 : villages ardennais ou flamands, villages égyptiens ou japonais, villes du bassin parisien ou de la grande forêt russe, etc., types nombreux mais caractéristiques du milieu géographique et influencés par lui.

De-ci de-là, dans les pays civilisés, on voit apparaître des constructions insolites au point de vue géographique : villas de type suisse dans nos Ardennes ; 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 souvent 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, ailleurs basalte, granit, cailloux roulés, plaques d'ardoises ; bois dans les régions forestières (Sibérie, Suède, etc.) ; 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, 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 hesbignonnes et condrusiennes. 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 glaces; dans les villes, des maisons qui possèdent des dizaines d'étages, etc., etc.

Plan. — La forme en plan des habitations est très variée; dans les régions agricoles, le plan de l'habitation rurale est déterminé par le genre d'économie agricole des habitants et varie suivant l'importance et la nature de l'exploitation agricole (en Hesbaye, granges très grandes; dans le pays de Herve pas de grange, mais des étables spacieuses).

Les chemins. — Toute habitation humaine est reliée à d'autres demeures 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.

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 empierrement. Par leur nombre, leur construction, ils signalent souvent l'intensité des rapports entre humains. Ils sont les signes visibles de la circulation.

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, agglomérées, là dissé-

minées, éparpillées; dans telle région très nombreuses, dans d'autres plutôt rares.

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 richesse 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 *(Atlas,* pl. 5, c. 43); 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 *(Atlas,* pl. 5, c. 42). 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. La houille blanche (eau provenant de glaciers et de neiges persistantes) est aussi créatrice d'agglomérations humaines, notamment en Norvège, en Savoie et dans le Dauphiné.

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 inondations, 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 plateaux pour éviter la grande chaleur, humide et malsaine, des plaines basses.

La nature du sous-sol. — La découverte et l'exploitation du fer, du cuivre, de l'or, de la houille, du pétrole, attirent en ces endroits des quantités d'hommes. Ce facteur n'intervient que dans un état économique 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 (voir p. 319).

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 : sur pilotis dans les lacs, 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.

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 protégées par un édifice religieux ou par un château, le commerçant et l'homme de métier vinrent s'établir à côté du cultivateur : des groupes de marchands se fixèrent en certains points bien situés sur les voies suivies par le commerce international; ces endroits devinrent le siège d'une foire périodique; puis la création de nouvelles voies de communication fut une nouvelle cause de développement.

Idée 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 XIXe siècle, époque à partir de laquelle les relations commerciales se sont multipliées

d'une façon extraordinaire. En Europe, en 1800, on comptait 21 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; actuellement, on en compte plus de 400, dont sept ont dépassé les 2 millions et dix-neuf 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. XIII, *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; Coblence 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. 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 de-ci de-là 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 dominent encore, mais certaines maisons ont grandi, sont devenues des bâtiments de cinq étages et plus, de vastes casernes, 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, 6 millions 100 m. (avec les faubourgs, 7 millions 500 m.); Londres, 4 millions 500 m. (avec les faubourgs, 7 millions 500 m.); Paris, 3 millions; Chicago, 2 millions 700 m.; Tokyo, 2 millions 250 m.; Berlin, 2 millions; Ning-po, 2 millions.

Viennent ensuite, avec plus d'un million d'habitants, les dix-neuf villes suivantes : Vienne, Philadelphie, Wen-tchéou, Buenos-Aires, Shang-hai, Osaka, Fou-tchéou, Pékin, Canton, Calcutta, Tchang-sha, Bombay, Rio de Janeiro, Moscou, Tchung-King, Sou-tchéou, Mexico, Constantinople, Glasgow.

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 : nombre moyen des naissances par mille habitants. Suivant les pays, le coefficient de la natalité varie selon l'état économique, l'état moral et les conditions physiques de la population; il est influencé par les guerres, les disettes, les épidémies, les périodes de prospérité industrielle ou agricole, 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, 21 en 1910. — 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 de décès pendant un temps donné; on l'exprime par le coefficient de la mortalité : 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 civilisés, 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 XIXe 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 83 ans (1836 : 3.785.814 hab.; 1914 : 7.557.924 hab.); 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 XIXe siècle.

Migration. — Les migrations *en masses*, fréquentes dans les premiers temps de l'humanité, ont disparu presque complètement de nos jours; elles avaient pour causes : la surpopulation; l'économie destructive, la seule connue des non-civilisés; une modification de climat, telle une diminution des pluies dans les régions de steppe. — Les migrations *par refoulement* ont disparu aussi : elles étaient dues à l'esprit d'indépendance qui poussait une population tout entière à émigrer plutôt que d'accepter la domination d'un envahisseur. — Aujourd'hui, il n'existe plus guère que des migrations *d'infiltration :* départ d'individus isolés ou par petits groupes dont le total annuel peut être considérable lorsqu'on envisage l'émigration totale d'un pays (Italie)

ou l'immigration totale dans un pays (États-Unis). — Un cas particulier de migration est celui qui se produit à la suite de la découverte de nouveaux gisements d'or (Klondike), de pétrole (Mackensie), etc. : nuée de mineurs et de prospecteurs se précipitant pour l'exploitation de richesses minières dans des régions inhabitées.

Émigration. — 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 et les régions de grande industrie où le besoin d'ouvriers élève les salaires et où des terres fertiles sont à bon compte; 2° le désir d'une vie plus heureuse ou la convoitise de richesses plus aisées à acquérir; 3° la surpopulation relative du pays d'origine qui pousse une partie des habitants à s'établir au dehors; 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 : l'Europe a fourni le plus grand nombre d'émigrants vers tous les autres continents, surtout vers les États-Unis, le Canada, l'Australie, l'Afrique du Sud, le Brésil, la République Argentine et la Sibérie. De Chine, il vient assez d'émigrants dans les Indes néerlandaises et sur les côtes ouest de l'Amérique; du Japon, il en passe beaucoup sur le continent asiatique et dans la Malaisie.

Colonisation. — Un cas particulier d'émigration est la colonisation, dont il sera traité en géographie politique (pp. 283-284).

Immigration. — L'immigration est l'entrée et la fixation dans un pays de personnes venant du dehors; elle est 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 106 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'une région à une 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 herbeux, 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.

Les types de nomadisme sont nombreux et varient suivant les milieux géographiques : habitants des toundras, nomades des grandes plaines steppiques et herbeuses, pasteurs du Tell algérien et 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.

Le nomadisme vrai tend à disparaître; le semi-nomadisme (une partie de la population vit d'agriculture) subsistera longtemps encore.

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 les pâtres, sur les flancs des montagnes (en Espagne, le départ pour les montagnes 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 XIXe siècle et du commencement du XXe 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; en France, la population urbaine, en 1845, formait le quart de la population totale; en 1920, elle en vaut la moitié; aux États-Unis, de 1910 à 1920, la population urbaine a augmenté sept fois plus que la population rurale. Cet accroissement n'est nullement dû à une natalité plus grande ni à une mortalité moins forte dans les villes — ordinairement les décès y sont plus nombreux que les naissances, — mais à une *migration concen-*

trique 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.

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 et des bourgs. L'exode rural a, pour les régions agricoles, le désavantage de leur enlever des 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 de Charleroi a augmenté de 243 °/₀, celle de l'arrondissement d'Anvers de 184 °/₀, celle de l'arrondissement de Liége de 141 °/₀; — *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, en Europe, se déplacent chaque année du nord au sud pour faire la moisson dans les terres à blé.

Un mouvement en sens inverse (décentralisateur) est déjà sensible dans quelques pays : le retour aux champs, c'est-à-dire le déplacement des industries vers les campagnes et la fixation des ouvriers à la campagne.

Mouvements des agglomérations humaines. — Les villes, les villages, ne sont pas des faits géographiquement fixes : la superficie bâtie ou la superficie occupée par les habitations et les jardins augmente et diminue; 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 regulier 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 dans le sens contraire à celui du 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.

L'accroissement des villes se fait encore par l'incorporation de communes limitrophes; il arrive aussi que des villes et des 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 (montagnes, marécages, déserts), des régions attirant l'homme (plaines fertiles, vallées); des voies de communication naturelles (fleuves), etc.

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 termes 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; celui-ci ne détermine pas les volontés humaines, mais les incline, les sollicite.

Les terres fermes. — Leurs caractéristiques anthropogéographiques ont été signalées précédemment (pp. 72-78 et 130) : leur peu d'étendue comparativement à la superficie du globe et des mers; leur configuration horizontale et leur division en continents, presqu'îles, îles, etc.; la forme et la nature de leurs côtes; leur surface beaucoup plus étendue au nord qu'au sud de l'équateur, et leur continuité beaucoup plus grande dans l'hémisphère

boréal; leur configuration verticale ou l'inégalité du relief continental; leur distribution géographique.

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 leurs formes, 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 (pp. 110-111 et 126) par son étendue, par sa continuité absolue, par son unité et son uniformité, par ses courants, par sa pénétration à l'intérieur des terres et par la possibilité d'établir sur elle des routes qui suivent un arc de grand cercle, donc les plus courtes.

Les mers furent, pendant les premiers temps de l'humanité et 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, sans être un habitat, sont devenus des territoires internationaux et de grands chemins 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 économique et mondiale, tout en lui fournissant une frontière

naturelle excellente. Un pays n'est pas petit quand il touche à la mer, a dit Léopold II.

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. La mer influe sur la densité de la population côtière : on distingue les côtes de condensation (à population dense) et les côtes de dispersion (à population clairsemée).

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 pp. 109-114); *c*) de la longueur des côtes et de la valeur économique de l'arrière-pays; *d*) de la forme de la côte (voir p. 130) et de la zone côtière; *e*) de l'impossibilité de la congélation de ses eaux; *f*) des découpures littorales qui, lorsqu'elles sont nombreuses et profondes, diminuent le nombre de kilomètres carrés de terres qui correspond à un kilomètre de côtes (France : 169 km² par km. de côte; Italie : 48), ou augmentent le pourcentage de la population pouvant se trouver en contact avec la mer; *g*) de son influence climatique régulatrice (voir pp. 119 et 172); *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.

Les vents et les courants ont une grande importance pour expliquer certaines migrations humaines faites par la mer : les moussons facilitent les rapports entre les Indes et la côte est 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 leur forme, 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 et de climat 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, d'un développement plus lent de la civilisation et d'une densité de la population plus faible.

Les montagnes attirent cependant dans quatre cas principaux : 1° dans

les régions intertropicales, le climat y est meilleur que dans les plaines chaudes et humides (la ville la plus élevée est Cerro de Pasco, à 4350 m. d'altitude, par 10°30′ latitude sud); 2° lors de l'invasion de la plaine par un peuple conquérant, elles servent de refuge aux populations qui ne veulent pas se soumettre (migration par refoulement); 3° leurs beautés attirent des touristes (industrie hôtelière importante en Suisse, dans les Pyrénées); 4° à cause de leurs gisements miniers.

Les montagnes créent une variation plus grande dans les productions, dans l'intensité de l'occupation humaine, 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 longitudinales, longues et larges, ont facilité les groupements d'hommes.

Pour les peuples civilisés, les montagnes ne sont plus guère des barrières; elles deviennent des régions de transit : les échanges se font surtout par les *vallées* conduisant à des passes permettant d'atteindre une autre vallée sur le versant opposé; ces *passes* (voir p. 84) ont une valeur anthropogéographique, économique et stratégique, laquelle a diminué depuis le percement des grandes chaînes par les tunnels. La *zone piémontaise* est souvent une zone de développement urbain parsemée de centres commerciaux et, depuis la création d'usines hydro-électriques (houille blanche), des centres industriels.

Régions non montagneuses. — Ce sont 1° les plateaux d'altitude moyenne : leur accès est assez facile, les communications y sont aisées, leur sol est en général fertile; 2° les collines, qui sont plus peuplées que les massifs montagneux; 3° les plaines, qui sont caractérisées par un sol plat ou légèrement ondulé; par une fertilité très grande lorsque le climat est favorable aux cultures et le sol 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 et l'éloignement de la mer; 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 de peuples sédentaires et agriculteurs, à population de forte densité (plaine de Chine et du Gange).

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'avançant 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 (voir Pl. I, frontispice); 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 climatiques. Le climat détermine : *a)* la plupart des régions inhabitables; *b)* la végétation et les formes de culture et d'élevage; *c)* les caractères de la nourriture, du vêtement et de l'habitation de l'homme; *d)* les formes de l'activité humaine.

C'est le climat qui a été une des causes de la formation des variétés humaines (p. 219); c'est lui qui crée la steppe, laquelle engendre le nomadisme; c'est lui qui force les Européens, dans les régions équatoriales, à 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. 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 encore lui qui est la cause la plus importante de la répartition des zones de végétation : le climat équatorial, en Afrique, produit la forêt vierge et sa population clairsemée et inculte; le climat subéquatorial, la forêt galerie et la population agricole du voisinage; le climat tropical à une saison pluvieuse, la savane et la brousse avec leurs populations de pasteurs; le climat désertique chaud, le désert presque vide d'humains. Les premières civilisations se sont développées sous un climat chaud où la vie était relativement facile; l'adaptation à des climats toujours plus froids ne s'est faite, progressivement, qu'avec le développement de la civilisation.

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 (coulées du volcan de Jaujac, dans le Vivarais).

Les *terrains granitiques* sont peu cultivés et pauvres (absence de phosphate de chaux); les landes et les forêts y sont étendues ainsi que les prairies humides pour le gros bétail; mais si le sol est amélioré par le chaulage et les amendements, la culture se développe (Bretagne, Bas Maine, Bocage normand).

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), une culture peu développée (Ardenne) et une population clairsemée.

Les *terrains calcareux* donnent, lorsqu'ils ne sont pas purs, d'excellentes terres (Condroz) et de bons pâturages pour le mouton, mais s'ils ne contiennent ni argile, ni sable, ils sont dénudés et pauvres (Karst). La rareté des sources concentre la population en gros villages.

