

La figure 197 (pag. 657) représente les animaux terrestres qui appartiennent aux formations tertiaires les plus nouvelles. Voici comment G. Cuvier expose les caractères mammalogiques de cette époque. « Dans la population qui remplit nos couches meubles et superficielles, il n'y a plus ni Palæothériums, ni Anaplothériums, ni aucun de ces genres singuliers. Les pachydermes cependant y dominaient encore; mais des pachydermes gigantesques, des Éléphants, des Rhinocéros, des Hippopotames, accompagnés d'innombrables Chevaux et de plusieurs grands ruminants. Des carnassiers de la taille du Lion, du Tigre, de l'Hyène, désolaient ce nouveau règne animal. En général, son caractère, même dans l'extrême nord et sur les bords de la mer Glaciale d'aujourd'hui, ressemblait à celui que la seule zone torride nous offre maintenant, et toutefois aucune espèce n'y était absolument la même.

« Parmi ces animaux se montrait surtout l'Éléphant appelé *Mammoth* par les Russes (*Elephas primigenius*), haut de 5 à 6 mètres, couvert d'une laine grossière et rousse, et de longs poils roides et noirs qui lui formaient une crinière le long du dos; ses énormes défenses étaient implantées dans des alvéoles plus longs que ceux des Éléphants de nos jours; mais du reste, il ressemblait assez à l'Éléphant des Indes. Il a laissé des milliers de ses cadavres, depuis l'Espagne jusqu'aux rivages de la Sibérie, et l'on en retrouve dans toute l'Amérique septentrionale.

« L'Hippopotame de cette époque était assez commun dans les pays qui forment aujourd'hui la France, l'Allemagne, l'Angleterre; il l'était surtout en Italie. Sa ressemblance avec l'espèce actuelle d'Afrique était telle, qu'il faut une comparaison attentive pour en saisir les distinctions. Il y avait aussi dans ce temps-là une petite espèce d'Hippopotame de la taille du sanglier, à laquelle on ne peut rien comparer maintenant. Les Rhinocéros de grande taille étaient au moins au nombre de trois, tous bicornes. »

Les divers fossiles que l'on rencontre dans ces couches diverses de terrain tertiaire, et dont nous avons donné de nombreuses figures, établissent nettement que le bassin de Paris a été soumis à de fréquentes révolutions depuis la formation crétacée. Voici comment M. de La Bèche expose, d'après Cuvier et Al. Brongniart, les causes de ces variations: « Il paraît naturel de penser qu'il y a eu dans le bassin de Paris des mouvements du sol qui ont changé son niveau relativement à celui de la mer. Quand on examine la manière dont les divers dépôts sont arrangés entre eux, on voit qu'en les considérant en masse, ils ne reposent pas horizontalement l'un sur l'autre, mais que, d'après MM. Cuvier et Brongniart, leur surface a présenté à différentes époques diverses inégalités: à commencer

par celle de la craie, on en observe des dépressions et des éminences. Sur ce sol inégal de la craie se sont déposés le lignite et l'argile plastique, qui ont ainsi, jusqu'à un certain point, comblé quelques unes des dépressions qu'il présentait. L'argile plastique a été recouverte par le calcaire grossier, qui a suivi plus ou moins les inégalités de la surface sur laquelle il s'est déposé. Au calcaire grossier a succédé le dépôt gypseux, qui indique l'absence de la mer et la présence d'eaux douces d'une profondeur variable. Postérieurement, il s'est formé un grand dépôt de sable, qui a recouvert les inégalités préexistantes, de manière à présenter une vaste plaine, et qui contient à sa partie supérieure un grand nombre de débris marins. Ensuite est survenu un nouvel état de choses: la mer a disparu, et des fossiles d'eau douce ont été de nouveau ensevelis dans les roches qui se formaient.

