

LES
TERRAINS ET LES
PIERRES

PREMIERS ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE

PAR

J.-Henri FABRE

Ancien élève de l'École normale primaire de Vaucluse, Docteur ès-sciences.



PARIS
LIBRAIRIE CH. DELAGRAVE
15, RUE SOUFFLOT, 15
1881

ÉLÉMENTS D'HISTOIRE NATURELLE

DES PIERRES ET DES TERRAINS

PIERRES

CHAPITRE PREMIER

CALCAIRE. — CHAUX. — MORTIER

1. Acides. — Le vin mal bouché, exposé à l'air, se convertit peu à peu en un liquide aigre que nous appelons *vinaigre*, c'est-à-dire vin aigre. La saveur en est forte, piquante, mais non désagréable. Le vinaigre, en effet, est employé, comme assaisonnement, pour rehausser le goût d'aliments trop fades par eux-mêmes.

Le jus du citron est aigre, lui aussi, mais d'une aigreur différente et plus âpre. Le raisin vert est encore d'une aigreur très forte. Son jus, appelé verjus, rivalise avec le vinaigre et le citron. Enfin l'oseille nous fournit un quatrième exemple bien familier d'une matière aigre. Or les substances qui donnent leur saveur aigre au citron, à l'oseille, au raisin vert, au vinaigre, se nomment des *acides*.

L'acide du citron n'est pas le même que celui de l'oseille, celui de l'oseille n'est pas le même que celui du raisin vert, celui du raisin vert n'est pas le même que celui du vinaigre : aussi leur donne-t-on des noms différents. L'acide du

citron s'appelle *acide citrique* ; celui de l'oseille, *acide oxalique* ; celui du raisin, *acide tartrique* ; celui du vinaigre, *acide acétique*. Il y a cependant entre ces acides et une foule d'autres une propriété commune : la saveur aigre, plus ou moins prononcée.

Outre ces acides, qui se trouvent naturellement dans le jus de certaines plantes, on en connaît une multitude d'autres que la nature nous fournit ou que nous préparons artificiellement. Beaucoup d'entre eux sont d'une aigreur insupportable. Une gouttelette déposée sur la langue attaque, corrode, détruit le point touché. Ces acides à puissantes énergies sont des poisons redoutables, qu'il ne convient de manier qu'avec une extrême circonspection. Néanmoins ils sont d'un usage fréquent, parce que leur pouvoir corrosif en fait des auxiliaires de premier ordre dans les sciences et l'industrie. Citons les principaux.

Et d'abord l'*acide azotique*, appelé aussi *acide nitrique* parce qu'on le retire du *nitre*, autrement dit salpêtre. C'est un liquide incolore ou jaunâtre, qui tache en jaune et brûle la peau. Il ronge rapidement la plupart des métaux, il ronge aussi diverses pierres. Pour rappeler cette propriété, le langage populaire appelle l'acide azotique l'*eau-forte*, c'est-à-dire le liquide doué d'une puissance qui lui fait dissoudre et réduire en bouillie les métaux les plus durs.

Au second rang, mentionnons l'*acide sulfurique*, liquide lourd et d'apparence huileuse qui lui a valu son nom vulgaire d'*huile de vitriol*. Citons encore, car nous aurons à l'employer, l'*acide chlorhydrique*, que l'on retire du sel marin ou sel de cuisine. Tel qu'on l'emploie dans l'industrie, c'est un liquide ordinairement coloré en jaune, et répandant à l'air des fumées blanches d'une âcreté insupportable. Son nom vulgaire est *esprit de sel*, faisant allusion au sel d'où on l'extrait.

L'acide azotique, l'acide sulfurique, l'acide acétique, l'acide chlorhydrique usuel sont des liquides ; mais l'acide tartrique, l'acide citrique, l'acide oxalique, sont des matières solides, blanches, transparentes, ayant enfin plus ou moins l'aspect du sel qui nous est familier. En outre, il existe des acides gazeux, c'est-à-dire qui possèdent l'invisibilité et la subtilité de l'air. Quant à la saveur aigre, qui leur est commune à tous, elle est tantôt plus, tantôt moins prononcée suivant la nature de l'acide.

2. Pierres qui font effervescence avec les acides. — Réduisons en poudre un peu de *craie*, cette même matière qui nous sert pour écrire au tableau noir ; déposons la poudre blanche dans un verre et arrosons-la avec du vinaigre très fort. Nous verrons le mélange se mettre à bouillonner et se couvrir d'écume, ainsi que le font la bière et les autres liquides mousseux.

Or, d'où proviennent ce bouillonnement et cette mousse écumeuse ? Ils proviennent d'une substance invisible, impalpable, subtile comme l'air, que

le vinaigre chasse de la craie pour en prendre la place. Son nom est *gaz carbonique* ou bien *acide carbonique*. C'est un acide, en effet, mais un acide gazeux, qui échapperait complètement à la vue sans l'écume produite. Le même gaz fait mousser le cidre, le Champagne, les boissons dites gazeuses ; et nous reconnaissons alors qu'il possède une saveur légèrement aigrette, en véritable acide qu'il est. Ainsi la craie arrosée de vinaigre mousse et se couvre d'écume, parce qu'elle laisse dégager du gaz carbonique, acide faible, que le vinaigre, acide plus fort, chasse de la matière pierreuse en se substituant à l'acide expulsé.

Mais le vinaigre, qui ronge la craie et la fait mousser, n'est pas assez fort pour avoir prise sur les pierres dures, par exemple sur le marbre. Adressons-nous donc au plus violent des acides, à l'acide azotique, à l'eau-forte. Avec une baguette de verre, nous en déposons une goutte sur un morceau de marbre. Si dur que soit ce marbre, le point atteint par l'acide à l'instant se couvre d'écume. Ici encore du gaz carbonique se dégage, expulsé de la pierre par l'acide azotique, de puissance incomparablement plus grande.

Pareil fait se reproduirait avec la commune pierre à bâtir et avec beaucoup d'autres pierres prises au hasard, sans distinction d'aspect, de dureté, de coloration. Au contact de l'acide azotique, nous les verrions à l'instant bouillonner, mousser, se couvrir d'écume, ou, comme on dit, *faire effervescence*. Dans tous les cas, l'effervescence aurait pour cause le gaz carbonique expulsé de la pierre par l'eau-forte.

Désirons-nous assister à une abondante apparition de ce gaz dégagé de la matière pierreuse ? L'expérience est des plus faciles à conduire. Nous mettons dans un verre des fragments de marbre ou de toute autre pierre convenable, et nous noyons ces fragments dans de l'acide azotique ou mieux dans de l'acide chlorhydrique, qui est beaucoup moins cher et fait tout aussi bien. Aussitôt le liquide entre dans une ébullition tumultueuse ; on le dirait chauffé par un violent foyer. Or les bouillons qui l'agitent proviennent du gaz carbonique qui, mis en liberté par l'acide, traverse le liquide en grosses bulles, monté à la surface et se dissipe dans l'air. Si la quantité d'acide est suffisante, tout le marbre disparaît, dissous, fondu dans le liquide, aussi aisément que disparaît le sucre fondu dans de l'eau.

En soumettant à l'action des acides, notamment de l'acide azotique et de l'acide chlorhydrique, les diverses pierres qui pourraient nous tomber sous la main, nous reconnaitrions que les unes font effervescence et les autres non. Parmi les premières nous venons de citer la craie, le marbre et la vulgaire pierre à bâtir. Parmi les secondes, nous nous bornerons pour le moment à mentionner la pierre à fusil. Celle-ci, quel que soit l'acide employé, serait-ce l'eau-forte, ne donne pas le moindre signe d'effervescence, non à cause de

sa dureté, mais à cause de sa nature spéciale. Et en effet, les pierres qui font effervescence doivent cette propriété au gaz carbonique qu'elles renferment dans leur composition. Les pierres dans la nature desquelles il n'entre pas de gaz carbonique sont par cela même privées de la faculté de bouillonner au contact d'un acide. Tel est le cas de la pierre à fusil.

Nous sommes ainsi conduits à classer les pierres en deux catégories : celles qui font effervescence avec les acides, et celles qui ne font pas effervescence. Pour savoir à laquelle de ces deux catégories une pierre appartient, l'essai à faire est des plus prompts et des plus aisés. Une goutte d'acide azotique est déposée avec une baguette de verre sur la pierre inconnue. Si la goutte se met à mousser, la pierre appartient à la première série ; si la goutte ne mousse pas, la pierre appartient à la seconde série.

3. Calcaire. — Toutes les pierres qui font effervescence avec les acides contiennent, disons-nous, du gaz carbonique. Pour ce motif on les appelle des *carbonates*, expression où l'on reconnaît, légèrement modifié, le nom du gaz entrant dans la composition de la matière pierreuse. On leur donne aussi le nom de pierres *calcaires*, du mot latin *calx*, *calcis*, signifiant chaux. Et en effet, les pierres faisant effervescence avec les acides, craie, marbre et les autres, renferment de la chaux dans leur composition. À eux deux, le gaz carbonique et la chaux composent ces diverses pierres. La craie est du *carbonate de chaux* ; le marbre est également du carbonate de chaux, ainsi que la pierre à bâtir.

4. Craie. Marbre. — **Pierre à bâtir.** — Bien que la nature soit la même, l'aspect de ces diverses pierres est fort différent. La craie est blanche, tendre et se réduit aisément en poussière farineuse. On en trouve des carrières notamment à Meudon, près de Paris ; aussi lui donne-t-on le nom de *blanc de Meudon*. Réduite en pâte, puis façonnée en courtes baguettes, cette matière devient la classique craie à écrire.

Le marbre est un calcaire à grains fins, apte à prendre le poli, et qui par sa blancheur ou par ses couleurs vives, est propre à la décoration des édifices et à l'ameublement. On en connaît une foule de variétés. Tels sont le marbre blanc pour la statuaire, dont le plus estimé nous vient de Carrare, sur la côte de Gênes, en Italie ; le marbre noir de Dinan et de Namur, en Belgique ; le marbre rouge de Narbonne, en Languedoc ; le marbre jaune de Sienne, en Italie. Ces variétés-là sont unicolores ; mais d'autres, sur un fond tantôt gris, tantôt rouge, brun, ou bleuâtre, sont ornées de veines de diverses couleurs. D'autres enfin semblent formées de fragments de toute coloration assemblés au hasard ; on les nomme *marbres brèches*.

La pierre à bâtir est un calcaire à structure grossière, ordinairement blanchâtre, parfois pétri d'innombrables débris de coquillages ayant vécu dans les antiques mers, où cette roche s'est formée par un dépôt de limon qu'une

longue série de siècles a durci. Extraite de la carrière en blocs réguliers que le ciseau du maçon doit façonner, cette roche constitue la *pierre de taille* ; extraite en morceaux informes, anguleux, elle fournit les *moellons*.

5. Four à chaux. — La pierre calcaire ne se borne pas à nous fournir les matériaux de nos constructions ; elle nous donne aussi la chaux, avec laquelle se fait le mortier, qui soude les uns aux autres et réunit en un tout solide les pierres de taille et les moellons assemblés. Le travail de la fabrication de la chaux consiste à chauffer la pierre calcaire dans des fours construits en plein air, à proximité des lieux qui fournissent le combustible et le calcaire, afin d'éviter les frais de transport pour une matière qui doit rester à bas prix.

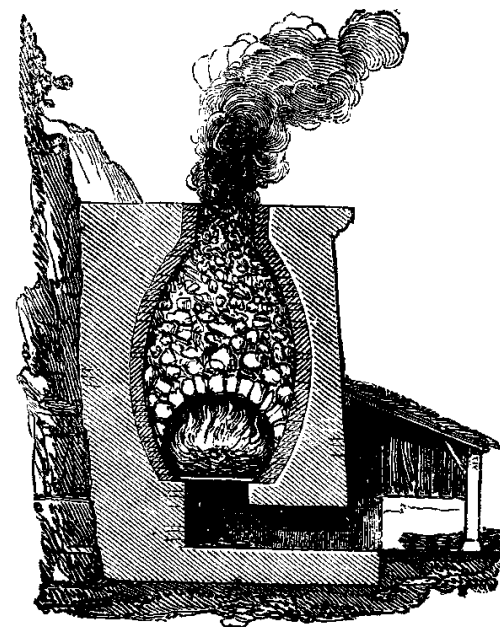


Fig. 1. — Four à chaux.

Le four à chaux est élevé d'environ 3 mètres. Pour résister à la violence du feu, il est bâti à l'intérieur avec des briques que la chaleur n'altère pas et qu'on appelle briques réfractaires. Une ouverture située au bas sert à retirer la chaux quand elle est suffisamment cuite. Pour charger ce four, on construit, au-dessus du foyer, une espèce de voûte grossière avec de grosses pierres calcaires ; et sur cette voûte on entasse d'autres pierres de moindre dimension, alternant avec

des couches de combustible, fagots, broussailles, tourbe, houille. Ces couches alternatives se succèdent jusqu'à ce que le four soit plein. Le tout repose sur un lit de fagots, qui sert à allumer. Lorsque le feu s'est propagé dans toute la masse, on couvre l'orifice de mottes de gazon pour que la cuisson soit plus lente et plus régulière. La chaux préparée à point, on la retire en démolissant la voûte qui supporte le tout. Le tas s'affaisse et se présente à l'ouverture inférieure, par où se fait l'extraction.

6. Action de la chaleur sur le calcaire. — La pierre calcaire, avons-nous dit, contient deux choses différentes : la chaux d'abord et puis un gaz invisible, impalpable comme l'air lui-même, enfin le gaz carbonique. Le nom de carbonate de chaux, que la chimie donne au calcaire, rappelle précisément cette composition. Telle qu'on l'extrait du sol, la pierre contient les deux substances étroitement associées entre elles, faisant corps ensemble et ne possédant plus, réunies, les propriétés qu'elles ont une fois séparées. La chaleur détruit cette association : la chaux reste dans le four, le gaz carbonique se dissipe dans l'atmosphère avec la fumée du combustible. Après ce départ du gaz, la chaux, dont les propriétés ne sont plus masquées par la présence d'une autre matière, apparaît telle qu'il la faut au maçon pour le mortier.

7. Chaux et mortier. — Occupons-nous maintenant du mortier. Dans une sorte de bassin dont l'enceinte est de sable, on met les pierres calcinées, c'est-à-dire la chaux telle que la donne le four et sur ces pierres, on verse de l'eau. Le tas s'échauffe, devient brûlant, craque, se fendille et tombe en poussière, en absorbant de l'eau, qui disparaît peu à peu, bue par la matière ou vaporisée par la chaleur. Cette chaleur provient de la violence avec laquelle se combinent les deux matières.

Avant d'avoir absorbé l'eau, la chaux est dite *chaux vive* ; après cette absorption, qui l'a réduite en poudre, elle est dite *chaux éteinte*. Enfin la chaux éteinte est mise en pâte avec de l'eau, puis mélangée et pétrie avec du sable. C'est là le mortier, que l'on met entre les différentes assises de pierre, pour les lier entre elles et donner solidité à la construction.

8. Retour de la chaux à l'état de calcaire. — Une observation facile à faire nous expliquera le rôle du mortier. Examinons l'eau qui, depuis quelques jours, couvre une couche de chaux éteinte par les maçons : nous verrons nager à sa surface une mince, pellicule transparente, semblable à de la glace. Eh bien, cette petite croûte solide n'est autre chose que de la pierre pareille à celle dont l'on a retiré la chaux : c'est en un mot du calcaire ou du carbonate de chaux.

Pour faire semblable pierre, il faut deux choses, avons-nous dit, de la chaux et du gaz carbonique. La chaux est fournie par l'eau, qui ne peut manquer d'en contenir, puisqu'elle couvre un lit épais de cette matière. Quant au gaz carbonique, il est fourni par l'air, où il s'en trouve toujours, mais en faible

quantité. La chaux a donc la propriété de s'incorporer lentement le peu de gaz carbonique qui se trouve dans l'air, et de redevenir ainsi pierre calcaire, comme elle l'était au début.

Encore une preuve sur cet important sujet. Déposons une goutte d'acide sur un morceau de chaux vive, récemment sortie du four. Il n'y aura pas d'effervescence. Et cela doit être puisque la chaleur du four a déjà chassé de la pierre le gaz carbonique. Prenons au contraire un morceau de chaux ayant longtemps séjourné à l'air, ou tout simplement un peu de vieux mortier de quelque muraille. L'un et l'autre feront effervescence avec un acide, parce que le gaz carbonique a repris possession de la chaux.

Voilà le rôle du mortier tout expliqué. La chaux reprend à l'atmosphère le gaz qu'elle avait perdu par la chaleur du four, et redevient petit à petit de la pierre. Le sable mélangé a pour but de diviser la chaux, qui s'imbibe ainsi plus aisément du gaz nécessaire à sa conversion en calcaire. Quand le mortier est bien revenu à l'état de carbonate de chaux, les assises d'une construction sont si fortement liées l'une à l'autre, que les pierres se cassent parfois plutôt que de se séparer.

9. Chaux grasse et chaux maigre. — On appelle *chaux grasse* celle qui, mise en contact avec l'eau, s'échauffe beaucoup, augmente considérablement de volume et devient une pâte forte, liante ; on appelle *chaux maigre* celle qui ne s'échauffe guère, se fendille avec lenteur et n'augmente presque pas de volume.

La première provient de calcaire à peu près pur ; elle peut être mélangée avec beaucoup de sable et donne ainsi un mortier abondant. La seconde est donnée par des calcaires contenant diverses matières étrangères ; elle comporte peu de sable et produit moins de mortier que l'autre. Toutes les deux ont la propriété de durcir à l'air en s'incorporant du gaz carbonique, qui les convertit en pierre calcaire.

10. chaux hydraulique. — Il existe une troisième variété de chaux, nommée *chaux hydraulique*, qui possède la précieuse propriété de durcir sous l'eau. Elle est fournie par un calcaire contenant une certaine proportion d'argile. Le mortier hydraulique sert pour les maçonneries des ponts, des canaux, des citernes, des fondations, des caves, enfin pour toutes les constructions faites sous l'eau ou dans un sol humide.

11. Béton. — Le *béton* est un mélange de chaux hydraulique et de pierres concassées. On le coule en assises pour servir de base aux constructions dans un terrain imbibé d'eau, pour supporter, par exemple, les piles d'un pont. On en fait aussi de grands blocs rectangulaires, énormes pierres artificielles employées pour les digues.

12. ciment. — Le *ciment* est une variété de chaux hydraulique qui, au contact de l'eau, acquiert une grande dureté dans l'intervalle de quelques heures. Ce ciment est *gâché*, c'est-à-dire pétri par petites portions et employé immédiatement à la manière du plâtre. Il provient d'un calcaire contenant près de la moitié de son poids d'argile.

CHAPITRE 2

PIERRE À PLÂTRE

1. Pierres qui ne font pas effervescence avec les acides. — La pierre à fusil, les cailloux blancs, tantôt d'aspect laiteux, tantôt doués d'une transparence pareille à celle du verre, voilà deux genres de pierres que l'eau-forte ne ronge pas. Déposons à leur surface une goutte d'acide azotique : il n'y aura pas la moindre effervescence, par la raison toute simple que ni la pierre à fusil ni les cailloux ne contiennent du gaz carbonique. Beaucoup d'autres pierres sont dans le même cas : ne contenant pas dans leur composition le gaz dont le dégagement fait bouillonner le liquide corrosif, elles ne sauraient faire effervescence, n'importe l'acide employé. De ce nombre est la pierre à plâtre, dont nous allons nous occuper.

2. Pierre à plâtre. — Cette pierre, nommée aussi *gypse*, quoique toujours la même quant à sa nature, varie beaucoup d'aspect suivant son état de pureté. C'est tantôt une roche informe, blanchâtre, plus ou moins grenue ; tantôt une masse finement fibreuse, à reflets soyeux ; tantôt encore une matière transparente comme le verre et se divisant en minces feuillets, où se voient, par places, les superbes couleurs de l'arc-en-ciel. Frappés de leur beauté, les ouvriers occupés dans les carrières à l'extraction du gypse ont donné à ces lames brillantes le nom de *pierre à Jésus*. Pour rappeler leur éclat et leur peu de valeur, ils les appellent encore *miroir des ânes*. L'antiquité faisait usage, en guise de carreaux de vitre, de ces beaux feuillets de gypse transparent.

Le gypse impur, en roche informe, sert pour le plâtre ordinaire ; le gypse pur, en lames vitreuses ou en masse d'aspect soyeux, sert pour le plâtre fin, destiné au moulage.

La pierre à plâtre est fort commune dans divers de nos départements, où elle forme des collines, des montagnes entières ; par exemple, dans les départements de la Seine, des Bouches-du-Rhône, de Vaucluse.

3. Action de la chaleur sur le gypse. — Pour devenir le plâtre usuel, le gypse doit être médiocrement chauffé. Dans ce but, on construit, au moyen

de blocs de gypse, une suite de petites voûtes sur lesquelles on entasse des fragments de volume moindre. On cuit en brûlant des fagots et des broussailles sous ces voûtes.

Le gypse ne contient nullement du gaz carbonique, en quoi il diffère du calcaire ; il est formé de chaux, pareille à celle que nous venons d'étudier, mais associée à de l'acide sulfurique, que la chaleur, si forte qu'elle soit, est impuissante à chasser. Son nom en chimie est *sulfate de chaux*, nom qui indique la double présence de l'acide sulfurique et de la chaux. Il contient en outre de l'eau, qui forme le cinquième du poids total de la pierre. Cette eau, bien entendu, est intimement incorporée à la matière pierreuse ; elle ne se voit pas, elle ne coule pas, elle ne donne pas lieu à de l'humidité. C'est enfin de l'eau devenue pierre par son association avec le sulfate de chaux.

Eh bien, cette eau, et rien de plus, est précisément ce qui s'en va par la chaleur. Une fois partie, le gypse est devenu plâtre. Si nous pouvons disposer d'un petit feuillet de gypse bien transparent, sou mettons-le à l'action de la chaleur, plongeons-le un instant, par exemple, dans la flamme d'une bougie. Nous verrons la matière, qui d'abord avait la transparence et l'aspect du verre, devenir opaque, blanche et tomber en poudre à la moindre pression des doigts. La chaleur de la flamme a fait partir l'eau et une fois celle-ci expulsée, le gypse a perdu son bel aspect pour devenir plâtre farineux.

4. Plâtre. — Le plâtre a une grande tendance à reprendre l'humidité dont le four la dépouille et à redevenir ainsi la pierre primitive. C'est sur cette propriété qu'est basé son emploi. Gâchée dans un baquet, la matière poudreuse s'incorpore rapidement ; l'eau qu'on lui restitue, et le tout durcit en un bloc ayant la consistance du gypse qui n'a pas encore passé par le four. La chaux devient pierre en se pénétrant de gaz carbonique, qui la ramène à l'état de calcaire ; le plâtre devient pierre en absorbant de l'eau qui le ramène à l'état de gypse. La transformation est lente pour la chaux, très rapide pour le plâtre, aussi, au lieu de préparer la pâte en abondance et toute à la fois, ainsi qu'on le fait pour le mortier on gâche le plâtre par de petites portions dans un baquet, à mesure qu'on doit l'employer.

5. Conservation du plâtre. — Une fois cuit, le plâtre est broyé sous des meules verticales, puis tarage. La poudre doit être conservée dans un local *bien sec*, car elle attire très facilement l'humidité et n'est plus bonne alors à durcir, à faire *prise*, comme on dit quand on la gâche avec de l'eau. Un comprend très bien, en effet, qu'après s'être plus ou moins pénétré d'humidité, le plâtre ne doit plus avoir la même tendance à s'incorporer l'eau nécessaire pour le changer en bloc solide : la matière, étant déjà un peu imbibée, ne saurait s'imbiber avec la même force quand vient le moment de l'employer. Tout plâtre humide, et à plus forte raison mouillé, est désormais hors d'usage.

6. Usages du plâtre. — Moins important que la chaux, le plâtre est néanmoins d'un grand emploi dans les travaux de construction, en particulier pour les plafonds, les devants de cheminée avec moulures, le scellement des briques.

Avec le plâtre fin s'obtiennent, par moulage, des statues, des bustes, des médaillons et divers autres objets d'ornement. Ce plâtre se prépare avec le gypse le plus pur, avec ces belles lames transparentes dont il était tantôt question. On le cuit dans des fours semblables à ceux des boulangers, hors du contact avec le combustible, pour ne pas souiller sa blancheur. La poudre, semblable à une belle farine, est délayée dans de l'eau et réduite en bouillie claire, que l'on verse dans des moules, en la faisant couler d'ici et de là, par une inclinaison convenable, le long des parois. Quand le plâtre a fait prise, on défait le moule, composé de plusieurs pièces assemblées, et l'on en retire l'objet, creux à l'intérieur.

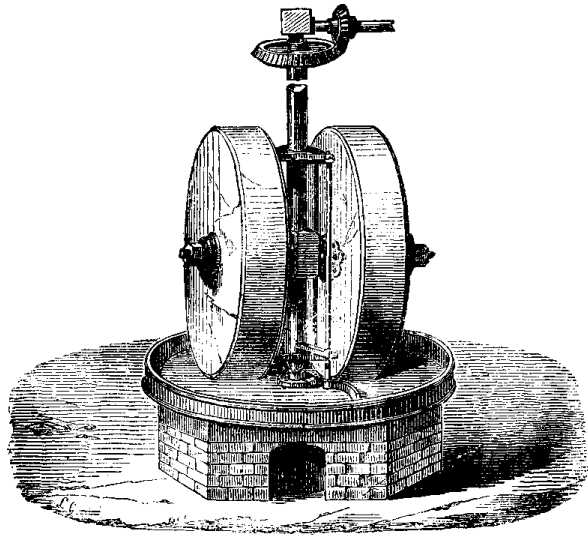


Fig. 2 — Moulin à plâtre.

7. Stuc. — Le *stuc* est une composition imitant le marbre. On l'obtient en gâchant le plâtre avec une dissolution de colle forte. Pour imiter les veines colorées du marbre, on introduit dans la pâte encore molle des poudres de coloration diverse. Lorsque le stuc est sec, on le polit en le frottant avec une pierre à aiguiser, puis avec un feutre imbibé d'huile. Cette composition ne

résiste pas aux intempéries du dehors ; mais au sec, dans l'intérieur de nos appartements, elle constitue une sorte de marbre artificiel, assez dur, d'un beau poli et de teintes variées.

8. Emploi du plâtre en agriculture. — Le plâtre produit d'excellents effets sur le trèfle, le sainfoin, la luzerne. On l'emploie en saupoudrant légèrement les plantes, lorsqu'elles sont encore humides de la rosée du matin. Il agit aussi d'une manière favorable sur le colza, le lin, le sarrasin, le tabac ; mais il ne produit à peu près rien sur les céréales.

On raconte, au sujet de l'action fertilisante du plâtre sur les luzernières, la curieuse démonstration que voici. Franklin, l'une des plus belles gloires des États-Unis de l'Amérique du Nord, connaissant les puissants effets du plâtre, voulut propager l'emploi agricole de cette matière parmi ses concitoyens ; mais ceux-ci, fidèles aux vieilles routines, ne l'écoutaient pas. Pour les convaincre, Franklin sema du plâtre dans une luzernière, au bord de la route la plus fréquentée de Philadelphie, et répandit la matière sur les plantes de façon à tracer des lettres et des mots. La luzerne poussa partout, mais beaucoup plus haute, plus verte, plus touffue sur les points plâtrés, de sorte que les passants lisaient dans le champ de luzerne ces mots formés de lettres gigantesques : *Ceci a été plâtré*. L'ingénieux expédient eut un plein succès, et le plâtre ne tarda pas à être adopté en agriculture.

CHAPITRE 3

ARGILE

1. Argile. — Depuis la plus modeste écuelle jusqu'aux somptueuses porcelaines ornées de riches peintures, toute poterie s'obtient avec de la terre grasse ou *argile*, que l'on trouve presque partout, mais avec des qualités bien variables. Il y a des argiles jaunes ou rouges, il y en a de cendrées ou de noires, il y en a de parfaitement blanches. Celles-ci sont pures de tout mélange ; les autres contiennent diverses matières étrangères, le plus fréquemment de la rouille de fer, qui les colore en jaune ou en rouge. Toutes sont douées de *plasticité*, c'est-à-dire qu'elles se pétrissent aisément avec de l'eau et forment alors une pâte onctueuse, ce qui leur a valu le nom de *terre grasse*. La chaleur fait perdre à l'argile sa plasticité. La terre grasse fortement chauffée devient matière dure, sur laquelle l'eau n'a plus de prise. La brique, par exemple, est de l'argile cuite : l'eau ne peut plus la délayer. Si même nous réduisons cette brique en poudre, la poussière obtenue, pétrie avec de l'eau, ne serait pas apte à

fournir la pâte que donnait si bien l'argile avant l'intervention du feu. L'action de la chaleur a pour toujours fait disparaître la plasticité primitive.

Ajoutons que l'argile appartient à la série des matières pierreuses non aptes à faire effervescence avec les acides. Il en est de même de toutes les pierres dont nous aurons à nous occuper plus tard.

2. Briques. — Les argiles les plus grossières servent à faire des briques, des tuyaux de conduite pour les eaux, des pots pour la culture des fleurs ; les argiles impures mais à pâte fine sont utilisées pour la fabrication de la terraille vulgaire ; enfin les argiles très pures, d'un beau blanc, donnent la porcelaine. Ces dernières sont très rares, les autres abondent à peu près partout.



Fig. 3. — Tour du potier.

Pour obtenir les briques, dont il se fait si grand emploi dans les constructions légères, on réduit l'argile en pâte avec de l'eau dans de grandes fosses. La matière pâteuse est moulée dans des cadres rectangulaires, puis exposée au soleil jusqu'à complète dessiccation. En cet état, les briques sont exposées à la chaleur d'un four, qui en fait une matière dure, désormais inattaquable par l'eau. D'une façon semblable, s'obtiennent les tuiles en forme de demi-canal, plus larges à un bout qu'à l'autre, et utilisées pour toiture surtout dans le Midi.

3. Tour du potier. — Pour donner rapidement et sans peine une forme régulière à la pâte d'argile, le potier se sert du *tour*. Comme le représente la figure 3, sous la table de travail est une roue de bois que l'ouvrier fait mouvoir

en la poussant du pied. L'axe de cette roue porte supérieurement un petit plateau, au centre duquel se met la motte d'argile qu'il s'agit de façonner en vase quelconque, écuelle, pot, jarre, plat, marmite.

Le potier plonge le pouce dans l'argile informe, qui tournée avec son support ; cela suffit pour produire une cavité régulière à cause de la régularité même du mouvement. À mesure que le pouce approfondit le creux, les autres doigts sont appliqués à l'extérieur, pour maintenir l'argile, lui faire prendre telle forme que l'on veut et lui donner partout une égale épaisseur. En quelques instants la pièce se façonne ; on voit la pelote de terre grasse rapidement s'excaver et se dresser avec une paroi qui s'amincit et se configure au gré de l'ouvrier. L'application de la paume de la main, légèrement humide, achève de polir la surface. Enfin, avec des outils, la pièce est ornée de moulures ; il suffit, par exemple, d'en approcher une pointe de fer pendant qu'elle tourne, pour y tracer un filet creux.

4. Poterie commune. — Lorsque le travail du tour est fini, les pièces, tout humides, sont laissées à l'air jusqu'à dessiccation. On les plonge alors dans une bouillie très claire, formée d'eau et d'une fine poussière d'un minerai de plomb nommé *alquifoux* ou *galène*. Par l'action du feu, cette poussière doit se fondre, s'incorporer avec la surface de l'argile et donner une espèce de verre, un vernis vitreux sans lequel la poterie resterait perméable aux liquides et laisserait peu à peu suinter son contenu. Le minerai de plomb donne un vernis jaune, de la couleur du miel ; la majeure partie des poteries communes est ainsi vernissée. Mais avec d'autres minerais on obtient telle couleur que l'on désire : ainsi le cuivre donne du vert ; le manganèse, du violet ; le cobalt, du bleu.

Enfin les pièces, couvertes de la poussière colorante et desséchées au soleil, sont soumises à une forte chaleur dans un fourneau. L'argile se cuit, perd sa plasticité, devient matière dure : en même temps, la poussière métallique, dont la surface est imprégnée, entre en fusion, se combine avec la substance de l'argile, développe la couleur et s'étale en un enduit brillant. C'est ainsi que s'obtient la poterie la plus commune, celle dont la cuisine fait constamment usage à cause de sa propriété de supporter le feu sans casser.

5. Faïence. — La *faïence fine*, dite *terre de pipe*, est faite avec une argile de belle qualité, blanche et presque pure. Les pipes ordinaires sont fabriquées avec la même terre, comme l'indique le nom de terre de pipe donné à cette sorte de faïence. À l'argile on associe une certaine quantité de cailloux blancs, broyés en poudre fine. Le vernis est d'un blanc de lait, pareil à celui des cadrans de montre et de pendule.

La *faïence commune* s'obtient avec une argile impure, rougeâtre après la cuisson et non blanche comme la précédente. On masque cette teinte grossière

par une épaisse couche d'un vernis blanc et opaque, dans lequel il entre de l'étain.

6. Creusets, briques réfractaires. — Les objets qui doivent supporter une chaleur très élevée, comme les *creusets* où se fait la fusion des métaux, et les *briques* avec lesquelles se construisent les fourneaux des fondeurs, se préparent avec des argiles spéciales, dites *réfractaires*, qu'on trouve en bien peu d'endroits.

7. Histoire de la porcelaine. — La plus belle des poteries, la porcelaine, est connue en Chine et au Japon depuis plus de quarante siècles. Elle y est si commune, que parfois on la fait entrer dans la construction des édifices, ainsi que la vulgaire brique chez nous. À Pékin, l'une des principales villes de la Chine, se voyait, il n'y a pas longtemps, une tour célèbre bâtie avec cette magnifique matière. C'était un monument isolé, octogone de forme, haut d'une soixantaine de mètres et composé de neuf étages, chacun avec sa galerie. Les diverses pièces de maçonnerie étaient si bien assemblées, que la tour entière semblait faite d'un seul bloc de porcelaine.

Dans le quinzième siècle, les Portugais importèrent cette poterie en Europe. Longtemps on admira les belles tasses des Chinois, mais sans parvenir à se rendre compte de leur nature. Les idées les plus étranges avaient cours. La porcelaine, disait-on, s'obtenait avec des coquilles d'œuf et des coquilles marines qu'il fallait tenir sous terre pendant cent ans, afin de les réduire en pâte par une longue pourriture. Un travail préparatoire, qui dépassait en durée la plus longue vie humaine, n'était pas fait pour encourager les recherches ; nul ne s'avisait donc d'imiter la poterie chinoise, lorsqu'un heureux hasard vint mettre sur la voie de la vérité et faire oublier le ridicule procédé de coquilles pourries pendant cent ans.

Au commencement du dernier siècle, un maître de forges de la Saxe, voyageant à cheval, s'embourba dans une terre blanche, fine et tenace d'où la monture eut beaucoup de peine à se tirer. Frappé de cette belle couleur blanche, le maître de forges recueillit de cette argile, avec l'idée de la faire servir comme poudre à perruque. À cette époque, la mode était, chez les grands personnages, de se charger la tête d'une immense perruque frisée, que l'on poudrait de blanc pour se donner un air plus vénérable. Une farine de choix était l'habitudeuse poudre. La terre où le cheval avait failli rester parut au maître des forges pouvoir remplacer la farine, dont elle dépassait l'éclatante blancheur. L'essai réussit à merveille, et bientôt la poussière minérale remplaça, dans la toilette, la farine de froment.

Un jour, un savant de la Saxe, Bottger, ignorant l'innovation survenue dans les perruques, demanda à son valet de chambre pourquoi, depuis quelque temps, sa coiffure était plus lourde qu'à l'ordinaire. — Elle est plus lourde,

répondit le valet de chambre, parce que les perruques se poudrent aujourd'hui avec une terre blanche que voici.

Bottger examina la poudre qu'on lui présentait. Il y reconnut une argile très fine et très pure, dont le blanc mat lui rappela aussitôt celui de la porcelaine. Un soupçon lui vint : Serait-ce là, se demanda-t-il, la terre des Chinois, cette fameuse terre que l'on dit provenir de coquillages pourris ? — Des essais furent entrepris, et ils réussirent à souhait : la nouvelle poudre à perruque était vraiment la matière des poteries chinoises. Ce fut là l'origine de la fameuse porcelaine de Saxe, la première fabriquée en Europe.

8. Kaolin. — La terre à porcelaine est une argile très pure et très blanche. On lui donne le nom de *kaolin*. On en connaît de vastes couches en Chine, en Saxe, en Russie, en Angleterre. La France en possède, notamment à Saint-Yrieix, dans la Haute-Vienne.

9. Fabrication de la porcelaine. — La pâte de kaolin est façonnée de diverses manières : tantôt on la travaille au tour ainsi qu'on le fait pour la poterie commune, tantôt on la coule en claire bouillie dans des moules, tantôt encore on la comprime entre des formes dont elle prend l'empreinte.

Les objets de porcelaine sont très humides lorsqu'ils sortent des mains du tourneur ou du mouleur. On les laisse sécher pendant quelques jours ; puis on les enferme, un à un, dans des étuis de brique réfractaire nommés *cazettes*, pour les mettre à l'abri de la fumée et des cendres qui souilleraient leur brillant et leur blancheur, et on les expose à la chaleur modérée d'un fourneau.

La température à laquelle les pièces sont exposées est assez forte pour expulser complètement l'humidité, mais non pour cuire la porcelaine. Les pièces sont ainsi amenées à l'état que l'on appelle *dégourdi* ; elles sont poreuses, perméables à l'eau et happent à la langue.

On procède alors à la *mise en couverte*, c'est-à-dire que l'on applique à la surface de la porcelaine un enduit fusible qui forme vernis et se nomme *couverte* ou *émail*. À cet effet, on réduit en poussière impalpable une sorte de pierre blanche, nommée *pétunzé* par les Chinois, et *pegmatite* par les minéralogistes. Cette poussière est délayée avec beaucoup d'eau dans de grands baquets, et forme une bouillie claire qu'on appelle *barbotine*.

L'ouvrier plonge rapidement, avec adresse et précaution, dans la bouillie du baquet les pièces à vernir. Celles-ci sortent du bain couvertes d'une mince couche liquide louant en suspension la pegmatite très divisée. L'eau est absorbée rapidement par la porcelaine, encore toute poreuse, et la surface reste couverte de la fine poussière dont la fusion donnera le vernis.

Pour la seconde fois, les pièces sont alors enfermées dans leurs *cazettes*, et soumises enfin à une violente chaleur qui les cuit définitivement, et provoque à leur surface la formation d'un vernis brillant.



Fig. 4. — Atelier de trempage dans la barbotine.

10. Décoration des poteries. — Très fréquemment les poteries, les faïences et les porcelaines surtout sont embellies de dessins colorés. Les couleurs employées en ce genre de décoration doivent être d'une solidité à toute épreuve ; elles doivent en particulier résister à l'eau, au frottement, à la violence du feu. C'est dire qu'elles n'ont rien de commun avec les couleurs qui nous sont familières. Ce sont en général des composés métalliques, par exemple les rouilles des divers métaux. Dans les fourneaux de cuite, ces matières entrent en fusion, se combinent avec l'argile de la poterie et forment avec elle un vernis coloré de la nature du verre.

Habituellement la coloration ainsi obtenue diffère beaucoup de celle que possède par elle-même la substance mise en œuvre. Telle poudre noirâtre, incorporée par le feu avec la matière de l'argile, peut devenir du rouge, du jaune, du bleu, du vert, suivant le métal d'où elle provient. Nous avons déjà parlé du vernis jaune de la vulgaire terraille, vernis qui s'obtient avec un minerai de plomb nommé galène ou alquifoux. Ce minerai donne une poudre

noire qui, fondue et combinée avec l'argile, à la surface des poteries, se change pourtant en un vernis vitreux, dont le jaune rappelle celui du miel. Les autres couleurs s'obtiennent par des moyens semblables. Les bleus proviennent d'un métal appelé cobalt ; les verts sont donnés par le cuivre ; les roses par l'or ; les violets par le manganèse.

11. Devins sur faïence. — Nous avons tous présentes à l'esprit ces assiettes de faïence dont le fond est orné d'un paysage, d'une scène de bataille ou de tout autre sujet, comme en pourrait tracer sur le papier le crayon d'un dessinateur. Le travail est ici fort simple.

Une planchette gravée est légèrement trempée dans une bouillie minérale, variable suivant la teinte que l'on se propose d'obtenir ; elle est alors appliquée sur une feuille de papier, où elle laisse son empreinte. Tandis que le dessin ainsi obtenu est tout frais, on presse le papier sur le fond de l'assiette, qui, n'étant pas encore cuite et vernie, s'imbibe de la bouillie colorante. On soulève avec précaution le papier, et le dessin reste sur l'assiette.

12. Peinture sur porcelaine. — La décoration de la porcelaine est un travail bien plus délicat, confié à des mains habiles dans le maniement du pinceau ; aussi, pour l'éclat des couleurs et la perfection du dessin, la peinture sur porcelaine rivalise-t-elle avec ce qu'un artiste produirait de mieux sur la toile. Les poudres colorantes sont broyées avec de l'essence et appliquées au pinceau avec les mêmes soins que réclame le travail d'un tableau. La difficulté est d'autant plus grande que les matières déposées n'ont pas leur coloration finale, cette coloration que développera plus tard la violence du feu. L'artiste doit par conséquent juger d'avance des teintes qui se manifesteront par la cuisson, et donner à chaque chose sa couleur naturelle avec, une peinture qui n'a pas encore cette couleur.

Le travail du pinceau fini, les pièces de porcelaine sont introduites dans des fourneaux de terre nommés *moufles*, que chauffe de tous côtés un feu ardent, mais où ne pénètre pas la flamme, dont le contact souillerait des peintures aussi délicates. C'est alors que, par la fusion des poudres colorantes et leur combinaison avec la substance de la porcelaine, les couleurs prennent naissance, apparaissent dans tout leur éclat et s'incorporent solidement à la surface des pièces.

13. Un célèbre potier. — Au seizième siècle, la décoration des poteries a été portée à une étonnante perfection par une célébrité de la France, par Bernard Palissy, le plus bel exemple de ce que peut, malgré toutes les misères de la vie, une volonté inébranlable au service d'une idée. Une merveilleuse coupe de terre, venue de l'étranger, lui étant par hasard tombée entre les mains, Palissy conçut le projet d'imiter, de surpasser même ce chef-d'œuvre de peinture sur



Fig. 5. — Fours pour la décoration de la porcelaine.

argile. Ses ressources étaient des plus modestes : il vivait, avec sa famille, de quelques travaux d'arpentage.

L'arpenteur se fit potier. Le voilà donc à pétrir de la terre glaise et à la couvrir de préparations pour obtenir les vives couleurs qui l'avaient tant frappé dans la coupe étrangère. Un four était nécessaire pour de tels essais ; mais l'argent manquait, surtout depuis que les recherches du potier faisaient négliger les occupations productives de l'arpenteur. Palissy se rendait bien humblement chez quelques potiers du voisinage et obtenait d'eux, non sans peine, de soumettre à la chaleur de leurs fourneaux les combinaisons chaque jour imaginées et chaque jour reconnues défectueuses. Tout nouvel essai faisait espérer le succès pour le lendemain ; mais le résultat du lendemain ne valait pas mieux que celui de la veille, et les produits attendus reculaient toujours dans l'avenir. De déception en déception, vingt années s'écoulèrent ainsi sans affaiblir l'indomptable espoir du potier. Cependant la poignante misère, la faim parfois étaient à la maison.

— C'est un sorcier, disaient les uns ; c'est un faux monnayeur, disaient les autres.

— C'est un fou, murmurait sa femme ; il ferait mieux de jeter à la rue toutes ses argiles et de reprendre ses instruments d'arpenteur, qui au moins nous faisaient vivre.

Palissy laissait dire, toujours assidu, avec ses tessons, aux fourneaux des verriers.

Mais quelque argent est venu à la suite d'un important travail d'arpentage. Palissy s'empresse de bâtir un four dans sa maison, un four à lui, où il pourra, à toute heure, multiplier ses essais, les surveiller de jour et de nuit, sans recourir aux verriers, qui depuis longtemps le voient de mauvais œil. Pour avoir un aide, le potier misérable s'associe un ouvrier plus misérable encore. L'association fut de courte durée. Comme la construction du four avait épuisé les fonds, au premier règlement de salaire, Palissy n'avait plus un sou. En paiement, il offre ses habits à l'associé. L'ouvrier accepte, choisit le meilleur, lui laisse les guenilles et s'en va.

