

EXPLICATION
DE LA
CARTE GÉOLOGIQUE
DU DÉPARTEMENT
DU TARN

PAR M. DE BOUCHEPORN

INGÉNIEUR DES MINES



8° B Aq
~~Fou~~
Bou

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

M DCCG XLVIII

AVANT-PROPOS.



Lorsque, vers l'année 1825, fut entrepris le grand travail de la Carte géologique de la France, sous la direction de M. Brochant de Villiers, inspecteur général des mines, et par les soins de deux ingénieurs qui depuis lors ont pris une place élevée dans la science, MM. Élie de Beaumont et Dufrenoy; à cette époque, dis-je, il avait été décidé en principe qu'indépendamment de la Carte générale de la France, des cartes particulières de département seraient exécutées sur une plus grande échelle et avec un plus grand développement dans les détails. Dans le rapport qu'il lut à l'Académie en 1835, M. Brochant de Villiers considérait ces cartes géologiques particulières comme seraient les plans parcellaires d'un grand ensemble géographique, dont la Carte géologique de la France, sorte de vaste triangulation, déterminerait les bases et formerait le lien général.

En cela, selon nous, M. Brochant de Villiers restreignait trop la portée de ce beau travail d'ensemble, dont il avait été le promoteur le plus constant, et qui s'accomplissait alors sous son impulsion, par les travaux de deux observateurs si distingués. La Carte géologique de la France, résumé des observations faites depuis près de vingt ans sur le sol de notre pays, forme maintenant un tout sensiblement complet, non-seule-

ment remarquable par les vues et les tracés d'ensemble, mais précieux encore par la richesse des détails; de telle sorte qu'aux yeux des savants elle n'aurait réellement pas besoin de développements parcellaires. Les études particulières de départements ont sans doute fourni d'utiles matériaux pour détail de ses tracés; mais en résultat leur utilité est toute locale aujourd'hui: elles profitent à la science, mais individuellement, et non comme complément nécessaire d'un travail général.

Quoi qu'il en soit, en 1836, le canevas de la Carte géologique de la France paraissant suffisamment rempli, par suite des travaux des deux savants ingénieurs qui s'étaient partagé son exécution, M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines fit un appel aux conseils généraux de département pour concourir à l'exécution et à la publication des cartes géologiques particulières. Un assez grand nombre de conseils répondit à cet appel, que plusieurs même avaient devancé de leurs vœux; le travail fut partagé entre plusieurs jeunes ingénieurs, et, l'année suivante, en 1837, les cartes géologiques de deux départements, ceux de la Corrèze et du Tarn, me furent confiées, concurremment avec mon service ordinaire. Les opérations matérielles de ces cartes furent exécutées dans les années 1837, 1838 et 1839, assez rapidement pour n'occasionner aux départements qu'une dépense absolument insignifiante. Quant à la rédaction, commencée en 1840, elle eût pu paraître beaucoup plus tôt qu'aujourd'hui; mais cette circonstance de la publication n'était pas absolument dépendante de notre volonté propre.

L'administration des mines et les conseils de département

ont jugé qu'il pouvait être utile de donner au travail dont nous avons été chargé une publicité que, de nous-même, nous n'aurions ni ambitionnée, ni désirée peut-être. Nous avons donc besoin d'espérer qu'en effet ce travail ne sera pas absolument sans utilité pour les localités qu'il intéresse. Il est bien vrai, comme je l'ai dit déjà, que la belle Carte géologique de la France, aujourd'hui publiée, et réunissant la perfection des détails à la grandeur de l'ensemble, paraît résumer à elle seule les avantages de toutes les cartes départementales; son texte descriptif, tracé par d'habiles mains, contiendra aussi des développements très-étendus: mais, disons-le cependant, son haut prix d'exécution graphique ne permettait guère d'en multiplier suffisamment, d'en populariser l'usage, pour le besoin des diverses localités. C'est donc à ce point de vue particulièrement qu'il faut chercher la convenance des cartes géologiques départementales; c'est à ce point de vue qu'il convient de les juger. Elles doivent présenter d'ailleurs, pour l'usage agricole et l'industrie minérale, à raison de la grandeur de leur échelle, des détails sur la distribution des roches, que la carte générale ne pouvait renfermer avec une précision suffisante. Ajoutons-y enfin cet autre avantage accessoire, de répandre dans les départements les cartes géographiques à grande échelle qui leur ont servi de base.

Les départements de la Corrèze et du Tarn n'étant pas compris dans les portions déjà exécutées de la nouvelle carte du dépôt de la guerre, nos délimitations géologiques ont été tracées sur la carte de Cassini, précieuse déjà par son exactitude générale, la clarté et la netteté de son relief, la convenance de son format. M. le directeur général du

dépôt de la guerre a bien voulu, pour la publication des cartes géologiques départementales, autoriser un report sur pierre des cuivres de Cassini : c'est là un avantage dont le département lui doit, ainsi que nous, de la gratitude.

Les colorations figuratives des terrains dont nous avons fait usage sont sensiblement les mêmes que celles qui ont été adoptées pour la Carte géologique de la France ; elles sont modifiées par des hachures de divers sens et couleurs, pour indiquer les différents étages d'un même terrain.

Enfin, nous avons joint à la carte des coupes verticales, des profils généraux découpant le sol dans tous les sens, et qui montrent ainsi dans son ensemble complet la structure géologique du département. Nous attachons une certaine importance à ces coupes, comme complément nécessaire des indications de la carte, et nous les regardons comme l'explication la plus claire, la plus essentielle qu'elle puisse avoir pour les yeux et pour l'esprit. Le relief topographique du sol est figuré dans ces coupes le plus exactement qu'il nous a été possible ; mais nous devons avertir que les accidents du terrain n'y ont qu'une représentation conventionnelle, car nous avons dû, pour rendre sensibles les détails de la structure géologique, exagérer beaucoup l'échelle des altitudes par rapport à celle des distances horizontales, qui sont restées concordantes avec la carte.

C'est sur la carte même et sur ces profils que l'intérêt principal du travail doit donc, nous le pensons, se concentrer ; le texte explicatif ne vient qu'en second lieu, il n'est en quelque sorte qu'accessoire ; il ne convient d'y chercher d'ailleurs d'autre mérite que celui de la clarté et de l'exactitude.

Après avoir achevé le travail de rédaction, nous avons réfléchi qu'il était surtout destiné à faire connaître le sol d'un département à des personnes qui, en général, n'auraient que peu ou point de notions sur la géologie. Nous avons donc pensé que le but ne serait pas rempli si nous ne faisons précéder ce texte d'une introduction renfermant un résumé des principes les plus généraux de cette science. Cela était peut-être nécessaire encore sous un autre rapport : c'est que, sans nous écarter sensiblement de la voie commune en ce qui concerne les points de fait et d'observation, nous avons néanmoins quelques idées propres en géologie, dont il était impossible qu'il ne se montrât pas quelque chose dans le cours de la description de tout un département. Nous désirions donc prendre la responsabilité de tout ce qui peut tenir à nos idées personnelles, sur lesquelles, du reste, nous avons toujours glissé le plus légèrement que la matière l'a permis. Nous espérons que les personnes compétentes ne trouveront dans cette courte notice que les principes d'une saine géologie. Nous désirons surtout que celles auxquelles elle est particulièrement destinée puissent trouver que nous y avons atteint le mérite de la clarté.

INTRODUCTION.

NOTIONS PRÉLIMINAIRES DE GÉOLOGIE.

Généralités.

On pourrait dire de la géologie, considérée dans son acception la plus générale et la plus philosophique, que c'est *l'étude des roches dans leur rapport avec les révolutions du globe.*

La carte géologique d'une contrée, quoique ayant des relations nécessaires avec ces grandes recherches de la géologie générale, n'en est toutefois qu'une partie dépendante et accessoire : c'est l'application faite à un district déterminé des classements que l'ensemble de la science a conduit à former dans la masse universelle des roches.

Il ne faudrait pas en conclure néanmoins que cette application pratique et, pour ainsi dire, matérielle de la géologie soit sans utilité pour l'étude même de ses lois générales : elle en a été, au contraire, comme l'origine, et elle sert tous les jours à ses progrès ; car c'est, comme l'on sait, *l'observation* qui, dans les sciences naturelles, a révélé tous les grands principes, et qui leur a servi d'épreuve et de contrôle. Mais l'observation seule ne serait qu'impuissante sans ce lien philosophique qui, groupant dans une vue d'ensemble tout le détail des faits, en simplifie, en éclaire, en agrandit l'ordonnance ; c'est par là que la science est constituée. En ce qui concerne l'étude de la composition minérale du sol et de la structure générale ou détaillée de l'écorce du globe, le lien philosophique dont nous parlons existe aujourd'hui ; il a groupé les faits en un faisceau plus

riche même et plus brillant qu'il n'eût pu être donné de le prévoir. Il y a eu en ceci, comme sur tant d'autres points de nos connaissances, un résultat inattendu des recherches de philosophie naturelle, et ce résultat précieux appartient tout entier à la science moderne, il peut compter pour une de ses gloires.

La pensée la plus naturelle, en effet, pour le classement des roches et celui des terrains qu'elles composent, soit en étendue, soit en profondeur, était celle d'un groupement par nature de roches, attendu que les variations de cette espèce ne se rapportent qu'à un petit nombre de types déterminés. On eût pu construire ainsi des cartes indiquant la composition minéralogique de la surface du sol, et cela eût suffi peut-être pour l'utilité pratique. Mais cette nomenclature toute matérielle n'était point assez pour la curiosité qui porte l'homme à interroger les causes de tout ce qui l'entoure; abandonnant cette étude inféconde, la synthèse scientifique est venue enfin se coordonner à une pensée nouvelle, d'une fécondité, comme je l'ai dit, inespérée : je veux parler de la *chronologie* des terrains. Au lieu d'une simple nomenclature des roches, on a créé leur histoire, et cette histoire n'est autre que celle de la terre elle-même, dans les divers âges qu'elle a parcourus avant la naissance de l'homme.

Par un autre résultat imprévu de la science, il s'est rencontré encore que ce groupement chronologique si précieux renferme pour ainsi dire comme partie intégrante le classement des roches et des terrains par rapport à leur nature intrinsèque, et voici pourquoi. C'est qu'en même temps qu'on était conduit à diviser les temps géologiques en un certain nombre d'âges différents, on a reconnu que les roches formées dans chacun de ces âges par les agents naturels présentent, soit dans leur composition propre, soit dans l'espèce des débris qu'elles renferment, quelques caractères particuliers qui les diversifient et les distinguent, ces signes distinctifs restant en concordance avec la division même des âges.

Enfin , pour achever ce bel ensemble de la géologie moderne , l'on est arrivé plus tard encore à découvrir qu'aux changements dans la nature des roches et aux mutations dans les espèces animales ou végétales qui caractérisent chaque âge distinct, correspondaient de vastes mouvements du sol, réguliers dans leur désordre, et dont les traces se suivent sur de longs espaces sur la surface de la terre : d'où l'on a conclu que des phénomènes d'interruption, consacrés scientifiquement sous le nom de *révolutions du globe*, phénomènes généraux selon les uns, locaux selon quelques autres, ont modifié la surface de la terre entre chacun de ces différents âges, pendant le cours desquels les conditions naturelles ont été si nettement distinctes. Le changement des conditions naturelles particulier à chaque époque, son changement physiologique, s'il est permis de s'exprimer ainsi, est attesté par une mutation dans les caractères constants des espèces animales et végétales et dans la nature des roches que renferme le terrain correspondant : les révolutions simultanées qu'a subies le sol sont constatées par le surgissement des montagnes, qui ont redressé ces terrains précédemment étendus au fond des eaux; enfin les lois géométriques de ces bouleversements sont indiquées par les vastes alignements des chaînes montagneuses et des fractures successives du sol. La découverte de tous ces principes jette les fondements d'une véritable histoire géologique du globe, tout à fait inconnue jusqu'au commencement de ce siècle, et pour ainsi dire jusqu'à ces derniers temps.

Nous ne voulons qu'effleurer ce sujet; la circonstance importante à noter ici pour notre objet est cette spécialité, cette individualité des terrains de chaque âge, qui fait que l'un sera plus propre que tous autres à donner par exemple cette roche fissile que l'on nomme l'ardoise; qu'un autre fournira plus abondamment soit des grès pour la construction, soit des pierres calcaires pour la fabrication de la chaux, soit des marbres pour

l'ornementation, soit des argiles pour la tuilerie; que tel autre renfermera plus ordinairement la gangue des métaux précieux ou des métaux usuels; que tel autre enfin sera plus particulièrement affecté à ces amas de combustibles improprement appelés minéraux, qui font aujourd'hui une si grande partie de la richesse et de la force des nations. De ce principe, une fois reconnu, il résulte en effet que, lorsque l'on veut indiquer géographiquement la distribution des diverses roches sur une certaine étendue horizontale du sol, dans un but d'utilité pratique, il est à la fois plus simple et plus fécond d'affecter les signes de division aux distinctions *chronologiques* des terrains, plutôt qu'à leur distinction par nature de roches, comme on en avait fait quelques essais plus anciennement; ce mode de division chronologique a d'ailleurs l'avantage d'impliquer des données essentielles sur la distribution des roches en profondeur aussi bien qu'en surface, et de fournir, en outre, de précieux enseignements sur les relations géographiques des révolutions du globe. Il forme donc la véritable base qu'il convenait de donner aux cartes géologiques des diverses contrées où l'observation scientifique peut s'étendre, et c'est ce qu'il nous a paru intéressant d'énoncer et de justifier tout d'abord.

Après ces considérations générales, et avant de chercher à donner un résumé succinct de la classification de ces âges géologiques dont nous venons de parler, il paraît convenable d'entrer maintenant dans quelques brefs détails sur la manière générale dont se sont formées les roches et les terrains qu'elles composent, sur leur nature et leur distinction minéralogiques, et sur les accidents principaux auxquels elles ont été soumises dans les bouleversements de l'écorce terrestre. Nous nous bornerons en cela aux plus simples éléments, nécessaires seulement à l'intelligence du texte qui doit suivre, nous gardant d'entrer dans le fond du sujet, particulièrement en ce qui concerne la recherche des causes, et en ce qui peut toucher par quelques

points aux débats scientifiques les plus actuels¹; de telles discussions ne seraient pas ici à leur place. Cela posé, entrons dans ce rapide détail.

Division des roches en deux groupes, stratifiées ou massives.

On peut établir parmi les roches, considérées en grand dans la nature, une première division en deux groupes, regardée autrefois comme très-importante, mais qui l'est devenue beaucoup moins aujourd'hui : les unes, et c'est le plus grand nombre, sont disposées par lits, par couches, sont en un mot *stratifiées*, et elles portent en cela généralement la marque non équivoque d'un dépôt formé par les eaux; les autres (et ce sont spécialement les plus anciennes) peuvent présenter des masses sans divisions régulières, et sont ordinairement composées de minéraux cristallisés ou cristallins, de la nature de ceux que nous savons se former plus spécialement sous l'influence de la chaleur, comme les silicates. Il est en effet universellement reconnu aujourd'hui que ces roches massives, cristallines, sont, dans leur état actuel, un produit de l'action du feu; mais la question qui reste encore à résoudre est de savoir si (faisant abstraction des coulées volcaniques) ces roches ignées ont été produites par le feu de toutes pièces, ou si elles ne sont que le remaniement de dépôts précédemment formés au sein des eaux. Nous parlerons d'abord des roches cristallines plus en détail, nous traiterons ensuite des roches de sédiment ordinaires.

DES ROCHES CRISTALLINES OU PRIMITIVES.

Du granit.

Lorsqu'on épuise la série des terrains, par ordre de superposition, en allant des plus modernes aux plus anciennement déposés, on arrive toujours à un dernier terme, qui forme la base de tous les autres, et qui présente ce caractère éminemment re-

¹ Nos idées personnelles sur ces objets ont été exposées dans un ouvrage tout spécial, *Études sur l'histoire de la terre*, 1844.

marquable, de se retrouver d'une composition identique en tous les points du globe; il porte donc comme recouvrement primitif de la terre un signe d'universalité bien prononcé. Ce terrain de haute antiquité, ce premier revêtement solide de la surface du globe, est ce que l'on nomme le *granit*.

C'est une roche cristalline formée, dans sa composition normale, de trois éléments distincts, mais confusément mélangés et se pénétrant réciproquement; ce sont :

Le *quartz*, ou la silice pure des chimistes, le cristal de roche;

Le *feldspath*, trisilicate d'alumine et de potasse, c'est-à-dire un composé où la silice joue le rôle d'acide par rapport aux deux corps basiques, l'alumine et la potasse, et contient trois fois autant d'oxygène qu'eux;

Enfin le *mica*, ou silicate en proportion variable d'alumine, potasse, magnésie, oxydes de fer et de manganèse; avec une certaine proportion de fluor, on ne sait à quel état de combinaison.

Dans le granit, le quartz est ordinairement blanc et souvent hyalin, mais non cristallisé; le feldspath, blanc ou plus rarement rougeâtre, presque toujours lamelleux; le mica, noir ou blanc argentin, quelquefois vert ou gris, toujours feuilleté et ordinairement en très-petits feuillets disséminés.

Divers autres minéraux se mêlent quelquefois au granit, mais accidentellement; ce sont divers silicates dont on peut voir la composition dans les traités de minéralogie, et qui ont reçu les noms d'amphibole, tourmaline, talc, serpentine, grenat, etc.; ils ont ordinairement une coloration propre très-prononcée, et nous aurons occasion d'en parler dans le cours du mémoire, mais, je le répète, ce sont de simples accidents : le granit normal, universel, est essentiellement composé de *quartz*, *feldspath* et *mica*.

Problème que présente la structure du granit. — Quelques mots sur une solution qui nous est propre.

Maintenant, si le granit est un produit du feu, comment ces trois éléments, d'une fusibilité si différente (puisque le quartz a longtemps passé pour absolument inaltérable par la chaleur, tandis que le feldspath est employé comme vernis fusible de la porcelaine), comment, dis-je, ces trois éléments peuvent-ils être mélangés de telle sorte qu'ils se pénètrent réciproquement? C'est là un des problèmes de la géologie. Nous pensons qu'en ne considérant que l'action seule du feu, l'on ne peut en donner une explication satisfaisante. Nous avons essayé (mais c'est une opinion¹ toute personnelle) de poser les bases d'une explication nouvelle, en imaginant que la matière première des granits aurait été primitivement déposée au sein des eaux par voie de précipitation chimique, et transformée ensuite par la chaleur, laquelle n'aurait point fondu tous ses éléments, mais changé seulement pour quelques-uns leur état de combinaison. Cette matière primitive aurait été, selon nous, le premier produit insoluble formé par l'action de l'oxygène et de l'eau sur l'écorce ignée de notre planète, que nous regarderions comme ayant été composée, à l'origine, de chlorures, fluorures, sulfures, cyanures, hydrures métalliques, par une extension de l'hypothèse connue dont s'est servi Davy pour expliquer le phénomène des volcans; la considération des différences très-remarquables qui existent entre les substances minérales dissoutes dans les eaux de la mer et celles qui font partie du granit², nous a conduit à

¹ Elle a été exposée dans les *Études sur l'histoire de la terre*, chap. ix.

² Les eaux de la mer ne contiennent que de la soude, le granit presque que de la potasse; le chlore a été concentré dans les eaux marines, le fluor dans les granits, etc., etc.; et ces séparations sont originaires, puisque les premiers animaux marins appartiennent à des espèces que l'on retrouve aujourd'hui, d'où l'on doit conclure que la salure des mers a été toujours ce qu'elle est.

justifier ce principe en montrant la concordance de ces contrastes avec ce qu'aurait pu produire dans de telles conditions la séparation de toutes les substances connues en solubles et en insolubles : ces dernières auraient dû être essentiellement formées de silice libre, de silicate d'alumine et de potasse, et de fluosilicate de potasse, ce qui comprend précisément tous les éléments du granit et eux seuls. Ce dépôt de la voie humide, soumis ensuite aux phénomènes de chaleur qui ont accompagné les différentes révolutions géologiques, aurait produit la roche singulière que nous connaissons aujourd'hui, le granit mais sans qu'on soit obligé d'admettre qu'elle a été soumise à une température démesurément élevée, capable de fondre le quartz par exemple ou des silicates très-quartzueux, ce qui serait en contradiction avec l'état des terrains placés au contact de cette roche, lesquels ne portent pas en effet les marques d'une chaleur locale à beaucoup près aussi élevée.

Nous avons cru devoir faire connaître au moins, quoiqu'en si peu de mots, cette manière de voir, parce qu'elle porte en elle l'explication fort simple de beaucoup d'autres circonstances singulières relatives aux roches granitoïdes : le fait de la structure intime du granit n'est en effet qu'une partie des anomalies qu'il nous présente; nous serons amenés à en passer en revue quelques-unes, mais la plus importante à signaler d'abord, c'est celle des roches granitoïdes *stratifiées* et de leur passage graduel, soit au granit massif d'une part, soit de l'autre aux terrains fossilifères et évidemment déposés par les eaux.

ROCHES GRANITOÏDES STRATIFIÉES.

Gneiss.

Il arrive en effet que le granit, sans que ses éléments soient changés, prend une structure particulière, qui consiste en ce que les feuilletts du mica, devenus ordinairement plus abondants et plus continus, suivent une certaine orientation déter-

minée. La roche qui en résulte se nomme le *gneiss*, elle est toujours ou au moins presque toujours stratifiée, et ses strates sont parallèles à l'orientation des lames du mica.

Micaschiste.

Enfin, cette roche elle-même, le *gneiss*, subit encore une autre transformation, le feldspath y disparaît, quelquefois même le quartz; en un mot le mica y devient tellement abondant, qu'il absorbe à peu près la roche tout entière : on la nomme alors *micaschiste* ou *schiste micacé*. C'est une roche toujours feuilletée, quelquefois en feuillets contournés; elle est toujours distinctement stratifiée et passe au schiste argileux pur (dont nous parlerons ci-après), c'est-à-dire à un terrain incontestablement sédimentaire, par des transitions aussi graduées que le passage précédemment signalé du granit au *gneiss* et du *gneiss* au *micaschiste* lui-même.

Opinions des anciens géologues. — Opinion plus nouvelle, métamorphisme.

Une grande partie des géologues de la fin du siècle dernier, parmi lesquels on compte de très-grands observateurs, tels que Saussure et Werner, remarquant le passage graduel entre toutes ces roches cristallines, stratifiées ou non stratifiées, et ne trouvant pas plus de difficulté à expliquer la cristallisation du granit que celle du *gneiss*, admettaient que tous les terrains cristallins, nommés par eux terrains primitifs, avaient été déposés par voie chimique au sein des premières eaux dans l'état même où nous les voyons. Cette opinion ne peut se soutenir aujourd'hui; la nature même des cristaux et les phénomènes de caléfaction reconnus au voisinage du granit ne permettent plus de méconnaître l'action du feu; cependant on avait été trop loin lorsque, peu après ces grands naturalistes, ou de leur temps même, on attribuait soit à la chaleur interne du globe, soit à la chaleur primitive de sa surface une influence exclusive sur la

production des roches dont nous venons de parler : les gneiss et les micaschistes sont en effet aussi intimement liés à des terrains fossilifères d'une part, qu'ils le sont au granit de l'autre ; les gneiss eux-mêmes renferment des couches calcaires et des couches de combustible, ce qui implique un mode de stratification analogue à celui des autres terrains de sédiment, et enfin on a trouvé des fossiles dans les micaschistes. On a donc été amené à conclure que tous les terrains cristallins stratifiés avaient été formés originairement par voie de sédimentation dans l'eau, dans des conditions analogues à celles des dépôts maritimes et fluviatiles actuels. Mais, comme ni la nature des substances cristallines qui les composent, ni leur mode d'agrégation ne ressemblent à ce qui se passe aujourd'hui dans de semblables dépôts, il faut de toute nécessité admettre une transformation à l'aide de la chaleur ; c'est ce que, dans ces derniers temps, l'on a nommé le *métamorphisme* des roches.

Difficultés qu'elle laisse à résoudre.

On ne s'accorde néanmoins encore ni sur les causes ni sur l'essence même de ce *métamorphisme*. Quant à son essence, comme l'argile ordinaire, dont il faudrait faire dériver le micaschiste et le gneiss, en diffère par l'absence de la potasse et de la magnésie et par la moindre quantité de quartz, on a supposé que des émanations souterraines étaient venues l'imprégner de ces substances étrangères ; pénétration bien difficile à comprendre sur des formations d'une aussi immense étendue que les schistes micacés, et dont la puissance est souvent de plusieurs milliers de pieds ; elle l'est plus encore par cette circonstance qu'il n'y a pas eu le plus souvent fusion réelle, et que les roches en question sont remarquables par un défaut complet d'homogénéité ; que, de plus, les éléments hétérogènes de la roche cristalline sont nettement séparés, enveloppés les uns dans les autres, sans qu'on puisse assigner la possibilité d'une introduc-

tion; et qu'enfin les nodules enveloppés par le mica sont couchés dans le sens de leur grand axe, comme l'action de la pesanteur les aurait placés dans l'acte de la sédimentation. Pour nous, en effet, nous ne saurions plier notre esprit à l'idée de ces pénétrations immenses sans causes connues, sans moyens connus; nous croyons que la composition, l'essence du gneiss et du micaschiste est tout originaire. Ceci sera expliqué un peu plus bas.

Des causes de l'échauffement des roches transformées.

Quant à la cause de l'échauffement, phénomène incontestable, c'est dans l'éruption du granit et d'autres roches ignées massives qu'on l'a fait le plus généralement résider dans ces derniers temps. Mais il est facile de s'apercevoir que l'on faisait en cela un cercle vicieux : car, si l'argile et les cailloux des premiers terrains sédimentaires proviennent de la décomposition du granit lui-même, celui-ci préexistait donc; or, si le micaschiste et le gneiss sont des dépôts formés dans des eaux assez froides pour y laisser vivre des fossiles analogues à ceux de nos mers actuelles (les nautilus, etc.), et si la température du granit était assez abaissée pour supporter le contact de ces eaux, quelle influence le soulèvement de ce granit, déjà froid lui-même, a-t-il pu avoir sur l'échauffement subséquent de ces roches? La question reste donc entière; évidemment le granit lui-même a été réchauffé en même temps que les autres roches, et ne peut être donné comme une cause.

Explications fournies par notre théorie.

Dans notre théorie, toutes ces obscurités s'éclairent. Si le granit a été un sédiment chimique originaire, d'une nature spéciale, il est tout simple que, lorsqu'il a été soulevé hors du niveau de la mer, ses débris stratifiés par les eaux courantes aient formé des terrains d'une composition analogue à la sienne,

lesquels seraient l'origine, la matière première du gneiss et du micaschiste; et le passage de toutes ces roches entre elles n'aurait plus rien ainsi que de très-naturel¹, une fois la modification calorifique opérée. Quant à ce dernier phénomène, celui de la chaleur, nous l'attribuons aux dénudations et aux fissures opérées périodiquement par les révolutions de la surface du globe dans la partie de son écorce inférieure au granit et demeurée oxydable par le contact de l'air et de l'eau avec le dégagement de chaleur ordinaire dans de semblables réactions, chaleur dont l'intensité a dû être proportionnée à celle de phénomènes développés sur une aussi vaste échelle de grandeur.

Je me suis un peu appesanti sur cet objet, malgré la réserve que je m'étais imposée sur ce qui concerne spécialement les théories géologiques et la recherche des causes premières: mais l'abondance des terrains primitifs sur la surface des départements dont j'ai tracé la carte géologique, et la grande proportion qu'y atteignent les phénomènes que je viens d'analyser, me prescrivaient d'en agir ainsi. Je ne pouvais conduire l'observateur pour ainsi dire à l'aveugle à travers des faits si marquants; encore aurait-il fallu beaucoup d'autres détails pour être rigoureusement clair. Mais, dira-t-on sans doute, ce ne sont que des hypothèses: j'en conviens; ces hypothèses ont néanmoins un avantage, celui d'expliquer les faits, avantage que n'ont point également toutes les autres; et c'est là le seul caractère de vé-

Ajoutons, par forme de commentaire, que le gneiss et le micaschiste appartiennent exclusivement aux plus anciens terrains, qu'ils sont réellement placés à l'origine des roches stratifiées. Je sais que l'on a avancé le contraire, ou que, du moins, on a annoncé des exceptions à cette loi; mais je ne connais aucun exemple où l'existence d'une masse notable de gneiss ou même de véritable micaschiste ait été démontrée dans des formations supérieures aux terrains dits de transition qui ne forment que les trois premières de la série totale.

On peut consulter, au reste, pour le détail de cette théorie, les *Études sur l'histoire de la terre*, particulièrement pages 223-230.

rité qui nous importe réellement. Ce qui importe scientifiquement, c'est le rapport exact de la cause à l'effet; quant à ce qu'on appelle la vraisemblance d'une théorie, c'est un mot qui n'a de sens que relativement à l'état actuel des idées, et qui selon nous, ne mérite pas d'avoir sa place dans la science.

AUTRES ROCHES IGNÉES.

Outre la roche ignée principale, le granit, il en existe encore d'autres que l'on pourrait nommer accidentelles, ce sont les différentes sortes de porphyres, les ophites, amphibolites, mélaphyres, serpentines, etc.; ces roches existent particulièrement au contact ou au voisinage du contact entre le granit et les terrains sédimentaires des divers âges : dans notre opinion elles ne seraient autre chose que le résultat de l'altération de ces terrains par l'action de la chaleur, sous l'influence d'émanations souterraines siliceuses qui proviendraient en grande partie de la transformation des roches granitoïdes elles-mêmes. Nous reviendrons plus tard sur ce point, après avoir parlé des terrains de sédiment. Qu'il nous suffise de caractériser en quelques mots ces diverses roches accidentelles.

Porphyres.

Les porphyres sont des roches essentiellement feldspathiques; le feldspath y forme comme la pâte générale, ordinairement homogène, compacte, et présentant l'aspect de la fusion. Dans cette pâte sont disséminés soit des cristaux de feldspath même, soit des grains de quartz et même des lamelles de mica: ces sortes de porphyres ont alors dans leur composition des rapports plus ou moins éloignés avec le granit; mais on y trouve d'autres fois en mélange de l'amphibole et du pyroxène¹, et

¹ Silicates de chaux, magnésie, alumine, oxyde de fer, dont la différence est que le pyroxène est un bisilicate et l'amphibole un trisilicate ou approchant.

alors le porphyre a plus de ressemblance avec les ophites, méla-phyres, ou même avec certains basaltes volcaniques. Il y a des porphyres de toutes sortes de couleurs, mais surtout gris, verts, rouges ou noirâtres : comme c'est une pierre très-dure, on s'en servait autrefois beaucoup pour l'ornementation des édifices ; les principaux étaient tirés d'Égypte et de Grèce. La couleur des cristaux de feldspath disséminés y étant ordinairement différente de celle de la pâte, leur donne un aspect tout à fait caractéristique.

Ophites et amphibolites.

Les ophites sont un mélange, en proportion très-variable, de feldspath et d'amphibole ou quelquefois de pyroxène. Ces roches sont vertes ou noires, il en existe beaucoup dans les Pyrénées, c'est là même que le nom leur a été donné ; ailleurs elles en portent d'autres, comme grüstein en Allemagne, whinstone en Angleterre, variolite, spilite en Dauphiné, etc. ; elles sont susceptibles de divers aspects, qui ont, en général, influé sur leurs dénominations variées. On nomme plus spécialement méla-phyre ou porphyre noir le mélange d'une pâte feldspathique avec du pyroxène ; dans les amphibolites c'est l'amphibole qui domine, quelquefois mélangée aux éléments du granit, quelquefois absolument pure et massive ; dans ce cas la roche est ordinairement lamelleuse et noire ou vert noirâtre.

Serpentines.

La serpentine est une roche verte, tendre quoique fort tenace, essentiellement formée de silicate de magnésie, avec de l'eau de composition.

Apparences de soulèvement affectées par les roches ignées.

Ces différentes roches ignées, quoique intercalées dans les terrains de sédiment des divers âges géologiques, et quoique

souvent elles glissent pour ainsi dire entre leurs strates, ou se présentent même en masses stratifiées avec eux, ces roches, dis-je, affectent cependant à l'ordinaire une disposition particulière très-remarquable, celle du soulèvement : on les voit le plus souvent surgir en masses coniques, relevant autour d'elles les couches des terrains qu'elles traversent, disposition que présente aussi éminemment, mais beaucoup plus en grand, le granit lui-même.

Diverses explications. — La nôtre.