» Les circonstances mécaniques et chimiques qui ont accompagné ces dépôts ont présenté aussi des variations remarquables. Nous ne nous arrêterons pas à chercher si les inégalités de la craie ont été produites subitement ou graduellement, car nous n'avons pas encore à ce sujet de preuves bien décisives: mais le dépôt de l'argile plastique proprement dite paraît s'être effectué lentement, bien qu'il soit possible que les détritiques tenus mécaniquement en suspension dans l'eau aient été le résultat de quelque dégradation violente des roches inférieures. Les sables qui recouvrent cette argile indiquent que les eaux avaient à cette époque un pouvoir de transport suffisant pour charrier du sable. Ensuite est venu un dépôt qui s'est formé, jusqu'à un certain point, dans des eaux tranquilles, et qui est composé de végétaux et de succin, résultant de leur décomposition. La nature des autres débris organiques que l'on trouve dans ce dépôt indique que, dans l'origine, les eaux ne contenaient que des animaux d'eau douce; mais, dans la suite, il est survenu dans les niveaux relatifs de la mer et du continent un changement qui paraît s'être opéré plutôt graduellement que d'une manière subite, car on n'observe aucune trace de courants d'eau violents; et il est résulté de là que des animaux marins qui existaient à cette époque sont venus se mêler avec plusieurs animaux d'eau douce, qui peu à peu se sont accoutumés à vivre dans le même milieu que les premiers. Cet état de choses a cessé, et les eaux ont pris de nouveau une vitesse assez grande pour charrier du sable. A ce transport de sable a succédé la formation d'un dépôt calcaire: le carbonate de chaux provenait probablement en grande partie de la dégradation des roches plus anciennes; il était entraîné par l'eau, qui le déposait sur une étendue considérable. Il est évident, d'après la structure des roches qui constituent ce dépôt, que les ma-

tériaux dont elles sont composées étaient dans un état de division mécanique tel qu'ils n'ont pas exigé de courant d'eau rapide pour leur transport; il est probable qu'ils se sont déposés pendant une période de tranquillité. Au calcaire grossier ont succédé des roches calcaires, qui sont remarquables par leur structure cellulaire. L'origine de ces cellules est inconnue; mais il est probable qu'elles résultent de ce que, pendant la formation de la roche, la matière calcaire a enveloppé des substances plus solubles ou plus facilement destructibles qu'elle, qui, postérieurement, ont été entraînées par l'eau. Il est à remarquer que les cavités sont maintenant recouvertes d'un enduit de silex, avec des caractères tels qu'il est presque impossible de ne pas admettre que la silice a été déposée sur les parois des cellules par un liquide dans lequel elle était auparavant dissoute.

» Le gypse ossifère nous présente d'une manière bien prononcée un nouvel état de choses. Il existait quelque part dans la contrée des animaux singuliers dont les genres sont actuellement pour la plupart perdus, et dont les débris s'empâtaient en quelque sorte dans le sulfate de chaux, dont il se formait alors des dépôts considérables. On est maintenant porté à se demander d'où pouvait provenir une si grande quantité de sulfate de chaux. C'est pour la première fois que cette substance se présente, du moins en assez grande abondance, dans les terrains de la contrée; et rien n'indique qu'elle se soit déposée au fond d'une mer, comme c'était le cas pour le carbonate de chaux du calcaire grossier; au contraire, comme elle ne contient que des débris d'eau douce et terrestres, il paraîtrait qu'elle s'est déposée dans des eaux douces. S'il en a été ainsi, il a dû s'opérer préalablement un changement dans le niveau relatif de la mer et du continent; et si le gypse provenait des sources de la contrée, ces sources ont dû produire, au lieu de carbonate, une grande abondance de sulfate de chaux. Cet état de choses a changé; le sulfate de chaux a cessé de se produire ou de se déposer en grande quantité; il est survenu de nouveau une variation dans le niveau relatif de la mer et du continent, et de là est résultée la formation de marnes avec coquilles marines. Pendant qu'elles se déposaient, il se produisait, au moins dans quelques endroits, des cailloux roulés auxquels se sont attachées des huîtres et dont quelques uns ont été percés par des coquillages foreurs. Ces dépôts se conforment plus ou moins à la surface sur laquelle ils reposent, et on n'y observe rien qui indique quelque mouvement d'eau particulier; mais ils sont recouverts par une énorme quantité de sable, dans lequel les débris organiques sont brisés, et dont la masse a comblé les dépressions préexistantes de manière à former