Le voilà seul pour surveiller jour et nuit, sans discontinuer, une fournée qui, cette fois-ci, doit être la bonne : une secrète inspiration le lui dit. Oh î malheur ! quand le four est chaud et que les choses paraissent marcher à souhait, le combustible vient à manquer. Le dernier fagot est dévoré par la flamme, et le travail n'est pas à la moitié de son cours. Emprunter du bois lui est impossible ; nul ne lui en prêterait ; en acheter est plus impossible encore. Un maigre jardinet, planté de quelques choux, est à côté du four. Il en arrache à la hâte les échalas, les pieux et tout ce qui peut procurer un aliment provisoire à la flamme.

Pendant que le feu consume ces quelques brassées de bois, tables/chaises, portes, fenêtres, sont brisées à coups de hache et jetées dans le four. Après viennent les meubles, les lits, lancés planche par planche dans le dévorant brasier. Pour entretenir la chaleur, les soliveaux de la toiture allaient être enlevés, dût la maison crouler, quand Palissy, la paupière humide de douces larmes, vit ruisseler sur ses argiles cuites les éclatantes couleurs qu'il attendait depuis vingt ans.

L'opiniâtre potier fut bientôt un homme célèbre, dont les chefs-d'œuvre faisaient l'ornement des maisons princières. En passant entre ses mains, des mottes d'argile sont devenues objets d'art que les musées se disputent aujourd'hui à des sommes fabuleuses.

CHAPITRE 4

PIERRES SILICEUSES

1. Caractère des pierres siliceuses. — Les pierres calcaires et les pierres siliceuses se partagent à peu près également les couches supérieures du sol, mais rarement elles se montrent en même abondance au même point. Tantôt c'est la pierre calcaire qui domine à l'exclusion de l'autre ; tantôt c'est la pierre siliceuse. Telle région, parfois fort étendue, ne possède que du calcaire, et l'autre genre de pierre ne s'y montre que par fragments épars, sans importance dans la masse totale ; telle autre région, au contraire, est presque en entier formée de matériaux siliceux. Le centre de la France, par exemple, ainsi que la Bretagne et le Var, possèdent en extrême abondance la pierre siliceuse ; tandis que les vallées de la Seine, du Rhône, de la Garonne, ont avant tout de la pierre calcaire.

Les pierres siliceuses sont remarquables par leur grande dureté. Une pointe d'acier ne peut les entamer. Aussi résistent-elles aux outils du tailleur de pierres, et, ne pouvant être que très difficilement façonnées avec le marteau et le ciseau, fort rarement elles sont employées pour les constructions, si ce n'est en blocs informes. Aucune ne fait effervescence avec les acides. Toutes, battues avec un briquet, donnent des étincelles, ainsi que le fait la vulgaire pierre à fusil, elle-même variété de pierre siliceuse. Quant à leur coloration, elle est extrêmement variable. Enfin beaucoup d'entre elles sont plus ou moins translucides et possèdent quelque chose de l'aspect du verre.

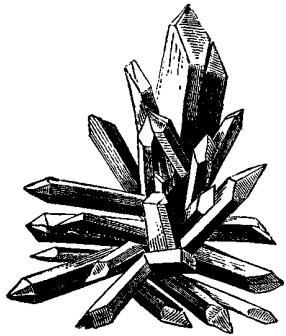


Fig. 6. Cristal de roche.

granit, les cailloux, les sables.

2. Cristal de roche. — Dans les montagnes à pierre siliceuse, il n'est pas rare de trouver, au sein des fissures et des cavités de la roche, une magnifique matière ayant la transparence et la limpidité du verre le plus pur. Cette matière frappe d'autant plus le regard qu'elle possède une forme régulière, celle de

petites baguettes à six faces, terminées tantôt aux deux bouts, tantôt à un seul, par une pointe ou pyramide également à six faces. Ces baguettes régulières, ces cristaux comme on dit, sont groupés sans ordre en gracieux bouquet. Quelques-uns de ces cristaux n'atteignent pas la grosseur d'un crayon, mais on en voit que nous n'entourerions pas des deux mains. On donne à cette matière le nom de *cristal de roche*. Elle est formée de *silice* pure.

Lorsqu'à la silice se trouve accidentellement associée en très petite quantité quelque matière étrangère, notamment la rouille d'un métal, le cristal de roche prend une couleur vive, très variable suivant la nature de la matière qui s'y trouve incorporée. Les cristaux de silice sont alors tantôt d'un splendide violet, tantôt d'un rose tendre ou d'un vert d'eau tout juste perceptible, tantôt d'un noir intense ou d'une autre couleur.

Cette superbe matière était autrefois utilisée par les joailliers, qui la travaillaient comme objet de luxe. Mais la difficulté de la taille, avec une substance aussi dure, a fait abandonner le cristal de roche, remplacé aujourd'hui par un produit de notre art, une sorte de verre, nommé lui aussi cristal, plus limpide, plus riche de teinte, plus éclatant et surtout plus facile à travailler. Avec ce verre se fabriquent de nos jours de petits vases de luxe, des pendoques pour lustre et autres ornements que l'on demandait autrefois au cristal de roche. Un beau groupe de pareils cristaux n'a donc d'autre mérite que de fournir un superbe échantillon pour un cabinet de minéralogie.

3. Agate. — La matière du cristal de roche, la silice, prend le nom de *quartz* quand elle n'a pas la configuration cristallisée, c'est-à-dire la forme régulière que nous venons de décrire. C'est alors, à l'état pur, une masse incolore et transparente comme le verre, sans aucune forme déterminée ; mais colorée par la présence de quelque matière étrangère en très petite quantité, elle affecte souvent des teintes vives, plus ou moins mélangées entre elles.

C'est ainsi que l'*agate* est du quartz translucide, tantôt d'une seule couleur, tantôt de plusieurs couleurs disposées par bandes nuageuses, par rubans concentriques, par filets ondulés. La richesse et la variété de ses teintes fait employer l'agate comme pierre d'ornementation. À cause de sa grande dureté, on l'utilise aussi pour faire de petits mortiers où le pharmacien broie ses médicaments et le chimiste ses drogues. On en façonne aussi des billes pour les jeux de l'enfance ; mais la facilité du travail de fabrication leur a substitué des billes en verre, en cristal de notre art, embellies à l'intérieur d'une spire rubannée à couleurs vives. Ces agates artificielles ont le mérite de l'éclat et du bon marché, mais elles n'ont pas la dureté des agates naturelles. Le choc rapidement les endommage.

4. Silex et pierre à fusil. — Le silex est du quartz opaque, c'est-à-dire non apte à être traversé par la lumière, à moins qu'il ne soit en lame très mince.

C'est une pierre à couleur terne, sans aucun éclat. Le blond, le brun, le jaunâtre, le rougeâtre, telles sont les colorations habituelles. Le silex se rencontre en masses plus ou moins arrondies, en rognons, comme on dit ; on le trouve çà et là disséminé dans les couches de craie ou de calcaire. Cette pierre se casse avec facilité en éclats dont les bords sont tranchants.

Ne connaissant ni le fer ni les autres métaux, les hommes des anciens âges obtenaient leurs armes et leurs outils avec des éclats de silex. De cette pierre adroitement cassée, ils retiraient de grossières pointes de flèche, des dards aigus pour lance, des racloirs pour préparer les peaux, leur vêtement, des coins tranchants qui leur servaient de hache.

De nos temps, avant l'invention de l'allumette chimique, le silex servait à obtenir du feu. On ignore comment l'homme, en ses misérables débuts, s'est procuré le feu. A-t-il profité de quelque incendie allumé par la foudre ? a-t-il embrasé son premier tison au foyer d'un volcan ? Nul ne saurait le dire.

Quel que soit ce point de départ, l'homme dès les temps les plus reculés est en possession du feu. Entre quelques pierres, il allume un foyer pour préparer ses aliments, combattre l'inclémence des saisons, tenir à distance les animaux redoutables ; mais, comme les moyens de rallumer le feu, s'il vient à s'éteindre, sont très imparfaits, ou même manquent totalement, on veille d'abord à son entretien avec un soin extrême, on conserve d'un jour à l'autre un peu de braise.

L'extinction des foyers dans toutes les demeures serait une calamité si grande, que, pour prévenir pareil désastre, la religion plus tard prit le feu sous sa sauvegarde. Dans l'ancienne Rome, une corporation de prêtresses, appelées Vestales, était chargée de veiller nuit et jour sur la conservation du feu sacré. La malheureuse qui le laissait éteindre était punie d'un horrible supplice : on l'enterrait vivante. Cette cruelle sévérité pour les gardiennes du feu nous montre l'importance qu'on attachait à l'entretien d'un foyer où l'on put au besoin rallumer les autres.

Bien des siècles se sont écoulés avant que l'on sut aisément se procurer du feu. Il y a cinquante ans à peine, l'entretien de quelques charbons qui devaient servir à rallumer le feu le lendemain était encore une préoccupation dans la campagne. Le soir, avant de se coucher, on couvrait soigneusement la braise de cendre chaude, pour l'empêcher de se consumer et la retrouver ardente. Si, malgré cette précaution, l'âtre était froid le lendemain, on courait chez le voisin emprunter du feu, c'est-à-dire un peu de braise, que l'on emportait chez soi au fond d'un vieux sabot, pour que le vent ne la dispersât pas.

Ou bien on avait recours au vulgaire briquet, dont les services ne sont pas encore dédaignés aujourd'hui. Le fer et l'acier, celui-ci surtout, frottés contre une pierre très dure, donnent des étincelles, provenant de menues écailles de

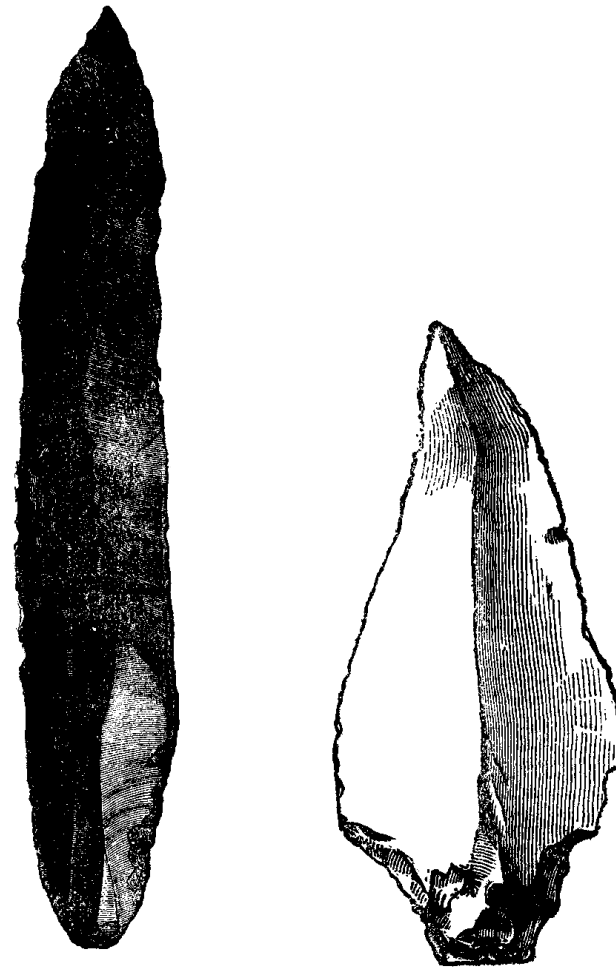


Fig. 7. — Racloir en silex, des temps antérieurs à l'histoire. —

Fig. 8. — Pointe de lance en silex, des temps antérieurs à l'histoire.

métal qui se détachent et s'échauffent assez pour rougir et brûler dans l'air. Ainsi la roue du rémouleur, quoique arrosée continuellement d'eau, lance une

gerbe d'étincelles sous l'acier qu'on aiguise ; ainsi le caillou heurté par le sabot ferré d'un cheval jette de soudaines et vives lueurs.

L'antique briquet agit d'une façon pareille. C'est un morceau d'acier que l'on bat contre le tranchant d'un éclat de silex ou pierre à fusil. Des parcelles d'acier se détachent du briquet, rougissent par le frottement et mettent feu à l'amadou. Celui-ci est une matière très combustible, que l'on obtient en coupant en minces tranches et en faisant sécher un gros champignon, nommé *Bolet amadouvier* qui vient contre le tronc des arbres. Pour lui communiquer une combustibilité plus grande, on imprègne l'amadou de salpêtre.

Comme l'amadou brûle sans flamme, le point ardent obtenu avec le briquet ne suffisait pas pour obtenir du feu : il fallait après recourir au soufre, qui possède la précieuse propriété de s'enflammer en touchant un corps embrasé. Les anciennes allumettes étaient donc des tiges de chanvre que l'on plongeait par un bout dans du soufre fondu. On les enflammait en approchant l'extrémité soufrée, soit d'un charbon conservé rouge sous les cendres, soit de l'amadou embrasé par le briquet. On voit que, pour allumer une lampe, la manœuvre ne manquait pas d'être compliquée. Il fallait d'abord battre le briquet, au risque de se meurtrir les doigts par un choc mal dirigé si l'on opérait dans l'obscurité ; puis, lorsqu'après bien des essais, qui trop souvent épuisaient la patience, l'amadou avait enfin pris feu, il fallait en approcher la baguette de chanvre soufrée pour obtenir de la flamme.

Quelle différence avec nos allumettes d'aujourd'hui ! Il suffit de les frotter sur le couvercle de la boîte, sur le mur, sur le bois, n'importe où, et c'est fait : le feu brille.

Nous venons d'appeler *pierre à fusil* l'éclat de silex dont on frappe le tranchant avec un morceau d'acier pour obtenir les étincelles qui doivent mettre feu à l'amadou. D'où provient ce nom de pierre à fusil ? — Pour enflammer la charge d'un fusil, on se sert de nos jours d'une amorce composée d'un petit godet de cuivre au fond duquel se trouve un peu de *fulminate*, matière blanche qui détone et met feu à la poudre quand le chien de l'arme la frappe en s'abattant. Ce godet, cette amorce s'emboîte sur la cheminée du fusil, cheminée percée d'un étroit canal par où pénètre le jet de flamme de la matière explosive. En reculant d'une cinquantaine d'années, nous trouverions un mode d'inflammation tout différent. L'amorce consistait alors en une pincée de poudre déposée à l'extérieur dans un petit récipient nommé *bassinnet*, recouvert par le couvercle de la *platine*, lame d'acier faisant face au chien. Celui-ci était armé d'un éclat tranchant de silex. En s'abattant, la pierre frappait l'acier de la platine, et donnait lieu à quelques étincelles qui mettaient feu à l'amorce de poudre. Du bassinnet l'inflammation se propageait à l'intérieur de l'arme.

Un double usage faisait donc du silex matière à grand commerce. Avec les éclats de cette roche s'obtenaient la pierre pour le briquet et la pierre pour mettre le feu à la charge du fusil. Aujourd'hui ce double emploi est à peu près relégué dans l'oubli : l'allumette chimique a très avantageusement remplacé le vieux briquet, et l'amorce au fulminate a fait abandonner le chien à pierre et le bassinnet.

5. Pierres meulières. — On appelle de ce nom une variété de silex de couleur blanche ou rougeâtre, plus ou moins criblé de trous à la façon d'une éponge, et que sa grande dureté fait employer à la fabrication des meules pour moudre le grain. Il s'en fait un commerce considérable. Les plus renommées viennent de La Ferté-sous-Jouarre, dans le département de Seine-et-Marne.

6. Travail au moulin. — L'eau d'un ruisseau s'accumule dans un grand réservoir, que l'on ouvre en soulevant une trappe nommée vanne. Par l'ouverture l'eau s'échappe avec force et va frapper contre une roue plongée dans le courant. Celle-ci tourne donc au milieu d'un tourbillon d'écume, et met tout en mouvement dans le moulin.

Pour broyer le grain et le mettre en farine, il y a deux grandes meules en pierre très dure, disposées à plat l'une sur l'autre, mais sans se toucher. Sur la face en regard, toutes les deux sont raboteuses et non unies, afin de mieux saisir et broyer le grain entre leurs irrégularités. Elles sont l'une et l'autre en pierre meulière, offrant à la fois les deux conditions nécessaires : dureté extrême pour résister au frottement, rugosité de surface pour broyer. Aucune autre pierre, aucune autre substance, ne remplirait mieux le rôle qu'exige le moulin.

La meule inférieure est immobile ; la supérieure tourne, rapidement entraînée par la roue qui la fait mouvoir. Les deux sont enfermées dans une cage en bois, qui empêche la farine de s'éparpiller çà et là. La meule supérieure est percée au milieu. Par ce trou descend peu à peu le blé, contenu dans une espèce de grand entonnoir en planches, nommé *trémie*, où le meunier verse le contenu d'un sac. À mesure qu'il arrive entre les deux meules, le grain est aussitôt saisi par les inégalités de la pierre tournante, et broyé contre les inégalités de la pierre immobile. La poudre qui en résulte, la farine brute, est chassée par la rotation vers le bord de la meule et s'écoule, en un filet continu, par un passage ouvert sur le devant de la cage en bois.

En sortant de dessous la meule, la farine n'est pas encore propre à faire du bon pain : il faut en séparer le son, qui provient de l'écorce du blé. Cette séparation se fait dans une sorte de tamis de soie, qui reçoit la mouture, laisse passer à travers ses mailles la farine, plus fine, et retient le son, plus grossier. L'office du moulin est alors terminé.

La puissance de l'eau, utilisée par la machine du moulin, seule accomplit le travail : c'est elle qui fait tourner la meule pour moudre le grain ; c'est elle qui fait tourner le tamis pour séparer le son. Les soins du meunier se bornent à surveiller les roues qui travaillent et à leur donner du grain à moudre.

Quelles fatigues, quelles dépenses de temps, si nous n'avions pas le secours des meules de silex mues par la machine ; et s'il nous fallait nous-mêmes, par la seule force de nos bras, faire le travail de la mouture ! Dans l'antiquité, faute de savoir moudre le blé, on se bornait à l'écraser entre deux pierres, après l'avoir légèrement grillé au feu. La grossière poudre obtenue par ce moyen était cuite dans de l'eau et devenait une bouillie, que l'on mangeait sans autre préparation.

On s'avisait plus tard de pétrir la farine avec de l'eau et de faire cuire la pâte sur la pierre chaude du foyer. On obtenait ainsi de mauvaises galettes, de l'épaisseur du doigt, serrées et dures, souillées de cendres et de charbon. C'était préférable à la bouillie, mais bien loin de valoir le plus mauvais pain d'aujourd'hui. Bref, d'essais en essais, on parvint à faire du pain pareil au nôtre.

Il fallut songer alors à moudre du blé en abondance, sans rien posséder de pareil à nos moulins. La farine s'obtenait en triturant le blé avec un pilon dans une pierre creuse. Le pilon était tantôt assez léger pour être manœuvré directement à la main ; et tantôt, afin d'activer l'ouvrage, il était si gros et si lourd, qu'il fallait le faire tourner avec une longue barre dans le creux de la pierre. Tel fut le premier moulin.

Avec de pareils outils, aisément se devine ce qu'exigeait de temps une simple poignée de farine. Pour le pain qu'un seul devait manger à son repas, de misérables esclaves, pauvres gens pris à la guerre et vendus après avec le sans-façon d'un propriétaire à l'égard de son bétail, étaient occupés, du matin au soir et du soir au matin, à tourner le pilon. On les attelait à la barre comme des bêtes de somme, et quand, exténués de fatigue, ils n'allaient pas assez vite, on leur cinglait les épaules nues avec un nerf de bœuf.

Voilà quelles misères ont précédé le moulin, qui aujourd'hui, en quelques tours de sa roue de silex, au son joyeux de son tic-tac, peut faire farine pour toute une famille.

7. **Grès.** — Figurons-nous des fragments de quartz plus ou moins fins, en d'autres termes des grains de sable ; supposons ces grains réunis entre eux et fortement agglutinés par un ciment de nature variable, et la pierre ainsi composée sera ce qu'on appelle *grès*. Cette pierre, âpre et rugueuse au toucher lorsque les grains dont elle se compose sont grossiers, ou bien à structure fine lorsque le quartz est très divisé, varie beaucoup d'aspect, de coloration et de consistance. Certains grès sont d'une dureté extrême, comparable à celle

du silex lui-même ; d'autres se réduisent aisément en poussière, parfois même sous la simple pression des doigts. Les grès durs servent à faire des pavés pour les rues ; s'ils sont en même temps à structure fine, ils fournissent les meules du rémouleur, sur lesquelles s'aiguisent les instruments tranchants en acier.

CHAPITRE 5

PIERRES SILICEUSES (SUITE)

1. **Granit.** — Le granit est abondamment répandu dans les chaînes de montagnes ; il entre pour une bonne part, en particulier, dans la charpente des Alpes et des Pyrénées. C'est une pierre très dure, apte à prendre un superbe poli, ainsi que le fait le marbre, mais bien plus difficile à travailler ; aussi ne l'emploie-t-on que rarement et pour les monuments les plus somptueux, auxquels il fournit des colonnes et des socles de statues d'une grande richesse.

2. **Structure complexe de granit.** — Dans le mot *granit* se reconnaît le mot *grain*. Cette pierre, en effet, est un mélange de divers matériaux sous forme de grains. Examinons avec soin un fragment de cette roche, taillé ou non taillé. Nous y distinguerons des grains plus ou moins volumineux d'une matière transparente, d'aspect vitreux. Ce sont là des fragments de *quartz* ou de silice. Nous verrons d'autres morceaux tantôt blancs, tantôt légèrement rosés ou cendrés, d'aspect un peu satiné et toujours opaques. Leur forme est en général celle d'un petit carré long. Cette seconde matière se nomme *feldspath*. Nous y trouverons enfin, çà et là disséminées, de nombreuses et minces paillettes d'une matière luisante, fréquemment noire, d'autres fois ayant la couleur et le brillant soit de l'argent, soit de l'or : on donne le nom de *mica* à cette dernière matière. Le mot *mica* vient d'un mot latin *micare*, qui signifie *briller*. Cette substance, en effet, est remarquable par son éclat, qui souvent rivalise avec celui des métaux précieux, l'or et l'argent ; aussi le vulgaire le prend-il parfois, quand il le voit reluire dans les pierres, pour des parcelles de ces métaux. Ajoutons que, malgré sa riche apparence, le mica n'a rien de commun avec l'or et l'argent, et reste objet à peu près sans valeur. Les paillettes dorées que l'on mélange au sable bleu destiné à sécher l'écriture, sont des parcelles de mica.

Ainsi le granit n'est pas une pierre de nature simple, il est composé de trois substances différentes, qui toutes les trois sont formées, soit en totalité, soit en partie, de silice. Nous dirons donc que le granit est un mélange de quartz, de feldspath et de mica.

3. Cailloux roulés. — Sur des pentes rapides, les torrents, grossis soudain par les pluies d'orage ou par la fonte des neiges, sont capables des plus violents effets. Les fissures d'un terrain disloqué donnent d'abord prise aux eaux, qui bientôt détachent des fragments et les roulent avec elles. Ceux-ci, de leurs chocs, en détachent d'autres, plus volumineux ; des blocs de plusieurs mètres cubes s'ébranlent, heurtent des saillies de roche vive, qui se fendillent à leur tour et tombent en ruine. Alors la masse des eaux est centuplée en puissance par les mille débris se précipitant avec elle, et rien ne résiste à son indomptable élan.



Fig. 9. — Rochers battus et dégradés par les eaux.

Les éclats rocheux, de toute forme, de tout volume, de toute nature, heurtés continuellement l'un contre l'autre, perdent d'abord leurs angles, puis s'arrondissent par leur mutuel frottement et prennent le poli par la friction plus douce des matières sablonneuses. Ainsi se forment les *cailloux roulés*, dont les plus volumineux s'arrêtent les premiers, quand l'affaiblissement des pentes ne laisse plus aux eaux la force de les entraîner. Ceux de dimensions moindres arrivent jusqu'au fleuve dont le torrent est tributaire. Là se poursuit la friction mutuelle, qui achève de polir ou brise en plus petits fragments. Enfin, lorsque le fleuve s'approche de son embouchure et n'a presque plus de

pente, ses eaux tranquilles ne charrient guère que le fin résidu de ce travail de trituration, les *sables* et les *limons*.

Par l'effet des marées et du souffle des vents, la surface des mers est en mouvement presque continu. De là résultent les vagues, dont la puissance mécanique modifie sans cesse le contour des continents. Là où le rivage coupé à pic se présente de front aux assauts de la mer, le choc est si violent que le sol en est ébranlé. C'est à l'action des vagues qu'est due la destruction graduelle des rochers du littoral. Le flot les heurte dans l'élan de sa vitesse, les fragmente par ses chocs répétés, et en roule les débris, qu'il façonne en galets et en sables. La même action des vagues produit les *falaises*, c'est-à-dire les escarpements verticaux servant en quelques points de rivage à la mer. De pareils escarpements se montrent sur les côtes de la Manche, tant en France qu'en Angleterre. Sans relâche, l'Océan les sape par la base, en fait ébouler des pans qu'il triture en sable et arrondit en cailloux roulés.

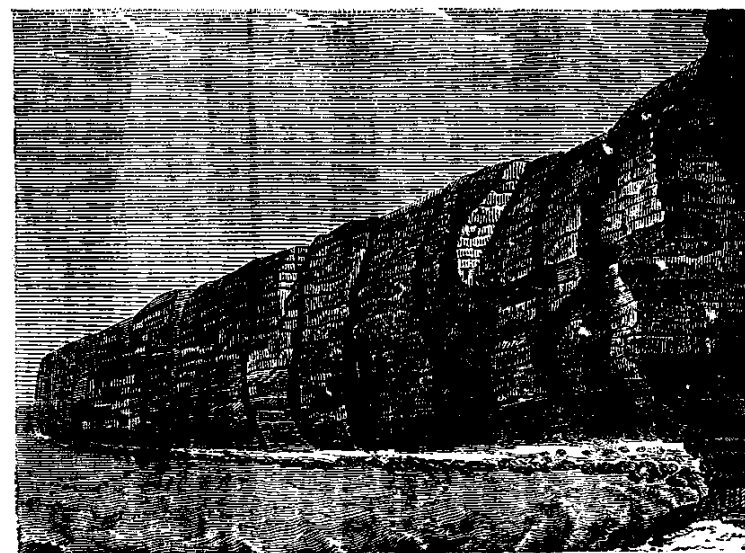


Fig. 10. — Falaise.

En somme, les cailloux roulés ou galets sont des fragments de pierre, façonnés, arrondis par le mouvement des eaux. Les sables sont formés de pareils fragments, mais beaucoup plus petits. La nature des uns et des autres est fort variable suivant le terrain que sillonne le torrent ou que heurte le flot.

Cependant, comme nos plus grands fleuves, le Rhône, la Garonne, la Loire, ont leur origine dans des montagnes de nature siliceuse, les cailloux roulés de leur lit sont pour la plupart formés d'une pierre où la silice abonde.

4. Sables. — Ce n'est pas seulement sur le rivage des mers et dans le lit des cours d'eau que se trouvent les cailloux roulés et les sables ; on en trouve aussi, et en abondance, à l'intérieur des terres, bien loin des mers et des fleuves actuels. Ils ont été formés, dans les anciens âges de la terre, par des océans et des fleuves qui n'existent plus aujourd'hui. Si nous voyons quelque part, n'importe où, des amas considérables de galets, d'épaisses couches de sable, soyons certains que les eaux ont passé là, brisant et triturant les roches rencontrées : car elles seules ont pu façonner ainsi, dans leur mouvement, et arrondir les éclats de rocher.

Il y a des sables de tout degré de finesse et de toute couleur. Les plus fréquents sont jaunâtres, salis qu'ils sont par un peu de rouille de fer. Purs de matière étrangère, et formés uniquement de grains de silice, les sables sont blancs. On les emploie alors à la fabrication du verre.

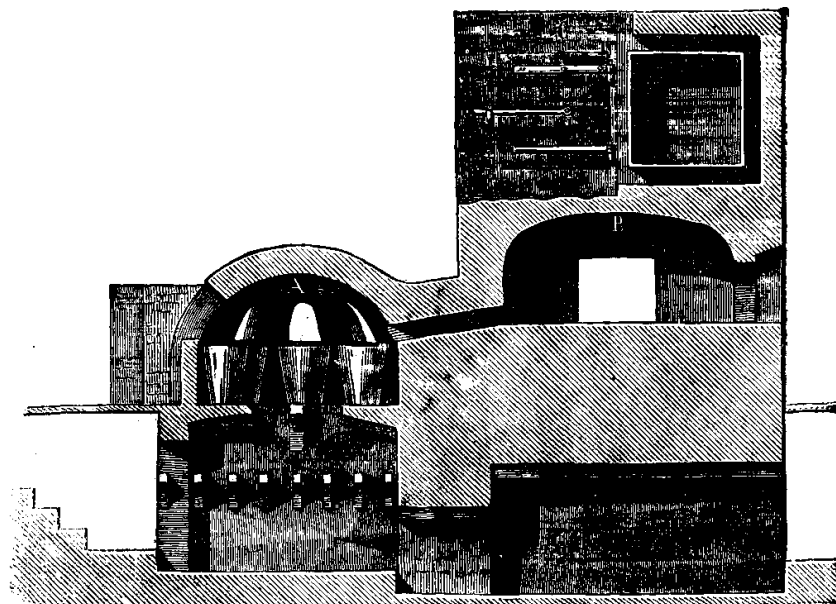


Fig. 11. — Four de verrerie.

5. Le verre. — Fondu à une forte chaleur, avec de la potasse ou de la soude, le sable produit le verre. La potasse se trouve dans les cendres des végétaux terrestres. C'est elle qui nettoie le linge dans l'opération de la lessive. La soude se trouve dans les cendres des végétaux qui croissent dans la mer ou sur ses bords. Généralement cette combinaison fondamentale de sable et de potasse ou de soude est accompagnée, mais en petite quantité, de quelques autres substances. Ainsi le verre fin pour gobeletterie se compose de sable pur, de potasse et de chaux. Le verre à vitres contient les mêmes matières, sauf la potasse, qui est remplacée par la soude. Ce qu'on nomme cristal est un verre d'une grande limpidité, dans la composition duquel il entre du sable très pur, de la potasse et du plomb. Le verre à bouteilles, le plus grossier de tous, s'obtient avec un sable impur, de la potasse, de la soude, de la chaux, de l'argile.

6. Travail de verre à vitres. — Dans un fourneau où règne une chaleur ardente, se trouvent, disposés en cercle, de grands pots en terre réfractaire ou *creusets*, pleins d'un mélange de sable blanc, de soude et de chaux. Quand ces matières sont bien fondues ensemble, le verre est formé, tout rouge de feu et coulant comme de l'eau. Chaque creuset est desservi par un ouvrier et son



Fig. 12. — Canne de verrier.

aide, placés sur une estrade, en face d'une ouverture par où se puise le verre en fusion dans le creuset. Cet ouvrier se nomme *souffleur*. Son outil est la *canne*, ou tube de fer muni à une extrémité d'une enveloppe de bois, qui permet de manier, sans se brûler, le tube de métal.

L'aide chauffe, à l'ouverture du fourneau, l'autre extrémité de la canne, puis la plonge dans le creuset. Il recueille ainsi une certaine quantité de verre pâteux, qu'il façonne et qu'il arrondit en le tournant et le retournant sur un bloc de bois humide. Cela fait, il réchauffe le verre à l'ouverture du four, le ramollit et passe la canne au souffleur.

Celui-ci souffle dans la canne, et la masse de verre s'enfle et se ballonne, absolument comme le fait, dans nos jeux, l'eau de savon que nous soufflons au bout d'une paille. Le verre donc, flexible et mou tant qu'il est rouge, se gonfle et forme ampoule. Puis la canne est relevée et l'ouvrier souffle au-dessus de sa tête. L'ampoule s'affaisse par son propre poids et gagne en largeur. Le souffleur abaisse de nouveau la canne, il la balance de droite à gauche et de gauche à droite, à la manière d'un battant de cloche ; à plusieurs reprises, il souffle plus

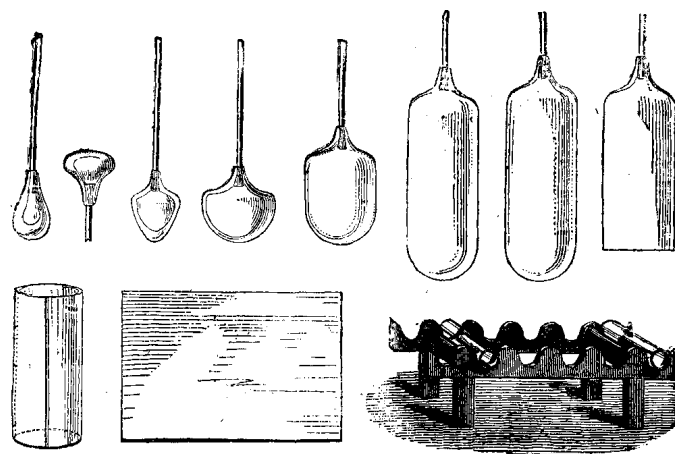


Fig. 13. — Formes diverses par où passe le verre pour devenir verre à vitres.

fortement. Par l'action de son poids qui l'allonge, et du souffle qui la distend, la masse de verre finit ainsi par prendre la forme cylindrique. La figure 13 met sous les yeux les formes successives que revêt le verre soufflé.

Le cylindre final se termine par une calotte ronde, qu'il faut faire disparaître. À cet effet, la pièce est présentée à l'orifice du four pour en amollir le bout, puis percée au sommet de la calotte avec une pointe de fer. Par le balancement de la canne, l'ouverture s'élargit et la calotte disparaît.

Le cylindre, durci maintenant, quoique toujours très chaud, est alors placé sur un chevalet de bois creusé en gouttières. L'ouvrier touche la pièce avec un fer froid aux points où elle adhère à la canne. Par ce simple contact, une cassure se déclare sur la ligne brusquement refroidie, et le cylindre est séparé de l'outil.

Cette opération faite, il reste à enlever la calotte qui termine encore un bout du cylindre. Dans ce but, l'ouvrier entoure la calotte d'un filet de verre coulant et très chaud ; puis il touche avec un fer froid la ligne ainsi réchauffée. À l'instant, une rupture circulaire détache la calotte.

Il reste ainsi sur le chevalet un manchon de verre, ouvert aux deux bouts. Pour fendre ce manchon, l'ouvrier promène d'un bout à l'autre de sa longueur une pointe de fer rougie ; puis il touche la ligne chaude avec le doigt mouillé. Un craquement suit et le manchon se fend.

Le manchon est alors porté dans un fourneau où, après s'être ramolli par la chaleur au point convenable, il est déplié et étendu avec une règle de fer

sur une plaque de fonte. Le résultat final est une grande lame de verre que le vitrier découpera plus tard, avec une pointe de diamant, en carreaux de telle grandeur qu'il vaudra.

7. Travail des bouteilles. — Pour les bouteilles, le verre est à la fois soufflé et moulé. La canne, chargée par l'aide d'une quantité convenable de verre pâteux, est passée au souffleur, qui donne à la masse vitreuse la forme d'un œuf terminé par un col.

La pièce est alors ramollie dans le four, puis introduite dans un moule en fer. En soufflant avec force, l'ouvrier gonfle le verre et lui fait occuper exactement la capacité du moule. Après ce travail, le fond de la bouteille est plat. Par la pression avec l'angle d'une lame de tôle, ce fond est refoulé à l'intérieur et devient un mamelon en pain de sucre. Un filet de verre fondu appliqué autour de l'embouchure de la pièce donne le collet de la bouteille. Le cachet que portent certaines bouteilles, le cachet, par exemple, où est inscrit le mot *litre*, s'obtient avec un petit rond de verre pâteux appliqué sur la panse et imprimé avec un moule de fer gravé.

8. Tubes de verre. — Les tubes de verre, dont quelques-uns, par exemple ceux des thermomètres, ont un canal à peine visible, s'obtiennent de la manière suivante. Un ouvrier souffle un peu de verre au bout de sa canne et lui donne la forme d'une poire. Un second ouvrier applique sur le fond de cette poire, toute rouge de feu, l'extrémité de sa canne légèrement empâtée de verre ; et les deux, marchant à reculons, s'éloignent rapidement l'un de l'autre. La poire de verre, ainsi étirée, se change en un long tube, terminé de part et d'autre par un renflement. On obtient de la sorte des tubes d'une quarantaine de mètres de longueur, que l'on découpe ensuite en portions d'un mètre.

9. Fil de verre. — Par un procédé analogue s'obtient le fil de verre, l'un des plus curieux produits de l'industrie. Le verre, soufflé en poire, au lieu de s'étirer sous l'action d'ouvriers qui s'éloignent à reculons, s'allonge entraîné par une roue qui fait de quatre à cinq cents tours par minute, et sur laquelle le verre s'enroule, réduit en fil d'autant plus fin que la rotation est plus rapide.

Ce fil est creux à l'intérieur. Il est si fin que l'habituelle fragilité de la matière est remplacée par une souplesse peu différente de celle de la soie. Il peut être roulé en pelotes aussi aisément que le fil ordinaire, et bouclé comme les cheveux au moyen d'un fer chaud. Il y a mieux : ce fil de verre peut se tisser, et se convertir en étoffes, qui, pour l'éclat, n'ont pas leurs pareilles. On en fabrique des aigrettes, des tissus pour tenture de haut apparat, de splendides ornements d'église.

TERRE VÉGÉTALE

CHAPITRE 6

FORMATION DE LA TERRE ARABLE

1. Origine de la terre végétale. — On appelle *sol*, *terre végétale* ou *terre arable*, la partie superficielle du terrain que fouillent, remuent nos instruments de labour, et dans laquelle les plantes trouvent à développer leurs racines. En tel endroit, le roc est à nu, et la stérilité y est complète ; en tel autre, la terre végétale forme une épaisseur de quelques travers de doigt, et de maigres gazons y commencent à verdier ; en d'autres enfin, elle atteint une épaisseur d'un petit nombre de mètres, et la végétation y arrive à toute sa prospérité. Mais nulle part la terre végétale ne possède une épaisseur indéfinie : à une profondeur qui n'est jamais bien grande, reparaît le roc vif des montagnes voisines.

Comment s'est formée cette mince couche de terre ou tout ce qui vit puise sa nourriture, directement ou indirectement ? et comment encore se maintient-elle à peu près dans une même proportion, lorsque tous les cours d'eau, après les grandes pluies, l'entraînent graduellement à la mer avec leurs flots limoneux ?

Minées tous les hivers, et même toute l'année sur les hautes montagnes, par les intempéries et surtout par la glace qui se forme dans leurs moindres fissures, les roches de toute nature éclatent en menus fragments, se divisent en grains de sable, tombent en poussière et fournissent les débris de matières minérales que d'innombrables cours d'eau, grands et petits, charrient et déposent dans les plaines. Les cailloux roulés, les sables, les limons, la terre végétale, n'ont pas d'autre origine. La glace, les intempéries, les ont détachés de la pierre sur la croupe des montagnes ; les eaux les ont balayés et transportés plus loin.

On peut se faire une idée de l'action de la glace endettant les rochers pour en faire de la terre et enrichir les vallées, en examinant, au moment du dégel, la surface d'un chemin battu. Ferme sous les pieds avant la gelée, cette surface est sans consistance après le dégel, et soulevée çà et là en petites mottes pulvérulentes. Au moment de la gelée, l'humidité dont le sol était imprégné est devenue glace qui, augmentant de volume, se gonflant, a réduit en débris la couche superficielle du chemin. Quand le dégel arrive, ces débris, que la glace ne retient plus, forment d'abord de la boue, plus tard de la poussière. C'est exactement d'une manière pareille que la terre arable s'est formée avec les débris pierreux de toute nature.

2. Quelques effets de la glace. — En devenant glace, l'eau augmente de volume ; et telle est la raison pour laquelle les glaçons flottent à la surface de l'eau, au lieu de tomber au fond à la façon des pierres. Lorsqu'elle se forme dans un espace clos dont les parois s'opposent à son augmentation de volume, ou, comme on dit, à son expansion, la glace exerce contre ces parois une poussée énorme, qu'on évalue à plus de 1 000 kilogrammes par centimètre carré de surface pressée. L'expansion de la glace est donc capable des effets les plus puissants.

Un major d'artillerie de Québec soumit à l'action du froid de l'hiver des bombes pleines d'eau, et dont le trou de fusée était solidement bouché avec un tampon de fer. Dans les unes, quand la congélation eut lieu, le bouchon fut lancé à une grande distance, et il sortit par le trou de fusée un cylindre de glace ; dans d'autres, le bouchon résista, mais alors la bombe se fendit et laissa déborder par la fissure un bourrelet de glace.

La physique fait à ce sujet une expérience frappante. On remplit d'eau un canon de pistolet dont la lumière est bouchée, et l'on ferme solidement l'ouverture avec un bouchon métallique à vis. Ainsi disposé, le canon de pistolet est soumis à un vif refroidissement. Son contenu se prend en glace, et l'on entend bientôt un craquement assez fort. C'est la rupture du canon, fendu, déchiré par l'irrésistible effort de la glace emprisonnée.

L'expérience que voici est mieux à notre portée. En hiver, par un froid vif, prenons une bouteille ordinaire, remplissons-la d'eau complètement, et bouchons-la avec un excellent bouchon de liège, que nous maintiendrons en place avec du fil de fer ou une solide ficelle. Exposons cette bouteille au grand air, au moment où il gèle fort. Tôt ou tard, nous la trouverons en morceaux, brisée par la poussée de la glace. L'expérience est sans péril aucun. Les débris de la bouteille ne sont pas lancés ; ils restent adhérents entre eux, collés par la glace, ou bien ils tombent tranquillement à terre.

Ainsi s'explique pourquoi les tuyaux de conduite des fontaines sont fendus, les bassins en maçonnerie crevassés, les corps des pompes déchirés, lorsque

leur contenu vient à geler en entier. Les rochers les plus durs, s'ils emprisonnent de l'eau dans leurs fentes, leurs crevasses, leurs fissures, se brisent par la gelée, et démontrent toute l'exactitude de cette expression populaire : il gèle à pierre fendre. Certaines pierres de nos constructions, dites *pierres gélives*, s'imbibent d'eau et tombent plus tard en poudre quand viennent les grands froids.

Ces exemples suffisent pour montrer comment les roches de toute nature, attaquées continuellement par les intempéries, émiettées surtout par la glace, deviennent de la terre végétale.

3. Ameublement de la terre arable par la gelée. — La glace est encore un énergique auxiliaire de l'agriculture pour rendre le sol apte à recevoir et à nourrir la semence. En automne, supposons de forts attelages labourant péniblement un sol inculte. Le soc mord profondément, de grandes mottes sont arrachées et culbutées sur le trajet de la charrue. Quand ce labour est fini, la surface du champ paraît comme ravagée ; au lieu d'un sol égal, composé d'une terre souple, telle qu'en demande la culture, ce n'est encore qu'un pêle-mêle de grosses mottes compactes, de blocs où le grain ne pourrait germer.

Si l'homme devait lui-même émietter ces blocs et en faire de la terre fertile, ses moyens d'action, si ingénieux qu'ils soient, bien difficilement en viendraient à bout. Ce que l'agriculteur ne peut faire, la gelée le fait avec une merveilleuse facilité. Imprégnées des pluies automnales, les mottes sont saisies par le froid de l'hiver ; et se gelant, se dégelant tour à tour, elles finissent par être réduites en poudre par la force expansive de la glace formée dans leur épaisseur. Au printemps, le sol est *ameubli*, c'est-à-dire converti en une terre souple ; maintenant la semence peut venir à bien. Cette action de la gelée sur la terre arable fait dire aux agriculteurs que les froids de l'hiver mûrissent les terres.

4. Humus ou terreau. — La terre propre à la culture ne contient pas seulement des matières minérales poudreuses, elle contient aussi un peu d'humus ou de terreau, provenant lui-même de la décomposition des substances végétales, auxquelles s'associent, pour une moindre part, les substances animales. Ces débris de végétaux et d'animaux sont ce qu'on appelle des *détritus organiques*.

Nous savons tous que le bois, les feuilles ; les herbages, abandonnés longtemps à l'action de l'air et de l'humidité, éprouvent une décomposition lente, en un mot pourrissent. Le résultat de cette décomposition est une matière brune qu'on appelle *humus* ou bien *terreau*. L'intérieur des vieux saules creux est converti en humus ; les feuilles qui tombent des arbres et pourrissent à leur pied se changent en humus ; il en est de même des arbres qu'on laisse indéfiniment vieillir. C'est l'humus formé par les débris des générations vé-

gétales antérieures qui nourrit les générations actuelles. Celles-ci, à leur tour, deviendront du terreau d'où sortiront les générations futures.

