les conditions de refroidissement, se produit sous la forme de pluie, de grêle ou de neige. La répartition des pluies sur le globe dépend de la température, des vents qui sont secs ou humides, du voisinage de l'océan, du relief.

IV. Classification des climats. — La combinaison de la température, des vents et des pluies détermine le climat d'un pays. On distingue sur la terre cinq zones climatiques principales: 1° une zone torride, très chaude et très humide, terminée à ses extrémités sous les tropiques par des régions très chaudes et séches à l'excès; 2° deux zones tempérées, médiocrement chaudes et plus ou moins humides, suivant qu'il s'agit de pays exposés aux influences maritimes ou de pays continentaux; 3° deux zones glaciales aux abords des deux pôles: peu d'humidité, faute de chaleur; hivers très rudes, étés presque froids.

## § 4. — LES FLEUVES

Les eaux des mers s'évaporent sous l'action du soleil et for ment les nuages qui flottent dans l'atmosphère. Ces nuages, charriés par les vents, se condensent s'ils viennent à entrer dans un milieu plus froid et se précipitent en partie sur le sol. Cette condensation donne, sur les hautes montagnes, les neiges qui s'amoncellent autour des sommets et s'y transforment à la longue en glaciers; sur les montagnes moins élevées et dans les plaines, elle produit le plus souvent de la pluie.

Si le sol sur lequel cette pluie tombe est un terrain compact, difficilement perméable à l'eau, tel que le schiste ou l'argile, la pluie s'écoule directement à la surface, suivant la pente, en ruisseaux d'importance variable. Si, au contraire, le sol est facilement perméable, si, par exemple, il est formé de calcaires, de craies ou de sables, une partie seulement de l'eau tombée s'écoulera immédiatement suivant la pente; le reste s'infiltrera dans l'intérieur de la terre jusqu'à la rencontre d'une couche imperméable qui l'arrêtera et la forcera à rejaillir à la surface par une source.

Les glaciers, les ruisseaux qu'alimentent les pluies, et les sources, telle est la triple origine des rivières et des fleuves.

Neiges et glaciers. — Sur les montagnes élevées, les neiges tombent en assez grande abondance pour que les chaleurs de l'été ne parviennent pas à les fondre entièrement. Elles y séjournent donc d'une manière persistante. Les hauts sommets apparaissent couverts éternellement de neiges immaculées à

partir d'une altitude qui varie suivant les pays. La limite des neiges persistantes dépend évidemment de la chaleur : dans les régions froides, elle s'abaisse presque au niveau de la mer, alors que dans les régions chaudes elle s'élève fort haut. Pour



Glacier d'Aletsch.

un même pays, la limite varie également suivant le degré d'humidité du climat: les neiges persistantes ne descendent pas aussi bas sur les versants secs que sur les versants humides. Dans les Alpes, c'est à partir de 2 700 ou 2 800 mètres qu'elles apparaissent; sous l'équateur, on ne les trouve souvent qu'à 5 000 mètres.

Une partie des neiges qui couvrent les montagnes se précipite dans les vallées sous forme d'énormes masses, qui entraînent parfois avec elles des blocs de rochers et ravagent les pentes où elles passent: ce sont les avalanches; elles se produisent surtout au printemps, quand la neige, commençant à fondre, perd de sa cohésion. Le reste des neiges, en se tassant dans les cirques de montagnes, fond peu à peu, et, après des alternatives multiples de dégel et de regel, se transforme graduellement en une masse solide, d'abord granuleuse, ou névé, puis en une masse compacte nommée glacier.

Ces glaciers sont de vrais fleuves solides. Ils glissent sur les pentes des montagnes, suivent toutes les anfractuosités de leur vallée, et, chemin faisant, s'unissent à d'autres glaciers descendus également des cirques supérieurs et qui sont comme leurs affluents. Les glaciers ne différent des rivières que par leur vitesse, qui est nécessairement beaucoup moindre. En 1827, l'explorateur suisse Hugi construisit sur le glacier de l'Aar une hutte de pierres; trois ans après, elle se trouvait 100 mètres plus bas; en 1836, elle était à 714 mètres, et, en 1840, à 1428 mètres de sa position primitive.