C'est surtout depuis les travaux de Hutton, que ces apparences de soulèvement ont été étudiées par les géologues ; mais quant à la cause d'un phénomène aussi général, la plupart de ceux qui ont admis les idées vulcaniennes ne l'ont pas cherchée ailleurs que dans l'ébullition intérieure due à la chaleur souterraine, sans essayer autrement de justifier et d'expliquer cette sorte d'ébullition elle-même, qui n'aurait agi qu'à des intervalles de temps fort éloignés. D'autres géologues y ont vu des épanchements souterrains amenés par la contraction que prend l'écorce du globe en raison de son refroidissement. D'autres enfin, après avoir donné à ce phénomène du soulèvement des roches ignées une influence presque universelle sur les révolutions du globe, se sont abstenus de toute explication ; mais aujourd'hui que l'observation des grandes lois d'alignement qu'ont suivies les mouvements du sol à chaque révolution géologique leur a fait chercher des causes spéciales, aujourd'hui les soulèvements limités des roches ignées ne peuvent plus être considérés que comme un corollaire de ces grands faits, et ne sauraient plus s'élever à l'importance d'une cause générale. Pour nous, qui n'y voyons absolument qu'un phénomène local, pour ainsi dire superficiel, nous les avons attribués à une cause très-simple, trop simple même pour être bien goûtée, parce qu'elle a le défaut d'exclure cette sorte de merveilleux et de vague gran-

dirose qui plaît tant à l'imagination. Si les roches porphyroïdes ou ophitiques, avons-nous dit, sont, comme tout nous l'annonce¹, un résultat de l'altération des terrains sédimentaires, les composés qui constituaient ces terrains, et en particulier les carbonates, ont dû, en se transformant en silicates, abandonner une certaine quantité de gaz, dont la force élastique, exaltée par la chaleur, a dû vaincre enfin la pression des terrains superincombants, les briser, et soulever à la fois ces terrains et la roche fondue elle-même. Le granit aussi, dépôt selon nous de la voie humide, et qui contenait dans son intérieur des fluosilicates, c'est-à-dire les éléments du gaz fluorique silicé, a dû tendre à épancher ce gaz par l'action de la chaleur, ce qui serait en partie la cause du soulèvement de ses grandes masses par une sorte d'éruption spontanée. Nous reviendrons peut-être sur ce sujet.

Passons à quelques mots d'étude sur la formation des roches sédimentaires.

DES ROCHES DE SÉDIMENT.

Nous distinguons en deux ordres les sédiments formés par les eaux, savoir, ceux qui sont apportés par les eaux courantes, et ceux qui sont particuliers aux eaux à surface nivelée (la mer ou les lacs), qui n'appartiennent qu'à elles, et sont formés entièrement dans leur sein ; la première classe comprend presque toutes les roches d'agrégation, grès, sables, argiles ; la seconde renferme les calcaires et leurs annexes.

Formation des sédiments. — Désagrégation des roches. Action des eaux courantes.

Le frottement et le choc des eaux courantes, surtout dans les contrées montagneuses, où elles ont une forte pente, attaque les rochers en place, en use la surface ou y provoque des ébou-

¹ Nous en donnerons quelques raisons plus loin, pages 23 et suiv.

lements, dont ensuite elles entraînent des débris jusqu'aux points où une diminution suffisante dans la vitesse de leurs cours en détermine le dépôt. L'influence de l'air qui décompose les roches, la dilatation de la glace dans les montagnes, qui les désagrège, enfin, le frottement ou le choc des galets que l'eau charrie, ajoutent une grande puissance à son action destructive. Il faut y joindre encore le choc des eaux de la mer contre les côtes qui la bordent.

Voyons maintenant quelle sera la nature de tous ces débris charriés par les eaux courantes. Évidemment une partie en sera formée des fragments immédiats fournis par les rochers brisés, fragments que le frottement arrondira, atténuera, et qui formeront la base des *grès* à gros ou petits grains. Les grains demeurés les plus gros seront naturellement les plus durs, ce seront à l'ordinaire des fragments de quartz, de schiste quartzeux, de granit, de gneiss, de roches amphiboliques, etc. Mais la matière plus ténue, qui demeurera plus longtemps en suspension dans l'eau, de quoi sera-t-elle ordinairement formée? D'argile.

Origine de l'argile.

Qu'est-ce que l'argile, qui compose une si grande portion des terrains de sédiment?

L'argile n'a aucune préexistence propre dans la série des roches : les roches primitives, granit, gneiss, micaschiste, d'où sont sortis tous les éléments de la stratification ultérieure, ne la contiennent pas. C'est que l'argile est formée par l'altération de ces roches mêmes, elle provient de la décomposition de leur élément feldspathique, et, en général, de celle de presque tous les silicates complexes. L'argile est un silicate d'alumine pur, avec de l'eau de composition et quelquefois un mélange d'oxyde de fer; l'action de l'air et de l'eau atmosphérique tend à ramener à ce terme simple tous les silicates à plusieurs bases, en entraî-

nant les divers autres silicates¹ qui entrent dans la combinaison, soit par la seule action dissolvante, soit plutôt à l'aide de l'acide carbonique. Cette décomposition constante des roches feldspathiques a été la première origine des argiles ; il s'en forme encore incessamment par la même voie, laquelle opère néanmoins avec tant de lenteur², que nous n'en saurions suivre la trace ; mais une grande partie de celles qui sont entraînées pour former le limon des fleuves provient aussi de la désagrégation des roches argileuses déjà formées.

Stratification formée par les fleuves.

Suivons maintenant le mécanisme de la stratification opérée par les eaux fluviales. C'est à la mer que les fleuves tendent en définitive à apporter le tribut de tous les débris qu'ils charrient ; néanmoins il n'y en a qu'une partie qui y soit entraînée : les fragments les plus volumineux, les plus lourds, ne peuvent ordinairement être portés jusque-là ; ils demeurent aux points où la vitesse devient insuffisante pour les entraîner, et servent à l'exhaussement du lit même du fleuve. Certains fleuves, comme le Nil, n'arrivent à la mer que chargés d'un limon fin, parce que leur pente est presque nulle à l'embouchure : de tel limon déposé dans la mer pendant de longues suites de siècles devient l'origine de ces puissantes formations d'argile à fossiles marins

¹ M. Ebelmen, qui a soumis dernièrement ce sujet à de belles recherches expérimentales, a constaté que l'élimination s'effectuait, non pas seulement sur le silicate de potasse, mais sur tous les autres silicates combinés au silicate d'alumine ; c'est ce qui a lieu notamment pour les silicates de chaux et de magnésie dans la décomposition des roches amphiboliques et basaltiques, qui s'effectue pour ainsi dire sous nos yeux.

² Si l'on avait besoin d'argument pour démontrer l'immensité des temps géologiques, prouvée par un si grand concours de faits, il suffirait de considérer la masse énorme des argiles qui entrent dans l'ensemble des terrains de sédiments et qui proviennent uniquement de la décomposition séculaire des roches feldspathiques.

que la série des terrains nous présente; tandis qu'il y a tout lieu de penser que la plupart des grandes accumulations de grès, qui, comme le grès houiller, ne renferment aucun produit de la mer, sont des dépôts uniquement fluviaux, formés sur le continent par l'exhaussement continu ou intermittent du lit des fleuves. A l'aide de la longue série des siècles, de vastes et profondes vallées ont été ainsi successivement comblées, et peu à peu la mer aussi est envahie par une terre ferme qui se forme et s'avance progressivement à l'embouchure du fleuve, où la vitesse est en définitive le plus complètement atténuée.

Déplacement des fleuves. — Origine de la division des terrains en couches de nature diverse.

Mais il se passe dans cette marche des fleuves un phénomène extrêmement digne de remarque, auquel on n'avait peut-être pas encore donné toute l'attention qu'il mérite: je veux parler de leurs déplacements. A mesure en effet que leur lit s'élève, ce qui a lieu surtout au voisinage de l'embouchure, la pente diminue en proportion, le passage devient progressivement plus difficile et finit par s'obstruer tout à fait. Il faut alors que le fleuve se forme un nouveau lit, et le plus souvent il le fait en se déplaçant, soit en totalité, soit par branches: il n'est pas de grand fleuve dont on ne montre aujourd'hui des anciens lits maintenant abandonnés. Ces déplacements, opérés sous nos yeux, se comptent par siècles ou par dizaines de siècles: dans la longue durée d'un seul âge géologique, ils ont dû se reproduire un grand nombre de fois. Or c'est là, selon nous, l'origine de la division des terrains en couches de nature diverse. Avec cette explication si simple, si conforme à la nature des choses, on n'a besoin de faire intervenir, dans le cours d'une même formation, ni des mouvements du sol, ni des mouvements de la mer, dont nous ne connaissons point d'analogues aujourd'hui; par le déplacement de l'embouchure des fleuves on comprendra parfaitement

l'alternance des couches de calcaire uniquement marin avec des couches d'atterrissement comme les grès et les argiles ; on comprendra qu'à l'époque houillère, la végétation se soit étendue, accumulée pendant de longs espaces de temps sur toute la partie d'une vallée, d'un delta, où ne s'étendait pas le cours du fleuve, et que celui-ci, se déplaçant à diverses reprises et exhaussant progressivement les diverses parties de sa vallée, ait pu recouvrir ces premières couches de houille d'une épaisseur souvent de 5 à 600 mètres d'atterrissements de grès et d'argile.

Stratification dans la mer ; nivellement des dépôts.

Suivons maintenant le fleuve jusque dans la mer, où il apporte ses derniers débris et surtout son limon le plus léger. On sait que les fleuves continuent leurs cours dans la mer jusqu'à une assez grande distance ; le mouvement des eaux marines elles-mêmes étend beaucoup plus loin cette dispersion, et en différents sens selon celui des vents et des courants ; cette diversité des mouvements qui agissent sur la surface du dépôt tend de plus à le niveler incessamment et à en former une surface plane, présentant seulement une légère pente, à partir de la côte jusqu'à la limite de distance où les atterrissements ne parviennent plus. D'après les observations hydrographiques faites sur diverses côtes et en particulier sur les côtes de France, la limite des atterrissements paraît être à une trentaine de lieues en mer.

Des calcaires. — Leur nature. Leur origine.

Mais les sables et limons charriés par les fleuves ne sont point les seuls dépôts qui tendent à combler la profondeur des mers ; il s'en forme encore un d'un autre genre, particulier, comme je l'ai dit, aux eaux à surface nivelée, au moins dans sa pureté, et dont les formations géologiques nous présentent des accumulations énormes : je veux parler des roches calcaires. Le calcaire (ou carbonate de chaux), se distingue en minéralogie en ce que,

médiocrement dur et pouvant être rayé par l'acier, il donne, sous l'action des acides suffisamment forts, une effervescence due à l'acide carbonique qui se dégage. L'action de la chaleur en dégage aussi ce gaz et produit ainsi la chaux, qui est d'un usage si essentiel dans les constructions. Dans son état naturel, la couleur la plus ordinaire du calcaire est blanche ou grise, quelquefois jaune, quelquefois il est absolument noir; à l'état de marbre, il prend des nuances beaucoup plus variées. Il se présente toujours en couches, tantôt intercalé aux grès et aux argiles, tantôt accumulé presque pur sur des épaisseurs considérables, qui dépassent quelquefois un millier de mètres.

Quelle est l'origine des calcaires? Il est généralement reconnu aujourd'hui que, selon l'opinion de Buffon, ces roches sont en très-grande partie formées par l'accumulation des débris de coquillages et autres produits marins, tels que polypiers, coraux, etc., qui sont tous essentiellement composés de carbonate de chaux; et enfin par des carapaces d'animaux microscopiques, qui entrent aussi pour une assez large part dans la formation des rochers. Ces débris, entassés soit à la place où les animaux ont vécu, soit à celle où ils sont portés par les vagues, s'accumulent sans mélange, là où ne pénètrent pas les atterrissements fluviaux; lorsqu'ils s'y mêlent ils forment les marnes (mélange d'argile et de calcaire) ou les grès marneux. Une partie de ces débris est brisée, réduite en poudre; mais une autre partie des coquilles se conserve intacte au milieu de cette pâte molle, et c'est ce qui constitue les *fossiles*, si abondants dans certains calcaires et dans certaines marnes ou argiles. Ce sont eux qui donnent de si précieux enseignements sur l'âge, la distinction des formations géologiques, parce que chaque formation a, en général, ses espèces propres.

Action des végétaux marins.

Des calcaires formés de cette manière par simple accumula-

tion seraient presque uniquement crayeux, pulvérulents, si le poids des terrains entassés au-dessus d'eux et quelquefois les grands phénomènes de chaleur, comme nous le dirons ci-après, ne leur donnaient une consistance suffisante. Cependant nous pensons que ces causes de consolidation ne sont pas les seules, et qu'il se forme, en outre, dans les calcaires, une sorte d'incrustation par voie chimique, au moyen d'une réaction opérée par les végétaux marins. Ceux-ci décomposent en effet le chlorure de sodium, le sel marin, s'assimilent la soude à l'état d'oxalate, et éliminent une quantité correspondante d'hydrochlorates de chaux ou de magnésie, lesquels, venant en contact avec le carbonate de soude, qui dérive de l'altération des mêmes plantes, précipitent du carbonate de chaux par voie chimique, et reproduisent du sel marin. Cette série de réactions qui régénère sans cesse le sel marin dans les eaux de la mer, en y précipitant le calcaire, forme une sorte d'harmonie providentielle, dont l'effet est le maintien d'une composition uniforme dans la salure de ces eaux : c'est là le point capital du phénomène, c'est là ce que nous revendiquons comme le plus particulièrement nouveau dans cette observation, qui nous est propre ; mais ici nous n'avons à considérer cette réaction remarquable que sous le point de vue de la compacité des calcaires dont cette précipitation chimique doit être une des causes les plus influentes, surtout sur les rivages, dans les parties de mer peu profondes.

Comment les dépôts marins s'accroissent en étendue.

Les mollusques marins ne vivent pas, en général, sous une très-grande profondeur d'eau ; on admet qu'ils n'habitent plus au-dessous de 200^m ; c'est donc dans les bas-fonds, le long des côtes, que doit se former le principal entassement des calcaires ; c'est là aussi que se déposent, comme nous l'avons vu, les atterrissements fluviatiles¹. Ainsi les formations géologiques ne se

¹ Nous avons fait d'ailleurs concevoir, par le déplacement de l'embouchure

sont pas accumulées indistinctement sur tout le fond des mers ; elles ont dû former autour des continents et des îles, à mesure qu'ils s'élevaient, des bordures limitées ; et, par deux mécanismes divers, celui des atterrissements fluviatiles et celui de l'entassement des débris coquilliers, la terre ferme a dû progressivement s'étendre. Nous en indiquerons bientôt un autre mode dans les soulèvements tumultueux qui ont accompagné les révolutions géologiques ; mais on peut remarquer que ces deux modes d'extension des continents agissent pour ainsi dire en sens inverse l'un de l'autre, car le mécanisme des atterrissements est en quelque sorte un travail de dénivellation, d'aplanissement, sur l'ensemble du revêtement solide de la terre : travail qui tend incessamment à diminuer ce que d'énergiques soulèvements verticaux, répétés à des intervalles successifs et entrecroisant leurs directions, pourraient donner, à la longue, d'excessif aux irrégularités de la surface du globe.

Il y a une autre conséquence à tirer des particularités que nous venons d'indiquer sur la géographie des dépôts marins ; c'est que leur accroissement horizontal étant limité et ne s'étendant que progressivement à mesure que chaque partie du fond des mers s'élève d'une quantité suffisante pour l'habitation des coquilles, exhaussement qui coïncide assez sensiblement avec l'avancement de la terre ferme, il s'ensuit que les diverses parties d'une même formation doivent être pour ainsi dire en retraite l'une sur l'autre ; et qu'il en est de même, mais d'une manière beaucoup plus tranchée, entre deux formations successives séparées par une révolution géologique, c'est-à-dire par un exhaussement du sol beaucoup plus vaste encore. De là la conséquence que les divers terrains ou formations géologiques ne se sont pas accumulés en totalité l'un au-dessus de l'autre ; qu'il n'existe même que peu de localités où l'on trouve superposées des fleuves, comment peut avoir lieu l'alternance entre ces dépôts de nature si différente.

des roches appartenant à plus de trois ou quatre formations différentes; et il y en aurait moins encore sans certains changements relatifs dans le niveau des terres et des mers, dont nous parlerons ci-après. Pour rencontrer toute la série des formations, il faut donc parcourir horizontalement la surface des continents. Le relèvement des couches produit par les soulèvements successifs vient, d'ailleurs, les présenter alors à l'observation, les faire pour ainsi dire passer en revue; et c'est ce qui rend possibles les études de la géologie par le simple parcours, sans que l'on soit obligé d'avoir recours à des creusements du sol en profondeur.

Des fossiles.

Disons maintenant un mot des fossiles. Il y a dans les roches des empreintes de végétaux, des ossements d'animaux terrestres, enfin et surtout des restes d'animaux aquatiques. Les végétaux peuvent faire plus particulièrement juger du climat qui existait aux lieux et à l'époque où ils ont été enfouis; il ne subsiste plus d'eux qu'une petite quantité de charbon lorsque ce sont des branches ou des plantes épaisses, et une simple empreinte sans épaisseur quand ce ne sont que des feuilles minces, mais une empreinte qui conserve souvent la trace des dessins les plus délicats; c'est l'enfouissement des végétaux en grandes masses qui nous a donné les couches de charbon fossile. Les débris d'ossements ont surtout exercé le génie de Cuvier, qui a su y reconstruire dans leur entier des genres absolument inconnus de nos jours, et a montré que les animaux terrestres des divers âges (il n'en a existé toutefois que dans les dernières périodes) présentaient entre eux des différences essentielles, qui attestent de grandes révolutions sur la surface du globe d'une de ces périodes à l'autre. Quant aux coquilles, il y a lieu de distinguer d'abord entre celles qui appartiennent aux eaux douces et aux eaux salées; car une alternance entre des terrains qui renferment ces deux sortes de débris peut indiquer une fluctuation du niveau

relatif des mers, et l'examen général des formations présente plusieurs grands faits de ce genre, dont nous traiterons. Attachons-nous seulement ici quelques moments aux coquilles marines et à leur distribution dans les terrains.

De la répartition des espèces dans les couches d'une même formation.

La variation de densité de l'eau avec la température, et la particularité de son maximum à 4°, enfin les lois du mélange dans les liquides font que, d'une part, la différence de chaleur n'est pas à beaucoup près aussi sensible d'un lieu de la mer à l'autre, qu'on pourrait le croire d'après la différence des latitudes; et la loi de ces variations peut être encore changée bien plus notablement, si l'on considère des profondeurs diverses; il en résulte aussi, d'autre part, qu'en un même lieu la température des eaux étant essentiellement variable avec la profondeur et que la pression variant aussi d'une manière très-importante avec le même élément, le niveau où ont habité les coquilles est donc la circonstance qui sans doute doit avoir le plus d'influence sur la diversité de leurs espèces. A mesure qu'une formation géologique s'est élevée du fond d'une mer profonde en exhaussant progressivement ce lit jusqu'à le combler tout à fait (puisqu'il y a des formations de 1,000 mètres et plus d'épaisseur), la nature des mollusques qui vivaient sur ce fond des eaux a donc dû changer aussi peu à peu; et, en effet, de la base de chaque formation jusqu'à sa partie culminante, les géologues et les zoologistes ont, en général, observé une sorte de loi dans la distribution des espèces, loi qui se retrouve avec assez d'identité sur de vastes espaces. Mais, à notre avis, ils ont été trop loin dans la conséquence, lorsque, faisant concorder ces variations d'espèces suivant la profondeur avec certaines divisions que l'interposition de couches d'argile ou de grès formait dans une puissante formation calcaire par exemple, ils ont séparé cette formation en plusieurs *étages*, en donnant à cette séparation

une valeur absolue et générale. Ils ont été trop loin, à mon sens, en ce qu'ils paraissent supposer une sorte d'extinction successive des espèces pendant l'intervalle d'une même période géologique, et une série, pour ainsi dire, de petites révolutions qui les auraient anéanties ou transformées ; tandis qu'il nous paraît évident que les mollusques ont dû seulement se déplacer à mesure que le fond s'élevait, pour aller chercher en d'autres points la profondeur et la température qui leur convenait, et qu'ils ont dû vivre par conséquent en même temps que des espèces qui leur paraissent superposées dans l'ordre des couches uniquement parce qu'elles vivaient à une profondeur moins grande¹. Cette division en *étages* a d'ailleurs pour nous une valeur d'autant moins absolue, qu'attribuant les alternances d'argile et de sables entre les couches calcaires à des déplacements de l'embouchure des fleuves, nous ne saurions leur donner une importance générale dans l'histoire de chaque époque. En un mot, sans contester ce qu'il peut y avoir d'utilité pour les classements zoologiques, ou pour l'étude locale, dans la subdivision des formations en étages, néanmoins nous n'admettons comme division ayant marqué d'une manière *générale* dans l'ordre des *temps*, que celles qui sont indiquées par les mouvements des couches, par les différences de stratification, et qui correspondent aux grandes périodes géologiques que nous allons énumérer ci-après. En cela nous avons cru devoir donner notre opinion, d'ailleurs toute personnelle, afin que l'on ne cherchât dans nos classements de détail, que la limite de ri-

¹ Nous avons donné comme exemple applicable à ce point de vue, que nous croyons nouveau, celui des gryphées du terrain jurassique dont le têt, très-aplati dans les couches supérieures, devient de plus en plus voûté à mesure que l'on s'enfonce dans les parties basses de la formation : nous pensons que cette modification n'a eu d'autre but providentiel que de mettre l'habitation, le réceptacle de ces animaux en rapport avec les pressions diverses qu'ils avaient à supporter.

gueur à laquelle seule, d'après nos vues, nous avons pu songer à atteindre.

DES MODIFICATIONS QU'ONT SUBIES LES TERRAINS STRATIFIÉS.

Après avoir examiné ce qui a rapport à la formation des dépôts dans les eaux et à leur succession continue, parlons maintenant brièvement, et au point de vue général, des modifications et des troubles qu'ils ont subis dans le cours des révolutions du globe. Ces modifications ont eu lieu soit par rapport à la constitution intime des roches, soit relativement aux mouvements qu'elles ont éprouvés, aux dérangements violents qui ont affecté la position primitive des couches de chaque terrain.

Transformations des roches par échauffement.

Et d'abord, nous avons dit précédemment que, prises au moment de leur dépôt, les couches de sédiment ne seraient autres que des accumulations de sable et d'argile sans consistance, et de calcaire en grande partie pulvérulent : c'est la pression qui a particulièrement contribué à changer les sables en grès, les argiles en schiste¹ solide, et à donner de la compacité aux calcaires. Mais cette transformation est devenue bien plus complète et bien plus importante par l'intervention d'un autre agent naturel, la chaleur. L'action de la chaleur, exercée dans de vastes proportions sur l'économie des roches, a été particulièrement mise en lumière par de hautes et ingénieuses considérations sur l'origine des marbres, dont on doit à Hutton la première conception, et l'expérimentation à sir James Hall, son ami. Considérant que le calcaire est formé d'une partie fixe, la chaux, et d'une partie volatile, l'acide carbonique, ils ont conclu, par une déduction assez rationnelle, qu'il devait

¹ On nomme *schiste* toute roche feuilletée; mais la plus grande partie des schistes sont formés de roches argileuses, qu'on nomme alors *schiste argileux*. Il y a encore les schistes micacés, les grès schisteux, les marnes schisteuses, etc.

fondre sous l'action de la chaleur, s'il était mis dans des conditions propres à empêcher le dégagement du gaz. L'expérience confirma cette vue, et son résultat fut la transformation du calcaire en marbre. C'est ce qui a eu lieu dans la nature par des procédés semblables : le calcaire ne se dépose guère à l'état de marbre, si ce n'est dans les stalactites et dans quelques eaux extrêmement calmes; les grandes masses de marbre que l'on rencontre dans les formations géologiques, et surtout dans les terrains anciens, sont des transformations dues à l'action adventice d'une puissante chaleur, sous la pression des roches superincombantes qui empêchaient le dégagement du gaz. Le mélange d'argiles plus ou moins ferrugineuses, celui de matières animales, de coquilles, etc., a donné aux marbres leurs variétés de couleur.

L'action du feu ne s'est naturellement pas bornée aux calcaires : c'est elle qui, consolidant les schistes argileux, les a transformés en ardoises; qui, fondant quelquefois l'élément feldspathique des grès, les a changés en masses compactes souvent d'une dureté prodigieuse. Dans les terrains qui lui ont été soumis, partout où la silice s'est trouvée en contact avec des bases susceptibles de se combiner avec elle par fusion, elle les a fondues, dégageant, lorsque cela était possible, le gaz carbonique, et produisant par là, selon nous, les *éruptions* locales qui ont signalé l'apparition des roches de porphyre, d'ophite, etc., dont nous attribuons la production à des transformations de ce genre. Enfin nous avons signalé, selon nos idées, la transformation du granit lui-même, qui n'aurait pas été primitivement ce que nous le voyons, ainsi que celle des gneiss et des mica-schistes. De plus, la production des roches silicatées, celle du quartz des filons, ne se seraient principalement concentrées au voisinage du granit et du gneiss que par l'effet du gaz fluorique silicé, échappé pendant le travail de l'échauffement de ces roches, et qui aurait produit autour d'elles ces singuliers apports de silice.

Causes données à ces phénomènes de chaleur.

Maintenant quelle est l'origine de cette chaleur ? Hutton la faisait agir incessamment au-dessous du fond des mers ; mais, selon lui, elle devenait surtout sensible par l'éruption des roches ignées. Depuis ce grand naturaliste, on est resté plus ou moins voisin des mêmes idées, et c'est particulièrement au granit ou à des émanations souterraines dépendant de son soulèvement que l'on a attribué ces grands phénomènes calorifiques. Nous avons dit brièvement ce que nous pensions à ce sujet en traitant du granit, qui, selon nous, est un effet et non pas une cause sous ce rapport. La masse immense des terrains échauffés, l'instantanéité, pour ainsi dire, de cet échauffement sur de grands espaces, nous paraissent, d'ailleurs, hors de proportion avec ce qu'aurait pu produire la simple communication de la chaleur de cette roche. Nous avons dit que pour nous la cause de ces phénomènes intermittents de chaleur terrestre était l'action de l'eau et de l'air pénétrant, par de vastes fractures, lors de chaque révolution géologique, jusqu'à la partie encore oxydable de l'écorce du globe.

Un premier mot sur les dérangements violents de la stratification.

Il nous resterait à parler des mouvements violents qu'ont subis les terrains à diverses époques postérieures à leur dépôt, et qui en ont incliné, ployé, soulevé les couches au-dessus de leur niveau primitif. La mer, comme nous l'avons vu, donne incessamment aux atterrissements formés au fond de ses eaux une surface sensiblement horizontale, ou du moins à pente très-faible ; et la stratification se continue ainsi régulièrement pendant tout l'intervalle d'une période de dépôt, c'est-à-dire entre deux révolutions géologiques consécutives. Mais, à chacune de ces révolutions, une partie des couches précédemment déposées a été brusquement redressée : c'est là qu'est l'origine des

montagnes. Puis, une période de repos succédant à cette commotion, de nouvelles couches horizontales sont venues se déposer au pied des couches redressées, inclinées, des formations précédentes; et, en même temps, d'autres espèces animales, des végétaux d'un autre climat ou d'un autre ordre, viennent se montrer aux lieux habités auparavant par une population toute différente.

Leur concordance avec les changements d'époques géologiques.

Un caractère très-important à signaler, c'est que ces deux ordres de faits concordent constamment: c'est que les mouvements qui ont changé l'inclinaison des couches s'appliquent toujours à des formations entières, de telle sorte que cette circonstance de *la discordance des stratifications* est celle dont les géologues se servent habituellement pour distinguer entre elles les couches de deux terrains consécutifs; de telle sorte enfin qu'au lieu de dire qu'un *terrain* ou *formation* est un ensemble de dépôts où le caractère général des roches et des débris fossiles ne varie pas sensiblement, on pourrait se borner à cette définition équivalente: un *terrain*, une *formation* géologique, est un ensemble de dépôts dont les couches affectent entre elles en tous lieux un parallélisme sensiblement constant.

C'est dans ce caractère qu'apparaît le mieux la généralité des phénomènes de soulèvement, leur universalité, pour ainsi dire, à un moment donné; c'est ce qui fait, en un mot, de ce phénomène et de l'élevation des chaînes de montagnes, qui en est la conséquence, la véritable personnification physique des révolutions du globe. Nous n'en voulons point parler davantage en ce moment: c'est après avoir donné la nomenclature, le classement des formations elles-mêmes, que nous pourrons revenir sur les caractères, sur le mécanisme de ces mouvements et en déduire quelques conséquences relativement aux lois géométriques des révolutions terrestres. Passons d'abord brièvement

en revue la classification des terrains correspondant à chaque âge géologique.

DES TERRAINS OU FORMATIONS GÉOLOGIQUES.

Leur classification par les anciens géologues en quatre groupes.

Les géologues de la fin du siècle dernier, qui, les premiers, se sont occupés d'une manière rationnelle de la succession des terrains, les classaient en terrains *primitifs*, terrains *de transition*, terrains *secondaires* et terrains *tertiaires*.

Les terrains primitifs comprenaient toutes les roches cristallines anciennes, non fossilifères; les secondaires comprenaient d'une manière générale les couches compactes à fossiles, et particulièrement les grandes formations calcaires qui, dans nos contrées, composent toute la partie moyenne de la série des terrains. Le groupe des roches de *transition* était censé former le passage entre les roches cristallines et les couches secondaires; c'étaient, en grande partie, les schistes et les grès les plus anciens. Enfin le nom de terrain *tertiaire* s'appliquait à toutes les couches les plus modernes d'argile, de sable, de marne, de travertin; c'était, du reste, une partie fort peu étudiée, et qui n'a commencé à être l'objet d'une attention sérieuse qu'à partir des belles recherches de MM. Cuvier et Brongniart sur le terrain des environs de Paris.

Classification moderne.

La classification précédente, qui se rapportait uniquement à une sorte d'idée préconçue de progression continue dans la formation des dépôts et l'extension des terres continentales, ne pouvait satisfaire la géologie moderne lorsqu'elle en est venue à scinder les âges géologiques d'après la considération des révolutions du globe. Cependant, comme cette classification d'ensemble se rapportait à des caractères généraux auxquels on ne pouvait refuser une certaine réalité, on l'a conservée implicitement, se contentant de subdiviser ces grands groupements en

autant de périodes qu'il y a d'âges différents caractérisés par la variation des espèces fossiles et séparés par des révolutions distinctes. Nous allons les énumérer, en indiquant brièvement leurs caractères principaux.

TERRAIN PRIMITIF.

Le nom de *terrain primitif* a été conservé, par extension, à presque toutes les roches cristallines; néanmoins on ne peut plus rationnellement l'appliquer qu'au granit proprement dit, le gneiss et le micaschiste devant appartenir à une des époques de sédiment suivantes.

TERRAINS DE TRANSITION.

Le terrain de *transition*, au contraire, a pris, depuis les observations modernes, un développement très-grand: on l'a subdivisé en trois époques; et, comme cette division a été plus particulièrement étudiée et reconnue en Angleterre, on a donné à ces trois formations des noms tirés de certaines provinces anciennes ou modernes de cette contrée, ce sont ceux de:

I. TERRAIN CAMBRIEN.

II. TERRAIN SILURIEN.

III. TERRAIN DEVONIEN.

Ces trois formations contiennent bien, comme l'admettaient les anciens pour leur terrain de transition, les plus anciennes couches de schiste et de grès; mais elles ne sont point bornées là; elles contiennent, par exemple, de puissantes couches de calcaire, souvent pétri de fossiles ainsi que les schistes: ce calcaire est ordinairement à l'état de marbre, à cause des modifications calorifiques que ces terrains ont subies; par la même raison, les schistes y sont souvent aussi à l'état ardoisier; mais il y a en définitive tout lieu de croire que toutes les roches de ces époques se sont formées originairement dans des conditions assez semblables à ce qui se passe de nos jours: ainsi un

des fossiles marins les plus abondants de ces époques se trouve encore aujourd'hui dans nos mers, c'est le nautilé.

Les gneiss, schistes micacés, schistes ardoisiers, sont comparativement plus abondants dans le terrain *cambrien*, le plus ancien; les calcaires se montrent plus particulièrement dans l'étage *silurien*, et enfin l'étage *devonien* est remarquable par l'abondance des grès, au moins dans l'Europe occidentale; il renferme aussi des couches de houille.

Tous ces terrains, outre les distinctions que la stratification fournit, sont caractérisés par des fossiles d'espèces particulières qui ont été étudiés, surtout dans ces derniers temps, par MM. Murchison, de Verneuil, d'Archiac, dans des contrées très-diverses, depuis l'Oural jusqu'aux États-Unis d'Amérique, et partout les caractères spécifiques se sont soutenus avec une constance très-remarquable. Les principaux fossiles sont les nautilés et orthocères, céphalopodes à tube cloisonné, enroulé chez l'un, droit chez l'autre; les trilobites, sorte de grands cloportes marins, à trois lobes longitudinaux; les térébratules, spirifères et productus, brachyopodes à deux valves bombées, attachés aux rochers par une sorte de bec; les encrines, crustacées à longue tige articulée, etc. L'étage devonien (vieux grès rouge des Anglais) renferme beaucoup de poissons, et, en général, on doit remarquer que les animaux marins de ces époques sont, dans leurs genres, d'une organisation aussi compliquée et aussi parfaite que peuvent l'être ceux de nos jours.

TERRAINS SECONDAIRES.