5. Première formation de l'humus. — Pour donner une idée des causes qui, depuis les temps les plus reculés, ont peu à peu fertilisé avec du terreau la poussière du roc, bornons-nous à l'exemple que voici.

La géographie nous a appris ce que c'est qu'un volcan. C'est une montagne dont le sommet est creusé d'une immense excavation en forme d'entonnoir et qu'on nomme *cratère*. Parfois la terre tremble dans le voisinage d'un volcan ; des bruits formidables, pareils aux roulements du tonnerre et aux détonations du canon, résonnent dans les flancs de la montagne. Le cratère lance dans le ciel une haute colonne de fumée, sombre de jour, rouge de feu la nuit. Tout à coup la montagne se déchire, et vomit par les crevasses un fleuve de feu, un courant de roches en fusion ou laves. Enfin le volcan s'apaise ; la source du terrible courant tarit, les laves elles-mêmes cessent de couler, se figent ; et après un laps de temps qui peut embrasser des années entières, elles sont complètement refroidies.

Or que va maintenant devenir cette énorme couche de pierre noire, caverneuse, pareille au mâchefer de la forge du forgeron ? que va produire cette nappe de laves, ce roc nouveau couvrant une superficie de plusieurs lieues carrées ? Cette surface désolée, maudite, sortie en fusion des entrailles de la terre, paraît destinée à ne jamais se couvrir de verdure ; et, cependant, après des siècles, une végétation vigoureuse de chênes, de hêtres, de sapins et autres grands arbres, aura fini par s'y établir. Que lui faut-il pour cela ? De la terre végétale : des matières minérales poudreuses et de l'humus. Assistons à cette formation.

Voici que l'air, la pluie, la neige, les gelées surtout, attaquent tour à tour la dure surface de la lave, en détachent de fines parcelles, et lentement produisent un peu de poussière à ses dépens. Sur cette poussière apparaissent des plantes bizarres et robustes, ces plaques blanches ou jaunes, ces croûtes végétales destinées à vivre sur la pierre et qu'on nomme *lichens*. Ces premiers habitants du roc se collent sur la lave, la rongent encore davantage, et meurent, laissant un peu de terreau formé de leurs débris en pourriture.

Sur ce précieux terreau, conservé dans quelque cavité de la lave, viennent maintenant des coussinets de *mousses*, qui périssent à leur tour en augmentant la quantité de matériaux fertilisants. Puis arrivent les fougères, qui exigent de plus grandes provisions ; après celles-ci, quelques touffes de gazon ; ensuite quelques ronces, quelques maigres arbustes ; de sorte que chaque année la terre végétale s'accroît des nouveaux débris de laves et du terreau laissé par les générations de plantes pourries sur place. C'est ainsi que, de proche en proche, une coulée de laves se couvre enfin d'une forêt.

La terre arable que nous cultivons a une semblable origine. Les roches stériles, si dures qu'elles soient, en ont formé la partie minérale en se réduisant en poussière par l'action combinée de l'eau, de l'air et du froid ; et les générations végétales qui s'y sont succédé, à partir des plus simples, en ont formé le terreau.

6. Rôle des végétaux inférieurs. — Remarquons comme, dans la nature, le moindre des êtres remplit son rôle, et concourt, dans la mesure de ses forces, à l'harmonie générale. Pour produire la terre végétale, source de toute nourriture, il ne suffit pas des intempéries qui endettent le roc ; il faut encore des plantes assez robustes pour trouver à vivre sur ce sol ingrat ; il faut

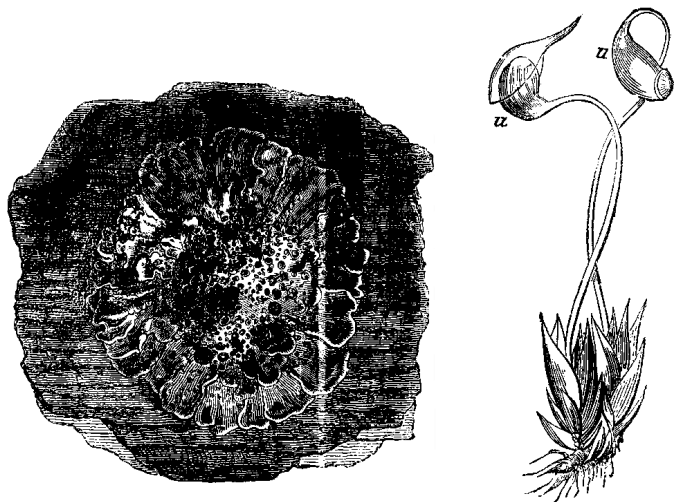


Fig. 14. — Lichen. — Fig. 15. — Mousse.

ces gazons coriaces, ces mousses, ces lichens qui rongent la pierre. C'est par l'intermédiaire de ces plantes élémentaires, en apparence si chétives et pourtant si robustes, que la poussière des roches s'enrichit de terreau et constitue un sol propre à nourrir d'autres plantes plus délicates.

Ce n'est pas dans les plaines cultivées que nous trouverons ces tapis serrés de mousses, ces encroûtements de lichens, vaillants défricheurs de la pierre ; c'est sur la croupe des montagnes qu'on les voit surtout à l'œuvre, s'incrétant sur la roche unie pour en faire de la terre végétale. C'est de ces hauteurs que la terre arable est descendue peu à peu, balayée par les pluies, et est venue fertiliser les vallées. Le même travail se poursuit toujours dans les régions montueuses, les plantes infimes y augmentent, sans cesse la quantité de terre

végétale. Les filets d'eau pluviale qui sillonnent ces régions s'en emparent et l'amènent dans les plaines.

CHAPITRE 7

SOL — AMENDEMENTS — ENGRAIS

1. Matériaux du soi. — Quatre matériaux, naturellement mélangés en des proportions bien variables, entrent dans la composition du sol ou terre végétale, savoir : le *sable*, l'*argile*, le *calcaire* et l'*humus*. Isolément, chacun de ces matériaux ne donnerait qu'un fort mauvais sol, rebelle à la culture ; mais réunis, associés entre eux, ils remplissent les conditions nécessaires à la fertilité.

Généralement, une terre arable les renferme tous les quatre, avec prédominance tantôt de l'un, tantôt de l'autre. Le sol prend le nom de son principe le plus abondant. C'est ainsi qu'on a formé les dénominations de *sol siliceux*, *sol argileux*, *sol calcaire*, *sol humifère*, pour désigner les terres arables où domine soit la silice, soit l'argile, soit le calcaire, soit enfin l'humus. On emploie aussi des dénominations doubles. Quand on dit, par exemple, qu'un sol est *argilo-calcaire*, on entend par là que l'argile et le calcaire en sont les matériaux les plus abondants.

2. Terres légères et sablonneuses. — Les sols sablonneux ou siliceux doivent leur nom à la grande quantité de sables qu'ils renferment. Quand on délaye un peu d'une terre sablonneuse dans de l'eau et qu'on agite, le sable, plus lourd, se dépose pendant que le reste est encore en suspension dans le liquide ; et c'est d'après la quantité plus ou moins grande de ce sable qu'on juge de la nature plus ou moins siliceuse du sol.

Les terres sablonneuses sont peu consistantes, aisées à travailler avec la bêche et la charrue ; aussi leur donne-t-on le nom de *terres légères*. Elles se laissent aisément pénétrer par l'eau et l'air, condition favorable à la végétation, dont les racines ne peuvent prospérer sans le concours de l'air et de l'eau ; malheureusement elles perdent avec promptitude leur humidité, elles s'échauffent facilement par l'action du soleil, et par là sont très sujettes à la sécheresse. Le jardinier, qui dispose de l'arrosoir et de la rigole, tire un excellent parti des terres légères ; mais l'agriculteur, n'ayant à compter que sur les eaux du ciel, n'en est pas toujours satisfait.

Nous avons parlé du granit comme étant une des principales pierres siliceuses, abondamment répandue dans le centre de la France et en Bretagne. Le sol qui résulte des menus débris de cette roche est appelé *sol granitique*.

Il est peu favorable à la culture. Les châtaigniers y prospèrent, ainsi que certaines plantes sauvages, caractéristiques de ce genre de sol. Les principales sont la *bruyère* et la *digitale pourprée*. Les bruyères, petits arbustes à élégantes

fleurs roses, couvrent d'un interminable tapis les sols siliceux les plus maigres. La digitale pourprée est une plante à grand feuillage, dont les fleurs, rouges au dehors, tigrées de blanc et de pourpre au dedans, sont disposées en une



Fig. 16. — Châtaignier. — Fig. 17. — Bruyère commune.

longue et magnifique quenouille, arrivant presque à hauteur d'homme. Les fleurs ont la forme de longs grelots ventrus, ou plutôt de doigts de gant ; aussi désigne-t-on la plante sous le nom de Gantelée, gants de Notre-Dame, doigts de la Vierge.

3. Sol sablo-argileux. — Quand l'argile et le sable s'accompagnent en proportions à peu près égales, on a le *sol sablo-argileux*, occupant les vallées que parcourent les grandes rivières. C'est le plus fécond et le plus facile à cultiver. Tels sont les sols des vallées du Rhône, de la Loire, de la Garonne, de la Seine. Il est plus fécond encore s'il est submergé par les eaux à l'époque des crues. Le fleuve lui abandonne alors un limon fertile, formé d'argile et de matières organiques balayées par les eaux. C'est ainsi que la fertilité de la célèbre vallée du Nil est due aux crues annuelles de ce fleuve.

4. Terre de bruyère. — Elle est formée de sable fin et d'humus provenant de la décomposition des feuilles de bruyère et d'autres plantes. Elle ne s'emploie que pour la culture des fleurs délicates dans les serres et les jardins.

5. **Terres fortes et argileuses.** — Les terres argileuses sont le contraire des terres siliceuses. L'eau les fait gonfler et les réduit en une pâte tenace qui adhère fortement aux instruments de labour ; aussi les appelle-t-on *terres fortes*. Elles sont difficilement perméables à l'eau et à l'air ; une fois imbibées, elles se dessèchent très lentement, et de là vient leur qualification de *terres froides*. La bêche les divise en mottes compactes, lentes à s'émietter et impropres à l'ensemencement. Tous les soins de l'agriculteur doivent tendre à faire écouler les eaux, et à diviser la terre par des labours, avant et pendant les gelées. On les améliore avec le sable, les cendres de houille, la chaux. Le froment prospère mieux dans les sols argileux que dans toute autre nature de terrain.

Les terres argileuses se reconnaissent à leur végétation. Les plantes sauvages qui les caractérisent sont le *tussilage* et l'*hièble*. Le tussilage se nomme aussi *pas-d'âne* à cause de la forme de ses feuilles, dont le contour rappelle l'empreinte du sabot d'un âne, ou mieux d'un cheval, à cause de leur ampleur. Elles sont blanches en dessous. Les fleurs sont jaunes comme de petits soucis ; elles apparaissent au premier printemps, avant que les feuilles se montrent. L'*hièble* est une espèce de sureau herbacé, qui monte à mi-hauteur d'homme. À ses petites fleurs blanches succèdent des baies gonflées d'un jus rouge violacé.

6. **Sols calcaires.** — Les *sols calcaires* sont blanchâtres à cause de leur principe dominant, la craie. Complètement stériles quand la proportion de calcaire est trop forte, ils sont assez productifs quand à ce principe s'adjoint l'argile.

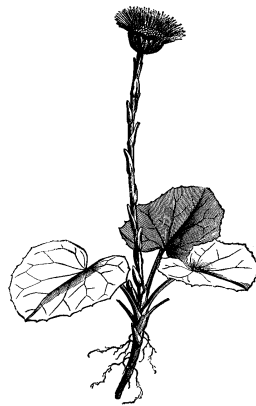


Fig. 18. — Tussilage ou pas-d'âne.

La Champagne et le midi de la France offrent des exemples de cette classe de terrain.

Les terres calcaires ont pour végétaux le *buis*, dont le bois compact et à grain fin est si estimé des tourneurs ; le *cornouiller mâle*, dont les fruits roussâtres, en forme d'olive et munis d'un noyau, sont, en automne, un des aliments les plus estimés que nous donnent les végétaux sauvages ; l'*alkékengé* ou *coqueret*, dont on utilise les baies jaunes pour colorer le beurre. Ces baies sont enveloppées d'un ample sac membraneux superbement rouge.

7. **Sols humifères.** — Les *sols humifères* ont pour principe dominant la matière brune provenant de la décomposition des feuilles et des divers débris végétaux. Le principal est le *sol tourbeux*. On appelle *tourbe* une matière noirâtre, spongieuse, qui se forme dans les bas-fonds humides par l'accumulation des débris végétaux et en particulières mousses. La tourbe est employée comme combustible. Pour utiliser un pareil sol, il faut d'abord l'assainir par le dessèchement, en le sillonnant de fossés par où se fait l'écoulement des eaux. On l'ameublir par l'addition de sable et de marne ; on lui donne de la chaux, qui active et achève la décomposition des matières végétales.



Fig. 19. — Linaigrette.

Les terrains tourbeux se reconnaissent à leurs *sphaignes*, grandes mousses qui végètent le pied dans l'eau ; à leurs *linaigrettes*, du sommet desquelles pendent de belles houppes, aussi douces au toucher, aussi blanches que la soie la plus fine.

8. Marnes. — Les marnes sont des mélanges à proportions variables de calcaire, d'argile et de sable. Elles sont ordinairement feuilletées, et possèdent, à un degré plus ou moins marqué, la faculté de s'émietter, de se réduire en poudre, par l'exposition aux pluies et aux gelées. Leur couleur est très variable ; le plus souvent elles sont grises ou bleuâtres. Suivant que l'un ou l'autre de leurs trois principes domine, on les distingue en marnes calcaires, en marnes argileuses et en marnes sablonneuses. Les premières sont les meilleures et les plus usitées.

Les marnes calcaires se reconnaissent en ce qu'elles font une vive effervescence avec les acides. Elles sont peu liantes et s'émiettent rapidement. Les marnes argileuses sont liantes comme la terre glaise, et ne font qu'une faible effervescence avec les acides. Quant aux marnes sablonneuses, on les reconnaît à leur aridité et aux menus grains de sable dont elles se composent en partie.

9. Amendements. — Un sol, pour être fertile, outre les matières organiques provenant de l'humus et des engrais, doit contenir du calcaire, du sable et de l'argile. Or il peut se faire que naturellement il ne renferme pas en quantité suffisante ou ne renferme pas du tout l'un ou l'autre de ces trois principes. Il faut alors corriger la nature du sol, en lui donnant ce qui lui manque. C'est ce qu'on appelle *amender* le sol.

Ainsi, un terrain trop sablonneux est amélioré par le calcaire et l'argile ; une terre trop forte, trop argileuse, est améliorée par le sable et surtout le calcaire. On donne le nom d'*amendements* aux matières minérales qu'on introduit dans le sol pour en corriger la nature. Ces matières concourent également à la nutrition des plantes, et à ce point de vue peuvent être considérées comme des engrais minéraux.

10. Drainage. — L'un des amendements les plus précieux est la marne, qui, se réduisant avec facilité en poudre par l'action de l'air, des pluies, de la gelée, peut se mélanger intimement avec la terre qu'il faut améliorer. Les marnes argileuses conviennent aux sols sablonneux, tandis que les marnes sablonneuses améliorent les terres fortement argileuses. Quant aux marnes calcaires, elles sont efficaces pour les terres trop fortes, comme pour les terres trop légères. Il faut donc, suivant la nature du sol, choisir convenablement la marne qu'on veut lui donner comme amendement ; car ce serait chose à la fois dispendieuse et inutile que de répandre dans une terre une marne ne lui apportant que les principes qu'elle a déjà en abondance.

Pour effectuer le *marnage*, on dépose la marne en petits tas dans le champ avant l'hiver. La pluie, l'air et les gelées réduisent ces tas en poudre, qu'on répand au printemps avec la pelle.

11. Chaulage. — La chaux est pareillement un amendement de haute valeur, indispensable aux sols dépourvus de calcaire. Elle agit de diverses manières. D'abord elle attaque énergiquement les substances végétales, les décompose et les convertit en terreau. Un tas de feuilles et d'herbages, qui mettrait de longs mois à pourrir, devient en peu de temps un amas de terreau quand on y mélange de la chaux. De là sa grande utilité dans les champs riches en mauvaises herbes et dans ceux qu'on a nouvellement défrichés, enfin partout où se trouvent de vieilles souches, des amas de feuilles, des débris d'herbages, des bruyères à décomposer. Par son intermédiaire, toutes ces matières herbacées ou ligneuses sont promptement converties en terreau, dont le soi s'enrichit au grand avantage des récoltes futures.

En second lieu, la chaux corrige, neutralise l'aigreur particulière à certains sols. L'expérience suivante fait foi de cette propriété. Avec du vinaigre, si fort qu'il soit, mélangeons un peu de chaux. En peu de temps, l'odeur et la saveur acide du vinaigre auront disparu. Or partout où pourrissent d'abondants débris végétaux, feuilles, mousses, joncs, vieilles souches, il se produit des substances à saveur aigre, en d'autres termes des acides, dont la présence est nuisible à toute culture.



Fig. 20. — Carex.

C'est ce qui a lieu notamment pour les sols tourbeux, dont l'acidité excessive convient à une végétation coriace de joncs et de carex sans valeur pour nous, mais déplaît fort aux diverses plantes que nous cultivons. La chaux, qui doit corriger cette aigreur, fait donc merveille dans les terrains marécageux, dans les prairies humides, dans les sols à tourbe. On est averti de la nécessité de

la chaux par l'apparition des fougères, des bruyères, des carex, des joncs, des mousses, des sphaignes, des linaïgrettes.

En troisième lieu, une fois en terre, la chaux ne tarde pas à redevenir ce qu'elle était avant de passer par le four du chafournier, c'est-à-dire du calcaire, mais en poussière très fine. Ce retour à l'état de calcaire se fait par la combinaison avec le gaz carbonique provenant de l'atmosphère ou dégagé par les matières pourrissant dans le sol. Sous cette nouvelle forme, la chaux continue à remplir un rôle efficace en donnant le principe calcaire à une terre qui en est dépourvue, en empêchant aussi l'argile d'être trop liante, trop impénétrable à l'air et à l'eau.

Le *chaulage*, ou la distribution de la chaux sur un terrain, se fait à la fin de l'été, lorsque les terres sont sèches. On dispose, de 5 mètres en 5 mètres de distance, des tas d'une vingtaine de litres de chaux vive, que l'on recouvre d'un peu de terre. En peu de temps, par l'effet de l'humidité de l'air, la chaux est réduite en poudre fine. On l'étend alors régulièrement avec la pelle, et on l'enfouit par quelques légers labours. Les sols tourbeux, argileux, granitiques, sont ceux où la chaux produit les meilleurs effets.

12. Engrais. — Le froment fait du blé ; la pomme de terre, des tubercules farineux ; la prairie fait du foin ; la vigne, des raisins. Il faut des matériaux pour ce foin, ce blé, ces tubercules, ces raisins : où sont-ils ? Ils sont en partie dans l'atmosphère, en partie dans le sol. Le cultivateur ne peut rien sur la composition de l'atmosphère ; aussi, de ce côté, tout se passe indépendamment de ses soins et de sa volonté ; mais il peut beaucoup sur la composition du sol, et c'est là le grand problème de l'agriculture.

L'humus, formé par les débris des générations végétales antérieures, nourrit les générations actuelles ; celles-ci, à leur tour, deviendront du terreau d'où sortiront les générations futures. C'est ainsi que s'entretient la végétation dans les lieux que l'homme ne cultive pas. Là où l'humus se forme sans entraves, la végétation se maintient toujours vigoureuse, se transmettant de génération en génération la même substance qui est tour à tour plante ou terreau.

Mais on emporte au fénil le foin d'une prairie, on met en grenier la récolte d'un champ de blé, on convertit en vin le produit de la vendange. On prive ainsi le sol de l'humus qui se serait naturellement formé par la pourriture de ce foin, de ce blé, de cette vendange. Il faut donc restituer au sol, sous une forme ou l'autre, le terreau qu'on lui a enlevé, les matériaux féconds dont on l'a dépouillé ; sinon il ira en s'affaiblissant et finira par devenir stérile. C'est ce que l'on fait en lui donnant des engrais : car le fumier des animaux est une sorte d'humus qui, au lieu de se former par la pourriture naturelle, s'est produit par le travail de la digestion.

Les déjections de l'animal sont les débris des matières qui l'ont nourri ; on peut les comparer aux décombres d'un édifice démoli. Avec les décombres d'une maison en ruine, un maçon peut en bâtir une nouvelle ; avec les débris informes et rouilles d'une serrure, un serrurier peut en forger une toute neuve. Eh bien, nos cultures font comme le serrurier et le maçon : elles travaillent sur le vieux, sur des débris, sur des décombres ; et avec ces débris elles produisent de nouvelles récoltes. La plante transforme en pain, en fruits, en légumes, les immondices de nos étables, la pourriture de nos fumiers, immondices et pourriture qui d'abord étaient fourrage, grain, fruits, légumes ; en d'autres termes, elle retrouve et prend dans l'engrais les matériaux dont elle a besoin pour ses nouvelles créations. Rien ne se fait avec rien. Les végétaux ne produisent pas eux-mêmes la substance qui les compose, ils ne la tirent pas du néant. Cette substance est prise quelque part, L'atmosphère en fournit une partie ; le sol, enrichi d'engrais, fournit l'autre. Il faut donc restituer à la terre, pour la maintenir fertile, les matériaux qu'on lui enlève avec la récolte. Tel est le rôle des engrais, sans lesquels le sol s'épuise et ne produit plus.

EAU

CHAPITRE 8

EAU DES MERS, DES LACS, DES RIVIÈRES

1. Les mers. — Si l'on fait quatre parts égales de la surface entière du globe terrestre, la terre ferme occupe environ une de ces parties, et l'ensemble des mers occupe les trois autres. Sous la mer, il y a le sol, de même que sous les eaux d'un lac ou d'un simple ruisseau. Le sol sous-marin est accidenté tout autant que la terre ferme. En certains points, il est creusé de gouffres dont on trouve à grand peine le fond ; en d'autres, il est hérissé de chaîne de montagnes, dont les plus hautes cimes dépassent le niveau des eaux et forment des îles ; en d'autres encore, il s'étend en vastes plaines ou se dresse en plateaux. Mis à sec, il ne différerait pas des continents.

La plus grande profondeur de la Méditerranée paraît être entre l'Afrique et la Grèce. Dans ces parages, pour toucher le fond, la sonde dévide de 4 000 à 5 000 mètres de cordon. Cette profondeur équivaut à la hauteur de la montagne la plus élevée de l'Europe, à la hauteur du Mont Blanc, qui est de 4810 mètres. Dans l'Atlantique, au sud du banc de Terre-Neuve, lieu par excellence de la pêche de la morue, la sonde accuse 8 000 mètres environ. Les plus hautes montagnes du globe, situées vers le centre de l'Asie, ont 8 840 mètres d'altitude.

Entre ces abîmes et la rive, où la couche d'eau peut n'avoir qu'un travers de doigt d'épaisseur, tous les degrés intermédiaires se présentent, tantôt d'une manière graduelle, tantôt brusquement, suivant la configuration du sol sous-marin. Sur tel rivage, la mer croît en profondeur avec une effrayante rapidité ; le rivage est alors le haut d'un escarpement dont la mer occupe le fond. Sur tel autre, elle croît peu à peu, et il faudrait se porter au large à de grandes distances pour trouver quelques mètres d'eau. Le lit de la mer est alors une plaine à pente insensible, continuation de la plaine terrestre

La profondeur moyenne des mers paraît être de 6 à 7 kilomètres ; c'est-à-dire que si toutes les irrégularités sous-marines disparaissaient pour faire place à un lit régulier, comme le fond d'un bassin bâti de main d'homme, les mers, tout en conservant en superficie l'étendue qu'elles ont, posséderaient une couche uniforme de 6 000 à 7 000 mètres d'épaisseur.

2. Salure des mers. — Les eaux de la mer renferment en dissolution de nombreuses substances qui leur donnent une saveur extrêmement désagréable et les rendent impropres aux usages domestiques. La plus abondante de ces substances est le sel ordinaire.

La salure des mers est variable ; elle est d'autant plus forte, en général, que la région considérée reçoit par ses affluents moins d'eau douce et se trouve soumise à une évaporation plus rapide. Un litre d'eau de la mer Caspienne contient 6 grammes environ de matériaux salins ; un litre de la mer Noire en contient 18 ; de l'Atlantique, 32 ; de la Méditerranée, 44. La mer Morte est tout à fait exceptionnelle sous le rapport de son degré de salure : on trouve dans ses eaux jusqu'à 400 grammes de substances salines par litre.

3. Coloration de la mer. — Vue en petite quantité, l'eau semble incolore ; vue en grande masse, elle apparaît avec sa coloration naturelle, qui est le bleu verdâtre. La mer est donc d'un bleu virant au vert, plus foncé au large, plus clair près des côtes ; mais cette coloration se modifie beaucoup suivant l'état de la surface des eaux et suivant l'état du ciel. Sous un soleil vif, la mer tranquille est tantôt d'un bleu tendre, tantôt d'un indigo foncé ; sous un ciel orageux, elle devient vert bouteille et passe presque au noir.

La mer peut présenter d'autres teintes qui tiennent à des causes locales, par exemple à la nature du fond, à des sables diversement colorés, à des animalcules, à des végétaux très petits pullulant dans ses eaux. C'est ainsi que l'apparence sanguinolente que prennent parfois certains parages de la mer Rouge est causée par d'innombrables filaments d'un tout petit végétal teint de pourpre. La mer Vermeille, ou de la Californie, doit sa coloration à des animalcules rouges.

4. Phosphorescence de la mer. — D'autres animaux rendent la mer lumineuse. Nous connaissons le ver luisant, ce curieux insecte qui, dans les chaudes soirées d'été, brille au milieu des herbes comme une étincelle tombée des étoiles. L'insecte, malgré la vive lueur qu'il répand, ne brûle pas pour cela comme brûle un charbon allumé ; il n'est pas plus chaud que s'il restait obscur. Il peut devenir lumineux ou obscur à volonté, preuve que la lumière qu'il répand est le résultat d'un acte entièrement sous sa dépendance. On donne le nom de *phosphorescence* à cette lumière d'origine vivante, non pour indiquer qu'elle est donnée par du phosphore, car il n'y en a aucune trace dans la

matière lumineuse du ver luisant, mais à cause de sa ressemblance avec les lueurs que jette le phosphore dans l'obscurité.

Les mers, surtout dans les régions chaudes, sont extrêmement riches en espèces animales phosphorescentes. Les plus remarquables sont les *noctiluques*, dont le nom signifie « lumineux de nuit », et les *pyrosomes*, dont le nom signifie « corps embrasé ». Les noctiluques sont de petits points glaireux, transparents et terminés par un filament mobile ; cinq de ces animalcules, placés bout à bout, mesureraient un millimètre. Les pyrosomes ont la forme de cylindres creux de la grosseur du doigt. Ils sont aussi gélatineux et transparents.

Or, voici maintenant ce que les voyageurs nous racontent de la mer changée en nappe de lumière par ses populations phosphorescentes. Ici, la surface de l'Océan brille dans toute son étendue et paraît rouler des métaux en fusion. Le vaisseau qui fend les vagues fait jaillir sous sa proue des lueurs rouges et bleues ; on dirait qu'il s'ouvre un sillon dans du soufre embrasé. Des étincelles montent par myriades du sein des eaux ; celles de nos feux d'artifice pâleraient à côté. Des nuages phosphorescents, des écharpes de lumière, errent dans les flots.

Ailleurs, sur la mer sombre, voici des bandes de pyrosomes qui se laissent bercer par la vague. Groupés en guirlandes et resplendissants d'éclat, ils feraient croire à des chapelets de lingots de fer chauffés à blanc. Comme l'acier se refroidissant au sortir du brasier, ils varient de nuance d'un moment à l'autre : du bleu étincelant ils passent au rouge, à l'aurore, à l'orangé, au vert, au bleu d'azur, puis ils se rallument soudain et jettent des éclairs plus vifs. Par intervalles, quelque une de ces guirlandes de feu ondule, pareille à un serpenteau d'artifice, se déploie, se reploie, se pelotonne et plonge dans les flots, semblable à un boulet rouge.

Ailleurs encore, la mer, aussi loin que la vue peut porter, semble une plaine de lait, tout imprégnée d'une douce lueur, comme si du phosphore était dissous dans les eaux. D'autres fois enfin, l'eau tranquille est parfaitement obscure ; mais le moindre ébranlement provoque aussitôt la phosphorescence. Un grain de sable jeté sur cette surface sombre fait naître une tache lumineuse, et les ondulations du liquide sont autant de crêtes lumineuses. Une pierre produit les mêmes résultats, et de plus chaque éclaboussure forme une étincelle pareille à celle du fer rouge battu sur l'enclume. Les vagues, en arrivant sur la plage, prennent l'aspect de flots d'argent fondu, semés d'un nombre infini de petites étincelles et couronnés d'une flamme bleuâtre. Un bâton rapidement promené dans l'eau laisse après lui un sillon de lumière blanche. Les mains plongées dans la mer en ressortent aussi lumineuses que si on les avait frottées avec du phosphore. De l'eau prise au hasard et versée d'une certaine hauteur ressemble à s'y méprendre à un filet d'argent fondu. C'est ainsi que

se manifeste la phosphorescence due aux noctiluques, phosphorescence que l'on peut, de temps à autre, observer sur notre littoral, même dans le nord de la France.

5. Vagues. — Les mouvements de l'air ébranlent la superficie de la nier et l'agitent d'ondulations que l'on nomme flots, vagues, lames. Si le vent est inégal, il fait naître les *flots*, qui bondissent couronnés d'une crinière d'écume, se heurtent et se brisent l'un contre l'autre. S'il est fort et continu, il soulève les eaux en longues intumescences, en *lames* ou *vagues*, qui s'avancent du large par rangées parallèles, se succèdent avec une majestueuse uniformité et viennent l'une après l'autre se précipiter sur le rivage.

Ces mouvements n'affectent que la superficie de la mer ; à une trentaine de mètres de profondeur, l'eau se maintient tranquille, même au milieu des plus fortes tempêtes. Dans nos contrées, la hauteur des plus grandes vagues n'atteint guère que 2 à 3 mètres ; mais dans quelques parages des mers du Sud, dans le voisinage du cap Horn et du cap de Bonne-Espérance, les ondes, par des temps exceptionnels, s'élèvent jusqu'à 10 et 12 mètres. Ce sont alors des collines mouvantes, espacées par de larges vallées. Fouettées par le vent, leurs crêtes jettent des nuages d'écume et s'enroulent en épouvantables volutes.

6. Falaises. Dunes. — La puissance des vagues est irrésistible. Les digues les plus solides sont démolies et balayées ; des blocs énormes sont arrachés, entraînés dans les terres, parfois lancés verticalement par-dessus les jetées. C'est à l'action continue des vagues que sont dues les *falaises*, ou escarpements sur les bords de la mer. Le flot les sape par la base, en fait écrouler le roc qu'il triture en galets, et progresse d'autant dans les terres. L'histoire a conservé le souvenir de phares, de tours, d'habitations, de villages même, qu'il a fallu abandonner à la suite de pareils éboulements, et qui aujourd'hui ont en entier disparu sous les eaux.

En d'autres points, la vague apporte à la terre ferme de nouveaux matériaux. Elle pousse sur les plages des masses de sable, dont les parties fines, chassées par le vent, donnent naissance à de longues collines appelées *dunes*. Les côtes océaniques de la France présentent des dunes dans le Pas-de-Calais, à partir de Boulogne ; en Bretagne, du côté de Nantes et des Sables-d'Olonne ; dans les Landes depuis Bordeaux jusqu'aux Pyrénées, sur une longueur de 240 kilomètres.

7. Marées. — Les fluctuations des mers, dont la cause est le vent, sont accidentelles, irrégulières, comme le vent lui-même ; mais à ces mouvements viennent s'en adjoindre d'autres, d'une grande régularité et se reproduisant par intervalles périodiques : ce sont les *marées*. Sur toutes les côtes océaniques, à certaines heures, la mer abandonne son rivage, se retire et laisse à sec de grandes étendues, qu'elle occupait d'abord. C'est alors le *reflux* ou la *marée*

descendante. Un peu plus tard, elle vient reprendre possession de l'étendue abandonnée. Ce retour des flots, c'est le *flux* ou la *marée montante*. Ces oscillations océaniques, tour à tour en avant et en arrière, se succèdent à six heures d'intervalle. Dans les vingt-quatre heures, il y a donc deux flux et deux reflux. Ces mouvements sont dus à l'attraction que la lune et le soleil, la première surtout, exercent sur les eaux de la mer. Le flux et le reflux ne s'observent pas dans la Méditerranée, d'étendue trop petite.

8. Les eaux douces. — L'arrosage de la terre ferme, condition de première nécessité, aussi bien pour la vie de l'animal que pour la vie de la plante, se fait exclusivement par les eaux de l'atmosphère, précipitées çà et là sous forme de pluie et sous forme de neige. L'atmosphère à son tour reçoit les eaux de la mer, d'où la chaleur solaire les élève à l'état de vapeur, bientôt convertie en nuages. Tous les cours d'eau des continents, fleuves et fontaines, sources, rivières et torrents, n'ont qu'une origine : les nuages du ciel, formés et renouvelés par l'incessante évaporation des mers.

Les infiltrations des eaux pluviales et de l'humidité atmosphérique, la fusion des neiges et des glaciers, donnent naissance à des sources, à des ruisseaux, qui, par leur réunion, constituent des rivières. Celles-ci, en suivant la pente des terrains, se rejoignent et forment des courants plus considérables, qui, sous le nom de fleuves, vont déverser les eaux continentales aux océans, d'où ces mêmes eaux étaient venues sous forme de nuages. Dans le bassin des mers commence et se termine le travail hydraulique destiné à verser aux terres la fraîcheur et la fécondité. La chaleur solaire y puise les eaux à l'état de vapeur et de nuages, qui se précipitent en pluie sur la terre ferme ; la pesanteur les y ramène à l'état de rivières et de fleuves, qui suivent les pentes du sol.

Depuis le plus grand fleuve jusqu'au moindre ruisseau, depuis le vaste lac jusqu'à la flaque croupissante, toutes les eaux de la terre viennent donc de la mer et toutes y retournent. Elles en viennent soulevées en nuages par la chaleur du soleil, et chassées par les vents tantôt dans une direction et tantôt dans une autre ; elles y retournent devenues pluie, neige, et enfin courants.

Ces eaux sont douces malgré leur origine exclusivement marine, parce que les matières salines des mers ne sont pas susceptibles de se réduire en vapeurs aux rayons du soleil. Quand l'évaporation se fait à la surface des océans, l'eau pure seule s'en va et tout le sel reste.

9. Invariable niveau des mers. — La mer alimente tous les fleuves du monde, et tous les fleuves du monde rendent à la mer, jusqu'à la dernière goutte, l'eau qu'ils en ont reçue. Par ce continuel mouvement d'entrée et de sortie, les bassins océaniques se maintiennent à un invariable niveau. Si malgré l'énorme masse d'eau que l'ensemble des fleuves déverse continuellement à la mer, ce niveau n'augmente en rien, cela provient de ce que l'évaporation

enlève continuellement aussi à la mer une masse d'eau équivalente pour l'entretien des fleuves.

10. Rôle des montagnes dans la formation des cours d'eau. — C'est autour des hautes cimes que les nuages s'amassent de préférence. Là, tantôt ils se bornent à imprégner le sol d'une humidité que d'autres et d'autres encore viennent à courts intervalles renouveler, jusqu'à ce qu'elle pénètre à une profondeur suffisante et descende dans les entrailles de la montagne, pour sourdre en filets liquides dans la plaine ; tantôt ils se résolvent en pluies, qui lavent les pentes et vont rapidement grossir les courants d'eau voisins ; tantôt encore, surtout si la cime est très élevée, ils déversent la neige, qui, fondue peu à peu aux rayons du soleil, est pour les sources l'alimentation la plus efficace et la plus durable.

Ainsi, d'une part à cause des vapeurs qui les enveloppent fréquemment, et d'autre part surtout à cause des neiges qui les couvrent au moins une grande partie de l'année, les chaînes de montagnes sont les lieux d'origine des eaux continentales. De leur double flanc s'écoulent les fleuves nés de la fusion graduelle des neiges et de la condensation permanente des vapeurs ; les uns se déversent de ce côté-ci des pentes, les autres du côté opposé. De là, le nom de *versants* donné aux deux flancs de la chaîne. Quant à l'arête de cette chaîne, elle forme la ligne de partage entre ces deux écoulements en sens contraire ; elle marque la ligne de séparation des eaux, et chaque ravin du versant droit et du versant gauche reçoit sa part de la somme des eaux, pour la distribuer aux plaines situées au pied du versant correspondant.

11. Fleuve, rivière, ruisseau, torrent. — Un Cours d'eau considérable qui se jette directement à la mer se nomme *fleuve*. Les fleuves les plus considérables du monde, pour la masse des eaux et la longueur du cours, sont l'Amazone dans l'Amérique du Sud, et le Mississipi dans l'Amérique du Nord.

Un cours d'eau moindre qu'un fleuve s'appelle *rivière*. Les rivières se jettent en général soit dans un fleuve, soit dans d'autres rivières ; quelques-unes aboutissent directement à la mer.

Les plus petits cours d'eau se nomment *ruisseaux*.

Si le cours d'eau est rapide et sujet à des crues brusques produites par les pluies ou la fonte des neiges, il prend le nom de *torrent*.

Le lit d'un cours d'eau est le sillon du sol dans lequel se fait l'écoulement. Ce lit suit toujours une pente progressive, plus ou moins rapide, depuis la source jusqu'à la mer. Le point de départ d'une eau courante est toujours plus élevé que le point d'arrivée, sinon l'écoulement ne pourrait se faire. C'est à ces différences d'altitude que font allusion certains termes géographiques, tels que ceux-ci : Haute-Loire et Loire-Inférieure. Le département de la Haute-Loire comprend la région de la France où la Loire prend sa source, et coule par

conséquent dans un lit plus élevé que partout ailleurs ; le département de la Loire-Inférieure comprend, au contraire, la région que ce fleuve parcourt au voisinage de la mer, région la moins élevée de toutes celles que la Loire arrose.

12. Lacs. — Un *lac* est une grande étendue d'eau au milieu des terres. Les lacs peuvent se diviser en quatre classes. Dans la première se rangent ceux qui n'ont point d'écoulement et ne reçoivent pas d'eaux courantes. Ils sont en général petits et de peu d'importance. Dans la seconde classe sont compris les lacs qui ont un écoulement sans recevoir aucune eau courante. Ils sont alimentés par des sources qui se font jour au fond même de leurs bassins, et les remplissent avant de pouvoir s'écouler. Des rivières, des fleuves, ont pour origine de pareils lacs. La troisième classe comprend les lacs qui reçoivent et émettent des eaux courantes. Ce sont, pour ainsi dire, dévastés dilatations du fleuve qui les traverse. De ce nombre est le lac de Genève, traversé par le Rhône. Enfin dans la quatrième classe se trouvent ceux qui reçoivent des rivières, de grands fleuves même, sans avoir d'écoulement visible. Ces réservoirs, qui reçoivent toujours et ne laissent rien écouler, se maintiennent néanmoins au même niveau, parce que l'évaporation leur enlève une quantité d'eau égale à celle qu'amènent les affluents. Quelques-uns de ces lacs sont salés et prennent, quand leur étendue est considérable, la dénomination de *mers intérieures*. Dans cette catégorie se trouvent la mer Caspienne et la mer Morte. La Caspienne reçoit le Volga, le fleuve de plus long cours en Europe ; la mer Morte reçoit le Jourdain.

CHAPITRE 9

GLACIERS — GLACES DES PÔLES

1. Neiges perpétuelles. — À cause du refroidissement rapide amené par l'altitude, la température, à une certaine élévation, variable suivant les climats, se trouve toute l'année au-dessous du point de congélation de l'eau. Dans ces froides régions, les vapeurs atmosphériques ne peuvent donc se résoudre en pluie, mais bien en neige, et cela en été comme en hiver. En descendant des hauteurs atmosphériques où ils se sont formés, les flocons de neige rencontrent sur leur passage des couches d'air de plus en plus chaudes, se fondent en route, et arrivent enfin dans les plaines à l'état de gouttes de pluie. Toute pluie partie d'assez haut est de la neige dans le principe. C'est ce qu'on peut aisément constater dans les pays montueux ; après chaque ondée

dans les vallées, on voit sur les cimes voisines une couche de neige fraîchement tombée.

Il y a ainsi, d'un bout à l'autre de la terre, dans les régions équatoriales comme dans les zones tempérées et les zones glaciales, une hauteur au-dessus de laquelle la chaleur est insuffisante pour amener la fusion complète des neiges de l'année. À partir de cette hauteur, la pluie est inconnue, même au cœur de l'été ; la neige et le grésil la remplacent. La terre, le roc, ne s'y montrent jamais à nu, si ce n'est sur les pentes taillées à pic : des *neiges perpétuelles* les recouvrent.

2. Limite des neiges perpétuelles. — La limite à laquelle commencent à se montrer les neiges perpétuelles doit être évidemment d'autant plus élevée que la contrée considérée possède un climat plus chaud ; et par suite, d'une manière générale, elle doit s'abaisser graduellement de l'équateur vers l'un et l'autre pôle. Elle varie encore suivant la saison, remontant en été, s'abaissant en hiver. On prend pour limite le niveau de la saison chaude. À distance, la démarcation entre les régions supérieures blanchies en tout temps par la neige, et les régions inférieures où le sol est à nu, se traduit par une ligne horizontale, d'où partent des traînées plus ou moins longues formées par les glaciers, c'est-à-dire par les neiges accumulées dans les vallées et converties en glace. Sous l'équateur, les neiges perpétuelles commencent vers 4 800 mètres ; dans les Alpes et les Pyrénées, vers 2 700 : en Irlande, à 936 mètres ; au Spitzberg, à 0, c'est-à-dire au niveau même de la mer.

3. État des hautes cimes. — On parle quelquefois des glaces des hautes cimes. On est dans l'erreur si l'on attache à cette expression un autre sens que celui de neiges durcies. La véritable glace est impossible sur les montagnes très élevées, par la raison qu'il n'y a pas d'eau. L'eau, en effet, ne pourrait y provenir que de la pluie et de la fusion des neiges. Et d'abord, nous venons de le voir, il ne tombe jamais de pluie sur ces froides sommités ; de la neige et du grésil, voilà tout ce qu'y versent les nuages. En second lieu, les neiges n'y éprouvent qu'une fusion très superficielle dans les rares journées de beau temps. Le peu d'eau qui en résulte, en se congelant la nuit suivante, agglutine, durcit le tout ; mais, dans aucun cas, la fusion n'est assez abondante pour fournir la masse d'eau nécessaire à la formation d'épais bancs de glace. À ce sujet, voici ce qu'on observe au sommet du Mont-Blanc.

Le faite du mont a la forme d'une arête allongée, courant de l'est à l'ouest, à peu près horizontale et si étroite que deux personnes ne pourraient y marcher de front. Chaque versant est un immense et monotone champ de neige, d'une éblouissante blancheur. Sur la cime même, la surface des neiges est enduite d'un mince vernis de glace, qui craque sous les pieds et tombe aisément en écailles. Ce vernis résulte d'une fusion superficielle provoquée de loin en loin

par un coup de soleil, et suivie la nuit d'après d'une congélation. Sur les pentes, mieux exposées, la fusion est plus profonde ; aussi la croûte solide des neiges y est-elle en général assez épaisse pour ne pas se rompre sous les pieds. Dans tous les cas, au-dessous de la couche glacée de la surface, la neige se retrouve, tantôt consistante, tantôt aride et farineuse ; plus profondément se montre une autre croûte glacée, suivie d'une nouvelle couche pulvérulente, et ainsi de suite. Il est visible que chacun de ces lits séparés l'un de l'autre par une écorce de glace représente les neiges d'une averse ou même les neiges d'une année. Le vernis glacé du sommet est tellement mince, qu'un coup de vent suffit pour le rompre et en faire voler les écailles à une grande hauteur, pêle-mêle avec des tourbillons de neige pulvérulente. Dans ces circonstances, on voit, des vallées voisines, une espèce de fumée grise ou de nuage qui s'élève de la cime dans la direction du vent. Les gens du pays disent alors que le Mont Blanc fume sa pipe. Parfois, le panache de neige volante se colore en rouge aux rayons du soleil qui se couche et prend l'apparence des flammes d'un volcan.