La surface des glaciers est loin d'être unie. Elle est rugueuse et coupée de crevasses profondes. En outre, elle est recouverte de débris nombreux, pierres, blocs rocheux, que le vent, la pluie, ou le glacier lui-même, qui exerce une friction énergique sur ses bords, ont arrachés à la montagne. Charriés ainsi sur un lit de glaces, ces pierres conservent leurs aspérités et leurs angles, au contraire des pierres que les eaux roulent et qui présentent à la longue des contours adoucis, sinon arrondis. Lorsqu'ils sont parvenus à l'extrémité inférieure, ou front du glacier, les blocs transportés s'arrêtent et forment, par leur amoncellement, des murailles facilement reconnaissables qu'on nomme moraines.

Eaux souterraines et sources. — L'eau qui tombe sur les terrains perméables, comme le sable, le grès, le calcaire ou la craie, s'infiltre dans l'intérieur du sol et y forme de larges nappes souterraines au contact des couches imperméables.

En circulant ainsi dans l'intérieur du sol, les eaux y produisent des érosions considérables, en particulier dans les roches calcaires qui sont peu compactes. Elles les décomposent, les désagrègent, les évident, et, minant en dessous les couches de terrain qui les recouvrent, elles y déterminent des effondre-

ments. Ainsi ont été creusées, en maint pays, des grottes pittoresques où roulent des cours d'eau souterrains en formant des cascades et des lacs. On y trouve aussi des revêtements de stalactites et de stalagmites, produits par le suintement des eaux chargées de calcaire en dissolution. La plus fameuse des grottes actuellement connues est la Caverne du Mammouth, dans le Kentucky (État-Unis): elle se compose de 223 couloirs, mesurant un développement total de 240 kilomètres. La région française des Gausses, située au sud du Massif Central, renferme également des grottes curieuses, quoique beaucoup plus petites.

Ces eaux souterraines reparaissent à la surface du sol par les sources. La température de ces sources dépend de la profondeur à laquelle se trouve la nappe d'eau qui les alimente: quelques-unes donnent des eaux bouillantes, comme les geysers d'Islande, de la Nouvelle-Zélande et des États-Unis; d'autres donnent des eaux chaudes, telles que celles de Luchon, qui ont jusqu'à 58 degrés, celles d'Ax, qui en ont 78, et celles de Hammam-Meskoutine, en Algérie, qui en ont 95.

Les eaux des sources sont, en outre, rarement pures. Dans leur trajet souterrain, elles se trouvent en contact avec des roches diverses, carbonates, sulfates, etc., qu'elles dissolvent et qui leur communiquent des propriétés particulières. Certaines de ces sources, qui tiennent en suspension du calcaire, deviennent incrustantes, c'est-à-dire qu'elles revêtent d'une couche d'enduit calcaire les objets qu'on y plonge. D'autres, chargées de sels de fer, de soufre ou de sels alcalins, acquièrent des propriétés curatives: ce sont les sources médicinales (alcalines, sulfureuses, ferrugineuses, etc.).

Fleuves et rivières. — L'eau provenant de la fonte des glaciers et des neiges, des sources ou de la pluie, s'écoule à la surface du sol, suivant la pente. Elle forme des ruisselets et des ruisseaux qui descendent d'amont en aval, et qui, réunis à d'autres, deviennent peu à peu les rivières et les fleuves.

Les cours d'eau dépendent à la fois du climat, de la composition géologique du sol qu'ils traversent, enfin de son relief.