IV. TERRAIN HOUILLER.

La formation qui a suivi immédiatement les époques de transition est celle du terrain houiller, formation très-remarquable par sa richesse en couches de combustible. Il est douteux s'il faut la comprendre dans cette série qu'on a vaguement nommée *terrains secondaires*; comme elle a été presque partout très-

bouleversée, elle semble se grouper plus naturellement avec les formations antérieures; elle porte, du reste, des caractères très-particuliers.

Le terrain houiller, dans nos contrées, est presque toujours formé par un ensemble, quelquefois très-puissant, de couches de grès et d'argile schisteuse; mais, en Angleterre, en Russie, aux États-Unis d'Amérique, en Belgique même, il renferme aussi d'épaisses couches de calcaire, nommé *calcaire carbonifère*, qui contient souvent de nombreuses coquilles fossiles; néanmoins les couches de charbon se rencontrent particulièrement au milieu des grès et des schistes, dont le système est supérieur à celui du calcaire. Il est pour nous extrêmement probable en effet que le dépôt houiller n'a pu se former qu'après le comblement de la portion de mer où ce calcaire s'était amoncelé. On a dit aussi qu'en Russie et en Espagne il y a des couches de houille subordonnées au calcaire marin, mais nous regardons comme probable qu'on a réuni là deux formations dans une seule: le terrain houiller se confond en effet assez facilement, soit avec le terrain de transition supérieur, qui renferme aussi des grès et des couches de charbon, soit avec le terrain du nouveau grès rouge et du zechstein qui le surmonte immédiatement, et dont nous parlerons ci-après.

Un des caractères les plus remarquables du terrain houiller est la singularité de sa flore fossile. On y trouve en très-grande abondance des cryptogames arborescentes d'une stature gigantesque, telles que les fougères en arbres, les lycopodes; on y trouve d'énormes roseaux creux, des monocotylédons du genre palmier; mais rien qui rappelle la flore dycotylédone des temps actuels. On ne s'accorde pas bien sur les conditions climatiques qu'a exigées l'accroissement de ces plantes; comme les fougères en arbres ne sont connues que dans la zone torride, on a conclu qu'il devait y avoir une chaleur considérable; la grandeur de ces végétaux et l'abondance de charbon qu'a fourni leur en-

fouissement prouve aussi la grande quantité d'acide carbonique qui surchargeait alors l'atmosphère. Un fait bien digne de remarque, c'est que les mêmes végétaux gigantesques se retrouvent dans les terrains houillers du Spitzberg et de la Sibérie, ce qui paraît démontrer que la loi des climats différait alors beaucoup de celle d'aujourd'hui.

Quant aux couches de charbon, elles se rencontrent à toutes les hauteurs dans le système des grès et des schistes, et il en existe souvent un grand nombre superposées à diverses distances l'une au-dessus de l'autre; leurs épaisseurs varient de 0 jusqu'à 30 et 40 mètres; cependant la puissance la plus ordinaire est de $1\frac{1}{2}$ à 3 mètres. On est d'accord aujourd'hui pour admettre que ces couches ont été produites par le long entassement de végétaux sur la place même où ils ont crû, à la manière dont se forment encore aujourd'hui les tourbes. Quant à leur récurrence et leur alternance avec de puissantes couches d'alluvion, on a imaginé des enfoncements successifs du sol; pour nous, nous l'expliquons, ainsi que nous l'avons dit, par le déplacement du lit des fleuves. L'époque du terrain houiller n'est pas la seule qui a produit des houilles; mais aucune n'en a produit des entassements aussi prodigieux. Cette époque, dont les caractères si particuliers se retrouvent à peu près identiques sur des points du globe extrêmement éloignés, laisse pour les géologues le champ encore ouvert à des études climatologiques très-importantes.

V. TERRAIN DU NOUVEAU GRÈS ROUGE ET DU CALCAIRE MAGNÉSIEEN.

Le terrain houiller est surmonté par une formation principalement composée de grès, quelquefois avec mélange de schistes, et qui s'en distingue difficilement, parce que les stratifications sont ordinairement concordantes; mais elle ne renferme pas de charbon. Les fossiles y sont rares; cependant c'est dans des couches dépendant de cette formation (schistes cuivreux de la Thuringe), que l'on trouve les premiers sauriens. Il

est probable que c'est seulement après l'épuration produite par la végétation de l'époque houillère que l'atmosphère est devenue respirable.

Les grès de cette formation sont, en général, à gros fragments, et souvent la pâte en est colorée; c'est ce qu'on nomme *le nouveau grès rouge* en Angleterre, le *rothliegende* en Allemagne; nous y rangeons aussi les amas caillouteux du grès des Vosges, mais M. Élie de Beaumont les distingue en une formation particulière. Celle qui nous occupe renferme aussi des couches de schiste, comme les schistes cuivreux du Mansfeld, les schistes bitumineux d'Autun, etc.; enfin l'on y trouve un calcaire appelé *zechstein* par les Allemands, *calcaire magnésien* par les Anglais, mais qui ne paraît pas avoir de représentant en France, au moins sur une grande échelle. Dans nos idées, le calcaire magnésien doit être généralement un dépôt de mers intérieures ou de lacs salés; les caractères généraux de cette formation sont en effet ceux d'une formation plutôt terrestre que marine, au moins dans l'Europe occidentale. Mais, d'après MM. de Verneuil et Murchison, elle couvre en Russie de très-grandes étendues de terrain, avec des caractères particuliers.

VI. TERRAIN DU GRÈS BIGARRÉ ET DES MARNES IRISÉES.

C'est ici, à proprement parler, que devrait commencer la série des terrains secondaires : les terrains qui vont suivre sont, en général, beaucoup moins tourmentés que les précédents, moins déviés de la stratification horizontale; mais un caractère des plus remarquables, c'est qu'en ce point de la série on observe un changement absolu, complet, dans la nature des espèces animales et végétales, de telle sorte que pas une, pour ainsi dire, des *espèces* de coquilles propres au terrain qui nous occupe n'a son analogue dans les formations inférieures. Évidemment, il y a eu entre l'époque du terrain houiller et celle du *grès bigarré* une révolution climatérique des plus considérables.

C'est en Allemagne, et en France sur les frontières allemandes, que la formation qui nous occupe paraît être le plus développée; elle y consiste en grès nommé *grès bigarré*, à cause de sa bigarrure de couleur rouge et jaune, en marnes très-puissantes, nommées *marnes irisées*, par la raison encore de leurs accidents de coloration, et qui renferment des couches de sel gemme et du gypse; enfin il s'y joint un calcaire très-coquiller, peu puissant, nommé par les Allemands *muschelkalk*. C'est ce terrain qui, traversé en Bavière et dans le Wurtemberg par des sondages dont quelques-uns sont maintenant extrêmement profonds (plus de 700 mètres), fournit d'abondantes sources salées; c'est lui aussi où sont creusées nos salines de l'Est. Il semble que le sel et le gypse soient particuliers à cette formation comme la houille au terrain houiller. Nous rapportons aussi la formation du sel gemme à des lacs salés, et, d'après cette vue comme d'après l'abondance des grès que présente ce terrain et la rareté du calcaire, il résulterait que, sur la surface de l'Europe, une grande étendue de terre aurait été à découvert pendant cette époque.

Sur une assez grande partie de la France, le calcaire correspondant au *muschelkalk* manque, et souvent aussi le grès domine beaucoup sur les marnes; ce grès est, en général, peu cimenté, à structure lâche et peu solide, facile à raviner par les eaux; cependant il est quelquefois employé aux constructions.

Les fossiles indiquent un climat chaud; la végétation est abondante en cycadées et conifères; il y a des fougères et aussi des roseaux gigantesques; parmi les coquilles, ce sont les céphalopodes qui présentent les caractères les plus particuliers. Il y a parfois dans le grès bigarré quelques couches de houille.

VII. TERRAIN JURASSIQUE OU FORMATION DE L'OOLITHE.

La formation qui a suivi celle du grès bigarré présente, sur la surface de l'Europe, des masses énormes de calcaire; en cer-

tains points elle en est presque entièrement composée. Elle se distingue aussi en ce que, sur de grands espaces, elle élève des couches horizontales à une hauteur considérable, et le fait nous paraît être trop général pour être attribué à une anomalie de soulèvement ultérieur : il y a lieu de conjecturer que le niveau relatif des mers était fort exhaussé à cette époque dans nos contrées.

Cette formation est une des plus étudiées sous le rapport des coquilles fossiles. En Angleterre, où elle est composée d'une alternance entre d'épaisses couches d'argile et de puissantes couches calcaires, on a dressé des listes de fossiles propres à chacune de ces divisions, et la succession des espèces s'est retrouvée sensiblement concordante dans des localités fort éloignées, comme le Jura par exemple. Il y a des coquilles qui sont considérées comme *caractéristiques* de chacune des divisions dont nous parlons.

Cette particularité et le mode de séparation des masses calcaires par des couches d'argile et de grès ont porté les géologues anglais à diviser la formation qui nous occupe en étages, au nombre de quatre, subdivisés à leur tour en couches de nature diverses. En voici le tableau, en commençant par la partie supérieure.

<i>Oolithe supérieure</i>	}	Calcaire et sable de Portland.
		Argile de Kimmeridge.
<i>Oolithe moyenne</i>	}	Calcaire à coraux (coral rag).
		Argile d'Oxford (Oxford clay).
		Calcaires à polypiers, appelés <i>cornbrash</i> et <i>forest marble</i> .
<i>Oolithe inférieure</i>	}	Grande oolithe de Bath (calcaire).
		Terre à foulon.
		Oolithe inférieure (calcaire).
		Sables silicéo-calcaires.
		Marnes supérieures du lias.
<i>Lias</i>	}	Calcaire bleu.
		Marnes inférieures et grès du lias.

Les calcaires de cette formation ont reçu le nom d'*oolithes* à cause de la structure grenue qu'ils affectent en certaines localités; ils sont alors généralement blancs ou un peu jaunâtres. Mais cette particularité de structure ne se rencontre point partout, à beaucoup près. Les calcaires compactes de ce terrain, surtout dans les parties inférieures, ont ordinairement une couleur gris-bleuâtre assez caractéristique. Comme le terrain qui nous occupe constitue une très-grande partie des montagnes du Jura, on lui applique plus généralement en France la dénomination de *formation jurassique* ou *du Jura*. Il couvre, en outre, une notable portion du sol entier de la France, et, dans les Alpes, il acquiert une très-grande épaisseur.

Nous avons dit que, dans toutes ces contrées, on retrouve par les fossiles une analogie plus ou moins grande avec la division adoptée pour l'Angleterre; on doit bien penser cependant, d'après sa complication, que l'identité ne saurait se poursuivre partout dans les détails; ordinairement les analogies se bornent aux quatre groupes principaux, dont certains viennent même à manquer ou à être absorbés par l'exagération des autres. Quant aux détails de la composition des étages, nous citerons le résultat suivant: en Angleterre, l'épaisseur totale des couches d'argile est double environ de celle des calcaires, tandis qu'en Franche-Comté elle en est à peine le tiers; et c'est cependant la contrée où les rapports de cette formation avec les localités anglaises sont le mieux constatés. Dans le centre et le midi de la France, les couches argileuses s'évanouissent souvent entièrement; cela rend la séparation des étages quelquefois très-difficile. Dans les Alpes¹, toute la formation, dont la puissance dépasse souvent 1500 mètres, consiste en une énorme série de schistes calcaires ou marneux, de couleur foncée, surmontée d'une puissante assise compacte de calcaire gris. On voit par là

¹ S. Gras. *Statistique minéralogique du département des Basses-Alpes*, p. 36.

combien l'importance à donner aux subdivisions d'un même terrain est limitée; nous avons dit, du reste, notre opinion à ce sujet en parlant de la distribution générale des fossiles.

Sous le rapport zoologique, la formation jurassique est remarquable par la présence de sauriens gigantesques, de serpents nageurs, de lézards volants, animaux d'une forme tout à fait extraordinaire et sans analogues de nos jours. C'est néanmoins le premier terrain où l'on trouve quelques restes de mammifères. Quant aux coquilles marines les plus communes, ce sont: les gryphées, sorte d'huître à têt voûté; les ammonites, coquille spirée qui y atteint quelquefois le diamètre d'une roue de carrosse; les bélemnites, tubes calcaires à bout plein, cylindroïdes et pointus, qui paraissent avoir appartenu à un animal semblable à la sèche; les térébratules, brachyopodes bivalves qui s'attachaient aux rochers par un tentacule; les encrines, crustacées colonnaires, les peignes, etc., etc. Des espèces différentes de ces fossiles sont affectées à chaque étage de la formation, et plusieurs en sont regardés comme caractéristiques.

Le terrain jurassique renferme çà et là de vastes couches de minerai de fer, dont la structure est quelquefois oolithique comme celle des calcaires eux-mêmes.

VIII. FORMATION DU GRÈS VERT OU TERRAIN CRÉTACÉ INFÉRIEUR.

IX. CRAIE PROPREMENT DITE OU TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.

La formation crétacée succède au terrain jurassique; mais on a reconnu dans ces derniers temps qu'elle se divisait en deux périodes, et les belles observations de M. Élie de Beaumont ont particulièrement montré qu'elles étaient séparées par une des révolutions du globe: elles ont donc été distinguées, et ont été nommées l'une formation du *grès vert*, l'autre formation de la *craie* proprement dite.

Ces deux formations, importantes par leur masse, présen-

tent de l'intérêt sous un autre point de vue, c'est que l'inférieure offre l'exemple d'une grande masse de terrains d'eau douce comprise entre les deux plus puissantes formations de calcaire marin que l'on connaisse, savoir l'oolithe et la craie : et, comme précisément dans les points où l'on peut le mieux observer ces faits il n'y a pas discordance dans les stratifications, on ne peut méconnaître une fluctuation considérable dans le niveau relatif général des terres et des mers, de l'une à l'autre de ces trois époques.

C'est en Angleterre et dans la Picardie que le terrain crétacé inférieur se présente sous la forme de couches sableuses, ferrugineuses, où l'on ne trouve que des fossiles *d'eau douce*; ailleurs une grande partie de ce terrain consiste en grès, ordinairement à ciment calcaire, et parsemé de grains verts (silicate de fer). On y trouve aussi des calcaires et des marnes, que l'on a nommés *calcaire néocomien*, parce qu'il a été observé pour la première fois aux environs de Neufchâtel. C'est la formation néocomienne qui renferme la plupart des couches de minerai de fer en grains de la Champagne, de la Franche-Comté et même du Périgord.

La *craie* proprement dite est un calcaire tendre, ordinairement blanc, peu distinctement stratifié, renfermant des silex non roulés, qui paraissent être des pétrifications de polypiers. Il existe en grandes masses, surtout dans le nord de l'Europe, et témoigne du retour d'une grande profondeur d'eaux marines dans les localités où s'étendaient des bassins d'eau douce lors du dépôt de la formation précédente, celle du grès vert. C'est la craie qui couvre une si grande partie de la Champagne; c'est elle aussi qui forme les collines de Meudon près Paris.

Les calcaires et les grès des deux formations crétacées présentent des caractères différents de ceux du Nord dans les montagnes du midi de la France, où ils existent en grandes masses ainsi que dans les montagnes de l'Algérie. Le terrain crétacé

des Pyrénées, qui forme presque toute la hauteur du Mont-Perdu, est en général compacte, dur, de couleur sombre; sans doute les bouleversements qu'il a éprouvés sont les causes de cette modification remarquable. Il faut observer du reste que ces deux zones du Nord et du Midi paraissent s'être déposées dans deux bassins de mer différents, séparés par la ligne des hauteurs primitives et jurassiques du centre de la France.

Les fossiles des deux formations crétacées ne diffèrent pas entre eux d'une manière très-notable; et ils se distinguent plutôt par les espèces que par les genres de ceux de la formation jurassique, où les conditions climatiques ne paraissent pas avoir été très-dissemblables. On y trouve aussi de grands sauriens; parmi les coquilles, les plus communes sont: les oursins, les ammonites, les bélemnites, les peignes (*P. quinquecostatus*); diverses coquilles turbinées; les hippurites, coquille en forme de racine d'arbre, à laquelle on ne connaît rien d'analogue dans le vivant; les nummulites, coquille spirée excessivement plate, assez semblable à une pièce de monnaie, etc., etc.

Dans le grès vert du Midi on trouve des couches de combustible, du sel gemme et du gypse. Les principaux végétaux qu'il présente lorsqu'il est marin sont des fucoïdes.

X, XI ET XII. TERRAINS TERTIAIRES.

On comprend sous le nom de terrains tertiaires tous les dépôts postérieurs à la craie; mais cette série renferme en réalité trois formations, quatre même, si l'on y comprend les grandes alluvions modernes appelées le *diluvium*.

Toutes les parties de ce vaste groupe présentent (au moins dans le pays de plaine) une physionomie assez reconnaissable, qui provient en particulier du peu d'agrégation des roches dont ces terrains modernes sont formés. Ils sont plus abondants que tous les précédents en couches de sables; de marnes, en grès à ciment calcaire, en calcaires analogues aux travertins;

enfin, au pied des montagnes, ils présentent de vastes entassements de galets roulés. Toutes ces circonstances tiennent à des causes qu'il est trop facile de déduire pour que nous en parlions ici.

Les terrains tertiaires existent particulièrement dans les plaines, et ils sont, comme il est naturel de le penser, les moins fortement dérangés de toute la série géologique; cependant, dans certains pays de montagnes, et notamment dans les Alpes, ils ont subi de grands bouleversements. M. Élie de Beaumont, dans les belles observations qu'il a faites sur ces montagnes à l'appui de ses *Recherches sur les révolutions du globe*, a établi la distinction de stratification des trois étages tertiaires, et a montré qu'entre chacun d'eux venaient se placer de grands mouvements du sol d'une direction particulière, sensible dans le relief même des Alpes.

La distinction des fossiles s'harmonise aussi avec ce résultat; mais il est bon de dire que, dans l'ensemble des formations tertiaires, ils présentent des rapports beaucoup plus grands avec l'époque actuelle que dans toutes les formations précédentes. C'est surtout depuis leur origine que l'on voit apparaître de nombreux débris de mammifères; la nature de ces êtres, surtout de ceux qui appartiennent au terrain tertiaire inférieur et qu'a reconstitués Cuvier, diffère néanmoins beaucoup des genres que nous connaissons aujourd'hui.

Il ne peut entrer dans notre plan de passer en revue les trois formations tertiaires et leurs caractères particuliers; elles sont d'ailleurs beaucoup plus faciles à caractériser en ensemble qu'en détail, c'est-à-dire que, quand la stratification ne vient pas en aide, il est souvent très-difficile d'assigner à quel étage un ensemble de roches tertiaires appartient, tandis qu'il n'y a aucun doute qu'elles soient tertiaires. Ce sont presque partout des formations terrestres ou littorales, présentant des mélanges

d.

de couches marines et d'eau douce, et donnant l'idée de dépôts formés par de grands fleuves dans des golfes bientôt comblés ou même dans des lacs ou mers intérieures. Le bassin de Paris, le premier étudié et illustré par les belles recherches de MM. Cuvier et Brongniart, a été, en général, pris pour type de la série tertiaire : il présente éminemment les alternances dont nous venons de parler. Sa partie inférieure est formée d'abord par des masses d'argile d'eau douce et des sables avec des couches de lignites ; puis vient un calcaire marin, mais renfermant plutôt des coquilles d'embouchure, telles que les cérites : on le nomme calcaire grossier ; il passe à des marnes gypsifères et à un calcaire siliceux fournissant des pierres meulières, qui est d'eau douce. Les plâtrières de Montmartre appartiennent à ces dépôts de gypse ; c'est là qu'étaient enfouis les restes de mammifères qui ont fait le sujet principal des travaux de Cuvier. Dans ce terrain inférieur on trouve aussi des débris de crocodiles et des végétaux de l'espèce des palmiers ; tout y indique une température tropicale. La seconde époque paraît commencer au grès marin de Fontainebleau, et aboutir aussi à des meulières, marnes et calcaires d'eau douce. Dans le midi, où la division entre les deux premiers étages tertiaires est encore assez problématique, le second paraît être caractérisé aussi par le retour de mollasses marines après des terrains d'eau douce. C'est l'époque où le pied des hautes montagnes du sud, comme les Alpes et les Pyrénées, commençait à se charger d'une accumulation de bancs de galets, ce qui indique une grande force torrentielle, la présence des neiges et peut-être déjà celle des glaciers. Une circonstance très-curieuse à signaler, c'est que des roches d'un des derniers étages tertiaires (nous croyons qu'elles appartiennent au 3^e) présentent, notamment en Toscane, des empreintes de plantes et arbres de nos climats, tels que chênes, aulnes, saules, etc. Le principal type marin des terrains tertiaires supérieurs, qui ne sont guère indiqués dans le nord de la

France que par des alluvions, sont les marnes subapennines; elles indiquent encore par leurs coquilles une similitude avec l'état actuel de nos climats.

XIII. DILUVIUM.

Enfin la formation la plus moderne, postérieure aux derniers mouvements sensibles dans nos contrées, et qu'on a voulu nommer quaternaire, consiste surtout en terrains de transport renfermant de grands animaux des tropiques, tels que l'éléphant fossile. C'est spécialement l'époque de ces alluvions immenses à gros galets qui ont couvert au loin le pied des montagnes de l'Europe et que l'on nomme le diluvium.

Nous ne parlerons pas des blocs erratiques associés en partie à ce diluvium, ni des causes qu'on leur a assignées; il ne peut être dans notre plan d'entrer dans la discussion entre l'hypothèse des courants et celle de l'extension des glaciers: notre opinion n'est pas douteuse, mais ce débat est encore trop actuel parmi les géologues. Tout ce qu'il importe de dire ici c'est que ce diluvium forme, en général, la base de ce que l'on nomme les alluvions de nos plaines, remaniées par le cours actuel des fleuves.

GÉNÉRALITÉS SUR LES RÉVOLUTIONS GÉOLOGIQUES.

Nous avons terminé cet exposé rapide de la série des formations géologiques, auquel il était assez difficile de donner la mesure convenable sans trop d'extension ni de brièveté. Nous espérons qu'il paraîtra suffisant pour donner quelque idée des recherches géologiques et en inspirer quelque peu l'intérêt; mais les notions générales que nous avons voulu donner ne seraient pas assez complètes, si nous ne revenions encore en quelques mots sur le mécanisme des révolutions successives que les diverses formations ont éprouvées, et si nous n'indiquions par suite quelques grandes lois auxquelles l'observation de ces faits a conduit la science moderne.

Trois ordres de faits.

Il y a trois ordres de faits à signaler dans les révolutions géologiques : 1° le changement brusque et permanent des espèces animales et végétales ; 2° la superposition et l'alternance plusieurs fois répétées de formations d'eau douce et de puissantes formations marines déposées dans des mers très-profondes ; 3° enfin les mouvements violents qu'ont subis les couches des terrains horizontalement déposées, mouvements qui ont formé la principale origine des montagnes.

Changements organiques.

Le premier fait, qui forme un des traits les plus caractéristiques de la géologie, ne peut être ici que cité ; nous y ajouterons une seule réflexion, c'est qu'à notre sens il implique autre chose que de simples catastrophes qui auraient détruit les races, il atteste des modifications climatiques. Les formations sont étudiées aujourd'hui sur des espaces distants de plusieurs milliers de lieues, et partout on les a vues conserver de l'une à l'autre leurs distinctions spécifiques ; or il n'y a point de catastrophe qui ait pu anéantir les races marines et la végétation sur de pareilles étendues, et cela fût-il, ce ne peut être là une raison naturelle suffisante qui explique comment la Providence aurait été déterminée à faire succéder, aux mêmes lieux, des plantes et des animaux d'un tout autre ordre.

Fluctuation du niveau relatif des mers.

Quant au second fait, quoiqu'il ait été peu étudié, trop peu remarqué même peut-être, il n'est pas moins certain que le premier, et sa périodicité lui donne encore un intérêt particulier, en montrant qu'il tient certainement à quelque grande loi naturelle. Nous avons vu en effet au-dessus des formations du grès houiller, du grès rouge et du grès bigarré qui indiquaient de

grandes étendues de continent, des lacs salés ou des mers intérieures, nous avons vu, dis-je, au-dessus de ces formations pour ainsi dire terrestres, s'accumuler les calcaires jurassiques, indice d'une mer très-profonde; au-dessus d'eux et sans que souvent la stratification cesse d'être sensiblement concordante, nous voyons s'étendre de nouveau les couches d'eau douce qui constituent une portion du grès vert, surmonté lui-même par les puissantes masses marines de la craie; enfin à celle-ci succèdent les terrains tertiaires, formations éminemment continentales. Ces faits sont si généraux et observés en tant de points où la stratification n'est aucunement dérangée, qu'il est impossible de les attribuer à des ploiments de couches. Il n'y a que deux manières de les expliquer : ou de supposer des exhaussements ou des enfoncements brusques de continents entiers, phénomènes dont rien encore ne nous fait présumer quelle aurait été la cause; ou bien d'admettre que les révolutions géologiques qui ont séparé les formations successives ont été accompagnées de déplacements du lit ou du niveau des mers. Nos opinions personnelles nous portent vers cette dernière manière de voir.

Ploiments et redressements des couches. — Leur direction linéaire.
Soulèvements par compression horizontale.

Arrêtons-nous un peu plus fortement sur les dérangements violents de la stratification, dont nous avons dit déjà quelques mots. Nous avons dit qu'à chaque révolution géologique une partie des couches précédemment déposées avait été plus ou moins inclinée, soulevée hors de sa position première, de manière néanmoins que toutes celles qui appartiennent à une même formation conservent entre elles le parallélisme ou du moins témoignent avoir obéi aux mêmes mouvements. Ce qui caractérise particulièrement ces mouvements, c'est d'être coordonnés à des axes, à de grandes lignes de direction, et non point limités autour d'un centre ou d'un massif : c'est ce carac-

tère qui constitue surtout la généralité du phénomène; en voici un autre non moins important. Les soulèvements qui ont produit les montagnes ne sont pas de simples inclinaisons de couches, ce sont des ploiements complets, des plissements à mille replis parallèles, qui ont concentré, condensé les couches vers leur ligne de soulèvement principal, au lieu de les en écarter comme le ferait un soulèvement par une force verticale et centrale. Cette disposition devient évidente lorsque l'on observe les nombreux replis parallèles des couches dans une chaîne de montagnes, et la structure si fréquente à sa ligne culminante, qui consiste en ce que les couches centrales y sont verticales; tandis que, de chaque côté, les couches voisines vont en divergeant de part et d'autre en sens contraire. L'ensemble de ces dispositions en un mot donne l'idée d'un soulèvement non par une force ascensionnelle, mais par une double compression horizontale; elle donne l'idée d'un *refoulement* des couches, mot qui a été créé par Saussure pour rendre l'image que lui représentaient les bouleversements des terrains des Alpes, et qui exprime parfaitement bien, dans toute sa généralité, le phénomène auquel est dû le soulèvement des montagnes.

Depuis cet illustre naturaliste, l'attention des géologues était restée fixée, à la vérité, sur le fait si important de la direction linéaire des chaînes de montagnes et des couches de différents terrains qui s'y trouvent redressées; quelques grands observateurs, tels que MM. de Humboldt et Léopold de Buch, avaient même donné à ce point de vue une attention particulière; mais l'importance trop exclusive attachée par les savants pendant une certaine époque aux soulèvements granitiques ou porphyriques, avait fait pour ainsi dire oublier la grande vue des *refoulements* horizontaux, lorsqu'il y a peu d'années M. Élie de Beaumont, en présentant sous un jour tout nouveau le mécanisme et la généralité du phénomène de soulèvement, a fait revivre cette importante considération dans la science.

Lois générales établies par M. Élie de Beaumont.

Les belles déductions que ce savant géologue a su tirer d'une série d'observations nombreuses l'ont amené à établir plusieurs principes et grandes lois de la plus haute importance pour la géologie générale. Je dois me borner à en citer l'énoncé.

I. Les dislocations du sol auxquelles est dû le soulèvement des montagnes, et qui ont séparé l'une de l'autre les diverses formations ou âges géologiques, sont caractérisées par le *parallélisme de direction dans les mouvements contemporains*, de telle sorte que les terrains soulevés à la même époque l'ont été suivant la même orientation. M. Élie de Beaumont a fixé par l'observation les directions successives de soulèvement qui ont marqué dans nos contrées la fin de chaque période géologique, et il les a caractérisées chacune par un système de montagnes dans l'alignement duquel elle domine.

II. Ces dislocations consistent en une série de plissements parallèles qui s'étendent sur de longs espaces, et qui sont dus à une action générale embrassant tout cet espace à un moment donné.

III. Quelques-uns de ces alignements, dessinés sur la surface du globe par de longues chaînes de montagnes, peuvent se suivre sur presque toute la longueur des continents, et embrasser le demi-contour d'un grand cercle de la sphère terrestre.

M. Élie de Beaumont, interrogeant la cause de ces ploiements périodiques de l'écorce du globe, en a cherché le principe dans une conception toute nouvelle, en l'attribuant à une réaction de cette écorce terrestre sur elle-même, pour racheter un excès d'extension. Ce principe paraît incontestable; quant à la cause première encore inconnue, M. Élie de Beaumont a émis la conjecture qu'elle pourrait être attribuée à la contraction interne produite par le refroidissement de la terre.

Nous reproduisons ici la liste des directions de soulèvement qui, d'après M. Élie de Beaumont, ont affecté les terrains successifs

dans nos contrées, avec les noms des montagnes par lesquelles il les caractérise¹ :

	Direction.
1. Système du Westmoreland et du Hunsrück. Terrain de transition ancien.	E. 25° N.
2. Système des ballons des Vosges et du bocage de Normandie. Terrains de transition moyen et supérieur.	O. 15° N.
3. Système du nord de l'Angleterre. Terrain houiller.	N. 5° O.
4. Système des Pays-Bas. Grès rouge et zechstein.	E. 5° S.
5. Système du Rhin. Grès des Vosges.	N. 21° E.
6. Système du Thuringerwald et du Morvan. Trias ou grès bigarré.	O. 40° N.
7. Système de la Côte-d'Or. Terrain jurassique.	E. 40° N.
8. Système du Mont Viso. Craie inférieure.	N. N. O.
9. Système des Pyrénées. Craie supérieure.	O. 18° N.
10. Système des îles de Corse et de Sardaigne. Terrain tertiaire inférieur.	N. S.
11. Système des Alpes occidentales. Terrain tertiaire moyen.	N. 26° E.
12. Système de la chaîne principale des Alpes. Terrain tertiaire supérieur.	E. 16° N.

Des Failles.

Les dislocations sous forme de ridements ne sont pas les seules qu'aient éprouvées les terrains; ils ont subi encore des dislocations d'un autre genre, sous forme de *fractures* suivant des plans dont l'inclinaison approche ordinairement de la verticale,

¹ En prenant pour point de départ les belles lois géologiques établies par M. Élie de Beaumont et ses ingénieuses déductions sur le mécanisme du soulèvement des montagnes, mais convaincu que le refroidissement progressif et presque insensible du globe ne saurait être une cause assez puissante et assez variée dans ses effets pour être invoquée comme le principe fondamental des grandes révolutions terrestres, nous avons été amené à grouper tous les faits de la géologie dans un système particulier qui admet pour base, pour principe d'action, un changement brusqué dans l'axe de rotation de la terre à chacune des révolutions reconnues par la géologie. Nous avons dû faire, par suite de ce travail, une étude propre des faits de soulèvements successifs, en mettant à profit les observations nouvelles qu'apporte la marche incessante

mais varie néanmoins jusqu'à 45°. Ces ruptures sont le plus souvent accompagnées de l'abaissement de niveau d'une partie du terrain, comme s'il y avait eu glissement suivant la pente du plan de fracture; changement de niveau dont la mesure va quelquefois jusqu'à des centaines de mètres. Ces sortes de fractures ont reçu en géologie le nom de *failles*.

Filons.

Lorsque les parois d'une faille ont été écartées et remplies de matières minérales cristallines, comme le quartz et les composés métallifères, on les nomme des *filons*. Les filons métallifères ou quartzeux avoisinent ordinairement les roches ignées, surtout le granit, et ils paraissent avoir été remplis par voie de

de la science, et nous avons été conduit à proposer la série de directions suivante pour les lignes de dislocation qui ont affecté dans nos contrées les terrains divers : lignes parallèles à chacun des grands cercles montagneux que nous donnons comme les équateurs successifs de la terre, et qui embrassent en effet toutes ses montagnes principales et tous ses alignements continen-

taux.

- | | |
|---|-------------------|
| 1. Terrains primitifs et terrain de transition inférieur ou cambrien..... | E. N. E. |
| 2. Terrain de transition moyen ou silurien..... | N. E. |
| 3. Terrain de transition supérieur ou devonien..... | O. 20° N. |
| 4. Terrain houiller..... | E. O. |
| 5. Terrain houiller et grès rouge..... | N. 20° E. |
| 6. Grès bigarré ou trias..... | N. 35° O. |
| 7. Terrain jurassique..... | E. 5° N. |
| 8. Terrain crétacé inférieur..... | N. 40° O. |
| 9. Craie..... | E. 40° N. |
| 10. Terrain tertiaire inférieur..... | O. 25° N. |
| 11. Tertiaire moyen..... | N. N. E. à N. S., |
| 12. 3 ^e étage tertiaire. Point de mouvement immédiat, le pôle est en Europe. | |
| 13. 3 ^e étage tertiaire, terrains glaciaires, blocs erratiques..... | E. 18° N. |
| 14. Diluvium et terrain quaternaire..... | E. O. |

Cette série de directions diffère seulement par quelques détails de la classification donnée par M. Élie de Beaumont. Quant au classement des équateurs, au mécanisme des lois de soulèvement, enfin à tous les détails du système et à sa justification, nous ne pouvons que renvoyer à notre ouvrage, quoiqu'il soit encore bien incomplet.

sublimation, mais avec le concours de l'eau ou de la vapeur d'eau.