Le sous-sol. — Son importance anthropogéographique n'apparaît que dans les pays civilisés ou colonisés par des civilisés : l'homme y a reconnu la valeur des gisements miniers et a su les exploiter, pour en tirer le maximum de profit.

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, mers, 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 avions 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 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'Amazone, 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 cailloux, de sable fin provenant de la désagrégation de 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 sous forme de steppe semi-désertique, 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 le steppe russe, 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 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. Entre la savane et le désert se développe une zone de transition : la steppe semi-désertique.

Les habitants. — Les steppes 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, 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.

Les savanes ne sont pas autant pays de pâture que les steppes; la plupart de leurs 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 DÉSERTS FROIDS.

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 persistantes, 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 chasse les animaux à fourrure; il ne se déplace que si ses rennes ne trouvent plus de lichen.

Son habitation est transportable : une tente formée de pieux recouverts de peaux de renne ou de poisson; 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.

L'Esquimau habitant la côte vit surtout de la pêche maritime et ne possède d'autre animal domestique que le chien.

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 : en étudiant scientifiquement la nature, il est parvenu à la discipliner un peu et, dans les nations très civilisées, à paraître vivre dans une certaine indépendance des phénomènes géographiques naturels. Après s'être adapté au milieu, il le modifie dans la mesure de ses moyens qui vont grandissant.

L'homme est un *fait* géographique, et nous l'avons étudié comme tel (pp. 251-257). Il est aussi un *agent* géographique, modificateur de la surface terrestre, et nous allons l'étudier à ce point de vue.

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, élevage, acclimatation d'animaux utiles, 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 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'action géographique de l'homme a des résultats indubitables, 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; la déforestation des Pyrénées a produit l'ensablement 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 durcis ou durs, 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 disposition 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 de 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 pp. 245-252 et servent de base à l'établissement descartes signalant les zones de peuplement et la densité des maisons.

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. Quant à leur valeur économique, voir pp. 323-334.

II. — Activité humaine s'inscrivant sur le sol par des modifications de la végétation et de la faune.

Acclimatation de végétaux utiles; sélection des variétés. — 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, et d'autres, sont cultivés partout où le climat et la nature du sol ne s'y opposent pas et où la main-d'œuvre est suffisante. 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 le XVIe siècle, qui, en peu de temps, ont été répandues dans toute une zone climatique. — Les recherches scientifiques des laboratoires annexés aux jardins botaniques et 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 (pp. 292-301, 304-306, 315); en géographie ethnographique, il a été parlé des différents stades de l'agriculture (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 intéressant 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 soit de faire produire plus par hectare (culture intensive), soit d'agrandir la surface cultivable (culture extensive) par le déboisement et l'appropriation de terrains non productifs. L'homme a donc accrû 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, ni du riz des pays de moussons.

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.

Déforestation. — Une grande partie des terrains aujourd'hui cultivés 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 détritus 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 détritus rocheux arrachés par l'érosion torrentielle aux versants, et le fleuve les déposera à son embouchure qui s'ensablera.

La déforestation à outrance diminue les ressources végétales, modifie le climat, appauvrit une région quant aux ressources en eau, prépare l'aridité du sol, bouleverse le régime de certaines voies de transport et provoque une diminution de la densité de la population.

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 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, surtout l'Européen, a créé des aires artificielles de dispersion d'espèces animales.

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 XVe siècle, y est maintenant répandu partout. Quelques acclimatations 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 acclimatations 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'un 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 les 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 l'établissement 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, les 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, et sont rendus fertiles par l'emploi de méthodes suggérées par l'agronomie moderne; — 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 des 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 plus lointaine. Cependant il n'y a pas invariabilité absolue de ce cadre géographique : le travail d'érosion, notamment, est de tous les jours, et la Mésopotamie ne jouit probablement plus du climat existant à l'époque de la splendeur de l'État babylonien.

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 (v. p. 248), 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 indigènes 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.

Influences 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, le climat est un facteur important en anthropogéographie et en géographie économique : ou bien il favorise une augmentation de la densité de population, ou bien il s'oppose au peuplement (p. 263). Or, pour qu'un État se forme dans une région, il faut que cette région ait une population d'une certaine densité. — La chaleur humide des régions équatoriales et les forêts denses qui les couvrent, de même que le froid rigoureux des régions polaires, comme aussi la sécheresse des zones désertiques, sont des causes qui s'opposent à la formation d'États ou qui empêchent les rares États de ces régions de passer de la forme simple à la forme complexe. — Un changement dans les conditions climatiques, notamment une diminution de la quantité des précipitations atmosphériques, phénomène dit de dessiccation, peut amener la disparition d'un État.

Le relief du sol. — Dans les pays de plaines bien arrosées, la densité de population atteint 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 leur accès difficile et de leur autonomie physique (v. p. 260), 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 (presque un État) ayant peu de rapports avec ceux des 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 ou maintenue plus difficilement.

La position géographique. — Cette position est déterminée par la longitude et la latitude, par la situation de l'État sur une côte maritime, dans une île, en montagne, en plaine, etc.; par le nombre et la valeur de ses cours d'eau. Cette position géographique a surtout une influence économique et, par celle-ci, une influence sur l'État lui-même. Il est à noter que le Royaume-Uni, dont les colonies sont les plus importantes et les mieux réparties, est insulaire et situé presque au milieu 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'accentuent d'autant plus que la différen-

ciation 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 lutte. 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 presqu'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 XVIe siècle par les grandes découvertes géographiques et au XIXe 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. — 1° 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 et la mer. Elles sont souvent considérées comme les meilleures, parce qu'elles fournissent des moyens naturels de défense qu'il suffit de compléter; mais leur valeur à ce point de 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.

2° 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.

3° Les *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).

4° Les *frontières vivantes* tracées à travers des régions de population dense et à interpénétration constante.

5° Les *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. — 1° 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.

2° Les *capitales artificielles* sont des villes qui ont été créées uniquement pour servir de capitales (Madrid); on les rencontre surtout dans les États fédératifs, telle Washington, telle Camberra.

3° 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, Rabat 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.

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 provoqué des guerres de conquêtes.

Accroissement par colonisation. — On distingue trois espèces de colonisation : 1° la *colonisation intérieure :* occupation plus effective de tout le sol de l'État et diminution de la superficie des espaces non productifs; elle n'a pas pour résultat un accroissement de territoire, mais elle doit être terminée, ou presque, 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 :* 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 colonies d'élevage :* les colons y 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 :* les colons s'y rendent, munis de de capitaux, exploitent le sol 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, le Congo belge, les Indes néerlandaises; 3° *colonies de commerce :* demandant très peu au sol, elles exigent une excellente situation au point de vue économique et politique, et s'établissent de préférence dans les îles (Hong-kong) ou sur une côte maritime à arrière-pays riche; 4° *stations de ravitaillement et points fortifiés,* les premières fournissant surtout du charbon et du pétrole 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; les *colonies spontanées,* 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); les *mandats* donnés par la Société des Nations à quelques puissances pour administrer les anciennes colonies allemandes.

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 dépendants 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 : ce serait alors une nouvelle espèce d'État.

Les colonies britanniques sont divisées en colonies de la couronne, États protégés, protectorats, colonies proprement dites avec ou sans législature élue, dominions se gouvernant eux-mêmes, et Empire des Indes. Elles ont, contrairement aux colonies des autres États, des formes politiques différentes suivant leur degré de développement politique.

Répartition géographique des États. — La monarchie constitutionnelle dominait en Europe, en 1914. 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 (*Atlas*, pl. 7, c. 51 et pl. 8, c. 57).

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 (voir pp. 367-374 et *Atlas*, pl. 8, c. 58).

Les puissances coloniales les plus importantes sont le Royaume-Uni, la France, la Hollande, la Russie, 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 d'avant 1917, qui ont tous une superficie dépassant 5 millions de km² d'un seul tenant.

La Chine, sur 11 millions de km², a 350 millions d'habitants. — Les États-Unis d'Amérique, sans l'Alaska, ont une superficie de 7.840.000 km² et 106 millions d'habitants. — La Russie de 1914, sur une superficie de 5.600.000 km², avait 152 millions d'habitants; la république fédérative russe des Soviets a 4.500.000 km² et 115 millions d'habitants.

Grands États de superficie peu étendue. — Ce sont la France, l'Allemagne, le Japon, la Grande-Bretagne et l'Italie.

Leur superficie est pour les deux premiers de 550.000 km² et 477.000 km², pour les deux derniers de 350.000 et de 312.000; mais leur population est très dense, n'étant un peu inférieure à 100 qu'en France (74) et se rapprochant de 150 en Grande-Bretagne.

Les huit États précédemment cités possèdent, réunis, plus de la moitié de la population du globe sur une superficice moindre que la septième partie de 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 Yougo-Slavie, la Roumanie, la Hongrie, l'Autriche, la Pologne, la Tchéco-Slovaquie, la Grèce, le Portugal et la Bulgarie.

Leur superficie varie entre le demi-million de km² et 85.000; la densité de leur population est supérieure à 40 hab. par km² et inférieure à 90.

Moyens États de superficie petite et de densité considérable. — Ce sont le Danemark, la Suisse, la Hollande et la Belgique.

Notre pays a une très forte population : 245 hab. par km², qui surpasse celle de tous les États classés précédemment (superficie : 30.500 km²; population : 7.460.000 hab.). La Hollande est un peu plus étendue (34.186 km²) et un peu moins peuplée (6.900.000 hab.); la densité y est de 201 hab. par km². La Suisse a une densité de 98 hab. par km²; le Danemark, de 74.

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 quatre États minuscules : Andorre, Monaco, Saint-Marin et Liechtenstein et une ville qui, avec sa banlieue, forme à elle seule un État : Dantzig. Dans ces petits États, la densité de la population est quelquefois énorme : Monaco : 1095 hab. par km².

Dans cette classification n'ont pas été compris, parmi les États européens, la Suède (450.000 km²), la Finlande (373.000), la Norvège (323.000), la Lithuanie (125.000), l'Islande (104.000), l'Irlande (84.000), la Livonie, (64.000), l'Esthonie (44.000), l'Albanie (28.000 km²).

Les États les plus vastes. — Les États les plus vastes, colonies et protectorats compris, sont :

1° L'empire britannique (35 millions de km² ou trois fois et demie l'étendue de l'Europe); 2° la Russie de 1914 (22,2 millions km²); 3° la France (12 millions); 4° la Chine (11 millions); 5° les États-Unis d'Amérique (9,7 millions).

Viennent ensuite : 6° le Brésil, 8,5; — 7° la République Argentine, 2,9; — 8° l'Italie, 2,7; — 9° la Belgique, 2,4; — 10° le Danemark, 2,2; — 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 (437 millions d'hab., soit le quart de la population totale du globe); 2° la Chine (350 millions); 3° la Russie de 1914 (160 millions); 4° les États-Unis d'Amérique (118 millions).

Viennent ensuite : 5° la France, 95 millions; — 6° le Japon, 78; — 7° l'Allemagne, 60; — 8° la Hollande, 56; — 9° l'Italie, 41; — 10° la Belgique, 20.

États continentaux. — Quelques États ne touchent pas à la mer, tels la Suisse, le Luxembourg, la Tchéco-Slovaquie, la Hongrie et l'Autriche, 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 régions continentales très peuplées.

Voir dans l'appendice II, pp. 367-374, des tableaux donnant des renseignements statistiques et politiques sur tous les États actuels et sur leurs colonies.

CHAPITRE IV.

GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE.

A. — Considérations préliminaires.

Buts de la géographie économique. — La géographie économique a pour buts l'étude : 1° des produits de la nature utiles pour l'homme; 2° de la répartition géographique de ces produits; 3° de la répartition géographique des industries; 4° et de 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 soit des lieux de production aux régions de consommation et d'emploi; soit des lieux de leur exploitation aux endroits où ils sont ouvrés et manufacturés, et 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 vraies 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, pour leur alimentation et leurs besoins, de ce que leur fournit la nature; 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 et l'industrie, quand elle existe, est familiale.

Économie instinctive. — C'est celle des peuples pratiquant une culture et un élevage rudimentaires (voir pp. 238 et 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 pp. 239-240) : la circulation des produits et le commerce se développent; 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 pp. 239-240) 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 alimentaire; et parmi ces dernières, il en est trois 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 (canne à sucre et betterave sucrière); les plantes à fécule (pomme de terre, manioc, fèves, pois, lentilles, haricots); et d'autres végétaux (vigne, houblon, caféier, théier, arbres fruitiers, etc.).

Le domaine géographique de ces végétaux s'est considérablement

agrandi par l'action de l'homme : par l'emploi d'engrais appropriés, par des travaux d'irrigation et de drainage, par la sélection des graines, il a rendu leur culture rémunératrice dans des régions où, sans lui, ces plantes n'auraient donné qu'un rendement médiocre. (Valeur des récoltes des céréales, en 1912, dans l'hémisphère nord, le riz non compté : 50 milliards de francs or.)

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 *(Atlas,* pl. 9, c. 63).

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 d'altitude minime (voir p. 180).

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.

Conditions humaines. — La culture du blé demande beaucoup de main-d'œuvre et des capitaux, surtout pour 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, très peu, à cause de l'humidité et de l'insuffisance de fertilité; 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; 6° en France, la production est considérable dans le nord et dans les environs de Paris; 7° en Tchéco-Slovaquie, c'est la Bohême qui produit le plus de blé; en Pologne, la Galicie; 9° les terres noires de Russie, les plaines hongroise et roumaine sont les régions les meilleures pour la culture du blé, mais le manque

de main-d'œuvre et de méthodes scientifiques (et, en Russie, les événements politiques) sont les causes principales d'un rendement inférieur; 10° en Espagne, le climat trop sec ne permet cette culture que dans quelques régions bien arrosées ou bien irriguées; 11° 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, l'Égypte, la colonie du Cap, le Maroc occidental, les oasis du Sahara, le Ruanda et l'Urundi produisent un peu de blé.

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 sud-est de l'Australie et la Nouvelle-Zélande cultivent du blé.