Le climat influe grandement sur les cours d'eau, dont il règle le volume. Dans les climats humides à évaporation modérée, la rivière est abondante et ne cesse de s'accroître jusqu'à la mer, tandis qu'il arrive, dans certains climats secs, que le cours d'eau parti des montagnes, graduellement appauvri par l'intensité de l'évaporation, finit par s'assécher complètement, bu par les sables et par l'air: ce dernier cas est celui des rivières de l'Asie centrale, de l'Iran, de l'Arabie, et de bien d'autres.

En outre, le climat détermine le régime spécial de chaque cours d'eau, c'est-à-dire l'époque où il atteint d'ordinaire son maximum ou son minimum de volume. Les fleuves qui s'alimentent dans les hautes montagnes chargées de glaciers et de neige, ont leur crue en été, au moment des plus grandes chaleurs: pendant l'hiver, au contraire, ils seront au minimum, ou, comme ou dit, à l'étiage, la fonte des glaces et des neiges ayant cessé. Dans nos régions, où dominent les pluies d'automne, cette saison est en général celle où nos rivières sont en crue. Les pluies d'été dominant dans les pays équatoriaux, les fleuves atteignent leur maximum en été.

La constitution géologique du sol n'influe pas moins sur le régime des cours d'eau. Les terrains perméables absorbent, à la saison pluvieuse, une partie des pluies qui vont alimenter leurs sources souterraines, et ces dernières, sortes de réserves, ne les rendent que petit à petit, suivant leur profondeur ou leur niveau. Ainsi se trouvent empêchés un afflux d'eau trop soudain pendant la saison humide, en même temps qu'un appauvrissement excessif, à l'époque des sécheresses. Les fleuves qui coulent sur des terrains perméables sont donc remarquables par l'égalité relative de leur débit.

Tout au contraire, dans les pays au sol imperméable, les eaux de pluie, obligées de s'écouler immédiatement à la surface, forment, lors des grandes averses, des inondations énormes et rapides, auxquelles, par suite du manque de sources, succède dans la saison sèche une maigreur extrême. Les fleuves qui coulent sur des terrains imperméables sont donc sujets à des variations énormes de débit.

Notre Seine, qui coule en pays calcaire, est un fleuve très égal; ses inondations sont rares, et, même l'été, elle conserve toujours assez d'eau pour porter de gros bateaux. Notre Loire, au contraire, qui s'alimente, ainsi que ses principaux affluents, dans les granits imperméables du Massif Central, a presque toujours ou trop d'eau ou pas assez. A la suite de pluies persistantes, on l'a vue monter de 6 et 7 mètres audessus de son étiage, — cela en deux ou trois jours, — percer ses digues, se répandre sur ses rives, et causer d'énormes dégâts. Par contre, chaque été, la Loire, qui ne reçoit plus

d'eau ni du ciel ni des sources, se transforme en une vaste grève mamelonnée, où courent çà et là de maigres filets d'eau courante.

Le relief contribue enfin à modifier d'un point à l'autre la physionomie des cours d'eau. Ceux des montagnes, torrents à forte pente, dévalent vivement vers la plaine par sauts et cascades, en érodant profondément leurs rives; quand un orage les enfle soudain, ils deviennent furieux et roulent des amas de terres enlevées des pentes et jusqu'à d'énormes rochers Dans les plaines movennes, les pentes sont moindres, les courants plus réguliers; les cours d'eau, moins turbulents, se prêtent à la navigation : ils ne roulent plus de rocs, mais seulement des graviers, que l'usure transforme graduellement en sables. Enfin, les cours d'eau des plaines basses, comme celles qui avoisinent souvent les côtes, n'ont qu'une pente insensible: leur lit est large; le courant est trop faible pour chasser les sables fins et les boues, si ses eaux en sont chargées : ceux-ci se déposent alors au fond et y constituent soit des bancs de sable, soit des deltas.