Caractères généraux des failles.

Les failles sont un phénomène très-général et très-important dans la géologie pratique; on les retrouve presque à chaque pas dans l'étude du sol, et elles ont eu, à chaque époque, une grande importance sur son relief extérieur. Mais deux traits principaux les caractérisent surtout comme phénomène général : c'est que, d'une part, les failles accidentent toujours des formations géologiques entières, et que, d'autre part, elles sont assujetties, comme les ridements montagneux, à la loi du parallélisme de direction dans les failles contemporaines, principe reconnu il y a cinquante ans par Werner dans l'étude des filons métallifères. Les deux ordres de faits dont nous parlons rapprochent donc, sous le rapport des causes et du moment d'action, les dislocations des terrains par rupture de leurs modifications par inflexion des couches; ils les relient ensemble aux grands et universels cataclysmes qui, à des époques déterminées, ont brusquement rompu l'équilibre terrestre et renouvelé les formations géologiques.

Nous dirons plus loin comment nous concevons que l'on peut expliquer le glissement qui accompagne presque toujours les failles, et qui, mettant au même niveau des couches de formation ou de hauteur absolue très-différente, devient ainsi pour les géologues le caractère le plus saillant du phénomène, tandis que, relativement à la théorie, il n'est pour ainsi dire qu'accessoire.

De la formation des vallées.

Les vallées, que l'ancienne géologie considérait comme l'ouvrage des eaux seules, se rattachent en principe au phénomène dont nous venons de parler, celui des failles. Sans doute l'érosion par les eaux n'a pas été sans une grande influence sur le creuse-

ment et surtout l'élargissement des vallées, sur le relief de leurs bords suivant la nature plus ou moins dure du terrain qui les forme; néanmoins, si l'on remarque que, sur les deux côtés de chaque vallée, les couches se retrouvent le plus souvent à des niveaux très-différents, et si l'on observe que bien souvent aussi les eaux fluviales, se détournant de leur cours linéaire, vont traverser les roches les plus dures, comme les granits, basaltes, etc., de préférence à des terrains tendres, comme les marnes par exemple, on se convaincra que le phénomène des failles a été l'agent principal, au moins quant à l'ouverture des vallées, laissant ensuite aux eaux à en achever le relief.

Nous croyons être le premier qui ayons essayé une explication rationnelle et pour ainsi dire géométrique du mécanisme de la formation des *vallées de fracture*, constatées d'ailleurs auparavant par un grand nombre de géologues; et nous y avons réuni les causes de ce glissement ou abaissement de niveau qui forme le caractère constant du phénomène des failles. Que l'on suppose en effet une fracture, une rupture brusque de continuité de l'écorce solide du globe, dont le plan ne soit point vertical, mais présente une certaine inclinaison à l'horizon, comme nous avons dit que se présente à peu près toujours le plan des failles; et qu'il survienne, par un phénomène spécial, une disjonction, un écartement entre les deux parois de la rupture¹, que va-t-il

¹ Notre système des changements de rotation nous fournit une cause très-précise de la production des fractures planes et alignées, de l'inclinaison de leur plan et de leur expansion ultérieure. L'affluence du liquide intérieur vers un nouvel équateur, et l'expansion qu'il y éprouve sous l'influence d'une rotation nouvelle, a dû briser en effet l'enveloppe solide du globe en anneaux séparés par des plans de rupture perpendiculaires tous à l'axe de rotation, par conséquent *parallèles* entre eux et *s'inclinant* de plus en plus sur la verticale à mesure qu'ils s'éloignent de l'équateur. L'expansion transversale dans chaque anneau doit agrandir en même temps toutes les fractures antérieures, les ouvrir, et c'est le résultat de ce phénomène que nous étudions ici pour la formation des vallées, mais en effleurant seulement le sujet.

se produire? Il en résultera qu'un massif de terrain, par suite de l'inclinaison de sa paroi terminale, va se trouver en surplomb au-dessus d'une ouverture béante, et que, détaché par la pesanteur (surtout lorsqu'il sera découpé par des fractures transversales), ce fragment de roches surplombantes tombera de manière à fermer le vide inférieur. Le résultat définitif de cette chute devra être une dépression à la surface du sol, linéairement dirigée comme la faille elle-même; et c'est là l'origine première des vallées; c'est là aussi l'origine ou la cause de l'abaissement de niveau que les terrains nous présentent suivant la pente des failles. Le mécanisme et l'échelonnement des petites failles produites par la chute elle-même, la justification numérique de la profondeur ordinaire du rejet des grandes failles, enfin l'approfondissement périodique des vallées par de nouveaux écartements de leurs bords, sont des détails qui ne peuvent trouver place ici, et que nous avons exposés dans l'ouvrage spécial¹.

Après cette ouverture violente des vallées a dû venir l'action des eaux dont, encore une fois, nous ne voulons point dissimuler l'importance, car il est certain que tous les débris qui se sont entassés dans les terrains d'agrégation ont été enlevés et charriés par elle. Cette action se montre principalement dans la différence du relief des vallées creusées dans les terrains tendres, qui s'évasent et s'arrondissent, ou dans les terrains durs, qui demeurent le plus souvent à structure abrupte, soit parce qu'ils ne se corrodent que très-lentement, soit parce qu'ils cèdent à la sape de leurs supports moins solides, comme dans la superposition des calcaires sur des grès peu résistants ou sur des marnes. L'étude de la géologie présente, dans les anciens terrains, des dénudations énormes, et beaucoup de nos vallées très-modernes ont éprouvé, de la part des courants diluviens, phénomène du

¹ *Études sur l'histoire de la terre*, chap. vi.

reste extraordinaire et presque sans analogue, des érosions dont l'imagination demeure confondue. La longueur des temps d'une part, la force des courants de l'autre, ont joué leur rôle dans ces deux influences. Mais la relation des vallées avec les lignes de fractures ou failles n'en est pas moins un fait constant, sur lequel nous reviendrons, et dont nous donnerons des preuves directes en étudiant le sol des départements dont nous avons été appelé à donner la description.

FIN DE L'INTRODUCTION.

EXPLICATION DE LA CARTE GÉOLOGIQUE

DU DÉPARTEMENT

DU TARN.

COUP D'ŒIL GÉNÉRAL.

Sous le point de vue géographique, le sol du département du Tarn se présente comme une sorte de vaste amphithéâtre dont la Montagne Noire au S., les monts de Lacaune à l'E., les montagnes de l'Aveyron au N. E. et au N., formeraient l'enceinte demi-circulaire. Quant à l'espace compris dans cette demi-ceinture de hauteurs, ce n'est, à proprement parler, qu'une grande plaine élevée, coupée de vallées plus ou moins larges, un vaste plateau en un mot, dont le niveau uniforme est exhaussé de 150 à 200 mètres au-dessus du fond général des vallées et de 330 à 350 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est à travers les découpures nombreuses dont ces plateaux sont sillonnés que les torrents et les rivières descendus de l'enceinte des montagnes dessinent leurs lits et leurs bassins, tantôt larges et fertiles, tantôt abruptes et resserrés. Au-dessus des mêmes plateaux enfin, pour compléter ce coup d'œil topographique, on voit s'élever çà et là quelques masses, quelques pointes isolées de rochers, comme le Puy Saint-Georges au N. E. d'Albi (506 mètres), la crête de Montredon près Réalmont (564 mètres), le roc Saint-Michel près Alban, etc., sommets détachés apparte-

nant déjà aux roches anciennes et formant une sorte de signaux avancés qui indiquent les approches de la contrée montagneuse.

Considérés maintenant dans leur ensemble géologique, les terrains de ce département présentent ce caractère assez remarquable, d'appartenir presque exclusivement aux termes extrêmes de la série générale des époques, car ils ne comprennent guère que des roches d'une date très-ancienne ou d'une date très-moderne, et l'on peut ajouter que cette division correspond même parfaitement avec la démarcation géographique que nous avons signalée entre le pays de montagnes et les plateaux moins élevés. D'une part, en effet, le terrain de transition le plus ancien, uni aux roches granitiques, forme toute la contrée montueuse proprement dite; d'autre part, le terrain tertiaire couvre de ses nappes horizontales non-seulement toute la plaine, mais pour ainsi dire tous les plateaux de moyenne élévation. Les formations d'époques intermédiaires, telles que le terrain houiller, le grès bigarré, le calcaire jurassique, n'apparaissent que par intervalles et sur de petits espaces entre ces deux terrains principaux, si éloignés l'un de l'autre dans l'échelle des âges géologiques.

La vaste nappe tertiaire dont nous venons de parler, qui baigne si uniformément le pied des montagnes du Tarn, et qui est composée entièrement de terrains d'eau douce, formait donc le niveau d'un ancien lac, ou mer intérieure, au-dessus duquel s'élevaient seules, comme des îles ou des promontoires, la Montagne Noire et les autres montagnes anciennes de la contrée; et comme ce terrain, déposé ainsi dans des eaux bien plus élevées qu'aujourd'hui, n'a pas été dérangé de son horizontalité primitive, il forme encore par la régularité de sa surface une sorte d'horizon géologique et fournit une démarcation très-nette entre la montagne proprement dite et ce que l'on peut comparative-ment appeler la plaine. A la partie occidentale du département, les nappes de calcaire jurassique fournissent, à un niveau encore un peu plus élevé, un horizon de même genre.

Ainsi le relief géographique du sol est ici dans un rapport remarquable avec sa constitution géologique, et l'on peut ajouter que sa nature agricole et son degré de fertilité sont aussi en rapport, mais non d'une manière aussi absolue, avec la même division. En effet, les plaines tertiaires d'Albi, de Gaillac, de Castres, de Revel, présentent une fertilité remarquable, tandis que les hauteurs schisteuses qui s'étendent à l'E. du département, et même les vallées qui les découpent, sont le plus souvent d'une remarquable aridité. Dans les plaines que nous venons de citer, le maïs, l'anis, le pastel, le mûrier, croissent auprès d'excellents vignobles; sur les hauteurs, au contraire, contiguës à l'Aveyron et à l'Hérault, quelques bois et un peu de seigle viennent seuls disputer çà et là aux stériles bruyères la nudité du sol. Sans doute l'altitude, les vents, la distribution des eaux courantes, entrent comme causes principales dans ces différences; mais la nature géologique du sol en est aussi un élément essentiel, et nous aurons quelques occasions de revenir sur l'appréciation de cette influence. Reprenons maintenant avec un peu plus de détails l'examen du relief géographique du département et suivons rapidement le tracé général de ses montagnes et de ses vallées.

RELIEF GÉOGRAPHIQUE. — MONTAGNES.

Montagne Noire.

Parmi les montagnes du Tarn un seul groupe s'étend nettement sous forme de chaîne: c'est la Montagne Noire, qui sépare ce département de celui de l'Aude. Cette chaîne se dirige géographiquement de l'E. à l'O., quoique sa principale direction géologique soit différente, du N. E. au S. O. Ses sommets s'exhaussent progressivement du côté de l'E.: le plus élevé est sur le plateau de Nore, près Saint-Amans, à 1,210 mètres de hauteur au-dessus du niveau de la mer. L'aspect général de cette

petite chaîne, aux sommets arrondis, et en grande partie granitique, contraste en général avec l'aridité que nous avons déjà signalée sur les crêtes schisteuses plus septentrionales. Dans la partie occidentale, en effet, de belles forêts en décorent les pentes et les sommets, et au milieu de ces bois serpente, comme une rivière artificielle, l'élégante rigole d'alimentation du canal des Deux-Mers. Un peu plus loin, vers l'E., ce sont de belles prairies et une culture soignée qui rappelle la plaine; ailleurs enfin, dans les profonds ravins qui sillonnent transversalement la chaîne, surtout près de Mazamet, ce sont d'antiques forêts suspendues le long de pentes à pic et sur de vastes saillies de rochers. Mais vers cette région commence une nouvelle nature: dans la partie orientale de la Montagne Noire, au delà de Mazamet, le sol se dépouille, ses accidents deviennent plus grandioses et plus agrestes, et ils vont çà et là jusqu'à l'âpreté la plus sauvage. Les hauts sommets de cette région dominent d'ailleurs sur un très-vaste et très-beau déploiement de vue: du côté du N., la plaine de Castres et les montagnes aiguës de l'Hérault; du côté du S., les plaines du bas Languedoc, les Pyrénées, la mer.

Montagnes de Lacaune.

Les monts de Lacaune prolongent vers le N. E. la partie centrale de la Montagne Noire, et la prolongent de telle manière, que la ligne des plus hauts sommets de ces deux groupes réunis coïncide avec la direction géologique des couches anciennes (du N. E. au S. O.); direction qui caractérise, en effet, le premier et le principal soulèvement de ces terrains. Le point le plus élevé des monts de Lacaune est le Roc de Montalet, près Lacaune même; il est à 1,256 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est le point culminant du département, et il a servi de station géodésique aux astronomes pour la mesure de l'arc du méridien.

L'aridité du sol, qui est une exception dans la Montagne

Noire, est l'aspect le plus ordinaire dans les monts de Lacaune, ce qui tient en partie à son élévation, partie à la nature même du terrain, qui, étant presque entièrement composé de schistes à strates verticales, ne peut laisser séjourner les eaux nécessaires à la culture. Mais il est essentiel d'appuyer aussi sur cette circonstance, que toute cette extrémité orientale du Tarn est, dans son ensemble, d'un niveau très-élevé; les vents, de plus, y sont violents, et la température des lieux d'habitation y est notablement plus basse non-seulement que dans les plaines, mais même que dans les montagnes environnantes, comme la Montagne Noire. Néanmoins, à travers les crêtes nues des monts de Lacaune, quelques vallées belles et fertiles viennent former une heureuse exception et jeter quelques oasis au milieu de cette stérile nature: on peut citer en particulier la vallée de Pierre-Ségade, qui descend à l'O. de Lacaune.

Nord du département.

La partie septentrionale de l'enceinte montagneuse du Tarn, celle qui sépare ce département du Rouergue, est beaucoup moins élevée que sa partie orientale; elle se compose principalement d'une série de plateaux dont les sommets sont en partie nivelés par une couche de cailloux tertiaires, mais dont la masse est composée de roches schisteuses, et du milieu desquels surgissent çà et là des crêtes plus élevées et des pointes de rochers quartzeux formant des faites isolés, dont nous parlerons plus loin avec quelques détails. Ces plateaux, malgré la nappe tertiaire qui en recouvre une grande partie, sont séparés et découpés de vallées souvent très-profondes et très-abruptes, comme celles où coulent le Viaur et l'Aveyron. Cette circonstance remarquable nous conduit naturellement à dire quelques mots sur les principales vallées du département et à donner quelques considérations sur le mode général de leur creusement.

VALLÉES ET RIVIÈRES.

Des montagnes qui l'enclavent presque de tous côtés se précipitent, en effet, vers la plaine d'assez nombreux cours d'eau, torrentiels dans la partie montueuse de leur cours et sujets à passer subitement d'une extrême sécheresse à une intumescence considérable. Ce sont, en commençant par le N. :

1° L'Aveyron et le Viaur, qui, descendant tous deux des montagnes du Rouergue et suivant leur route à travers des précipices et des gorges profondes, limitent le département à sa partie septentrionale. Le Cérou, petite rivière presque sans eau en été, suit plus au S. un lit à peu près parallèle au Viaur, mais moins profond, et, après avoir traversé le terrain houiller de Carmeaux et les grès rouges de Cordes, vient aussi se jeter dans l'Aveyron.

2° Le Tarn, qui, dérivant des montagnes de la Lozère, traverse le département de l'E. à l'O. dans toute sa largeur, et arrose les belles plaines tertiaires d'Albi et de Gaillac à sa sortie des gorges schisteuses qui l'emprisonnent à l'E. d'Albi, et au milieu desquelles il forme des ressauts et des chutes considérables, en particulier celle du Saut de Sabo, près Saint-Juéry. Dans la plaine même il est toujours encaissé dans un lit profond et étroit, toujours il roule des eaux troubles et rougeâtres, et il est sujet à des crues subites et puissantes.

3° L'Agout et l'Adou, qui des monts de Lacaune débouchent dans les plaines de Castres et de Réalmont, après avoir décrit, à travers d'âpres rochers, les circonvolutions les plus singulières.

4° Enfin le Thoré et le Sor, deux cours d'eau de moindre importance, qui prennent naissance dans la Montagne Noire, et arrosent l'extrémité méridionale du département en suivant le pied de cette petite chaîne.

Tels sont les principaux cours d'eau qui sillonnent le sol du

Tarn. Un mot maintenant, au point de vue géologique, sur les conditions du creusement des vallées où circulent ces rivières.

Age et mode de creusement.

Presque toutes les vallées du Tarn sont de formation très-moderne: je veux dire qu'elles ont été creusées à une époque géologiquement récente. C'est là un fait très-remarquable, beaucoup plus général, au reste, qu'on n'a voulu le voir jusqu'aujourd'hui, et d'autant plus frappant dans le Tarn, que plusieurs de ces vallées, comme celles du Viaur, de l'Aveyron, en partie celle du Tarn lui-même, sont extrêmement profondes, traversent des terrains fort anciens, et semblent souvent n'y former qu'une fente étroite; mais elles présentent en même temps des témoins irrécusables de l'âge récent où leur creusement a commencé, soit que l'on imagine qu'il ait été progressif ou subit. Les terrains anciens qui en forment le fond sont surmontés en effet et nivelés par des couches tertiaires horizontales, en particulier par une couche de cailloux roulés très-moderne, qui couronne des plateaux élevés et se correspond au même niveau, de part et d'autre des vallées qui séparent ces plateaux. Cela est notamment visible au-dessus des parties les plus profondes des vallées de l'Aveyron et du Viaur, près la Guépie et Pampelonne. Le terrain tertiaire lui-même, dans les parties où il est puissant, présente des découpures et des érosions apparentes non moins remarquables, creusées tout entières dans la masse de ses couches horizontales : ainsi des plateaux entièrement tertiaires surmontent de 160 à 200 mètres le fond des vallées du Tarn et de l'Agout. En un mot le terrain tertiaire, remarquable déjà en ce qu'il a été déposé dans des eaux dont le niveau était beaucoup plus élevé qu'aujourd'hui, l'est encore pour avoir été entamé sur une hauteur de 200 mètres sans dérangement d'horizontalité.

Or pensera-t-on que ces dénudations si récentes, qui ont

donné naissance soit aux profonds escarpements, soit aux larges bassins des vallées du Tarn, puissent provenir entièrement d'érosions produites par le frottement habituel des eaux ? Je ne crains pas de dire que cette conception serait hors de toutes les conditions de vraisemblance : l'imagination refuse à se former une idée et de l'intumescence des eaux et aussi de la prodigieuse énormité des durées qui auraient été nécessaires à un semblable phénomène. Si l'on ne savait même que les rivières, sur une grande partie de leur cours, déposent au lieu de creuser, il y aurait toujours dans la considération des temps un obstacle très-grand à l'idée qui placerait dans l'érosion la cause principale d'un creusement pareil depuis une époque relativement récente. Telle n'est pas, en effet, notre opinion : nous avons exposé, dans l'introduction théorique destinée à l'intelligence de cette notice, comment nous concevons que l'ouverture et le tracé principal des vallées aient été déterminés par les fractures violentes auxquelles l'écorce terrestre a été soumise lors de chaque grande révolution géologique ; il serait inutile de revenir ici sur ce sujet, si ce n'est pour montrer matériellement, par l'exemple des vallées du Tarn, la nécessité de faire entrer le phénomène des failles comme cause déterminante dans leur formation.

Nous nous sommes expliqué aussi, néanmoins, sur le rôle des eaux, dont nous ne voulons point dissimuler l'importance ; son influence sur le creusement des vallées, sur l'érosion surtout de leurs bords, n'est pas seulement pour nous une chose probable, nous la tenons pour évidente : elle est empreinte de la manière la plus claire dans le profil des vallées, dans le relief des côtes qui les bordent. Nous montrerons, en parlant des terrains de grès et de calcaire, et particulièrement en traitant du terrain tertiaire, la différence qui existe entre les berges formées de roches tendres, lesquelles s'arrondissent en pentes douces, et celles qui sont formées de roches dures, lesquelles

s'élèvent en murailles abruptes, et témoignent ainsi n'avoir cédé qu'à une violente rupture, soit qu'elle provienne de la sape des couches inférieures plus tendres, ou qu'elle soit contemporaine de la formation même de la vallée.

Mais, dans cette action érosive des eaux, il ne faut pas comprendre seulement les intumescences du cours d'eau principal qui serpente au fond d'une vallée, il faut y comprendre aussi l'action de l'atmosphère, des pluies et des torrents transversaux qu'elles produisent; enfin, il y a lieu de penser, comme j'ai eu occasion de le signaler dans l'Introduction, qu'il faut en attribuer la plus grande part aux grandes débâcles diluviennes qui ont signalé la dernière période géologique.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DES TERRAINS.

TERRAINS PRIMITIFS.

Ces préliminaires posés relativement à la constitution physique du département, entrons maintenant dans l'examen succinct des terrains, en suivant leur ordre chronologique et en subordonnant à cet ordre l'étude des localités. En première ligne et en dehors de toute succession s'offre d'abord le granit; puis, comme ses accessoires, le gneiss et le micaschiste. Les relations qui lient entre elles ces trois roches seront examinées par la suite; parlons d'abord du granit proprement dit, c'est-à-dire de la roche primitive qui est formée des trois éléments cristallins, quartz, feldspath et mica, indistinctement mélangés et sans régularité de structure.

GRANIT.

Le granit pur occupe un assez grand espace dans la partie S. E. du département; il y forme en quelque sorte plusieurs îles, dont deux sont d'une étendue considérable, et il comprend, comme cela est ordinaire, les sommités principales de la contrée. Celle de ces régions granitiques qui est de beaucoup la plus développée s'étend d'une manière continue en une large bande dirigée du N. E. au S. O. sur 15 lieues de longueur, depuis Lacaune jusqu'aux plaines de l'Aude, en couvrant la plus grande portion des monts de Lacaune et de la Montagne Noire et comprenant les plus hautes crêtes de ces deux groupes. Cette longue saillie se prolonge entre deux bandes parallèles du terrain de transition, fortement redressé de part et d'autre.

Deux îles détachées, pour ainsi dire, de ce continent granitique, et s'allongeant encore dans la même direction, existent, l'une entre Castres et Brassac, l'autre au S. de Sorèze. Enfin, la même roche vient ressortir aussi près de La Bessonié et de La

Fenasse (canton de Réalmont), où elle se montre sur de petits espaces, toujours au milieu du terrain de transition.

Dans ces divers massifs l'aspect physique du granit et sa composition présentent quelques variétés, comme nous allons l'indiquer en faisant une rapide revue de tous ces groupes.

Plateau du Sidobre, près Castres. — Blocs granitiques.

Parmi eux le plus remarquable certainement, et le plus singulier par son aspect, est celui qui s'élève à l'E. de Castres. Il existe en effet entre cette ville et Brassac un grand plateau granitique nommé le Sidobre, qui domine les terrains environnants et qui est, pour ainsi dire, isolé de tous côtés par les entailles profondes où coulent l'Agout et diverses autres rivières ; de telle manière que son ensemble apparaîtrait, si on pouvait le saisir d'un coup d'œil, comme un vaste cône elliptique dont le sommet serait tronqué par un plan horizontal. Autour de cette masse les feuillets des schistes de transition se relèvent presque verticalement de toutes parts, comme cela a lieu généralement autour des massifs de granit, soit à cause du soulèvement propre de cette roche, soit en partie aussi à cause de la moindre résistance qu'offrait son intérieur aux pressions horizontales qui ont produit les ridements généraux du sol et les grandes chaînes de montagnes. Mais revenons au granit lui-même, dont l'aspect général est ici extrêmement remarquable. Le plateau terminal de ce grand cône est en effet de l'aspect le plus singulier : presque entièrement désert et aride, il forme une plaine inégale, toute parsemée de blocs granitiques gigantesques, aux formes bizarres mais grossièrement arrondies, blocs souvent posés l'un sur l'autre, ou amoncelés même en amas aussi surprenants par la figure et la dimension des fragments et des groupes que par la hardiesse de leurs stations d'équilibre. Quelques-uns de ces rochers particulièrement, placés debout en équilibre instable,

peuvent être remués, malgré leur grandeur, par la plus faible pression, par la main d'un enfant; ils ont reçu dans le pays le nom de *Rochers tremblants*. Mais c'est sur les pentes extérieures de la montagne, et surtout au-dessus de la vallée de l'Agout, que l'on peut admirer des entassements de blocs d'une hardiesse d'accumulation véritablement surprenante et du coup d'œil le plus grandiose : ce sont comme d'énormes cascades de rochers, couvrant toute la hauteur de la montagne, et dont les masses désordonnées semblent prêtes à rouler dans la vallée et à l'abîmer sous leur écroulement; çà et là on les voit s'élever au-dessus du plateau terminal en forme de pyramide colossale, au sommet de laquelle est souvent posée quelque forme bizarre de pierre, quelque bloc capricieux, imitant les choses les plus vulgaires, qui semble jeté là comme pour joindre le grotesque au sévère, le rire à la menace, dans les incohérences de cette sauvage et exceptionnelle nature. Rien, en un mot, de plus pittoresque que certains aspects de cette localité du Sidobre, placée¹ malheureusement loin du regard des voyageurs ou des artistes, mais qui le mériterait sans aucun doute. Pour le géologue elle est intéressante à un autre titre, par le problème naturel qu'elle soulève.

Cause de la formation de ces blocs.

Quelle est en effet l'origine de ces blocs, quelle est la puissance qui a produit leur entassement? La solution immédiate est assez simple, mais il n'est pas aussi facile de remonter à la cause première. Il est d'abord évident que ce ne sont pas des blocs d'un transport lointain, ni même, d'une manière absolue, des blocs de transport : ils sont particuliers en effet à ce plateau et

¹ La route de Castres à Vabres, nouvellement percée, permet de jouir du coup d'œil des plus remarquables amoncellements de blocs granitiques; elle traverse même quelques-unes de ces hardies cascades de rochers, qui se déversent sur les pentes de la montagne.

ne s'étendent pas au delà; ils sont formés du granit même qui compose la masse de la montagne, et il y aurait tout au plus à expliquer comment ils se répandent sur quelques parties schisteuses de ses pentes ou de son sommet, ce qui peut facilement se faire soit par une ramification originaire du granit à travers ces schistes, soit même parce qu'il se renversait légèrement sur eux en certains points. La conclusion est donc pour ainsi dire évidente quant au mode général de formation des blocs : ils proviennent de la décomposition de la roche en place. C'est, au reste, ce que l'on ne peut s'empêcher de reconnaître en voyant un assez grand nombre d'entre eux encore entourés du sable granitique qui s'est détaché de leur contour, et portant sur leur surface la trace de la décomposition par couches concentriques qui les a grossièrement arrondis. Relativement aux entassements de blocs, voici ce que l'on peut dire encore. Sur les pentes, où la décomposition superficielle a dû s'exercer à la fois par le sommet du plateau et sur toute la hauteur verticale où le granit se trouvait à nu, cette double action a dû diviser la masse en *blocs* ou saillies irrégulières, qui, venant à manquer de soutien par l'érosion même et l'enlèvement des sables, se seront écroulés et entassés l'un sur l'autre, et auront pu prendre ainsi les formes les plus bizarres d'accumulation et d'équilibre.

Mais, s'il s'agit de définir maintenant l'instrument et le mode de cette décomposition du granit à sa surface au contact de l'atmosphère, et de dire aussi pourquoi telle espèce de roche ou telle localité prête mieux que d'autres à cette lente altération, la question devient plus difficile et d'un autre ordre : elle est du ressort de la chimie, qui ne l'a pas encore résolue complètement. On sait seulement que la décomposition réside surtout dans le feldspath, et ce qu'il y a de plus généralement admis, c'est que le silicate de potasse qu'il renferme cède son alcali aux acides carbonique et nitrique contenus dans l'eau de pluie, qui entraîne par suite la silice en dissolution.

Autres blocs, formés par brisement.

Il existe encore dans d'autres parties du département des amas de blocs de granit, mais à arêtes aiguës, et qui portent des traces non plus autant de décomposition que de brisement. On en trouve, en particulier, dans la vallée de Durfort, près Sorèze, et aux environs de Brassac. J'en attribue la formation aux chutes et effondrements qui ont accompagné la production des vallées de fracture : lorsque cet effondrement s'est produit sur une faille très-inclinée, l'arête aiguë du prisme terminal a pu se briser dans sa chute et produire ainsi dans le fond de la vallée un entassement de blocs ; et, comme certaines vallées ont dû être encore approfondies par un phénomène semblable depuis leur premier effondrement, les blocs peuvent être en partie restés sur le penchant de la colline ou de la montagne¹. Ce sont des circonstances qui peuvent varier à l'infini et dont l'intérêt n'est d'ailleurs que purement local.

Nature du granit du Sidobre.

Le granit du Sidobre, dans ses parties inaltérées, est un beau granit gris, à mica noir et relativement rare, à grands cristaux de feldspath, très-propre aux constructions monumentales. On s'en sert en effet pour cet usage, et les grands blocs épars sur les pentes du Sidobre, débités en fragments réguliers par les gens du pays, sont transportés non-seulement à Castres, mais beaucoup plus loin, pour de grandes constructions, comme celles des travaux publics ; on l'emploie aussi pour de grands piédestaux, comme celui de la statue de Lapérouse, à Albi.

¹ Une vallée d'effondrement formée au milieu d'un granit en décomposition, comme celui du Sidobre, produirait encore plus sûrement, par le brisement dû à la chute, les blocs vifs dont nous parlons, et sans doute il est nécessaire d'ajouter cette circonstance.

La canalisation de l'Agout amènerait sans nul doute ce granit jusqu'à Toulouse, pour l'usage ordinaire des grandes constructions.

Granit de la Montagne Noire.

De la Montagne Noire proprement dite aux monts de Lacaune, le granit forme une saillie beaucoup plus étendue qu'auprès de Castres, comme nous l'avons dit plus haut. Aux deux extrémités de cette longue protubérance, il s'élève à des hauteurs de plus de 1,200 mètres ; dans la région intermédiaire, contrée aride et presque déserte, il forme des côtes arrondies d'une élévation beaucoup moindre. L'ancienne petite ville d'Angles, placée comme une oasis au milieu d'une solitaire contrée, occupe à peu près le centre de cette vaste nappe de granit. Nous ne pouvons parler avec détails de la nature de la roche dans toute cette étendue : souvent elle y change à chaque pas, et même en bien des points le granit a été soumis à une altération profonde qui en cache la véritable nature ; il se désagrège alors avec une grande facilité. Néanmoins, lorsqu'on peut pénétrer jusqu'au granit intact, il se présente le plus souvent avec les mêmes caractères que celui du Sidobre, c'est-à-dire à l'état d'un beau granit gris, moyennement micacé, à grands cristaux de feldspath, et pouvant se tailler à arêtes bien aiguës : tel est celui des environs du bassin de Lampy, Montagne Noire ; tel est celui qu'on exploite près de Mazamet, et qui a servi à la construction du pont sur le Thoré. Néanmoins, aux environs de cette dernière ville, les masses granitiques qui constituent la montagne sont presque partout profondément altérées à leur surface.

Granit à tourmalines de Brassac.

Aux environs de Brassac, sur les hauteurs qui dominent cette ville au S., le granit de la même bande devient remarquable

par les modifications qu'y subit la composition de la roche. Outre ses trois éléments cristallins ordinaires, il s'y charge en effet çà et là de tourmalines et de grenats ; la tourmaline y est à l'état de cristaux noirs, de plusieurs pouces quelquefois de diamètre ; j'y ai vu aussi de très-petits cristaux de tourmaline rose. On trouve là toutes les variétés de cristallisation de ce minéral : prisme triangulaire, à faces courbes, prisme à six faces, pointement rhomboédrique, avec des modifications de tous genres ; les grenats présentent aussi beaucoup de variété, et c'est une localité intéressante pour les amateurs de minéralogie. Quoique la tourmaline ne remplace pas ici un des éléments ordinaires du granit, elle en change néanmoins assez souvent les proportions relatives, en faisant disparaître ordinairement une partie du mica ; il est même assez remarquable qu'elle soit principalement associée à du mica blanc, tandis qu'il est noir dans le granit ordinaire de ces contrées. Les portions où la tourmaline est la plus abondante sont des espèces de filets irréguliers où il n'y a presque que du quartz et qui se ramifient dans la masse générale. Le phénomène du mélange de tourmalines se communique enfin, chose remarquable, aux micaschistes voisins de ce granit, qui en sont çà et là pénétrés aussi. On s'en rendra du reste facilement compte, si l'on suppose avec nous que le micaschiste a été formé mécaniquement aux dépens de ce même granit, avant la cristallisation simultanée de ces deux roches au moyen de la chaleur. Nous avons donné ailleurs¹ nos idées sur l'origine de la tourmaline dans les granits.