Production. — La production mondiale du blé s'est élevée, en 1923 à 94 millions de tonnes, dont 30 o/o aux États-Unis, 14 o/o aux Indes anglaises, 10 o/o au Canada, 9 o/o en France et 8 o/o en Argentine.

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 *(Atlas,* pl. 9, c. 63).

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 des précipitations atmosphériques 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, labour, etc.), donc se développe surtout dans les régions à population très dense (voir Pl. XVI, *a* et *c*).

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 presqu'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 la même exactitude que celle du blé : 68 millions de tonnes environ, dont $\frac{1}{3}$ dans l'Inde anglaise et $\frac{1}{10}$ au Japon.

Commerce du riz, voir p. 338.

Le maïs. — Le maïs, de la famille des graminées, sert de nourriture à une partie des Américains et des Européens; originaire de l'Amérique du Sud, le maïs est surtout cultivé aux États-Unis, dans des parties de la France, en Lombardie, Hongrie, Roumanie et Russie méridionale *(Atlas,* pl. 9, c. 66).

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, le nord de la Yougo-Slavie 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, en 1913, dépasse 90 millions de tonnes, 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 du sud de la Russie, est 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 *(Atlas,* pl. 9, c. 66).

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, en 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 de 1923 a été de 23 millions de tonnes.

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 *(Atlas,* pl. 9, c. 65).

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, en 1923, à 24 millions de tonnes, 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); elle est plus 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 *(Atlas,* pl. 9, c. 69).

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, en 1923, est de 55 millions de tonnes dont le $\frac{1}{3}$ aux États-Unis, le $\frac{1}{7}$ 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 dans le sud de l'Europe et de l'Asie, aux Antilles et en Afrique au nord de l'équateur *(Atlas*, pl. 9, c. 65).

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, Hongrie, Allemagne, Italie, France, Sénégal, Abyssinie et 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, dont une variété s'appelle 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 $\frac{1}{3}$ en Russie.

La canne à sucre. — La canne à sucre de la famille des graminées, originaire de l'Inde, s'est répandue surtout dans la vallée du Gange, le Pendjab, à Java et aux îles Hawaï; elle fournit une grande quantité de sucre *(Atlas,* pl. 9, c. 70).

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 : Andalousie et Sicile; en Asie : Inde, Indo-Chine, Extrême-Orient, Ceylan; en Afrique : Égypte et Natal; en Amérique : Antilles et sud des États-Unis, Mexique, Guyanes, Brésil, Argentine et Chili; en Océanie : Australie nord-orientale, Java, Philippines et Hawaï.

Production. — Environ 12 millions de tonnes, en 1920.

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 *(Atlas,* pl. 9, c. 70).

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. — En 1923, 37 millions de tonnes, dont près d'un tiers en Allemagne.

La pomme de terre. — La pomme de terre, de la famille des solanées, originaire du Chili et du Pérou, 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), dans les États baltes, en Bohême, en Galicie, puis en France et dans les îles Britanniques. Hors d'Europe, surtout aux États-Unis. D'une façon générale, elle est cultivée dans toute la zone tempérée.

Production. — Elle est, en 1923, de 114 millions de tonnes, dont le $\frac{1}{3}$ 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 *(Atlas,* pl. 9, c. 69).

Comme plantes à fécule, 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 *(Atlas,* pl. 9, c. 71).

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 arome 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. — 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 et de la Moselle, l'Autriche, la Hongrie, la Suisse, les îles Madère, Açores et Canaries, la Californie, le sud-est de l'Australie et le Cap.

En certains pays, notamment en Belgique et dans les environs de Londres, la culture des raisins en serres s'est considérablement développée.

Production. — La production mondiale du vin, en 1923, est de 156 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 les 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 *(Atlas,* pl. 9, c. 64).

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 régions presque sèches, mais la température moyenne ne doit pas descendre sous 8°, ni dépasser 32°. Sa culture a besoin de beaucoup de main-d'œuvre, surtout lors de 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 Guatémala, 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 $\frac{3}{4}$ 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.); quand 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 sud-est de la Chine, au Japon, en Corée, à Formose, au Natal et un peu au Brésil *(Atlas,* pl. 9, c. 67).

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, n'apportent, par leurs fruits, qu'un appoint utile 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 (Atlas,* c. 70) 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, cannelier, anis, vanillier, giroflier, 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 *cannelier*, à Ceylan, à Java, à Sumatra, dans la presqu'île malaise et en Chine; l'*anis*, au Tonkin et en Chine; le *vanillier*, au Mexique, aux Antilles, dans la Guyane et au Brésil; le *giroflier*, 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, citons le colatier, le cocalier, l'arbre à quinquina, le camphrier.

Le *colatier* est une plante des forêts tropicales africaines produisant la noix de cola; le *cocalier*, 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 surtout, 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 et *Atlas*, pl. 10, c. 77), 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 et des peaux, 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, la Hongrie, la Russie, la France, l'Angleterre et la Yougo-Slavie.

La volaille. — L'aviculture (poules, canards, oies, etc.) est pratiquée pour la production de viande et d'œufs.

Les principaux producteurs sont la Russie, puis l'Italie.

Industries alimentaires, voir p. 321.

C. — Produits de la chasse et de la pêche.

Chasse. — La chasse ne fournit pas 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 (p. 114), dans les régions maritimes où se mélangent les eaux de courants chauds et froids, et où se développe surtout le plankton *(Atlas,* pl. 9, c. 71).

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 de 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 Norvège et de Barents; 4° dans la Méditerranée occidentale; 5° dans les mers d'Okhotsk et de Bering *(Atlas,* c. 71).

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; 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 : dans les États baltes, aux environs de Moscou, entre Moscou et l'Oural, en 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 du chanvre.

La culture du chanvre exige, à peu près, les mêmes conditons de climat et de sol que celle du lin; elle s'étend surtout en Russie, puis en Autriche, en 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 *(Atlas,* pl. 10, c. 79).

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 à hivers froids, 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, moins dans la zone équatoriale. Presque les $\frac{2}{3}$ 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, le Pérou, etc. Presque partout où le climat et le sol sont favorables et la main-d'œuvre suffisante, les Européens introduisent la culture du coton, notamment au Congo belge (prod. en 1923 : 2700 tonnes) et au Soudan français *(Atlas,* c. 79).

Production. — Près de $3\frac{1}{2}$ millions de tonnes de coton égrené, en 1923.

Industrie cotonnière, voir p. 319; **commerce du coton,** voir p. 338.

B. — Produits animaux.

La laine. — Ce 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 26° et 43° latitude *(Atlas,* pl. 9, c. 68). De vastes étendues de pâturages maigres, avec arbustes et buissons, sont nécessaires à l'élevage en grand des moutons; aussi 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 XIXe siècle, a atteint 106 millions de têtes en 1891 et après avoir diminué, tend à se rapprocher de 90 millions; la production en 1921 a été de 143.000 tonnes de laine.

Les autres pays de grand élevage du mouton sont l'Argentine (surtout la province de Buenos-Aires 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 800 millions de têtes.

La production mondiale de la laine s'élève à environ $1\frac{1}{2}$ milliard de kilogr., dont les 20 °/₀ 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 châles 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 les ouvrières occupés à la récolte de la soie et à l'élevage du bombyx pendant certains mois trouvent un gagne-pain les autres mois dans d'autres travaux *(Atlas,* pl. 9, c. 68).

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) et la France (Gard).

La production totale de soie grège atteint environ 25 millions de kilogr., dont presque les $\frac{4}{5}$ en Extrême-Orient.

Industrie de la soie, voir p. 321; **commerce de la soie,** voir p. 338.

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 le 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 des 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 ou à l'habitation des humains, mais encore à l'industrie qui les transforme pour en faciliter l'emploi, ou qui en tire des produits nouveaux; le bois est encore très utilisé comme combustible.

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 les 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 *(Atlas,* pl. 10, c. 72).

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 nord-est du Pays de Galles, du Cumberland et du pays de Galles). Total de la production : 252 millions de tonnes, en 1922.

La France ne possède qu'un bassin important, celui du nord produisant 25 millions de tonnes; elle administre celui de la Sarre (12 millions). La Belgique a sept bassins houillers : Borinage, Centre, Charleroi, Namur, Liége, Herve et Campine, dont le dernier commence à être exploité; le total de la production annuelle est de 24 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. Le bassin de Haute Silésie (Pologne et Allemagne) 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 (4,6 millions), d'Aix-la-Chapelle (3 millions) et d'Osnabruck, de Saxe (9 millions), de Bohême (7 millions), de Dombrova et de Cracovie, en Pologne (9 millions), de la Silésie de Teschen, en Tchéco-Slovaquie (2 millions), d'Ostrau-Karwin (10 millions), du Donetz (7,1 millions), de Turquie d'Asie, de Sibérie (Tomsk, Jénisseisk, Sémipalatinsk, Irkoustk), de Chine (Kaïping, Mandchourie, Kiang-si, Chantoung), du Japon (Kiou-Siou, Yéso), des Indes anglaises

(Bihar, Orissa, 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 600 millions de tonnes (1920); ceux de la Nouvelle Écosse, du Canada (17 millions en 1920), et d'autres moins productifs dans les Montagnes rocheuses et au Mexique.

Les réserves de houille 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. — La production mondiale, en 1922, a été de 1.340 millions de tonnes, dont 46 o/o en Amérique du Nord, 45 o/o en Europe, 6 o/o en Asie.

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); dans le nord-ouest de la Bohême (22 millions), et en Styrie.

Le pétrole. — Les pétroles sont des mélanges d'hydrocarbures 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. Le pétrole et ses dérivés sont devenus des combustibles très importants pour l'industrie et les transports modernes *(Atlas,* pl. 10, c. 75).

Les régions pétrolifères sont au nombre de trois principales. La première, la plus importante d'ailleurs, comprend les exploitations des États-Unis et du Mexique, qui ont fourni, en 1923, 736 millions de barils de 190 litres, soit les 86 o/o 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 71 millions de tonnes, comprend les exploitations russes, perses, roumaines et galiciennes. En Russie, les champs pétrolifères sont réunis dans le Caucase et les régions voisines (Bakou, Grossnyi); en Roumanie, sur le versant sud des Karpathes (Prahowa); en Galicie, à Boryslaw. — La troisième, qui produit 27 millions de barils comprend les exploitations de Java, Bornéo, Sumatra et Indes anglaises. — Des recherches ont permis l'exploitation de gisements de pétrole en de nombreuses régions : Pérou (5 millions de barils), Argentine, Trinidad, Vénézuéla, Japon, Égypte, Mésopotamie, etc. La production mondiale, en 1922, est de 852 milllions de barils.

Notons que les combustibles houille et pétrole sont relativement rares actuellement dans l'hémisphère sud; l'hémisphère nord est donc privilégié, et en tire un avantage énorme au point de vue économique.

Commerce du pétrole, voir p. 338.

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; la 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 minerais ont un pourcentage de fer qui varie de 62 % (les premiers) à 30 % (minettes).

Les très grandes exploitations de minerai de fer sont localisées en Amérique du Nord, près des grands lacs (environ le $\frac{1}{3}$ de la production mondiale), et dans cette région minière qui comprend la Lorraine et le sud du Grand-Duché de Luxembourg (presque $\frac{1}{3}$ de la production totale). Les autres exploitations sont d'une importance beaucoup moindre *(Atlas,* pl. 10, c. 74).

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 o/o de fer.

En Europe, le minerai de fer est exploité : en Angleterre (Cleveland, nord du Lancashire et du Cumberland), en Scandinavie (Grangesberg et Norberg, Kirunavara et Gällivare), en Russie (dans le sud de l'Oural), en Ukraine (près d'Iékatérinoslaw), en Autriche (Styrie, Carinthie, Alpes orientales), en Tchéco-Slovaquie (Bohême et Slovaquie), en Allemagne (bassin de la Lahn), dans le sud du Grand-Duché de Luxembourg, en France (Lorraine, 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, 30 o/o de la production mondiale, 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 Transbaïkalie.

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 du 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 rôle est essentiel, notamment dans l'industrie électrique. Son minerai se rencontre en amas, en filons ou en dépôts sédimentaires; la richesse en cuivre des gisements est très variable : la chalcosine donne du 80 o/o, la chalcopyrite, 35 o/o, mais la plupart ne dépassent guère 10 o/o. Les régions principales d'exploitation sont les États-Unis (60 o/o du total), le Japon, le Chili, le Mexique, le Canada, la Perse, l'Espagne et l'Australie *(Atlas,* pl. 10, c. 73).

L'emploi du cuivre augmente chaque année : l'exploitation de son minerai a, en 1920, atteint 1 $\frac{1}{2}$ million de tonnes.

En Europe, le minerai de cuivre est exploité en Norvège, en Allemagne (Mansfeld), en Russie (Oural, Caucase), en Serbie, en Espagne (Rio Tinto, Huelva, Tharsis), en Portugal. — L'Amérique fournit à peu près les $\frac{3}{4}$ de la production mondiale, et les grands gisements sont dans les Montagnes rocheuses et les Andes : Alaska, Canada (Yukon), États-Unis (Montana, Utah, Arizona; Californie), Mexique, Pérou, Bolivie, nord du Chili; en dehors de cette région montagneuse, près du lac Supérieur (États-Unis

et Canada). En Afrique : au Katanga (1923 : 56.000 tonnes) et colonie du Cap ; en Asie, au Japon ; enfin en Australie (Queensland, Australie du sud).

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 en Silésie, dans la région rhénane, la Pologne, le Caucase, mais surtout dans les régions du sud : en Espagne (Murcie, Santander et Carthagène), en France (Gard, Lot, Ariège, Hautes Pyrénées et Lozère), en Italie (Sardaigne). Dans le continent américain, aux États-Unis (Missouri, Oklahoma, Kansas, New-Jersey, Montana), au Canada, au Mexique. Dans les autres continents, en Australie, Asie Mineure, Indo-Chine, Chine, Tunisie, 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 les États-Unis (la moitié de la production totale), en Australie et en Espagne *(Atlas,* pl. 10, c. 73).