une surface plane. Ces sables paraissent indiquer l'existence pendant une longue période, de courants d'eau, dont la vitesse était assez grande pour les transporter sur une étendue considérable. Vers la fin de cette période, les causes, de quelque nature qu'elles fussent, qui s'opposaient à l'enfouissement de restes organiques dans ces sables, ont cessé d'exercer leur influence, et des débris marins y ont été ensevelis en grande abondance. Enfin, pour couronner cette intéressante série de formations, nous trouvons un dépôt dont les caractères minéralogiques sont très variables, et qui contient des restes d'animaux et de végétaux dont les analogues n'existent aujourd'hui que sur les continents, dans des endroits marécageux ou dans les eaux douces. Cette diversité de caractères minéralogiques est celle que l'on s'attend naturellement à observer dans un dépôt formé au fond d'un lac peu profond, et dans lequel pénètrent, sur différents points, des sources qui tiennent diverses substances en dissolution. Ce sont les restes de *Chara*, si communs dans ce dépôt, qui ont fait penser à MM. Cuvier et Brongniart que les eaux avaient probablement peu de profondeur, au moins dans une partie de ce lac; et cette opinion est fortement appuyée par les observations de M. Lyell sur les *Chara* du lac Bakie, en Écosse. Pour produire des marnes calcaires friables, il n'est pas nécessaire que les eaux soient chaudes; mais, à en juger par les phénomènes que présentent les sources actuelles, cette condition paraît indispensable pour les dépôts siliceux, car nous ne connaissons aujourd'hui aucun dépôt de cette nature qui se forme autre part que dans des sources thermales. Si les meulière et les autres substances siliceuses ont été ainsi produites (et il paraît difficile d'expliquer leur formation d'aucune autre manière qui soit compatible avec les causes existantes), les eaux thermales qui les ont formées ont disparu, et il ne s'est plus déposé de silice dans la contrée; circonstance qui semble montrer qu'il peut survenir dans le même pays, à différentes époques, de grands changements dans le pouvoir dissolvant de l'eau et la température des sources. Ainsi, en résumé, nous avons un grand dépôt de carbonate de chaux à l'époque du calcaire grossier, un autre de sulfate de chaux pendant la période des marnes ossifères, et enfin un de silice à l'époque de la formation des meulière.

Alluvions modernes.

Ce terrain est surtout caractérisé parce qu'il renferme exclusivement ou des débris d'êtres organisés vivant actuellement à la surface de la terre, ou des fragments de roches plus anciennes entraînés par les eaux courantes et déposés par elles. C'est dans

ces dépôts seulement qu'on trouve des os humains et des débris de l'industrie de l'homme. Il est un animal, le Dronte (fig. 198), dont nous avons déjà parlé (*Zoologie*, p. 244), qui, quoiqu'ayant disparu de la surface du globe, n'est pas antérieur à ces dernières révolutions. (Voyez *Influence des causes actuelles*, p. 590.)

FIG. 198. — Animal de l'époque actuelle dont on suppose que l'espèce a été détruite depuis peu. — 120. Didus, Dodo ou Dronte (fossile).

Fig. 198.



NOTIONS SUR LES TERRAINS DE CRISTALLISATION.

De la silice, divers silicates, voilà les minéraux qui dominent dans les terrains de cristallisation, comme le carbonate de chaux domine dans les terrains de sédiment. Nous avons fait connaître ces principaux minerais (p. 525).

PRINCIPALES ROCHES DE CRISTALLISATION. — Les roches qui constituent les terrains de cristallisation peuvent être ou *simples*, et alors ce sont les minéraux que nous venons d'indiquer, ou *composées*; elles résultent dans ce cas de l'union de plusieurs substances minérales.

Les roches composées des terrains de cristallisation sont minéralogiquement fort variées, suivant les associations diverses des minéraux qui les constituent; il en est quelques unes qui sont plus importantes et à la description desquelles nous devons nous borner. A l'exemple de M. Lyell, nous divisons en deux séries les terrains de cristallisation: 1^o les roches plutoniques; 2^o les roches métamorphiques. Pour les roches volcaniques et trachitiques, nous en avons assez parlé (p. 600).

Roches plutoniques.

GRANITE. — C'est la plus importante des roches plutoniques. Il conserve souvent un caractère uniforme sur une vaste étendue de terrain; il constitue des collines en général arrondies, couvertes assez ordinairement d'une végétation assez pauvre. A sa surface le granite se présente presque toujours dans un état d'émiettement; il est connu alors sous le nom d'*Arène*.

Le feldspath, le quartz et le mica, voilà les minéraux essentiels à la constitution du granite: le feldspath y est plus abondant que les deux autres, et la proportion du quartz est en général plus grande que celle du mica. Ces minéraux, dans leur union, forment une cristallisation confuse.

GRANITE PORPHYROÏDE. — On donne ce nom à la variété de granite dans laquelle de grands cristaux de feldspath, ayant assez souvent plus de 2 centimètres de longueur, sont disséminés dans une base ordinaire de granite.

L'uniformité minéralogique qu'on remarque dans des masses très étendues de granite indique que les éléments constitutifs de cette roche ont cristallisé sous des circonstances semblables, après avoir été mélangés parfaitement. Le granite renferme quelquefois d'autres minéraux accidentels. Parmi ces minéraux, ceux qu'on trouve le plus souvent sont: la *Tourmaline*, l'*Actinote*, le *Zircon*, le *Grenat* et la *Fluorite*. Une différence plus radicale peut s'observer dans les proportions du feldspath, du quartz et du mica.