Granit de la Bessonié, etc. — Granit rouge associé à l'amphibole.

Près de Réalmont on voit encore pointer çà et là, dans la vallée de l'Adou, quelques saillies de roche granitique. Ce granit est rouge, et il est lié à une roche particulière, l'amphibole, qui

¹ *Études sur l'histoire de la terre* ; additions.

forme des masses éparses vers le contact du granit et des schistes. Cette association du granit rouge à l'amphibole est remarquable par sa généralité : partout où j'ai vu le granit associé à des masses amphiboliques, je l'ai toujours trouvé rouge (à feldspath rouge); cela tient sans doute à la présence du fer dans les éléments premiers qui ont donné simultanément naissance à ces deux roches voisines. Nous reviendrons plus loin sur ces amphiboles, en groupant ensemble toutes les roches ignées accidentelles qui existent aux points de contact du granit ou du gneiss avec le terrain de transition.

Résumé du relief physique des contrées granitiques du Tarn.

En terminant cette rapide revue des contrées granitiques du département, résumons les caractères généraux et saillants de leur physionomie physique.

Près de Castres, au Sidobre, c'est un vaste plateau élevé, inculte, tout hérissé de blocs énormes, et isolé pour ainsi dire de tous côtés par de profondes vallées.

Dans la Montagne Noire, ce sont des crêtes arrondies, d'une plus grande hauteur, et sur lesquelles le granit porte à sa surface des traces fréquentes de désagrégation. Quelques vallées y présentent aussi des blocs entassés, mais qui peuvent être le résultat des brisements du sol.

Dans les monts de Lacaune, ce sont des crêtes plus élevées encore, à découpures plus brusques; entre ces montagnes et la Montagne Noire, le granit forme une série de plateaux médiocrement élevés, et cependant généralement arides.

Parlons maintenant des roches stratifiées, soit unies au granit, soit dépendant de son contact avec les terrains de sédiment.

ROCHES PRIMITIVES STRATIFIÉES, GNEISS, MICASCHISTE.

Gneiss. — Indépendance de cette roche.

On a dit quelquefois que le gneiss (ou granit stratifié) n'était pas autre chose qu'une roche de transformation, qu'un passage graduel du granit ordinaire au micaschiste, et de là au schiste argileux. Nous ne le pensons point : le gneiss est une roche d'espèce particulière, dépendant du granit, il est vrai, mais ne dépendant point de son contact avec les schistes. Les schistes et les gneiss peuvent avoir eu sans doute un mode commun d'origine, savoir une sédimentation mécanique des détritits du granit¹ massif ; mais leur composition devait être originairement distincte. Toutes les grandes études géologiques nous paraissent mener à cette conclusion ; mais ce qu'il est intéressant de signaler ici, c'est que l'étude des terrains du Tarn la met complètement en évidence. Autour des massifs de granit, en effet, il y a presque toujours passage immédiat du granit au schiste, sans interposition de gneiss. Ce schiste est, à la vérité, le plus souvent transformé en micaschiste ou en schiste maclifère, sur une profondeur plus ou moins grande, et là est le vrai phénomène de métamorphisme ; mais quant au gneiss, il forme des masses distinctes, souvent englobées presque entièrement dans le granit et parfaitement indépendantes d'ailleurs de son contact avec les schistes proprement dits.

Les deux masses principales de gneiss que l'on peut observer dans le Tarn existent, l'une à l'extrémité S., l'autre à l'extrémité

¹ D'après les idées que nous admettons, et qui sont exposées dans les *Études sur l'histoire de la terre*, pages 226 à 230, le gneiss n'est autre chose qu'une stratification des débris du granit *avant* qu'il n'ait été transformé par la chaleur et qu'il n'ait passé à l'état de roche ignée. Le micaschiste aurait en partie la même origine ; en partie il serait produit par voie de transformation, par la pénétration des fluorures de silicium et de potassium dégagés du granit *ou du gneiss* à l'époque de leur incandescence.

N. du département; les caractères minéralogiques de la roche sont, d'ailleurs, un peu différents dans ces deux parties.

Gneiss de la Montagne Noire.

La première constitue presque toute la partie orientale de la Montagne Noire proprement dite, et s'élève même vers ses plus hauts sommets, car le gneiss constitue une grande partie du plateau de Nore, point culminant de cette montagne. Cette masse de gneiss a dans son ensemble une disposition assez remarquable: elle s'étend du N. O. au S. E., et coupe la grande bande de granit transversalement à sa direction générale, qui est du N. E. au S. O.; comme elle se relève d'ailleurs de part et d'autre de la vallée du Thoré, près Saint-Amans, elle semble remplir comme un fond de bateau entre les deux grandes masses de granits qui composent, d'une part, le noyau principal de la Montagne Noire, de l'autre, celui des monts de Lacaune. Sans en tirer d'autre induction relativement à la production première du gneiss lui-même, il n'en est pas moins vrai qu'il est ainsi totalement distinct des schistes qui s'étendent de part et d'autre de la protubérance granitique à laquelle le gneiss est entièrement et, on peut dire, exclusivement lié.

Gneiss au N. du département. — Vallée du Vieur.

A l'extrémité N. du département, dans l'enceinte formée par les sinuosités du Vieur, entre Pampelonne et la Guépie, existe une autre zone de gneiss non moins considérable en étendue, mais non pas aussi élevée. Lorsqu'on la suit d'une manière plus complète, dans les départements de l'Aveyron et de Tarn-et-Garonne, on voit qu'elle se contourne autour d'un noyau de granit qui forme l'extrémité S. de l'Aveyron; d'autre part elle se lie aux micaschistes et aux schistes de transition de la partie orientale du Tarn. Sa puissance et son étendue est, d'ailleurs, par trop hors de proportion avec la petite masse de granit qu'elle enclave,

pour que l'on puisse même imaginer qu'elle soit une transformation produite par son influence : c'est réellement un terrain entier, d'une composition spéciale et d'un dépôt éminemment ancien ; c'est la base véritable des terrains de sédimentation mécanique. L'étendue de cette zone de gneiss est, en effet, fort considérable, et son épaisseur énorme ; le cours si accidenté du Vieur est tout entier tracé dans ce terrain : il y déroule sa sinieuse, étroite et profonde vallée, qui n'est, pour ainsi dire, qu'un long enchaînement de précipices. L'espace de promontoire que dessine cette rivière entre Pampelonne et la Guépie en est entièrement formé et le montre partout, sauf sur quelques plateaux que recouvrent les sables tertiaires, tels que ceux de Bournionac et de Pampelonne.

Au centre du département.

Enfin, à l'O. de Réalmont, au centre du département, il existe encore un îlot de gneiss, que l'on voit sortir dans un étroit espace entre les nappes tertiaires, d'une part, et les grès intermédiaires, de l'autre.

Différences minéralogiques de tous ces gneiss.

Les gneiss dont nous venons de signaler la disposition d'ensemble ont une assez grande variété d'aspect et de structure : en général celui de la Montagne Noire approche davantage de la nature du granit, et celui du N. s'approche plus de la nature du schiste micacé. Le premier est plus chargé de feldspath, ce qui lui donne une stratification moins distincte, un grain plus confus ; cependant il est quelquefois franchement schisteux, fissile et même tabulaire, se laissant débiter sous forme de dalles et d'ardoises grossières. Ainsi, dans les vallées qui descendent vers Mazamet, il se présente en grands feuillets verticaux, souvent à demi détachés les uns des autres comme ceux d'un livre entr'ouvert, coup d'œil assez pittoresque. Près Saint-Amans on y trouve en certains points une structure assez remarquable, c'est

la structure noduleuse ; il y est formé d'une série de nodules ou amandes enchevêtrées dans des lames de mica ondulées qui se contournent à l'entour. Les nodules sont tous allongés dans le sens des strates ; ils se composent de feldspath et de quartz mélangés. Cette structure est absolument incompatible avec la théorie du métamorphisme des gneiss ; il faut absolument admettre qu'avant la cristallisation les éléments étaient complets dans la roche et disposés comme ils le sont aujourd'hui.

Dans le N. du département, la nature du gneiss n'est presque jamais aussi bien définie que dans le S. ; les trois éléments n'en sont jamais aussi distincts, et assez souvent on n'aperçoit clairement que les feuilletés contournés du mica ; le passage y est même souvent rapide et complet entre les diverses espèces de gneiss : ainsi, à l'E. de Monestiés la structure du gneiss est franche et distincte ; à l'O. de cette ville, à partir de La Bastidette, toute la masse n'est plus qu'une sorte de micaschiste, quelquefois même sans éclat et de couleur brune ou fauve.

Bords du Viaur.

Sur les bords du Viaur, au pont de Thanus particulièrement et près de Pampelonne, le gneiss présente, en outre, des allures bizarres et anomales, qui s'harmonient parfaitement d'ailleurs avec la sauvage rudesse de ces sites. Sur les flancs à pic des précipices où coule le Viaur, il se montre sous la forme d'une roche compacte, dure et sonore, où les éléments cristallins sont confondus d'une manière presque indiscernable. Cette masse est sans stratification distincte, mais divisée en vastes prismes à plans de fissure diversement inclinés ; et les groupements de ces larges pans de rochers sont tels, que tantôt ils se superposent par étages et semblent de gigantesques gradins, tantôt ils se hérissent en arêtes aiguës et en pyramides, formant ainsi quelque pittoresque ornement de cette âpre vallée du Viaur. On ne peut guère douter que toutes ces découpures ne soient les plans de

retrait d'une masse souterrainement échauffée, peut-être brusquement refroidie par la subite ouverture des vallées.

Direction des strates du gneiss.

Il n'y a rien de bien général à dire sur la direction des strates du gneiss : la nature cristalline de la roche rend sa disposition éminemment irrégulière en petit; et elle est, d'ailleurs, tourmentée soit par l'effet des soulèvements propres qu'elle a eu à subir, soit par les perturbations locales dues au soulèvement des masses de granit, amphibole, serpentine, porphyre, dont elle est si souvent accompagnée. Au reste, quand la stratification y est bien distincte et régulièrement orientée sur de grandes étendues, elle s'identifie, en général, avec celle des schistes de transition les plus voisins; ainsi nous ne parlerons de directions qu'à propos de ce dernier terrain.

SUBSTANCES UTILES FOURNIES PAR LE GNEISS. — DALLES.

Le gneiss est exploité pour dalles ou ardoises grossières en divers points du département, en particulier près de la Cabarède et la Bastide-Rouairouze (vallée du Thoré); près de Sainte-Gemme (vallée du Séret), entre Pampelonne et Carmeaux; au Bouissonet, près Salles (vallée du Cérou).

ROCHES IGNÉES ACCIDENTELLES OU PARASITES.

Avant de passer maintenant des roches primitives à l'ordre régulier des terrains sédimentaires, il convient de placer ici ce qui concerne certaines roches que l'on pourrait nommer *accidentelles*, parce qu'elles n'existent que par petites masses détachées et dans des positions anormales : ce sont l'amphibole, la serpentine, les roches de quartz, les porphyres.

Ce qui caractérise éminemment ces roches parasites, c'est d'être distribuées autour des massifs primitifs, et de signaler leur contact avec les terrains sédimentaires qui les environnent. Pour nous elles sont uniquement des roches de transformation, c'est-à-dire dues à la modification ignée d'un terrain de sédiment sous l'action des gaz qui le pénètrent et qui y introduisent des *agents chimiques étrangers*, dont le fluor serait le principal véhicule. Lorsqu'une des roches en question est intercalée au gneiss, elle a pu prendre dans ce terrain même ses éléments; partout ailleurs elle accuse indubitablement le voisinage d'une masse de granit ou de gneiss, d'où les gaz se seraient, selon nous, dégagés. Cela est facile à reconnaître, au moins dans le département du Tarn, à l'inspection de la carte, et on le vérifiera sans peine pour les amphibolites de la Bessonié, de la Fenasse, de Réalmont, de Saint-Marcel, pour la serpentine de la Guépie, les porphyres de la Garde-Viaur, de Rieunègre, etc. Les roches de quartz, pur ou ferrifère, relèvent aussi du voisinage des granits; mais nous en parlerons seulement après le terrain de transition, qu'elles traversent plus spécialement.

Amphibolites. — Serpentine.

L'amphibole s'observe particulièrement près de Réalmont, où elle perce en plusieurs points les terrains de gneiss, de mica-schistes et les schistes de transition généralement modifiés à son voisinage : c'est une roche ordinairement noire, à structure tan-

tôt lamellaire, tantôt aciculaire, quelquefois mêlée de feldspath, plus souvent zonée de quartz grénu. Le plus considérable de ces massifs d'amphibole existe près de la Bessonnié, aux moulins de Roquemaur; il y forme le fond d'une vallée à pentes escarpées, au-dessous de la crête élevée où sont assises les ruines du château de Montredon, point culminant du canton de Réalmont. L'amphibole, le granit rouge qui l'accompagne, les rochers quartzeux qui barrent la vallée d'une part et de l'autre forment la crête de Montredon, tout cela est pour nous solidaire d'une même action géologique. Les phénomènes ignés qui ont donné naissance à la cristallisation du granit auraient jeté à travers le terrain de schiste et calcaire des gaz fluorés émanés du granit même; lesquels, pénétrant les roches et leurs fissures de quartz, de potasse, de fer, de magnésie, ont transformé les couches de calcaire argileux en *amphibole* (silicate de chaux, alumine, fer), celles d'argile pure en micaschiste.

En descendant la vallée de l'Adou jusqu'à Réalmont on rencontre encore d'autres roches amphiboliques, souvent associées aussi à du granit visible, et toujours perçant à travers des schistes modifiés. Au delà de Réalmont, un dernier lambeau d'amphibole se montre à travers le gneiss, au contact des grès bigarrés, près le moulin du Cayla. Cette localité offre cela de particulier, que l'amphibole y est *stratifiée*, offrant ainsi un argument frappant pour la théorie de transformation que nous avons annoncée tout à l'heure.

La serpentine de la Guépie rentre dans les mêmes conditions que l'amphibole dont nous venons de parler: elle est intimement unie au gneiss qui forme les deux rives de l'Aveyron à l'O. de ce bourg; elle est d'ailleurs accompagnée aussi d'amphibole, quelquefois grenatifère. La coupure qui a formé la vallée de l'Aveyron ayant mis à nu un escarpement assez élevé sur sa rive gauche, on peut y observer assez bien la disposition de la serpentine: sur une longueur d'un à deux kilomètres on la retrouve d'espace

en espace, mais intimement liée aux strates du gneiss et à leurs ondulations ; en bien des points c'est, à proprement parler, un *gneiss serpentineux* ou *talqueux*. Néanmoins, en deux points principaux la serpentine forme des masses compactes un peu considérables : là elle présente assez nettement la disposition en forme de roche soulevée, les couches de gneiss contiguës se relevant très-fortement de part et d'autre dans une position presque verticale, mais s'arc-boutant toutefois sur la masse droite de serpentine.

Dans les parties du département de l'Aveyron voisines du Tarn, près Najac en particulier, des massifs semblables de serpentine mêlés d'amphibole se rencontrent assez fréquemment au milieu du terrain de gneiss et de micaschiste. Nous pensons, en suivant la même théorie que précédemment, qu'ils proviennent de la transformation d'une couche de calcaire magnésien intercalée primitivement dans ce terrain. La serpentine de Najac contient d'ailleurs elle-même des nodules calcaires.

Porphyres.

Les porphyres sont relativement rares dans le Tarn ; il en existe un amas dans la vallée du Cérou, près des cabanes de Rieunègre, au-dessous des escarpements du Puy Saint-Georges, et un autre à la limite précise du département, près la Garde-Viaur, sur le flanc droit de la vallée du Viaur. Ces porphyres se distinguent très-peu du granit, avec lequel nous pensons qu'ils forment souterrainement passage. Ils sont composés d'une pâte feldspathique grise, où sont implantés des grains de quartz et des paillettes fines de mica ; l'absence du feldspath lamelleux semble faire toute la différence avec le granit ordinaire, et le quartz libre y est au moins aussi abondant. Néanmoins, cette circonstance que le quartz n'y est pas enveloppant à l'égard du feldspath, comme dans le granit, est très-remarquable et caractéristique. Dans la vallée du Cérou, ce porphyre, qui forme de grands escarpements, est d'ailleurs complètement amalgamé

avec les schistes de transition (passés à l'état de micaschiste) ; il les recouvre en plusieurs endroits. Suivant toute apparence, ce n'est donc encore ici qu'une roche de transformation, aux dépens de quelque couche d'un grès particulier, intercalé au terrain schisteux.

Près Rayssac, au centre du département, on voit, sur les bords escarpés de l'Adou, une autre couche porphyrique bien évidemment contemporaine des schistes de transition ; mais sa nature est un peu différente : c'est une sorte de roche indéfinissable, demi-feldspathique, demi-argileuse, demi-lamellaire, demi-grenue, d'un gris verdâtre ; il n'y a point de quartz libre. Cette couche de porphyre ou grès feldspathique est exploitée pour pierre à tailler, mais elle est extrêmement tenace, difficile à abattre et à façonner.

On ne trouve point dans le Tarn ces porphyres noirs ou verts, à pâte compacte, sans quartz et avec cristaux d'albite, si abondants dans le département de l'Aveyron ; mais il est à remarquer qu'ils y sont intercalés au terrain de grès intermédiaire, et non plus aux schistes anciens. J'ai donné ailleurs la raison de ces faits.

Le porphyre de la Garde-Viaur est accompagné de filons de quartz avec galène ; mais nous remettons à parler de toutes les roches de quartz et des filons métallifères après le terrain de transition qui les renferme d'une manière générale.

TERRAIN DE TRANSITION.

Le terrain de transition, qui forme l'ensemble des plus anciennes roches stratifiées, couvre une très-grande portion du département du Tarn : il en couvre presque toute la partie orientale ; et, si l'on y comprend, comme il convient, les roches de gneiss et de micaschiste, on verra qu'il forme autour du pays de plaine une sorte d'enceinte demi-circulaire, la même que nous avons indiquée déjà en parlant du groupement général des montagnes.

Nature de ses roches.

Ce terrain est composé, dans le Tarn, de schiste argileux et de calcaire ; il n'y existe point de grès. Le schiste est de beaucoup le plus abondant ; il passe par gradations insensibles au micaschiste et au gneiss. Le calcaire est à l'état de marbre.

Relief physique et nature agricole.

Avenir que promettent les nouvelles routes départementales.

Le terrain de transition forme dans le Tarn et dans les départements voisins (l'Aveyron et l'Hérault) des côtes assez élevées : la Montagne Noire, les monts de Lacaune, en sont en partie composés, et vers le N. et le N. E. cette disposition montueuse se continue au loin dans le même terrain. Elle présente même un coup d'œil remarquable par sa singularité, lorsqu'on peut en embrasser l'ensemble d'un point de vue suffisamment élevé. Ainsi, lorsque du roc de Montalet, près Lacaune, ou des hauteurs qui dominent le village de Murat, l'on étend sa vue vers le N. E., du côté de Brusque, dans l'Hérault, on voit se hérissier sur une vaste étendue les mille aiguilles formées par les sommets du terrain de transition. Il serait difficile de se figurer un groupement plus bizarre dans sa confusion, un amas de pointes de montagnes plus serrées, plus aiguës, plus tailla-

dées. Leur couleur sombre et leur nudité achèvent de donner au tableau son dernier trait.

Nous avons dit déjà que l'aridité des pentes et des sommets formait un des caractères les plus saillants du terrain de transition du Tarn, et nous l'avons attribué en grande partie à sa nature schisteuse et à sa forte inclinaison, qui s'opposent généralement au séjour des eaux pluviales à la superficie du sol. C'est principalement dans le vaste triangle qui s'étend entre Réalmont, Lacaune et Alban, que cette nudité, cette stérilité générale du sol, se montre d'une manière plus particulière. La région au milieu de laquelle est situé le village de Saint-Pierre-de-Trivizy semble une steppe aride, où la vue s'étend souvent au loin sans rencontrer une trace d'habitation ; les montagnes au N. de Lacaune, celles qui environnent Boissezon (au S. E. de Castres), présentent le même aspect d'aridité. Dans les parties les plus orientales du département, qui sont aussi les plus élevées dans leur ensemble, le terrain ne produit que de rares moissons de seigle et la pomme de terre, ressource de l'indigence ; les plateaux les plus élevés ne produisent même absolument que des bruyères. Peut-être, au reste, est-ce un peu par défaut de communication avec les contrées actives, que la vie manque dans ces régions : aussi, sous ce rapport, les nouvelles routes entreprises, celle d'Albi à Lacaune, de Castres à Mazamet, sont-elles propres à rendre un peu de fertilité au sol en y apportant des bras, des moyens d'échange, des débouchés.

Chutes d'eau, usines.

Le sol schisteux du Tarn est, en outre, découpé d'une multitude de vallées, souvent profondes et ordinairement sinueuses. Quelques-unes de ces vallées sont fertiles dans l'intervalle de leur bassin plus ou moins étroit : ainsi la vallée de Pierre-Segade près Lacaune, la vallée du Tarn dans presque tout son cours jusqu'à Arthès. De plus, les chutes d'eau naturellement formées

sur les ressauts de ces vallées ont donné naissance à des usines considérables, qui portent en plusieurs points de ces contrées les bienfaits de l'industrie et du commerce, à défaut de ceux de l'agriculture : on peut citer la grande aciérie du Saut du Tarn, près Saint-Juéry; les moulins d'Ambialet; les métiers du Salvage, près Castres; ceux de Brassac; les forges de Monségou; les fabriques de coton de Vabres¹.

Après ce coup d'œil général, décrivons avec un peu plus de détail la nature minéralogique des roches du terrain de transition.

DESCRIPTION DES ROCHES DU TERRAIN DE TRANSITION.

Nous avons déjà dit que, dans le Tarn, ce terrain ne se composait que de schiste argileux et de calcaire marbre.

Schiste.

L'aspect du schiste est fort variable; cependant partout sa compacité et sa fissilité attestent qu'il a éprouvé l'action de la chaleur, et les modifications de l'argile sont d'autant plus prononcées, que l'on approche davantage des massifs granitiques; au voisinage immédiat de ceux-ci, elle se transforme ordinairement en micaschiste. Le passage du schiste de transition au gneiss se fait aussi par l'intermédiaire du micaschiste, ce qui se conçoit, au reste, par la similitude de composition de cette roche avec le granit; mais, comme le gneiss est aussi une roche de sédiment mécanique, il s'ensuit que ce passage est, pour ainsi

¹ Vabres, petite ville isolée au milieu de montagnes désertes, et comme séparée du reste du monde, mais qui doit à l'industrie une sorte de prospérité : elle est située dans un vallon assez riant, fertile dans sa petite étendue par suite des atterrissements considérables qu'y ont formés les torrents roulant au milieu des schistes; mais, de toutes parts, il est dominé et comme enfermé par des montagnes parmi lesquelles s'élèvent les sommets rocheux du Sidobre. Malgré cette position exceptionnelle, Vabres est animé par l'industrie; une grande route vient d'unir cette petite ville à Castres, et, par la partie pittoresque de son parcours, elle deviendra sans doute, pour les habitants du Tarn, une des curiosités de leur pays.

dire, graduel et insensible, et que la limite de séparation entre le schiste argileux et le gneiss ne s'observe pas facilement. Il ne faudrait pas conclure de là, comme on l'a fait, que le gneiss soit une altération du schiste par le contact du granit; car, en beaucoup de points, et il faudrait dire presque partout, il y a passage immédiat du granit au schiste micacé sans interposition de gneiss, et il demeure évident que la nature de celui-ci provient uniquement de l'essence particulière des éléments qui ont servi à sa sédimentation, avant sa transformation générale par la chaleur. J'ai donné ailleurs la théorie de ces faits.

La couleur la plus ordinaire du schiste de transition est le brun ou le gris, mais il présente toutes sortes de nuances; il est souvent bleuâtre ou même de couleur verte, et enfin quelquefois rouge sur d'assez longs espaces. Cette couleur rouge n'est, au reste, que le résultat local de l'échauffement du terrain et de la déshydratation du fer que contient l'argile; c'est un fait analogue à la coloration des briques par la cuisson. Ce phénomène s'observe particulièrement aux environs d'Alban et dans la région aride et sauvage qui s'étend au N. de Saint-Pierre-de-Trivizy. En général, les différences de coloration des schistes (en bleu ou en rouge) paraissent provenir du degré d'oxydation du fer qu'ils contiennent; ainsi, dans ces schistes rouges, le fer serait à un degré d'oxydation plus élevé que dans les ardoises, qui sont bleues.

Le schiste devient fréquemment ardoisier dans le Tarn, et il est exploité comme tel en plusieurs points du département, comme nous le dirons un peu plus loin. Poursuivons auparavant la description minéralogique, en parlant du calcaire entremêlé avec les schistes.

Calcaire ou marbre.

Le calcaire du terrain de transition du Tarn est toujours à l'état de marbre, non point cependant partout lamellaire, mais

partout assez dur et assez compacte pour être susceptible de poli. On s'accorde généralement aujourd'hui à admettre que cet état marmoréen est le résultat de l'échauffement du terrain sous l'influence d'une forte pression ; or cette action de la chaleur est attestée en effet par les apparences du terrain de transition non-seulement dans le département, mais pour ainsi dire en tout lieu. Ce terrain étant immédiatement superposé au granit, les phénomènes qui ont produit à des époques diverses le soulèvement de cette roche ont répandu de proche en proche la chaleur dans tout le terrain qui lui était le plus ordinairement contigu.

Le calcaire de transition n'existe que dans la partie méridionale du département ; on le retrouve par lambeaux irréguliers à la surface du sol tout le long de la bande de granit qui s'étend de Lacaune à Sorèze. Il est très-probable qu'il formait primitivement une couche à peu près continue ; mais les déchirements du sol en ont séparé les diverses parties, et d'ailleurs la variété des inclinaisons ne l'amène point partout à la surface du sol ; nous l'avons indiqué sur la carte partout où il est à découvert. Mais le long de la partie occidentale de la Montagne Noire la bande calcaire est continue, et elle donne ainsi une remarquable trace de la direction du soulèvement général : cette continuité est due à ce que le terrain se présente là en couches verticales, sans recouvrement local d'une couche sur l'autre ; toutes sont donc visibles. C'est ce qu'on peut voir dans les coupes de la Montagne Noire que nous plaçons à la suite de la carte ; elles offrent ceci de particulier que les couches du calcaire sont disposées en forme d'éventail ouvert. Enfin signalons cette circonstance, qu'à l'extrémité orientale de la bande le calcaire est en contact immédiat avec le granit.

Le calcaire-marbre du Tarn est le plus souvent gris, quelquefois presque noir, comme près de Brassac, plus rarement blanc ; enfin, il prend les nuances de jaune et de rose veinés. En général, sa couleur est sombre dans la région qui s'étend de

Burlats à Brassac et Lacaune, claire, au contraire, le long de la Montagne Noire proprement dite. On trouve un lambeau de marbre blanc au S. de Lacaune, au voisinage du granit, et un autre dans les forêts qui s'étendent au S. d'Escoussens. Ce dernier gisement a été exploité; nous en reparlerons. En général, le défaut de ce calcaire est de se fendre en tous sens avec une très-grande facilité : aussi n'est-il pour ainsi dire pas employé comme marbre, ni même pour les constructions; mais, en plusieurs localités, on en fait de la chaux. Il renferme des cavernes près de Sorèze, et une autre auprès de Lacaune, d'où sort une petite rivière.

Point de fossiles. — Age du terrain et directions des couches.

Le terrain dont nous nous occupons ne renferme, dans le département du Tarn, aucun fossile : sans nul doute l'action de la chaleur souterraine, qui s'y est si largement exercée, est la cause qui a fait disparaître toute trace d'animalité en désorganisant le schiste et le calcaire. Mais cette absence des coquilles devra aussi nous laisser quelque doute sur l'âge véritable de certaines portions de ce terrain : et il y a lieu de se demander, par exemple, s'il n'appartiendrait pas aussi bien à la période du terrain de transition le plus récent qu'à celle du plus ancien. On ne peut douter d'abord qu'une partie au moins ne soit de l'âge le plus ancien : le passage si général des schistes à de grandes masses de gneiss, la pénétration si universelle du granit au milieu d'eux, enfin l'absence des grès, seraient déjà des raisons d'analogie plausibles pour le classement des terrains de la Montagne Noire parmi ceux de la plus ancienne période de sédimentation qui ait laissé sa trace dans notre hémisphère. La loi de direction que suivent dans leur soulèvement ces terrains anciens du Tarn est, sous un autre point de vue, une raison non moins concluante, car les observations les plus générales sur

toute la surface de l'Europe se réunissent pour faire considérer la direction E. 25 à 40° N. (qui domine dans les terrains de Lacaune, de Brassac et de la Montagne Noire), comme caractéristique du premier soulèvement que les terrains sédimentaires aient éprouvé.

Ceci nous amène à parler des directions de strates que l'on peut observer dans le terrain qui nous occupe. Elles se réduisent à deux principales : celle du N. E. au S. O. (ou plutôt E. 30 à 40° N. à O. 30 à 40° S.), qui s'observe principalement dans le S. du département, et celle de l'O. N. O. à l'E. S. E., qui s'observe plus particulièrement dans la partie N. Il n'est pas difficile de s'apercevoir, lorsque l'on compare ces directions locales avec la disposition du terrain en masse, que de leur combinaison résulte cette structure en demi-cintre que nous avons signalée dans les montagnes anciennes du Tarn. Dans la Montagne Noire, en effet, toute la masse du granit, c'est-à-dire les protubérances granitiques et les bandes schisteuses qui flanquent de part et d'autre ce granit, est alignée en grand du S. O. au N. E. Dans le N. et le centre du département, au contraire (au N. de Carmeaux, à l'E. d'Albi, etc.), l'orientation O. N. O. à E. S. E. est celle qui a présidé à l'alignement le plus général des couches et de leurs ondulations.

Les deux directions dont nous venons de parler ne sont pas les seules que l'on observe dans les schistes anciens du Tarn : on y trouve encore celle du N. 30° O. et celle du N. N. E., mais les deux premières sont les plus ordinaires ; elles sont même caractéristiques, comme on le voit par les différences d'inclinaison des terrains supérieurs.

Ce résultat concorde bien avec le grand ensemble d'observations faites sur la surface de l'Europe (et particulièrement en France par MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont), observations qui concourent à faire considérer les deux directions N. E. et O. N. O. comme appartenant aux soulèvements des deux plus

anciens terrains sédimentaires, des deux¹ premières formations géologiques en un mot. Ceci demande quelques mots, quelques détails de plus.

Nous avons dit que nous rangions généralement le terrain de transition du Tarn dans la plus ancienne époque; il peut, par conséquent, et il doit porter des traces de ces deux directions de soulèvement. Mais trouverons-nous ici un moyen de reconnaître si ce terrain appartient tout entier à la plus ancienne époque, s'il n'y en a point de la plus récente? Il est difficile de s'en assurer. Que parmi les portions du terrain qui affectent exclusivement la direction N. O. comme on en rencontre dans le centre du département, il n'y en ait point qui appartiennent à cette dernière période, c'est ce que j'ai lieu de croire, mais ce que je ne saurais, ne voudrais pas affirmer. Au reste, cela n'est que peu important. Tout ce que je puis dire, c'est que je n'ai observé nulle part entre les schistes une différence marquée de stratification; mais ces sortes d'observations y sont difficiles et incertaines. Ces terrains anciens sont, en effet, très-tourmentés; les mêmes directions s'y présentent rarement avec une continuité parfaite sur de grands espaces, et les grandes directions linéaires ne peuvent y être prises que sur les moyennes d'un grand nombre d'observations. La structure des schistes est même souvent contournée en petit, et il est à remarquer que ce phénomène a lieu principalement aux points où ils sont pénétrés de quartz: nous pensons, en effet, que la pénétration des gaz, avec dépôt de silice

¹ Ou plutôt des trois premières: car les deux terrains les plus anciens, ceux que les Anglais ont appelés Cambrien et Silurien, sont tous deux dirigés N. E. - S. O.; le suivant seul, celui qu'ils nomment Devonien, est dirigé O. N. O.: c'est le terrain de transition récent de M. Dufrenoy. Le terrain de transition du Tarn, en y comprenant les gneiss, correspond sans doute à l'ensemble des terrains Cambrien et Silurien des Anglais; il renferme les deux plus anciennes formations; soulevées d'ailleurs dans une direction presque identique sur toute l'Europe.

gélatineuse qu'ils ont dû former sur leur route, n'a pas peu contribué à l'amollissement du terrain.

Roches de quartz.

Ces considérations nous conduisent à parler d'un des accidents les plus remarquables qui se rencontrent dans les terrains schisteux du Tarn.