En Europe, le minerai de plomb est exploité en Allemagne (Silésie, Harz, Massif rhénan), en Bohême, en Carinthie, en Sardaigne, en Espagne (Alméria et Murcie). Dans le continent américain, aux États-Unis (Missouri, Idaho, Utah, Oklahoma, Colorado), au Canada, et au Mexique. Dans les autres continents, en Australie (Nouvelle Galles du sud), Algérie, Tunisie et Japon.

La production totale est de un million de tonnes de minerai.

Le nickel. — Le minerai de nickel, garniérite ou silicate hydraté de nickel, est exploité surtout au Canada.

En Europe, on extrait le minerai de nickel en Angleterre, en Allemagne, en France et dans l'île Locris. Hors d'Europe, le Canada est le grand fournisseur par ses exploitations de l'Ontario ; citons aussi la Nouvelle Calédonie.

Production mondiale, en 1920 : 25.000 tonnes.

Autres métaux utiles. — Ce sont l'étain, l'aluminium, le mercure, le manganèse, l'antimoine, le tungstène et le bismuth.

Le minerai d'*étain* est exploité surtout dans les États fédérés malais, dans les Indes néerlandaises, la Bolivie et en Chine *(Atlas,* c. 72). — 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), en Italie (Mont Amiata et Idria), aux États-Unis (Californie et Texas). — Le minerai de *manganèse* est exploité en Russie, Indes anglaises, Brésil et États-Unis; celui d'*antimoine,* en Chine, France et Algérie; celui de *tungstène,* le long des côtes et dans les montagnes bordiées du Pacifique; le *bismuth* en Bolivie, Pérou, Australie et Saxe; le *radium* produit surtout par le Katanga (13 gr. en 1923).

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 (51 °/₀ de la production totale), l'Amérique du Nord (23 °/₀), l'Australie, la Sibérie *(Atlas,* pl. 10, c. 74).

Le sol européen ne contient pas de minerai d'or exploitable (on y a trouvé cependant en divers endroits de minimes quantités d'or, notamment en Allemagne et en Autriche), sauf dans le sud de l'Oural. — En Asie, les grandes exploitations se trouvent en Sibérie (Tomsk, Transbaïkalie, Léna, Haut-Amour); beaucoup moins importantes sont celles de l'Inde, de l'Annam et du Laos. — En Afrique, surtout au Transvaal (Witwatersrand) et au Congo belge (Kilo et Moto, 3146 kg. en 1923). — En Océanie, en Australie (Nouvelle Galles du sud, Victoria et Australie occidentale) et en Nouvelle Zélande. — Dans le continent américain, aux États-Unis (Californie, Alaska, Colorado, Nevada), au Canada (Klondyke et sud de la Colombie); moins importantes sont les exploitations du Chili, du Mexique, des Guyanes et du Brésil.

La production mondiale, en 1921, valait environ 1 milliard 700 millions de francs or.

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 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 $\frac{3}{4}$ de la production totale sont fournis par l'Amérique du Nord *(Atlas,* pl. 10, c. 74).

En Europe, le principal producteur est l'Allemagne (Massif rhénan, Harz, Saxe, Mansfeld); viennent ensuite l'Espagne (Carthagène), le Portugal, la Bohême, la Grèce, la Sardaigne, la France (Finistère). — Dans le continent américain, les exploitations sont au Mexique (Pachuca, Real del Monte, San Luis de Potosi, Guangnato), aux États-Unis (Colorado, Montana, Névada, Utah, Idaho), au Canada, en Bolivie, au Pérou, au Chili. — Ailleurs, au Japon, en Australie et au Transvaal.

La production totale, en 1921, fut de $5\frac{1}{4}$ millions de kilog.

Le platine. — Ce métal, dont la valeur dépasse celle de l'or, se rencontre surtout dans l'Oural, aussi en Colombie, à Bornéo et dans le Brésil *(Atlas,* c. 72).

Les pierres précieuses. — La principale est le *diamant (Atlas,* pl. 10, c. 75) que l'on exploite surtout dans l'Afrique du Sud (Kimberley, Prétoria, Rhodésie, ancien Sud-Ouest africain allemand), et moins au Brésil, en Sibérie, dans les Indes, à Bornéo et au Congo belge (Kasaï). — 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 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 elastica); elles ne se développent bien que dans la zone intertropicale, notamment au Brésil (Amazone), dans la presqu'île malaise et au Congo belge *(Atlas,* c. 78).

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 en Californie; ensuite le colza (Hongrie, Hollande, 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, les perles *(Atlas,* c. 75), la nacre, etc.

Le corail est surtout pêché sur les rivages de l'Asie mineure, de Sicile, de Sardaigne et d'Algérie; les éponges *(Atlas,* c. 75), 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 *(Atlas,* pl. 10, c. 77) 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 quantité 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 intérieures et des octrois, 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 (houille blanche, verte et bleue), 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; 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 et 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 rému-

nératrice : 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 et pour le chauffage domestique. Cette industrie extractive occupe plus de trois millions d'ouvriers, et produit pour plus de dix milliards de francs or (valeur en 1913).

L'industrie charbonnière comprend, outre l'exploitation des couches de charbon (anthracite, houille maigre, houille grasse, lignite), la fabrication des gaz d'éclairage et pour 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), de la houille bleue (captation de la puissance des vagues et des marées) 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 récemment beaucoup d'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 les dernières années par l'électrométallurgie 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 XIXe 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), la France (bassin de 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 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 du Lancashire.

Le coton produit par la culture indigène, ou amené de l'étranger, est d'abord filé dans les 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 quatre 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, Westphalie, Silésie), en Russie (Moscou et environs), en Pologne, en Bohême, 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 (Shanghaï) 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 *(Atlas,* c. 79). 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 (dans le 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 (Pologne) 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-Étienne, Picardie), en Suisse (Bâle et Zurich), en Allemagne (Crefeld), en Angleterre, en Italie (Milan, 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-est de la France, Prusse rhénane, Westphalie, Hollande; 3° Haute Silésie; et réunies, avant 1914, en syndicat international; 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, France, Allemagne, Belgique) et dans la partie orientale des États-Unis (*Atlas,* pl. 6, c. 48).

Les grandes régions agricoles sont : toute l'Europe au sud de 60° latitude nord, la Sibérie occidentale, 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 *(Atlas,* pl. 10, c. 77).

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 *(Atlas,* pl. 10, c. 77). Dans les régions industrielles, la densité de 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 commerçables sont classés en deux groupes principaux : les matières premières, très peu nombreuses comme espèces, mais en grande quantité de chaque espèce, notamment les combustibles, 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 qualité 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; 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, par automobiles ou par aéroplanes, 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; leur extension a produit un essor prodigieux de l'activité industrielle et commerciale.

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 faut ajouter l'atmosphère puisque les progrès de l'aviation ont fait de l'aéroplane et du dirigeable des moyens de transport pratiques, 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 (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'Ems, le Weser et l'Oder ; en Russie, le Volga ; tous sont parallèles à la direction sud-est-nord-ouest. 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'ouest en est 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-tsé 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 modernes de locomotion : la locomotive traînant des wagons, la machine électromotrice tirant des voitures ; les canaux qui multiplient et complètent les voies navigables (*Atlas*, c. 52).

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 de routes nombreuses 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.

Ces voies ferrées forment, par leur continuité des lignes transcontinentales de deux espèces : 1° les *lignes transcontinentales de direction est-ouest,* existant dans tous les continents, sauf en Afrique : en Asie, le transsibérien de Moscou à Pékin et à Vladivostok; en Australie, le transaustralien de Sydney à Perth; en Amérique du Nord, les neuf transaméricains dont les trois principaux partent de Halifax, de New-York et de Moncton pour Vancouver, San Francisco et Prince Ruprecht; en Amérique du Sud, le transandin de Buenos-Ayres à Valparaiso; en Europe, sept transeuropéens principaux, notamment : *a)* de Cadix et Lisbonne vers Constantinople par Paris et Vienne ou par Venise, Trieste et Nisch; *b)* de Lisbonne vers la Sibérie par Paris, Liége, Berlin et Moscou; *c)* d'Angleterre vers Bagdad, viâ Ostende, Bruxelles, Cologne, Vienne, Sofia et Constantinople; 2° les *lignes transcontinentales de direction sud-nord* qui n'existent encore qu'en Europe : d'Angleterre, viâ Ostende, Bruxelles, Bâle, le Saint-Gothard, à Brindisi, Rome et Syracuse; d'Angleterre, viâ Calais, Paris, le Cenis (ou le Lötschberg et le Simplon), Turin, à Rome et Brindisi; de Scandinavie, viâ Hambourg ou Stettin, Berlin, le Brenner, Rome vers Syracuse; dans les autres continents, de grandes lignes nord-sud sont en projet, en construction ou en partie réalisées : de Pékin à Canton, vers l'Indo-Chine et les Indes anglaises; du Canada vers Rio de Janeiro, Buenos-Ayres ou le Chili (panaméricain); du Cap au Caire et du Cap à Alger.

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 Hongrie de 7, en Italie de 6, et dans le reste de l'Europe inférieur à 4. Les régions surpeuplées, les contrées industrielles et commerçantes 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.

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.

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).

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; 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'homme 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 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 XXe 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, de 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 signalées 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 tonnes, et en 1910, le nombre des navires à voiles

de plus de 100 tonnes [1] 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 4.34 % 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.

Beaucoup de 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 10.000; 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 les $\frac{5}{6}$.

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, le chauffage par le pétrole, 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 trampers qui vont çà et là chercher des marchandises et essayer

[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.

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, ayant ensemble 44 millions de tonnes de registre brutes; les pays d'Europe en possédaient les 84 o/o.

En juillet 1923, le tonnage des navires marchands de plus de 100 tonnes était : pour le Royaume Uni et ses dominions, 22.058.000; tonnes; pour les États-Unis, 16.945.000; la France, 3.737.000; le Japon, 3.604.000; l'Italie, 3.033.000; l'Allemagne, 2.590.000; la Hollande, 2.625.000; la Norvège, 2.550.000; l'Espagne, 1.260.000; la Suède, 1.207.000; le Danemark, 997.000; la Grèce, 755.000. — Le total pour tous les pays est de 65.000.000 tonnes (4.261 voiliers et 29.246 vapeurs dont les 67,87 o/o chauffés à la houille et les 26.79 o/o chauffés à l'huile).

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 France, les Messageries maritimes (Marseille et Bordeaux), la Transatlantique (Le Hâvre, Saint-Nazaire et Marseille), les Chargeurs réunis (Le Hâvre), la C. Fabre, les Transports maritimes; en Belgique, le Lloyd royal belge (Anvers), 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 Allemagne, la Hamburg-Amerika (Hambourg), la Hamburg-Süd-Amerika (ibid.); le Norddeutscher Lloyd (Brême), la Hansa (ibid.), la Woermann (Hambourg); 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 o/o du trafic maritime mondial); 4° de Marseille, de Bordeaux, de Liverpool et d'Anvers 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 o/o 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); 7% de Grande Bretagne vers l'Australie par Panama.

Importance relative des océans. — L'océan Atlantique, que 300 navires en moyenne sillonnent chaque jour dans sa partie boréale, à 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 ½ fois plus que le bassin du Pacifique); 3° des mers nombreuses et des 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 facilitent les voyages.

L'océan Pacifique est beaucoup plus large et plus vaste (165 millions de km²; deux fois l'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 vers l'ouest. Le canal de Panama rapproche le Japon et l'Australie 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.

Transports aériens. — Le transport par aéroplanes et par dirigeables des voyageurs, des lettres et des petits colis a pris, dans ces dernières années, beaucoup d'extension.

Des lignes internationales et nationales à services réguliers existent notamment de Bruxelles à Paris, de Bruxelles à Londres, de Bruxelles à Amsterdam, de Toulouse à Casablanca, de Londres à Copenhague, de Berlin à Vienne, de Paris à Londres, de Paris à Genève, de New-York à Chicago et de là à San Francisco, de Kinshassa à Stanleyville, etc.

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 *(Atlas,* c. 76) pour l'envoi de télégrammes par fils aériens, par fils souterrains, par câbles sous-marins, ou par ondes électriques; le service téléphonique pour mettre en communication directe deux personnes souvent très éloignées

l'une 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 (*Atlas*, pl. 10, c. 76). — 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 215.000 dépêches. La longueur totale de ces lignes de télégraphie est de 2 millions de km. avec des fils qui, mis à bout, auraient une longueur de 9 millions de km. — Elle comprend ensuite la telégraphie par câbles sous-marins pour les transmissions d'un continent à un autre par delà l'océan; la plupart des câbles sous-marins (60 o o) sont sous le contrôle des Anglais, mais les grandes puissances en possèdent toutes, quoiqu'en petit nombre (États-Unis, 20 o/o; France, 11 o/o). — 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, 4000 environ, 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 kilom.

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 o/o 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 sud-ouest; 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 dansl'Afrique orientale; le pidjin-english dans les ports de l'Extrême-Orient. — Des essais de construction d'une langue universelle, tels le volapuk 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. — Le 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 matière 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 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, 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.

L'objet du commerce est de transporter, avec le moins de frais possible, les marchandises dans les régions où elles sont utilisables et ainsi leur donner leur valeur d'utilisation.

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; 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 envoyée à peu de distance comme les charbons du bassin de Silésie en partie achetés par l'Autriche, la Hongrie et l'Allemagne centrale, les charbons de la Sarre utilisés en

France, un peu de charbon allemand (pour 176 millions de francs en 1920) vendu à la Belgique, un peu de charbon belge (pour 94 millions en 1920) 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 reste maîtresse de ce marché charbonnier de l'Atlantique (en 1922, les exportations anglaises en Europe ont atteint 48,3 millions de tonnes); les États-Unis, dont les gisements de charbon sont cependant moins bien situés au point de vue de l'exportation, ont eu, en 1920, 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 en 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. Le bassin des minettes de Lorraine en expédie vers la Belgique (pour 24 millions en 1920) 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 92 millions de francs en 1920) 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. La fonte est surtout importée dans les pays sans grande production charbonnière, mais possédant des aciéries.