SYÉNITE. — Quand, dans une roche granitique, l'amphibole remplace le mica, elle prend le nom de *Syénite*, lequel nom dérive des anciennes carrières de Syène, en Egypte. Cette roche a l'apparence du granite, lorsqu'on se contente d'un examen superficiel. La syénite, après avoir conservé pendant longtemps son caractère granitoïde, finit souvent par perdre son quartz.

GRANITE SYÉNITIQUE. — Tel est le nom que l'on applique au quadruple composé de quartz, de feldspath, de mica et d'amphibole. Cette roche se présente en Ecosse et dans l'île de Guernesey.

PROTOGYNE (*Granite talqueux*). — C'est un mélange de feldspath, de quartz et de talc, qui se trouve communément dans les Alpes et en Cornouailles. Il produit par sa décomposition l'argile à porcelaine, ou kaolin.

EURITE. — C'est une roche dans laquelle les éléments du granite sont mélangés sous forme de masse granulaire à grains très fins. Des cristaux de quartz et de mica se rencontrent quelquefois disséminés dans la masse.

PEGMATITE. — C'est un mélange granulaire de quartz et de feldspath; cette roche se rencontre souvent dans les veines de granite.

Roches métamorphiques.

On désigne sous ce nom des couches qui, après avoir été déposées par l'eau, ont acquis, par l'influence de la chaleur, une texture cristalline.

A leur état normal, les roches métamorphiques sont entièrement dépourvues de fossiles; elles ne contiennent aucuns fragments arrondis ou anguleux d'autres roches. En Norvège et en Suède, elles occupent la surface presque entière du pays. En France, elles se montrent surtout dans nos grandes chaînes de montagnes.

Le *gneiss*, le *micaschiste*, le *schiste amphibolique*, le *schiste*

argileux, le schiste chloritique, le calcaire métamorphique, et certaines espèces de quartzite; voilà les roches principales de la série métamorphique.

GNEISS. — La composition de cette roche est analogue à celle du granite; il consiste en feldspath, en quartz et en mica; il s'en distingue par sa stratification.

Le gneiss se compose ordinairement de lames minces; il est quelquefois divisé en strates d'une assez grande épaisseur. L'amphibole ajouté au mica, au quartz et au feldspath, forme un gneiss syénitique; le talc, par sa substitution au mica, constitue le gneiss talqueux ou *protogyne stratifiée*.

Le schiste amphibolique est d'une couleur noire, et se compose d'amphibole, auquel se joignent des proportions variables de feldspath et quelquefois des grains de quartz.

MICASCHISTE OU SCHISTE MICACÉ. — C'est, après le gneiss, une des roches les plus communes des strates métamorphiques. Elle est d'une structure schisteuse; elle est composée essentiellement de quartz et de mica: ce dernier minéral y domine souvent. On rencontre dans cette formation des couches de quartz pur. Le mica-schiste passe au schiste argileux par des gradations insensibles.

SCHISTE ARGILEUX. — Il ressemble à une argile schisteuse, et fournit souvent de bonnes ardoises. Cette roche consiste en un mélange intime de mica et de quartz, ou de talc et de quartz.

SCHISTE CHLORITIQUE. — C'est une roche verte schisteuse, dans laquelle la chlorite domine à l'état de lames minces; elle est mélangée de petits grains de quartz, et quelquefois de feldspath ou de mica.

CALCAIRE MÉTAMORPHIQUE. — Cette roche était désignée sous le nom de *calcaire primitif*; elle se présente souvent en couches puissantes consistant en marbre blanc statuaire; le plus communément elle forme des strates peu épaisses et alternant avec le schiste argileux et le micaschiste. Cette roche a, dans les Alpes, un développement considérable.

MODE DE FORMATION DES ROCHES DE CRISTALLISATION. — Nous voyons par ce qui précède que les roches de cristallisation présentent deux modes de formation distincte; en effet, les roches plutoniques, par leur incontestable analogie avec les roches volcaniques, par leur composition chimique, par leurs formes, appartiennent essentiellement et exclusivement à une formation ignée; les roches métamorphiques se rapprochent des roches de sédiment par la disposition des strates, mais elles s'en éloignent par l'absence de fossiles, par leur composition souvent plus rapprochée de celles des roches plutoniques, par des alté-

rations diverses déterminées par le contact des roches plutoniques.