4. Avalanches. — Dans les Alpes, il tombe en moyenne par année une épaisseur de neige d'environ 18 mètres, ce qui suffirait pour doubler la hauteur du Mont Blanc dans l'espace de moins de trois siècles, si les couches neigeuses s'entassaient indéfiniment sans éprouver de déperdition. Mais diverses causes s'opposent à pareil amoncellement. À chaque violente bourrasque, les neiges poudreuses des hauteurs sont soulevées en tourbillons et chassées par millions de mètres cubes dans les vallées voisines. Les vents secs et chauds rapidement les évaporent. Il suffit d'une douzaine d'heures au vent du midi pour faire disparaître, dans les Alpes, une couche de neige de près de trois quarts de mètre d'épaisseur. De cette fusion permanente résulte une perpétuelle humidité qui pénètre la montagne et concourt, pour une large part, à la formation des fleuves.

Une autre cause qui limite l'accumulation des neiges sur les hauteurs, c'est la chute des *avalanches*, qu'on nomme aussi *lavanges* ou *challanches*. Lorsque la pente qu'elle recouvre est rapide, la nappe de neige, à peine retenue, glisse au moindre défaut d'équilibre et s'écroule dans la vallée. Une pierre qui se détache, le souffle du vent, le craquement d'un glacier, suffisent pour amener la chute. De proche en proche, le mouvement se communique, et le champ de neige, s'ébranlant en entier, glisse avec le bruissement des eaux torrentielles. La puissante masse accélère sa marche, se heurte aux obstacles, se divise en tourbillons et soulève un nuage poudreux d'une éclatante blancheur. Une immense cascade d'argent semble ruisseler furieuse sur les pentes de la montagne. Les sapins sont déracinés et emportés comme de simples fûts de paille ; des quartiers de roc sont arrachés et entraînés. La commotion imprimée à l'air sur son passage est si violente, qu'elle suffit pour renverser à distance gens,

arbres, habitations. Enfin le flot s'abîme dans la vallée. Le fracas du tonnerre n'est pas plus retentissant que celui de sa chute.

5. Transformation de la neige en glace. — Les hautes vallées, environnées de pentes toujours neigeuses, sont donc occupées par des neiges accumulées par les siècles et sans cesse renouvelées par les avalanches. Ces neiges, durcies, agglutinées par la pression de leurs assises énormes, et finalement converties en glace, constituent ce qu'on nomme un *glacier*. Dans la partie supérieure de la vallée, la neige devient d'abord *névé*, c'est-à-dire se transforme en une masse grenue et sablonneuse. Ce premier changement est dû à la chaleur solaire ; une fusion superficielle se fait, bientôt suivie d'une congélation qui transforme en un grain de glace chaque flocon de neige imbibé d'eau. Puis, à mesure que le glacier descend plus avant dans la vallée, la masse, énergiquement comprimée sous son propre poids, devient glace transparente et d'un magnifique azur.

6. Regel. — Une curieuse expérience de physique reproduit cette transformation de la neige en glace. De la neige floconneuse est entassée dans un cylindre, puis soumise à une énergique pression à l'aide d'une presse hydraulique. Le résultat est un disque de glace compacte et transparente. Pareillement, lorsque nous comprimons entre les mains une pelote de neige ramollie par un temps doux, de la glace se forme ; il s'en produit aussi avec la couche de neige qui, sous la pression de nos pas, s'attache à nos chaussures.

Les effets de la pression sur la glace elle-même sont encore plus remarquables. Deux pièces de bois très résistantes et creusées chacune d'une cavité en forme de calotte sphérique, sont superposées avec les cavités en regard. Entre les deux, on dispose une épaisse plaque de glace qui repose sur les bords des cavités sans pénétrer dans leur intérieur, et l'on soumet le tout à la presse hydraulique. Serrée entre les deux moules en bois, la glace devrait se briser, ce semble, et se réduire en fragments incohérents, en poussière. Tout au contraire, quand on sépare les deux pièces en bois, on trouve que la glace s'est parfaitement moulée dans leurs cavités et qu'elle forme une masse lenticulaire homogène, limpide, sans fractures. Une substance molle n'aurait pas mieux pris l'empreinte des moules. En variant la forme des cavités dans lesquelles la compression se fait, on donne à la glace telle configuration que l'on veut, celle d'une coupe creuse, d'un disque, d'un anneau. Dans tous les cas, la glace reproduit fidèlement le moule, à la manière d'une substance plastique.

Sous l'action de la presse, le bloc informe de glace se brise d'abord en minces fragments ; puis, sous l'effort d'une pression croissante, qui tend à réduire le volume le plus possible, une portion de la glace se liquéfie, car l'eau occupe un volume moindre que la glace d'où elle provient. Cette eau imbibe les débris à une température inférieure à zéro, elle les relie entre eux, et, quand la pression s'amoindrit, la congélation se fait de nouveau et le tout se prend en une masse

homogène. Cette propriété, dont le rôle est si grand dans la formation et la marche des glaciers, prend le nom de *regel*.

7. Aspect d'un glacier. — La plupart des hautes vallées voisines des neiges perpétuelles possèdent leur glacier. Dans les Alpes seules, on en compte plus d'un millier. Leur longueur est parfois de quatre à cinq lieues, et leur largeur d'une lieue et plus. L'épaisseur de ces entassements de glace est communément de 30 à 40 mètres, mais en quelques points elle atteint de 200 à 400 mètres.

Rien de plus varié que l'aspect d'un glacier. Ici, c'est la mer subitement immobilisée par le froid au moment où, sur la fin d'un orage, elle s'enfle et se déroule en lourdes ondulations. Là toute inégalité disparaît : la surface n'est plus qu'un plan incliné, sablé de grains opaques de névé, ou un immense miroir resplendissant. En d'autres points, ce sont comme de grandes draperies retombant en plis d'albâtre, des cascades dont les flots durcis reposent au milieu d'une écume de neige, des arches en ruine, des édifices fantastiques du cristal le plus pur, des obélisques, des flèches, des crêtes de glace irisées par le soleil. Ça et là, dans le sens transversal, bâillent de menaçantes gerçures, dont quelques-unes découpent le glacier dans toute son épaisseur. Entre leurs parois verticales glisse une lumière verte ou bleuâtre, qui va s'éteignant plus bas dans une obscurité absolue. Du fond de ces crevasses monte une sourde rumeur d'eau courante.

Un torrent, en effet, circule sous le glacier. Mille ruisselets d'une eau vive et claire coulent dans les rigoles de glace et vont se perdre dans les crevasses ou s'amasser dans des bassins de cristal. À son extrémité la plus avancée vers l'entrée de la vallée, le glacier se termine brusquement par un énorme talus, excavé à la base en forme de caverne, dont la voûte mesure quelquefois une trentaine de mètres d'élévation. De cette grotte de glace s'échappe un torrent. Les eaux en sont toujours boueuses, noirâtres, laiteuses ou vertes, suivant la nature des roches que le glacier, par sa pression et ses mouvements, triture au fond de son lit. En avant du front des glaces se dresse une ceinture de rocs entassés en désordre. C'est ce qu'on nomme la *moraine frontale*. Le torrent se fait jour à travers cette digue naturelle et bondit d'un quartier de roc à l'autre.

8. Marche des glaciers. — La vue d'un glacier laisse dans l'esprit l'idée d'un repos immuable, d'une éternelle immobilité. Ces immenses tramées de glace, vieilles comme les siècles, semblent inébranlablement fixées dans leurs vallées ; leurs assises paraissent avoir la stabilité des assises du roc, dont elles ont la puissance, et, pour les remuer, il faudrait, ce semble, des convulsions capables de secouer sur leurs bases les montagnes qui les dominent. Et cependant cette première impression nous trompe ; les glaciers se meuvent. Ce sont des fleuves solidifiés, et, comme les Meuves liquides qu'ils engendrent,

ils coulent ou plutôt ils marchent, mais avec une lenteur séculaire. Trois décimètres par jour, c'est ce que parcourent les glaciers les plus rapides.

Entraînés par leur poids sur les pentes, ils descendent dans les vallées tout d'une pièce, se rétrécissant dans les défilés étroits, s'élargissant dans les larges passages, s'infléchissant, se rectifiant suivant que la vallée est sinueuse ou droite. Une masse plastique descendant des hauteurs, une coulée de laves par exemple, ne remplirait pas avec plus de fidélité le moule de la vallée. Néanmoins, malgré tous ces changements de configuration, le glacier n'est pas fragmenté. Il se fend ça et là, il est vrai, de larges crevasses par suite de résistances inégales à la progression ; mais dans son ensemble il se conserve compacte, car les cassures se ressouident au moyen de l'eau apparue par l'effet de la pression, et les débris se reprennent en une masse homogène comme dans les expériences que nous venons de citer sur le regel.

À mesure qu'il descend, un glacier trouve des températures plus chaudes ; et, quand il est parvenu en un point où la chaleur s'oppose à l'existence de la glace, il se termine par un brusque talus, par un escarpement ou *front*, que la fusion détruit toujours, mais que renouvelle aussi continuellement l'arrivée des glaces suivantes. À partir de ce point, le glacier devient torrent et poursuit en liberté sa course, tandis que de nouvelles neiges s'accumulent dans le haut de la vallée, se convertissent en glace et s'avancent pour entretenir dans un état constant le fleuve congelé.

Il importe de remarquer que, pour atteindre le point de la vallée où sa fusion est totale, un glacier descend bien au-dessous de la limite des neiges perpétuelles. Dans nos régions, cette limite se trouve, avons-nous dit, à 2 700 mètres d'altitude. Or certains glaciers des Alpes descendent jusqu'à 4 100 et même 1 000 mètres. À cette élévation les grands arbres et les pâturages sont non seulement possibles, mais encore les moissons peuvent fort bien mûrir. On a ainsi l'étrange spectacle de ces fleuves de glace descendus des hauteurs des éternels frimas ; et, tout à côté, des forêts de hêtres et de sapins, des champs de céréales, des vergers, des jardins. Ce sont les glaces polaires au milieu des cultures des climats tempérés.

9. Moraines. — Un fleuve liquide roule des galets, entraîne des sables et des limons, qui forment les atterrissements de son embouchure, les alluvions de ses rives, les graviers qui pavent son lit. Un glacier, fleuve de glace, charrie également des débris ; mais ses galets sont d'énormes blocs, et, au lieu de rouler au fond du lit, ils sont portés sur le dos du courant. Sur chacun de ses flancs et dans toute sa longueur, un glacier est bordé par une rangée de débris, éboulés des pentes voisines par l'action de la foudre, des avalanches, des intempéries. Ce sont de grands quartiers de rocs anguleux, des sables-, des boues, entassés pêle-mêle. On donne à ces deux bordures de débris le nom

de *moraines latérales*. Si dans le glacier en débouche un autre par une vallée confluyente, les deux moraines qui longeaient le promontoire de séparation se rejoignent et forment ensemble une traînée de pierres, qui occupe l'intérieur du courant et se maintient parallèle aux deux moraines des bords. À cause de sa position, cette nouvelle moraine est qualifiée de *médiane*. Chaque glacier tributaire du glacier principal donne ainsi naissance à sa moraine médiane, de sorte que l'on peut reconnaître le nombre d'affluents qu'a reçus le fleuve de glace d'après le nombre des traînées de débris alignées à la sur face parallèlement aux bords.

À mesure que le glacier s'avance dans la vallée, les blocs des moraines s'avancent aussi, portés sur le dos des glaces, si volumineux qu'ils soient. Ils s'acheminent donc lentement vers l'escarpement terminal, et finissent par arriver au bout du talus où la fusion met fin au glacier. Peu à peu l'appui leur manque, ils surplombent et culbutent enfin au milieu des blocs qui les ont précédés. Ainsi se forme en avant de tout glacier un entassement de rochers que l'on nomme *moraine frontale*. Pour avivions, les fleuves de glace jettent donc à l'entrée des gorges leurs moraines frontales, où se rassemblent les éclats des montagnes brisées. De ces mille débris, toujours renouvelés, l'action continuelle des eaux fait des galets, des graviers et des boues, que le torrent amène au fleuve et le fleuve à la mer.

10. Roches polies et sillonnées par les glaciers. — Comme les fleuves liquides, les glaciers rongent les vallées qui leur servent de lit. Un courant d'eau ramollit et entraîne les terres de ses rives ; un courant de glace broie les roches les plus dures et les convertit en boue. Frotté contre une pierre, un tampon saupoudré de sable la polit, si le sable est fin ; il la raie, si le sable est grossier. De même un glacier, dans sa marche, polit les roches qui rencaissent ou les sillonne de profondes rainures. Ici le tampon est l'énorme masse du glacier, et les grains de sable, ce sont les fragments de roche arrachés par le courant ou éboulés des hauteurs voisines et précipités par les crevasses jusqu'au fond du glacier. Tout cède à cette friction indomptable ; sur la paroi du lit, la roche se laboure de longues ornières dirigées dans le sens du mouvement des glaces, et se creuse de cannelures d'une géométrie régularité. Après ces violents coups de burin, dont chacun grave un sillon, les blocs se brisent en grains de sable, qui produisent à leur tour des stries, de fines rayures. Enfin les sables se résolvent en boues, dont la douce friction efface les dernières aspérités et donne au tout le poli du marbre travaillé. Tout antique glacier, alors même qu'il n'existe plus depuis de longs siècles, se reconnaît donc à ses moraines, aux roches polies et régulièrement sillonnées de sa vallée.

11. Glaces polaires. — Aux deux extrémités de la terre, redoutables domaines du froid, l'eau généralement est à l'état solide ; elle y forme un sol

de glace, des rochers, des îles, des montagnes de glace. La mer, gelée à une grande profondeur, y prend la dureté du roc, se soude aux terres voisines ; et le tout forme un continent de neige et de glace, dont les limites avancent ou reculent suivant la saison, mais sans jamais fondre en entier.

Les navigateurs qui pénètrent, dans la belle saison, au sein des mers arctiques, rencontrent d'abord des glaçons flottants, détachés de la masse polaire et entraînés vers le sud par les courants océaniques. Ces blocs de glace affectent toutes les formes. Ce sont des tours en ruine, des murailles percées à jour, des flèches, des aiguilles. Les uns figurent une colline avec sa crête à double versant, un cratère ébréché, un quartier de montagne, une île avec ses falaises, un promontoire avec ses escarpements ; les autres se recourbent en demi-voûtes, qu'on prendrait pour des fragments de coupôles bâties de main d'homme, ou s'ouvrent en porches rustiques à une ou plusieurs arches.

Tantôt les glaçons errent un à un, tantôt ils s'avancent en flotte innombrable, dans toute l'étendue que le regard peut embrasser. C'est alors que le spectacle des glaces polaires est des plus étranges ; on croirait voir osciller sur les flots les ruines de quelque cité de géants, bâtie avec du cristal, du marbre, de l'albâtre. C'est alors aussi que le danger est grand. Ces masses colossales piroüettent sur elles-mêmes, se penchent ou se redressent, s'éloignent ou se rapprochent, suivant les ondulations de la mer ; elles frôlent l'une contre l'autre avec des grincements sinistres, s'entrechoquent et se brisent en éclats. Malheur au navire qui se trouverait entre deux glaçons au moment du choc ; il serait broyé comme une coquille de noix entre les mâchoires d'un étou.

Le navigateur anglais Scoresby, qui a longtemps fréquenté les parages arctiques, raconte qu'en un seul été plus de trente navires périrent de cette manière. Sous ses yeux mêmes, un fut écrasé entre deux murs de glace et disparut instantanément. Seule, la pointe des mats demeura debout au-dessus des glaces rapprochées. Un autre, soulevé par le haut d'un glaçon, se dressa sur son arrière comme un cheval qui se cabre. Deux autres encore furent percés de part en part de la pointe d'un glaçon.

12. Icefield et iceberg. — S'il échappe aux mille dangers des glaces flottantes, le navigateur arrive à la *banquise*, c'est-à-dire au champ de glace qui recouvre la surface des mers polaires. Ce continent d'eau gelée a tous les accidents de la terre ferme : escarpements verticaux, entassements désordonnés, plaines unies, crevasses, profondes découpures. Pendant l'été, la banquise se brise, avec de formidables détonations, en énormes fragments nommés *ice-fields*, expression anglaise signifiant champs de glace. V n'est pas rare de rencontrer certaines de ces plaques de glace mesurant plusieurs kilomètres carrés de superficie. Il descend même parfois de la mer de Baffin des blocs incomparablement plus volumineux, connus des baleiniers sous le nom de *plaines*

de glace. Le baleinier Scoresby en a rencontré mesurant trente-cinq lieues en long sur dix de large. Souvent brisées et ressoudées en désordre, ces plaines de glace sont hérissées de mille aspérités, de chaînes de monticules, comme le sol d'une île. Une épaisse couche de neige les recouvre en entier. On les prendrait pour des cantons neigeux arrachés à la terre ferme et jetés à la mer, où quelque force mystérieuse les maintiendrait flottants, avec leurs plaines, leurs collines et leurs vallées. Leur vitesse de transport par les courants océaniques est effrayante, et la puissance de leur choc n'a pas de terme de comparaison.

Enfin il se détache des terres voisines, pour tomber à la mer, des montagnes de glace nommées *icebergs* par les navigateurs. On en a mesuré dont le volume était de plusieurs millions de tonnes et dont la hauteur totale pouvait atteindre de 1 000 à 2 000 mètres. Ces masses émergeaient de 100 à 200 mètres au-dessus des eaux ; le reste était immergé. Sous les rayons du soleil, les icebergs se gercent, se fendillent et parfois éclatent brusquement en mille pièces, avec un bruit que l'on a comparé à la décharge simultanée de plusieurs centaines de pièces d'artillerie. Des sables, des pierres, des quartiers de roc, arrachés aux terres d'où ils proviennent, sont répandus à la surface ou incrustés dans leur épaisseur.

13. Origine des icebergs. — Dans les régions polaires, au Groënland, par exemple, il se forme des glaciers, des fleuves de glace, encore plus considérables que ceux des hautes vallées des Alpes. Ces fleuves progressent lentement, ils marchent, mais ils ne coulent jamais ; ils restent solides depuis leur source, au sein des neiges perpétuelles, jusqu'à leur embouchure. Au lieu de verser des eaux à la mer, ils y versent des montagnes de glace, des icebergs. Le fleuve solide s'avance donc au milieu des flots, tout d'une pièce, avec les blocs de rocher recueillis en route ou enclavés dans sa masse. Quelquefois il surplombe, comme un promontoire sapé par la mer. Un jour ou l'autre, une solennelle détonation éclate ; mille échos s'éveillent et répercutent le fracas. C'est l'extrémité du glacier qui, par son propre poids et par l'action des vagues, vient de se détacher et de tomber dans la mer. Une houle violente, déterminée par sa chute, se propage à la ronde, et annonce que la flotte des glaçons compte un iceberg de plus.

CHAPITRE 10

TORRENTS. — SOURCES. — PUITES

1. Torrents. — On désigne sous le nom de *torrents* les cours d'eau temporaires, grossis soudainement par les pluies d'orage ou la fonte des neiges, puis réduits à un maigre filet ou même complètement taris et laissant à sec, dans les plaines, de vastes lits de cailloux roulés, dans les montagnes, de profondes gorges encombrées de blocs de toute forme et de tout volume. Ces cours d'eau, pour la plupart, répandent la dévastation sur leur passage. Au moment des crues, la masse énorme de leurs eaux précipitées sur des pentes rapides à travers des défilés tortueux, heurte avec une puissance irrésistible tout ce qui lui fait obstacle, ébranle les assises du roc le plus dur, en arrache des quartiers, les enlève et en roule au loin les débris avec un sourd tonnerre de pierres entrechoquées. Là où le torrent déborde, les cultures sont ravagées, la terre végétale balayée, le roc vif mis à nu, labouré même, et le sol, d'abord pente unie, est sillonné de ravins. La crue finie, aux eaux mugissantes, jaunies de limon, succède un paisible et clair ruisseau ; mais au pied de la montagne, de grandes étendues sont ensevelies sous une accumulation de débris.

2. Ravinements. — Tantôt arrachant eux-mêmes par fragments la roche qui leur sert de lit, tantôt chassant devant eux les mille débris écroulés des pentes voisines par l'action des intempéries, les torrents, d'une année à l'autre, ravinent plus profondément leurs vallées et transportent dans les plaines, sous forme de galets, de sables, de limons, les ruines des montagnes. De là résulte une destruction lente, mais continuelle des massifs montagneux ; de là proviennent ces étendues ravinées, où le roc nu, découpé en dentelures, remplace les croupes arrondies et gazonnées d'autrefois. L'eau qui devait apporter la richesse, la fécondité aux terres, devient pour elles une cause de désastre, de stérilité.

3. Effet du déboisement des montagnes. — Sous le couvert des arbres s'amassent des feuilles mortes qui, non dispersées par le vent, lentement se consomment et deviennent terreau. Là végètent des arbustes variés, des gazons, des mousses, des lichens ; et le tout forme une couverture spongieuse qui aisément s'imbibe d'eau et la retient pour la céder peu à peu. En outre, les innombrables racines de la végétation fixent la terre dans leurs mailles et l'empêchent d'être balayée soit par le vent, soit par les pluies. Accordons spécialement notre attention au tapis de mousse, ornement habituel du sol des forêts. Ces végétaux infimes sont les régulateurs de la fraîcheur des montagnes ; ils président pour une grande part à l'égalité de débit des sources et des ruisseaux.

Les mousses ont la propriété remarquable de s'imbiber aisément et de retenir un poids d'eau bien supérieur à leur propre poids. Supposons-nous dans une forêt des Vosges, par un temps sec, une balance à la main. Recueillons la mousse qui recouvre un mètre carré de surface : nous lui trouverons le poids de un kilogramme environ. Revenons après une bonne pluie d'orage. Cette fois, la mousse recueillie sur un mètre carré de surface pèsera en moyenne six kilogrammes. C'est donc cinq kilogrammes d'eau que la mousse retient, à la manière d'une éponge, rien que pour une étendue d'un mètre carré. Que serait-ce donc pour des forêts entières, occupant des milliers d'hectares !

Ce que nous disons des mousses doit s'appliquer, dans une moindre mesure, au sol lui-même, espèce d'éponge formée de feuilles pourries et d'un entrelacement de fines racines. Tout cela, quand survient un orage, se gorge d'eau et la tient en réserve pour la laisser écouler peu à peu, goutte à goutte. Ainsi s'entretient une fraîcheur constante longtemps après la pluie ; ainsi s'alimentent, à un réservoir lent à tarir, les sources et les ruisseaux, origine de cours d'eau plus importants.

Mais la forêt disparaît. Par l'avidité de l'homme et sa folle imprévoyance, la montagne est déboisée. Alors plus d'amas de feuilles mortes, plus de gazons entrelaçant leurs touffes de racines, plus de tapis de mousses aptes à se forcer d'eau. La terre végétale est à nu, à peine défendue par quelques maigres broussailles. L'effet des pluies d'orage est maintenant facile à prévoir. Les eaux, non retenues par un sol spongieux, vont ruisseler en filets sur les pentes et balayer la terre ; ces filets, par leur réunion, vont devenir pleines rigoles, et celles-ci torrent, qui ravineront les flancs de la montagne, en emportera au loin la terre végétale, et laissera le roc à nu. Après les pluies, qui mises en réserve, emmagasinées pour ainsi dire par le sol boisé, auraient entretenu le débit des sources, il suffira d'un peu de vent et de soleil pour dissiper jusqu'à la dernière trace d'humidité. Les ruisseaux s'amoindriront, tariront même ; et les cours d'eau permanents, cause première de fécondité, feront place à des cours d'eau momentanés, à des torrents dévastateurs, qui dépenseront dans quelques jours, en flots furieux, la masse des eaux d'où serait provenue la fraîcheur de toute l'année. Ainsi le déboisement des montagnes a pour effets inévitables l'aridité des pentes dépouillées de leurs forêts, le ravinement du sol, la disparition des sources remplacées par des torrents, enfin la ruine de la contrée avoisinante. La destruction d'une forêt est la destruction du territoire lui-même.

4. Creusement des vallées. — Chacun des sillons dont la surface de la terre est labourée, enfin chaque vallée sert de lit à une des innombrables veines des eaux continentales, ruisseau, torrent, rivière ou fleuve ; mais ces canaux d'irrigation de la terre, comment se sont-ils creusés ? Serait-ce par

l'effet même des eaux qui la parcourent ? Non ; car comment concevoir qu'un fleuve ait jamais pu s'ouvrir par ses forces seules une route à travers les massifs montagneux ; qu'un filet d'eau, parfois assez maigre, ait rongé le granit à des profondeurs énormes, comme on en voit tant d'exemples dans les montagnes ? Un courant, là surtout où la pente est rapide, peut bien dégrader ses rives, approfondir son lit, mais rarement il a creusé lui-même le sillon primitif de la vallée. Chaque cours d'eau a trouvé sa route préparée à l'avance ; il y a suivi les rigoles résultant des inégalités de la terre ; et son travail d'érosion s'est borné à façonner un lit dans le grand canal de quelque vallée déjà creusée par les plissements et les dislocations du sol.

Cependant, dans les terrains faciles à déblayer, l'action seule des eaux a incontestablement suffi pour creuser un sillon d'écoulement, de même que nous voyons les eaux d'orage raviner le sol. On donne le nom de *vallées d'érosion* aux vallées produites par les eaux courantes. Ce sont les moins profondes et les moins importantes. La plupart de nos grandes rivières ont creusé leur lit elles-mêmes, au milieu de cailloux roulés d'origine très ancienne et forts différents des cailloux roulés que ces rivières déposent aujourd'hui. Tel est le cas de la Seine à Paris. D'immenses cours d'eau qui n'existent plus, que l'homme n'a jamais vus, ont préparé la voie à l'écoulement de beaucoup de fleuves modernes, qui se sont ouvert un sillon dans leur antique lit.

Quant aux autres vallées, on les nomme, suivant leur mode de formation, *vallées de déchirement* et *vallées de plissement*. Les premières résultent de fractures survenues dans l'écorce terrestre ; elles ont des escarpements très rapides, et parfois les parties saillantes de l'un des deux escarpements correspondent si bien aux parties rentrantes de l'autre, que, si la force qui a produit la déchirure venait à opérer en sens inverse et à rapprocher les parois opposées, ces parois s'ajusteraient au point de faire disparaître la rupture. Les secondes sont des creux séparant deux plis voisins du terrain.

Prenons une plaque d'argile molle. Si nous la fendillons par des tiraillements, chaque crevasse figurera une vallée de déchirement ; si nous la comprimons doucement par les bords opposés de manière à la plisser, chaque rigole, chaque sillon produit représentera une vallée de plissement ; enfin, si nous faisons ruisseler un filet d'eau à la surface, la gouttière que l'eau finira par creuser sera une vallée d'érosion. Pareilles choses se sont passées pour notre globe au sujet du creusement des diverses vallées.

5. Dépôts de sable et de vase. — La terre ferme est parcourue en tous sens par d'innombrables cours d'eau. Tous, depuis le moindre ruisseau jusqu'au plus grand fleuve, arrachent mille débris au sol, et les charrient plus loin, jusqu'à la mer. Difficilement on se ferait une idée de la quantité de matériaux, sable, vase, limon, ainsi entraînés. Dans le cours d'une année, le Gange (Inde)

jette à la mer une masse de limon pesant 356 millions de tonnes. Beaucoup de collines que nous jugeons considérables, n'ont pas cette masse. Le Hoang-Ho, en Chine, jette en vingt-huit jours à son embouchure, assez de matériaux pour créer une île d'un kilomètre carré de superficie. Un autre fleuve de la Chine, le Yang-tse-Kiang, charrie à la mer trois fois plus de matériaux que le Gange. Pour balancer cette puissance de transport, il faudrait qu'une flotte de deux mille navires, chargés chacun de 1 400 tonnes de limon, descendît chaque jour le fleuve et chaque jour jetât son fardeau à la mer. Dans la saison des pluies, l'Amazone, dans l'Amérique du Sud, occupe à son embouchure 200 kilomètres de largeur et de ses eaux bourbeuses trouble l'Océan jusqu'à 200 lieues des côtes. Quelle ne doit, pas être alors la masse des débris terreux arrachés au sol de l'Amérique et ensevelis dans la mer par ce géant des fleuves !

6. Alluvions. Barres. — Atterrissements. — Deltas. — Pendant leurs grandes crues, les fleuves débordés laissent à droite et à gauche de leur lit normal des amas limoneux ou sablonneux nommés *alluvions* ; mais c'est surtout dans la partie inférieure du cours et à l'embouchure que les dépôts deviennent abondants, lorsque le courant des eaux et l'action des vagues ne parviennent pas à les débayer.

Ainsi se forment, à l'embouchure surtout des fleuves non balayés par la marée, les *barres* ou bourrelets de sable qui se recourbent en croissant à quelque distance des côtes et obstruent le passage ; ainsi apparaissent, aux dépens de l'étendue marine, de nouvelles terres, d'abord multitude d'îlots de vase, puis *atterrissements* continus.

Citons comme exemple les atterrissements du Pô et de l'Adige, qui empiètent sur la mer Adriatique de 70 mètres par an. Plusieurs villes voisines, autrefois ports de mer, sont aujourd'hui reculées dans les terres. Adria, ville ancienne qui a donné son nom au golfe, était un port il y a dix-huit siècles ; elle est aujourd'hui à huit lieues du rivage. Ravenne également était jadis un port ; deux lieues de terre la séparent maintenant de l'Adriatique.

Des dépôts rapides ont également lieu dans la partie inférieure du cours du Pô, à tel point que pour maintenir le fleuve, dont le lit s'exhausse toujours, il a fallu l'encaisser entre de hautes digues pareilles à un immense aqueduc. Aujourd'hui le Pô coule au-dessus des plaines environnantes ; son niveau dépasse les clochers de Ferrare, éloignée de quelques kilomètres. Pendant ses crues, qui ont lieu deux ou trois fois dans l'année, le fleuve menace la contrée d'une submersion totale, si les levées qui le maîtrisent venaient à céder.

Entravé par ses propres dépôts, un fleuve, avant de rejoindre la mer, se divise en un nombre plus ou moins grand de ramifications divergentes. Les atterrissements tonnés entre ces ramifications et le littoral ont à peu près la forme d'un triangle ; aussi leur donne-t-on le nom de *deltas* à cause de leur

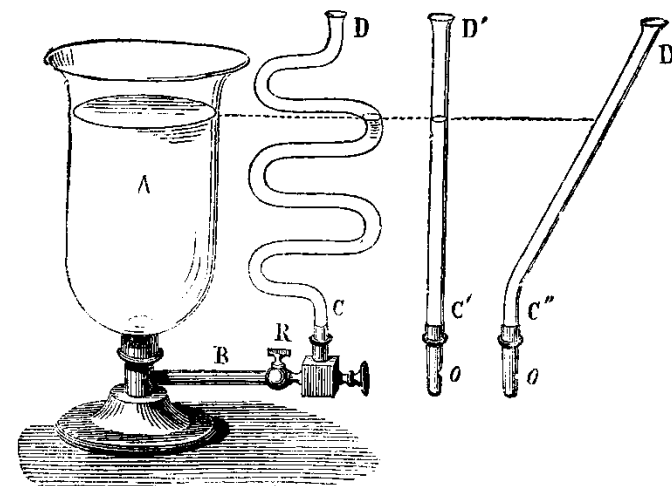


Fig. 21.

ressemblance avec la lettre de l'alphabet grec Δ (delta), qui correspond à notre D. Tels sont les deltas du Rhône, du Pô, du Nil, du Gange, du Mississipi.

7. L'eau gagne un même niveau. — La figure que voici (fig. 21) nous représente un vase quelconque rempli d'eau. Ce vase est muni d'un canal B, sur lequel on peut visser tour à tour divers tubes. D, D', D'', de la forme et du calibre que nous voulons. Un robinet R ferme d'abord le canal B, et interrompt la communication entre le vase et le tube vissé. Si l'on ouvre ce robinet, aussitôt l'eau du vase pénètre dans le tube, et s'y élève précisément jusqu'au niveau du liquide dans le vase lui-même, et cela quel que soit le tube, sinueux comme D, tout droit comme D', penché comme D''. Dans les trois cas, l'eau monte juste au même niveau, ainsi que le représente la ligne ponctuée de la figure.

De là cette loi connue sous le nom de loi des vases communicants : Quand plusieurs vases ou cavités de forme quelconque, sont en communication, si l'un d'eux se remplit d'eau ou de n'importe quel autre liquide, les autres s'en remplissent aussi, et le liquide arrive dans tous exactement au même niveau.

8. Fontaines publiques. — Telle est la cause qui fait couler les fontaines de nos rues et de nos places publiques. Amenée d'un réservoir plus ou moins

éloigné par des canaux cachés sous terre, l'eau s'élève, pour regagner son niveau, dans un conduit ménagé dans la maçonnerie de la fontaine, et s'écoule si l'orifice de cette fontaine ne dépasse pas en élévation le niveau du réservoir d'où elle est partie (fig. 22). Dans le cas contraire, l'écoulement ne peut avoir lieu, car l'eau s'arrête au niveau précis de son point de départ.

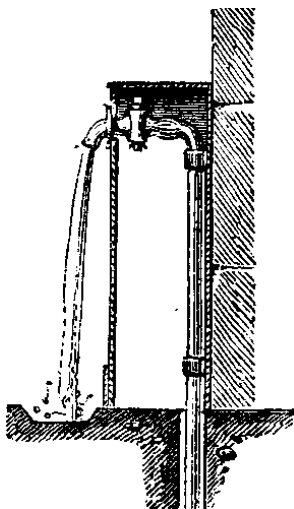


Fig. 22.

9. Eaux jaillissantes. — Supposons maintenant que, sur le canal B de la figure 21 aucun tube ne soit vissé, et qu'on ouvre le robinet R ; qu'arrivera-t-il ? Eh bien, l'eau s'élèvera toute seule en l'air en formant un jet, dont le sommet atteindra encore le niveau qu'elle occupe dans le vase. Ainsi s'expliquent les eaux jaillissantes, soit naturelles soit artificielles. Supposons un réservoir élevé communiquant par des canaux souterrains avec un orifice dirigé en l'air. Si cet orifice est situé plus bas que le niveau du réservoir, l'eau jaillira violemment, et le jet atteindra le niveau du réservoir lui-même. Pour être plus exact, disons que le jet d'eau n'atteint pas exactement la hauteur du niveau du réservoir, parce que la colonne liquide s'affaisse, s'écrase sous son propre poids, et que d'ailleurs elle se trouve gênée dans son ascension par la résistance de l'air.

En résumé, l'eau, comme tous les liquides d'ailleurs, tend, en vertu de sa grande mobilité, à se mettre de niveau dans toute l'étendue des vases, cavités, tuyaux de conduite, canaux naturels ou artificiels, où elle peut pénétrer ; et si

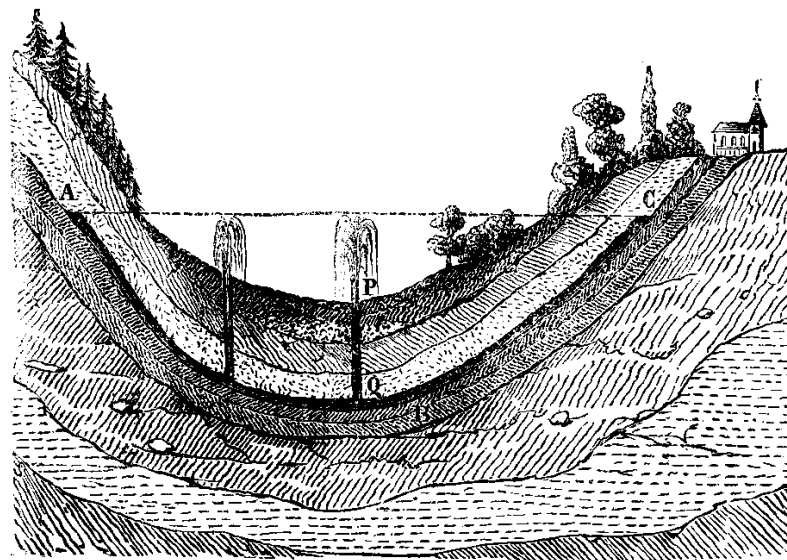


Fig. 23.

quelque orifice se présente sur son trajet, elle jaillit par cet orifice et remonte au niveau du réservoir.

10. Infiltration des eaux pluviales dans les sols perméables. — Les diverses couches dont le sol se compose ne se laissent pas également pénétrer par l'eau, ou, comme on dit, ne sont pas également perméables. Les unes, spécialement les couches argileuses, s'opposent à l'infiltration de l'eau ; les autres, en particulier les couches sablonneuses, s'imbibent avec une grande facilité.

Supposons, dans l'épaisseur du sol, diverses assises, dont deux argileuses, comprenant entre elles une couche de sable AQC (fig. 23). Ces assises peuvent, à cause des dislocations, des plissements de toute nature que l'écorce terrestre a subis, se trouver en un lieu à une certaine profondeur, en un autre se relever et remontera la surface. Imaginons donc que la couche de sable, profondément située par rapport au sol de la petite vallée que représente la figure, se redresse sur les flancs et vienne se mettre à découvert sur les plateaux voisins.

Là cette couche, d'une étendue que nous supposerons considérable, se pénètre à chaque orage des eaux pluviales, qu'elle reçoit directement du ciel ou que lui envoie le ruissellement sur les pentes voisines. À cause de sa perméabilité, elle s'imbibe donc dans toute sa masse, si les pluies se prolongent. Ce n'est

pas tout encore : cette couche peut se trouver comprise dans le lit d'un fleuve, d'un lac, d'un étang ; elle peut faire partie d'une montagne neigeuse, d'une dépression où s'amassent les eaux des pluies, d'une colline où les brouillards de la nuit déposent leur humidité. Dans tous les cas, par suite de son état perméable, elle se force d'eau, qui gagne l'intérieur du sol et s'amasse entre les deux lits imperméables d'argile.

11. Sources. — Il se forme de la sorte une nappe d'eau souterraines plus ou moins abondante, plus ou moins étendue. Si quelque part la couche de sable reparait à découvert, par exemple sur les flancs d'une vallée, d'un simple ravin qui entaille profondément le sol ; ou bien si quelque fissure naturelle, quelque crevasse, la met en rapport avec l'extérieur, en ces points une source surgit, alimentée par la nappe souterraine.

12. Puits. — Mais il peut se faire que la couche imbibée ne reparaisse plus au dehors ; et, dans ce cas, les eaux souterraines restent ignorées. À notre insu, elles sont là, sous nos pieds, quelquefois couvertes par un terrain des plus arides. Pour les ramener à la surface et pouvoir les utiliser, il faudrait leur ouvrir une issue. Supposons donc qu'au point P (fig. 23) on perce le sol. Dès que la couche imperméable supérieure qui l'emprisonne sera percée, l'eau montera dans le passage qui lui est ouvert, et gagnera le niveau de l'amas souterrain. Elle jaillira même au dehors, si l'orifice du puits est moins élevé que le niveau du réservoir ; dans le cas contraire, elle s'arrêtera à la hauteur de ce niveau.

Pour atteindre les couches imbibées par les cours d'eau du voisinage, il suffit le plus souvent de creuser à une médiocre profondeur. On pratique alors des puits ordinaires, qui s'emplissent jusqu'au niveau du fleuve, de la rivière, du lac, dont les infiltrations les alimentent. Si le niveau des eaux s'élève ou s'abaisse dans le fleuve, le niveau des eaux s'élève ou s'abaisse en même proportion dans les puits tributaires.

13. Puits artésiens. — Mais si la nappe d'eau souterraine est profondément située, on a recours au forage de *puits artésiens*, ainsi nommés parce qu'ils sont depuis longtemps connus et pratiqués dans l'Artois. À l'aide d'une puissante tarière que manœuvrent des barres de fer ajoutées bout à bout à mesure qu'il en est besoin, on creuse un trou cylindrique de 1 à 2 décimètres de largeur, à travers les diverses assises du terrain, graviers, marnes, calcaires, argiles, jusqu'à ce qu'on atteigne la nappe aquifère, située parfois à plusieurs centaines de mètres de profondeur.

Si l'on rencontre une roche trop dure, on commence par la triturer avec une espèce de trépan ; cela fait, avec une cuiller appropriée à cet usage, on extrait la boue et les menus débris du fond de la cavité. Pour préserver les parois du puits de l'éboulement et empêcher l'eau ascendante de se répandre

dans les couches environnantes, on garnit le trou de sonde d'un tube de métal. Par ce tube, l'eau souterraine remonte à la surface, ou même jaillit, mais à la condition expresse que l'orifice du puits soit plus bas que le niveau du point où cette eau prend origine.

TERRAINS

CHAPITRE 11

TERRAINS DE SÉDIMENT. — FOSSILES

1. Dépôts des mers. — Les mers n'ont jamais cessé d'entasser au fond de leur lit les matières minérales arrachées au sol émergé par l'action des vagues ou apportées de l'intérieur des terres par les eaux courantes. Aux époques les plus reculées comme de nos jours, l'Océan n'a pas discontinué de ronger ses rivages et d'en étaler les débris dans son lit ; il n'a pas discontinué de recevoir de l'ensemble des cours d'eau un immense tribut de sable, de boues, de limons, qui, déposés dans ses profondeurs en même temps que les coquillages morts, se sont durcis en puissantes assises de pierre. Plus tard, les forces souterraines ont soulevé çà et là hors des eaux l'antique lit des mers et l'ont converti en terre ferme ; aussi la charpente des continents est-elle aujourd'hui, jusque sur la cime des plus hautes montagnes, souvent pétrie de coquillages marins.

Les terrains ainsi formés se nomment *terrains de sédiment* ou *terrains sédimentaires*, d'un mot qui signifie *se déposer*, parce que les roches qui les composent proviennent de dépôt, de matières minérales au sein des eaux, le plus souvent eaux marines, mais quelquefois aussi eaux douces.

2. Principales roches sédimentaires. — Les roches sédimentaires, ou roches dues au dépôt des eaux, comprennent en première ligne le *calcaire* ; en seconde ligne, les *argiles*, les *marnes*, les *sables*, les *grès*, les *cailloux roulés*.

Rappelons que le calcaire est une combinaison de chaux et de gaz carbonique. Il comprend de nombreuses variétés, dont les principales sont : la pierre à chaux ordinaire, la craie, la pierre à bâtir, le marbre. Toutes ces matières rocheuses se reconnaissent à la vive effervescence qu'elles font au contact des acides énergiques, par suite du dégagement de leur gaz carbonique.

Les argiles ont pour caractère de se laisser pétrir avec de l'eau et de former une pâte tenace. Elles sont formées de silice et d'une autre matière, nommée alumine, parce qu'elle se trouve aussi dans l'alun.

Mélangées avec du calcaire pulvérulent, les argiles constituent les marnes, où se trouve aussi parfois du sable.

Les sables et les cailloux roulés ne sont que des fragments de volume divers, arrachés par les eaux aux roches de toute nature, et principalement aux roches siliceuses.

Les grès résultent de sables plus ou moins fortement agglutinés par un ciment tantôt calcaire, tantôt ferrugineux.

3. Fossiles. — Les roches sédimentaires contiennent très souvent, et en abondance, les débris pétrifiés des êtres organisés, animaux ou plantes, qui ont vécu au sein des eaux où le dépôt de ces roches s'est formé, ou qui, vivant sur la terre ferme, ont eu leurs restes charriés dans les mers et les lacs par les eaux courantes. C'est ce qu'on nomme des *fossiles*. Les plus abondants sont des coquillages, qui, par leur nature pierreuse, ont mieux résisté à la destruction. Leur nombre est si considérable, que parfois la roche en est presque entièrement formée.

Les restes des êtres organisés, animaux ou plantes, contenus dans les roches formées par les sédiments des eaux, en un mot les fossiles, nous fournissent des documents du plus haut intérêt. Les fossiles du règne animal consistent, avant tout, dans les parties dures, ossements, dents, tests, écailles, coquilles,

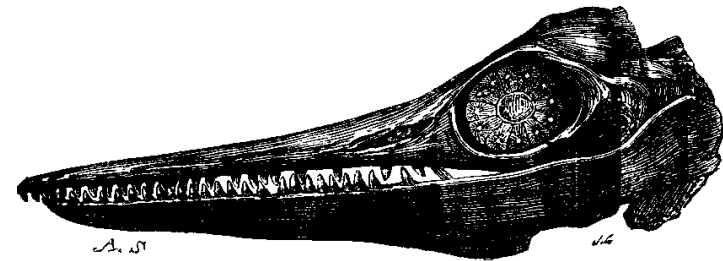


Fig. 24. — Tête fossile d'un grand reptile, l'Ichthyosaure.

qui, par leur nature minérale, résistent le mieux à la destruction. Les parties molles, d'une décomposition facile, bien rarement ont laissé des traces, la putréfaction et autres causes les ayant dissipées sous les eaux avant que se fût déposé le sédiment qui aurait pu en garder au moins l'empreinte.