Les produits des aciéries, notamment les métaux ouvrés, sont surtout exportés par la Grande-Bretagne, puis par les États-Unis, la Belgique (pour 970 millions de francs en 1920) et la France.

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. — Les pays exportateurs sont la Belgique (pour 114 millions de francs en 1920), 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 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 1920, du froment pour 867 millions et en a exporté pour 73 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 pas lieu à un important commerce (la Russie seule en était le seul pays exportateur en 1913). — 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 (Congo belge, Soudan français). Le commerce du coton brut se fait des régions de production vers les régions à industrie cotonnière (*Atlas,* c. 79) : des États-Unis (75 o o de la production) vers l'Angleterre et l'Europe 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 o o de leur production, coton grossier) vers le Japon et l'Allemagne, par Bombay; de la Chine vers le Japon. La Belgique a importé, en 1920, pour 697 millions de francs de coton brut dont la $\frac{1}{2}$ des États-Unis et le $\frac{1}{3}$ des Indes anglaises. Les marchés principaux européens sont Manchester, le Havre et Brême.

Les produits de l'industrie cotonnière étaient estimés en 1913 à $\frac{1}{2}$ 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, la France, les États-Unis, la Hollande, l'Italie, la Belgique (pour 405 millions en 1920) 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 170 millions de francs en 1920).

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 (*Atlas,* c. 68). 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 282 millions de francs (1920) et des tissus pour 162 millions (1920), 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 (Shanghaï, 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, le nord de l'Italie et la France.

Commerce du pétrole. — Les régions d'exploitation du pétrole étant, avant 1914, peu nombreuses (voir pp. 310-311), les producteurs avaient formé des syndicats. 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. Mais ce produit est, depuis la guerre, beaucoup plus demandé, car il sert de plus en plus comme combustible, surtout dans la marine : des dépôts de pétrole (huiles lourdes) sont établis dans les grands ports, et plus de 500 navires servent exclusivement au transport de ce combustible.

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 commerçables (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 destinés 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 se développe 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 pour résultat, au point de vue commercial, une tendance manifeste à la suppression des intermédiaires entre le producteur des matières premières et l'usinier; ce dernier achète de plus en plus directement dans les régions de production. De même, pour les céréales.

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, des marchandises arrivent, sont mises en entrepôts et rechargées 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.

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, les ports fréquentés par de nombreuses lignes de navigation maritime; par voies ferrées ou navigables, les marchandises y sont amenées d'un arrière-pays riche ou distribuées dans des régions industrielles.

Répartition géographique des ports. — Elle dépend tout d'abord de conditions naturelles : la forme de la côte et la nature du littoral (v. p. 130); 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 naturels ou artificiels, simples ou conjugués. Les *ports naturels* sont situés à des endroits pour ainsi dire désignés pour être prospères par les conditions naturelles : 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 : ou ces ports sont associés, l'un n'étant que l'avant-port de l'autre (Cuxhaven et Hambourg, Pauillac et Bordeaux, Bremerhaven et Brême, Tilbury et Londres, Zeebrugge et Bruges); ou ces deux ports se considèrent l'un et l'autre comme complets, distincts et indépendants, remplissant chacun une fonction économique spéciale (Rouen et Le Havre, Saint-Nazaire et Nantes, Hoek van Holland et Rotterdam, Ymuiden et Amsterdam).

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, Hong-kong, Shanghaï et Yokohama.

Les dix principaux ports du monde sont : Londres (34,6 millions de tonnes à l'entrée et à la sortie en 1913), New-York (24,1), Hambourg (23,6), Liverpool (23,2), Hong-Kong (23), Anvers (22,4), Cardiff (21,3), Rotterdam (18,7), Shang-hai (17,2), Marseille (16,7).

Les grands courants commerciaux. — Le plus important courant commercial *(Atlas,* c. 80) 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 valait 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 l'avons maintes fois constaté, 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 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 les grands domaines économiques importants; ce sont : l'Europe centrale et occidentale; l'Empire britannique; l'Amérique du Nord sans le Canada; l'Amérique du Sud; l'Extrême-Orient *(Atlas,* pl. 10, c. 80).

Le domaine économique européen central et occidental comprend toute l'Europe, sauf la Russie et le Royaume-Uni; il est composé principalement de la France, de l'Allemagne, de la Belgique, de la Hollande. Le domaine économique britannique comprend le Royaume-Uni et ses principales colonies (Indes, Canada, Australie, Union Sud-Africaine); il est éparpillé dans toutes les parties du monde. Le domaine économique Nord-Américain comprend les États-Unis, 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 du Sud est caractérisé par une population de densité faible et par un état économique développé sur les côtes. 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 qui commencent à être exploitées.

La surface de la Terre, objet des études géographiques, est en continuelle évolution par l'action combinée des facteurs physiques et des agents humains. Ces derniers, plus ou moins sous la dépendance des premiers, sont influencés par ceux-ci, mais réagissent aussi, surtout dans les régions de haute civilisation. La surface de la Terre est donc animée d'une certaine vitalité, et c'est précisément le charme de la géographie moderne que de donner l'occasion, en étudiant les nombreux agents de modification et d'évolution, de considérer de haut et en une vaste synthèse les résultats, eux-mêmes en évolution, de l'action des phénomènes tant physiques que sociaux. De l'étude de ce manuel, cette synthèse se dégage, au moins dans ses grandes lignes.

A ce manuel et à l'Atlas classique qui lui donne toute sa valeur géographique, un complément est nécessaire. Des excursions, des voyages, l'observation personnelle des faits eux-mêmes, la lecture du grand livre qu'est la nature remplie des œuvres géographiques des hommes, voilà ce qui doit accompagner et couronner les études géographiques faites en classe.

APPENDICE I.

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, 15, 50 ans après qu'ils ont été émis, quelquefois même après plusieurs siècles. Chacune de ces étoiles est sans doute le centre et le foyer d'un monde semblable au nôtre.

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* ou *planétaire* (*Atlas,* pl. 1, fig. 3).

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, 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 existant 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 cet 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 (*Atlas,* pl. 1, fig. 7), 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 des astres, 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°8′, qui 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.

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

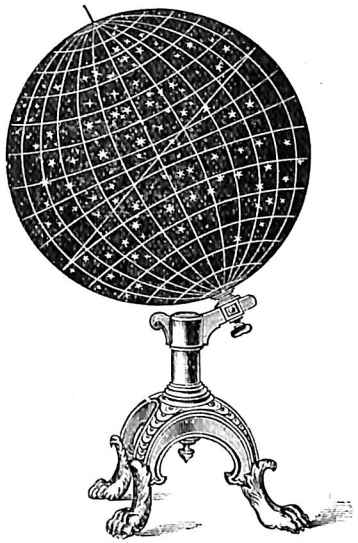


Fig. 82. — La sphère céleste.

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 *(Atlas,* pl. 1, c. 2), 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

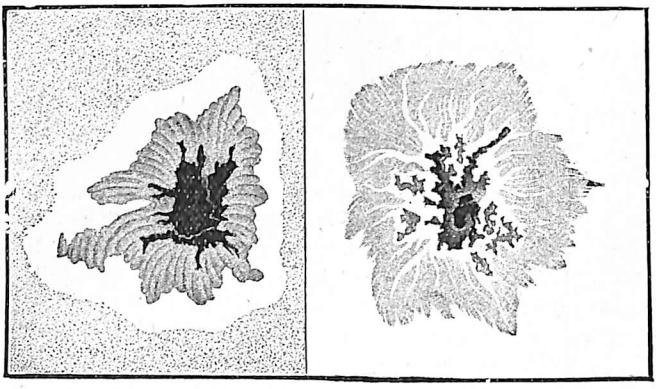


Fig. 83. — Taches et facules.

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.

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 plus que

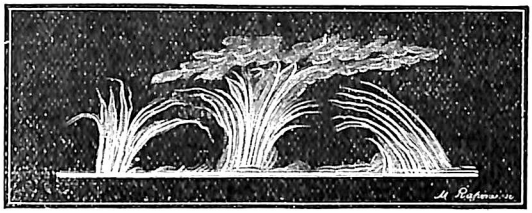


Fig. 84. — Protubérances solaires.

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 beaucoup plus rapprochés. Et cependant cette distance est encore en moyenne de 150.000.000 kilomètres ou 30 millions de lieues (voir fig. 15, p. 28 et *Atlas,* pl. 2, fig. 12); 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 et *Atlas,* pl. 2, fig. 10 et 11); ce mouvement apparent est dû à la rotation diurne de la Terre (voir pp. 24-27). — L'autre 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.

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°54′.

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).

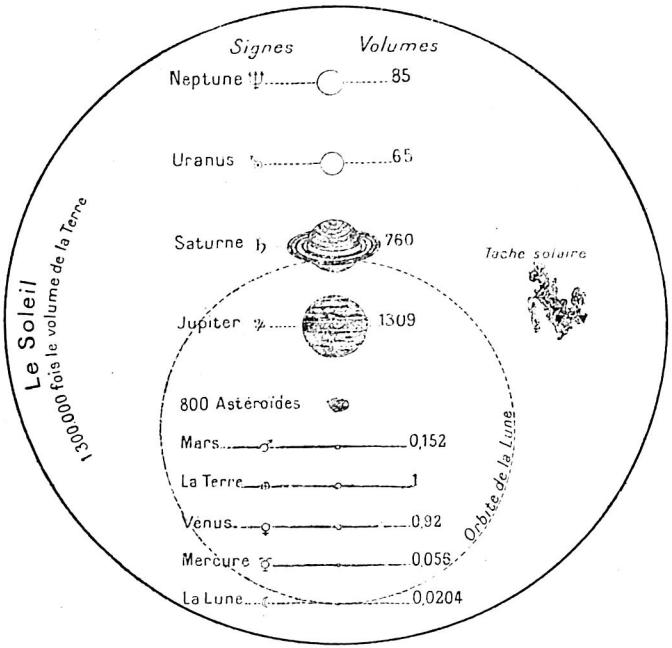


Fig. 85. — Dimensions comparées du Soleil, des planètes, de la Lune et de l'orbite de la Lune.

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 kilomètres 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.

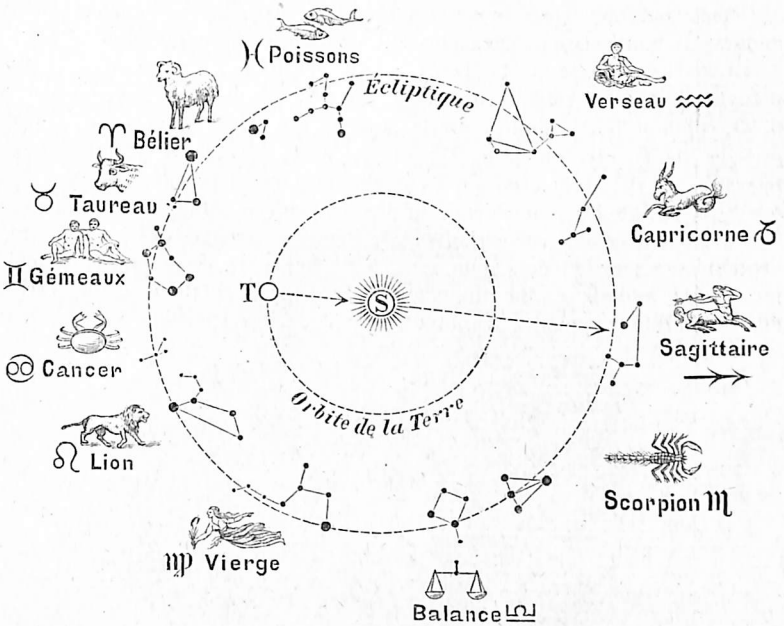


Fig. 86. — Constellations et signes du zodiaque.

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 de ce manuel, nous avons donné tous les renseignements qui pourraient être fournis ici, car ils sont du domaine de la géographie mathématique bien plus que de celui de la cosmographie. Nous y renvoyons : 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.

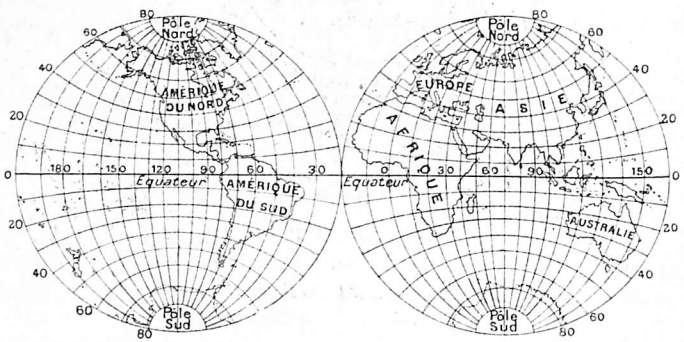


Fig. 87. — La Terre.

Résumons seulement les données astronomiques les plus importantes : la Terre est un globe d'environ 12.732 kilomètres 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 kilomètres 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 de 21 zéros; la Terre, qui est une planète, voyage sur son orbite autour du Soleil avec une vitesse de 30 kilomètres environ par seconde; elle a un satellite, la Lune.

CHAPITRE IV.

LA LUNE.

Distance de la Terre. — La Lune est distante de la Terre (distance moyenne) de 380.000 kilomètres, ou 76.000 lieues, ou 60 rayons terrestres, ou presque le quart du diamètre du Soleil.

Dimensions. — La Lune est un globe d'environ 3500 kilomètres ou 600 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 kilomètres carrés ou presque quatre fois l'Europe. Son volume est les $\frac{2}{100}$ de celui de la Terre.