En plusieurs points, généralement culminants, du département et des portions de l'Aveyron qui l'avoisinent, on voit s'élever brusquement, au-dessus des crêtes ou des pentes schisteuses, des roches d'un aspect singulier et pittoresque, qui tantôt se dressent en aiguilles, tantôt s'étendent comme un mur linéaire bizarrement dentelé, et, en général, s'élèvent à pic d'une certaine hauteur au-dessus des schistes environnants. Fréquemment aussi le sol d'alentour est jonché de leurs débris, amassés en blocs à arêtes vives, comme le seraient ceux d'un immense édifice en ruine. Les points principaux où l'on rencontre ces sortes de rochers élevés sont : le Puy Saint-Georges (point culminant de l'arrondissement d'Alby); le Puy du Rouet, à l'extrémité N. E. du département; le Puy de Bar près Moularès; le Roc de l'Espinassolle (Aveyron); le Roc Saint-Michel, près d'Alban; la crête de Montredon, près la Bessonié, point culminant du canton de Réalmont; le rocher du Poul, près Albine (Montagne Noire), etc.

Ces rochers droits ne s'élèvent pas toujours sur des crêtes; souvent ils barrent des vallées comme le ferait une muraille de défense, et ils y forment alors des ressauts pour les eaux courantes, comme on le voit, par exemple, au moulin du Roi et au moulin de Roquemaur (au S. et au N. de la Bessonié) ¹.

La nature de ces rochers saillants est très-caractéristique : ce

¹ Nous avons marqué en jaune de Saturne sur la carte tous les points où nous avons reconnu ces roches de quartz, quelquefois métallifères.

n'est le plus souvent que du quartz pur, mais ce quartz est mêlé quelquefois d'oxyde de fer, à poussière rouge ou jaune, c'est-à-dire anhydre ou hydraté. Mais c'est dans sa disposition particulière, dans sa relation avec les schistes environnants et aussi dans sa structure intime, que ce quartz présente des caractères réellement remarquables et dignes d'étude. La direction linéaire qu'affectent la plupart de ces murailles quartzzeuses et leur mélange avec des matières métallifères, comme l'oxyde de fer, le manganèse, la galène, semblent premièrement indiquer une grande analogie avec les filons ordinaires; et, en effet, nous croyons que, dans la plupart des cas, ce n'est autre chose que des portions de filons, dont la roche enveloppante, plus tendre et plus altérable, a été enlevée par les agents de dénudation pendant l'immense durée des âges géologiques. Leur position en des points culminants et leur voisinage ordinaire du granit s'accordent d'ailleurs assez bien avec ce que l'on sait de la liaison des filons avec les roches éruptives, avec le granit principalement.

Quartz stratifié.

Il est néanmoins une autre circonstance fort curieuse qui donne à quelques-uns de ces amas quartzzeux un caractère tout particulier. Quelquefois, en effet, le quartz qui les constitue, au lieu d'être distinct et séparé des schistes, non-seulement s'y entremêle, mais s'y unit tellement, que la roche schisteuse, perdant insensiblement sa nature, se transforme peu à peu en un véritable quartz en roche, en un *quartz stratifié*, dont les lames juxtaposées sont seulement dorées ou argentées par une mince empreinte de mica. Ces sortes de roches quartzzeuses stratifiées sont un des phénomènes de géologie les plus curieux que je connaisse : leur passage graduel à des masses de quartz pur, sur lesquelles elles s'appuient, comme à un centre ou un axe de soulèvement, et leur passage graduel aussi d'autre part au mica-

schiste ou au gneiss, sembleraient les rendre un des plus remarquables spécimens de ces sortes de modifications apparentes que l'on a désignées sous le nom de métamorphisme. Mais telle n'est pas notre opinion ; quoique nous pensions bien , à la vérité , que ces roches ne sont point dans le même état physique qu'elles étaient lors de leur dépôt par les eaux , et que le groupement chimique des éléments y a dû changer sous l'influence d'une haute chaleur, nous croyons néanmoins qu'il est bien difficile de concevoir l'introduction d'éléments nouveaux dans ces roches, ou plutôt leur changement complet de nature, en même temps qu'elles conservaient des traces si marquées de stratification. S'il fallait absolument se résoudre pour une théorie de ces roches quarzeuses stratifiées, j'aimerais mieux les considérer comme ayant formé une variété originaire des sédiments qui ont servi à produire les gneiss et les micaschistes actuels, variété dans laquelle aurait dominé le dépôt de la silice , et qui aurait subi ensuite avec le reste du terrain schisteux l'action de la chaleur. Telle est la seule explication qui me paraisse rester dans les conditions de possibilité posées par les faits ; nous ne la donnons néanmoins qu'avec toute réserve. C'est au Puy Saint-George et au Puy du Rouet que s'observent surtout les roches dont nous venons de parler.

SUBSTANCES UTILES QUE FOURNIT LE TERRAIN DE TRANSITION DU TARN.

Les substances utiles fournies par le terrain que nous venons d'examiner sont : l'ardoise, le marbre, la pierre à chaux, le minéral de fer, ceux de plomb et de manganèse ; on peut y ajouter, comme matière accidentelle, des eaux minérales sulfureuses.

Ardoise.

Quoique la plupart des schistes de ce terrain soient plus ou moins fissiles, néanmoins la véritable ardoise ne se rencontre

qu'en un certain nombre de localités. On l'exploite en quatre endroits principaux :

1° Au bourg de Saint-Agnan, près de Brassac : elle y est extraite, sur le flanc d'une colline qui forme la rive droite de l'Agout, au moyen d'excavations en forme de galeries ;

2° A 3 kilomètres au N. de Lacaune, vers la partie moyenne d'une côte élevée et sur le versant qui regarde le midi. Elle y forme de vastes feuilletts verticaux, qui sont extraits par une sorte d'abatage à ciel ouvert, en grande partie avec des leviers ; et l'exploitation y est extrêmement facilitée par cette circonstance, commune d'ailleurs à toutes les carrières du département, que les feuilletts du schiste y sont presque verticaux ; ils y sont, d'ailleurs, découpés par des délits horizontaux, de sorte que les leviers y sont seuls nécessaires ; la poudre y est inutile.

3° On exploite encore l'ardoise en d'autres points des environs de Lacaune, en particulier au Gijounet, vallée de Pierre-Ségade.

4° Enfin on extrait aussi près de Dourgne, dans les couches de schiste qui forment le pied de la Montagne Noire, d'assez belles ardoises qui servent aux besoins de cette petite ville et de Sorèze.

Toutes les exploitations dont nous venons de parler sont fort restreintes, très-peu actives, et sont réduites à quelques excavations peu profondes. Aucune ne fait l'objet d'une exportation un peu lointaine, et le rayon de consommation ne s'étend pas au delà du plus extrême voisinage. En un mot il n'y a là rien qui puisse se comparer, même de loin, ni aux grandes ardoisières d'Angers ou des Ardennes, ni même à celles de la Corrèze. Une des principales causes de l'exportation restreinte des ardoises dans le département du Tarn même est le grand développement du terrain tertiaire, qui fournit presque partout des argiles excellentes pour la tuilerie, et qui exclut ainsi l'usage de l'ardoise, à cause de la difficulté des transports dans les pays

de montagne où celle-ci est exploitée. La tuile est, d'ailleurs, d'un usage plus facile et plus durable.

Marbre.

On a vu déjà que tout le calcaire de transition dans le Tarn est plus ou moins marmoréen; il n'est pas néanmoins, en général, exploité pour pierre à polir, et la principale raison est la facilité qu'il présente à se laisser diviser en fragments menus et irréguliers soit par le choc, soit par l'action de la gelée. En un seul point, au centre de la Montagne Noire, au S. d'Escoussens, on a essayé d'exploiter une couche de marbre blanc, qui vient affleurer au fond du ravin qui sépare les forêts d'Antaniboul et de Cayroulet; mais on a dû cesser l'extraction, à cause de la difficulté des transports, aucune route convenable n'étant encore tracée au milieu de ces bois accidentés de profonds ravins.

Au S. de Lacaune on rencontre aussi du marbre blanc, au voisinage du granit, mais il n'est pas exploité.

Un seul emploi, mais très-restreint, a été fait du marbre dans le département; c'est dans la petite ville de Dourgne: on y fabriquait de menus objets d'imitation, principalement des fruits, qui avaient une certaine vogue dans la contrée. Mais cette fabrication est à peu près éteinte.

Chaux.

Le seul véritable usage du calcaire de transition dans le Tarn est la fabrication de la chaux: on l'y emploie auprès de Brassac, Lacaune, Saint-Martin-de-la-Vallette, Espérouse, et dans la vallée de Pierre-Ségade; en un mot, dans toute la zone de calcaire qui est comprise entre Boissezon et Lacaune. Dans la Montagne Noire il n'est pas employé à cet usage, à cause du voisinage du calcaire d'eau douce de la formation tertiaire, qui a l'avantage, outre sa position dans la plaine, de donner souvent une chaux hydraulique d'un meilleur usage, même pour la bâtisse.

Les fours à chaux sont en grand nombre autour de Lacaune, Brassac et Pierre-Ségade; nous avons marqué sur la carte de Casini les endroits principaux où ils sont placés, et qui sont en même temps les lieux d'extraction. En 1840 il y avait cinq carrières de pierre à chaux près de Brassac, autant près de Lacaune, huit dans les communes de Viane et de Pierre-Ségade, trois dans celle de Saint-Martin-de-la-Valette. Il y a encore plusieurs fours à chaux près l'ancien château de Boissezon-de-Matviel, à l'extrémité orientale du département, et dans la vallée du Berlou près Vabres.

Dans ces contrées, au moins près de Brassac et de Lacaune, le combustible employé est, en général, la houille de Saint-Gervais; les fours sont larges et bas; ils ont la forme d'un tronc de cône renversé, c'est-à-dire plus étroits à la partie inférieure: je crois que cette forme est mauvaise. L'opération n'y est point continue; on y charge seulement 20 à 30,000 kilogrammes pour une opération.

FILONS MÉTALLIFÈRES.

Enfin c'est dans le terrain de transition et ses annexes (gneiss et micaschiste) que se rencontrent les filons métallifères du Tarn, dont aucun, au reste, n'est maintenant utilement exploité. Il existe dans ce département des minerais de fer, de plomb, de manganèse, de cuivre; mais, dans l'état actuel des choses, ils ne doivent guère compter pour rien au point de vue industriel, car leur exploitation ne paraît point présenter de grandes chances de succès; ils ne présentent donc d'intérêt qu'au point de vue géologique.

Leur position générale.

Toutes ces matières métallifères sont liées, sans aucun doute, au voisinage des roches primitives en contact immédiat avec le terrain de transition: leur position au voisinage des massifs primitifs et leur concentration dans le terrain de transition seul ne peuvent laisser un doute à cet égard. Il faut chercher, selon nous,

la raison de leur formation dans la pénétration des vapeurs fluo-rées émanées du granit ou du gneiss, au milieu des roches ou des fissures des terrains; mais ce n'est pas ici le lieu de développer cette opinion. Contentons-nous de quelques détails locaux sur chacune des matières métallifères que nous avons citées dans le Tarn.

Plomb.

Les filons de plomb existent en divers points de la bande étroite de terrain de transition comprise entre le granit du Sidobre et celui des montagnes de Brassac. On en a exploité un autrefois au N. de cette dernière ville, qui est décrit par M. Cordier dans le *Journal des mines*; et, il y a peu de temps, des recherches ont été faites sur d'autres filons à 7 kilomètres O. de Brassac, près du château de Bonnery. La galène, accompagnée de quartz, de pyrites de fer et de chaux carbonatée quelquefois, tantôt s'étendait parallèlement aux couches (N. E. S. O.), tantôt les coupait en filons dirigés N. S. magnétique. On y remarquait cette particularité, qu'en général le filon se resserrait et s'appauvrissait en traversant les couches calcaires et s'épanouissait au contraire dans les schistes, où il semblait remplir des cavités. Le résultat de ces recherches superficielles n'a paru être que médiocrement productif.

On a trouvé encore des indices de plomb près de Réalmont, à la Ferrandière, mais ce sont de simples traces. Ce gisement est néanmoins remarquable, en ce que la galène s'y ramifie dans une roche d'amphibole. Enfin, à la limite N. du département, mais dans l'Aveyron, près du village de la Garde-Viaur, nous avons observé des veines de plomb sulfuré au milieu de zones et filons de quartz qui entourent un porphyre granitoïde. La direction de ces filons est O. N. O. à E. S. E., direction extrêmement fréquente dans les filons de cette partie N. du Tarn et dans ceux de la partie S. de l'Aveyron qui en est voisine. La for-

mation des fractures qui leur ont donné lieu est antérieure au terrain houiller auquel elles s'arrêtent : leur direction les rattache donc à l'époque du soulèvement du terrain de transition le plus récent. L'époque de leur remplissage est moins ancienne.

Cuivre.

Le minerai de cuivre n'est connu qu'en un point du département, à Rozières près Carmeaux. Il y a fait l'objet d'une très-ancienne exploitation, que l'on fait remonter même jusqu'au temps des Romains; il existe un puits et des galeries. Mais ces travaux sont inondés, et la compagnie des mines de Carmeaux ayant voulu, il y a quelques années, essayer d'en épuiser l'eau pour reprendre les travaux intérieurs, n'a pu y réussir; il est probable et même certain qu'il y a communication des galeries avec la rivière du Cérou, et l'épuisement en devient impossible, si ce n'est par des travaux que ces mines ne semblent pas mériter, aujourd'hui surtout que le cuivre a infiniment moins de valeur qu'il n'en avait autrefois. L'état minéralogique du cuivre dans ce gisement est assez problématique, mais les résultats donnés par les débris des anciens travaux sont remarquables; le cuivre paraît y être à l'état de silicate. Il est, du reste, ramifié dans du quartz d'un beau vert, et quelquefois en petites masses rayonnées.

Ce filon de quartz cuprifère est dirigé N. 30° O.

Manganèse.

On a trouvé des indices de manganèse en deux points du département, au S. de Burlats, dans le calcaire de transition, et au N. de Mazamet dans le micaschiste. L'allure de ces gisements n'est pas facile à distinguer: ils semblent former des amas.

Fer.

Le minerai de fer est beaucoup plus fréquent dans le terrain

de transition du Tarn que le plomb, le cuivre et le manganèse; néanmoins on n'a pu réussir encore à en faire une exploitation productive : il y est partout disséminé en effet dans une très-grande quantité de quartz, auquel il se mélange intimement, et cela en rend non-seulement l'extraction, mais le traitement difficile. Il est tantôt à l'état d'oxyde hydraté (hématite brune), tantôt à l'état d'oxyde rouge ou anhydre. Les localités principales où se rencontre le minerai de fer sont : les environs de Lacaune, ceux d'Alban et du Fraisse, ceux de Saint-Pierre-de-Trivizy et de Saint-Paul-de-Barbatogne.

Près de Lacaune, au Faydel, on en a fait autrefois une exploitation assez considérable, pour l'alimentation des forges catalanes de Brassac. On l'a exploité encore en d'autres points des environs de Lacaune qui sont indiqués sur la carte, savoir : au Bousson, à Belair et au Plo d'Épinet. Ces minerais n'ont jamais fait que de mauvais fer : quelle en était la cause? c'est ce que l'on ignore. On a dit que cela tenait au cuivre qui y était renfermé; peut-être n'y avait-il qu'un défaut d'habileté dans la main-d'œuvre.

Au Fraisse et au Roc Saint-Michel, près Alban, on a fait quelques essais d'exploitation dans une concession appartenant primitivement à M. de Solages et cédée à M. le vicomte Decazes. Le minerai était porté à la forge catalane de Saint-Juéry; mais cela n'a pas eu de suite, et la concession est maintenant abandonnée. L'exploitation du Fraisse se faisait sur un banc quartzeux dirigé du N. E. au S. O.; il en est de même au Roc Saint-Michel, où le banc ferrifère est en contact avec un grand rocher quartzeux culminant, qu'entoure un vaste amas de blocs de quartz. A Saint-Jean-de-Salles, au N. du Fraisse, même phénomène: le banc ferrifère passe à des masses de quartz; mais là il est dirigé différemment, à peu près de l'E. à l'O.

Un autre banc quartzeux ferrifère se retrouve à Courris, près Ambialet; il penche de 45° vers le N.

A Saint-Pierre-de-Trivizy et sur bien des points du vaste plateau schisteux qui s'étend à quelques lieues alentour, enfin au N. du Puy Saint-Georges, se montrent des bancs de quartz ferrière; ils ont toutes les directions possibles, n'étant que des fissures remplies à des époques plus ou moins anciennes.

Il arrive néanmoins assez fréquemment que les bancs de quartz ferrières dont nous parlons aient une direction sensiblement parallèle aux couches qu'ils traversent; ce qui n'empêche pas qu'on ne puisse les considérer, même dans ce cas, comme étant de la nature des filons et d'une formation postérieure au dépôt du terrain qui les renferme. Quant à l'utilité de ces divers gisements, on peut affirmer qu'elle est à peu près nulle, le minerai de fer étant, en général, beaucoup trop disséminé au milieu du quartz; néanmoins, nous avons tracé sur la carte tous ceux qui nous sont connus. Mais il ne faut pas confondre ces gisements avec ceux de minerai de fer en grain qui existent dans la partie occidentale du département, et dont l'âge est bien plus moderne et la qualité bien supérieure. Nous en parlerons à propos du terrain jurassique.

TERRAINS DE GRÈS ANCIENS DU DÉPARTEMENT DU TARN.

(Terrain houiller, grès rouge, grès bigarré.)

Les terrains de grès qui, dans l'ordre chronologique, succèdent immédiatement au terrain de transition, ont dans le Tarn un assez grand intérêt, les uns par les belles couches de combustible qu'ils renferment, les autres par les recherches auxquelles ils ont donné et peuvent encore donner lieu quelque jour pour la découverte des mêmes richesses souterraines. Mais la classification exacte de tous ces terrains, qui serait importante pour assigner la probabilité réelle de pareilles recherches, présente quelques difficultés à cause de l'absence de caractères positifs, tels, par exemple, que celui des fossiles; néanmoins nous croyons

que l'on peut y parvenir par quelques inductions d'un autre ordre. La principale, la seule difficulté de classement est dans la distinction entre le terrain houiller et les terrains de grès rouge et de grès bigarré, dont les caractères minéralogiques sont tellement analogues avec les siens, qu'ils ne peuvent être, pour ainsi dire, d'aucun usage pour cette distinction : tous ces terrains, en effet, sont composés d'une alternance de grès quartzeux avec des schistes argileux, et, d'après cette seule donnée, ils pourraient être aisément confondus. Mais, à défaut d'autre moyen, l'étude des directions nous paraît pouvoir fournir quelque secours pour cette distinction intéressante. C'est ce que nous essayerons de montrer après avoir considéré successivement ces diverses formations, le terrain houiller d'une part, de l'autre les deux terrains de grès supérieurs.

TERRAIN HOUILLER.

Le terrain houiller ne se rencontre que sur un espace très-circonscrit, dans la vallée du Cérou, près le bourg de Carmeaux¹; il y fournit une riche exploitation de combustible, et, malgré son peu de développement, sa position pour ainsi dire isolée dans le S. O. de la France en a fait, proportionnellement à son étendue, un de nos bassins les plus productifs. Nous dirons d'abord quelques mots sur la nature minéralogique de ses couches, puis sur disposition soit extérieure soit souterraine.

Nature des roches. — Schiste.

Ce terrain se compose, abstraction faite des couches de houille, d'une succession d'argiles schisteuses et de grès durs, plus ou moins quartzeux, plus ou moins argileux. Le schiste argileux est de couleur ordinairement grise ou même gris noirâtre, et il est souvent intimement pénétré de charbon. Il renferme fréquemment des empreintes végétales, de celles qui sont habituelles dans

¹ Il s'en rencontre un petit lambeau à l'extrémité orientale du département, comme on le verra plus loin.

le terrain houiller, comme ¹ fougères très-variées, calamites, astérophyllies, stigmaria, etc.

Grès.

Les grès sont, en général, de couleur blanche ou grisâtre, et formés presque toujours d'une agglomération de grains de quartz, unis par un ciment très-peu abondant d'argile blanche ou grise, quelquefois ocreuse; ils sont fréquemment parsemés de paillettes de mica brillant. Quelquefois le ciment semble manquer presque tout à fait, ou bien encore les éléments du grès sont tellement enchevêtrés, que l'on dirait un fragment de granit. Quant aux grains quartzeux qui forment le fond de tous ces grès, la grosseur

¹ M. Boisse, directeur des mines de Carmeaux, et géologue de talent, a découvert parmi les empreintes de cette localité plusieurs espèces nouvelles, et en particulier des fructifications très-intéressantes. Il a bien voulu nous communiquer la liste complète des végétaux fossiles trouvés jusqu'ici dans ce terrain houiller, et qui ont été classés par M. Ad. Brongniart. Nous ne donnons pas ici toute cette liste, à cause de sa longueur, de la spécialité d'études qu'elle demande pour que l'on en sente l'intérêt, et enfin parce qu'elle trouvera place à plus juste titre dans les publications du savant botaniste. Nous en extrairons néanmoins le résumé numérique suivant.

CLASSE.	FAMILLE.	GENRE.	NOMBRE D'ESPÈCES.	
Cryptogames vasculaires.	Équisétacées	Equisetum	2	
		Calamites	7 et plusieurs indéterminées.	
		Pecopteris	23 et 3 indétermin.	
		Nevropteris	9 et 5 indét.	
		Orthopteris (Næggerrattia, Brong.)	5 (Ce genre ressemble au Næggerrattia de M. Brongniart, mais il en diffère par des caractères essentiels.)	
	
.....	Fougères.	Odontopteris	2	
		Cyclopteris	3	
		Sphenopteris	3 et 3 indét.	
		Tæniopteris	1	
		Sigillaria	9 et 2 indét.	
.....	Marsiliacées.	Sphenbphyllum	3	
	Lycopodiacées.	Stigmaria	3	
	Phanérogames.	Cycadées.	Lépidoflogos	1 très-rare..
		Annularia	5 et 2 indét.
Incertaine.	Incertaine.	Astérophyllites	5 et 2 indét.	
		Lepidophyllum	1	
		Carpolithes (fruits) ..	4 et 5 indét.	

en est ordinairement médiocre, leur diamètre ne variant guère qu'entre un et trois millimètres et n'allant presque jamais au delà de cinq. Je parle ici de la généralité, car il y a des exceptions, et il existe certaines couches où se trouvent empâtés de très-gros grains de quartz blanc ou noir et des fragments de schiste plus ou moins altéré; mais ces couches n'y sont pas ordinaires, et elles nous paraissent plus spécialement appartenir au terrain supérieur, comme nous le verrons un peu plus loin.

Les grès houillers de Carmeaux, même les plus quartzeux, renferment çà et là des nids ou des empreintes de charbon, et cela est assez fréquent et assez remarquable pour aider à les faire reconnaître, en particulier parmi les grès qui sont employés aux constructions; mais cela nuit, dans ces derniers, à la solidité.

Il arrive enfin que le ciment argileux et micacé devient assez prédominant et les grains de quartz assez petits pour que le grès se réduise à l'état de grès argileux; il est alors toujours plus ou moins schisteux et passe au genre de roche que l'on désignait autrefois sous le nom de psammite. Mais cette sorte de structure est comparativement rare dans le terrain houiller de Carmeaux: elle est beaucoup plus fréquente dans le terrain de grès bigarré qui lui est supérieur.

Disposition relative de ces roches.

Les couches de grès et de schiste se succèdent dans le terrain houiller du Tarn d'une manière tout à fait irrégulière et avec des épaisseurs très-variables, qui vont jusqu'à trente et quarante mètres, principalement pour le grès. Elles passent de l'une à l'autre en s'amincissant, de telle manière qu'on ne trouve jamais une succession exactement semblable dans deux puits voisins. La houille est indistinctement comprise entre ces diverses natures de roches.

Couches de houille.

Les couches de houille reconnues jusqu'ici sont au nombre

de six, ou de cinq seulement, si l'on veut réunir en une seule la quatrième et la cinquième en descendant, qui sont fort rapprochées l'une de l'autre, et sont comprises ensemble sous le nom unique de veine moyenne. C'est cette veine double que l'on exploite principalement aujourd'hui, en attaquant tantôt sa couche inférieure, tantôt sa couche supérieure, selon que les galeries horizontales de recherche conduisent à l'une ou à l'autre en traversant les accidents qui en interrompent assez fréquemment la continuité. On exploite aussi la veine la plus basse. Les supérieures sont laissées en réserve pour l'avenir.

Leur puissance et profondeur. — Épaisseur du terrain.

L'épaisseur des couches de houille varie de $1 \frac{1}{2}$ à 3 mètres; elle se soutient assez régulièrement un peu au-dessus de 2 mètres. Comme elles n'ont jamais une très-forte inclinaison, elles sont, précisément sous ces deux rapports, ce qu'il faut pour que l'exploitation en soit facile. Les quatre veines sont espacées l'une de l'autre d'environ 50 en 50 mètres. La plus grande profondeur où on ait directement atteint la veine basse est 300 mètres (au puits des Acacias); on y est parvenu à 66 mètres au-dessous du niveau de la mer. L'épaisseur totale reconnue du terrain houiller à Carmeaux est 280 mètres, mais on ne l'a pas encore entièrement traversé. Du côté de l'O. les couches de houille se rapprochent du sol; elles viennent même au jour dans le petit ruisseau de Vendilles, où l'on voit le terrain houiller reposer à stratification transgressive sur le gneiss. Dans la plaine du Cérrou le terrain houiller est recouvert d'une épaisseur d'environ 40 mètres de terrain tertiaire.

Disposition générale du terrain houiller de Carmeaux.

Examiné à la surface du sol, le terrain houiller de Carmeaux semble s'étendre de l'E. à l'O.; mais ce n'est pas le véritable sens de son allongement, et cette apparence est due seulement à ce

qu'il est recouvert, au N. et au S., par le terrain tertiaire, et qu'il est seulement mis à nu par la vallée du Cérou, dirigée sensiblement E. O. La véritable direction du bassin est, au contraire, du N. au S.; l'étendue méridionale n'en est point connue, parce qu'il est caché sous le tertiaire, qui y prend rapidement une grande puissance. Du côté de l'E. et de l'O. le terrain houiller est resserré entre deux avancées du gneiss. La portion de ce terrain reconnue jusqu'ici souterrainement est d'environ 2 kilomètres de large, de l'E. à l'O., sur 3 kilomètres de long, du N. au S.

Sous le rapport de sa disposition générale dans cet espace limité, et sous le rapport de l'exploitation, il peut se diviser en deux parties principales, celle qui est située au N. du Cérou et celle qui est située au S. Ces deux bassins partiels sont vraisemblablement séparés l'un de l'autre par une grande faille qui correspond sans nul doute à la partie linéaire du cours du Cérou. Cette faille, il est vrai, n'a pas encore été atteinte par les travaux souterrains, mais elle est devenue évidente d'après le grand abaissement des couches de la partie méridionale par rapport à celles qui sont situées de l'autre côté, au N. du ruisseau, quoiqu'elles plongent de part et d'autre dans le même sens; différence de niveau qui, augmentant sans cesse à mesure que les deux bassins en exploitation approchent de se joindre, indique dès maintenant une faille de plus de 100 mètres, abaissant le terrain du côté du S.

Partie au N. du Cérou.

La partie septentrionale du bassin, au N. du Cérou, la première reconnue et exploitée, parce que les couches viennent affleurer au sol, forme la mine du Ravin, qui communique au jour par une galerie horizontale et un puits. Les couches y semblent former un bassin particulier, où elles plongent, pour ainsi dire, de toutes parts vers la partie centrale; néanmoins leur

direction générale, celle de l'allongement du ride, est du N. N. E. au S. S. O. : c'est celle qui caractérise le terrain houiller en tant d'autres points de France et d'Angleterre, et qui appartient au soulèvement immédiatement postérieur au dépôt de ce terrain.

Partie au sud du Cérou.

Quant à la partie méridionale du bassin, elle a été reconnue et est exploitée par trois puits principaux placés à peu près sur une même ligne N. S., dont le prolongement irait rencontrer encore le puits du Ravin; de sorte que tous les orifices d'exploitation sont approximativement sur une même ligne droite. Ces trois puits méridionaux sont, en allant du N. au S., ceux des *Acacias*, du *Nouveau-Castillan* et de *la Grillatié*; les travaux des deux premiers sont entre eux en communication souterraine; le troisième dessert une mine particulière encore isolée.

La pente des couches, aux *Acacias*, est vers le Cérou ou vers le N.; mais au S. du puits du *Castillan* elles reprennent déjà leur direction dominante, approchant du N. S. (N. 30° O.), comme on le voit aussi dans les anciennes fosses du *Vieux-Castillan* et de *Montalbo*. Au reste, les pentes vers le N. dans la mine des *Acacias*, pentes d'ailleurs très-faibles (10 à 12° en moyenne), me paraissent tenir principalement à la faille même qui forme le fond de la vallée du Cérou, laquelle, faisant basculer les couches, les a légèrement relevées en sens inverse de la dépression qu'elle y produit.

Failles.

Les travaux souterrains des mines de *Carmeaux* ont montré que les couches y étaient dérangées par deux systèmes de failles, les unes E. O., probablement parallèles à la grande faille du Cérou, mais qui ne produisent que des abaissements de quelques mètres; les autres dirigées N. 30° O., et qui produisent des abaissements de 20 à 50 mètres. Deux de ces dernières failles

limitent tous les travaux méridionaux à l'E. et à l'O. et n'ont pas été encore traversées. Ce ne sont pas les seules directions de failles dans ces mines : on y rencontre aussi particulièrement celle de l'O. N. O. ; mais elle est moins fréquente et moins importante que les deux premières. Pour décider de l'âge de toutes ces fractures, si cela importait en réalité, il faudrait faire des études que ne permet pas l'espace si restreint des travaux intérieurs ; il est seulement facile de voir que leurs directions rentrent dans celles de diverses grandes lignes de soulèvement qui caractérisent des époques postérieures au terrain houiller.

Exploitation.

L'inclinaison des couches de houille à Carmeaux ne varie guère qu'entre 5 et 20° ; on les exploite donc facilement par des galeries ayant toute la hauteur des couches. Ces galeries forment deux systèmes se coupant à angle droit : les unes suivent la direction de la couche en restant horizontales, et servent principalement au roulage intérieur, tandis que les autres en suivent la pente et forment des descenderies moyennement inclinées de 15°. Les massifs carrés laissés intacts entre les galeries (espacées de 20 en 20 mètres) sont plus tard enlevés en entier dans les parties que l'on se décide à abandonner pour toujours. Dans les galeries horizontales sont établis des chemins de fer qui servent à rouler les produits vers les puits d'extraction. Dans les descenderies, des treuils manœuvrés à bras d'homme servent au même usage lorsqu'il en est besoin. Au-dessus de chaque puits est une machine à vapeur de la force de 12 à 25 chevaux, pour servir à cette extraction du combustible et aussi à l'épuisement des eaux.

Production et avenir de ces mines.

Les mines de Carmeaux produisent annuellement environ 400,000 hectolitres de houille, dont la qualité est belle et qui

peut servir à tous les usages métallurgiques et industriels. Son seul défaut est d'être quelquefois extraite trop menue.

On creuse dans ces mines 3 lieues de galeries par an. Néanmoins, l'épaisseur de toutes les couches réunies étant d'environ 10 à 12 mètres, elles pourront fournir encore à une exploitation extrêmement longue. On peut évaluer, par cubage, à 5 ou 600 millions d'hectolitres la quantité de houille renfermée dans l'espace reconnu, en le supposant intact; ce qui, au taux même de 500,000 hectolitres par an, fournirait à une exploitation de plus de mille ans de durée. Certainement une partie en restera perdue, et un dixième environ doit être supposé déjà enlevé; mais, en tenant compte de toute éventualité, nous pensons que la durée des mines de Carmeaux doit encore dépasser au moins cinq à six siècles, si l'extraction annuelle ne s'élève pas beaucoup au-dessus de ce qu'elle est aujourd'hui¹.

La concession de Carmeaux est d'une très-grande étendue, 88 kilomètres carrés; elle s'étend, sur un rayon de 6 kilomètres $\frac{1}{2}$, tout autour du village de Carmeaux même. Ce développement et la disposition du terrain tertiaire, qui couvre toute la partie méridionale d'une très-grande épaisseur de couches horizontales, donnent bien peu de chances aux recherches qui pourraient être tentées hors de ses limites; plusieurs ont été tentées cependant sur des

¹ Ces chiffres, qui indiquent la durée d'exploitation des bassins houillers, ne sont rien auprès des durées qu'il faut admettre pour la formation de ces houilles, que nous détruisons si rapidement. On sait, et nous avons cru inutile de le rappeler au commencement de cet article, que la houille a une origine végétale, et il paraît démontré aujourd'hui qu'elle provient de la carbonisation progressive de végétaux sans cesse renaissants pendant d'immenses durées, à la manière de nos tourbières. Or, si l'on compare la quantité de charbon que peut fournir en un an un sol forestier, à celle d'une couche de houille, on voit que, dans l'état actuel des choses, il faudrait environ cent mille ans pour produire les 12 mètres d'épaisseur que présentent les couches de Carmeaux. Mais il y a lieu de penser que l'énergie de végétation était alors beaucoup plus grande qu'aujourd'hui.

terrains de grès plus ou moins analogues à ceux de Carmeaux, dans la partie occidentale et centrale du département : nous en parlerons lorsque nous aurons traité des deux terrains de grès supérieurs, le grès rouge et le grès bigarré.