La plupart des fleuves traversent ainsi successivement trois zones fort diverses: une zone torrentielle ou d'érosion, une zone moyenne et une zone de dépôt. Dans les pays de grandes plaines comme la Russie, les rivières sont calmes et navigables sur la presque totalité de leur cours. Dans d'autres régions qui ont un relief tourmenté, la zone torrentielle peut être, au contraire, fort étendue, et il arrive que certains fleuves sont encombrés de rapides qui y contrarient la navigation jusqu'aux approches de la mer.

Lacs. — Une partie des eaux courantes qui existent à la surface du globe sont arrêtées dans des dépressions qu'elles renplissent et où elles s'étalent en nappes. Ces nappes liquides sont les lacs, les étangs, les marais, etc.

On les trouve en grand nombre dans les montagnes et dans les régions très tourmentées; les Alpes, les hautes terres d'Écosse en renferment beaucoup. Il en existe également dans les plaines. Celles-ci sont parfois d'anciennes lagunes marines séparées peu à peu de la mer par les alluvions : tels les lacs et étangs qui couvrent le littoral français du Bas-Languedoc; ou bien des eaux pluviales, amassées en marais sur un sol imperméable et dépourvu de pente : tels les étangs de la Dombes, de la Sologne et des Landes.

Principaux fleuves et lacs de la terre. — Il existe de nombreux fleuves importants à la surface de la terre. Les plus longs coulent dans les parties du monde les plus largement étendues, où ils ont de la place pour se développer. Les plus volumineux appartiennent naturellement à la zone équatoriale, où tombent d'énormes précipitations de pluie.

L'Europe est loin de venir au premier rang tant pour la longueur que pour l'abondance de ses cours d'eau. Elle manque, en effet, de largeur, et les pluies n'y atteignent nulle part une intensité très grande.

Le premier des fleuves européens est la Volga, qui a une longueur de 3 560 kilomètres et un débit moyen de 9 900 mètres cubes par seconde; ses crues se produisent au printemps, quand fondent les amas de neige qui couvrent la Russie pendant l'hiver. Le second est le Danube (2 850 kil., 9 200 m. cubes). Viennent ensuite le Dniepr (2146 kil.), le Don (1855 kil.), la Vistule, le Rhin (1 320 kil.), l'Elbe, le Tage, la Loire (1 020 kil.). Les autres fleuves de l'Europe occidentale, Rhône, Garonne, Seine, Tamise, ne sont, pour la longueur, que de petits fleuves. Au troisième rang des fleuves européens, pour l'importance du débit, se place la Néva, qui n'a que 58 kilomètres de longueur, mais qui est alimentée par les eaux des trois lacs Ilmen. Onega et Ladoga.

L'Asie renferme des fleuves bien plus considérables. Au nord, ce sont les trois grandes rivières sibériennes, Ob, Iéniséi (4750 kil.) et Léna, qui dépassent 4000 kilomètres de longueur; ces trois fleuves de plaines seraient très navigables, mais leurs embouchures restent impraticables par l'amoncellement des glaces pendant les deux tiers de l'année. A l'est, c'est l'Amour, autre fleuve sibérien, le Hoang-Ho (4 192 kil.), ou fleuve Jaune, et le Yang-tsé-Kiang (5082 kil.), ou fleuve Bleu, qui baignent la Chine, et le Mékona (4 240 kil.), qui traverse l'Indo-Chine. Au sud enfin, ce sont le Salouen, l'Irraouaddy, le Brahmapoutra, le Gange, l'Indus et le Chat-el-Arab, formé par la réunion du Tigre et de l'Euphrate. Le Brahmapoutra et le Gange n'atteignent ni l'un ni l'autre une longueur de 3 000 kilomètres; mais, coulant dans la région des moussons, ils jettent à la mer une masse énorme d'eau pendant l'été.

En Asie, par contre, se trouvent des fleuves qui s'assèchent graduellement dans les sables avant d'avoir pu atteindre la mer extérieure. On les trouve surtout sur les plateaux du centre.