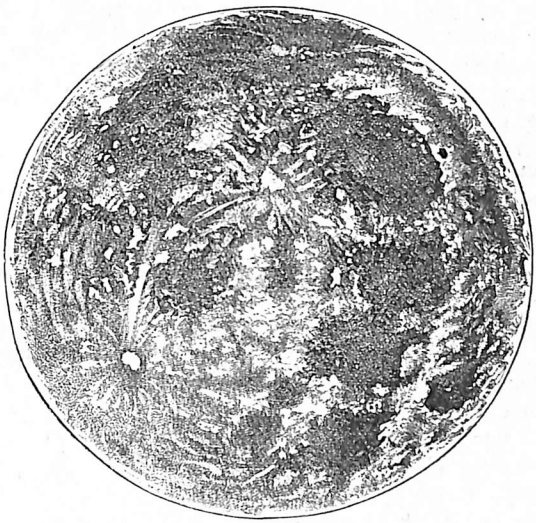


Fig. 88. — Aspect de la Lune.

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 (*Atlas,* pl. 1, fig. 4).

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 des cavités profondes que l'on croit être des cratères de volcans éteints.

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

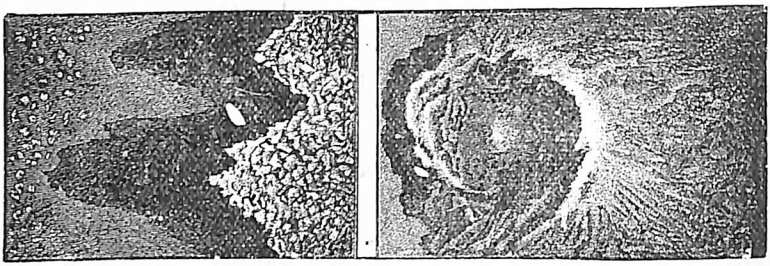


Fig. 89. — Montagnes de la Lune.

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.

Mouvements. — La Lune est animée de trois mouvements : de rotation sur elle-même; de révolution autour de la Terre; 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 le bord 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 serait, dans l'hypothèse d'une Terre immobile, 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 périgée quand elle 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 7e et le 8e 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 14e jour, elle a accompli encore un quart de sa révolution et elle occupe un point extérieur à l'orbite terrestre; entre le 22e et le 23e 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 29e jour et $\frac{1}{2}$, elle occupe un point situé à l'intérieur de l'orbite terrestre. Du 7e au 23e 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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 6).

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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 5).

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.).

Pleine Lune. — Peu à peu, nous voyons s'augmenter la partie lumineuse de la Lune. A la fin du 14e jour, elle se trouve diamétralement opposée au Soleil par rapport à nous, et sa surface éclairée nous apparaît tout entière sous la

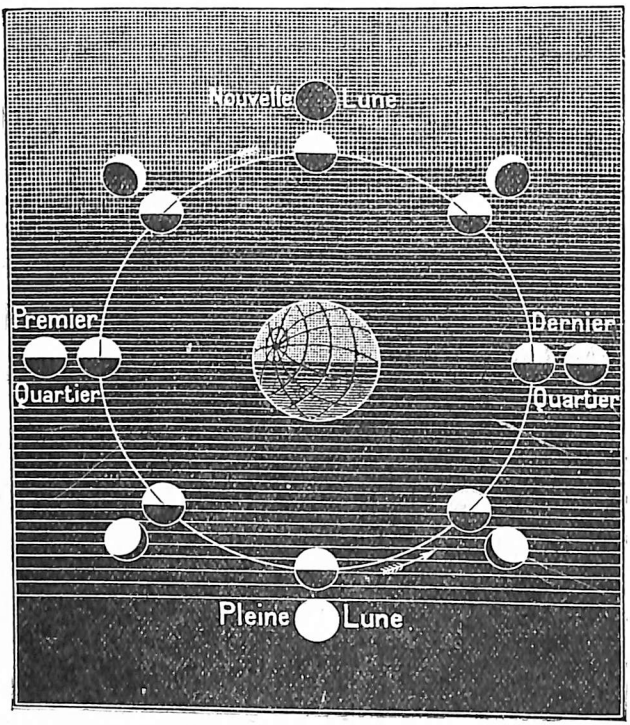


Fig. 90. — Phases de la Lune.

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 22e 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 29e 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, semble-t-il,

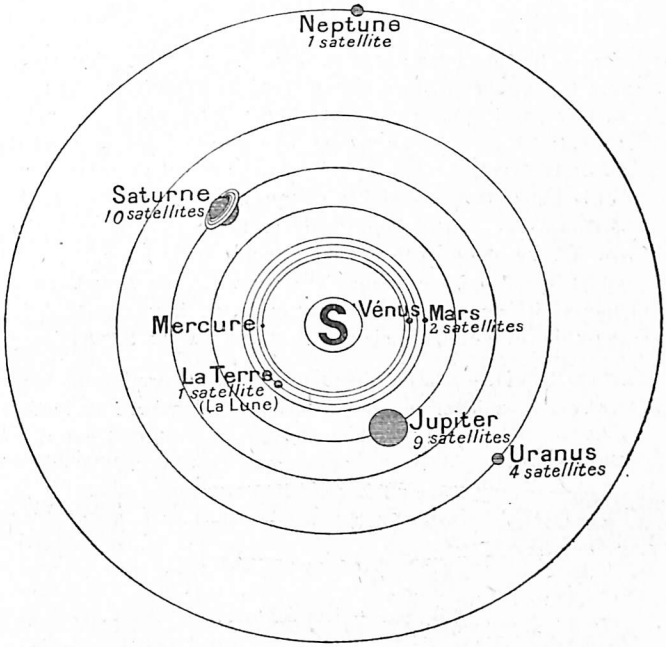


Fig. 91. — Le monde solaire.

une influence, mais très petite, sur le magnétisme terrestre lorsqu'elle se rapproche ou s'éloigne du périgée ou de l'apogée. — Les influences qu'on lui attribue parfois sur le climat et sur la vie, sont en réalité absolument nulles.

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

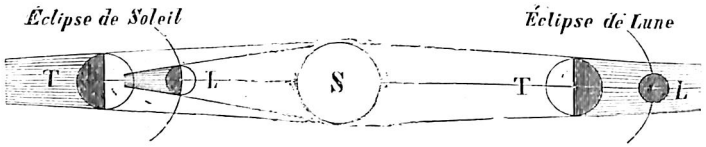


Fig. 92. — Les éclipses.

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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 9).

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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 9).

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 centres des 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 et *Atlas,* pl. 1, fig. 3).

Loi de Bode. — Les distances du Soleil aux diverses planètes vont en progression régulière; un calcul de l'astronome Bode permet de retenir facilement ces 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).

Mercure. — 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'est, ou le soir à l'ouest, 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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 8).

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 taches. Ces taches, examinées avec des lunettes de grossissement moyen semblent former des lignes, dénommées canaux, qui parfois se dédoublent et l'on a supposé que ces secondes lignes étaient des bandes de végétation. Mais si l'on étudie Mars à l'aide d'une très forte lunette, ces prétendus canaux ne se voient plus et ce sont alors des taches noires qui apparaissent bien distinctement. 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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 8).

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 du 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 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 notre orbite, les jours sont égaux aux nuits pour

Principaux éléments du système solaire.

(Voir aussi figures 85, p. 348 et 91, p. 355 et Atlas, pl. 1.)

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	1.300.000	—	—	—	—
Mercure . . .	0.382	0,056	58	87.9692	?	7°
Vénus	0.972	0.92	108	224.7008	0°	3°23′
Terre	1	1	150	365.2564	23°27′	—
Mars	0.534	0.152	227	686.9505	24°50′	1°51′
Jupiter . . .	10.92	1309	778	4332.580	3°	1°18′
Saturne . . .	9.17	760	1426	10759.22	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°33	5°

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 neuf 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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 8).

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 kilomètres. 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 six 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 *(Atlas,* pl. 1, fig. 8).

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 65 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 85 fois plus gros que la Terre, a un satellite et accomplit sa révolution autour du Soleil en 165 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 des étoiles à travers cette traînée de lumière, qui se montre toujours du côté opposé au Soleil.

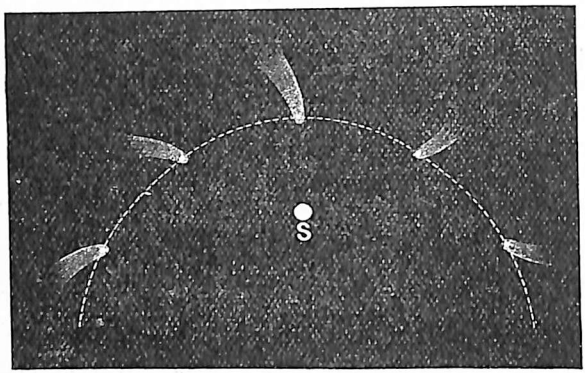


Fig. 93. — Une comète.

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 essaims couper le ciel de mille raies lumineuses, et s'élancer en gerbes et en fusées magnifiques. Elles nous paraissent alors sortir d'un seul point du



Fig. 94. — Étoiles filantes.

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 minerai 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 °/₀ des aérolithes dont on 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 d'un milliard (voir fig. 6, p. 17). D'après leur éclat, on les divise en étoiles de 1re, 2e, 3e jusqu'à la 14e grandeur, mais cette classification, basée sur les apparences, ne nous donne aucune idée des dimensions réelles de chaque étoile : une étoile de 7e grandeur, moins brillante qu'une de la 3e grandeur, pourrait cependant être considérablement plus volumineuse.

Toutes les étoiles de la 1re à la 6e 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; Deneb, du Cygne; 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.

Étoiles 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 *multiples,* 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 là 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, ζ 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°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 *Cassiopée* 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 Cassiopée, 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 *(Atlas,* pl. 1, c. 2 : Hémisphère céleste boréal).

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. 95).



Fig. 95. — Une nébuleuse.

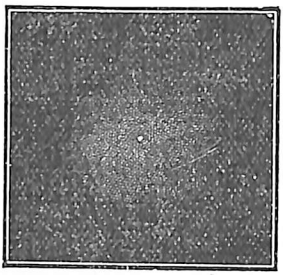


Fig. 96. — Un amas d'étoiles.

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. 96).

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) et les 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, page 18).

APPENDICE II.

LES ÉTATS ET LEURS COLONIES.

Nous donnons ci-après (pp. 368-374), en six tableaux, la liste des États indépendants avec leur forme de gouvernement, leur superficie, leur population absolue et leur population relative, ainsi que la liste des colonies, possessions et régions sous mandat. — Les statistiques se rapportent presque toutes à janvier 1924.

La population de l'Europe classée d'après la langue maternelle.

D'après le recensement de 1910, il y avait en Europe, exprimés en millions et classés d'après leur langue maternelle :

145,3 Slaves, dont 101,8 Russes, 19,5 Polonais, 8,8 Tchéco-Slovaques, 10,3 Serbes, Croates et Slovènes, 4,9 Bulgares;

142,4 Germains, dont 87,9 Allemands (y compris les Hollandais et les Flamands), 43,4 Anglo-Saxons, 11,1 Scandinaves;

114,9 Latins, dont 41,5 Français (y compris les Wallons), 36,6 Italiens, 19,5 Espagnols, 5,9 Portugais, 11,4 Roumains;

3,0 Celtes;

4,1 Lithuaniens et Livoniens;

5,8 Grecs et Albanais;

0,6 Basques;

17,4 Finno-Ougriens, dont 10,3 Magyars, 7,1 Finnois;

8,0 Mongols, dont 3,6 Tartares, 2,1 Turcs;

7,1 Israélites;

1,6 de divers; —

Au total : 450,2 millions d'habitants.

I. — EUROPE (voir *Atlas*, pl. 8, c. 57).

Noms	Forme politique	Superficie en km²	Population absolue	Densité par km²	Colonies	
					Superficie	Population
Europe occidentale :						
Belgique	Et. unit.; mon. const.	30.450 [1]	7.460 000 [1]	265	2.414.500 [2]	12 000.000
France	Et. unit.; rép. démoc.	550 986 [3]	40 000 000 [3]	73	11.575.000	53.500.000
Royaume-Uni	Et. unit.; mon. const	315.000 [4]	47.300 000 [4]	150	34.715 000	430.000.000
Pays-Bas	Et. unit.; mon. const.	34 186	7.000.000	205	2.025 000	49.000.000
Luxembourg	Et. unit.; mon. const.	2 586	270 000	103	—	—
Monaco	Et unit.; monarchie.	21	23.000	1 095	—	—
Europe centrale :						
Allemagne	Et. unit.; république.	477.000	60.000.000	125	—	—
Suisse	Et. féd.; rép démoc.	41 300	4 000.000	98	—	—
Pologne	Et. unit ; rép. démoc.	385.000	32.000 000	83	—	—
Dantzig	Et. unit.; rép. démoc.	1.900	365.000	192	—	—
Tchéco-Slovaquie	Et. unit.; rép. démoc.	140 350	13 600.000	96	—	—
Autriche	Et féd.; rép. démoc.	81.000	6 500 000	80	—	—
Liechtenstein	Et. unit.; rép. démoc.	159	10.700	68	—	—
Hongrie	Et unit.; rép. démoc.	87 000	7.980 000	94	—	—
Roumanie	Et. unit ; mon. const.	300 000	17.000.000	57	—	—
Europe septentrionale :						
Danemark	Et. unit.; mon. const.	43.000	3.270 000	76	2 170 000 [5]	14.000
Islande	Et. unit.; mon. const.	104 000	94.700	1	—	—
Suède	Et. unit.; mon. const.	448 891	5.990 000	13	—	—
Norvège	Et. unit.; mon. const.	322 909	2 660.000	7	70.000 [6]	—
Europe orientale :						
Finlande	Et. unit.; rép. démoc.	373.000	3 402 000	9	—	—
Esthonie	Et. unit ; rep. démoc.	44 000	1.200 000	2	—	—
Livonie	Et. unit.; rép. démoc.	64 000	1 885 000	40	—	—
Lithuanie	Et. unit.; rép. démoc.	65 000	2.300.000	35	—	—
Russie d'Europe [7]	Et. féd ; rép soviét.	4.850.000 [7]	115.000.000	27	16.000.000 [8]	30 000 000 [8]

Europe méridionale :							
Serbie-Croat.-Slov	Et. unit ; mon. const.	250 000	12 500 000	50	—	—	
Bulgarie	Et unit ; mon const	103 200	4 960.000	47	—	—	
Turquie d'Europe	Et. unit. ; république	25 000	2 000 000	40	1 300.000 [9]	17.000.000 [9]	
Albanie	[10]	40 000	840.000	21	—	—	
Grèce	Et. unit ; république	150 000 [11]	5 000.000	33	—	—	
Mont Athos	République	371	6.000	17	—	—	
Italie	Et. unit ; mon const.	315 000	39.000 000	124	2.487.000	1.925.000	
Saint-Marin	Et. unit ; rép. dém.	61	11 700	190	—	—	
Saint-Siège							
Espagne	Et unit. ; mon. const.	505 000	21 660 000	43	370 000	1.184 000	
Portugal	Et. unit ; rép dém.	92 000	6.032.000	66	2.098 000	9.872 000	
Andorre	Et. unit ; rép. dém.	452	5.300	12	—	—	

1 Y compris Moresnet, Eupen et Malmedy.

2 Y compris le Ruanda et l'Urundi, dont l'administration est confiée à la Belgique.

3 Non compris le bassin de la Sarre, administré par la France (1900 km² et 650.000 hab.).

4 Y compris l'Etat libre d'Irlande (70.000 km² et 3.200.000 habitants) qui forme un dominion britannique.

5 Étendue totale de l'île de Grönland, mais les côtes sud-est et sud-ouest sont seules habitées.