Il ne nous reste donc en général des vieilles populations du globe que des débris souvent fort incomplets, mais qui suffisent néanmoins à la science pour reconstituer l'animal en entier, et le faire revivre en quelque sorte à notre esprit, par la comparaison avec les organisations analogues de l'époque actuelle. Telle et telle autre espèce des anciens âges ne nous sont connues que

par quelques dents, quelques vertèbres ; avec ces données, une minutieuse comparaison anatomique sait cependant compléter les organes qui manquent, décrire le squelette entier, puis l'animal, avec une précision bien voisine de la certitude.

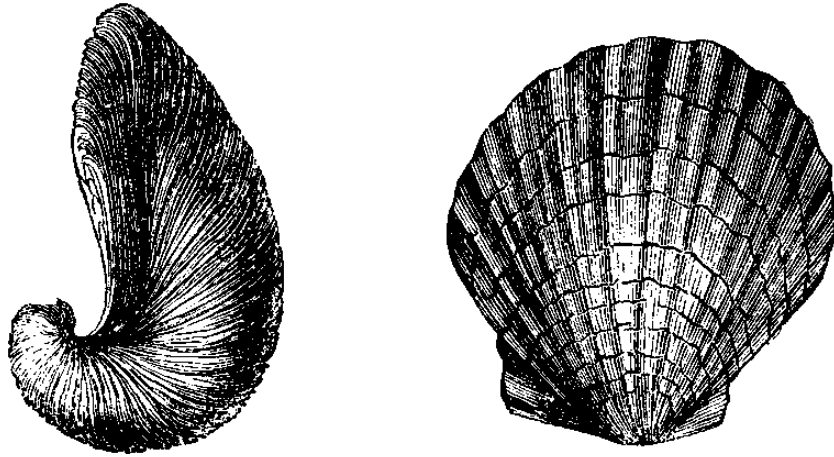


Fig. 25. — Coquille fossile : Gryphée. — Fig. 26. — Coquille fossile : Peigne.

4. Fossilisation. — On désigne ainsi les changements qu'ont subis, dans leur nature, les restes d'êtres organisés pendant leur long séjour au sein de la roche qui les renferme. La matière minérale primitive fréquemment s'est conservée telle quelle. Ainsi les coquillages ont encore le calcaire qui les composait à l'état de vie ; les ossements possèdent les matériaux pierreux qu'ils avaient dans l'animal ; mais la matière organique, par exemple le cartilage des os, a toujours disparu, remplacé par une matière minérale ; et cela d'une manière d'autant plus complète que le fossile est plus ancien.

D'autres fois, à la substance primitive, tant minérale qu'organique, s'en est substituée une autre, variable suivant les terrains, et consistant surtout en calcaire, en silice, en rouille de fer. Ce n'est pas ici un encroûtement superficiel, un fourreau minéral superposé, comme peuvent en faire de nos jours les eaux de certaines sources, mais bien une substitution intime, qui s'est faite de particule à particule, à mesure que la matière originelle disparaissait dissoute ; c'est enfin une véritable *pétrification*, ou conversion en pierre.

Le remplacement des matériaux primitifs par les matériaux substitués, s'est produit avec une telle précision, une telle délicatesse que souvent la structure

intime, si complexe dans ses infiniment petits détails, n'a pas ou presque pas éprouvé d'altération. Sur le tronc d'un palmier ou d'une fougère, converti par la fossilisation en un fût de silice, le microscope peut étudier l'organisation du bois comme il le ferait sur un végétal vivant.

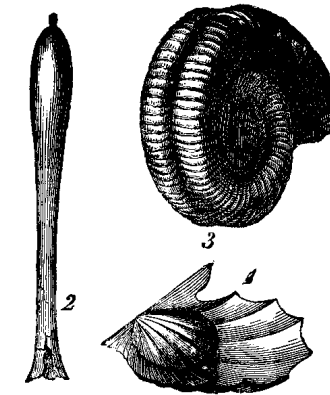


Fig. 27. — Coquilles fossiles. — 4. Avicule. — 2. Bélemnite. — 3. Ammonite.

5. Importance des fossiles pour l'histoire de la Terre. — L'historien déchiffre les périodes obscures de l'histoire avec les inscriptions et les médailles qui nous sont parvenues à travers les injures du temps. Les fossiles sont les médailles de l'histoire du globe. Ils nous racontent par quelles phases la vie a passé pour arriver à l'état de nos jours ; ils nous disent la succession des êtres organisés dans la série des âges ; ils nous montrent comment les espèces animales et les espèces végétales ont continuellement progressé vers une organisation plus parfaite, aujourd'hui parvenue au développement le plus avancé. À ces renseignements sur les hauts problèmes de la vie, les fossiles en adjoignent d'autres sur la configuration générale de la superficie de notre globe, sur l'antique répartition des terres et des mers, l'apparition et la disparition des continents.

6. Renseignements généraux fournis par les coquilles fossiles. — Considérons en particulier les coquilles, qui sont les fossiles partout les plus répandus, soit que les mollusques, aux anciens âges de la Terre, aient été réellement plus nombreux que toute autre série animale, soit que leurs tests pierreux, d'une altération difficile, nous soient parvenus en plus grande abondance que les autres restes organisés.



Fig. 28. — Végétal fossile voisin des pins, le Voltzia.

À l'état vivant, un grand nombre de coquilles sont ornées les unes de plis lamelleux, de crêtes dentelées, de fines et régulières stries ; les autres, de piquants, de menus aiguillons. Tous ces détails d'élégante ornementation sont d'une grande délicatesse ; le moindre choc les brise, le frottement sur le sable de la plage les efface. La coquille elle-même est mise en morceaux si l'élan de la vague la heurte sur le roc.

Or presque toujours les coquilles fossiles, même dans les roches les plus dures, nous montrent, admirablement conservés, les moindres traits de leur structure, si compliquée, si fragile qu'elle soit : piquants, lamelles, stries, aiguillons, crénelures, tout s'y retrouve, sans altération aucune.

Une conséquence de haut intérêt se dégage immédiatement de cette seule observation. Ces coquillages ne sont pas venus d'ailleurs, ils n'ont pas été roulés, entraînés par des courants, qui non seulement auraient détruit toute ornementation superficielle, mais encore auraient fait de ces coquilles des débris informes. Les mollusques dont elles sont les restes ont donc vécu à la place même où ces coquilles se trouvent aujourd'hui ; ils y ont vécu paisiblement, et leurs dépouilles, à la mort de l'animal, ont été enveloppées par une vase fine, qui s'est durcie plus tard en roc et les a conservées intactes dans la masse compacte. Ils y ont vécu, en outre, pendant très longtemps, d'innombrables générations succédant à d'autres générations : car l'épaisseur de la roche où les coquilles sont superposées d'après leur ordre d'ancienneté, se mesure par centaines et par milliers de mètres. Ce qu'il a fallu de siècles de tranquillité pour produire de pareils entassements est impossible à dire.

Ce ne sont pas seulement les plaines et les terrains bas qui, dans leurs assises, nous montrent des coquilles marines fossiles ; on les trouve aussi, et souvent très abondantes, jusque dans la roche des plus hautes cimes. À quelque hauteur que nous nous élevions sur les rampes des montagnes, à quelque pro-

fondeur que nous descendions dans leurs entrailles, nous trouvons des coquillages marins incrustés dans le roc. Plusieurs de nos marbres sont pétris de choses ayant eu vie ; la pierre à bâtir n'est souvent qu'un ossuaire, qu'un amas de coquillages brisés ; et il est impossible d'en extraire une parcelle où l'animalité n'ait laissé son empreinte. Dans ces catacombes du vieux monde, ce ne sont pas toujours les plus grandes espèces qui ont laissé le plus fort contingent ; le nombre supplée à la taille. Les puissantes assises de calcaire d'où l'Égypte retira les matériaux de ses pyramides sont formées de petits coquillages, de *nummulites*, semblables à des lentilles ; celles que Paris exploite pour ses constructions sont presque en entier une agglomération de menues coquilles granulaires, de *miliolites*, qui n'atteignent pas un millimètre. Rien ne saisit davantage l'esprit que la faiblesse apparente des moyens mis en œuvre par ces animalcules et l'immensité des résultats obtenus ; mais aussi qui prétendrait nombrer les générations et les siècles nécessaires à de pareils entassements !

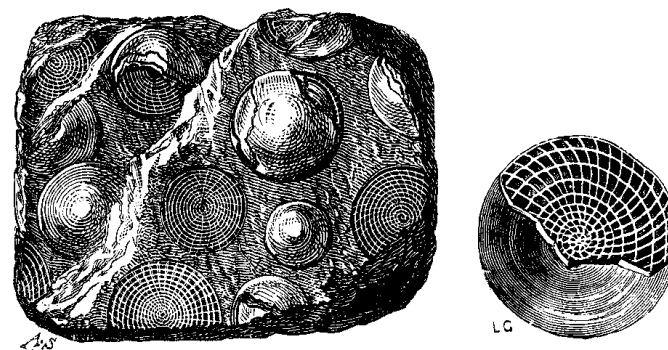


Fig. 29. — Nummulites. — Fig. 30. — Structure interne d'une nummulite.

Ainsi à tout niveau au-dessus des océans actuels, et en toute région de la terre ferme, se retrouvent, incontestables, les traces du séjour des mers ; mais le niveau des océans ne pouvant changer parce que la masse des eaux est invariable, ce ne peut être la mer qui se serait élevée à ces grandes hauteurs pour y laisser ses coquillages, puis se serait abaissée au niveau actuel : car il y aurait alors à se demander ce qu'est devenue l'immense quantité d'eau disparue par un semblable retrait. Si la mer n'a pu s'élever à la cime des montagnes pour y laisser ses coquillages fossiles, c'est donc la terre elle-même qui, d'abord inférieure au niveau des eaux, a reçu les sédiments des mers auxquelles elle servait de lit, puis s'est soulevée, emportant avec

elle les preuves évidentes des dislocations et changements de relief qui des profondeurs océaniques ont fait terre ferme et chaînes de montagnes.

7. Terrains de sédiment marin et terrains de sédiment d'eau douce. — Parmi les mollusques, les uns, peu nombreux en espèces, habitent les eaux douces ; les autres, en plus grande abondance, ont pour demeure les mers. Nos fossés, nos lacs, nos étangs, regorgent en particulier de limnées, de planorbes et de paludines qui n'ont pas de représentants dans les mers ; les mers à leur tour ont d'innombrables espèces étrangères aux eaux douces ; tels sont, par exemple : les murex, hérissés de piquants ; les nautilus, dont la coquille est divisée en chambres par des cloisons ; les huîtres, les moules. Dans la vase des étangs s'amassent des coquilles de planorbes et de limnées, dans les dépôts sous-marins s'entassent les huîtres et les murex.

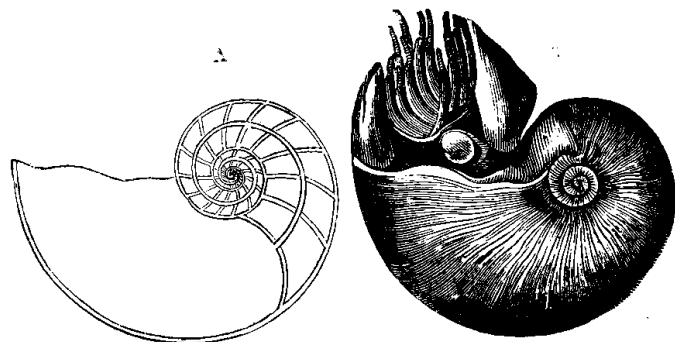


Fig. 31. — Nautilé. A, section de la coquille, montrant la structure intérieure ; B, coquille entière avec son animal.

Or, dans beaucoup de localités, la roche, sans rien présenter de spécial dans sa nature minérale, est pétrie de coquilles de planorbes, de limnées et autres espèces des eaux douces. À ce signe seul se reconnaît que la roche a été déposée au fond d'une nappe d'eau douce, notamment au fond d'un lac, devenu aujourd'hui terre ferme. En d'autres points, incomparablement plus répandus, la roche ne renferme que des coquilles marines. Sa formation est donc due aux dépôts de la mer.

Si quelque part un mélange se présente de coquilles marines et de coquilles d'eau douce, c'est la marque de l'embouchure d'un cours d'eau, apportant à la mer, pendant ses crues, les dépouilles de ses propres mollusques, et les ensevelissant dans les boues pêle-mêle avec les dépouilles des mollusques de l'eau salée.

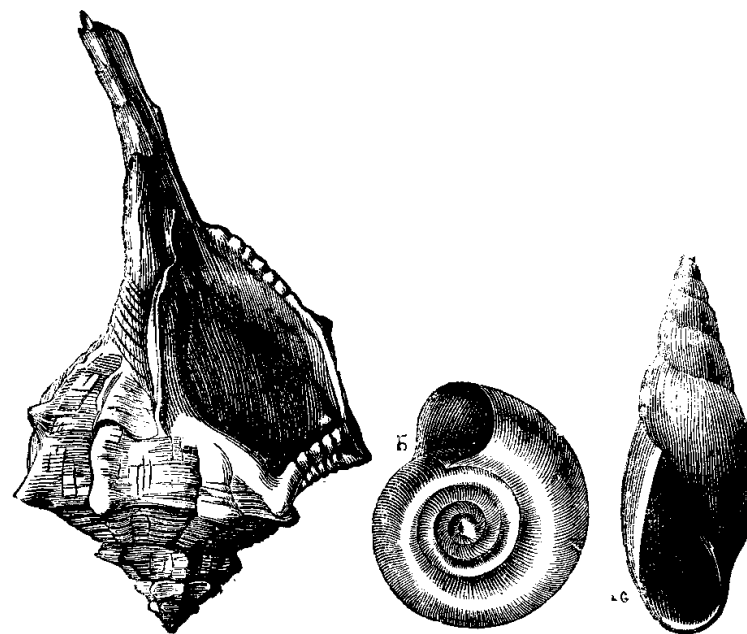


Fig. 32. — Murex. — Fig. 33. — Planorbe. — Fig. 34. — Limnée.

8. stratification. — Les matériaux qui ont produit les roches sédimentaires se sont évidemment déposés au fond des mers en couches horizontales régulières, en lits d'une épaisseur plus ou moins grande, ou, comme on dit, en *strates*. La succession de ces dépôts, tantôt calcaires, tantôt argileux, marneux ou sablonneux, a donc produit une suite d'assises superposées, les plus vieilles au fond, les récentes en haut. Si rien n'était venu les déranger de leur position originelle, ces assises auraient conservé la direction horizontale ; mais, loin de là, la plupart aujourd'hui se retrouvent plus ou moins inclinées, parfois redressées jusqu'à la verticale. L'écorce terrestre a par conséquent subi des dislocations, des plissements qui ont bouleversé, brisé, modifié dans leur niveau les dépôts sédimentaires, et de la sorte changé à diverses reprises la configuration des terres et des mers.

Toutefois, malgré leur dérangement de l'horizontalité primitive, les terrains de sédiment ont conservé toujours leur caractère fondamental, leur division en assises, en couches parallèles. Aussi, l'un des traits les plus saillants de la partie de l'écorce de la terre due aux sédiments des eaux, c'est d'être stratifiée, c'est-à-dire disposée en assises plus ou moins régulières.

9. **Âge relatif des montagnes.** — Au fond des mers se sont amassés, de tout temps, des débris minéraux de nature variée, qui, agglutinés, durcis par les siècles, se sont convertis en couches horizontales de roc. Ces couches, dont l'épaisseur est généralement fort considérable, diffèrent entre elles par leur nature minérale, tantôt calcaire, tantôt argileuse, tantôt sablonneuse ; elles diffèrent aussi par les espèces de coquillages pétrifiés qu'on y rencontre et autres restes d'êtres organisés, parce que les populations marines, de même du reste que les populations animales ou végétales de la terre ferme, ont, à diverses reprises, éprouvé de profonds changements dans la suite des âges.

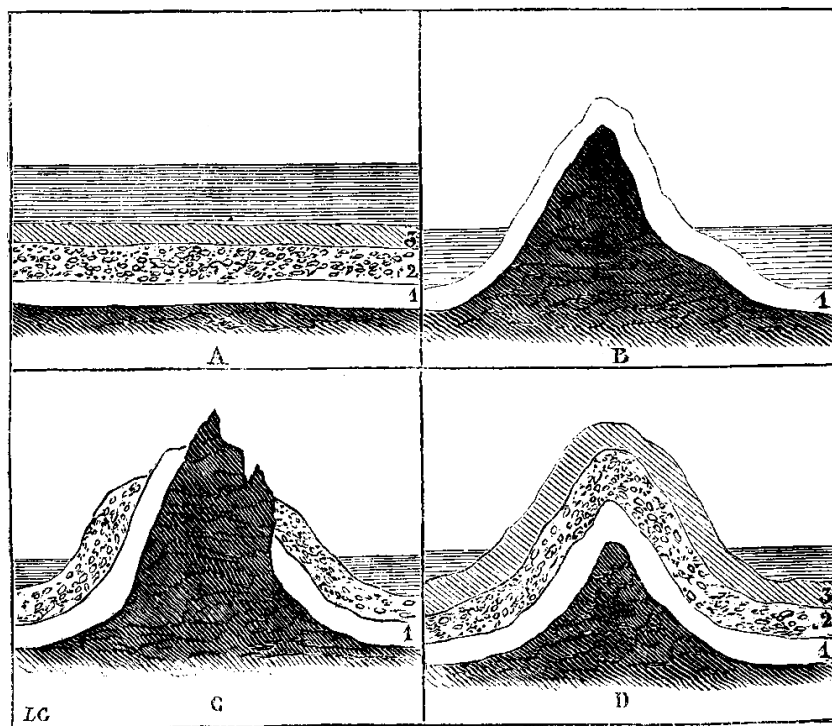


Fig. 35.

Imaginons, pour ne pas trop compliquer l'exposition, trois seulement de ces couches sédimentaires, reposant sous les eaux dans la position qui leur est naturelle, dans la position horizontale qu'elles ont prise en se formant. La plus vieille de ces couches est évidemment la plus inférieure ; la plus récente

est celle qui occupe le dessus. Quant à la couche intermédiaire 2, elle s'est déposée après la couche 1 et avant la couche 3 (fig. 35 A).

Supposons maintenant que le lit de la mer se plisse, se soulève en un point, surgisse hors des eaux et forme une chaîne de montagnes. Les trois strates s'infléchiront, comme le représente la figure D, et entreront également dans la charpente montagneuse. Si, en un autre point, le soulèvement du fond de la mer avait lieu plus tôt, après le dépôt des couches 1 et 2, mais avant celui de la couche 3, il est clair que, dans ses assises, la montagne ne comprendrait que les deux couches 2 et 1, les seules alors formées. C'est ce que représente la figure C. Enfin, la couche 1 ferait seule partie de la montagne, si le soulèvement s'était effectué plus tôt encore et avant que la couche 2 se fût déposée. La figure B met sous les yeux une protubérance formée dans ces conditions. Il est alors de pleine évidence que, de trois chaînes de montagnes qui dans leur charpente, présenteraient la constitution indiquée par les figures ci-dessus, la plus vieille serait celle à laquelle se rapporte la figure B, puisqu'il lui manquerait deux assises de roches sédimentaires, assises qu'elle n'a pu recevoir en émergeant des eaux avant leur formation. Viendrait après la montagne C, qui renferme une assise de plus ; la plus récente enfin serait la montagne D, où les trois nappes de roches sédimentaires se montrent à la fois.

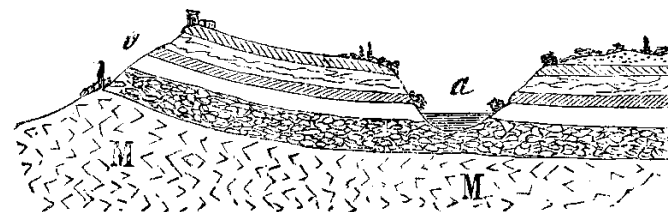


Fig. 36.

D'une manière générale, on reconnaît qu'une chaîne de montagnes en a précédé une autre dans son apparition, en constatant qu'il manque à la première une ou plusieurs des couches sédimentaires que possède la seconde. Aussi le Jura est plus vieux que les Pyrénées, car il ne possède pas toutes les strates dont les mers ont formé les Pyrénées ; celles-ci sont plus vieilles que les Alpes, car on n'y retrouve pas toutes les assises dont les Alpes sont bâties.

10. **Concordance ou discordance de stratification.** — Des couches sédimentaires sont en *stratification concordante*, lorsqu'elles sont parallèles entre elles, n'importe leur forme rectiligne ou sinueuse, et leur direction horizontale ou inclinée. Telles sont les assises de la figure 36, assises dont on peut suivre

la succession, soit sur le flanc *b* du monticule, soit dans les escarpements de la vallée *a*, creusée par l'action des eaux courantes. Ce parallélisme indique une période de tranquillité pendant laquelle les couches sédimentaires se sont déposées au fond des mers, sans trouble dans leur mode naturel de superposition. Plus tard, lorsque la dernière a été formée, est survenue une oscillation du sol qui les a fait émerger toutes à la fois en leur conservant le parallélisme, mais en leur donnant le plus souvent une direction plus ou moins inclinée, commune à toutes.

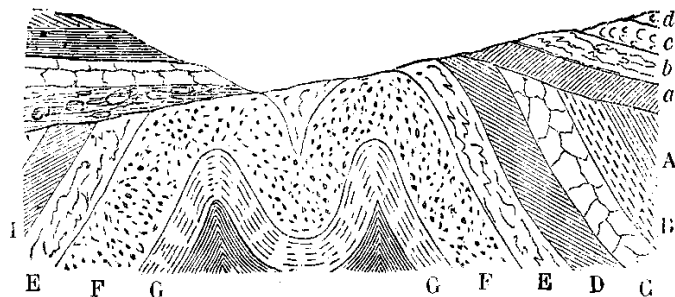


Fig. 37.

La stratification est *discordante*, lorsqu'il n'y a pas parallélisme entre les couches. Considérons, par exemple, la figure 37. Les strates A, B, C, D, E, F, G sont entre elles concordantes ou parallèles ; celles de la partie centrale sont sinueuses par suite de plis du terrain ; celles de droite et de gauche sont tronquées supérieurement, soit par le fait d'une rupture qui a rejeté, partie à droite et partie à gauche, les assises du sol brisé, soit encore par le fait des eaux courantes qui ont corrodé et entraîné le sommet. Sur ces couches tronquées sont superposées les strates *a, b, c, d*. Celles-ci sont en stratification discordante avec les premières, en d'autres termes, ne leur sont pas parallèles. Ce défaut de parallélisme amène à la conclusion suivante : Les couches A, B, C, D, etc., étaient déjà dérangées de leur position originelle, la position horizontale, et avaient éprouvé un soulèvement lorsque se sont déposées les couches *a, b, c, d* ; car s'il n'y avait pas eu de trouble précédant la seconde série de dépôts, le parallélisme se serait conservé entre les deux séries. Il s'est donc fait un soulèvement, une modification dans le relief du sol, après le dépôt de la couche A et avant le dépôt de la couche *a*.

Considérons encore la figure 38. Une ride de l'écorce terrestre fait soulever les strates 1, 2, 3, 4, formées au fond des mers pendant une longue période de tranquillité. Il en résulte un bourrelet, une chaîne de montagnes, au pied

de laquelle la mer continue à déposer des sédiments, qui deviennent les strates horizontales B et A, en stratification discordante avec les premières. Imaginons qu'une nouvelle oscillation du sol exhausse davantage la partie déjà émergée. La base agrandie de la montagne montrera alors sur ses flancs les couches A et B, dérangées de leur position horizontale, plus ou moins inclinées, et discordantes avec les couches du premier soulèvement. Le défaut de parallélisme entre les assises de la base et celles du sommet nous indiquera donc deux perturbations consécutives, deux soulèvements ayant concouru à la formation du relief final.

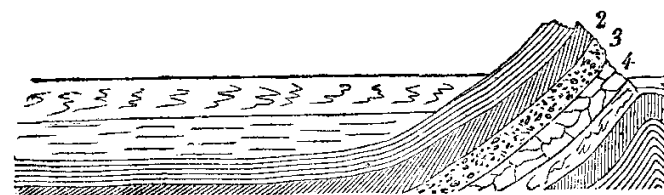


Fig. 38.

CHAPITRE 12

TERRAINS IGNÉS.

1. Fluidité originelle de la terre. — D'un ensemble de preuves dont l'exposé nous entraînerait bien loin des limites imposées à ce cours élémentaire, il résulte que la Terre fut, dans l'origine, un globe de matériaux fondus par le feu. Sur ce globe à l'état de fusion, une écorce solide se forma par l'effet du refroidissement, qui se propage, avec une extrême lenteur, de la surface vers le centre.

Or la physique constate que les corps, en se refroidissant, diminuent de volume ou se contractent ; elle constate aussi que la *contraction* amenée par la perte de chaleur est plus considérable pour les corps liquides que pour les corps solides. La masse liquide centrale du globe, en dépensant peu à peu sa chaleur dans l'espace, se contracte donc plus que ne le fait son écorce solide ; et si petite que soit la différence entre les progrès des deux contractions, à un certain moment l'enveloppe est trop grande pour la matière enveloppée.

Pour suivre dans son retrait la sphère en fusion qui lui donne appui, alors de deux choses l'une : ou bien l'écorce terrestre, assez flexible, s'affaisse jusqu'au niveau actuel du noyau fluide, et, à cause de son excès d'étendue, se plisse, se ride en larges ondulations ; ou bien, si la flexibilité lui manque, elle se déchire sous son propre poids non équilibré, elle se disloque en fragments, qui regagnent l'appui fluide. Trop étendus pour la nouvelle surface occupée, ces fragments s'ajustent mal, empiètent un peu l'un sur l'autre, dressent ici leurs arêtes de rupture au-dessus du niveau moyen, les plongent plus loin au-dessous de ce même niveau, et produisent par les irrégularités, légères d'ailleurs, de leurs rapports respectifs, tous les accidents possibles de la surface du globe : chaînes de montagnes, croupes de collines, plateaux élevés, vallées, dépressions occupées par les mers.

2. **La pomme ridée.** — Pour venir en aide à l'esprit en ce sujet difficile, permettons-nous une comparaison familière. — Récemment cueillie, une pomme est toute lisse, tout unie à la surface ; sa peau, exactement appliquée sur la chair gonflée de suc, ne présente aucun pli. Plus tard, les liquides dont la chair est imprégnée s'évaporent en partie ; et la pomme, en perdant de sa substance, diminue de volume. La peau, de son côté, n'éprouve pas de contraction concordante avec celle de la chair, par la raison que la matière aride dont elle se compose, ne cède à peu près rien à l'évaporation. Si la pellicule épidermique conserve son étendue superficielle, tandis que la chair du fruit se contracte, il est visible qu'à un certain moment l'enveloppe sera trop grande pour la chose enveloppée, et que pour suivre dans son retrait la chair à laquelle elle adhère, la peau doit se flétrir, se plisser, se rider.

Ainsi de tout temps a fait l'écorce solide de la Terre : elle s'est ridée comme la peau d'une pomme qui vieillit. Mais si les résultats sont comparables, les causes sont différentes. La pomme se ride parce qu'elle perd de sa substance par l'évaporation des sucs de la chair ; la Terre s'est ridée parce qu'elle a diminué de volume en se refroidissant, sans rien perdre de ses matériaux.

En reportant l'esprit aux masses colossales des principales chaînes de montagnes, on hésite d'abord à n'y voir que de légères rides, de faibles irrégularités produites par la contraction de l'écorce terrestre ; mais en les comparant à la masse du globe, tout le prestige s'évanouit, car la moindre ride sur l'épiderme d'une pomme est plus considérable par rapport à ce fruit que les plus hautes chaînes de montagnes relativement à la Terre.

3. **Terrains ignés.** — Lorsque dans l'épaisseur de l'écorce terrestre un déchirement a lieu, la matière fluide centrale, refoulée par la pression des couches solides qui surnagent, est injectée de bas en haut dans les fissures produites et remonte plus ou moins haut, parfois même jusqu'à la surface, où elle s'amoncelle en buttes, en bourrelets, au-dessus de la crevasse qui lui a

servi de cheminée d'ascension. Ainsi ont surgi les matériaux souterrains qui forment aujourd'hui l'épine de diverses chaînes de montagnes et se dressent en dentelures abruptes de granit. Cette injection des matières centrales à travers les couches de toute nature de l'écorce terrestre, a eu lieu en telle abondance aux anciens âges de la Terre, qu'aujourd'hui la moitié du sol que nous foulons aux pieds se compose de roches venues de l'intérieur à l'état de fusion. L'autre moitié a pour origine, comme nous venons de le voir, les dépôts effectués par les eaux et provenant des débris de toute nature arrachés au sol préexistant.

On classe donc en deux ordres l'ensemble des roches composant la partie de l'écorce du globe accessible à nos observations : premièrement les roches fournies par l'intérieur incandescent de la Terre ; secondement les roches formées au sein des eaux avec le détritus des premières. À cette seconde catégorie de matériaux pierreux nous avons donné le nom de *roches sédimentaires*. Quant aux autres, on les nomme *roches éruptives*, pour rappeler qu'elles ont fait éruption, à l'état fluide ou pâteux, du sein du globe à la surface ; ou bien encore *roches ignées*, du mot latin *ignis*, feu, pour signifier leur fusion originelle par le feu. Les terrains composés de ces dernières roches se nomment *terrains ignés*.

4. **Structure cristalline des roches ignées.** — D'abord fluides ou du moins dans un état de fusion pâteuse, ces roches ont pris, en se figeant lentement, la forme cristalline que prend tout corps liquéfié soumis à un refroidissement graduel. Aussi les roches ignées ou éruptives se composent-elles généralement d'un amas confus de petits cristaux ; ce qui leur a fait donner le nom de *roches cristallines*. Le granit, la principale d'entre elles, en est un exemple frappant. Attentivement examiné, il montre, dans sa composition, un amas d'innombrables cristaux, à peu près comme le fait le sucre en pain, lui aussi matière cristallisée après avoir été fondu, non par l'action du feu, mais par l'action de l'eau.

Au contraire, la partie du sol due aux dépôts des océans est dépourvue de cristallisation ; car elle résulte de sables, de boues, de limons informes, durcis en pierre.

5. **Nature des roches ignées.** — Les roches ignées se composent de silice, associée avec des matériaux de nature fort variable, parmi lesquels la potasse, la chaux, l'alumine, l'oxyde de fer. Les principales sont les *granits*, les *porphyres*, les *diorites*, les *syénites*, les *gneiss*, les *micaschistes*. Toutes sont des mélanges à proportions variables de quelques-uns des éléments minéralogiques suivants : *quartz*, *feldspath*, *mica*, *amphibole*.

Nous avons déjà parlé du quartz, du feldspath et du mica ; ajoutons que l'amphibole consiste d'ordinaire en petites Baguettes fibreuses d'un noir

brillant. Dans sa composition il entre de la silice, de l'alumine, du fer, de la chaux et d'autres choses encore.

6. Principales roches ignées. — Nous avons déjà dit que les *granits* sont des mélanges de quartz, de mica, de feldspath, confusément groupés en une masse granulaire.

Lorsque ces trois matières sont réunies par feuillets entremêlés, la roche prend le nom de *gneiss*. Elle porte la dénomination de *micaschiste* lorsque le quartz et le mica entrent seuls dans sa composition et que sa structure est feuilletée. Les granits et les gneiss sont les roches ignées les plus abondantes.

On nomme *porphyres* des roches uniquement formées de feldspath. Au sein d'une pâte homogène, rouge, brune, verte, noire ou d'une autre couleur, se montrent de petites taches en carré allongé, plus claires, souvent blanches et formées par des cristaux de feldspath.

Les *syénites*, par leur aspect, rappellent le granit. Leur nom est tiré de la ville de Syène, en Égypte, où ces roches sont abondantes. L'antique Égypte a fréquemment employé ce genre de roche pour ses indestructibles constructions. Les syénites sont formées d'un mélange de cristaux de feldspath, d'amphibole et de quartz. Elles ne diffèrent donc du granit que parce que l'amphibole y remplace le mica.

Les *diorites* résultent du mélange du feldspath et de l'amphibole, tantôt distincts, tantôt intimement confondus en une masse d'apparence homogène. Dans le premier cas les diorites ont l'aspect des granits.

7. Caractères généraux des roches ignées. — Nous avons reconnu dans les roches de sédiment la présence fréquente de fossiles ; de pareils débris ne se trouvent jamais et ne peuvent évidemment se trouver dans les roches ignées, venues à l'état de fusion de l'intérieur du globe. Voilà un caractère distinctif d'une netteté parfaite. Toute roche, tout fragment de pierre renfermant dans sa masse des fossiles, ne serait-ce qu'un fragment de coquillage, provient certainement d'un dépôt effectué par les eaux ; mais si les fossiles manquent, il faut consulter les autres caractères pour décider si la roche est d'origine ignée ou d'origine sédimentaire.

Nous avons reconnu que les roches dues aux dépôts des eaux sont déposées par lits, couches ou strates, qui se superposent et tantôt conservent l'horizontalité primitive, tantôt et plus souvent se redressent, s'inclinent. En un mot ces roches sont *stratifiées*. Les roches ignées ne présentent rien de pareil. Injectées de bas en haut à travers les roches sédimentaires, qu'elles ont bouleversées sur leur passage, elles se dressent en pics, en aiguilles, en murailles dentelées ; ou bien elles s'arrondissent en dômes, en buttes coniques, en mamelons ; ou bien encore elles constituent des amas informes ; mais dans

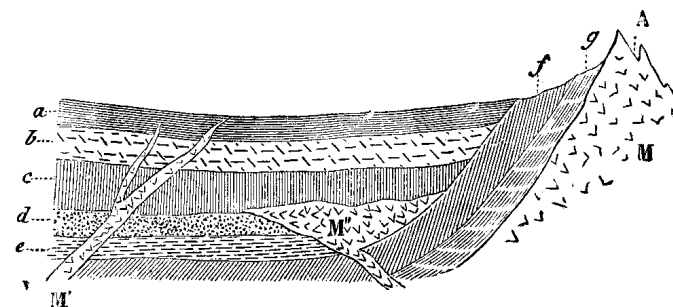


Fig. 39.

aucun cas elles ne sont étagées par assises régulières. En un mot, elles ne sont pas stratifiées.

La figure 39 résume ces dispositions caractéristiques des deux ordres de roches. En M est la roche éruptive qui, se dressant en pic, a dérangé de l'horizontalité et soulevé avec elle les deux assises sédimentaires f et g. M' est un filon de la même roche injecté à travers les assises sédimentaires ; M est un amas également éruptif, enclavé dans des couches de sédiment. Enfin, a, b, c, d, e, sont autant d'assises sédimentaires qui, postérieures à l'éruption de la masse M, n'ont pas été dérangées de l'horizontale.

8. Résumé des caractères des deux ordres de roches. — Les roches éruptives ou ignées ont surgi, en fusion, de l'intérieur du globe à la surface, en traversant l'écorce minérale déjà formée. En général, elles possèdent une structure cristalline, et sont disposées toujours en amas irréguliers. Elles ne renferment jamais de fossiles. Elles se composent de divers silicates, c'est-à-dire de diverses associations minérales où entre la silice ; par conséquent elles ne font jamais effervescence avec les acides.

Les roches sédimentaires se sont formées à la surface de la terre avec les matériaux divers déposés par les eaux. Sauf de rares exceptions, elles n'ont pas de structure cristalline ; mais elles sont disposées en assises régulières ou strates. Très souvent, elles renferment des fossiles. Pour la majeure partie, elles se composent de calcaire, reconnaissable à l'effervescence qu'il produit au contact des acides.

CHAPITRE 13

VOLCANS

1. Volcan. — Un *volcan* est une montagne creusée au sommet d'une vaste excavation, en forme d'entonnoir plus ou moins régulier et nommée *cratère*. Le fond du cratère communique avec l'intérieur du globe par des canaux tortueux ou *cheminée*, dont la profondeur ne peut être déterminée. La hauteur d'un volcan est fort variable. Quelques-uns ne s'élèvent que de quelques centaines de mètres au-dessus du niveau des mers ; d'autres atteignent la hauteur d'une lieue ou même la dépassent. L'étendue du cratère est très variable aussi. Lors de l'éruption de 1822, le cratère du Vésuve avait environ une lieue de tour et 300 mètres de profondeur. Dans l'archipel des îles Sandwich se trouve le Kilauea, sur la grande montagne de Mauna-Loa, le plus vaste cratère du monde. Il n'a pas moins de 11 kilomètres de circuit. Mais, en général, les dimensions d'une bouche volcanique sont beaucoup moindres.

2. Éruption volcanique. — L'état de crise violente qui se déclare de loin en loin, à des périodes irrégulières, et pendant lequel le volcan rejette des fumées et des matières incandescentes, se nomme *éruption*. Comme exemple des faits les plus remarquables qui se passent alors, choisissons de préférence le Vésuve, l'un des volcans les mieux observés.

L'approche d'une éruption est en général annoncée par une colonne de fumée qui remplit l'orifice du cratère et s'élève verticalement, lorsque l'air est calme, jusqu'à trois fois la hauteur de la montagne. À cette élévation, elle s'étale en couche horizontale, interceptant les rayons du soleil. Quelques jours avant l'éruption, la gerbe de fumée s'épaissit et s'affaisse sur le volcan, qu'elle recouvre d'un gros nuage noir ; mais alors la terre commence à trembler autour du Vésuve, de sourdes détonations grondent sous le sol, et, de moment en moment plus fortes, dépassent bientôt en intensité les plus violents coups de tonnerre. Puis une gerbe de feu jaillit du cratère, jusqu'à 2 000 et 3 000 mètres d'élévation. Des milliers d'étincelles s'élancent jusqu'au sommet de la gerbe flamboyante, décrivent de grands arcs de cercle encaissant sur leur trajet des traînées éblouissantes, et retombent en pluie de feu sur les flancs du volcan. Ces étincelles sont des blocs incandescents, parfois de quelques mètres de dimension ; on en cite dont le poids a été évalué à une soixantaine de tonnes métriques. Pendant des semaines, des mois entiers, ces blocs rougis sont lancés par le Vésuve.

Cependant de la base de la montagne, sans doute même de quelques lieues plus bas, monte, par la cheminée volcanique, un flux de matières minérales

fondues, une colonne de *laves*, qui s'épanchent dans le cratère et forment un éblouissant lac de feu. Le spectateur qui, de la plaine, suit avec anxiété la marche de l'éruption, est averti de l'arrivée des laves par les pénétrantes réverbérations qu'elles jettent sur les fumées planant au-dessus du Vésuve. Soudain le sol s'ébranle, se fend, s'étoile avec un bruit de tonnerre, et par les crevasses ouvertes sur les flancs de la montagne, plus rarement par-dessus les bords du cratère, des ruisseaux de laves s'épanchent. Le courant de feu, formé d'une matière éblouissante et pâteuse, comme un métal en fusion, se nomme *coulée*. L'émission de la lave a, tôt ou tard, un terme ; alors les vapeurs souterraines, délivrées de l'énorme pression de la masse fluide, se dégagent avec plus de violence que jamais, entraînant avec elles des tourbillons de *cendres*, c'est-à-dire de fine poussière minérale, qui plane en sinistres nuées et s'abat sur les pays environnants, ou même est poussée par les vents jusqu'à des centaines de lieues de distance. Enfin la terrible montagne s'apaise, et tout rentre dans le repos pour un temps indéterminé.

3. Éruption de l'Etna en 1669. — L'une des éruptions les plus célèbres de l'Etna est celle de 1669. Dans la nuit du 10 mars, après un orage furieux, la terre se mit à trembler avec tant de violence aux environs de Nicolosi, que toutes les maisons de ce bourg s'écroulèrent. Les arbres oscillaient comme des roseaux battus par les vents ; les gens, fuyant éperdus dans la campagne, trébuchaient et tombaient à chaque ondulation. En ce moment les flancs de l'Etna se fendirent dans une longueur de quatre lieues, et sur cette fente se dressèrent diverses bouches volcaniques, vomissant, au milieu du fracas d'effroyables détonations, des nuées de fumée noire et de sable calciné. Bientôt sept de ces bouches se réunirent en un gouffre, d'un millier de mètres de circuit, qui, pendant quatre mois, ne cessa de tonner, de rugir et de rejeter des cendres et des laves. Le cratère terminal de l'Etna, d'abord parfaitement en repos comme si ses fournaises n'eussent eu aucun rapport avec celles des nouvelles bouches volcaniques, s'éveilla soudain quelques jours après, et lança à une prodigieuse hauteur une gerbe de matières incandescentes et de fumée ; puis, la montagne entière s'ébranla, et toutes les crêtes qui dominaient son cratère s'écroulèrent dans les abîmes du volcan. Le lendemain, quatre montagnards osèrent gravir le haut de l'Etna. Ils trouvèrent le cratère très agrandi par les écroulements de la veille : son orifice, dont le circuit mesurait d'abord une lieue, avait maintenant deux lieues de tour.

Cependant des torrents de lave s'épanchaient des bouches récentes. Sans cesse grossis par de nouvelles émissions, ils s'avançaient dans la plaine, englutissant habitations, forêts, cultures, sous leurs flots rougis. Déjà le feu liquide avait dévoré plusieurs villages, lorsque, le 4 avril, la lave arriva devant les murs de Catane et s'étendit dans la campagne. Là, comme pour montrer

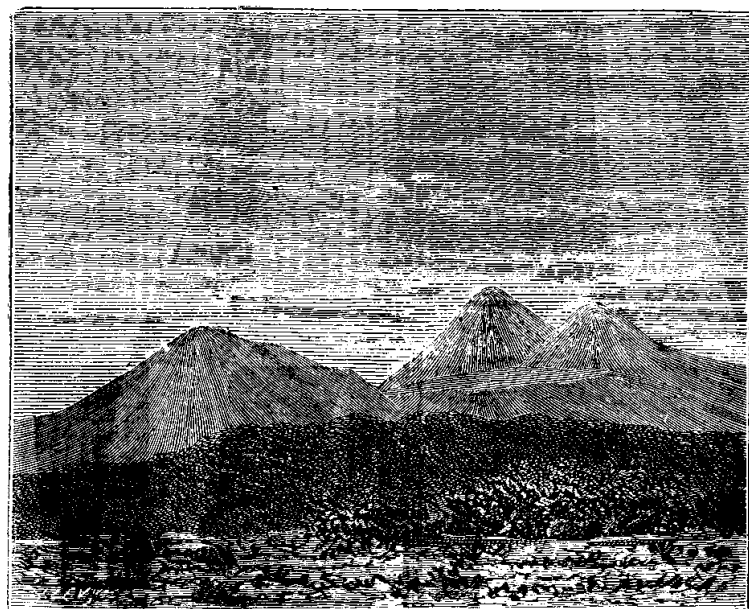


Fig. 40. — Petits cônes adventifs sur les flancs de l'Etna.

sa puissance aux Catanais terrifiés, elle arracha une colline et la transporta à quelque distance : elle souleva en bloc un champ planté de vignes et le laissa flotter quelque temps, jusqu'à ce que l'îlot de verdure disparût carbonisé. Enfin le courant de feu atteignit une vallée longue et profonde. Les Catanais se crurent sauvés : le volcan aurait sans doute épuisé ses forces avant d'avoir comblé le vaste bassin où la lave venait de s'engager. Mais quelle n'était pas leur erreur ! Dans le court espace de six heures, la vallée était remplie, et la lave débordant s'avancait droit vers la ville en une coulée large d'une demi-lieue et haute de plus de 10 mètres. C'en était fait de Catane si, par la plus heureuse des circonstances, un autre courant, dont la direction croisait celle du premier, n'était venu heurter le fleuve de feu, et le détourner de sa route. La coulée ainsi déviée côtoya les remparts de la ville à une portée de pistolet, et se dirigea vers la mer. Ce fut alors, entre l'eau et le feu, une lutte formidable. La lave présentait un front perpendiculaire de 1 500 mètres d'étendue et d'une douzaine de mètres d'élévation. Au contact de cette muraille embrasée, qui plongeait toujours plus avant dans les flots, d'énormes masses de vapeurs s'élevaient avec d'horribles sifflements, obscurcissaient le ciel de leurs nuages, et retom-

baient en pluie salée sur toute la contrée. En quelques jours, la lave recula de 300 mètres les limites du rivage.