APPARITION DES ROCHES DE CRISTALLISATION A DIFFÉRENTES ÉPOQUES. — Les roches cristallines sont sorties à diverses époques de l'intérieur de la terre, à travers les dépôts successifs de sédiment qu'elles ont soulevés, entre les couches desquels elles ont souvent pénétré.

Les moyens principaux qu'on peut employer pour déterminer l'âge relatif des roches plutoniques sont: 1° la position relative; 2° la pénétration et l'altération des roches en contact; 3° les caractères minéralogiques, et 4° enfin les fragments étrangers.

POSITION RELATIVE. — On a rencontré des dépôts fossilifères non altérés, de tous les âges, reposant immédiatement sur des roches plutoniques. C'est ainsi, par exemple, qu'en Auvergne, les dépôts d'eau douce de la période tertiaire sont superposés au granite, et qu'à Heidelberg, sur le Rhin, le nouveau grès rouge occupe, par rapport à la roche plutonique, une position semblable. La position inférieure du granite résulte évidemment de son ancienneté relativement aux formations qui le recouvrent, la roche plutonique ayant cristallisé avant que les couches sédimentaires se déposassent sur elle.

PÉNÉTRATION ET ALTÉRATION. — Lorsque les roches plutoniques envoient des veines dans les strates, et les altèrent près du point de contact, il est évident que ces roches sont plus récentes que les strates qu'elles pénètrent et qu'elles altèrent.

COMPOSITION MINÉRALOGIQUE. — Une des roches plutoniques domine quelquefois dans une région considérable; lorsqu'on a une fois établi son âge relatif en un endroit déterminé, il est facile de reconnaître son identité en d'autres lieux, et de préciser son âge comparatif. Ainsi, par exemple, après avoir observé que la syénite de la Norvège, dans laquelle le zircon se trouve en abondance, a altéré les dépôts siluriens partout où elle se trouve en contact avec ces dépôts, on doit rapporter à la même période toutes les masses de la même syénite zirconiennne qu'on rencontre dans la partie méridionale de la Norvège.

FRAGMENTS ÉTRANGERS. — Ce moyen d'épreuve est rarement employé: voici un exemple de son utilité: le granite des montagnes Blanches, dans l'Amérique du Nord, est traversé par une veine de granite qui renferme des fragments de schiste et de trapp. Ces fragments doivent avoir pénétré dans les fissures au moment où les matériaux en fusion de la veine furent injectés de bas en haut; ils prouvent que le granite peut être plus nouveau que certaines formations superficielles trappéennes et schisteuses.

INFLUENCE DES ROCHES CRISTALLINES SUR LES DÉPÔTS DE SÉDIMENT. — Il existe des exemples bien constatés qui démontrent la pénétration du granite dans plusieurs strates sédimentaires qui ont été soulevées, relevées et bouleversées par la pression des roches granitiques à l'état de fusion qui s'est répandu dans leurs fissures. Le granite est donc plus nouveau que ces dépôts de sédiment. On remarque dans les Pyrénées des roches crétaées qui ont été soulevées par des poussées granitiques jusqu'à la hauteur de plus de 2,745 mètres.

Près de Vizille, dans le département des Hautes-Alpes, M. Elie de Beaumont a suivi un calcaire noir argileux, chargé de Bélemnites, jusqu'à quelques mètres d'une masse de granite. Là, le calcaire commence à prendre une texture granulaire, mais ses grains sont très fins. En se rapprochant du point de jonction, il devient gris et affecte la structure saccharoïde caractéristique du calcaire métamorphique. Dans une autre localité, près de Champoléon, on remarque du granite, qui recouvre en partie les roches secondaires, et y produit une altération qui, tout en s'étendant jusqu'à la profondeur de 9 mètres, s'affaiblit peu à peu à mesure que les couches s'éloignent du granite. Dans la masse altérée, les couches argileuses sont durcies, le calcaire est saccharoïde, et les grès deviennent quartzeux; on observe dans le milieu de ceux-ci une couche très mince d'un granite altéré. Près du point de contact, le granite et les roches secondaires deviennent métallifères, et renferment des veines de blende, de galène et des pyrites de fer et de cuivre; les roches stratifiées ont une texture plus cristalline, et le granite perd sa dureté.

Le granite de Dartmoor, dans le Devonshire, que l'on regardait autrefois comme l'une des roches plutoniques les plus anciennes, est reconnu aujourd'hui pour être postérieur aux couches houillères. Il s'est fait jour à travers les couches stratifiées, sans altérer beaucoup leur direction.