6 Iles du Spitsberg et île Jan Mayen.

7 Nous réunissons sous le titre Russie d'Europe toutes les républiques soviétiques russes et les Etats russes qui leur sont alliés, savoir : la Russie des Soviets; la république d'Ukraine, la Blanche Russie; la Russie du Sud ou Crimée; la république du Caucase du Nord; celle du Kouban; la république Tatare; le territoire des Kalmoucks, etc., tous en Europe.

8 Voir note 4 de la page 370.

9 Non compris l'Arabie devenue indépendante, mais y compris : le royaume de l'Irak et la Transjordanie sous protectorat britannique, la Palestine administrée par le Royaume-Uni, la Syrie administrée par la France.

10 Forme de gouvernement non encore définitivement établie.

11 Y compris les îles de la mer Égée (5 600 km² et 400 000 hab.).

Noms	Forme du gouvernement	Superficie en km²	Population absolue	Densité par km²
Afghanistan	Mon abs. (émirat)	558.000	8 000.000.	14
Arabie [1] (Hedjaz et émirats indépendants)	Mon. abs (émirats et royaume)	2.740 000.	4.000.000.	1,5
Bouthan	Principauté	51.800	250 000.	5
Chine	République	11.433 600.	350.000 000.	31
Japon [2]	Monarchie constit.	385 290	57 000 000.	139
Népal	Monarchie.	154 000.	5.000 000.	33
Perse	Monarchie	1 645 000.	10 000.000.	6
Siam	Monarchie.	505 000.	8 850 000.	16
Turquie [3]	République	710 000	12 000.000.	17
Possessions russes [4]		16 000.000.	30 000.000.	—
Possessions françaises [5]		803 560.	20 000 000.	—
Possessions britanniques [6]		5 330.000.	340.000.000.	—
Possessions portugaises [7]		3.187.	700 000.	—
Possessions grecques [8]		1.427	63.500.	—
Possessions italiennes [9]		1.404	36.500.	—

1 Ces États sont (en 1924) : le royaume de l'Hedjaz, l'émirat de Nedjed et de Hasa, celui de Djebel Shammar, la principauté d'Azir, l'imanat du Yémen, le sultanat d'Oman, le sultanat de Koweit.

2 L'empire japonais a 677.000 km² et 77.000 millions d'habitants; il comprend, outre le Japon ci-dessus : la Corée (217.826 km² et 17 000 000 hab); Formose et les Pescadores (35.974 km² et 3 700.000 hab.); le sud de Sakhaline (68 000 hab.); la péninsule de Liaotung (1394 km² et 180.000 hab.). — Il faut ajouter les îles Carolines, Mariannes, Marshall et Palau (2.475 km² et 60.000 hab.), que le Japon administre.

3 La Turquie est redevenue un Etat asiatique comprenant l'Anatolie, l'Arménie et le Kourdistan et possédant un petit territoire en Europe (25 000 km² et 2 millions d'hab.).

4 Possession immédiate (Sibérie occidentale) et régions alliées ou fédérées : Géorgie, Azerbaidjan, Boukhara, Khiva, Turkestan, Extrême-Orient, Iakoutsk et Mongolie.

5 Etablissements de l'Inde; Indo-Chine (Tonkin, Annam, Cochinchine, Laos, Cambodge); Cheik-Saïd; Kouang-tchéou. Il faut ajouter la Syrie, le Liban et l'Etat du grand Liban.

6 Chypre; Empire des Indes (Indes anglaises, Etats tributaires, Aden, Périm); Béloutchistan; îles Camaran, Bahrein, Ceylan, Maldives, Laquedives; Straits Setllements; Protectorats malais; Etats malais fédérés; Hongkong et Kowloun; Wei-haï-Wei; presqu'île de Sinaï. Il faut ajouter le royaume de l'Irak et la Transjordanie sous protectorat britannique et la Palestine administrée par les Anglais.

7 Etablissements de l'Inde; Macao.

8 Dodécanèse (sauf Rhodes); non compris les îles de la mer Egée.

9 Ile de Rhodes et Castellorizo.

Noms	Forme du gouvernement	Superficie en km²	Population absolue	Densité par km²
Égypte	Monarchie constitut.	994.000	13 700 000	14
Éthiopie	Monarchie féodale	900.000	10.000 000	11
Libéria	République unitaire	95.400	2.100.000	22
Possessions britanniques [1]	—	9.536 000	45.300 000	—
Possessions françaises [2]	—	10.900.000	35.000.000	—
Possessions belges [3]	—	2 415.000	12 000 000	—
Possessions portugaises [4]	—	2.075 600	8 790.000	—
Possessions italiennes [5]	—	2 370 000	1.825.000	—
Possessions espagnoles [6]	—	378.000	1,184 000	—

[1] Égypte; Soudan anglais; Gambie; Sierra Leone; Lagos; Côte d'Or; Nigeria; Union Sud-Africaine (Cap, Natal, Orange, Transvaal); Betchuana; Rhodésie du nord; Rhodésie du sud; Niassa; Zwazi; Basouto; Afrique orientale ou Kenia; Tanganika; Uganda; Côte des Somalis; îles Socotora, Maurice et dépendances, Seychelles et dépendances, Amirantes, Zanzibar, Sainte-Hélène, Ascension, Gough, Tristan da Cunha. Nous y comprenons encore : une partie du Togo, du Cameroun et de l'Afrique orientale, ainsi que toute l'Afrique Sud-occidentale (anciennes possessions allemandes, administrées par les Britanniques).

[2] Algérie; Tunisie (protectorat); Maroc français; Afrique occidentale française (Sahara, Mauritanie, Sénégal, Niger et dépendances, Guinée, Côte d'Ivoire, Dahomey); Afrique équatoriale française (Gabon, Congo, Oubangui, Tchad); côte des Somalis et dépendances; Madagascar; îles Comores et dépendances; île Réunion. — Nous y comprenons encore : une partie du Togo et une partie du Cameroun (anciennes possessions allemandes) administrées par la France.

[3] Congo belge, auquel nous ajoutons les territoires du Ruanda et de l'Urundi (partie de l'ancienne possession allemande de l'Est africain) administrés par la Belgique.

[4] Iles Madère et Açores; îles du cap Vert; Guinée; îles Saint-Thomas et du Prince; Angola et Cabinda; Est africain portugais ou Mozambique.

[5] Libye italienne (Tripolitaine, Cyrénaïque, Fezzan et désert Libyque); Érythrée; Somali italien.

[6] Maroc espagnol (les Présides et zone espagnole); Rio de Oro et Adrar; Ifni; îles Fernando-Po et Annobon; Rio Mouny et île Éloby ou Guinée espagnole.

IV. — AMÉRIQUE DU NORD.

Noms	Forme du gouvernement	Superficie en km²	Population absolue	Densité par km²
États-Unis d'Amérique [1]	Républ. fédér.	7.840 000	106.500 000	14
Cuba	Républ. démoc.	126 000	3 125 000	25
Saint-Domingue	Républ démoc.	48 570	900 000	21
Haïti	Républ. démoc.	28 676	2 500 000	87
États-Unis du Mexique	Républ. fédér.	1.987 200	16 700 000	87
États-Unis de l'Amérique centrale [2]	Républ. fédér.	430 000	5.400 000	13
Panama [3]	Républ démoc	87.480	450 000	5
Possessions britanniques [4]	—	9.930 000	10.630 000	—
Possessions françaises [5]	—	3 008	415 000	—
Possession danoise [6]	—	2.170 000	14 000	—
Possessions hollandaises [7]	—	75	6 500	—
Possessions des États-Unis d'Amérique [8]	—	1.541.000	1 382.000	—

1 Les colonies des États-Unis ont une étendue totale de 1.855 000 km², et possèdent 12.000.000 habitants.

2 Les Etats formant cette fédération sont : Costa Rica (48.410 km² et 460.000 hab.); Guatémala (113.000 km² et 2.250.000 hab.); Honduras (114 670 km² et 673.000 hab.); Nicaragua (128.340 km² et 700.000 hab.); San Salvador (21.760 km² et 1.400.000 hab.).

3 Y compris une zone de 9 km. de chaque côté du canal (1300 km² et 35 000 hab.) cédée en bail perpétuel aux États-Unis d'Amérique.

4 Dominion du Canada et îles polaires britanniques; Terre Neuve, Labrador; Honduras britannique; îles Bermudes, Bahama, Jamaïque et dépendances; Petites Antilles (îles du Vent, Vierges, Sous le Vent, Barbades).

5 Saint-Pierre et Miquelon; Petites Antilles (Guadeloupe et dependances, Martinique, Désidérade, Marie Galante).

6 Grönland. Nous donnons la surface totale de cette île, mais il n'y a qu'une partie des côtes ouest et sud-est qui soient habitées et habitables.

7 Petites Antilles (partie méridionale de Saint-Martin, Saint-Eustache, Saba).

8 Alaska; Porto-Rico; îles Saint-Jean, Saint-Thomas et Sainte-Croix, appelées les îles Vierges des Etats-Unis; la double zone le long du canal de Panama.

V. — AMÉRIQUE DU SUD.

Noms	Forme du gouvernement	Superficie en km²	Population absolue	Densité par km²
Argentine [1]	Républ. fédér.	2.972 000	8.750.000	3
Bolivie	Républ. démoc.	1 330.000	2 900.000	3
tats-Unis du Brésil	Républ. fédér	8 500.000	30.000 000	3,5
Chili [2]	Républ. démoc.	750.500	3 950.000	5
Colombie	Républ. démoc.	1.127.375	7 000 000	6
Équateur [3]	Républ. démoc.	307.243	2 100.000	6
Paraguay	Républ. démoc.	253.100	1.000.000	4
Pérou	Républ. démoc.	1 383 000	5 510.000	4
États-Unis du Vénézuéla	Républ. fédér.	1.020.400	2.743.850	3
Uruguay	Républ. démoc.	178.700	1.500 500	8
Possessions britanniques [4]	—	253.450	697 000	—
Possessions hollandaises [5]	—	130 155	167 000	—
Possession française [6]	—	88 200	49 000	—

1 Y compris la Patagonie argentine.

2 Non compris l'île de Pâques.

3 Y compris les îles Galapagos.

4 Iles Trinité et Tobago; Guyane britannique; îles Falkland ou Malouines dont dépendent : Géorgie du sud; Orcades, Shetlands et Sandwich du sud; île Lobos (dans le Rio de la Plata). Il faut y ajouter des côtes non habitées dans les régions polaires antarctiques (terre de Graham, etc.).

5 Iles sous le Vent (Curaçao et îles voisines); Guyane hollandaise.

6 Guyane française.

Noms	Superficie en km²	Population absolue
Possessions britanniques [1]	8.515 000	7.520 000
Possessions françaises [2]	21 000	90 000
Possessions des États-Unis d'Amérique [3]	314 000	12.000 000
Possessions hollandaises [4]	1 900 000	49 000 000
Possessions japonaises [5]	2 580	60 750
Possession chilienne [6]	124	250
Possession portugaise [7]	19.000	378 000
Possession anglo-française [8]	13.200	70 000

[1] Fédération australienne (Australie : Victoria, Nouvelle Galles du sud, District fédéral, Queensland, Australie méridionale, Australie occidentale, Territoire fédéral du nord, Tasmanie); Nouvelle Guinée : Nouvelle Guinée britannique (S.-E.) et Nouvelle Guinée naguère allemande (N.-E.); îles Lord Howe, Norfolk, Macquerie; Nouvelle Zélande (îles du Nord et du Sud, Chatham, Bounty, Campbell, Kermadec, Cook, Steward); îles et archipels du Pacifique : Fidji et Rotuma, de l'Union, Palmerston, Suwarow, Phénix, Sporades, Fanning, Palmyra, Christmas, Manahiki, Gilbert, Ellice, Salomon britannique, Sainte-Croix, Tucopia, Ducie et Pitcairn, Tonga; Bornéo britannique (N.-W.); archipel Bismarck : Birara ou Nouvelle Poméranie, Bougainville, Tombara ou Nouveau Mecklembourg, et de l'Amirauté; Territoire des Samoas occidentales (naguère allemandes).

[2] Nouvelle Calédonie et les petites îles voisines; îles Loyauté, Chesterfield, Taïti, Touamotou, Toubouaï, Marquises, Wallis et Horn, Clipperton.

[3] Ile Guam (une des Marianes); îles Toutouila et d'autres plus à l'est dans l'archipel des Samoa; îles Wake et Johnston; îles Philippines; îles Hawaï ou Sandwich.