Malgré cela, Catane était toujours menacée. La coulée, grossie par de nouveaux affluents, s'élargissait de plus en plus et se rapprochait de la ville : du haut des murs, les habitants suivaient, dans une mortelle anxiété, les progrès implacables du fléau. La lave finit par atteindre les remparts. Le flot montait lentement, mais il montait sans repos. Le 30 avril, il touchait au sommet des murailles, quand celles-ci, cédant à la poussée, furent renversées sur une longueur d'une quarantaine de mètres, et le torrent de feu pénétra dans la ville. Les quartiers envahis étaient les plus élevés : aussi Catane semblait vouée à une destruction totale, quand elle fut sauvée par le courage de quelques hommes qui tentèrent de lutter avec le volcan. Ils s'avisèrent de construire des murs en pierres sèches qui, placés obliquement en avant du courant, devaient en changer la direction. Ce moyen réussit en partie ; mais le plus efficace fut le suivant. Les coulées de lave s'enveloppent elles-mêmes d'une sorte de fourreau solide, s'encaissent dans un canal formé de blocs figés et soudés les uns aux autres. Sous cette enveloppe, la matière fondue conserve sa fluidité, et va plus loin porter ses ravages. Ils pensèrent donc qu'en abattant ces digues naturelles sur un point bien choisi, ils ouvriraient une voie nouvelle à la lave et tariraient le torrent à sa source même. Suivis d'une centaine d'hommes alertes et vigoureux, ils attaquèrent la coulée, non loin du volcan, à coups de marteau et de barres de fer. La chaleur était si violente, que chaque travailleur pouvait à peine frapper deux ou trois coups de suite, et s'écarter aussitôt pour respirer. Cependant ils parvinrent à faire une brèche au fourreau solide, et, conformément à leurs prévisions, la lave s'épancha par cette ouverture. Catane était sauvée, mais non sans grandes pertes : car déjà le flot de la lave avait brûlé dans l'enceinte de ses murs trois cents maisons, quelques palais et quelques églises. Cette éruption, si tristement célèbre, couvrit cinq à six lieues carrées d'une couche de lave, épaisse en quelques points d'une trentaine de mètres, et détruisit les habitations de vingt-sept mille personnes.

4. Forme des volcans. — Lorsque la même cheminée sert dans toutes les éruptions à l'issue des matières volcaniques, laves, cendres, scories, ces matières, en retombant d'une manière égale autour de l'orifice, forment, par leur entassement, un talus circulaire régulier. Alors le volcan a la forme d'un cône tronqué, qu'accroissent en hauteur et en étendue les débris de chaque éruption. À la régularité de l'extérieur s'ajoute la régularité de l'intérieur, lui-même façonné en une excavation conique appelée *cratère*, du nom que les anciens donnaient à leurs coupes. Semblable conformation, avec double talus d'éboulement, apparaîtrait dans toute masse de matière qui, chassée de bas en

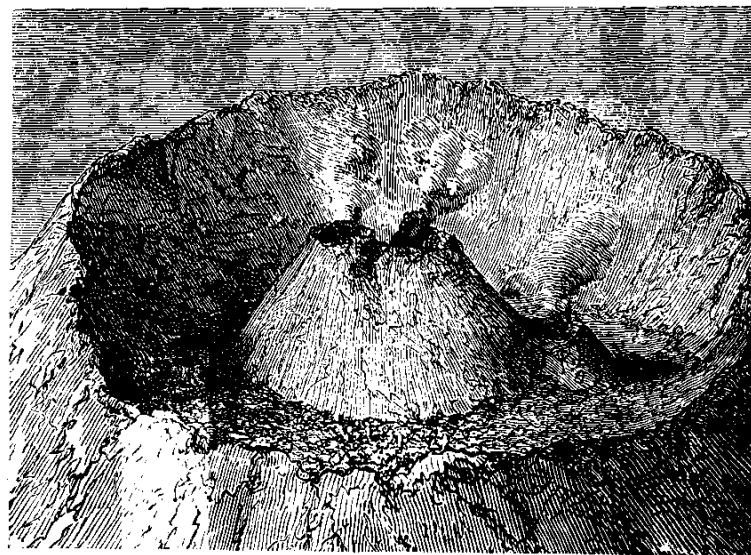


Fig. 41.— Cratère du Vésuve en 1842.

haut, d'un point central, serait assez mobile pour s'épancher régulièrement sur les pentes.

Mais fréquemment la cheminée d'ascension change. La première voie, s'obstruant, présente à l'éruption des difficultés trop grandes, et une autre s'ouvre à l'intérieur même du cratère ou à côté. L'édifice volcanique primitif est ainsi agrandi de dimensions, mais ébréché, bouleversé. À mesure que, clans la suite des temps, de nouvelles bouches s'ouvrent, empiètent l'une sur l'autre et mêlent les débris de celles qui les ont précédées, la régulière coupe du début disparaît et le cratère devient un gouffre informe. D'autres fois, la poussée des forces souterraines reste impuissante à soulever la colonne de laves jusqu'à l'orifice du sommet. Alors, sur les flancs du cône, tantôt plus haut, tantôt plus bas, un déchirement se fait, comme nous venons de le voir au sujet de l'Etna ; et sur cette fissure, autour des soupiraux les plus actifs, des monticules coniques excaves en entonnoir se forment par l'amoncellement des matériaux rejetés. On les nomme *cratères adventifs* ou *cratères latéraux*. Sur les pentes de l'Etna, pareils cratères sont au nombre de plus de sept cents, les uns déformation plus ou moins récente, les autres apparus en des temps très reculés. C'est par la voie de ces cratères adventifs que se fait habituellement l'épanchement des laves, et non par le *cratère terminal*, ouvert à plus de 3 000 mètres d'élévation.

4. Cratères du Vésuve et de l'Etna. — Dans l'antiquité, le Vésuve était une montagne paisible, un volcan éteint dont les éruptions remontaient à des temps antérieurs à l'histoire. Il ne se terminait pas, comme aujourd'hui, par un cône fumeux de scories, mais par un plateau légèrement concave, reste d'un ancien cratère presque comblé, où végétaient de maigres gazons et des vignes sauvages. Autour du plateau un rempart se dressait en escarpement circulaire. Des cultures d'une grande fertilité couvraient les flancs de la montagne ; des villes populeuses, Herculaneum, Stabies, Pompéi, florissaient à sa base. En l'an 79 de notre ère, le vieux volcan, qui paraissait pour toujours en repos, se réveilla soudain et précipita dans la mer la moitié de son cratère, engloutissant sous les cendres et les débris Stabies, Herculaneum et Pompéi. Aujourd'hui le pic du mineur exhume, des entrailles du sol, les cités antiques telles que les surprit le volcan, il y a dix-huit siècles. Suivant toute apparence, alors se forma le cône qui s'est maintenu jusqu'à nos jours, modifié seulement dans sa hauteur et dans l'ampleur du cratère par les diverses éruptions. De nos temps le volcan conserve encore la moitié de son cratère initial sous forme d'un escarpement en demi-cercle nommé par les Italiens *la Somma*. Vers le centre de ce rempart se dresse le cône de cendres et de scories, qui seul porte le nom de *Vésuve*. Il est formé de débris mouvants, à pente très raide, et excavé en coupe conique au fond de laquelle bouillonne la lave en temps d'éruption.

« À nos pieds, raconte M. A. de Quatrefages, s'ouvrait le cratère terminal de l'Etna. Ce n'est plus ici un entonnoir presque régulier, comme on le voit au sommet du Vésuve ; c'est une véritable vallée, coudée, profonde, inégale, avec ses redans et ses caps, formés par des talus abrupts, irréguliers, hérissés d'énormes scories, de blocs de lave entassés, roulés, tordus de mille manières par la puissance du volcan ou le hasard de leur chute. Ce sont partout des couleurs bleuâtres, verdâtres, blanchâtres, semées çà et là de larges taches noires ou de plaques d'un rouge cru, qui font ressortir les teintes livides de l'ensemble. Des milliers de fumerolles laissent échapper sans bruit de longues traînées de vapeurs blanches, qui, rampant lentement sur les flancs du cratère, portent jusqu'à nous leurs émanations suffocantes. Le sol que nous foulons aux pieds, entièrement composé de cendres et de scories, est humide, chaud et semble couvert de gelée blanche. Mais cette humidité, c'est de l'acide, qui a bientôt corrodé nos chaussures ; cette couche argentée où miroitent quelques cristaux, c'est du soufre sublimé par le volcan, et des sels formés par les réactions chimiques qui se forment sans cesse dans ce redoutable laboratoire. »

5. Cratère du Stromboli. — Abrité sous une grotte de scories, au bord même du cratère, Spallanzani nous fait assister au spectacle du Stromboli, en éruption continuelle depuis les temps les plus reculés, « Mes regards, dit-il, plongent en liberté dans le gouffre de feu, et voici ce qui s'offre à

mes yeux étonnés. Les bords du cratère, amas confus de scories, de cendres et de laves, ont une forme arrondie ; leur contour est d'environ 340 pieds. Les parois intérieures vont en se rétrécissant depuis le haut jusqu'au bas ; elles représentent un cône tronqué et renversé ; leur pente est extrêmement rapide. Le cratère, jusqu'à une certaine hauteur, est rempli d'une matière embrasée, liquide, semblable à du bronze fondu. C'est la lave elle-même, agitée de deux mouvements très distincts : l'un circulaire, tumultueux ; l'autre agissant de bas en haut. La matière liquéfiée est soulevée dans le cratère avec plus ou moins de rapidité ; parvenue à la distance de 25 à 30 pieds du bord supérieur, elle éclate comme un coup de tonnerre. En ce moment, une portion de cette matière, déchirée en mille morceaux est lancée dans les airs avec une vitesse inexprimable, et un torrent de fumée, d'étincelles et de sable. Quelques instants avant l'explosion, on voit la surface de la lave se gonfler et former de grosses bulles, dont quelques-unes ont plusieurs pieds de diamètre. Ces bulles crèvent, et leur rupture occasionne la détonation et la projection des matières.

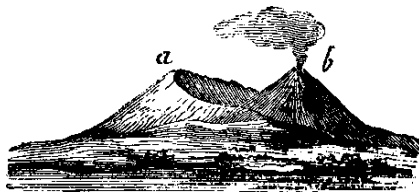


Fig. 42. — Vue du Vésuve, *a*, la Somma ; *b*, le Vésuve.

Après l'explosion, la lave s'abaisse ; puis elle remonte comme auparavant. Il se fait de nouvelles tumeurs à sa surface, qui crèvent à leur tour avec explosion. Quand elle s'abaisse, elle fait peu ou point de bruit ; quand elle s'élève et se gonfle, elle produit un murmure semblable à celui que fait un liquide qui bout à gros bouillons.

Les matières des faibles éruptions retombent dans le gouffre et leur collision avec la nappe produit un son semblable à celui que rendraient des bâtons frappant à plat la surface de l'eau. Dans les fortes éruptions, le volcan jette toujours au dehors une grande quantité de pierres, qui ne sont que des laves scoriacées. La rougeur de leur incandescence se distingue même à travers la lumière du soleil. Plusieurs se brisent en se heurtant entre elles quand elles sont à une certaine hauteur. Plus près de leur point de départ, au lieu de se rompre, elles s'agglutinent quelquefois ensemble, à cause de la liquidité qu'elles conservent encore, et ne font plus qu'un seul corps. La lave du cratère donne peu de fumée, soit qu'elle s'élève, soit qu'elle s'abaisse ; quand

elle éclate, elle en jette beaucoup. La fumée s'échappe par les ruptures, et tout s'évanouit après l'explosion. On peut compter sur quelques moments de relâche entre les jets qui s'annoncent avec une extrême violence ; les autres n'en accordent presque pas. On croirait que les pierres que lancent les premières tombent du ciel, si l'on ne savait d'où elles partent. Le bruit qui les accompagne est semblable à celui du tonnerre, et le nuage de fumée, épais et noir, qui plane sur la tête du spectateur, lui présente l'image d'une tempête.

Observé de nuit, à la faveur de l'asile que m'offrait la grotte, le spectacle du cratère est encore plus saisissant. La lave ne produit à sa surface aucune flamme sensible, pas même quand ses bulles éclatent avec fracas ; mais elle brille d'une lumière ardente et très vive pareille à celle du verre en fusion. Cette lumière, en partant du fond, se répand à l'entour, s'élève, s'abaisse en suivant les mouvements de la lave. Elle devient plus ardente à chaque explosion, et son intensité s'accroît par l'affluence des étincelles produites par le choc des pierres qui se heurtent les unes contre les autres et se réduisent en poudre.

Telles étaient les apparences du feu de l'abîme pendant les heures de la nuit, lorsqu'un accident imprévu vint me causer plus de crainte que de plaisir. Tout à coup les éruptions cessent, la lave bouillante s'abaisse plus que d'habitude et ne remonte point ; sa surface, rouge comme la braise, vient à se décolorer. À cet instant les nombreuses fumées qui s'élevaient en silence dans les airs sont chassées avec des sifflements, et leurs soupiraux brillent d'une vive couleur de feu. Je ne peux mieux rendre l'effet de ce bruit qu'en le comparant à celui que font les vastes soufflets qui soufflent impétueusement dans un fourneau destiné à fondre les métaux, avec cette différence cependant que les soufflets volcaniques étaient cent fois plus énormes et faisaient un bruit insupportable.

Ce changement inattendu dans l'intérieur du cratère, la proximité où j'étais des fumées, la crainte qu'elles ne m'atteignissent de leurs vapeurs sulfureuses, tout cela me consterna au point que j'allais me retirer et abandonner ce rocher inhospitalier, quand les soupiraux cessèrent de souffler. Alors la lave remonta dans le cratère en reprenant sa teinte ardente, et les éruptions recommencèrent.

6. Coulée de laves. — Nous empruntons au même savant observateur les détails suivants sur une coulée de laves observée au Vésuve. — « La lave s'était frayé une issue, non pas au sommet du cratère, mais sur un des lianes de la montagne. Au point de départ de la coulée s'étaient ouverts plus de soixante soupiraux. Le sol d'alentour était coloré en jaune par du sel ammoniac, et tellement imprégné de chaleur, que l'on ne pouvait y tenir les pieds que pendant quelques secondes. À mon arrivée, le ruisseau de feu s'était figé à son origine et avait déjà acquis la solidité de la pierre ; mais, 50 pas au-dessous,

il coulait encore. À la distance de 5 pieds, la chaleur était intolérable. La superficie du courant avait la couleur de la braise, sans la moindre apparence de flamme ; je ne saurais mieux la comparer qu'à celle du bronze en fusion dans une fournaise. Elle se couvrait çà et là d'une écume incandescente, et se boursoufflait de tumeurs qui, un moment après, crevaient avec bruit. Quelquefois elle lançait de petits jets, de petites fusées, qui en retombant reprenaient le niveau général. Je fus curieux de laisser tomber sur le courant de lave quelque corps pesant. Je lançai donc sur la coulée les seules pierres que j'avais à ma portée, c'est-à-dire des blocs de lave solidifiée. Ces blocs, dans leur chute, rendaient un son sourd, comme s'ils eussent frappé une terre molle. Ils s'enfonçaient en partie dans la matière fondue, puis étaient emportés par le courant. En mesurant l'espace qu'ils parcouraient, j'avais la vitesse de la coulée. Je trouvais ainsi que dans une minute, la lave parcourait un espace de 21 pieds seulement (7 mètres environ) ; il est vrai que l'inclinaison de son lit n'était pas fort rapide.

Plus bas, la lave s'était répandue sur un espace considérable et subdivisée en une multitude de petits ruisseaux, dont la superficie était figée et possédait la solidité de la pierre. De là résultaient des canaux irréguliers, les uns vides, d'autres à moitié remplis, d'autres en entier pleins. Il ne fallait pas beaucoup d'attention pour reconnaître que, sous ce fourneau de matières solides, il y en avait de liquides : l'oreille en avertissait par un murmure venu de dessous la croûte figée. Ces divers petits ruisseaux, enveloppés de leur étui solide, finissaient par se réunir en un seul courant de laves qui coulait à découvert. Le fleuve de feu sortait d'une grotte profonde, formée de la même matière consolidée. Sa couleur était moins vive que près de l'origine ; sa surface se gonflait de tumeurs qui naissaient et disparaissaient à chaque instant. La chaleur était insupportable quand le vent soufflait de mon côté. Sur une pente de 45 degrés, le courant parcourait un espace de 18 pieds (6 mètres) par minute. Quelques pas plus bas, la coulée avait perdu ses tumeurs ; mais elle charriait à la surface de grosses plaques d'un rouge pâle, qui, se froissant les unes contre les autres, rendaient un bruit confus. C'était un phénomène en tout semblable à celui des rivières qui, pendant l'hiver, charrient des glaçons. La couche supérieure, refroidie et figée au contact de l'air, éprouvait dans ses parties un retrait inégal et se divisait ainsi en tablettes entraînées par la lave encore liquide. Plus loin, le torrent restait enseveli, non seulement sous les plaques, mais sous une multitude de débris informes ou de scories. En un point, le sol coupé à pic sur une hauteur d'une douzaine de pieds donnait lieu à une cataracte. Le torrent s'y précipitait avec fracas en une nappe rouge, et de là continuait sa route comme auparavant. Enfin la coulée s'arrêtait en

formant un lac solidifié, du moins à sa surface. Sur toute la traînée de lave, s'élevaient en nombre infini des jets de fumée à odeur sulfureuse. »

7. Le Monte Nuovo. — Pour la plus grande part, les volcans sont de formation ancienne, bien antérieure aux temps historiques ; mais quelques-uns, en petit nombre, ont soudainement apparu à des époques récentes. Tels sont le *Jorullo* au Mexique, et le *Monte Nuovo* aux environs de Naples.

En septembre 1538, après de nombreuses secousses du sol qui duraient depuis deux ans et tenaient en émoi les environs de Naples, on vit, dans le voisinage de Pouzzoles, une plaine se gonfler en une ampoule d'une demi-lieue de tour. Le 29, à deux heures de la nuit, cette ampoule creva tout à coup au sommet avec un horrible fracas, et s'ouvrit on une bouche qui lançait un mélange de feu, de fumée, de pierres et de boue brûlante. Des détonations, comparables à celles du tonnerre le plus fort, accompagnaient les déchirements du sol. Les pierres lancées atteignaient une grande hauteur, puis retombaient soit dans l'intérieur de l'ouverture, soit sur ses bords. La boue était grisâtre, comme une pâte de cendres, et très fluide. En moins de douze heures, le terrain, gonflé par la poussée souterraine et exhaussé par les déjections de pierres, de cendres et de boue, forma une colline de 144 mètres d'élévation. Pendant deux jours et deux nuits l'éruption ne discontinua pas. La boue vomie retombait en averses si drues, que Pouzzoles et ses environs en furent inondés. Naples le fut également et vit plusieurs de ses palais ruinés par cette étrange pluie. Réveillés en sursaut au milieu de la nuit par les premières détonations, les habitants de Pouzzoles fuyaient au hasard, affolés d'épouvante, tout souillés de boue, la mort peinte sur le visage. Les uns emportaient leurs enfants dans les bras, ou traînaient après eux des sacs remplis de bagages ; les autres s'acheminaient du côté de Naples, avec un âne chargé de leur famille en proie à la terreur. Ceux qui conservaient encore quelque présence d'esprit recueillaient à la hâte, sur leur passage, une multitude d'oiseaux tombés morts au commencement de l'éruption, et de poissons que la mer voisine, en se retirant sur une largeur de 200 pas, avait laissés à sec.

Le troisième jour l'éruption cessa. Quelques personnes gravirent la nouvelle montagne, et trouvèrent qu'elle formait un vaste entonnoir de 138 mètres de profondeur. Au fond du cratère, les pierres, les scories, paraissaient ballottées comme les bulles de vapeur d'un vase en ébullition. Tout semblait fini, et les curieux affluaient sur la montagne pour voir de près la bouche volcanique, quand, le septième jour, une nouvelle éruption éclata, presque aussi violente que celle de la première nuit. Plusieurs personnes furent renversées et tuées par les pierres ou étouffées par la fumée. Quelque temps encore on vit des vapeurs et des traits de feu s'élever de la montagne ; enfin tout s'apaisa,

et, depuis, une tranquillité parfaite a constamment régné. On a donné à ce singulier cône volcanique, sorti de terre en une nuit, le nom de *Monte Nuovo*, c'est-à-dire montagne nouvelle. Le Monte Nuovo est aujourd'hui couvert de végétation. De son cratère assoupi il ne s'échappe aucune vapeur.



Fig. 43. — Le Monte Nuovo.

8. Le Jorullo. — Vers le milieu du dernier siècle se trouvait au Mexique une grande plaine populeuse, arrosée par deux cours d'eau et couverte de riches cultures de maïs, de riz, de cannes à sucre, d'indigotiers. Rien ne pouvait faire soupçonner que ces terres fertiles dussent un jour être livrées aux ravages volcaniques ; jamais on n'y avait ressenti la moindre secousse, jamais les feux souterrains n'y avaient grondé, aussi loin que pouvaient remonter les souvenirs de l'histoire. Néanmoins, au mois de juin 1759, des rumeurs souterraines éclatèrent et furent suivies, pendant deux mois, de violents tremblements de terre. Sur la fin de septembre, les trépidations redoublèrent de force ; et, sur une étendue d'un peu plus d'une demi-lieue carrée, le terrain se souleva peu à peu et se boursouffla en une énorme intumescence de 168 mètres de hauteur. Puis la surface de cette ampoule se mit à onduler comme une mer agitée, et se

couvrit d'innombrables bulles coniques, d'espèces de pustules creuses, hautes de 2 à 3 mètres, qui s'élevaient, crevaient, s'abîmaient tour à tour comme les vessies gazeuses d'un liquide en fermentation. Enfin le dôme s'entr'ouvrit et vomit de la fumée, des cendres et des pierres calcinées. Bientôt, du sein de ce gouffre, six cônes volcaniques surgirent, parmi lesquels le volcan de Jorullo, dont la cime s'élève à 483 mètres au-dessus du niveau de la plaine primitive. Jusqu'au mois de février de l'année suivante, le nouveau volcan ne cessa de rejeter des courants de laves et des masses de scories, tandis que les pustules coniques disséminées sur le dôme vomissaient des jets de vapeurs brûlantes et de fumées acides. Au moment où le sol commençait à se soulever, les deux petites rivières qui arrosaient la plaine inondèrent toute la partie occupée aujourd'hui par le Jorullo, et s'engloutirent enfin dans le gouffre qui venait de s'ouvrir.

Quarante années après l'événement, le terrain boursoufflé sur lequel reposaient les bouches volcaniques rendait, sous les pas, un son creux à la manière d'une voûte. Sa surface conservait encore un reste de chaleur. On dit même que, vingt ans après l'éruption, la température de la lave était suffisante, dans les fissures, pour allumer un cigare à quelques pouces de profondeur. Les pustules coniques, ou les *petits fours*, comme on les appelle dans le pays, vomissaient toujours des vapeurs. Quant aux deux ruisseaux qui avaient disparu dans le sol brûlant, ils reparaissaient au jour loin de leur direction primitive et formaient de puissantes sources thermales. Depuis lors, les fours et le Jorullo ont cessé de fumer ; les sources et le sol ont perdu leur chaleur, et des taillis épais ont recouvert le sol dévasté.

9. Volcans sous-marins. Île Julia. — Du fond même de la mer, des volcans peuvent surgir et dresser leurs cratères au-dessus des flots. En voici un exemple : — Le 10 juillet 1831, un navigateur passant au large, à une douzaine de lieues des côtes de la Sicile, vit la mer bouillonner sur une grande étendue et rouler dans ses flots une multitude de poissons morts. Puis, une colonne d'eau de 800 mètres de circuit s'était brusquement élancée à une vingtaine de mètres de haut pour s'écrouler aussitôt, et cela à diverses reprises, pendant qu'il s'en échappait une gerbe de vapeurs épaisses, qui montait au moins à 500 mètres et obscurcissait le ciel. Une odeur infecte apporta sur les côtes de la Sicile la nouvelle de ce qui se passait au large. Bientôt, malgré la distance, on aperçut à l'horizon une haute colonne de fumée, qui, la nuit, s'illuminait par moments de vives et subites lueurs, pareilles aux éclairs de chaleur des soirées d'été. Enfin, on entendait comme le roulement sourd d'un tonnerre éloigné. Sans la présence de la colonne de fumée, toujours verticale à la même place, on eût cru à quelque orage lointain de longue durée.

À son retour, huit jours après, le même navigateur reconnut au point où, lors de son premier passage, il avait trouvé la mer si tumultueuse, une petite île inconnue, d'aspect calciné, et élevée* de quelques mètres à peine au-dessus des flots. Au centre, elle était creusée d'une sorte de bassin où bouillait une eau rougeâtre, et d'où s'élevaient des tourbillons de fumée et des jets de matières volcaniques. Autour de l'île flottaient, jusqu'à une grande distance, des scories, des ponces et des poissons morts.

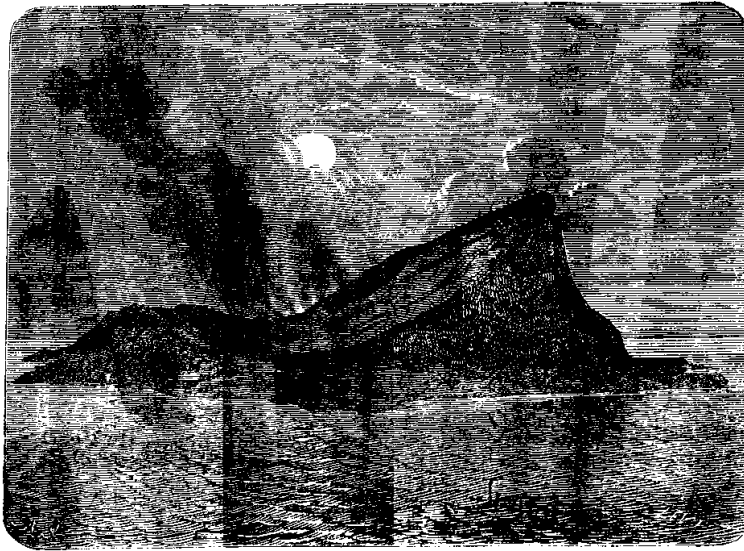


Fig. 44. — L'île Julia, le 29 septembre 1831.

Le 24 juillet, deux semaines après son apparition, cette île étrange fut visitée par un savant géologue. À un quart de lieue de distance (la prudence commandait de ne pas approcher davantage), on reconnut que l'îlot formait le bord émergé d'un cratère de 600 à 700 mètres de tour. L'îlot lui-même pouvait avoir un quart de lieue de circonférence et une vingtaine de mètres d'élévation en ses points culminants. D'ailleurs l'éruption, continuant sans relâche, tendait à l'élever de plus en plus au moyen des matériaux rejetés par la bouche volcanique. De l'orifice du cratère s'échappaient, avec violence, mais sans bruit, d'énormes bouffées de vapeurs blanches comme la neige, qui, en se réunissant, formaient, au milieu d'une atmosphère calme, une majestueuse colonne d'un demi-kilomètre de hauteur. Quelques scories brûlantes la traversaient de

temps à autre, aussi rapides que des fusées. Tout à côté de cette colonne, surgissait une gerbe de fumée noire où tourbillonnaient continuellement, avec un cliquetis comparable à celui de la grêle, des jets de scories, de cendres et de sables volcaniques. Au contact de ces matériaux embrasés, les eaux de la mer frémissaient et fumaient comme au contact du fer rouge. Il ne sortait pas de flammes du cratère ; mais dès que l'éruption reprenait avec plus de force, de vifs éclairs serpentaient à travers la gerbe noire de cendres, et chacun d'eux était suivi d'un retentissant coup de tonnerre, dont la fréquente répétition devait faire, dans le lointain, l'effet d'un roulement continu. Cet imposant spectacle était interrompu de quart d'heure en quart d'heure par des repos, pendant lesquels on n'apercevait plus que la colonne de vapeurs.

Le 4 août, l'île avait 60 mètres de hauteur et une lieue de circuit. Elle aurait augmenté sans doute davantage si l'éruption avait persévéré ; mais un mois après leur première apparition, tous les phénomènes volcaniques cessèrent. On put alors, pour la première fois, parcourir l'île et la visiter sans danger. Bien des noms lui furent donnés : on la nomma *Nerita*, *Ferdinanda*, *Graham*, *Julia*. Son existence fut de courte durée ; peu à peu l'action des vagues détruisit les bords du cratère, et, dès le mois de décembre de la même année, l'île Julia disparut, transformée en récif, après avoir apparemment rejeté, au sein même de la mer, une coulée de laves par quelque crevasse ouverte sur ses flancs. L'action volcanique n'était cependant pas épuisée en ce point : car deux ans plus tard d'autres éruptions eurent lieu, mais sans amener de nouvelles terres au-dessus des flots. Le cratère, qu'on présumait pour toujours éteint et enseveli dans la mer, a reparu en 1863, plein d'eau bouillante et de vapeurs sulfureuses.

10. Volcans éteints. — Après une période plus ou moins longue d'activité, un volcan peut étouffer ses feux et cesser de ruiner. On dit alors qu'il est *éteint*. La végétation s'empare de ses coulées de lave, le gazon couvre les pentes de son cratère ; mais, sous ce manteau de verdure, le terrain garde les traces ineffaçables du feu ; et, à certains caractères qui ne laissent aucun doute dans l'esprit, il est toujours possible de reconnaître une bouche volcanique, lors même que l'homme n'aurait jamais été témoin de ses éruptions.

Dans quelques provinces de la France, dans l'Auvergne surtout, le Vivarais et le Velay, se voient, isolés ou assemblés en groupes, de nombreux monticules coniques, tronqués au sommet et creusés d'une vaste excavation en forme d'entonnoir. On leur donne le nom de *puy*s. Tantôt l'excavation a la forme d'une conque si régulière qu'on la dirait creusée de main d'homme ; tantôt le bord en est égueulé, c'est-à-dire interrompu par une large brèche. Parfois un lac d'une admirable limpidité remplit la conque ; plus souvent encore l'excavation est un pâturage où descendent les troupeaux. Or ces conques si

paisibles, si vertes, si fraîches aujourd'hui, sont des cratères d'anciens volcans ; là où dorment les eaux d'un lac, a bouillonné autrefois un bain de laves en fusion ; là où ruminent des troupeaux, les feux souterrains ont tonné. Le monticule de forme conique, au-dessous de sa pelouse et de sa couche de terre végétale noire, n'est qu'un amas de scories, de cendres volcaniques et de roches vitrifiées. La conque qui le termine, c'est le cratère ; la brèche qui souvent en altère la régularité, c'est la voie que les laves se sont frayée pour s'épancher au dehors, quand elles n'ont pas ouvert la terre plus bas, au pied du monticule. Quant à la coulée, de laves, elle n'est pas moins reconnaissable. C'est une puissante traînée de roches, noires ou rougeâtres toute crevassée, d'aspect calciné, et qui serpente dans la plaine à partir du cône volcanique. Les gens du pays lui donnent le nom de *cheire*. Quelques-unes de ces coulées dépassent en étendue les plus grandes qu'ait fournies l'Etna.

11. Puy de Pariou. — À la base du puy de Dôme, non loin de Clermont-Ferrand, est le puy de Pariou, le volcan éteint le mieux conservé de l'Auvergne et peut-être de l'Europe. Il se compose de deux cratères distincts : un supérieur et central, plus élevé ; l'autre inférieur, bien plus grand et entourant la base de la montagne avec une ceinture qui arrive à demi-hauteur. Celui-ci est le cratère primordial, d'où la coulée de laves est sortie par une large brèche toute bouleversée. Postérieurement à cette éruption de lave, une autre eut lieu qui, lançant une immense quantité de scories poreuses et de cendres volcaniques, forma, par l'accumulation de ces débris, le cône supérieur, excavé en régulière coupe. Ce cône, d'où ne s'est épanchée aucune coulée, a 114 mètres d'élévation. Son entonnoir mesure 310 mètres de diamètre et 93 mètres de profondeur. Ses contours sont arrondis, ses flancs bien gazonnés à l'intérieur et à l'extérieur, ses pentes douces, telles que doivent en former des matières pulvérulentes qui, projetées à une certaine élévation, retombent en s'accumulant autour de l'orifice de sortie. Le cratère a la forme d'un cône tronqué très évasé, le fond est une petite plaine. Aucun rocher, aucun ravin ne trouble sa régularité ; c'est le plus beau et le plus vaste des amphithéâtres. Le Pariou, avec sa vallée annulaire qui, ébréchée par la sortie des laves, n'entoure plus qu'incomplètement le cône central des scories, est la reproduction de la Somma surmontée du cône du Vésuve. Un grand nombre de volcans de l'Auvergne ont eu pareillement deux éruptions successives. La première adonné la lave ; la seconde a comblé en partie le cratère primitif en élevant au centre de ses ruines un cône de scories. Quelquefois on retrouve, comme pour le Pariou, des restes de l'ancien cratère ; plus souvent encore il est complètement détruit.

12. Solfatares. — Après sa période d'activité et avant d'arriver à l'extinction totale, un cratère parfois est dans un état intermédiaire pendant lequel ses souterrains, obstrués de débris comme dans les volcans éteints, ne rejettent ni laves,

ni scories, ni cendres, mais seulement des vapeurs et des gaz, notamment du gaz carbonique, du gaz chlorhydrique, du gaz sulfureux et de l'hydrogène sulfuré, qui laisse dans les fissures par lesquelles il se dégage des dépôts de soufre cristallisé. En cet état le cratère est qualifié de *solfatare*, c'est-à-dire *souffrière*. Dans l'intervalle de repos séparant deux éruptions, la plupart des cratères actifs deviennent simples solfatares. Des fumerolles de vapeurs acides, des cristallisations de soufre sublimé, sont les seuls indices de leur activité momentanément suspendue. Mais il existe des solfatares permanentes ; il y en a qui, depuis les temps historiques les plus reculés, n'ont rejeté autre chose que des vapeurs et des gaz. Telle est, au voisinage de Naples, la solfatare de Pouzzoles, vaste cratère, qui dans l'antiquité était réduit, comme aujourd'hui, à des émanations gazeuses.

13. Laves. — Les matières minérales que les volcans rejettent à l'état de fusion prennent la dénomination générale de *laves*. En perdant la haute température qu'elles possèdent au moment de leur émission, elles se figent et deviennent une roche dure, souvent sonore, habituellement grise ou noirâtre. Elles se composent de divers silicates. Du reste, leur nature varie beaucoup d'un volcan à l'autre, et aussi pour le même volcan d'une éruption à la suivante. Tantôt elles sont en masses compactes ; tantôt elles sont cavernueuses à la manière des scories. Les laves compactes forment le centre et la partie inférieure des courants épais ; les laves scoriacées se trouvent à la surface et servent d'enveloppe aux premières ou bien constituent les traînées de faible épaisseur. On voit donc que la structure compacte est la conséquence d'un refroidissement lent, et la structure cavernueuse celle d'un refroidissement prompt.

On nomme *bombes volcaniques* des lambeaux de laves qui, lancés hors du cratère par l'explosion soudaine des vapeurs comprimées, tournoient dans l'air, s'y arrondissent et retombent figés en une masse ovalaire, encore rouge de feu et même molle. Leur vitesse est comparable à celle des projectiles de nos pièces d'artillerie, et la hauteur qu'elles atteignent, calculée d'après la durée de la chute, s'est trouvée, dans certaines éruptions du Vésuve, d'environ 2 kilomètres. Ces bombes, pour les volcans de l'Europe, sont généralement de médiocre volume ; mais on en cite qui, lancées par le Cotopaxi (Amérique du Sud), avaient plusieurs mètres de circonférence. Les plus petits fragments de laves projetés en gouttelettes hors du cratère sont aussitôt solidifiés et deviennent les sables volcaniques ou *rapilli*.

14. Cendres volcaniques. — Fracturées et réduites en menus débris par la poussée des laves et la force expansive des vapeurs, les roches dont le volcan se compose fournissent les *cendres volcaniques*, qui retombent comme grêle et s'amoncellent en entonnoir autour de l'orifice de sortie. Parfois l'explosion

met en poudre une partie de la montagne, et une horrible nuée de cendres s'abat sur le voisinage, tandis que les parties les plus fines, chassées par le vent, vont retomber à d'énormes distances. C'est ainsi que, lors de la célèbre éruption de l'an 79, la partie du Vésuve tournée vers la mer fut broyée en ruines poudreuses, qui ensevelirent, dans leur chute, les villes de Pompéi, d'Herculanum et de Stabies, ainsi que toute la campagne voisine. Les courants de l'atmosphère conduisirent jusqu'en Égypte, jusqu'en Syrie, les derniers vestiges de cette formidable averse de cendres.

15. Récit de Pline. — Pline le Jeune, dans une lettre à Tacite, nous a laissé quelques détails sur ce lugubre événement. — Le 23 août, environ une heure après midi, on vit un nuage extraordinaire, tantôt blanc, tantôt noirâtre, planer au-dessus du Vésuve. Poussé violemment par quelque force souterraine, il s'élevait d'abord tout droit en forme de tronc d'arbre ; puis, arrivé à une grande hauteur, il s'affaissait sous son propre poids et s'étalait au large. Surpris de ce prodige, Pline, l'oncle du narrateur, commandant alors la flotte de Misène, fit aussitôt appareiller, autant pour porter secours aux bourgs de la côte menacés que pour observer de plus près le terrible nuage. Sur ses vaisseaux tombait une cendre brûlante, mêlée de pierres calcinées ; la mer reflua en désordre ; le rivage, encombré des débris de la montagne, devenait inaccessible. On dut reculer. La flotte se porta à Stabies, où le danger, encore éloigné, mais se rapprochant toujours, avait déjà jeté l'épouvante.

On débarqua, pour se reposer un instant ; Pline se coucha et dormit bientôt d'un profond sommeil. Peu à peu, la cour par où l'on entrait dans son appartement se remplit de cendres, à tel point que bientôt il n'aurait pu sortir. On réveilla pour délibérer s'il valait mieux se renfermer dans les maisons ou tenir la campagne. Les maisons, ébranlées par de continuelles secousses, chancelaient d'un côté, puis de l'autre, menaçant de s'écrouler à tout instant. Dehors, le danger n'était pas moindre : il pleuvait des nuées de pierres, légères il est vrai, et desséchées par le feu. On choisit la rase campagne. Pour se garantir contre la chute des pierres, ils se couvrirent la tête d'oreillers, et, à travers les plus épaisses ténèbres, dissipées à peine par les lueurs d'un grand nombre de flambeaux, ils se dirigèrent vers le rivage, pour examiner de près ce que la mer leur permettait de tenter. La mer se trouva fort grosse et agitée par un vent contraire. Là, Pline, brisé de fatigue, se repose un moment à terre. Bientôt des flammes mettent tout le monde en fuite. Il se lève, appuyé sur deux de ses domestiques, et dans le moment il tombe mort. Les émanations, les cendres et la fumée du volcan l'avaient étouffé.

Pendant que l'oncle périssait à Stabies, le neveu, Pline le Jeune, se trouvait à Misène avec sa mère. Bien qu'il fût sept heures du matin, il ne paraissait qu'une faible lumière, une sorte de crépuscule, tant l'air était obscurci. La po-

pulation quitta la ville ébranlée par de violentes secousses. La mer reflua sur elle-même ; chassée du rivage par l'ébranlement des terres, elle abandonnait la plage, laissant à sec sur le sable une foule de poissons. « Une nuée horrible d'obscurité s'avancait vers nous, raconte l'historien de ces événements. Dans ses flancs serpentaient des traînées de feu, semblables à d'immenses éclairs. Bientôt la nuée descend, couvrant la terre et la mer. Ma mère me conjure de fuir : « Cela, est facile à mon âge ; pour elle chargée d'années, elle ne pourrait le faire ; elle mourrait contente si elle n'était point cause de ma mort. » Je lui réponds qu'il n'y a de salut pour moi qu'avec elle, et que jamais je ne j'abandonnerai. La cendre commençait à tomber, et l'obscurité se faisait autour de nous.

Ce fut alors un tumulte, un cri d'angoisse général. Éperdus de terreur, les gens fuyaient au hasard, renversant et foulant aux pieds ceux qui se trouvaient sur leur passage. La plupart étaient convaincus que cette nuit était la dernière, l'éternelle nuit qui devait ensevelir le monde. Ceux-ci invoquaient le secours des Dieux ; ceux-là, par crainte de la mort, appelaient la mort même, ou aggravaient des craintes légitimes par de chimériques terreurs. La pluie de cendres devenait de moment en moment plus forte. Je m'étais assis à terre, à l'écart de la foule, avec ma mère. À chaque instant, il fallait nous lever et secouer les cendres, qui n'auraient pas tardé à nous ensevelir et à nous étouffer. Enfin le nuage se dissipa et le jour reparut, éclairé par un soleil blafard, comme pendant une éclipse. La campagne était méconnaissable : tout était recouvert d'une épaisse couche de cendres. »

16. Éruption de cendres du Coseguina et du Timboro. — Sur la langue de terre reliant les deux Amériques est le *Coseguina*, qui produisit en janvier 1835 une des plus terribles éruptions de cendres des temps modernes. La nuée de débris lancés dans l'espace s'étalait en un orbe large de quelques centaines de kilomètres. Jusqu'à huit lieues et plus du volcan, toute la campagne fut couverte d'une couche de cendres de 3 à 4 mètres d'épaisseur ; plus loin, la chute de débris s'affaiblissait par degrés et ne cessait que vers l'extrémité orientale de la Jamaïque. Les navires de la mer des Antilles péniblement s'avançaient à travers une nappe de pierres ponces flottant à la surface des eaux. Pendant une quarantaine d'heures, la région située sous la voûte de cendres planant dans l'atmosphère resta plongée dans de profondes ténèbres, entrecoupées par moments de rougeurs sinistres, dues aux éclairs électriques qui sillonnaient les colonnes de vapeurs du volcan.

Sumbava, l'une des îles de la Sonde, possède vingt volcans, dont l'un, le *Timboro*, est célèbre par son éruption de 1815. L'explosion fit crouler et dispersa en débris le tiers supérieur de la montagne, élevée alors de 4 500 mètres. Le mont décapité vomit des nuages de cendres, portés par le vent jusqu'à Bor-

néo, jusqu'en Australie, et si épais que, sur leur passage, ils faisaient, du plein jour la nuit, dans un rayon de 500 kilomètres. Sur la mer nageait une couche de pierres ponces d'un mètre d'épaisseur. Il faudrait trois fois la masse du Mont-Blanc pour représenter la quantité de matériaux poudreux lancés par le cratère. L'éruption et ses suites, famine, épidémies, coulèrent la vie à 50 000 personnes. Aujourd'hui un lac dort dans le terrible soubirail.

17. Trachyte. Ponce. — Le trachyte est une matière finement poreuse, âpre au toucher, de couleur blanchâtre dans certaines variétés, plus ou moins sombre dans d'autres. Son nom fait allusion à l'âpreté caractéristique qui résulte de sa structure poreuse. C'est la moins fusible des roches volcaniques. Aussi généralement le trachyte est-il sorti de terre dans un état pâteux et a formé des boursouflures, des cônes, des mamelons énormes au-dessus de la bouche de sortie, au lieu de s'épancher en longues coulées, comme le font les laves fluides. Certaines montagnes de l'Auvergne, que leur forme mamelonnée a fait comparer à des dômes, reconnaissent une semblable origine. Ce sont des protubérances de trachyte élevées par les éruptions pâteuses d'antiques volcans. Tel est en particulier le puy de Dôme ; tels sont aussi le mont Dore, le Cantal, le Mézenc. Les volcans de la Cordillère des Andes et des îles de la Sonde sont pareillement de nature trachytique. Dans les anciens âges, les éruptions de trachyte ont été fréquentes ; de nos jours elles sont devenues rares, et les volcans rejettent surtout de la lave ordinaire.

Au trachyte se rattache la *pierre ponce*, matière assez légère pour flotter sur l'eau. Sa coloration est claire, blanche, jaunâtre ou verdâtre. Certaines montagnes en sont presque en entier formées, notamment dans les îles Lipari. Nous venons de voirie Coseguina et le Timboro recouvrir la mer de leurs débris ponceux. Aisément friable et en outre à poussière dure, la ponce est employée dans les arts pour polir.

18. Basaltes. — On nomme *basalte* une lave compacte, de couleur noire ou grise, dont les puissantes coulées appartiennent surtout aux anciens volcans. Le caractère le plus frappant de cette roche, c'est sa division en colonnes ; prismatiques, régulièrement assemblées à côté les unes des autres. Chacun a pu observer ce qui se passe dans la vase laissée sur les rives par un fleuve débordé : après le retrait des eaux, la couche vaseuse se dessèche et, en perdant son humidité, diminue de volume. De là résultent des contractions qui, tiraillant la couche vaseuse, la fendillent en donnant lieu à des plaques irrégulières, assemblées comme les pièces de quelque capricieux parquet.