Il n'y a pas encore très longtemps que toutes les roches granitiques étaient regardées comme des roches primitives, c'est-à-dire que leur apparition remontait au-delà de la précipitation des premières couches sédimentaires et de la création des êtres organisés. Mais aujourd'hui, les idées sont tellement changées à cet égard, que l'on admet au contraire qu'il n'y a pas une seule masse de granite qui soit véritablement plus ancienne qu'aucun des dépôts fossilifères connus. Si l'on découvrait quelques couches des formations primaires reposant immédiatement sur le granite, sans qu'il y eût aucune altération au point de contact, aucunes veines granitiques dans l'intérieur de ces couches, on pourrait dire alors que ce gra-

nite est antérieur aux strates fossilifères *les plus anciennes*. Mais si le granite a eu une influence considérable sur presque toutes les roches de sédiment, c'est que cette roche plutonique a apparu successivement à la surface du globe à des intervalles très divers.

On a établi ainsi en différentes localités la pénétration des granites dans les diverses couches sédimentaires. On a pu de la sorte fixer l'âge de ces pénétrations et des soulèvements qui les accompagnaient.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE

La géologie a des applications très importantes qui tendent chaque jour à s'accroître, et qui dans ces dernières années ont fait de rapides progrès. La géologie nous instruit sur les gisements divers des grands dépôts de combustibles, des matières salines, des minerais divers, des pierres précieuses. C'est elle qui doit donner aux recherches métallurgiques une marche scientifique assurée; c'est encore elle qui nous dirige dans le forage des puits artésiens. Nous ne pouvons dans ce précis que présenter un sommaire des applications de la géologie; l'excellent ouvrage de M. Burat nous a servi de guide principal.

NOTIONS SUR LES GRANDS DÉPÔTS DE COMBUSTIBLES.

— Nous avons (page 625) esquissé les caractères principaux du terrain houiller; nous n'y reviendrons pas ici. « C'est dans ce terrain, dit M. Burat, que sont concentrés principalement les combustibles fossiles. Ce terrain constitue en France environ cinquante bassins distincts, groupés la plupart autour des massifs saillants du terrain de transition. Le caractère principal de ce terrain est de ne former que des bassins isolés et généralement très circonscrits; l'ensemble de ces cinquante bassins ne représente pas, en effet, la 2/100 partie du territoire de la France. La proportion est de 1/20 en Angleterre, qui, sous ce rapport est la contrée du globe la plus favorisée; elle est de 1/24 en Belgique. Le nord de la France serait, comme on le voit, privé de houille, si le vaste bassin qui commence à Aix-la-Chapelle et traverse la Belgique ne pénétrait souterrainement jusqu'aux environs de Valenciennes et de Douai, en s'enfonçant de plus en plus sous le terrain crétaé.

Voici comme on peut classer les combustibles fossiles.

Formation supérieure de transition, ou anthracifère.	} Anthracite, couches irrégulières des environs de Roanne; houilles maigres, stratifiées, de Maine-et-Loire et de la Loire-Inférieure, houille pulvérolente de Languin.
Formation houillère.	
Formation des marnes irisées et terrain jurassique.	} Houilles maigres sèches; houilles grasses et dures; houilles grasses et fusibles; houilles sèches à longues flammes, en couches régulières dans presque tous les bassins houillers.
Terrains crétacés et tertiaires.	
Alluvions	} Houille en couches peu épaisses et peu continues, ordinairement assez impures de Noroy et de Gémonval, des environs de Milhau; anthracite de Plisère.
	} Lignites de l'île d'Aix; du Soissonnais; lignites de la Camargue, des environs de Marseille.
	} Tourbes moussenses et feuilletées de Seine-et-Oise, de la Somme, de l'Aisne, de la Loire-Inférieure, etc.