TERRAIN HOUILLER DE MURAT.

Il existe cependant à l'extrémité orientale du département un autre lambeau de véritable terrain houiller, et dans lequel on a trouvé récemment quelques veines de charbon. Ce terrain, situé près du pont de la Mouline (commune de Murat), sur la limite de l'Hérault, est une petite dépendance du bassin houiller de Saint-Gervais (Hérault) ; comme dans celui-ci, l'allongement général et la direction des couches est de l'E. à l'O. Mais son étendue dans le Tarn est extrêmement peu considérable ; il a à peine 1 kilomètre de longueur, et sa largeur n'est que de quelques centaines de mètres. Il occupe un rameau de montagne, où ses couches sont disposées en fond de bateau. Des recherches ont été faites de part et d'autre et ont montré des grès poudingues, des grès argileux impressionnés et une assez grande puissance d'argile schisteuse peu consistante, renfermant une veine de charbon maigre. Cette veine est peu puissante ; elle se divise en veinules et ne paraît pas s'étendre avec régularité. Ce terrain paraît au reste avoir subi, au moins au voisinage de la vallée du Dourdou, une action ignée énergique qui a altéré singulièrement aussi les caractères du terrain de transition sur lequel il repose ; et c'est sans doute ce qui a pu contribuer à rendre la houille maigre et friable près de ses affleurements, peut-être même à en diminuer la puissance. Néanmoins, la mauvaise position de ces localités relativement aux transports et aux débouchés et le voisinage du grand bassin de Saint-Gervais ne permettent pas de penser que l'exploitation puisse jamais y être très-profitable, quand bien même on trouverait dans la profondeur de plus riches couches de charbon.

AUTRES SUBSTANCES UTILES FOURNIES PAR LE TERRAIN HOUILLER DU TARN.

Grès à bâtir.

Outre le combustible, le terrain houiller du Tarn fournit, comme substance utile, des grès à bâtir, qui sont exploités auprès des mines de charbon, sur le bord du Cérou, dont la rive droite présente une face escarpée, formée sans doute par la grande faille dont nous avons déjà parlé. Ce grès est employé comme pierre de taille; mais il n'est pas d'une grande résistance, parce que son grain est un peu lâche, et qu'il est traversé par de petits lits irréguliers de combustible qui en diminuent encore la cohérence. Les pierres de taille fournies par le terrain de grès supérieur sont d'une meilleure nature.

Les carrières de grès houiller sont toutes à ciel ouvert; elles sont entaillées dans les escarpements qui forment la rive droite du Cérou, à l'O. du bourg de Carmeaux.

TERRAINS DE GRÈS ROUGE ET DE GRÈS BIGARRÉ.

Difficulté de les distinguer nettement du terrain houiller.

La démarcation entre le terrain houiller et les deux terrains suivants dans l'ordre chronologique n'est pas facile à saisir dans le département du Tarn : leurs caractères minéralogiques ne sont pas, en effet, fort différents, et les débris organiques, du moins ceux qui pourraient être caractéristiques, n'ont pas encore été rencontrés dans ces derniers. Néanmoins si, s'éloignant de l'exploitation de Carmeaux, on s'avance vers l'O., on rencontre une suite considérable de couches de grès et de schistes argileux et marneux diversement colorés, qui ne présentent plus de vestige de charbon, et dont l'apparence générale s'éloigne en effet de celle du terrain houiller; enfin ces grès viennent, en certains points, passer comme insensiblement et en stratification concordante au grès du lias et à la formation oolithique. Il est donc

de toute évidence que le terrain houiller de Carmeaux ne se prolonge pas à la surface du sol sur toute cette étendue; il n'y forme, pour ainsi dire, qu'un îlot, qui s'élevait comme isolé sur le rivage de la mer où se sont déposés les grès supérieurs, et qui s'y élevait d'une quantité peu considérable. Jusqu'où s'étendait cette petite saillie vers le S. ? C'est ce qu'il est impossible de savoir, à cause du puissant terrain tertiaire qui s'élève au-dessus; mais, vers l'O., elle ne s'étendait pas certainement jusqu'à l'emplacement actuel de Monestiés. Le terrain houiller peut et doit peut-être se prolonger, d'ailleurs, au-dessous de cette nappe de grès plus modernes; mais la puissance de ces derniers paraît être assez considérable pour apporter un très-grand obstacle aux recherches souterraines.

Description générale.

La description minéralogique des terrains de grès dont nous parlons serait fort difficile à faire d'une manière complète. En suivant, en effet, de l'E. à l'O., la vallée du Cérou, de Monestiés à Cordes et Marnaves, et poursuivant encore vers Bruniquel et Puicelcy, on rencontre une énorme quantité de couches fortement ondulées, qui présentent les apparences les plus variées et les plus changeantes : ce sont tantôt des grès siliceux à grains blancs ou jaunâtres; des grès de même nature, mais en partie argileux, à ciment rouge, violacé ou bariolé de plusieurs teintes; des schistes argileux et grès schisteux verts, rouges, bruns, gris, de toutes nuances. Au milieu de cette bigarrure, il est, pour ainsi dire, impossible de découvrir une succession régulière et quelque chose de constant, si ce n'est la variété même. Nous avons, au reste, reproduit quelques détails de ces couches dans les coupes placées à la suite de cette notice.

Poudingues du grès rouge.

Parmi toutes ces couches, les plus remarquables, sans contre-

dit, sont des bancs de poudingue quartzeux qui se rencontrent constamment vers la base de la formation des grès supérieurs, mais en des positions spéciales : ils sont en effet toujours rapprochés du contact des roches primitives, de celles qui se trouvaient déjà élevées à l'époque du dépôt des galets qui forment ces grès¹.

Cette circonstance n'est pas indifférente : elle prouve que la nature de ces grès poudingues tient d'une part au voisinage des montagnes ; mais elle doit tenir aussi à d'autres causes. Ces grès, on doit le remarquer, tiennent la même place chronologique que le grès des Vosges, entremêlé de même de galets grossiers et charriés de loin ; et ce phénomène est général, c'est-à-dire que partout, au voisinage des montagnes dont le soulèvement est ancien, comme le sont celles du Rouergue, le terrain houiller est recouvert de conglomérats dont les galets sont d'une forte dimension. A nos yeux cette circonstance est liée à l'état climatérique de l'époque qui a suivi celle des houilles, à l'existence des neiges et des glaces sur ces montagnes et à leur fusion annuelle ; mais ce n'est pas ici le lieu de développer des considérations de ce genre : il nous suffira de dire qu'elles nous déterminent à classer les grès dont il vient d'être question dans la formation du *Grès rouge* ou *Grès des Vosges*, résultat que rien en définitive ne vient contredire dans l'examen du sol.

Confusion des deux terrains de grès.

Maintenant quelle est la démarcation entre ce terrain et celui du grès bigarré, qui existe aussi dans le Tarn et qui y est sans nul doute beaucoup plus développé, c'est ce qu'il nous est impossible de préciser ici d'une manière absolue, la différence de

¹ Ces poudingues (grès à très-gros galets) peuvent s'observer très-bien à la Bastidette, près Monestiés, où ils forment de grandes couches fortement inclinées vers l'O. 30° S., et en contact avec le gneiss. Ils existent aussi non loin de la Guépie et près de Réalmont.

stratification n'étant nulle part facilement saisissable au milieu de ces terrains tourmentés.

Modification au voisinage du gneiss.

Les grès dont nous venons de parler en dernier lieu ont éprouvé, en vertu de leur voisinage du terrain de gneiss, ont éprouvé, dis-je, plus que tous autres une modification assez ordinaire au contact du terrain primitif. Elle consiste en ce que les grès sont, en certains points de ce contact, intimement pénétrés de quartz, qui les cimente exactement, en remplit tous les interstices, s'y ramifie en une immense quantité de veines : le quartz est accompagné quelquefois de baryte sulfatée, de géodes d'oxyde de manganèse, de galène, de pyrites, etc.; ce grès modifié est, en un mot, de la nature de celui que M. de Bonnard a observé sur les pentes du plateau central de la France et qu'il a nommé *arkose*. Au même voisinage, les grès marneux ou les schistes ont été rendus compactes par la chaleur ou transformés en partie en amphibole. Tous ces phénomènes rentrent dans des faits bien connus, mais non encore expliqués : nous en rendons raison, quant à nous, par la pénétration des gaz fluorés siliceux émanés des massifs granitiques aux époques de leur échauffement.

Étendue et disposition générale. — Nature du sol.

Les formations de grès dont il vient d'être question couvrent une assez longue étendue de pays dans la partie occidentale du département; mais il s'en faut que ce soit une de ses portions les plus fertiles et les plus habitées. Ces terrains, qui entre Cordes et Monestiés sont formés principalement de grès quartzeux et argileux, et par conséquent y présentent encore cette consistance qui paraît nécessaire pour la fécondité du sol, sont composés, au contraire, en grande partie, à l'O. de Cordes, d'une immense quantité de schistes rouges, bruns et verts, sans co-

hérence, et qui ne forment plus guère que des landes stériles, de l'aspect le plus désolé.

Forêt de la Grésine.

Au delà de ces landes, qui s'étendent de Cordes à Vaours, la grande forêt de la Grésine couvre un terrain du même genre sur un espace d'environ 40 kilomètres carrés : sur toute cette étendue ce n'est pas autre chose qu'un grès schisteux rouge, presque uniquement argileux ou marneux, et qui ne se mêle de couches à grains quartzeux que vers le nord de la forêt, au voisinage du lias. La forêt dans son ensemble s'élève en masse au-dessus des terrains environnants, et semble former comme une grande pyramide de terrains rouges, terminée par un plateau irrégulier¹. Le grès est partout médiocrement incliné, ondulé néanmoins et fortement raviné par les eaux : il en résulte, à la surface du sol, des accidents assez prononcés, qui, répétés par les ondulations du feuillage même de la forêt, présentent, d'un point de vue élevé, un aspect fort pittoresque.

Mais le grès rouge qui compose le sol de la forêt ne nourrit point une végétation très-vigoureuse : les arbres y viennent maigres et assez chétifs, et ils ne peuvent établir fortement leurs racines dans ce sol sans consistance. Il n'est pas rare, en effet, d'y voir les arbres renversés par le vent ; et alors ils ne sont pas rompus, ils sont arrachés, déracinés.

Environs de Cordes. — Plâtre. — Calcaire magnésien.

Le même grès rouge qui couvre la forêt de la Grésine se retrouve au N. O. de Cordes, auprès de Marnaves et de Roque-reyne ; il y forme toute la plaine du Cérou et les hauteurs qui

¹ Vaours et les côtes qui limitent au nord la forêt de la Grésine sont élevés de 500 mètres au-dessus du niveau de la mer.

la bordent à l'O.¹ Il y renferme du gypse, de la pierre à plâtre, comme nous le dirons bientôt.

Près de Cordes, on voit saillir sous le tertiaire un lambeau du terrain de grès qui renferme une couche de calcaire, ce qu'on ne voit qu'en ce point et dans les bois de Vaours. Ce calcaire est magnésien.

Vallon d'Aymer. — Recherches de houille.

En s'avancant de là vers le N. on trouve dans le vallon d'Aymer des grès quartzeux, à ciment argilo-ferrugineux, faisant suite à ceux de Salles et Monestiés; on y a fait par sondages des recherches de houille qui ont traversé, sur une profondeur de 150 mètres, des couches alternatives de grès et d'argiles schisteuses, ordinairement rouges; on n'y a point trouvé de charbon.

Blocs de poudingues.

Un peu plus au N., en arrivant à la vallée de l'Aveyron, on retrouve les mêmes grès poudingues que nous avons déjà cités à la Bastidette, près Monestiés; ils ont couvert toute la pente de la vallée d'une énorme quantité de blocs, et, en général, ces sortes de roches présentent des dislocations bien plus prononcées que les grès rouges et schistes bariolés dont nous avons parlé tout à l'heure et qui sont généralement peu inclinés: cela doit tenir, sans doute, à leur plus grande dureté, qui les fait rompre et non ployer comme les autres, et aussi au soulèvement violent qu'ils ont éprouvé avant le dépôt du grès bigarré et des marnes.

¹ Les marnes rouges à plâtre de la plaine du Cérou, près Marnaves, ne sont autres que celles qui apparaissent à un niveau beaucoup plus élevé à Roquereyne, etc.; il ne faudrait pas en conclure qu'elles avaient toute la hauteur des flancs de la vallée, et que l'eau y aurait creusé ce vaste sillon: c'est probablement un effet de la formation de la vallée par effondrement, qui fait retrouver à son fond les couches primitivement beaucoup plus élevées.

Puechmignon. — Recherches de houille.

Dans la même vallée, à Puechmignon, où ont eu lieu encore des recherches de houille, on trouve près du lias, d'abord des marnes rouges et violacées, puis à l'E., de larges bancs, fortement ondulés, de grès siliceux blancs ou jaunâtres, inférieurs à ces marnes. Au-dessous se voient des grès schisteux de couleur verte ou grise, accompagnés d'une couche d'argile noire qui renferme des veines de houille et du fer carbonaté. On y a fait en 1835, un sondage pour la recherche du charbon : il n'a rencontré, sur plus de 100 mètres, qu'une suite de grès et d'argiles néanmoins c'est le point du département où les résultats des recherches ont présenté le plus d'analogie avec le terrain houiller.

Prolongement de ces grès dans l'Aveyron.

De la vallée de l'Aveyron le terrain de grès se prolonge dans le département voisin en formant une longue et étroite bande du S. au N., entre deux lignes à peu près parallèles formées par le lias à l'O. et par le gneiss à l'E. Il est en discordance de stratification avec tous les deux; le lias est en effet presque horizontal, les grès assez fortement inclinés et le gneiss d'une verticalité presque absolue. La direction la plus ordinaire de ces deux derniers terrains est celle du N. 30° O., qui, dans l'ordre chronologique des soulèvements, est immédiatement postérieure au terrain de grès bigarré; mais le gneiss y présente aussi fréquemment celle de l'O. N. O.

Grès de Réalmont.

Les terrains de grès intermédiaire n'existent pas seulement dans la région septentrionale du Tarn, ils reparaissent encore à sa partie centrale, près de Réalmont. Là encore, par leur analogie de caractères avec le terrain houiller, ils ont donné lieu à des recherches de houille, mais qui n'ont produit aucun résultat.

Le terrain du grès de Réalmont est compris, à l'E. et à l'O., entre deux saillies du terrain de transition, qui y prend l'apparence d'un gneiss imparfait, mélangé d'amphibole. Au N. et au S., il est recouvert par le terrain tertiaire. Il présente à sa base, du côté de l'E., une énorme quantité de poudingues, en couches superposées, de deux à trois pieds de puissance, peu inclinées; on en voit l'ensemble à découvert dans le vallon de Blimat. Mais ces poudingues ne sont plus ici à galets de quartz comme dans le N. du département : la plupart des fragments empâtés, dont le diamètre atteint souvent de 1 à 2 décimètres, sont de schiste, souvent micacé, mélangé cependant de quelques grains de quartz blanc ou noir et quelquefois de porphyre. Le ciment est une argile le plus souvent rouge, quelquefois verte ou grise. On ne trouve ces couches remarquables qu'à l'E. de Réalmont; à l'O. de cette ville on ne les voit plus, au moins à la surface du sol.

En s'avancant vers l'O., vers le château du Cayla, on trouve en effet, en recouvrement probable sur ces poudingues, des grès schisteux, psammitiques, passant du grès fin, micacé, à l'argile schisteuse; il a quelquefois la structure tabulaire, et il est exploité dans diverses carrières sur le revers du coteau du Cayla; l'argile schisteuse verte, grise ou noire, présente des impressions végétales peu distinctes et des veinules de houille. Enfin, au-dessus de ces couches schisteuses se montrent, sous le château du Cayla, des grès quartzeux, à grains fins, parfois même à grain indiscernable et passant à l'état de quartzite. Il n'y a guère de doute, au reste, que toutes ces roches n'aient été plus ou moins modifiées par l'action de la chaleur et la pénétration des gaz, et il est probable que c'est à cette cause qu'il faut attribuer l'état particulier du quartzite du Cayla.

Recherches de houille. — Age réel des grès de Réalmont.

L'âge des grès de Réalmont pouvait, jusqu'à un certain point,

d'après leur apparence, demeurer indéterminé, et le succès des recherches de houille n'y était pas absolument improbable. Néanmoins, d'après l'étude des directions, il ne nous paraît plus possible de douter que ces grès ne soient supérieurs au véritable terrain houiller. Ils reposent en effet sur des mica-schistes amphiboliques fortement relevés, dont la direction approche du N. S. ou N. N. E., comme celle du soulèvement qui a immédiatement suivi le dépôt du terrain houiller; tandis que les grès eux-mêmes sont peu inclinés, et orientés ordinairement dans la direction O. N. O. à N. O. qui appartient à des relèvements beaucoup plus récents (principalement l'époque des Pyrénées). La présence des poudingues nous ferait en partie rapporter ce terrain à l'époque du grès rouge ou grès des Vosges; mais les grès schisteux et les argiles à impressions végétales et à veines de houille, assez nettement distinctes des poudingues, doivent appartenir probablement à l'époque du grès bigarré.

Deux sondages ont été faits sur les grès de Réalmont: l'un dans le vallon de Blimat, à l'E. de la ville; l'autre au moulin du Cayla, à l'O.; tous deux ont traversé plus de 100 mètres et n'ont rencontré qu'une alternance de grès et d'argiles stériles¹.

Directions des couches dans les terrains de grès anciens.

Nous ne voulons pas terminer ce qui a rapport aux terrains de grès ancien du Tarn sans indiquer le résumé des directions qu'il affecté, car c'est là un des éléments géologiques les plus utiles.

Nous avons vu déjà que la direction particulière au terrain houiller était celle du N. N. E. au S. S. O., plus ou moins modifiée par des dérangements subséquents, mais qui ne se retrouve plus au-dessus de la formation du grès rouge².

¹ Voir le mémoire de M. Manès, *Annales des mines*, tome X.

² La direction qui a principalement modifié le terrain houiller du Tarn est néanmoins celle du N. 30° O., postérieure au dépôt du grès bigarré. La

Dans les poudingues de Monestiés et de Puechmignon, on retrouve encore en effet cette direction du N. N. E., mais elle n'existe plus pour les grès schisteux ou marneux supérieurs, qui appartiennent sans nul doute au terrain de grès bigarré.

Quant à ce dernier, sa direction dominante, qui s'étend aussi aux roches inférieures, est celle du N. 30 à 40° O.; elle se montre fréquemment depuis Monestiés jusqu'à l'extrémité méridionale de la Grésine et jusqu'à la Guépie; on la voit aussi en quelques points près Réalmont. A cette direction néanmoins vient s'en joindre fréquemment une autre qui paraît être beaucoup plus moderne, et qui affecte indifféremment tous les terrains inclinés du midi de la France : c'est celle de l'O. N. O., direction des Pyrénées. Peut-être s'est-elle plus fortement fait sentir dans le grès bigarré, à cause de la direction approchante qui le caractérisait déjà (N. 30° O.). Ce qui est certain, c'est qu'on la trouve nettement dessinée dans les grès tabulaires exploités au S. de la Guépie et au S. de Réalmont, deux points assez éloignés l'un de l'autre.

Au N. de la Grésine, le même terrain présente la direction E. O. (E. 5 à 10° N.), mais elle lui est commune avec le lias, qui s'y superpose en stratification concordante, plongeant de 45° vers le N. Dans le reste de la forêt, elle revient au N. O.

SUBSTANCES UTILES FOURNIES PAR LE TERRAIN DE GRÈS BIGARRÉ.

Pierres à bâtir.

Le grès bigarré fournit des pierres de taille de belle et bonne qualité; on l'exploite à cet effet à Salles (près Monestiés), à la Guépie et près de Réalmont. Dans ces deux dernières localités on extrait des grès grisâtres, et aussi des psammites tabulaires qui peuvent servir pour dalles; à Salles, on extrait un grès rouge,

combinaison de cette orientation avec celle du N. N. E. est, selon nous, ce qui donne si souvent aux bandes de ce terrain l'apparence d'une direction N. S. vrai.

à grain fin, fort solide, qui se présente sur le flanc méridional de la vallée du Cérou, en couches inclinées, peu puissantes et faciles à débiter. Tous ces grès sont d'un meilleur usage que celui de Carmeaux; cependant il y a lieu de penser que celui de Réalmont n'est pas, en général, d'une qualité excellente.

Pierre à plâtre.

Le terrain de grès bigarré présente, dans ses couches supérieures, au voisinage du lias, une substance utile assez précieuse par sa rareté relative dans la France centrale : je veux parler de la *Pierre à plâtre*, du gypse. On la rencontre à Succaliac, près Marnaves, et en d'autres points des environs, intercalée irrégulièrement au milieu des marnes et grès marneux rouges qui forment là tout le fond et les alentours de la vallée du Cérou. La disposition du gypse au milieu des marnes ne présente aucune loi régulière : ce n'est point une couche gypseuse, c'est un mélange intime, c'est une suite d'amas parallèles aux strates de la roche et en passage intime avec elle. La formation du gypse est donc évidemment contemporaine de celle de la roche, et, comme elle se montre sur une assez grande hauteur verticale, il y a toute probabilité qu'elle est due à quelque phénomène local, comme par exemple à l'influence chimique produite dans les eaux de la mer ou du lac où se sont déposées ces couches, par le mélange des eaux d'un affluent particulier dont l'embouchure était voisine de ce lieu.

TERRAIN DE CALCAIRE JURASSIQUE.

Étendue. — Nature des roches.

Le calcaire jurassique n'occupe que l'extrémité N. O. du département. Il repose, à stratification souvent peu discordante, sur les grès bigarrés de la Grésine, de Vaours, de Marnaves, pour de là s'étendre vers l'O. et le N., en formant les grands plateaux des rives de l'Aveyron, et couvrir une notable portion du département de Tarn-et-Garonne.

La base de ce terrain, lorsqu'elle est visible, est ordinairement un *grès* siliceux blanc, contrastant par sa couleur avec les grès inférieurs, dont la teinte est presque toujours fortement prononcée. Il passe à un calcaire tantôt carié ou cloisonné, tantôt compacte et même demi-spathique, qui vient se fondre assez souvent dans une assise peu puissante de marnes grises, coquillières. Cette première partie de la formation paraît correspondre à la division connue sous le nom de *lias*, laquelle se présenterait ici à peu près géologiquement complète.

Au-dessus des roches dont nous venons de parler s'élève ensuite une accumulation puissante de calcaires à structure compacte, de couleur blanche ou blanc grisâtre, d'un aspect extrêmement uniforme, et dont les masses énormes composent toute cette longue région de plateaux calcaires qui s'étend sous forme de demi-cintre autour des montagnes primitives du centre de la France. Ils appartiennent aux divers étages de la formation oolithique; dans le département du Tarn les parties inférieures seules de cette formation paraissent se montrer, néanmoins l'absence ordinaire de fossiles ne permet pas de donner à cette classification une certitude absolue.

Vallées et plateaux. — Réflexions à ce sujet.

Ces épaisses masses de calcaires sont sillonnées par des vallées

profondes, comme celles de l'Aveyron et de la Vère, qui souvent sont coupées à entailles vives, et présentent de hautes murailles de rochers blancs, divisés en assises naturelles. Les arêtes supérieures de ces escarpements, si l'on fait abstraction de leurs découpures, se profilent généralement en lignes de niveau, et la surface des massifs s'étend en de vastes plateaux à surface sensiblement horizontale en grand, quoique accidentée de légères dépressions.

Nous reviendrons un peu plus loin sur le coup d'œil que présentent ces vallées, et sur les conclusions que l'on peut tirer des hauts entaillements de leurs parois, souvent presque verticales; quant à la disposition sous forme de plateaux, elle tient naturellement au peu d'inclinaison des couches. Il est assez remarquable que les inflexions des strates, assez sensibles sur les bords des bassins, dans les marnes et calcaires plus minces du lias, viennent s'éteindre pour ainsi dire au milieu des masses plus épaisses des calcaires oolithiques supérieurs, qui semblent ainsi avoir opposé une plus grande résistance à la force infléchissante: preuve nouvelle, pour le dire en passant, que ce phénomène général de l'inflexion des couches est le produit d'une force de compression et non celui d'une force uniquement soulevante.

Une autre conséquence importante est à tirer de la grande élévation de ces plateaux calcaires à strates sensiblement horizontales; nous l'avons indiquée dans l'introduction à ce Mémoire, en essayant de montrer comment cette disposition, qui se retrouve, à divers intervalles, dans la série des formations, dénote selon nous une fluctuation dans le niveau absolu des mers aux divers âges géologiques.

Description minéralogique.

Mais, sans vouloir entrer plus avant dans ces considérations trop générales pour trouver une longue place ici, reprenons

maintenant successivement les différents termes de la formation jurassique dans le département du Tarn.

Grès du lias.

Ce que nous croyons devoir appeler grès du lias, dans le Tarn, est un grès très-blanc, à grains de quartz très-peu cimentés d'argile incolore, fins ou de grosseur moyenne; mais ce grès présente presque toujours quelque chose de grossier dans sa structure; on l'exploite pour faire des meules auprès de Vaours; du moins nous le croyons ainsi, car il n'est pas impossible que ces couches, exploitées à Peyralade, près Vaours, appartiennent encore à la formation du grès bigarré.

Le grès du lias est d'une puissance variable; il se réduit souvent à quelques mètres.

Calcaire du lias. — Fossiles.

Le calcaire du lias qui succède à ce grès a, en général, une épaisseur considérable, certainement plusieurs centaines de mètres, si on y comprend tout ce qui est au-dessous des marnes coquillères que nous avons prises comme terme de séparation avec les calcaires supérieurs; mais on ne peut pas bien apprécier cette puissance, parce que le lias n'est guère visible que dans les parties du terrain qui ont été tourmentées. Il n'a pas, en général, l'apparence aussi uniforme que les grandes couches supérieures aux marnes : outre qu'il est fréquemment carié, et comme cloisonné, il prend quelquefois aussi une apparence cristalline et une teinte soit jaunâtre, soit même rougeâtre; sa couleur habituelle est un gris foncé. On y trouve rarement des fossiles, au moins discernables, quoiqu'on ne puisse douter que, comme tous les calcaires, il n'ait été formé en grande partie par les débris mêmes des coquilles. J'y ai trouvé néanmoins, près de Puycelcy, des ammonites, des térébratules et un moule de trochus de grande dimension.

Marnes du lias. — Fossiles.

Les marnes qui surmontent ce calcaire et qui même, en certains points, paraissent le remplacer, sont de couleur grise ou noirâtre, le plus souvent feuilletées, et renfermant des fossiles assez bien conservés, tels que peignes (*aequivalvis*), ammonites (*Walcotii*), plagiostomes, térébratules, bélemnites, etc. On peut les étudier : 1° sur la route qui descend de la Grésine à Bruniquel, et qui les coupe par leur travers ; 2° près de Penne, dans le fond de la vallée de l'Aveyron, où elles sont presque noires ; 3° enfin en descendant les coteaux qui s'élèvent sur la rive gauche de l'Aveyron entre la Guépie et Varen. Dans ces diverses localités, les marnes sont mêlées, surtout à leur partie supérieure, à des couches de calcaire de couleur jaune noirâtre, et renfermant, entre autres fossiles, une grande quantité de bélemnites.

Masse des calcaires supérieurs.

J'ai peu de chose à dire des couches de calcaire supérieur, qui se ressemblent toutes : la structure oolithique y est rare, presque partout le grain est compacte, la couleur gris clair, les couches souvent extrêmement épaisses ; je n'y ai point vu de fossiles. On ne peut en donner avec exactitude l'épaisseur totale, mais elle est de plusieurs centaines de mètres, puisque les plateaux ont déjà plus de 300 mètres au-dessus du fond des vallées où se trouvent les marnes du lias.

Allure des couches du terrain jurassique.

Les différentes parties du terrain que nous venons d'examiner d'un coup d'œil général sont fort inégalement affectées par les dérangements de stratification : les calcaires supérieurs, qui correspondent à une puissance de terrain beaucoup plus grande que les parties liassiques plus voisines du littoral, sont,

en général, beaucoup plus tourmentées ; aussi, à mesure que l'on s'avance de la zone des grès bigarrés vers le centre de la formation jurassique, on voit les ondulations s'éteindre et les couches prendre une disposition voisine de l'horizontale : ainsi, au voisinage des côtes de la Grésine, et de Vaours, l'inclinaison du lias et des marnes passe souvent 45° , tandis que, près de l'Aveyron, celle de la masse calcaire est déjà presque nulle.

Directions.

La direction la plus générale du calcaire jurassique relevé dans le Tarn et les localités voisines, est l'E. $5'$ à 10° N. Cette direction est très-distincte au N. de la Grésine, près Bruniquel, près Milhars, et même près Montricoux (Tarn-et-Garonne). On voit aussi néanmoins d'autres directions, comme celle du N. E. et même de l'O. N. O. ; mais elles sont rares et toutes locales. Nous pensons, au reste, d'après le relevé d'observations beaucoup plus générales, que la première direction, celle de l'E. 5° N., est caractéristique de l'époque jurassique.

Failles.

La même direction s'observe encore dans les failles fort distinctes qui coupent le terrain jurassique et le grès bigarré à Marnaves (au point où se rencontrent les marnes rouges à gypse) et à Tonnac, non loin de Cordes ; au contact de ces failles, les couches du lias et de l'oolithe sont momentanément dérangées et comme brisées et ployées, mais elles reprennent bientôt leur régularité : ce phénomène est très-ordinaire dans les failles.

Vallées ; leurs causes.

Les grandes vallées qui découpent les masses jurassiques, et qui en interrompent si brusquement les plateaux, sont encore invinciblement liées au phénomène des failles et peuvent en accuser la direction par leurs alignements partiels. Il est ma-

tériellement impossible, en effet, que ces profondes découpures, à pans presque toujours approchant d'être verticaux, et dont la plupart sont si récentes, puisqu'elles ont tranché aussi les couches tertiaires, il est impossible, dis-je, que ces découpures soient un effet de l'érosion. L'imagination entassant les siècles, ou augmentant démesurément la force des cours d'eau, ne saurait jamais approcher de l'énormité du temps qu'il faudrait pour y suffire, et, si l'on voulait des preuves plus directes que la formation de ces vallées est due à des dérangements du sol, on remarquerait encore que, le long de la grande vallée de l'Aveyron, l'inclinaison et même la direction des couches n'est presque jamais la même sur l'un et l'autre bord.

Maintenant, je ne m'arrêterai pas à démêler la succession des ruptures linéaires qui a pu produire en définitive la forme des plateaux et les circonvolutions des vallées alentour; c'est un problème assez complexe, qui ne présente pas, d'ailleurs, beaucoup d'intérêt. Autour d'un seul plateau, qui s'étend au S. de Saint-Antonin, plus de cinq directions linéaires se combinent, s'interrompant par leurs rejets mutuels.

Il me suffira donc d'avoir dit que de ce mode seul de fractures violentes pouvaient dériver, dans un calcaire dur, ces coupures verticales et ces hautes murailles qui enclavent les gorges si resserrées où circule l'Aveyron.

Leur coup d'œil pittoresque. — Vue des hauteurs de la Grésine.

La nature de ces accidents réguliers qui ont taillé en immenses pans de murs les flancs des vallées jurassiques, en rend souvent le coup d'œil extrêmement pittoresque, quoique d'un aspect aride et sauvage. Des ruines féodales pendent au-dessus de ces hauts escarpements, qui semblent des défenses et bastions naturels¹; et, soit que du fond des vallées ou du sommet des

¹ Châteaux de Penne, de Bruniquel.

plateaux l'œil s'élève ou s'abaisse sur ces vastes murailles de roches nues et grisâtres, il ne peut en mesurer sans étonnement la hauteur. Un des points de vue les plus intéressants en ce genre peut se prendre des sommets qui limitent au N. la forêt de la Grésine : là, d'une part, en se tournant vers le S., l'œil domine sur toute la forêt, qui, circonvenue de côtes et comme isolée dans son entier, semble remplir le vide d'une vaste coupe naturelle. L'aspect de son sol rouge, ses accidents de terrain ménagés et les ondulations de ses branches mouvantes fournissent le contraste le plus favorable pour rendre frappantes la nudité, la teinte blanche et la rudesse des entailles calcaires que l'on peut voir en se tournant vers le N. Si l'on avance en effet quelque peu dans cette direction, le regard va plonger tout à coup dans la profonde vallée de l'Aveyron et mesurer ses escarpements à pic, dont la teinte blanche si uniforme n'est masquée par aucune végétation. En ce point, la vallée de l'Aveyron fait un coude brusque, et cet accident semble enfermer la vue comme dans le tube d'un vaste entonnoir naturel, au fond lointain duquel apparaît, comme un point, la petite ville de Penne, avec sa tour antique et son château en ruines suspendus sur la pointe isolée d'un rocher en surplomb. La hauteur où sont placées ces ruines, considérée de ce point de vue élevé, ne semble rien, tandis que, considérée du fond de la vallée, elle paraîtrait cependant considérable. Les bords de l'Aveyron abondent en points de vue de ce genre, mais ils étonnent et ne réjouissent pas la vue, car la nudité des aspects y associe trop souvent la tristesse à la grandeur.