Quelque chose d'analogue s'est passé dans les amas d'antiques laves assez épais pour se refroidir avec lenteur. La partie supérieure, exposée au brusque refroidissement atmosphérique, s'est convertie en une couche de scories informes ; mais la partie inférieure, protégée par ce banc de scories, n'a perdu

sa chaleur qu'avec une lenteur extrême et a permis ainsi des groupements de quelque régularité. Par la contraction de sa masse refroidie, la lave s'est fendue dans toute son épaisseur en colonnes prismatiques, dont la forme est généralement hexagonale.

C'est toujours perpendiculairement aux surfaces refroidissantes que les fissures se sont produites ; aussi les colonnes basaltiques peuvent-elles présenter des directions différentes suivant l'état des lieux où s'est faite la coagulation. Étalées sur un terrain horizontal, les laves sont devenues des prismes verticaux ; sur une surface inclinée, elles ont produit des colonnes obliques ; engagées dans quelque gorge dont les parois servaient alors de surfaces refroidissantes, elles se sont divisées en prismes couchés l'un sur l'autre suivant l'horizontale.

Les basaltes donc tantôt se dressent en colonnades verticales, tantôt s'inclinent ainsi qu'un édifice à demi renversé, tantôt enfin s'amoncellent à la manière de troncs d'arbres empilés. Si la colonnade basaltique, au lieu d'être vue par les flancs, ne présente aux regards que sa face supérieure, débarrassée par les eaux de son banc de débris, l'aspect est celui d'un pavé à dalles hexagones. L'imagination populaire, frappée du grandiose spectacle des basaltes, y a vu l'ouvrage énorme d'un peuple de géants et a mis en usage les expressions *orgues de géants*, de *chaussées de géants*, pour désigner soit les prismes assemblés côte à côte ainsi que les tuyaux d'un orgue, soit l'espèce de dallage hexagone que forme la surface de coulée. Nous citerons en France, dans l'Ardèche, les colonnades de Chenavari, près de Rochemaure, et la chaussée sur les bords de la petite rivière du Volant, entre Vals et Entraigues.

19. Grotte de Fingal. — À l'étranger, ce que les basaltes ont de plus célèbre est la *grotte de Fingal*, dans l'île de Staffa, l'une des Hébrides, sur les côtes occidentales de l'Écosse. Une colonnade basaltique, d'une admirable régularité et d'une élévation de 15 mètres, sert de façade et de parois à une grotte dans laquelle la mer pénètre librement. L'entrée de ce monument naturel ne mesure pas moins de 11 mètres d'ouverture et donne accès à une sorte de spacieux temple de 46 mètres de profondeur.

Sur le littoral de l'île Sainte-Hélène se voit comme une muraille de prismes de basalte empilés horizontalement ; en quelques points, l'édifice basaltique se dresse en longues aiguilles. Pour comprendre cette structure, où l'art de l'homme semblerait intervenir, il faut se figurer la lave se solidifiant dans quelque crevasse verticale qui lui servait de moule. La masse s'est fendillée par le retrait perpendiculaire aux surfaces latérales refroidissantes, ainsi que nous venons de l'exposer. De là sont résultés des prismes horizontalement superposés. Plus tard, par l'action de eaux et des intempéries, le moule a été détruit en quelque sorte, c'est-à-dire que le sol dans lequel la lave était



Fig. 45. — Grotte de Fingal.

enclavée a été réduit en débris et graduellement emporté ; tandis que le basalte, plus résistant, s'est conservé tel qu'il était dans la crevasse primitive. Semblable fait se passe toutes les fois qu'une roche plus dure est enclavée en *filon* dans une roche plus tendre. Celle-ci, exposée à l'action de l'atmosphère, peu à peu se dégrade et se réduit en poudre, que les eaux enlèvent ; le filon de roche dure fait alors saillie sous forme d'une muraille plus ou moins élevée que l'on nomme *dike*, expression anglaise signifiant *digne*.

CHAPITRE 14

CARRIÈRES ET MINES

1. **Carrières.** — Les excavations pratiquées dans le sein de la terre pour en retirer la vulgaire pierre à bâtir, le marbre, la pierre à plâtre, l'ardoise, le granit et autres matériaux employés dans les travaux de construction, se nomment *carrières* et les ouvriers qui y travaillent prennent le nom de *carriers*. Ces dénominations paraissent venir de ce que les blocs plus ou moins volumineux

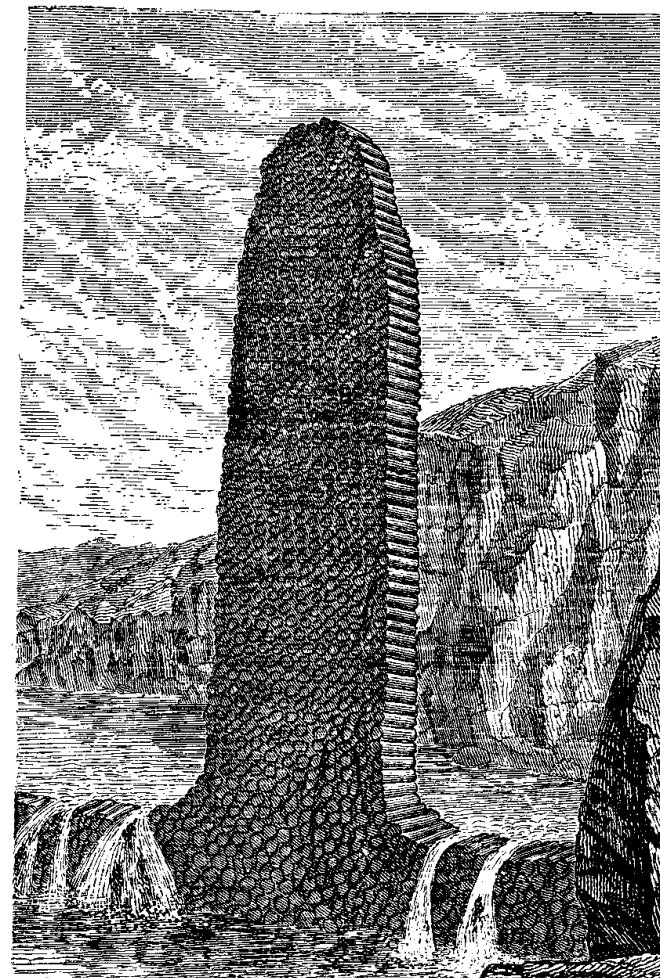


Fig. 46. — Prismes basaltiques de l'île Sainte-Hélène.

retirés de la masse générale prennent, par le travail de l'extraction, la forme *carrée*.

2. **Exploitation à ciel ouvert.** — Si la roche à exploiter n'est pas trop profondément située, on se contente de déblayer la surface, d'enlever la terre végétale et tous les débris pierreux, jusqu'à ce que l'on atteigne les assises de la roche compacte. Alors commence le travail qui se fait à *ciel ouvert* ;

c'est-à-dire que les carriers travaillent en plein air, au fond d'excavations larges et profondes, avec le ciel librement découvert au-dessus de leurs têtes. Fréquemment, des pentes convenables sont ménagées, pour permettre aux chariots de transport l'accès du fond de la carrière. C'est le mode d'exploitation le plus simple, le moins coûteux, et celui qui présente pour les travailleurs le plus de sécurité ; mais dans bien des cas il est inapplicable, parce que la roche est trop profondément située.

3. Exploitation par galeries. — Dans ce dernier cas, on creuse dans les flancs d'une colline une ample voie souterraine, une galerie horizontale qui donne accès dans l'épaisseur de la roche à exploiter. L'extraction de la pierre prolonge la galerie, qui va se ramifiant en diverses branches, montant ou descendant, pour suivre la bonne couche dans ses plis et sinuosités. Si la pierre exploitable forme diverses assises séparées par des roches sans valeur, on ouvre pour l'atteindre plusieurs galeries superposées, de manière que la carrière souterraine se compose d'une série d'étages.

S'il n'y a pas d'entaille convenable dans le sol, de vallée sur les flancs de laquelle puisse s'ouvrir une voie horizontale, on pratique d'abord un large puits vertical, qui descend dans l'épaisseur de la couche exploitable. Cette couche atteinte, on pratique alors des galeries horizontales dans toutes les directions jugées convenables, ou même plusieurs étages de ces galeries, si la roche à extraire forme diverses assises séparées l'une de l'autre.

L'ouvrier travaille alors sous terre, à une profondeur souvent considérable, n'ayant pour l'éclairer que la faible lueur de sa lampe. Il a pour plafond toute l'épaisseur du terrain qu'il a fallu traverser pour arriver à la couche d'exploitation, épaisseur de poids énorme qui menace les travailleurs d'effondrement si l'appui vient à lui manquer. Pour prévenir pareil désastre, de distance en distance, de robustes et grossiers piliers sont laissés dans la masse de la roche, assez voisins l'un de l'autre, assez puissants pour supporter le faix immense du plafond. Si ces piliers naturels ne suffisent pas, si la matière extraite est assez précieuse pour qu'il y ait avantage à l'enlever en entier, on en construit d'artificiels, soit avec de la maçonnerie, soit avec de solides pièces de bois.

Le puits sert à l'entrée et à la sortie des carriers. Une poutre, traversée d'une série de fortes chevilles, est l'ordinaire échelle. Pour remonter, de la carrière à la surface du sol, les blocs extraits, on se sert du treuil machine installée à l'embouchure du puits. C'est une grande roue, d'une dizaine de mètres de diamètre, dont la jante est garnie sur les côtés de chevilles transversales, sur lesquelles un ouvrier monte en faisant tourner la machine par son propre poids. Sur l'axe ou arbre portant cette roue, s'enroule un câble qui descend au fond du puits, et remonte lentement le bloc appendu.

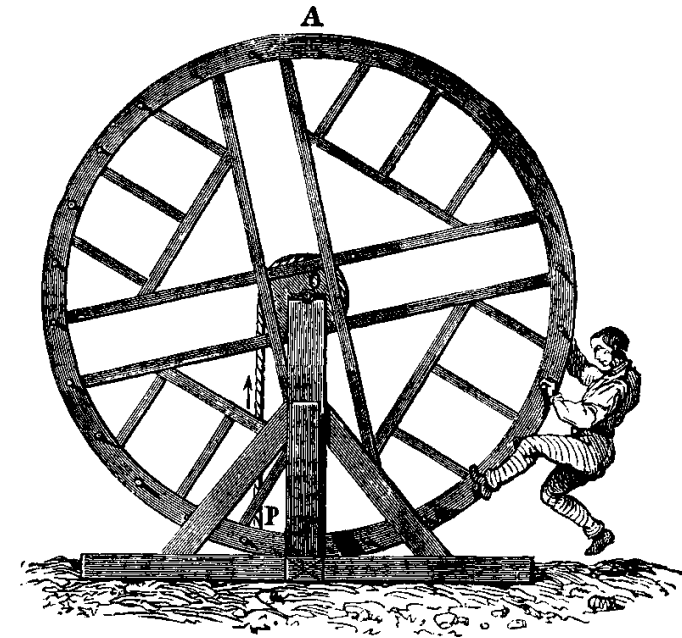


Fig. 47. — Treuil des carriers.

4. Carrières de pierres calcaires. — Ces Carrières nous fournissent la principale de nos pierres à bâtir, la pierre de taille, qui sort du chantier d'exploitation en blocs grossièrement rectangulaires, et que le ciseau du tailleur de pierre reprend pour lui donner une configuration régulière. Voici comment l'on extrait ces blocs. Avec une sorte de pic, à sommet large et tranchant, le carrier commence par entailler profondément la roche tout autour du bloc qu'il se propose d'obtenir. Le calcaire est habituellement assez tendre pour se prêter, sans grande difficulté, à ce genre de travail. L'entaille faite jusqu'à l'épaisseur que la pierre de taille doit présenter, il reste à séparer le bloc de la masse située au-dessous. Ici intervient une propriété du calcaire que ne présenteraient pas le granit et autres roches ignées, toujours d'extraction difficile. Le calcaire, avons-nous dit, est une roche de sédiment ; il a été formé sous les eaux par lits, couches ou strates, et par conséquent il doit présenter dans le sens de ces couches une facilité de séparation que ne sauraient avoir les roches d'origine ignée, dont la matière, primitivement fondue ou du moins pâteuse, est partout de même structure. Ainsi le calcaire, transversale-

ment à ses strates, exige d'être entaillé avec le pic pour se séparer de la masse commune ; mais, parallèlement à ses strates, il doit céder sans travail aussi pénible.

On introduit donc des coins en fer entre le bloc entaillé et la masse à laquelle il adhère encore ; il suffit alors de quelques vigoureux coups de marteau sur ces coins pour détacher la pierre de taille. Ou bien encore on a recours à l'ingénieux artifice suivant. Divers corps se gonflent par l'imbibition de l'eau dans leur substance poreuse. Tel est le bois. Ainsi une cuve en bois, un tonneau, exposés vides à l'action de l'air sec, ont bientôt leurs douves disjointes et ne peuvent plus garder les liquides qu'on veut y tenir. Que fait-on alors ? On les plonge quelque temps dans l'eau ; les douves s'imbibent d'humidité, se gonflent, se rajustent l'une à l'autre, et toutes les fentes se trouvent ainsi bouchées. Le carrier met à profit pareille propriété. Pour détacher son bloc de pierre, il pratiquée la base quelques entailles, où il introduit à coups de marteau des coins en bois tendre et bien sec. Il mouille alors ces coins. L'eau pénètre peu à peu dans la masse poreuse du bois ; celui-ci se gonfle, et par les efforts de sa poussée finit par détacher le bloc.

La pierre de taille est extraite ; c'est au tour des maçons de la façonner comme ils le désirent. Si le bloc est assez volumineux pour fournir plusieurs pièces distinctes, on le divise avec une scie à larges et fortes dents, capable d'entailler la pierre comme une scie ordinaire découpe le bois. Une fois taillée, la pierre doit être mise en place. Comment la disposerons-nous ? comment la ferons-nous reposer dans l'ensemble de la construction ? Sera-ce tout de long, dans le sens qu'elle avait dans la carrière même, ou bien en travers de cette direction ?

Remarquons que, lorsqu'elle gisait dans son lieu d'origine, la pierre supportait le poids énorme de tout le terrain superposé. Par l'effet de cette pression, continuée pendant une longue série de siècles impossible à déterminer, la pierre a acquis un degré de résistance supérieur à celui qu'elle doit avoir dans le sens de son lit. Pour mieux résister à l'écrasement, pour mieux supporter le faix de la construction qui la surmontera, la pierre doit donc être placée dans les assises de la maçonnerie comme elle l'était dans les assises de la carrière.

5. Carrières de marbre. — Les marbres, qui sont des variétés de calcaire à structure cristalline, s'exploitent comme les pierres de taille. Des rainures assez profondes sont pratiquées avec le pic autour du bloc à détacher ; puis des coins en bois sont introduits à la base de ce bloc et mouillés. En peu de temps, le bloc de marbre se sépare du reste du banc. S'il doit servir à l'ameublement, il s'agit maintenant de le débiter en plaques régulières ; c'est l'affaire des scieries.

Figurons-nous une forte scie de tailleur de pierre, mais sans dents, manœuvrée par deux hommes ou par une machine. Voilà l'outil. Sous la lame d'acier, qui va et vient sans cesse, on répand du sable bien dur, et de temps en temps de l'eau. Par le frottement continu de ces grains de sable, que déplace, que presse la scie, le bloc de marbre peu à peu s'entaille et se découpe en plaques plus ou moins épaisses, suivant l'usage auquel on les destine.

Le marbrier reprend ces plaques. Il les frotte d'abord avec de gros morceaux de grès humectés d'eau, puis avec de la poterie demi-cuite, de la pierre ponce, des chiffons poudrés d'une poussière très dure nommée émeri, enfin avec du rouge d'Angleterre, qui donne le poli final. Cette matière est une poussière rouge provenant de la rouille de fer.

On distingue cinq catégories de marbres : 1° Les *marbres simples*, unicolores et d'autant plus estimés que leur coloration est plus vive. Il y en a de blancs, de noirs, de rouges, de jaunes. Les *marbres blancs* pour la statuaire viennent principalement de Carrare, en Italie, sur la côte de Gênes. Dinan et Namur, dans la Belgique, nous fournissent les *marbres noirs*. La *griotte d'Italie* est rouge ; on l'exploite près de Narbonne dans le Languedoc. Les *marbres jaunes* sont représentés par le *jaune antique* et le *jaune de Sienne*.

2° Les *marbres simples et veinés*, qui sont en nombre infini. Signalons le *sainte-anne*, à fond noirâtre veiné de blanc ; le *portor*, à fond noir et veines jaunes ; le *languedoc*, à fond rouge et grandes veines ; le *bleu antique*, veiné d'un bleu ardoisé sur un fond blanc rosé ; le *bleu turquin*, dont le fond est bleu, et les veines d'un bleu plus intense.

3° Les *marbres brèches*, dans lesquels les veines coupent la masse de manière qu'elle semble formée de fragments cimentés entre eux. Tels sont le *grand deuil* et le *petit deuil*, à éclats blancs sur un fond noir ; la *brèche d'Aix*, à grands fragments jaunes et fragments violets réunis par des veines noires.

4° Les *marbres composés*, qui renferment dans leur masse des matières étrangères provenant de roches ignées, telles que le mica. À cette catégorie appartiennent les marbres les plus beaux, les plus somptueux pour la décoration des édifices. Citons le *vert antique*, blanc ou verdâtre, avec mélange d'une roche étrangère de couleur verte ; les *marbres campans* des Pyrénées, qui renferment des feuillettes ondulées de diverses couleurs dans une pâte calcaire de teinte variable.

5° Les *marbres lumachelles*, ainsi nommés du mol italien *lumacha*, signifiant *coquille*, ou *limaçon*. Cette dénomination leur vient de ce qu'ils renferment des coquillages fossiles qui ressortent en une teinte différente sur la masse du marbre poli. Le *drap mortuaire*, sur un fond noir, présente des coquillages blancs, de forme conique. Le *petit granit*, qui couvre la plupart de nos meubles, est pétri d'encrinites cimentés par une pâte noire.

Ce terme d'*encrinites* exige une explication. Disons que les encrinites étaient des animaux marins ayant quelque analogie avec nos étoiles de mer. Leur charpente consistait en une multitude d'osselets, au nombre de 26 000 environ dans l'espèce dite *encrine lis*. Revêtus d'une couche animale gélatineuse et empilés l'un sur l'autre, ces osselets étaient disposés d'abord en une flexible colonnette, fixée par sa base élargie à quelque roche sous-marine ; puis se groupaient au sommet en un certain nombre de ramifications ou bras, tantôt rassemblés à la manière des pétales d'un lis en bouton, tantôt épanouis en rosace. Aujourd'hui ces pièces osseuses, communément appelées *entroques*, se trouvent le plus souvent séparées les unes des autres par suite de la destruction de leur édifice primitif ; elles présentent alors sur chaque face l'élégant dessin d'une sorte de fleur à pétales étalés. Certaines roches, certains marbres, en sont littéralement pétris. Aujourd'hui les mers n'ont que de très rares représentants de ces singuliers animaux, qui abondaient dans les anciens âges de la terre.



Fig. 48. — Encrine lis.

6. Carrières de plâtre. — Nous avons déjà vu comment le gypse, ou pierre à plâtre, d'abord calciné à une température médiocre, puis réduit en poudre au moulin, devient le plâtre usuel, qui, gâché avec de l'eau, se change promptement en une masse dure. Bien moins abondante que la pierre à chaux, la pierre à plâtre se trouve notamment dans les départements de la Seine, de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône. Ce sont des amas gypseux qui forment les collines de Montmartre et dominant Paris sur la rive gauche.

L'exploitation des carrières de plâtre ne présente rien de particulier. Que l'extraction se fasse à ciel ouvert ou à l'aide de galeries, la roche est attaquée avec le pic et détachée par fragments informes, que l'on subdivise pour les

soumettre après à la chaleur du four. Nous avons dit que les fours à plâtre consistent en petites voûtes basses, construites avec de gros morceaux de gypse sur lesquels on dépose une couche de morceaux moins volumineux. Des broussailles, des fagots brûlés sous ces voûtes, suffisent pour la cuisson de la pierre.

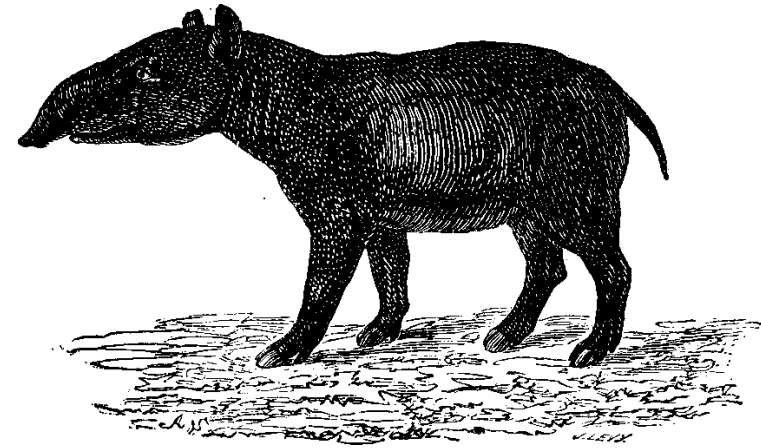


Fig. 49. — Palæotherium.

Les carrières à plâtre des environs de Paris sont, célèbres par leurs ossements fossiles, appartenant à des genres de mammifères qui n'existent plus aujourd'hui. Les plus remarquables de ces animaux sont les *Palæotherium*, dont le nom signifie *antique animal*. Ils tenaient à la fois du rhinocéros par la forme des dents, du cheval par la conformation générale, des tapirs par le nez prolongé en une courte trompe. On en connaît une douzaine d'espèces, dont quelques-unes atteignaient la taille du cheval et dont les autres variaient des dimensions du mouton à celles de l'agneau. Tous étaient herbivores et fréquentaient les bords des lacs et des rivières, comme le font les tapirs des îles de la Sonde et de l'Amérique du Sud.

Un autre mammifère fossile des carrières à plâtre de Paris est l'*Anoplotherium*, dont le nom signifie *animal sans armes*. En effet, dépourvus d'armes défensives, ces habitants des antiques lacs qui ont précédé le sol de Paris ne pouvaient échapper que par la fuite ou la nage aux carnivores leurs contemporains. La plus grande espèce avait presque la taille de l'âne et se faisait remarquer par sa grosse et vigoureuse queue, de la longueur du corps. Il est probable que, pour nager, l'animal en faisait usage comme d'un propulseur et

d'un gouvernail. Une autre espèce avait les allures légères, les formes sveltes et gracieuses de la gazelle ; une troisième ne dépassait guère notre lièvre en grosseur. Toutes avaient le pied fourchu et terminé par deux grands doigts, à la manière de nos bœufs, moutons et chèvres.

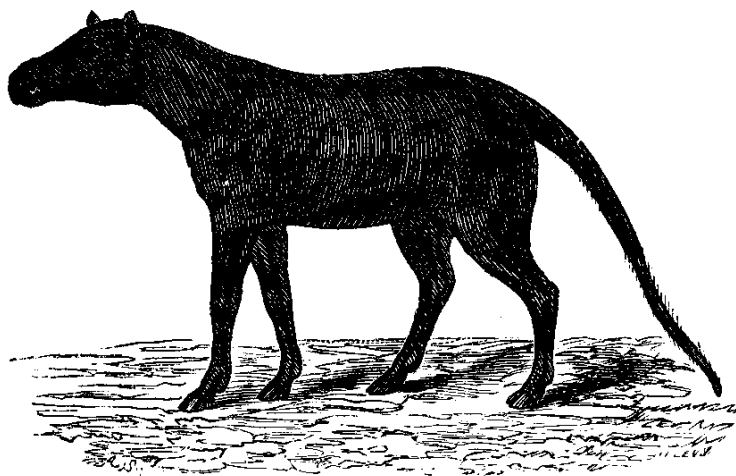


Fig. 50. — Anoplotherium.

7. Carrières d'ardoises. — L'ardoise est une pierre argileuse durcie, inaltérable par l'air et par l'eau, qui se divise aisément en feuillets et appartient à la catégorie de roches connues sous le nom de *schistes argileux*. Le mot *schiste* a pour origine un mot grec signifiant *fendre*, et fait par conséquent allusion à la propriété que possède la pierre de se diviser, de se fendre par feuillets. La couleur de l'ardoise est d'un gris bleuâtre. Les principales ardoisières de France sont celles de la Manche, des Ardennes et des environs d'Angers. Cette dernière forme une couche qui s'étend sur une longueur de 8 kilomètres et s'exploite, à ciel ouvert, jusque la profondeur de 150 mètres.

Extraite de la carrière en blocs plus ou moins considérables, l'ardoise est ensuite divisée en lames minces à l'aide du maillet et d'un long ciseau. La forme et les dimensions voulues s'obtiennent après avec la hache, qui tronque et régularise les lames sur un billot. La division en feuillets ne peut se faire que lorsque la roche est récemment extraite ; trop longtemps exposé à l'action desséchante de l'air, le bloc ne se fend plus comme il convient. C'est donc dans la carrière même que se fait ce travail.

Le principal usage des ardoises est pour les toitures. Assez légers et résistant très bien d'ailleurs aux influences de l'atmosphère, à la pluie, à la neige, au soleil, les feuillets d'ardoise sont, pour nos habitations, la meilleure des couvertures. Des tablettes d'ardoise trouvent aussi emploi dans les écoles. Avec un crayon de schiste tendre, les enfants y écrivent, y calculent y dessinent. Il suffit d'une petite éponge humide pour effacer les caractères et rendre les tablettes aptes à recevoir un nouveau travail.

Les ardoises appartiennent aux terrains de sédiment les plus anciens. Les animaux les mieux organisés, les rois de la création de ces lointaines époques, sont des crustacés marins nommés *Trilobites*. La roche en est parfois pétrie, et les ardoisières d'Angers, notamment, en possèdent de beaux exemplaires.

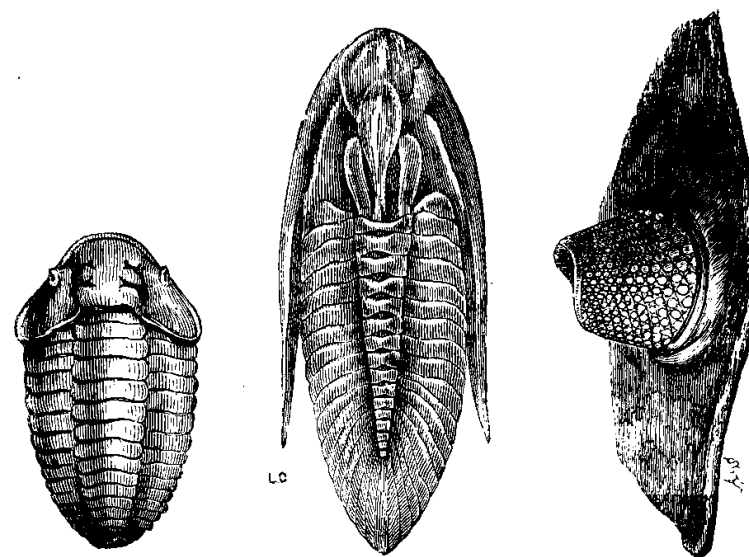


Fig. 51. — Trilobite. — Fig. 52. — Trilobite. — Fig. 53. — Œil à facettes de Trilobite.

Ces animaux, dont aucune espèce ne vit aujourd'hui et même ne se retrouve à l'état fossile dans aucun des terrains postérieurs, sont formés en avant d'une sorte de grand bouclier demi-circulaire, dont les côtés portent de gros yeux à facettes, où se comptent ajustés l'un contre l'autre près de 400 yeux élémentaires. Au bouclier des Trilobites fait suite l'abdomen, composé de segments imbriqués, comme le sont ceux de la queue de l'écrevisse, mais divisé par deux sillons longitudinaux en trois parties ou lobes, qui ont valu à l'animal

le nom de Trilobite. Une courte queue triangulaire termine le tout. La face inférieure n'a d'autres membres qu'une série de molles lamelles servant à la fois, sans doute, d'organes respiratoires et d'organes locomoteurs, ainsi que cela se voit encore dans certains crustacés de nos jours. Enfin quelques Trilobites avaient, comme moyen de défense, la faculté de s'enrouler en boule, ainsi que le font nos cloportes, qui sont eux aussi des crustacés, vivant sur la terre au lieu de vivre dans les eaux.

8. Mines. — Les excavations pratiquées dans le sol pour l'extraction du charbon de terre, du sel gemme et des métaux se nomment mines. Avec les roches ignées sont remontés, du sein de la terre, les minerais métalliques qui accompagnent les granits, les porphyres, les diorites et autres roches éruptives, sur les grandes lignes de dislocation de l'écorce terrestre. On les trouve en *filons* qui, injectés de bas en haut, se ramifient, s'amointrissent et se terminent en pointe, ainsi que le ferait, à mesure qu'elle s'éloignerait de son point de départ, toute matière fluide violemment chassée dans les fissures du terrain. À ces veines métallifères s'adjoignent des amas considérables enclavés dans quelque large enceinte ou remplissant de vastes crevasses.

On voit donc que rarement un minerai métallifère peut s'exploiter à ciel ouvert. Il faut creuser des galeries, et plusieurs étages de galeries, pour atteindre dans sa profondeur le filon métallique et le suivre dans ses sinuosités ; De distance en distance sont des voies verticales, des *puits*, qui s'ouvrent à la surface du sol et servent à la sortie du minerai, au va-et-vient des mineurs, ainsi qu'au renouvellement de l'air. Enfin des *puisards*, ou galeries d'écoulement, servent à se débarrasser des eaux qui fréquemment se rencontrent dans le sein de la terre. Si une pente convenable ne peut les conduire au dehors, de puissantes pompes sont en jeu pour les extraire.

CHAPITRE 15

MINES DE HOUILLE

1. Origine végétale de la houille. — La houille, appelée aussi charbon de terre, parce qu'on la retire, à de grandes profondeurs, des entrailles mêmes du sol, provient de végétaux tout comme le charbon ordinaire. Pour nous faire une idée de cette curieuse origine, supposons de grandes forêts bien touffues, où l'homme ne pénètre jamais pour y porter la destruction. Les arbres qui tombent de vétusté pourrissent au pied des autres et forment une mince couche de matières à demi consumées par le temps. Les générations végétales

se succèdent, et après des siècles et des siècles la couche de débris a acquis une épaisseur d'un mètre et plus.

Figurons-nous maintenant que les dislocations du sol soulèvent les plaines en montagnes et affaissent les montagnes en plaines basses ; imaginons que la mer se déplace à la suite de ces changements de niveau, et abandonne en totalité ou en partie son ancien lit pour en prendre un nouveau ; admettons que cette nouvelle mer couvre les débris des forêts de sa vase, de ses sables, à la longue durcis et convertis en épaisses couches de roc ; supposons enfin que, par de nouvelles commotions du sol, la mer laisse à sec son lit actuel, qui devient continent, et nous aurons tout ce qu'il faut pour comprendre la présence du charbon dans l'intérieur de la terre.

Or, une science appelée *Géologie* nous apprend que toutes ces choses se sont passées à des époques très anciennes, bien antérieures à l'existence de l'homme. Elle nous dit, en particulier, qu'il fut un temps où quelques langues de terre et des groupes d'îlots séparés par de vastes bras de mer occupaient l'emplacement destiné à devenir un jour, par le retrait des eaux, notre beau pays de France. Une puissante végétation, comme on n'en trouverait aujourd'hui de semblable que dans les régions les plus chaudes du monde, couvrirait ces archipels de sombres forêts, que n'a jamais égayées le gazouillement des oiseaux, où n'a jamais résonné le pas des quadrupèdes. La terre ferme n'avait pas encore d'habitants ; seule, la mer nourrissait dans ses flots une population d'êtres bizarres, moitié poissons, moitié reptiles, dont les flancs, en guise d'écailles, étaient cuirassés de plaques d'émail.

Aux lieux mêmes occupés maintenant par des forêts de chênes et de hêtres venaient des arbres étranges, balançant à l'extrémité d'une tige élancée et sans ramifications un gracieux bouquet de feuilles énormes. Les débris de cette végétation primitive, accumulés pendant une série de siècles dont il serait impossible dévaluer le nombre, puis ensevelis dans les entrailles de la terre par les révolutions qui ont façonné les continents, sont devenus les couches de houille exploitées aujourd'hui par le pic du mineur.

En général, la houille est une masse informe qui ne laisse pas soupçonner son origine végétale ; mais il n'est pas rare d'y trouver des tiges plus ou moins entières et parfaitement reconnaissantes, malgré leur conversion en charbon. Certains lits de houille sont formés d'un entassement de feuilles carbonisées, serrées l'une contre l'autre en bloc compact et conservant encore tous les détails de leur délicate structure. Ces restes d'une végétation si différente de la nôtre, merveilleuses archives qui nous racontent l'histoire des anciens âges de la terre, sont tellement conservés, qu'on peut, avec leur secours, tracer l'histoire des végétaux de ces lointaines époques avec la même certitude qu'on écrirait l'histoire des végétaux vivants.

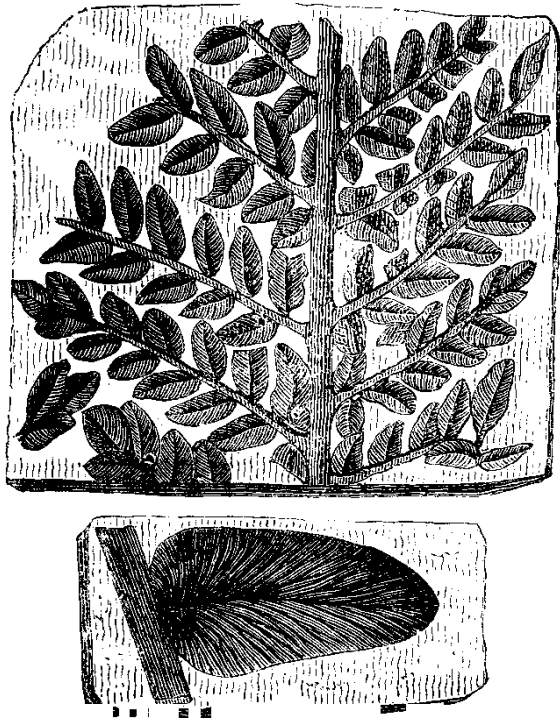


Fig. 54. — Fragment de Fougère de la houille.

2. Fougères arborescentes. — Des études faites sur ce curieux sujet, il résulte qu'en aucune partie du monde actuel ne se trouvent des végétaux exactement pareils à ceux qui peuplèrent autrefois la terre, et sont maintenant ensevelis dans les assises des houillères. Parmi les végétaux qui ont contribué le plus à la formation de la houille sont d'énormes fougères, dont la tige élancée se termine par un bouquet de très grandes feuilles découpées avec une rare élégance. On les nomme *Fougères arborescentes* à cause de leur taille comparable à celle des arbres. Les fougères actuelles de nos pays sont d'humbles plantes qui, pour la plupart, trouvent à végéter dans les fissures humides des rochers et des vieux murs. Nulle part en Europe les fougères arborescentes n'existent plus ; les régions équatoriales, principalement les îles des mers les plus chaudes, en ont seules quelques espèces, qui ne sont pourtant pas celles de l'époque de la houille. Rien donc aujourd'hui, si ce n'est quelques parties privilégiées de la zone torride, ne peut donner une idée de la

puissante végétation de ces lointaines époques, végétation qui, ensevelie par les révolutions de la terre, consumée par les siècles et convertie en charbon bitumeux, gît maintenant sous les couches de roc et forme des magasins souterrains de combustible, source capitale de prospérité pour l'industrie et de richesse pour les nations.

La houille effectivement est en quelque sorte l'âme de l'industrie moderne. C'est elle qui fait mouvoir la locomotive des chemins de fer traînant sa lourde file de wagons ; c'est elle qui alimente les foyers à haute cheminée de nos usines ; c'est elle qui permet aux navires à vapeur de braver les vents et la tempête ; c'est avec elle que nous travaillons les métaux, que nous fabriquons nos instruments, nos étoffes, nos poteries, notre verre et une foule innombrable d'objets des plus nécessaires. Ainsi l'antique végétation du globe a amassé en dépôt, dans les entrailles du sol, ces précieuses assises de charbon, qui repaissent aujourd'hui à la lumière pour donner le mouvement à nos machines, et devenir un des éléments les plus actifs de la civilisation.

3. Sigillaires. — Parmi les végétaux qui ont concouru à la formation de la houille, citons maintenant les *Sigillaires*, dont on ne trouve plus actuellement d'exemple vivant sur la terre. Leurs restes, abondamment dispersés dans les grès et les schistes houillers, consistent en troncs non ramifiés, tout d'une venue comme des fûts de colonne, d'une longueur qui mesure jusqu'à 20 mètres sur une largeur moyenne variant de 3 à 10 décimètres. D'un bout à l'autre ces troncs sont pourvus de cannelures rectilignes et parallèles, sur lesquelles sont régulièrement rangées, sous forme de larges empreintes, les cicatrices laissées par la chute ou la destruction des feuilles. Quelques-uns sont dans une position verticale, dans la situation même où la plante a vécu ; leur forme est alors ronde.

Plus fréquemment, ils sont couchés suivant l'horizontale, et alors ils se trouvent aplatis par la pression des couches supérieures. Les tiges verticales montrent une couche extérieure, peu épaisse, convertie en charbon : et, à l'intérieur, une large cavité remplie de sable et d'argile.

Ces faits établissent que les *Sigillaires* n'étaient ligneuses qu'au dehors, et avaient le centre formé d'une pulpe sans consistance, qui, bientôt détruite par la décomposition sous l'eau, a laissé un espace vide, plus tard comblé par les sédiments limoneux. Un tronc ainsi composé, en majeure partie, de pulpe

charnue, ne pouvait porter le poids d'un branchage ; il se terminait donc brusquement comme le font aujourd'hui certaines plantes grasses nommées *Cierges* ou *Cactus*. Des feuilles, petites relativement au végétal, et probablement de nature charnue, car elles ont en entier disparu, couvraient dans toute son étendue la tige des *Sigillaires*, comme le témoignent les cicatrices laissées.

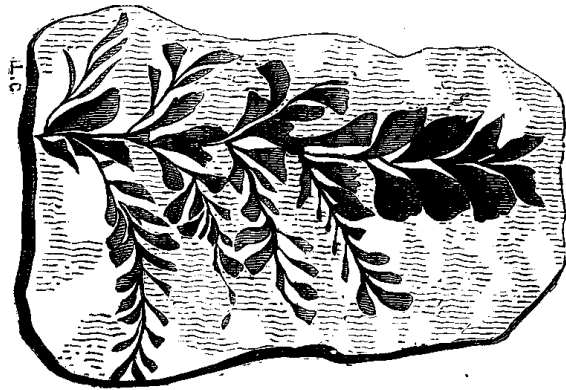


Fig. 55. — Fragment de Fougère de la houille.

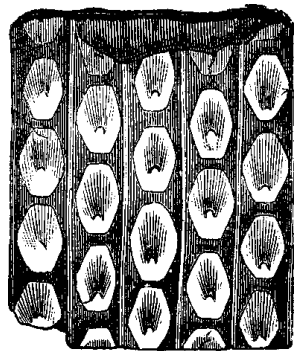


Fig. 56. — Fragment de Sigillaire.

4. **Lepidodendron. Annulaire.** — La houille nous offre encore le *Lepidodendron*, de la famille des Lycopodiacées, végétaux voisins des mousses. Mais quelle différence avec les humbles mousses d'aujourd'hui ! Le *Lepidodendron* avait une tige mesurant jusqu'à 15 et 20 mètres de hauteur. On le retrouve recouvert de rangées spirales de cicatrices en losange, cicatrices laissées par la chute des feuilles. Dans le haut des ramifications, les feuilles sont souvent encore en place. Enfin la fructification a quelque ressemblance avec un cône.

On désigne sous le nom d'*Annulaires* des végétaux houillères de faibles dimensions, remarquables par l'élégance de leur feuillage, distribué le long de la tige en groupes annulaires ou verticilles très réguliers. Leurs empreintes

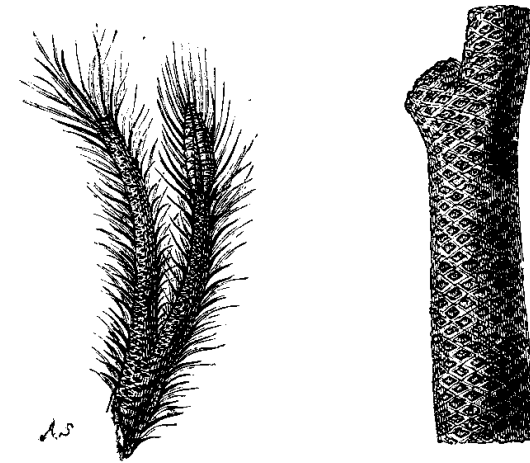


Fig. 57. — Fragment de Lepidodendron.

sont des plus fréquentes dans les schistes de certaines houillères. Pour étaler ce délicat feuillage, il fallait le soutien de l'eau ; les plantes étaient donc aquatiques. Autant faut-il en dire des *Sphénophylles*, également à feuilles verticillées, mais en forme de coin avec l'extrémité dentelée.

5. **Formation de la houille.** — Comme le prouve l'abondance de ses plantes fossiles, à l'état d'empreintes sur les schistes ou à l'état de restes charbonneux, la houille a incontestablement pour origine l'accumulation de débris végétaux. Mais comment s'est produite cette accumulation ?

D'après leurs coquilles fossiles, on reconnaît que les bassins houillers du nord de la France et des pays voisins dépendaient d'une mer où se rendaient des cours d'eau, avec larges estuaires et deltas souvent inondés. Les basses terres, au voisinage de ces embouchures fluviales, étaient couvertes d'une luxuriante végétation, et devaient présenter quelque ressemblance avec ce que nous montrent aujourd'hui les impénétrables fouillis de verdure des deltas du Gange et du Mississippi.

Pendant les crues, les eaux charriaient, arrachés aux forêts voisines, des débris de tout volume : tiges, feuilles, souches, végétaux entiers, qui, enlacés en radeaux, venaient s'échouer à l'embouchure et s'ajouter aux débris continuellement fournis par la végétation même des basses terres. Ainsi, sans doute, se sont accumulés dans les lagunes marines, à l'embouchure de leurs affluents, les matériaux ligneux de la houille.

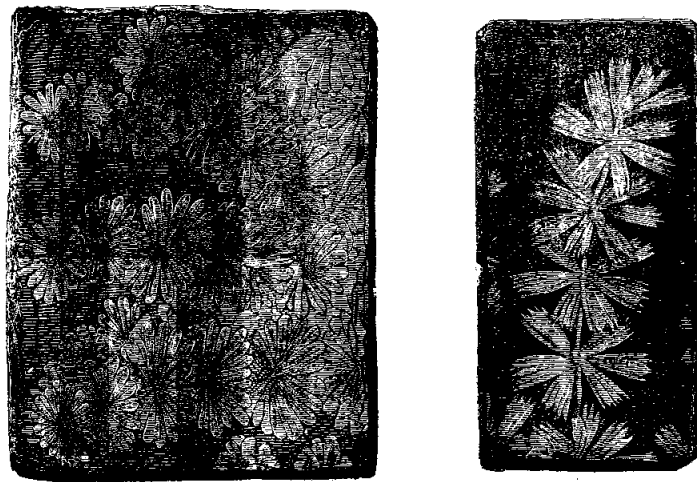


Fig. 58. — Fig. 59. Sphénophylle.

Pour le centre de la France, alors terre émergée, les conditions étaient un peu différentes. Des lacs considérables, des étangs, des marécages, s'y trouvaient çà et là répandus. Ces bas-fonds étaient autant de réceptacles où s'entassaient les unes sur les autres les générations mortes des plantes aquatiques, et tous les débris que balayaient sur les terres voisines les pluies d'orage et les cours d'eau.

Les estuaires et les deltas, sur le rivage des mers et des lacs, ont ainsi reçu les matières végétales, qui, ensevelies par lits sous des couches de sédiments minéraux, sont devenues finalement la houille par une transformation dont la cause est encore fort obscure. L'expérience que voici peut néanmoins fournir quelques renseignements.

Si dans un canon de fusil, exactement clos, pour qu'aucun produit gazeux ne s'échappe, on chauffe au rouge de la sciure de bois, celle-ci entre en fusion, et le résultat du traitement est une matière noire, d'aspect bitumineux, combustible avec flamme, offrant enfin une grande ressemblance avec la houille. La chaleur serait-elle réellement intervenue dans l'élaboration finale du charbon de terre ? Ou plutôt ces effets rapides de la chaleur n'auraient-ils pas été obtenus par la seule décomposition des matières végétales, continuée, pendant un temps indéfini, sous la pression énorme des assises du sol ?