DÉPÔTS DE SEL GEMME ET DE GYPSE. — Par une suite de circonstances bizarres inexplicables jusqu'ici, le gypse et le sel marin s'accompagnent toujours dans tous leurs dépôts. Les phénomènes géologiques, dit M. Burat, qui ont intercalé le sel et les amas de gypse qui l'accompagnent dans les dépôts sédimentaires, appartiennent aux deux périodes secondaire et tertiaire; mais, dans chacun des grands bassins géologiques, la période de production est concentrée dans une époque fixe et peu étendue, de telle sorte que l'on peut y assigner à ces deux substances une position géologique parfaitement déterminée. Outre la présence presque constante du gypse qui accompagne le sel dans presque tous les gisements, soit en couches, soit en amas globuleux stratifiés, soit en cristaux disséminés dans les argiles, et en plaques fibreuses ou cristallines disposées dans toutes les fentes des terrains salifères, deux conditions de gisement semblent essentielles à tout grand développement du sel gemme. D'abord, la présence et même l'abondance du calcaire et la nature dolomitique d'une partie des couches; en second lieu, la présence de certaines couches d'argile ou marnes, dont la couleur grise ou bleuâtre est bariolée de rouge. Ces deux caractères ont été signalés par M. Élie de Beaumont dans les terrains salifères les plus éloignés sous le double rapport géographique et géologique. Tels sont les gîtes crétacés et tertiaires des Pyrénées et les gîtes keupriques de la Lorraine. En voyant la conformité des marnes bariolées, dont la couleur rouge est surtout frappante, et des calcaires dolomitiques qui les accompagnent, on serait tenté de croire que ces deux gîtes doivent nécessairement appartenir au même terrain. Lorsqu'au contraire il est démontré que ces terrains sont très différents, on ne peut plus attribuer la

concordance et l'identité de tous ces caractères qu'aux phénomènes générateurs qui ont déterminé la formation du gypse et du sel gemme.

On obtient en France environ 4 millions de quintaux métriques de sel; les gîtes souterrains n'entrent guère que pour 1/6 dans cette production. En Angleterre on en extrait 4,600,000 quintaux métriques. Le sel gemme, dit M. Burat, est très abondant dans la nature; la France est une des contrées les mieux partagées, et les emplois industriels et agricoles en étant très multipliés, l'extraction en pourrait livrer des masses considérables à des prix de peu supérieurs aux prix de la houille. Mais la consommation du sel se trouve entravée dans presque toutes les contrées par des droits tellement exorbitants, qu'on a dû renoncer à son emploi dans l'agriculture, et la production des mines et des sources salées est minime, notamment en France, comparativement à celle qui pourrait avoir lieu sous l'empire d'une législation moins sévère.

GISEMENT DES MINÉRAIS. — Nous ne pouvons étudier ici en détail le gisement des minéraux utiles. A chaque article qui les concerne, nous avons dans la Minéralogie indiqué ce gisement. Voici comment M. Burat apprécie d'une manière générale le gisement des minerais. « On ne peut mettre en doute la connexion des gîtes métallifères avec les roches ignées. De plus, si l'on divise les roches ignées en trois périodes, la première comprenant les roches granitoïdes, telles que les granites, les syénites et les protogynes; la seconde comprenant la série des roches porphyriques, les serpentines et euphotides, les trapps et les mélaphyres; la troisième enfin comprenant les roches volcaniques, c'est-à-dire les trachytes, les basaltes et les laves modernes, on remarque que les roches de la période intermédiaire sont réellement les seules métallifères. Les éruptions ignées les plus modernes à partir des émissions trachytiques ne paraissent, de même que les plus anciennes, avoir amené, soit avec leur propre masse, soit par leur influence métamorphique sur les roches traversées, aucun gîte métallifère. Au contraire, dans la série intermédiaire, il n'est pas une seule roche qui ne se trouve en connexion avec des minerais, et, réciproquement, il n'est aucune formation importante de minerais qui ne se trouve en rapport avec les roches de cette période.

Il y a donc eu dans le refroidissement graduel du globe terrestre une période que nous pouvons appeler période métallifère et qui correspond à celle des roches porphyriques.

Dans la série des émanations métallifères, le fer semble, en vertu de son abondance, jouer un rôle spécial et avoir été produit à toutes les époques. Cette abondance du fer ne paraît pas se borner à notre

planète; les masses de fer météoriques, les aérolithes, toujours pénétrées de fer à l'état métallique, annoncent que cette abondance du fer s'étend à d'autres planètes.

GISEMENT DES PIERRES PRÉCIEUSES OU GEMMES. — Les pierres précieuses se trouvent en général en cristaux implantés dans les roches plutoniques ou métamorphiques, ou bien encore, on les rencontre en morceaux roulés, dans les terrains de transport anciens. Nous avons traité de ces gemmes dans la partie minéralogique; nous n'y reviendrons pas ici.