L'Afrique est un pays de fleuves longs et abondants; mais en raison de la forme de plateau qu'elle affecte, ces fleuves se trouvent presque tous coupés de cataractes, non loin de la mer, à la traverse des montagnes littorales. On compte quatre grands fleuves africains : le Nil (6 500 kil.), qui est le plus long; ses crues se font sentir pendant tout l'été, de mai à novembre, au moment où le soleil brille verticalement sur son

bassin supérieur: le Niger (4150 kil.); le Congo (4200 kil.). qui est le plus abondant, parce que, coulant sous l'équateur et recevant des affluents venus de droite et de gauche, il est toujours en crue, soit par lui-même, soit par les uns ou les autres de ses affluents : certains explorateurs évaluent son débit à 100000 mètres cubes par seconde, et, un fait certain, c'est qu'à plus de 20 kilomètres de l'embouchure du fleuve l'eau de surface de l'Atlantique est encore douce; enfin le Zambèze.

Les autres fleuves africains, Sénégal, Ogooué, Cuanza, Cunéné, Orange, Limpopo, ne sont pas comparables aux précédents, bien qu'ils dépassent tous 1000 kilomètres de longueur.

L'Amérique, région de relief simple où dominent les plaines largement étendues, et pays en général humide, le mieux arrosé de toutes les parties du monde, possède les fleuves les plus abondants et les plus facilement navigables de la terre entière.

L'Amérique du Nord renserme le Saint-Laurent, long de 3500 kilomètres, dont 1000 environ accessibles à la marée, et le Mississippi, qui, depuis la source du Missouri, son principal affluent et son vrai point de départ, mesure 5882 kilomètres de longueur. - L'Amérique du Sud renferme l'Orénoque; le Marañon ou rivière des Amazones, sorte d'équateur humide, qui coule parallèlement à l'équateur, mesure près de 6000 kilomètres, et jette à la mer jusqu'à 250 000 mètres cubes par seconde d'eau vaseuse au temps des plus fortes crues; enfin le Rio de la Plata, formé par la réunion de trois grandes rivières, Paraguay, Parana, Uruguay.

L'Australie, dont le climat est très sec, ne possède qu'un seul fleuve, le Murray: il est assez long (1800 kil.), mais très peu abondant.

Quant aux lacs, les plus nombreux et les plus vastes se trouvent dans l'Amérique du Nord et en Afrique. Dans l'Amérique du Nord, s'étendent, d'une part, les cinq grands lacs où s'alimente le Saint-Laurent : lacs Supérieur, le plus vaste de la terre (85 000 kil. carrés), Michigan, Huron, Érié, Ontario; de l'autre, les lacs qui convergent vers la baie de Hudson, lacs Winnipeg, des Esclaves, de l'Ours. L'Afrique possède également une région de grands lacs, située sous l'équateur: elle comprend une infinité de lacs moyens et petits, et trois grands lacs, Nyassa, Tanganyika et Victoria: ce dernier est presque aussi étendu que le lac Supérieur.

Les autres contrées de la terre ne renferment que de moindres lacs : l'Asie a le lac Baïkal et la mer d'Aral, qui ne cesse de diminuer par évaporation; l'Europe a les lacs alpestres, Léman, de Constance, Majeur, de Côme, de Garde, Balaton, etc., les lacs russes, Onéga, Ladoga, Ilmen, Peïpous, etc., enfin les lacs scandinaves, écossais et irlandais, plus pittoresques par la situation qu'importants par l'étendue.

## BÉSUMÉ

1. Neiges et glaciers. — Les neiges séjournent sur les hautes montagnes d'une façon persistante, à partir d'une altitude qui varie suivant la latitude ou le degré d'humidité. Un partie de ces neiges tombe dans les vallées en avalanches. Le reste, après des alternatives diverses de dégel et de regel, forme des névés et des glaciers, sortes de fleuves solides qui se meuvent lentement en entraînant des pierres tombées de la montagne.