[4] Indes néerlandaises (Java, Sumatra, Célèbes, Bornéo hollandais, Soumbava, Soumba, Madoera, Flores, Lombok, Banka et Billiton, Nouvelle Guinée hollandaise (W.); île Céram; la moitié de Timor; îles Moluques.

[5] Archipel de Magellan (îles Bonin et Vulcano); îles Mariannes, Palau, Carolines et Marshall (naguère possessions allemandes).

[6] Ile de Pâques.

[7] Timor portugais; île Cambing.

[8] Nouvelles Hébrides.

TABLE DÉTAILLÉE DES MATIÈRES.

PLANCHE FRONTISPICE.

PRÉFACE DE LA 1re ÉDITION . . . . . pp. V-VII

PRÉFACE DE LA 2e ÉDITION . . . . . pp. VIII-XI

PRÉFACE DE LA 3e ÉDITION . . . . . p. XII

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES. . . . . p. XIII

PLANCHES II A XVII, HORS TEXTE . . . . . pp. XIV-XLVI

INTRODUCTION . . . . . pp. 1-10

I. *La science géographique.*

La terre, la géographie; divisions de la science géographique; considérations générales . . . . . pp. 1-4

II. *Les grandes découvertes.*

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.

CHAPITRE I. — LA TERRE . . . . . pp. 11-46

I. *Horizon et orientation.*

Horizon; points cardinaux; orientation . . . . pp. 11-16

II. *L'Univers.*

Le ciel; mouvements des astres; monde solaire; l'Univers . . . . . pp. 16-20

III. *La Terre.*

Forme de la Terre; dimensions; distance du Soleil; mouvements de rotation et de révolution; position pp. 20-29

IV. *Division du temps.*

Les jours; les années; le calendrier; longueur maxima des jours; inégalité des jours et des nuits . . . pp. 29-34

V. *Lignes et cercles de la sphère.*

Axe et pôles; grands cercles; petits cercles; équateur; parallèles; zones; méridiens; écliptique; antipodes pp. 35-41

VI. *Latitude et longitude.*

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; mesure des distances; mesure des surfaces; mesure des altitudes et des profondeurs; projections cartographiques . . . . . pp. 47-60

DEUXIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

CHAPITRE I. — GÉNÉRALITÉS.

Géologie et géographie physique . . . . . pp. 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. 62-71

CHAPITRE III. — GÉOGRAPHIE PHYSIQUE.

A. — Généralités.

Terres; eaux et atmosphère; répartition des terres et des eaux. . . . . pp. 72-73

B. — Les Terres.

I. *Configuration horizontale des terres.*

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. *Configuration verticale des terres.*

Les montagnes (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; — *les plateaux* (causes de formation; classification; modifications actuelles de la surface des plateaux; aspect; destruction; répartition géographique des plateaux), pp. 87-90; — *les collines* (causes de formation; dunes), pp. 90-91; — *les vallées* (causes de formation; classification; répartition géographique; modifications actuelles de la forme des vallées), pp. 91-92; — *les plaines* (causes de formation; classification; répartition géographique), pp. 93-95; — *les dépressions continentales* (causes de leur formation; répartition géographique), p. 96; — *les volcans* (causes de formation; aspect; classification; répartition géographique; action des volcans sur le modelé terrestre; phénomènes volcaniques secondaires), pp. 96-102; — *les îles* (causes de formation; classification; îles continentales; îles océaniques), pp. 102-104 . . pp. 79-104

III. *Mouvements actuels des terres.*

L'intérieur de la Terre (épaisseur de l'enveloppe solide; le phénomène géothermique; le noyau central; mouvements de l'écorce terrestre), pp. 105-106; — *les tremblements de terre* (causes; classification; répartition géographique; action des tremblements de terre sur le modelé terrestre), pp. 106-108; — *les mouvements lents du sol* (causes du déplacement de la ligne du rivage; répartition géographique des mouvements lents du sol), pp. 108-110 . . . . . pp. 104-110

C. — Les Eaux.

I. *Les eaux marines.*

Répartition géographique des eaux marines (leur étendue; leur continuité; forme et situation des continents; les détroits), pp. 110-113; — *la surface des fonds sous-marins* (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; — *caractères des eaux marines* (masse; niveau; composition; couleur; température), pp. 117-120; — *mouvements des eaux marines* (espèces de mouvements; les vagues; les marées; les courants de marées, d'alimentation, de fond, de surface), pp. 120-129; — *action des eaux marines sur le modelé terrestre*

(causes de cette action; action destructive; action reconstructive), pp. 129-133 . . . . . pp. 110-133

II. *Les eaux courantes.*

Répartition géographique des eaux courantes (origine des eaux courantes; infiltration; nappes aquifères; sources; ruissellement; torrent; ruisseau, rivière et fleuve; lacs), pp. 133-141; — *le cours d'un fleuve* (son alimentation; son bassin; son régime; son cours; son profil), pp. 141-147; — *action des eaux courantes sur le modelé terrestre* (importance de cette action; action destructive; érosion; creusement des vallées; action reconstructive), pp. 147-155 . . . . . pp. 133-155

III. *Les eaux souterraines.*

Répartition géographique des eaux souterraines (origine des eaux souterraines; causes de leur existence; leurs cours), pp. 155-157; — *action des eaux souterraines sur le modelé terrestre* (action destructive; action reconstructive), pp. 157-159 . . . . . pp. 155-159

IV. *Les eaux solides.*

Les neiges (origine de la neige; limite des neiges persistantes; avalanches de neige), pp. 159-161; — *les glaciers* (leur formation; classification; répartition géographique; mouvement des glaciers; aspect; variations; glaciers polaires), pp. 161-165; — *action des glaciers sur le modelé terrestre* (action destructive; action reconstructive), pp. 165-168 . . . . . pp. 159-168

D. — L'atmosphère.

I. *L'air.*

Composition; épaisseur; pesanteur; isobares; température; le climat et ses éléments . . . . . pp. 168-170

II. *Température.*

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 170-178

III. *Précipitations atmosphériques.*

Humidité de l'atmosphère; nuages et brouillards; nébulosité; la pluie; répartition géographique des pluies;

régime des pluies : régulières, périodiques, rares, variables . . . . . pp. 178-183

IV. *Circulation atmosphérique.*

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. *Phénomènes optiques et électriques* dont l'atmosphère est le siège . . . . . p. 187

VI. *Action des phénomènes atmosphériques sur le modelé terrestre.*

Action des pluies et des neiges; action destructive de la température, action destructive des vents; action reconstructive . . . . . pp. 187-190

TROISIÈME PARTIE : GÉOGRAPHIE BIOLOGIQUE.

CHAPITRE I. — GÉNÉRALITÉS.

La biosphère; but et division de la géographie biologique . . . . . pp. 191-192

CHAPITRE II. — GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

A. — Notions préliminaires.

Botanique et géographie botanique; flore et végétation; moyen de dispersion des plantes; obstacles à la dispersion des plantes; régions sans végétation . . pp. 193-194

B. — Les types principaux d'associations végétales spontanées.

Associations végétales forestières; associations végétales herbacées; associations végétales désertiques . pp. 194-196

C. — Répartition géographique des principales associations végétales.

I. *Végétation du domaine aquatique.*

Végétation des eaux marines; végétation des eaux douces . . . . . pp. 196-197

II. *Végétation du domaine continental.*

Végétation de la zone torride (caractéristiques du climat; répartition géographique des végétaux), pp. 197-198;

— *végétation des zones tempérées* (caractéristiques du climat; répartition géographique des végétaux) pp. 198-200; — *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 . . . . . pp. 197-201

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; action des végétaux sur la surface terrestre pp. 201-204

CHAPITRE III. — GÉOGRAPHIE ZOOLOGIQUE.

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.

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.

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.

A. — Considérations préliminaires.

But de la géographie ethnographique . . . . . p. 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.

I. *Restes ostéologiques.*

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. *Restes de l'industrie de l'homme préhistorique.*

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. 229-231

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.

A. — Considérations préliminaires.

But de l'anthropogéographie . . . . . pp. 241

B. — L'homme au point de vue géographique.

I. *La Terre habitée.*

Le peuplement du globe terrestre; l'œcumène; la population actuelle du globe . . . . . pp. 241-243

II. *Répartition géographique de la population.*

Densité de la population; répartition géographique de la population . . . . . pp. 243-245

III. *Les établissements humains.*

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. *Mouvements de la population et des agglomérations humaines.*

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 déserts froids . . . . . pp. 265-268

E. — Les influences de l'homme sur la nature.

I. *Activité de l'homme s'inscrivant sur le sol par l'habitation et la circulation.*

Habitation; circulation . . . . . pp. 270-271

II. *Activité de l'homme s'inscrivant sur le sol par des modifications de la végétation et de la faune.*

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. *Activité humaine s'inscrivant sur le sol par l'exploitation du sol et du sous-sol.*

Exploitation du sol; exploitation du sous-sol . . pp. 274-275

IV. *Modifications de phénomènes naturels.* . . . . . pp. 275-276

CHAPITRE IV. — GÉOGRAPHIE POLITIQUE.

A. — Considérations préliminaires.

But de la géographie politique . . . . . p. 277

B. — L'État au point de vue géographique.

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. — Formes politiques et répartition géographique des États.

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 . . . . . pp. 286-288

CHAPITRE V. — GÉOGRAPHIE ÉCONOMIQUE.

A. — Considérations préliminaires.

Buts de la géographie économique; l'homme en géographie économique; aptitudes économiques des populations humaines . . . . . pp. 289-291

B. — Les produits de la nature et leur répartition géographique.

I. *Produits servant à l'alimentation.*

Produits agricoles (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; — *produits de l'élevage* (le bétail bovin; le bétail ovin; le bétail porcin; la volaille), pp. 301-302; — *produits de la chasse et de la pêche* (chasse; pêche fluviale; pêche maritime), pp. 303-304; — *produits minéraux* (le sel), p. 304 . . . . pp. 291-304

II. *Produits servant à l'habillement.*

Produits végétaux (le lin; le chanvre; le coton), pp. 304-306; — *produits animaux* (la laine; la soie), pp. 306-307 . . . . . pp. 304-307

III. *Produits servant à l'habitation.*

Produits végétaux, p. 307; — animaux, p. 308; — minéraux, p. 308 . . . . . pp. 307-308

IV. *Matières servant à l'industrie.*

Les combustibles minéraux (la houille; le lignite; le pétrole), pp. 308-311; — *les minéraux utiles* (le fer; le cuivre; le zinc; le plomb, le nickel; autres), pp. 311-314; — *les minéraux précieux* (l'or; l'argent; le platine), pp. 314-315; — *les matières premières végétales et animales* (matières végétales, matières animales), pp. 315-316 pp. 308-316

C. — La localisation des industries.

I. *Généralités.*

Causes principales de cette localisation . . . . pp. 316-317

II. *Répartition géographique des principales industries.*

Industrie charbonnière; industrie sidérurgique; industrie cotonnière; industrie de la laine; industrie de la soie; les industries alimentaires . . . . . pp. 317-322

III. *Les centres de l'industrie.*

Régions industrielles . . . . . pp. 322-323

D. — La circulation des produits.

I. *Généralités.*

Circulation des produits; la géographie de la circulation . . . . . pp. 323-324

II. *Les voies de communication.*

Voies de communication naturelles; voies de communication artificielles 324-328

III. *Les moyens de transport.*

Transports continentaux; tranports maritimes; transports aériens; transmission des idées. 328-334

IV. *La distribution des produits.*

Le commerce (commerce de la houille, de fer, du zinc, des céréales; du coton; de la laine, de la soie, du pétrole) . . . . . pp. 334-339

V. *Les centres du commerce.*

Régions très commerçantes; les ports; les grands courants commerciaux; les grands domaines économiques . . . . . pp. 339-342

APPENDICE I : ÉLÉMENTS DE COSMOGRAPHIE.

CHAPITRE I. — L'UNIVERS.

Idée générale de l'Univers; le système solaire; gravitation; mouvement apparents du ciel; la sphère céleste . . . . . pp. 343-345

CHAPITRE II. — LE SOLEIL.

Nature et aspect; distance de la Terre; dimensions; mouvements apparents; mouvements réels; zodiaque pp. 346-349

CHAPITRE III. — LA TERRE . . . . . p. 350

CHAPITRE IV. — LA LUNE.

Distance de la Terre; dimensions; aspect; mouvements; phases de la Lune; influences de la Lune . pp. 351-355

CHAPITRE V. — LES ÉCLIPSES.

Définition; éclipses du Soleil; éclipses de Lune; fréquence des éclipses . . . . . pp. 356-357

CHAPITRE VI. — LES PLANÈTES.

Nature et mouvements; position; principaux éléments du système solaire; loi de Bode; Mercure; Vénus; Mars; astéroïdes; Jupiter; Saturne; Uranus; Neptune . . pp. 358-361

CHAPITRE VII. — COMÈTES, ÉTOILES FILANTES, BOLIDES . . pp. 362-363

CHAPITRE VIII. — LES ÉTOILES FIXES.

Distances; grandeurs; constellations; nébuleuses; amas d'étoiles; la voie lactée . . . . . pp. 364-366

APPENDICE II : LES ÉTATS ET LES COLONIES.

A. Statistique des habitants de l'Europe classés d'après leur langue maternelle . . . . . p. 367

B. Répartition géographique des États et des colonies :

I. Forme du gouvernement, superficie, population des États de l'Europe et de leurs colonies . . . pp. 368-369

II. États et colonies en Asie . . . . . p. 370

III. États et colonies en Afrique . . . . . p. 371

IV. États et colonies en Amérique du Nord . . . p. 372

V. États et colonies en Amérique du Sud . . . p. 373

VI. Colonies en Océanie . . . . . p. 374

TABLE DÉTAILLÉE DES MATIÈRES . . . . . pp. 374-386

UNIVERSITÉ DE LIÈGE
L G
BIBLIOTHÈQUE