PIERRES LITHOGRAPHIQUES. — Les pierres dont on se sert pour la lithographie sont des variétés compactes de carbonate de chaux, qui doivent être bien homogènes sur une étendue suffisante, avoir un grain très fin, uniforme, être exemptes de veines, de fissures, et s'imbiber d'eau jusqu'à un certain point. Les pierres qui réunissent plus particulièrement ces qualités sont celles qu'on tire des dépôts analogues à ceux qui forment la chaîne du Jura; les plus renommées sont celles de Papenheim, sur les bords du Danube, en Bavière; mais on en a aussi trouvé en France qui sont de très bonne qualité et dont nos artistes se servent avec succès; telles sont particulièrement les pierres de Châteauroux, département de l'Indre. On en tire aussi de Belley (Ain), de Dijon, de Périgueux; on en a même trouvé, aux environs de Paris, dans le calcaire siliceux des formations d'eau douce, et particulièrement dans certains lits de marne qui accompagnent les dépôts de gypse tertiaire.

Pierres à chaux hydraulique. — Elles appartiennent presque toutes aux terrains de lias ou aux calcaires jurassiques qui les recouvrent.

ARGILES A POTERIE. — Elles se rencontrent dans les terrains secondaires, et surtout dans les terrains tertiaires. Nous avons déjà dit que les *argiles à porcelaine*, ou kaolin, proviennent de l'altération du feldspath et d'une roche cristalline nommée *pegmatite*.

MARNES A AMENDER. — Elles se rencontrent à différents étages dans les terrains secondaires, et surtout dans les terrains tertiaires. Nous avons déjà vu qu'elles accompagnent souvent le plâtre. Les marnes sont employées de temps immémorial pour amender les terres, et il est important d'en distinguer les différentes espèces, pour ne pas se servir indifféremment des unes et des autres dans toutes les circonstances. Il y a des marnes qui ne sont que des argiles mélangées d'une petite quantité de carbonate de chaux; d'autres, au contraire, qui ne sont que des carbonates de chaux souillés par des matières argileuses. Les marnes de la première espèce ne peuvent convenir qu'à des sols calcaires. Les

marnés calcaires, au contraire, ne peuvent être employées avec profit que dans les terrains argileux.

SOURCES ET PUIITS ARTÉSIENS. — En forant verticalement le sol, dans certaines localités, jusqu'à des profondeurs suffisantes, on atteint des nappes d'eau souterraines qui remontent à la surface le long du canal que la sonde a ouvert. Ces eaux forment souvent des jets abondants et élevés. Des fontaines jaillissantes creusées de mains d'homme, ou même de simples puits d'un faible diamètre alimentés par des eaux venant d'une grande profondeur, portent le nom de *fontaines artésiennes*, de *puits artésiens*, de *puits forés*. Nous allons, d'après M. Arago, en présenter une histoire rapide.

Les puits artésiens sont ainsi appelés du nom d'une province de France (l'Artois), où l'on paraît s'être le plus spécialement occupé de la recherche des eaux souterraines. Il ne faut pas se dissimuler, toutefois, que des puits de cette espèce étaient parfaitement connus des anciens, et qu'ils savaient les construire.

On peut admettre de prime abord que l'eau des puits artésiens, comme celle des puits ordinaires et de source, n'est autre chose que l'eau de pluie qui a coulé à travers les pores ou les fissures du sol jusqu'à la rencontre de quelque couche de terre imperméable. Des théories plus savantes ont précédé cette opinion; elles sont généralement abandonnées aujourd'hui. On a cru que l'eau de mer avait dû nécessairement se répandre par voie d'infiltration dans l'intérieur des continents, et qu'à la longue elle avait formé une nappe liquide; on admettait qu'elle perdait sa salure par une longue filtration. Cette hypothèse est renversée lorsqu'on voit des puits sans eaux dont le fond est cependant plus bas que cette prétendue nappe d'eau souterraine. Aristote, Sénèque, Descartes, pensaient que des vapeurs intérieures seules ou mêlées à celles de l'air, venaient, en se condensant à la surface du sol, y entretenir une continuelle humidité. L'argument principal sur lequel s'appuyait cette théorie, c'était l'existence prétendue de sources au point culminant de quelque montagne; mais un examen attentif a prouvé, ou que leur sommet recevait une quantité d'eau plus grande que celle qu'elles déversaient, ou qu'elles étaient dominées par quelque autre montagne voisine.

Examinons maintenant de quelle manière les eaux pluviales peuvent circuler dans les terrains de diverses natures.

Les *terrains plutoniques* et *métamorphiques* sont peu et rarement stratifiés; les fentes, les fissures des roches granitiques, les crevasses, qui séparent chaque masse de la masse contiguë, ont en général peu de largeur, peu de profondeur, et communiquent rarement entre elles. Dans les terrains plutoniques, les eaux d'infil-