II. Eaux souterraines et sources. — L'eau tombée sur les terrains perméables y pénètre, en produisant dans l'intérieur des érosions diverses, grottes, cavernes, effondrements. Elle rejaillit ensuite à la surface par des sources. Ces sources sont parfois chaudes, parfois chargées de sels divers provenant de la dissolution des roches qu'elles ont rencontrées dans leur trajet souterrain : ainsi se forment les sources médicipales

III. Fleuves et rivières. — Les eaux provenant de la fonte des neiges, des sources et du ruissellement à la surface de la terre, engendrent les cours d'eau, torrents, rivières, fleuves. Tout cours d'eau dépend étroitement du climat, de la constitution géologique du sol et du relief: ce sont ces diverses influences qui règlent son débit, son régime, sa pente, et qui en font des rivières utiles et régulières, ou des rivières capricieuses et inutiles.

IV. Principaux fleuves et lacs de la Terre. — D'une manière générale, les fleuves les plus volumineux de la Terre coulent dans les régions équatoriales, les plus abondamment arrosées. L'Europe n'a que des fleuves assez médiocres pour la longueur et le débit (Volga, 3500 kil., 9900 m. c. par seconde). L'Asie en a de bien plus importants, les fleuves sibériens (Ob, Iénisséi, Léna), chinois et indo-chinois (Hoang-Ho, Yang-

tsé-Kiang, 5 082 kil., Mékong), hindous (Brahmapoutra, Gange, Indus). L'Afrique a le Nil (6 500 kil.), le Zambèze, le Niger et l'énorme Congo (peut-être 100 000 m. c. de débit par seconde). L'Amérique renferme le Saint-Laurent, le Mississippi (5 882 kil. avec le Missouri), l'Orénoque, le Marañon (6 000 kil., et jusqu'à 250 000 mètres cubes par seconde au temps des plus fortes crues), enfin le Rio de la Plata. Les cours d'eau de l'Australie ne sont pas comparables même à ceux de l'Europe.

Les deux régions de la Terre fameuses par leurs grands lacs sont le (anada (lacs Supérieur, Michigan, Huron, Érié, Ontario) et le plateau oriental de l'Afrique (lacs Victoria, Albert, Nyassa, Tanganyika). En Europe, lacs dans les vallées des Alpes et sur le pourtour de la Baltique.

## §. 5. — RESSOURCES NATURELLES

La Terre offre à l'homme des ressources diverses, qu'il emploie à satisfaire ses besoins. Ces ressources sont de trois sortes : elles comprennent des minéraux, des végétaux et des animaux. Les unes lui fournissent sa nourriture quotidienne; d'autres lui permettent de bâtir des habitations, de se vètir, de confectionner des outils et des instruments variés, de créer l'industrie.

Minéraux, végétaux, animaux, dépendent étroitement des diverses conditions naturelles que nous avons précisément étudiées. Les divers minéraux ne se trouvent pas indifféremment dans tous les terrains; les divers végétaux et animaux ne croissent pas et ne vivent pas indifféremment sur tous les sols et sous tous les climats.

Minéraux. — Les richesses minérales de la terre consistent en métaux, en combustibles minéraux et en matériaux de construction. Il est des pays qui en possèdent d'abondantes, d'autres qui en sont entièrement ou presque entièrement dépourvus. Leur répartition dépend entièrement de la constitution géologique du sol.

Les terrains se divisent en trois groupes principaux, suivant leur âge : les terrains primitifs et primaires, les plus anciens, tels que les gneiss, les schistes, les granits, le terrain carbonifère; les terrains secondaires, formés ensuite, calcaires et craies; les terrains tertiaires, encore plus récents, calcaires grossiers, marnes, argiles et sables.

Les terrains primaires sont en général les plus riches en minéraux. Ils fournissent les granits, pierre très dure qui sert