6. Bassins houillers. — D'après son origine, il est visible que la houille ne peut se trouver en tous les points du globe indifféremment ; le mineur n'a

chance de la rencontrer que là où, dans les anciens âges, le sol était hors des eaux de la mer et nourrissait la puissante végétation dont les débris accumulés sont devenus charbon. Les plus vieilles terres, celles que les océans ont laissées les premières à sec, généralement en possèdent ; mais les autres, émergées des eaux à des époques plus récentes, lorsque depuis longtemps les sigillaires et les fougères en arbre n'existaient plus, n'en possèdent pas.

On trouve de la houille dans la partie centrale de l'Europe, en Angleterre, en France, en Belgique. Il y en a peu en Espagne, en Portugal, en Italie ; il n'y en a pas en Russie et en Norvège. Hors de l'Europe, les principales régions approvisionnées de houille sont les États-Unis de l'Amérique du Nord, le Japon, la Chine, la Sibérie, l'Australie. Le pays le mieux partagé est l'Angleterre, qui doit à l'abondance et à l'excellente qualité de ces houilles l'énorme développement de son industrie. Au second rang, en Europe, vient la Belgique, et au troisième la France.

Les amas de houille sont séparés les uns des autres, quelquefois distants, quelquefois rapprochés par groupes. Ils correspondent apparemment soit à des lacs, des marais où s'amassait et pourrissait la végétation, soit à des embouchures où les cours d'eau de l'époque amoncelaient les débris charriés. On les nomme *bassins houillers*. Le nombre de bassins houillers connus aujourd'hui en France dépasse la soixantaine.

7. Distribution des bassins houillers. — Pour nous rendre compte de la répartition des houillères à la surface de la France, écoutons ce que la géologie nous enseigne sur la configuration de notre pays à l'époque des végétaux de la houille. Ce que devait être un jour l'Europe n'était alors représenté que par quelques archipels perdus dans la plaine des mers. Pendant qu'au sein des boues océaniques gisaient les emplacements futurs de Londres et de Paris, pendant que les assises du sol européen s'amassaient au fond des océans, quelques îles, noyaux premiers-nés de la France, dominaient déjà les flots. Ces terres antiques, témoins des convulsions qui ont formé l'Europe actuelle et mères vénérables de la France, ces terres plus vieilles que le Jura, que les Pyrénées, que les Alpes, ce sont la Bretagne, le massif des Ardennes, le massif du Var et le plateau de l'Auvergne. Ces îles, ces langues de terre, sont aujourd'hui réunies par les terrains que les eaux ont laissés en se retirant. Quand vivaient ici les sigillaires et les fougères arborescentes, la mer battait de ses flots leurs falaises escarpées.

La plus grande de ces îles est devenue le plateau central de la France, comprenant l'Auvergne, le Velay, le Forez et le Limousin d'aujourd'hui. Deux golfes pénétraient dans son intérieur. L'un, s'ouvrant au nord, est devenu la fertile plaine de la Limagne ; l'autre, plus large et s'ouvrant au midi, a formé la région stérile des Causses. Deux promontoires la prolongeaient : l'un au

nord, constituant aujourd'hui une partie de la Bourgogne, l'autre au sud, correspondant à la montagne Noire.

C'est sur ce renflement primordial que prospéraient surtout, nombreuses et touffues, les antiques forêts de la houille. Suivons les contours du plateau et nous trouverons presque partout des amas de charbon, provenant des végétaux que les cours d'eau de l'époque charriaient pendant leurs crues et entassaient à leurs embouchures dans la mer voisine.

Au nord ce sont les houillères de Saône-et-Loire, dont la plus importante est celle du Creuzot ; les houillères de la Nièvre, exploitées à Decize ; les houillères de l'Allier, exploitées à Noyant et à Fins. À l'ouest sont les dépôts houillers de Roanne, Montbrison, Saint-Étienne, Rive-de-Gier, dans les départements de la Loire et du Rhône. Plus bas se trouvent ceux de l'Ardèche ; ceux d'Alais [Alès], dans le Gard. Au sud s'étendent les houillères de l'Hérault et de l'Aude ; à l'ouest, celles du Tarn, de l'Aveyron, du Lot, de la Dordogne. Enfin, sur le plateau lui-même, d'antiques lacs comblés de houille forment les bassins du Puy-de-Dôme et du Cantal.

Les autres terres alors à découvert ont pareillement leurs amas de charbon. Du massif des Ardennes dépend le bassin houiller du Nord, dont l'exploitation principale est à Valenciennes. Ce bassin se rattache aux riches dépôts de la Belgique. Les terres primitives de la Bretagne ont donné les houillères du Finistère, de la Manche, de la Vendée. Enfin le petit massif méridional a fourni les houillères du Var.

8. Couches de houille. — La houille forme dans le sein de la terre, entre des lits de roche plus ou moins dure, des couches d'épaisseur très variable. Telle de ces couches mesure quelques centimètres, telle autre de 1 à 2 mètres ; quelques-unes mais fort rarement atteignent 6 et 7 mètres. Presque jamais elles ne sont planes : elles se courbent au contraire, elles s'infléchissent en suivant les sinuosités du terrain. La forme habituelle est concave, de manière que les bords de l'amas peuvent arriver à la surface du sol, tandis que le centre descend à de grandes profondeurs. Souvent aussi elles sont brusquement repliées sur elles-mêmes et figurent les zigzags les plus capricieux. Enfin elles sont presque toujours superposées l'une à l'autre en nombre tantôt plus, tantôt moins considérable, et séparées par des lits de roche sans trace de charbon. On cite des mines où l'on compte une centaine de couches ainsi étagées.

9. Exploitation. — Les mineurs exploitent ces couches à l'aide de galeries souterraines qu'ils creusent en faisant sauter le roc avec le pic et le pétard. Rien n'arrête leurs fouilles : le lit de charbon est suivi dans tous ses détours et percé de ténébreux couloirs où se trouve à peine la place nécessaire pour le maniement des outils. Si la couche plonge dans les entrailles de la terre,

le mineur l'y poursuit en creusant des puits effrayants d'obscurité et de profondeur ; si elle s'avance sous le lit de la mer, le mineur l'y poursuit encore sans se préoccuper de l'océan qui gronde au-dessus de sa tête. C'est ce qui a lieu en quelques points de l'Angleterre, où l'exploitation de la houille s'effectue au-dessous du fond de la mer, à une distance d'un millier de mètres du rivage. Dans certaines galeries, on n'est séparé de la mer que par 5 mètres d'épaisseur de roche ; et le mineur entend le tonnerre des flots et des galets roulés.

Le gîte houiller finit ainsi par être percé en tous sens par d'étroites galeries qui montent et descendent, se croisent, se superposent suivant les capricieuses dispositions de la nappe de charbon. Quelques-unes de ces galeries, voies principales de l'exploitation, débouchent au dehors, soit directement par des orifices où des chariots roulant sur des rails amènent le charbon extrait, soit par des puits où le service se fait au moyen de tonnes appendues à des câbles. Ces tonnes servent à hisser le charbon du fond de la mine. C'est par le même chemin que vont et viennent les mineurs. Lorsqu'ils veulent descendre dans les galeries, ils s'installent dans les tonnes, une lanterne à la main. La corde se déroule, et ils s'engouffrent dans l'abîme noir. La même machine les ramène au dehors quand le travail est fini.

10. Principales variétés de houille. — La houille varie de qualité d'une mine à l'autre. On en distingue plusieurs classes, dont les principales sont : la *houille grasse* ou *maréchale*, et la *houille maigre*.

La houille grasse est d'un beau noir brillant. Elle s'enflamme avec facilité, se gonfle, se ramollit, devient pâteuse et finit par s'agglutiner en une masse qu'il faut briser pour donner passage à l'air et permettre le tirage. Ces particularités sont très utiles dans le travail de forge : car en brûlant la houille forme devant la tuyère du soufflet une arche boursouflée, une voûte ardente, où la chaleur se concentre sur le fer chauffé. Cette voûte ne s'écroule pas quand on retire la pièce pour la forger ou quand on la remet au feu ; sans avoir à remuer le combustible, le forgeron y trouve toujours un point favorable pour la chauffe de son fer.

La houille maigre est d'un noir mat. Elle donne moins de chaleur que la précédente et brûle sans que les divers fragments s'agglutinent entre eux. Elle convient peu pour le travail des métaux ; mais elle est suffisante pour les usages qui ne demandent pas une température très élevée, comme le chauffage des chaudières à vapeur, la cuisson des briques et de la chaux, l'alimentation de nos grilles et de nos poêles.

CHAPITRE 16

GRISOU — GRAPHITE — DIAMANT

1. **Le grisou.** — C'est un bien rude métier que celui des mineurs. Perdus sous terre, au fond de sombres couloirs où l'étranger ne met le pied qu'avec épouvante, ils détachent des blocs de houille à coups de pic. La faible lueur d'une lampe dont chacun est muni éclaire le travail. Mille dangers les menacent. La voûte de la galerie peut s'effondrer et les écraser sous les décombres ; la pioche peut ouvrir une issue à quelque nappe d'eau souterraine qui, surgissant tout à coup, leur barre la retraite et les noie ; un câble rompu peut les précipiter dans le gouffre des puits pendant qu'ils remontent de la mine ou qu'ils y descendent ; mais le plus terrible des dangers est le *grisou*, qui fait en un instant des victimes par centaines.

2. **Gaz inflammable des marais.** — Pour nous rendre un peu compte de ce qui va suivre, faisons, à la première occasion, l'expérience que voici. Choisissons quelque petit fossé dont l'eau soit immobile et dont le fond soit couvert d'une épaisse couche de matières végétales, herbages et feuilles en décomposition. Avec un bâton, remuons la bourbe noire provenant de ces matières pourries : nous verrons monter de grosses bulles, qui flotteront à la surface en forme de vessies. Approchons de l'une de ces vessies, la plus grosse possible, et avant qu'elle crève toute seule, une mèche de papier allumé. Si l'expérience se fait à la tombée de la nuit ou bien dans un lieu couvert d'ombre, nous verrons la vessie gazeuse prendre feu avec une flamme très pâle, qu'il ne serait pas possible de distinguer en plein soleil. En même temps se fera entendre une petite explosion.

Cette expérience, si facile à faire, nous renseigne sur un fait bien remarquable ; elle nous apprend que les matières végétales, en pourrissant, en se décomposant, produisent une substance invisible, une espèce d'air, enfin un gaz, qui a la propriété de s'enflammer et de faire explosion encore plus aisément que la poudre. Donnons-lui le nom de *gaz des marais*.

3. **Effets du grisou.** — Pareil gaz se dégage aussi du charbon clans les houillères. En cela, rien de surprenant : la houille provient de substances végétales, et par conséquent elle doit donner, par une lente altération, les mêmes produits gazeux que fournissent les herbages pourrissant au fond d'un fossé. Le gaz des marais se dégage donc de la houille, non plus par bulles, comme dans notre expérience, mais par volumes énormes, par centaines et par milliers de mètres cubes. Il se mélange avec l'air, dans les galeries, et le tout constitue une masse gazeuse, appelée *grisou* par les mineurs, susceptible de prendre feu et de détoner avec une indomptable violence.

Si quelqu'un pénètre avec une lanterne dans les galeries envahies, aussitôt une détonation gronde dans les souterrains de lamine, un tourbillon de flammes balaye tous les couloirs voisins, le sol tremble, et parfois des centaines d'ouvriers périssent comme foudroyés. Les uns sont brûlés par les flammes, d'autres sont projetés contre les parois des galeries par la violence de l'explosion ; beaucoup sont ensevelis dans les éboulements à des profondeurs telles que tout secours du dehors est souvent impossible.

4. **Lampe de sûreté.** — Autrefois, pour éviter ces navrants désastres, chaque jour, à tour de rôle, un ouvrier se dévouait au salut de ses camarades. Il entrait à plat ventre dans les galeries, en poussant devant lui une perche à l'extrémité de laquelle se trouvait une torche allumée. Si pendant la cessation du travail le gaz détonant, le grisou, avait envahi la mine, l'explosion avait lieu, et trop souvent, hélas ! le mineur dévoué périssait.

Malgré cette épreuve et d'autres non moins dangereuses, l'on avait souvent à déplorer de plus grands malheurs. De 1812 à 1814, il y en eut de si fréquents en Angleterre, que les propriétaires des mines s'adressèrent à un célèbre savant de l'époque, Humphry Davy, pour lui demander si la science n'entrevoyait pas la possibilité de les éviter. La *lampe de sûreté*, précieuse sauvegarde des mineurs, fut le résultat des recherches de Davy.

Pour se guider et faire son travail dans les galeries, où ne pénètre aucune lumière du dehors, le mineur a besoin d'une lampe ; et cette lampe cependant est pour lui une cause continuelle de danger, le gaz inflammable pouvant d'un moment à l'autre envahir les lieux. Là où il y a péril de vie si une simple étincelle jaillit, il faut de toute nécessité un appareil d'éclairage qui brûle. S'il était possible d'enfermer la lampe dans une enveloppe de verre qui ne permît, aucune communication avec le dehors, la difficulté serait levée ; mais c'est d'une impossibilité absolue : la mèche imbibée d'huile ne peut se passer d'air pour brûler et donner de la lumière. Il faut un accès libre à l'air pour la combustion ; il faut des issues libres aux produits de cette combustion. Il faut enfin que la lampe reçoive de l'air sans entraves.

Davy imagina d'entourer la lampe des mineurs d'une toile tissée avec des fils métalliques. Pareille toile, tout en laissant à travers ses mailles une circulation libre à l'air et un passage suffisant à la lumière, possède la remarquable propriété d'arrêter la flamme, et de l'empêcher de se propager de l'intérieur de la lampe à l'extérieur. La lampe de sûreté consiste donc en une lampe ordinaire, enveloppée d'un fourreau en toile métallique à fines mailles. Avec cet appareil, le mineur peut impunément pénétrer dans une atmosphère de grisou ; grâce à la toile métallique, l'inflammation ne se communique pas de la mèche allumée au gaz détonant.

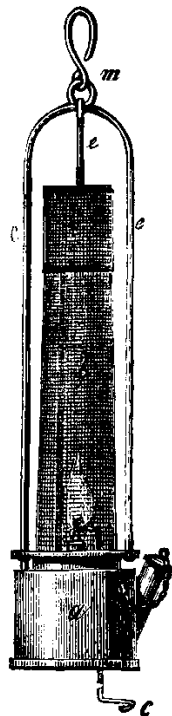


Fig. 60. — Lampe de sûreté.

5. Graphite. — La matière d'un noir brillant qui forme la partie écrivante des crayons ordinaires est une variété de charbon, appelée *graphite*, d'un mot grec signifiant *écrire*. On l'appelle aussi *plombagine*, *mine de plomb*, à cause de son aspect métallique ; mais le plomb n'entre pour rien dans cette matière. Le graphite se trouve disséminé dans les roches, tantôt en paillettes, tantôt en masses compactes ou bien feuilletées. C'est le Cumberland, en Angleterre, qui fournit le plus estimé.

Le graphite est onctueux et glissant au toucher, propriété qui le fait employer, soit seul, soit associé à de la graisse, pour enduire les engrenages des machines et en adoucir le frottement. Son bel éclat métallique lui donne un autre genre d'utilité. On en frotte les fourneaux en fonte et les tuyaux de poêle pour leur communiquer du brillant. Il est bon alors de délayer la plombagine dans un peu de vinaigre ou de bière. On en frotte encore le fer neuf pour l'empêcher de se rouiller, et le fer vieux pour lui rendre l'éclat qu'il a perdu.

Le plomb de chasse acquiert aussi son brillant en tournant, avec un peu de plombagine, dans un tonneau mobile autour d'un axe.

Enfin le graphite est infusible et incombustible, non d'une manière absolue, mais dans des limites largement suffisantes pour les applications industrielles. Aussi en fabrique-t-on des creusets réfractaires utilisés pour la fusion des métaux.

Cette application du graphite nous montre, sous un aspect bien frappant, quels caractères opposés peut parfois présenter une même substance. Le creuset est en graphite, c'est-à-dire bel et bien en charbon ; il est plein d'un métal en fusion : il est entouré de charbon ardent, qui se consume en produisant de la chaleur. Au sein de la violente fournaise où le charbon ordinaire se consume si vite, le creuset, charbon lui-même et rien de plus, rougit, mais n'éprouve aucune altération. Il sort du feu tel qu'on l'y a mis.

6. Crayons. — Le graphite est d'un gris noirâtre, d'un brillant qui rappelle celui des métaux ; il laisse sur les doigts et sur le papier une trace noire et luisante. Cette propriété le fait utiliser pour la fabrication des crayons. À cet effet, on divise à la scie, en petites baguettes, le graphite le plus fin et le plus pur. On prend alors un petit cylindre de bois que l'on divise, suivant sa longueur, en deux parties inégales. Dans la plus grosse, on pratique une rainure qui reçoit la baguette de graphite ; on colle par-dessus l'autre partie du cylindre de bois, et le crayon est fait. Ces crayons de graphite pur sont rares et toujours fort chers. Les autres sont composés avec du graphite réduit en poudre et mélangé avec de l'argile très fine, dont la proportion permet de varier le degré de dureté des crayons.

7. Diamant. — Le diamant, la célèbre pierre précieuse avec laquelle aucune autre ne peut rivaliser pour la magnificence et l'éclat, n'est autre chose que du charbon. En voici la preuve. Si l'on brûle de la houille, du charbon de bois, du coke, enfin une matière charbonneuse quelconque, le charbon se dissout dans l'air et se change en un gaz invisible auquel on donne le nom de *gaz carbonique* à cause du nom de *carbone* que la science donne au charbon considéré d'une manière générale. Ce même gaz, nous le savons, se dégage des pierres calcaires, faisant effervescence au contact des acides. Il reste en même temps, après la combustion du vulgaire charbon, un peu de cendres, qui proviennent des matières étrangères contenues toujours en proportion plus ou moins considérable dans les divers charbons usuels.

Eh bien, si l'on soumet le diamant à une forte chaleur, car cette matière, à la façon du graphite, est difficilement combustible ; si l'on brûle, disons-nous, un diamant, la pierre précieuse se dissout dans l'air et devient du gaz carbonique, ne différant en rien de celui que donnerait le premier charbon venu. Seulement la combustion ne laisse pas de cendres, ce qui prouve que

le diamant ne contient aucune impureté. Puisque le charbon ordinaire et le diamant, une fois brûlés, une fois dissous dans l'air, ne diffèrent pas l'un de l'autre et sont tous les deux même substance, même gaz carbonique, il est visible que, de part et d'autre, la nature est la même. Le diamant est donc du carbone pur et cristallisé,

8. Récolte du diamant. — Le diamant se trouve dans les couches sablonneuses formées des débris arrachés aux montagnes par les intempéries et charriées par les eaux dans les vallées voisines. Les gisements les plus considérables sont au Brésil et dans l'Inde, principalement dans les contrées de Visapour et de Golconde. La recherche s'en fait par le lavage des sables qui le contiennent. L'eau entraîne la majeure partie des matières terreuses et laisse un résidu de gravier, où l'on recherche minutieusement la précieuse matière, opération d'autant plus délicate que le diamant brut est fréquemment rugueux à la surface, et enveloppé d'une croûte terreuse qui empêche de le reconnaître. On estime que le Brésil, principalement dans la province de Minas-Géraës, en fournit annuellement de 5 à 6 kilogrammes, qui sont réduits par la taille à moins de 200 grammes, et coûtent cependant plus d'un million de francs d'exploitation.

9. Taille de diamant. — Ce qui fait rechercher le diamant comme objet de luxe et ce qui lui donne son prix exorbitant, c'est son incomparable éclat à la lumière, après avoir été poli et taillé à facettes. Pour le polir, il faut recourir à sa propre poussière : car aucune autre substance n'est assez dure pour cet usage. On réduit donc en poudre les diamants de peu de valeur à cause de leur trop petit volume ; cette poudre s'appelle *égrisée*. Un plateau circulaire horizontal en acier est recouvert d'égrisée délayée dans de l'huile ; et pendant qu'il tourne rapidement, on y applique le diamant brut qu'il s'agit de tailler. Quand une facette est obtenue, on change la position du diamant pour en tailler une seconde, et ainsi de suite.

Le diamant est l'une des matières dont le prix est le plus élevé. Sa rareté, les frais énormes que son exploitation entraîne, les difficultés de la taille, le déchet considérable qu'il subit pendant cette opération, en sont cause. Du reste, le prix varie beaucoup suivant la grosseur de la pierre précieuse, sa limpidité et la manière dont elle a été taillée. Si le diamant est exceptionnel par son volume, son éclat, sa limpidité, la beauté de sa taille, son prix échappe à toute règle, comme celui des excessives raretés. Parmi les diamants taillés les plus volumineux, on cite le *Régent* qui appartient à la France. Il est de la grosseur à peu près d'un œuf de pigeon, et sa valeur est évaluée à 8 millions. En lui donnant les facettes indispensables à la splendeur de son éclat, le lapidaire l'a réduit presque au quart du volume qu'il avait à l'état brut.

10. Usages du diamant. — Les diamants les plus estimés sont incolores ; mais il y en a de jaunes, de verts, de bleus, de roses et même de noirs. Les uns et les autres se font remarquer par leur extrême dureté, qui leur permet de rayer, d'entamer toutes les matières connues sans être entamés par aucune.

À cause de cette dureté excessive, qui le préserve indéfiniment de l'usure, le diamant est employé à former des pivots pour certaines pièces délicates d'horlogerie. Enfin les vitriers s'en servent pour entailler et couper le verre. Leur outil se compose d'un petit diamant à arête courbe, assujéti avec de l'étain à l'extrémité d'un manche en bois ;

CHAPITRE 17

MINES DIVERSES

1. Sel marin. — Le sel, habituel assaisonnement de notre nourriture, est très abondant. On le trouve soit en dissolution dans les eaux de la mer, soit en bancs solides dans la profondeur de la terre. La mer, couvrant à elle seule les trois quarts de la surface entière du globe, la mer, si profonde, si vaste, renferme dans l'immensité de ses eaux une masse énorme de sel, puisque chaque mètre cube en contient près de 30 kilogrammes. Si les océans évaporés laissaient à sec toutes leurs matières salines, ces matières suffiraient pour couvrir le monde entier d'une couche uniforme de 10 mètres d'épaisseur.

Pour recueillir le sel, on choisit au bord de la mer une plaine basse, où l'on creuse des bassins peu profonds, mais d'une grande étendue, appelés *marais salants* ; puis on fait arriver l'eau de la mer dans ces bassins. Quand ils sont pleins, on interrompt leur communication avec la mer.

Le travail des marais salants se fait surtout pendant l'été. La chaleur du soleil fait évaporer l'eau peu à peu, et le sel reste seul en une croûte cristalline qu'on enlève avec des râtaux. Le sel recueilli est amoncelé en un grand tas, pour le laisser égoutter et perdre ainsi l'amertume qui l'accompagne. En exposant au soleil, pendant quelques jours, une assiette pleine d'eau salée, ou d'eau de mer, on reproduirait en petit ce qui se passe dans les marais salants. L'eau s'en irait, réduite en vapeurs par le soleil, et le sel resterait seul dans l'assiette.

2. Mines de sel gemme. — Le sol lui-même, la terre, contient dans ses profondeurs d'épaisses couches de sel, qu'on exploite à coups de pic comme on le fait de la pierre à bâtir dans une carrière. Ce sel d'origine terrestre porte le nom de *sel gemme* ; il ne diffère de celui de la mer que par sa coloration, due à des matières étrangères. Il est le plus souvent jaune ou rougeâtre, quelquefois

violet, bleu ou vert. Quand on le destine à l'alimentation, on le débarrasse, au moyen de l'eau, de ces matières colorantes, et alors il ne se distingue en rien de celui de la mer.

Il y a des mines de sel gemme dans la Meurthe-et-Moselle, dans les Ardennes, la Haute-Saône, les Hautes-Pyrénées ; mais la mine la plus importante en Europe est celle de Wieliczka, près de Cracovie, en Pologne. On l'exploite à une profondeur de plus de 400 mètres. Sa longueur dépasse 200 lieues, et sa plus grande largeur atteint jusqu'à 40 lieues. 2 000 ouvriers en retirent chaque année environ 750 000 quintaux de sel, sans que la mine, exploitée depuis 600 ans, soit près encore de s'épuiser.

Dans cette couche de sel sont pratiquées d'amples galeries, à voûte élevée, qui, se prolongeant en tous sens, figurent une ville avec ses rues, ses carrefours, ses places publiques. Rien ne manque à cette espèce de ville souterraine : le service divin y est célébré dans de vastes chapelles creusées dans le sel ; les habitations pour les mineurs et les écuries pour les chevaux nécessaires à l'exploitation sont pareillement creusées dans le sel. De nombreuses lumières, constamment entretenues, illuminent la cité saline ; et leurs rayons, répercutés par les surfaces miroitantes, tantôt donnent aux parois des galeries l'apparence limpide et brillante du verre, et tantôt les font resplendir des vifs reflets de l'arc-en-ciel.

3. Sources salées. — En d'autres points, par exemple dans la Meurthe-et-Moselle, le Jura, le Doubs, les Basses Pyrénées, il existe des sources salées, dont l'origine est probablement due au voisinage de quelque couche de sel gemme. Lorsque ces sources sont assez riches en sel, on fait immédiatement évaporer l'eau dans de grandes chaudières en fer, peu profondes et très larges ; mais si la proportion de sel est très petite, on soumet d'abord les eaux au traitement suivant :

On dresse sous un hangar un grand tas de fagots d'épines dont la plus grande face est exposée au vent qui règne habituellement dans la contrée. L'eau salée arrive à l'aide de pompes au sommet du tas ; de là, elle retombe en fines gouttelettes, se répand dans le fourré de branchages, se divise, se subdivise et éprouve ainsi une rapide évaporation, en étalant une grande surface au courant d'air qui, traverse le tas de fagots. Quand, après plusieurs opérations de ce genre, l'eau s'est en grande partie évaporée et que le liquide est devenu assez riche en sel, on achève l'évaporation dans des chaudières chauffées sur le feu.

4. Mines d'or. — L'or ne se rouille jamais ; aussi les monnaies des peuples les plus anciens, monnaies qui nous parviennent après un très long séjour dans la terre, sont aussi brillantes que si leur fabrication datait seulement de la veille. Puisqu'il est doué d'une pareille résistance à l'altération, l'or doit

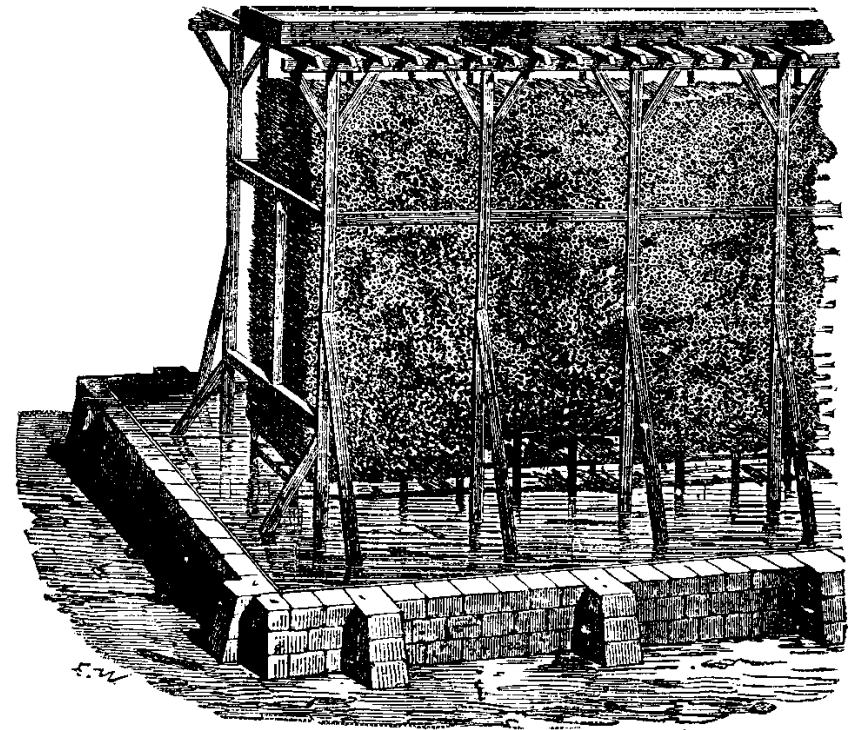


Fig. 61. — Tas de fagots pour l'évaporation des eaux salées.

donc se trouver et se trouve en effet toujours avec ses propriétés métalliques, notamment avec son éclat. Au sein des roches où il est disséminé, dans son minéral enfin, il forme des écailles, des veines, parfois de gros morceaux qui reluisent comme les bijoux de l'orfèvre.

Tel qu'on le recueille, l'or peut servir immédiatement ; on n'a qu'à le marteler et le façonner. Aussi, parmi les métaux, est-il le premier que l'homme ait remarqué et employé. Il a de beaucoup devancé le fer.

Les filons de quartz blanc injectés dans les roches granitiques sont le gisement naturel de l'or. On l'y trouve en paillettes, en petits cristaux cubiques, en minces lamelles, en filaments ramifiés. Les fragments d'or d'un volume un peu considérable prennent le nom de *pépites*. Leur poids habituellement est de quelques grammes, mais on signale, comme très exceptionnelles d'ailleurs, des pépites de 42 et de 50 kilogrammes.

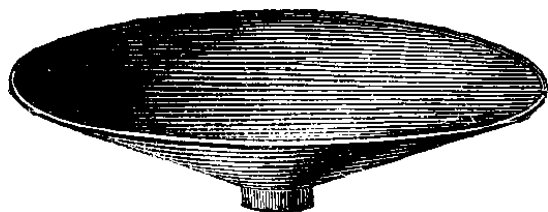


Fig. 62. — Sébile pour le lavage des sables aurifères.

Désagrégées en sables par les intempéries et entraînées en cet état par les eaux courantes, les roches aurifères ont produit des terrains d'alluvion où les paillettes d'or se trouvent disséminées. C'est dans ces sables que se fait habituellement la recherche de l'or. Divers fleuves de la France, le Rhône, la Garonne, l'Hérault, l'Ariège, roulent dans leurs sables des parcelles du précieux métal, mais en trop petite quantité pour dédommager du travail de la récolte. Les gisements aurifères les plus riches se trouvent en Australie, en Californie, au Mexique, au Brésil, au Pérou, en Sibérie.

La méthode la plus ancienne et la plus simple pour l'extraction de l'or consiste à laver les sables aurifères dans une sébile en bois, ou mieux dans le vase conique en tôle de la figure 62. On met dans ce vase quelques poignées de sable aurifère et on le plonge dans l'eau en lui imprimant un mouvement de rotation. À la faveur de ce mouvement et de l'eau, les matières se séparent ; les paillettes d'or, plus lourdes, gagnent le fond du vase, tandis que les parties non métalliques, plus légères, tournoient encore dans le liquide. En inclinant le récipient, on fait écouler le sable, et l'or reste au fond, mais souillé encore de matières étrangères.

Pour épurer la poudre d'or ainsi obtenue et séparer le métal du sable qui l'accompagne encore, on le pétrit avec du mercure ou argent vif. Ce dernier métal, liquide et coulant à la température ordinaire, a la propriété de dissoudre l'or, de même que l'eau dissout le sel. L'or se dissout donc dans le mercure, et les impuretés non solubles viennent nager à la surface. On chauffe enfin dans des vases clos l'espèce de pâte métallique ainsi obtenue. Le mercure part en vapeurs, que l'on recueille en les refroidissant pour faire servir le métal à une nouvelle opération ; et l'or reste seul en une masse spongieuse, qu'il suffit de fondre pour obtenir un lingot de matière compacte.

5. Mines d'argent. — Comme l'or, l'argent se trouve, mais non toujours, à l'état pur. Il forme en général, dans la roche qui le contient, de menus filaments ramifiés figurant de délicats arbustes métalliques. L'éclat de ce métal et son inaltérabilité à l'air n'ont pu manquer d'attirer l'attention des premiers

observateurs ; aussi l'argent est-il l'un des métaux les plus anciennement connus.

Le minerai le plus fréquent est une matière noire et brillante qui renferme à la fois de l'argent, du plomb et du soufre. Les gisements les plus riches se trouvent au Mexique, au Pérou, au Chili. La Saxe, la Norvège, notre Bretagne, en possèdent aussi, mais bien inférieurs pour la richesse à ceux du nouveau monde.

L'argent est le plus blanc des métaux. L'air et l'humidité ne le rouillent pas, qualité qui lui fait prendre rang parmi les métaux précieux et lui donne sa valeur comme matière monétaire ; mais il noircit au contact des œufs gâtés et aux émanations puantes des gaz de l'éclairage et des fosses d'aisances. Les taches brunes qui se forment parfois sur l'argenterie n'ont pas d'autres causes.

6. Mines de plomb. — Le minerai de plomb le plus répandu et le plus important est la *galène*, où il entre à la fois du plomb et du soufre. C'est une matière d'aspect métallique, d'un gris brillant, cassante, très facile à mettre en poudre. Dans les terrains ignés, et dans les terrains de sédiment anciens, elle forme des filons, des amas, des couches. L'Angleterre, l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie, l'Algérie, en possèdent des gisements considérables. La France en possède peu. Nos exploitations les plus importantes se trouvent en Bretagne. L'Angleterre, à elle seule, fournit plus de la moitié de ce que donne l'Europe.

7. Mines de cuivre. — Le minerai de cuivre le plus fréquent est la *pyrite cuivreuse*, contenant à la fois du cuivre, du fer et du soufre. C'est une matière d'un superbe jaune doré, mais n'ayant rien des qualités métalliques malgré son vif éclat : car elle se brise et se réduit en poudre sous le marteau comme le ferait une pierre ordinaire. Les principaux gisements se trouvent en Angleterre, en Russie, en Autriche, en Suède. Par des opérations assez difficiles, où la chaleur remplit le principal rôle, on parvient à brûler le soufre et à séparer le cuivre du fer.

Parfois, mais bien rarement aujourd'hui, le cuivre se trouve seul, pur de toute autre matière, prêt à être employé. On cite des amas considérables de ce métal sur les rives du lac Supérieur, aux États-Unis de l'Amérique du Nord. Dans ce gisement, il s'est rencontré des masses de cuivre pur pesant de 20 000 à 50 000 kilogrammes. Mais ce sont là des exceptions fort rares ; l'habitude originelle du cuivre est la pyrite cuivreuse.

8. Mines de fer. — Aucun métal n'est aussi commun que le fer ; presque toutes les roches, toutes les terres, en contiennent au moins des traces. Cependant le fer n'a été connu de l'homme qu'assez tard, après d'autres métaux, tels que l'or et le cuivre. Le motif en est la facilité avec laquelle le fer se rouille, c'est-à-dire se convertit au contact de l'air humide en une matière terreuse, jaunâtre ou rougeâtre, qui n'a rien absolument des propriétés d'un

métal. On conçoit qu'avec cette facilité d'altération, le fer ne peut se trouver à l'état de métal dans les mines, où rien ne le garantit des attaques de l'air et de l'humidité ; depuis une série de siècles impossible à préciser, depuis l'origine des choses peut-être, il est converti en rouille mélangée elle-même avec de l'argile, du sable, du calcaire. Le tout forme une pierre d'assez pauvre aspect ; aussi l'homme n'y donna longtemps aucune attention. Que de tentatives, que de recherches pour deviner dans cette pierre, parfois aussi friable que la craie, une substance aussi dure que le fer !

Le premier pas fait, il fallait encore parvenir à ramener le fer à l'état de métal ; il fallait le séparer de la matière pierreuse qui l'accompagne, le dégager de l'air et de l'eau qui s'y trouvent associés et en font de la rouille. Or, c'est là une opération difficile, exigeant les ressources d'une certaine science et l'outillage d'une industrie qui n'en est pas à ses débuts. Pour ces divers motifs, le fer est resté fort longtemps inconnu.

Voici comment on l'obtient aujourd'hui. Le fourneau employé est une espèce de haute four, renflée vers le *bas*, rétrécie aux deux extrémités et mesurant au moins 10 mètres, quelquefois 20 d'élévation, ce qui lui fait donner le nom de *haut fourneau*. Par l'orifice supérieur, appelé du nom expressif de *gueulard*, on verse, à pleins tombereaux, du charbon et des fragments de minerai. Une fois allumé, le feu marche sans interruption aussi bien de nuit que de jour, jusqu'à ce que la maçonnerie soit détruite par la violence de la chaleur. Des ouvriers sont continuellement occupés à charger le gueulard de combustible et de minerai à mesure que le niveau s'affaisse ; d'autres, au pied du fourneau, surveillent la fusion.

D'énormes machines soufflantes lancent sans cesse de l'air au bas de la masse embrasée, par un gros canal nommé *tuyère*. Ce qui passe d'air dans ce canal, ce n'est pas un souffle : c'est une tempête, un ouragan, qui gronde et rugit. Si l'on jette un regard par le trou d'entrée de la tuyère, on aperçoit comme un enfer éblouissant, d'où jaillissent de terribles lueurs. Dans ce brasier, le plus violent que l'industrie sache produire, les pierres entrent en fusion, la rouille du minerai se décompose et abandonne le fer, qui tombe en gouttes ardentes dans un réservoir ou creuset situé au bas du fourneau. Les matières pierreuses, fondues en une sorte de verre grossier, d'un verdâtre presque noir, surnagent au-dessus du fer comme étant plus légères, le préservent du contact de l'air lancé par la tuyère et l'empêchent de brûler ; puis, à mesure qu'elle deviennent trop abondantes, elles s'écoulent au dehors, toutes rouges de feu, par une ouverture située sur le devant du haut fourneau. Ces matières vitreuses, formées de toutes les substances étrangères au métal, se nomment *laitier*.

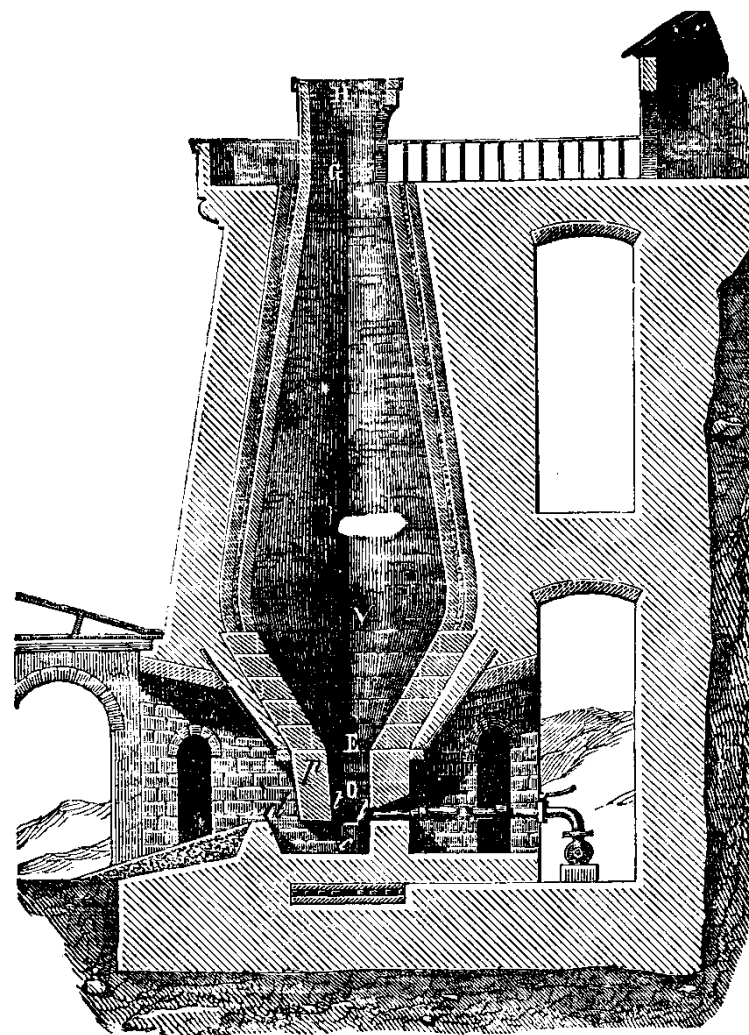


Fig. 63. — Haut fourneau.

Enfin le creuset est plein de métal fondu. On ouvre alors un passage jusqu'à maintenant fermé avec un tampon d'argile, et le métal liquide s'écoule, en un ruisseau éblouissant, dans des rigoles pratiquées dans le sol.

Tel qu'il sort du haut fourneau, le métal n'est encore que du fer impur, auquel on donne le nom de *fonte*. Si elle est destinée à être convertie plus tard en fer, la fonte est reçue dans des rigoles pratiquées dans le sol, où elle se fige en grossiers lingots nommés *gueuses*. D'autres fois, elle est employée telle quelle à la fabrication d'une foule d'objets. Les plaques de cheminée, les poêles, les marmites, les grilles, les tuyaux de conduite pour les eaux et le gaz de l'éclairage, sont en fonte.

Alors des moules sont façonnés avec du sable bien fin ; des ouvriers reçoivent dans de grandes cuillers la fonte liquide s'écoulant du haut fourneau, et la versent dans les moules préparés. Quand tout est bien refroidi, on détruit les moules et on en retire l'objet en fonte, reproduisant avec une exacte fidélité les formes et les dessins artistement creusés au sein du sable.

Pour épurer la fonte et la convertir en fer, on la chauffe dans d'autres fourneaux, sous un courant d'air qui brûle ses impuretés ; puis on la martèle, encore rouge, avec un bloc de quelques milliers de kilogrammes, qui monte soulevé par une machine et retombe de tout son poids. À chaque coup de ce prodigieux marteau, ce qui n'est pas fer s'échappe de la fonte et ruisselle en sueur de feu.

Après ce martelage, la masse est saisie entre deux cylindres qui tournent en sens inverse, l'un au-dessus de l'autre, à une distance réglée, suivant l'épaisseur de la barre que l'on veut obtenir. Entraîné par le mouvement des cylindres et aplati par leur indomptable pression, le métal, tout rouge de feu, devient en un instant une barre de fer, comme doit l'employer le forgeron.

Les principaux minerais de fer sont le *fer oligiste* et le *fer limonite*. Tous les deux sont de la rouille de fer ; mais le second renferme en outre de l'eau. On les distingue aisément à leur coloration. Le fer oligiste donne une poussière rouge, tandis que le fer limonite donne une poussière jaune.

Le fer oligiste se rencontre parfois, notamment à l'île d'Elbe, en superbes cristaux irisés ; mais habituellement il forme des masses compactes rougeâtres, nommées *hématite*, ou bien des masses terreuses appelées *ocre rouge*. Le fer limonite n'a jamais d'éclat métallique. On le trouve en masses compactes jaunes, en feuillets schisteux, en globules arrondis plus ou moins gros qui lui valent le nom de *fer oolithique*, c'est-à-dire pierre-œuf, enfin en amas terreux d'*ocre jaune*.

Une autre variété de rouille de fer dite *oxyde de fer magnétique* constitue des masses inépuisables, des montagnes entières, dans les Alpes Scandinaves. On en retire un fer très pur et très estimé. S'il est compact et doué d'éclat métallique, ce minerai n'est autre que la *pierre d'aimant*, si remarquable par sa propriété d'attirer le fer.

Les plus riches mines de fer se trouvent principalement en Suède, en Norvège, en Angleterre. La France est également assez bien partagée sous ce rapport ; nos principales exploitations des minerais de fer se trouvent dans la Haute-Marne, la Haute-Saône, la Nièvre, les Côtes-du-Nord, la Loire, l'Ardèche, le Gard, l'Aveyron, l'Ain, la Dordogne, le Jura.

FIN

TABLE DES MATIÈRES

Pierres

1. CALCAIRE. — CHAUX. — MORTIER	1
2. PIERRE À PLÂTRE	8
3. ARGILE	11
4. PIERRES SILICEUSES	20
5. PIERRES SILICEUSES (SUITE)	27

Terre végétale

6. FORMATION DE LA TERRE ARABLE	34
7. SOL — AMENDEMENTS — ENGRAIS	40

Eau

8. EAU DES MERS, DES LACS, DES RIVIÈRES	48
9. GLACIERS — GLACES DES PÔLES	54
10. TORRENTS. — SOURCES. — PUITES	63

Terrains

11. TERRAINS DE SÉDIMENT. — FOSSILES	72
12. TERRAINS IGNÉS.	83
13. VOLCANS	88
14. CARRIÈRES ET MINES	108
15. MINES DE HOUILLE	118
16. GRISOU — GRAPHITE — DIAMANT	128
17. MINES DIVERSES	133

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES

Corbeil, Typ. et stér. CRETÉ