Infertilité des plateaux.

L'infertilité habituelle des plateaux jurassiques, lorsqu'ils ne sont pas recouverts par quelque alluvion plus moderne, est une chose bien connue pour qui a parcouru les alentours du plateau central de la France; les bords de l'Aveyron ne dérogent point

à cette manière d'être générale. Ce n'est pas que le sol calcaire ne puisse être excellent, surtout pour les céréales, lorsqu'il est recouvert par un peu d'argile et d'humus; mais il est probable que la disposition même en plateaux, et aussi le brisement de leur surface calcaire en fragments et en lames, y rend difficile le séjour ménagé des eaux, sans lequel la végétation est impossible. Quoi qu'il en soit, il n'en est pas moins vrai que la surface de ces grands plateaux est peu habitée et peu productive; quelques bouquets de bois, et, dans les dépressions du sol, quelques oasis où un labour pénible fait venir le blé ou le seigle, c'est à peu près tout ce que l'on y rencontre.

Cavernes. — Leur cause probable.

L'intérieur des masses de calcaire dont nous venons d'esquisser la disposition présente un genre d'accidents naturels qui pourrait offrir quelque intérêt comme curiosité géologique : je veux parler des cavernes qui le traversent et le sillonnent. Il en existe plusieurs aux environs de Penne et de Bruniquel. L'intérieur de ces cavernes est formé, comme c'est l'ordinaire, d'une série de vides linéairement disposés et séparés par des étranglements plus ou moins étroits, plus ou moins réguliers. L'infiltration des eaux y a formé des stalactites colonnaires ou imitant diverses figures bizarres et surprenantes. La circonstance qui paraît la plus curieuse, au point de vue théorique, dans la formation de ces cavernes, c'est qu'on n'y trouve aucun *fragment* de calcaire, et que le sol y est, au contraire, tapissé d'argile. Il faut donc, ou que ces creusements aient été formés par une érosion pour ainsi dire insensible et d'ailleurs depuis longtemps achevée, ou bien par disjonction du terrain. C'est ce dernier mode qui nous paraît le véritable, et nous sommes confirmé dans cette opinion par cette circonstance, que, dans toutes les cavernes un peu longuement prolongées que nous avons examinées, nous avons toujours aperçu les phénomènes caractéristiques que pré-

sentent les failles : d'abord la direction partiellement linéaire y est très-caractérisée; les faces latérales y sont ordinairement polies; il y a des croisements de direction linéaire et des rejets comme dans les filons; enfin l'inclinaison des couches est souvent très-différente aux deux parois de ces vides, et quelquefois elle y est inverse. Pour nous, en un mot, ces cavités n'ont pas d'autre cause que des failles, dont la surface de rupture, quoique plane en grand, est néanmoins plus ou moins ondulée : lorsque, par le changement de niveau, les parties primitivement en contact ne se correspondent plus, les convexités et les concavités peuvent venir mutuellement en regard, et il en doit résulter des vides comme ceux des cavernes. La même chose a lieu pour une certaine partie des filons. Les cavernes ne seraient donc enfin que des filons non remplis.

Ossements fossiles dans une caverne des bords de l'Aveyron. — Conséquences.

Je ne sache pas que l'on ait trouvé des ossements dans le limon qui forme ordinairement le fond, le sol des cavernes du Tarn; je n'en ai rencontré que dans une petite caverne superficielle, sur le bord de l'Aveyron, au bas de l'escarpement qui fait face à la forge de Bruniquel. Le sol de ce vide est de 5 à 6 mètres au-dessus des plus hautes eaux de l'Aveyron, et cependant on y trouve des galets de quartz et de gneiss, charriés par conséquent de fort loin : la présence de ces galets et le niveau élevé de la caverne semblent prouver que son remplissage, quoique relativement récent, est néanmoins d'un autre âge que le nôtre, et ce résultat est, comme on va le voir, fort important. Les galets, en effet, sont empâtés dans une couche stalagmitique et dans le limon qui est au-dessous d'elle, avec des os d'animaux, sinon d'espèces inconnues aujourd'hui, du moins de genres qui non-seulement n'habitent plus la contrée, mais encore qui n'auraient pu pénétrer dans la caverne, dans l'état actuel des

localités. On y rencontre principalement des dents qui paraissent avoir appartenu à des cerfs, des bœufs, des chevaux; quelques ossements brisés dont je n'ai pu faire assigner le genre ni l'espèce, une corne d'antilope, des os d'oiseaux, etc., le tout agglutiné avec les galets et formant ainsi une brèche grossière où sont renfermés encore des fragments de végétaux passés à l'état de charbon. Il est matériellement impossible que des cerfs ou des chevaux aient pu non-seulement habiter près de la caverne, mais y parvenir même dans l'état actuel des choses, car elle est à pic au-dessus du lit resserré de l'Aveyron, et l'on n'y arrive que par des gradins : la formation de la brèche osseuse est donc d'une époque où la disposition des lieux était tout autre qu'elle ne l'est actuellement; elle est enfin d'un autre âge géologique. Voici maintenant en quoi cela est important pour la science : c'est qu'au milieu de ces ossements et de cette brèche on trouve une quantité considérable de ces silex taillés en lames triangulaires, aiguës, qui ont servi évidemment à armer des flèches ou des lances, comme le font encore quelques peuplades sauvages. Ces sortes de pierres, que l'on retrouve dans beaucoup d'autres cavernes, et qu'on a rencontrées auprès d'ossements humains, n'ont point une forme qui puisse passer pour naturelle, et leur figure triangulaire est d'ailleurs très-constante : elles ont exigé, sans nul doute, la main intelligente de l'homme, et elles concourent donc puissamment avec les autres indications qui paraissent prouver l'existence de la race humaine antérieurement aux derniers cataclysmes qui ont pu modifier le sol de nos contrées.

Cavités superficielles; minerais de fer en grains.

Les mêmes phénomènes peut-être qui ont sillonné de cavernes l'intérieur des masses de calcaire jurassique ont aussi formé des sillons, des érosions apparentes à la surface de leurs plateaux; mais ces cavités superficielles présentent ici un intérêt

d'utilité tout particulier, en ce qu'elles ont été remplies par un dépôt de minerais de fer : ce sont ceux qui alimentent les hauts fourneaux de Bruniquel.

Ces minerais de fer sont ordinairement en grains arrondis où formés à la manière des concrétions; ils sont bien plus rarement en roche ou en hématite. Les grains sont fins comme du petit plomb de chasse: ils sont disséminés dans des lits horizontaux d'argile qui remplissent ces cavités à faces lisses, quoique ondulées, qui sillonnent, comme nous l'avons dit, les plateaux.

Leur âge. — Ils représentent probablement la série des terrains crétacés dans le Tarn.

Maintenant quel est le mode de leur formation, quelle est son époque? Ce sont deux difficultés que nous ne saurions résoudre complètement. Il est néanmoins évident pour nous que la date du dépôt de ces minerais est antérieure au creusement de la plupart des vallées partielles dont l'ensemble compose celle de l'Aveyron: la surface du calcaire du Jura formait alors autour des grès rouges de la Grésine, de Vaours et de Marnaves, un plan ou plateau unique, sinon peut-être tout à fait continu, du moins beaucoup moins morcelé qu'il ne l'est aujourd'hui; il est fort probable que la nature ferrugineuse de ces grès rouges a eu quelque part aux actions chimiques (peut-être végétales) qui ont pu amener les eaux à se charger d'oxyde de fer et à le déposer dans les anfractuosités du sol avec leur limon d'atterrissement.

Cette époque de dépôt ferrugineux est, sans nul doute aussi, antérieure à la mollasse tertiaire, qui ne renferme nulle part ces minerais; il est donc à croire que leur dépôt répond à l'une des périodes crétacées, et sans doute à la période inférieure de cette série¹, pendant laquelle, en effet, les eaux marines ont

¹ S'il en était ainsi, et si, de plus, notre explication de la formation des cavernes et anfractuosités du sol par le moyen des failles était exacte, on arriverait à cette conclusion, d'une vérification intéressante: c'est que le dépôt de minerais

laissé à découvert une grande partie du sol de l'Europe, comme on le voit par les couches d'eau douce associées au grès vert; période pendant laquelle aussi des minerais de fer ont été déposés en plusieurs autres contrées, par exemple dans les *sables ferrugineux* de l'Angleterre, dans la Franche-Comté, ainsi que l'a constaté un habile géologue, M. Thirria, et dans le Périgord, suivant les observations de M. Drouot.

Je dois ajouter encore que l'argile ocreuse qui sert de gangue au minerai de fer n'existe pas seulement dans les cavités superficielles; elle s'étend souvent en grand sur la surface entière du terrain jurassique, comme on peut le voir entre Bruniquel et Montricoux (Tarn-et-Garonne).

Ces alluvions argileuses seraient, dans le département du Tarn, l'unique représentant de toute la série crétacée.

ne devrait se trouver que dans les fractures qui ont immédiatement suivi l'époque jurassique, fractures dont la direction est, d'après nos classements, celle de l'E. 5 à 10° N. et du N. N. O. Or telle est la direction, en effet, que mon souvenir me fournit pour celle des différentes minières des environs de Bruniquel, en particulier pour celles de Martre et du Bretou, dont l'allure linéaire est très-marquée.

TERRAIN TERTIAIRE.

Les deux étages du terrain crétacé manquant complètement dans le département du Tarn, nous passerons immédiatement au terrain tertiaire, qui en occupe, au contraire, une très-grande partie, et spécialement tout ce qu'on peut y appeler la plaine.

Deux étages tertiaires dans le Tarn.

Tout le terrain tertiaire du Tarn est, comme nous l'avons dit, un dépôt d'eau douce; il fait partie d'une vaste formation dont on retrouve les traces continues depuis les bords actuels de l'Océan jusqu'à ceux de la Méditerranée, et de là jusque dans les Alpes. Sa masse principale est composée, dans le Tarn d'une alternance de calcaire à fossiles d'eau douce, de marnes, de sables et de ces grès à ciment calcaire connus sous le nom de *mollasse*. Cet ensemble est surmonté, en beaucoup de points, par une certaine épaisseur de cailloux roulés à surface nivelée, dépôt que M. Dufrenoy a classé si judicieusement comme formation indépendante, d'après des observations faites sur toute la pente des Pyrénées; mais nous n'en parlerons qu'en second lieu, et nous porterons d'abord notre attention sur la masse principale du terrain, sur le groupe des mollasses et du calcaire d'eau douce.

Terrain des mollasses et du calcaire d'eau douce. — Son âge.

Quel est l'âge véritable de ce terrain? Je veux dire: appartient-il à la première ou à la seconde période de la série tertiaire? — Est-il partout d'eau douce? — Enfin comment s'est-il formé, dans un lac, dans un golfe marin, ou dans une mer intérieure, comme la mer Caspienne, par exemple?

Toutes ces questions sont intéressantes, mais difficiles à résoudre d'une manière assurée. Le champ d'études est d'ailleurs

trop restreint dans le seul département du Tarn pour que l'on puisse y espérer une solution complète et à l'abri de toute incertitude. L'observation de ce terrain sur de très-grandes étendues est, en effet, nécessaire à sa classification, particulièrement à cause de la négation, en quelque sorte, de caractères, qui ressort de sa qualité locale de terrain d'eau douce : et encore n'est-il pas facile d'arriver ainsi à des résultats incontestables, si l'on en juge par les divergences des géologues à qui il a été donné de faire ces observations sur de longs espaces ou tout au moins en des points éloignés l'un de l'autre et plus favorables que le Tarn à l'étude de ses relations géologiques. Les savants auteurs des grands tracés de la carte géologique de la France, MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, concluant de diverses études, mais principalement d'une observation faite par eux aux environs de Bordeaux, où le terrain d'eau douce dont nous parlons se superpose à un calcaire marin analogue pour ses fossiles au *calcaire grossier*¹ parisien, l'ont classé dans l'étage tertiaire immédiatement supérieur, dans l'étage *moyen*. On ne pouvait néanmoins se dissimuler que cette classification, qui n'était point basée sur une discordance positive de stratification, vu l'horizontalité commune des couches, était plutôt une induction qu'une conclusion absolue : il n'en est point malheureusement de la géologie comme des sciences exactes, on ne peut toujours s'y créer les éléments d'observations ; la nature nous les montre ou nous les cache, et beaucoup y est donné, sous ce rapport, à la bonne fortune. Les études ultérieures de détail devaient donc amener ici d'utiles enseignements. En effet, en 1837, M. l'ingénieur Drouot, dans les études relatives à la carte géologique de la Gironde, a fait sur ce sujet les observations les plus intéressantes : il a vu sur de longs espaces, notamment entre Mar-

¹ Voir l'introduction. Le calcaire grossier est dans la partie la plus ancienne du terrain tertiaire parisien, dans l'étage inférieur.

mandé et la Réole, les mollasses et le calcaire d'eau douce de l'Agénois passer *au-dessous* du calcaire grossier marin, qui de là s'étend d'une manière continue vers l'Ouest jusqu'aux environs de Bordeaux; il a vu encore au-dessus de cette première superposition plusieurs autres alternances de couches marines et d'eau douce, qu'il paraît ranger dans le même étage inférieur; mais elles nous semblent bien plutôt devoir se rapporter en partie à l'étage moyen, qui commencerait, selon nous, dans le midi, aux mollasses marines, comme le second étage des terrains tertiaires de Paris commence au grès marin de Fontainebleau. Comme ce dernier, en effet, la mollasse marine forme, dans le midi, une sorte d'horizon géologique, qui s'étend indistinctement sur toutes les alternances ou chevauchements des mollasses et du calcaire *d'eau douce*, et du calcaire grossier lui-même. Elle indiquerait une récurrence générale des eaux marines sur la surface de nos contrées, signe d'une des grandes révolutions géologiques. Cette mollasse marine manque, au reste, dans le Tarn; elle y est peut-être représentée par la couche de galets des plateaux, dont nous parlerons ci-après.

Ce qui est important ici à noter, c'est que le terrain d'eau douce dont nous nous occupons vient se confondre, près de la Réole, avec des calcaires marins identiques au calcaire grossier de Paris, et qu'il paraît ainsi devoir être classé dans l'étage tertiaire inférieur; cette conclusion est confirmée par l'étude du versant méridional de la Montagne Noire, où il est associé aussi à des couches marines (terrain à nummulites): là le tout est relevé dans la direction de la chaîne des Pyrénées, mais sur le versant nord de la montagne, dans le département du Tarn, il n'en est plus de même, et l'horizontalité des couches n'a pas été dérangée sensiblement. Peut-être ont-elles été protégées contre les forces d'inflexion par la masse même des montagnes entre lesquelles cette partie du terrain demeure comme enclavée; quelle qu'en soit la cause, nous nous bornons à constater le fait en ce qu'il

a de propre au département du Tarn, où ce terrain forme une partie si importante de la masse générale des roches, et nous allons entrer dans quelques développements descriptifs.

Étendue du terrain et disposition mutuelle des roches.

La surface qu'il y occupe est équivalente à plus de la moitié du département; quant à son épaisseur, on peut conjecturer qu'elle doit atteindre au moins de 2 à 300 mètres, puisque les côtes de Puylaurens, par exemple, entièrement composées de ses couches horizontales, s'élèvent déjà brusquement de 200 mètres au-dessus de la plaine de l'Agout. Quelques mots maintenant de la nature et de la disposition relative de ses couches.

Nous avons dit qu'il est composé, d'une part, de grès à ciment calcaire passant à des sables, et, d'autre part, de couches calcaires passant à des marnes. Toutes ces sortes de roches se fondent l'une dans l'autre, non pas seulement en alternance verticale, mais souvent horizontalement, et l'on est amené fréquemment, au même niveau et par degrés insensibles, du calcaire au grès marneux, au grès à grains de quartz, et même au sable.

Apparences dues aux failles.

Néanmoins la disposition générale des masses, et, par exemple, la distribution mutuelle des grès et des calcaires n'y est pas soumise à autant d'irrégularités qu'on a pu le dire et qu'un premier examen nous l'avait même fait croire aussi; cette irrégularité n'est qu'apparente : elle tient à un phénomène dont on n'a pas encore assez tenu compte dans les observations de géologie et que nous avons déjà eu l'occasion de signaler : je veux parler de la formation des vallées par affaissement et de leur relation avec les failles.

Lorsqu'en effet, avec l'idée exclusive du creusement des

vallées par érosion, l'on examine, même attentivement, la disposition générale du calcaire d'eau douce au milieu du sol tertiaire et des mollasses, on est frappé de l'inégalité des niveaux où il se rencontre, et c'est ce qui a fait dire à d'excellents observateurs que le calcaire de cette formation était disposé au milieu des mollasses très-irrégulièrement et, pour ainsi dire, sous forme d'amandes enchâssées dans les grès. Il est certain en effet que, d'une part, on voit ces calcaires couronner la plus grande partie des plateaux élevés, et que, d'autre part aussi, lorsque l'on descend dans les plaines, comme dans celle du Tarn entre Albi et Gaillac, dans celle de l'Agout près Castres, et dans celle du Thoré, près la Bruguière, on retrouve encore çà et là le calcaire à ces niveaux beaucoup moins élevés. S'arrêtant à cette observation, on en a conclu que le calcaire se prolongeait sous les grès à tous ces niveaux inférieurs, et qu'il alternait ainsi irrégulièrement avec eux.

Mais cette conclusion est beaucoup trop générale : lorsqu'on suit les zones calcaires des plaines avec plus d'attention, on voit qu'elles ne passent pas ordinairement sous les grès, mais qu'elles viennent, pour ainsi dire, butter contre eux, s'y arrêter brusquement : ce fait est fort sensible pour les trois vallées que nous venons de citer, et il s'explique d'ailleurs très-naturellement par le mode de formation par fracture et affaissement que nous assignons en général aux vallées, mode que nous avons suffisamment décrit dans l'introduction à ce mémoire, en faisant bien observer toutefois qu'il n'exclut pas le principe de l'érosion par les eaux, mais qu'il complète seulement ce que ce principe seul laissait d'inexpliqué dans la formation des vallées.

Si donc, en suivant les conséquences pratiques de cette idée, on vient à relever par la pensée au niveau des plateaux supérieurs les parties du terrain qui se sont affaissées pour former le sol actuel des plaines, on verra la plupart des calcaires venir

se réunir entre eux pour former une masse générale beaucoup plus continue qu'elle ne le paraît aujourd'hui : cette masse, s'amincissant vers les bords du bassin tertiaire et y cédant la place au grès produit par l'ensablement des affluents, s'épaissit, au contraire, lorsqu'on s'avance vers la partie centrale et profonde. On trouve là enfin, dans ce golfe ou dans ce grand lac qui couvrait alors le midi de la France, les mêmes circonstances et les mêmes lois qui ont présidé à la disposition du calcaire dans toutes les formations marines. Et ce que nous voulions d'ailleurs faire ressortir principalement ici, c'est ce résultat général dont nous avons déjà fait mention à propos de la formation jurassique, savoir : que, pour juger de la disposition générale des couches dans un terrain demeuré horizontal, il faut relever par la pensée presque tous les niveaux planes qui forment le fond des vallées ou les gradins de leurs accotements, les relever, dis-je, à des niveaux plus élevés, et quelques-uns jusqu'à la hauteur des plateaux voisins les plus culminants. Là était, en effet, le niveau général de la formation, et l'on peut, en passant, tirer de ce fait une autre conclusion : c'est qu'à cette 1^{re} époque tertiaire, comme lors de l'époque jurassique, la hauteur des eaux était sans doute plus considérable que de nos jours. Ce n'est pas ici le lieu de tirer les conséquences théoriques de ce fait, mais nous ne pouvions nous dispenser de le signaler. Revenons maintenant à la description générale des roches.

Description minéralogique

Les grès du terrain qui nous occupe se distinguent, par leur ciment calcaire ou marneux, de tous les grès plus anciens, lesquels ne présentent pas, en général, cette particularité; ils sont, d'ailleurs, de natures assez diverses formant passage entre elles. Il y a des grès à grains de quartz plus ou moins gros, avec un ciment plus ou moins abondant; l'absence totale de ciment les

réduit à l'état de sable, tandis qu'une proportion convenable leur donne une solidité qui en fait de très-bonnes pierres à bâtir. Il y a ensuite, comme seconde espèce, des grès purement marneux, dont le grain est très-fin, souvent argileux, et comme noyé dans la pâte argilo-calcaire; ils renferment quelques paillettes de mica. La prédominance du ciment réduit ces seconds grès à l'état de marne ou même d'argile pure, dont on se sert pour alimenter de nombreuses briqueteries et tuileries.

La couleur du grès marneux est ordinairement jaunâtre; celle des marnes varie du jaune au bleu et au rouge: elles sont souvent marbrées de ces diverses teintes. Quant à la couleur du grès siliceux, c'est ordinairement un blanc grisâtre; il prend quelquefois une teinte bleue assez prononcée. Ces grains, surtout lorsqu'ils sont menus, ne sont pas, en général, bien arrondis: c'est une agglomération de petits fragments anguleux de quartz blanc ou noir et de schiste dur, cimentés par une pâte blanche. Il semble ainsi ne pas témoigner d'un mouvement considérable dans les eaux qui l'ont amené et dans celles où il s'est déposé; mais peut-être cette circonstance n'indique-t-elle, au reste, que la profondeur des eaux du lac, car on sait que les mouvements causés par les vents sont insensibles dans les grandes profondeurs. Nous parlerons plus loin des localités où l'on exploite ce grès comme pierre à bâtir. On n'y rencontre pas de fossiles en général, si ce n'est quelques tortues d'eau douce. Près Rabastens on y a trouvé la tête d'un animal nouveau, que M. Dujardin a nommé Hyénodon; cependant je n'oserais affirmer qu'il n'a pas été trouvé plutôt dans la couche de cailloux supérieure au terrain qui nous occupe.

Calcaire d'eau douce.

Le calcaire de ce terrain semble porter de même les marques d'une formation tranquille, par le grand nombre de géodes de chaux carbonatée cristalline dont il est pénétré. Il présente

aussi, en général, une finesse de grain qui lui est particulière et qui le rend assez facilement reconnaissable; il est, en outre, assez souvent sonore, fragile, facile à briser en éclats à cassure esquilleuse¹. Cependant on y trouve aussi des parties tendres, crayeuses, quelquefois même à structure solide ou concrétionnée. Il est fort inégal dans sa teinte, qui néanmoins est le plus souvent blanche et même d'un blanc vif, la nuance grise y étant presque une exception; mais, lorsque cette couleur blanche est altérée, elle ne l'est ni régulièrement ni par grande étendue, et il n'est même pas rare d'y voir la masse du calcaire parsemée de taches nettement définies, d'une nuance plus claire ou plus foncée que celle de l'ensemble. La coloration la plus habituelle est le rouge ou le rose, et, dans ce cas, il passe très-facilement aux marnes. On trouve encore du calcaire jaune et même vert.

Concrétions. — Pisolithes de Castres.

Les fossiles ne se rencontrent pas très-fréquemment dans ce calcaire, mais ils sont très-caractéristiques: ce sont des planorbes, des lymnées, des bulimes, des hélix, des physes, etc., tous mollusques d'eau douce. Ces fossiles y sont simplement à l'état de moules, c'est-à-dire qu'il n'en demeure que la forme, l'empreinte; le têt a disparu. Cependant une couche de lignite qui surmonte le calcaire d'eau douce dans la plaine du Thoré, près la Bruguière, présente une multitude infinie de *têts* de planorbes aplatis, accumulés sur une très-petite hauteur. Nous parlerons plus loin de ce lignite. On trouve de plus, dans le calcaire d'eau douce, le moule d'une petite baie ou fruit cylindroïde, de moins d'un centimètre de long; et enfin on y trouve encore certaines concrétions assez curieuses, souvent de dimensions considérables,

¹ J'attribue en partie ces caractères au mélange intime de silice pure que l'analyse y montre, et qui provient peut-être d'animaux microscopiques. S'il en était ainsi, le caractère de la dureté serait propre à faire reconnaître les parties du calcaire qui peuvent donner de la chaux hydraulique.

et qui existent dans la plupart des cabinets de minéralogie sous le nom de pisolithes de Castres. Ces concrétions, dont certaines couches calcaires sont absolument pétries, se présentent presque toujours sous une forme très-allongée, sous celle d'un cylindre plus ou moins régulier, arrondi par les deux bouts; la surface extérieure est lisse, et, lorsqu'on les casse, on voit que l'intérieur est composé d'une série de couches calcaires parallèles, en un mot, d'une suite de cylindres superposés et enroulés autour du même axe. L'axe lui-même, la partie médiane du morceau, est d'une nature différente : elle est formée soit de calcaire cristallisé, soit de calcaire ordinaire, mais à structure confuse et non plus concentrique. Il y a de ces cylindres qui ont près d'un pied de long. J'ai vu aussi (près de Sorèze) quelques concrétions à structure semblable affecter la forme sphérique ou du moins complètement arrondie, d'un diamètre tout aussi considérable. L'explication de toutes ces curiosités ne me paraît, du reste, présenter aucune difficulté : je pense qu'on ne saurait les attribuer qu'à des débris de végétaux, branches ou fruits, qui auront servi de noyau d'incrustation dans des eaux calcaires; leur disparition ayant ensuite laissé un vide, il aura été rempli par un dépôt tranquille de calcaire cristallisé. Comme confirmation de cette conjecture, on peut remarquer que les extrémités de ces cylindres portent toutes une dépression, un point creux qui semble rester comme marque de la pénétration intérieure des eaux. Au reste, tout cela est peu important : c'est une pure curiosité géologique.

Chaux hydraulique. — Mélange de silice pure.

Le calcaire d'eau douce du Tarn, étant presque toujours plus ou moins mélangé d'argile, fournit ordinairement de la chaux hydraulique, et il est à cet effet d'un usage assez étendu dans tout le bassin du Tarn, de l'Agout et de la Garonne. Ces chaux sont moyennement hydrauliques et font prise sous l'eau au bout de

quelques jours : elles renferment environ 15 pour cent de matière siliceuse, mais cette matière n'est pas toujours de l'argile ; j'ai trouvé dans le calcaire hydraulique de Saint-Martin-de-Damiatte une forte proportion de silice pure, soluble dans les acides : il y avait environ 10 de silice pour cent de chaux. Il est à présumer qu'elle provient des dépouilles d'animaux microscopiques mélangés au calcaire, comme il en abonde dans la craie, suivant les belles observations de M. Ehrenberg. Près de Castelnau-de-Montmirail, le calcaire d'eau douce renferme même aussi des concrétions de silex d'un volume considérable.

Nous dirons plus loin quelques mots des principales exploitations de ce calcaire pour chaux. On l'emploie rarement comme pierre à bâtir, et alors il est exclusivement employé comme moellon, jamais comme pierre de taille, parce qu'il est gélif.

Disposition du calcaire sur les plateaux. — Causses.

La disposition fréquente du calcaire d'eau douce sous forme de nappe à la surface de plateaux étendus donne aux contrées qu'il recouvre ainsi un aspect tout particulier, qui frappe naturellement les regards et qui est facilement saisi, même par les yeux du vulgaire. Ces nappes calcaires, dont on voit de la plaine la ligne blanche former un horizon si distinct au haut des côtes, et s'élever en escarpement au-dessus des pentes plus douces du grès, ont reçu dans le Midi le nom de *causses*. Nous avons déjà parlé des causses jurassiques : les causses tertiaires présentent quelques-uns de leurs caractères ; ils sont comme les premiers généralement peu fertiles, et il en est même d'une aridité remarquable, comme le causse de Castres, dont nous parlerons plus loin.

Marnes.

Nous avons peu de chose à dire, en général, sur les marnes qui ne sont qu'un calcaire plus ou moins fortement mêlé d'argile

Elles sont entremêlées au grès et forment fréquemment son passage au calcaire. Leur couleur est quelquefois rouge, le plus souvent jaunâtre ou bigarrée de jaune et de bleu. Quand elles sont très-argileuses on s'en sert pour alimenter les nombreuses briqueteries de la plaine, concurremment avec ce qu'on peut rencontrer d'argile pure dans ce terrain.

Disposition générale du terrain dans le département.

Jetons maintenant un coup d'œil sur la disposition générale des roches dans toute l'étendue de ce terrain tertiaire. Nous avons vu qu'elle y est très-variable, et que les grès et les calcaire s'y alternent entre eux d'une manière très-capricieuse; comme, d'ailleurs, les couches sont partout horizontales, la pente des coteaux doit ainsi amener au jour une série de couches sans succession constante, et qu'on ne saurait par conséquent résumer. Les détails locaux présentent même, d'après cela, peu d'intérêt, et nous devons nous borner, sous ce rapport, à consigner quelques exemples dans les coupes placées à la suite de ce mémoire. Néanmoins on peut réunir en somme quelques résultats d'ensemble.

Bords du bassin.

Ainsi on peut dire d'une manière générale que les grès et les sables prédominent sur le pourtour du bassin et dans le voisinage des montagnes, comme on le voit sur toute la ligne, d'une part, qui s'étend d'Albi à Castres, et, de l'autre, sur celle qui s'étend d'Albi au N. du département. Le calcaire, au contraire, y est en général peu épais, et la masse du terrain s'y réduit presque entièrement à un grès sableux de teinte jaune ou rougeâtre, souvent mi-parti d'argile et de grains quartzeux, mais passant aussi au grès marneux.

Disposition du calcaire.

Quant au calcaire, dans toute cette bordure orientale il ne

fait que recouvrir les plateaux d'une couche relativement mince, qui ne va pas à plus de 15 mètres d'épaisseur et qui est souvent moindre; dans les plaines il n'apparaît que par lambeaux détachés, par la raison que nous avons donnée précédemment. C'est ainsi qu'il se montre au sommet des plateaux, élevés de 350 mètres au-dessus du niveau de la mer, qui s'étendent au N. d'Albi, et qu'il se retrouve en quelques points de la plaine du Tarn, près de Marsac et de Gaillac.

Plus au S., dans le bassin de l'Agout et de l'Adou, le calcaire suit une allure à peu près semblable: ainsi, aux environs de Puy-laurens, au N. d'Appelle et de Cadix, il recouvre encore les plateaux d'une épaisseur d'environ 10 à 15 mètres, et on le retrouve également peu puissant sur les pentes basses de la Montagne Noire, près de Sorèze. Ce calcaire des environs de Puy-laurens donne à la contrée qu'il recouvre une physionomie tout à fait singulière: entre Puy-laurens et Lavaur il forme un long plateau effilé très-élevé, et comme suspendu à pic au-dessus des vallées adjacentes; une ancienne et très-mauvaise route passe sur toute sa longueur, battue par les vents si violents de ces contrées. Ce calcaire, dont la coupe à pic se détache fortement au-dessus des grès, forme des escarpements blancs connus dans le pays sous le nom de *rochers de Magrin*, à cause d'un vieux château qui les domine, comme cela existait pour presque tous les escarpements de ce genre.

Dans toute cette contrée, comme dans la vaste étendue de terrain qui existe entre les vallées de l'Agout et du Tarn, le calcaire n'est plus, pour ainsi dire, qu'un accident; il ne forme plus que le couronnement terminal de quelques crêtes élevées, comme à Magrin, Fiac, Puech-du-Faud, ou le fond partiel de quelque plaine, comme à Saint-Martin-de-Damiatte. C'est le grès à grains de quartz ou le grès marneux qui forment le fond du terrain, sa masse principale, depuis Castres et Sorèze jusqu'à Gaillac.

Mais au S. E. de Castres, au-dessus de la vallée du Thoré, et plus au N., dans les plateaux qui s'étendent entre Gaillac et Cordes, autour de Cahuzac-sur-Vère, comme aussi autour de Castelnau-de-Montmirail, le calcaire d'eau douce prend une épaisseur plus considérable et forme des escarpements élevés. Dans la côte escarpée au-dessus de laquelle s'élève ce dernier bourg (Castelnau), il forme avec les grès à ciment calcaire plusieurs alternances successives; et de là va s'épaississant franchement vers le N. E. entre Castelnau et Cordes. Au S. E. de Castres, entre cette ville et Mazamet, le calcaire d'eau douce occupe encore, comme nous l'avons dit, un assez grand espace, et s'y montre avec une puissance assez considérable : il forme là le causse de Castres ou de la Bruguière, plateau presque entièrement nu et aride, compris entre les trois villages d'Aumontel, Caucalières et la Bruguière. Il est à remarquer que le calcaire se montre également au-dessous de ces plateaux, dans la plaine du Thoré, quoique cette plaine soit dominée déjà du côté du N. par un escarpement calcaire fort élevé, et des recherches faites pour la découverte du lignite ont fait voir qu'il se rencontrait au moins jusqu'à 50 mètres au-dessous du sol de la plaine. Il ne faudrait pas conclure néanmoins de cette circonstance une épaisseur exagérée pour les nappes calcaires de cette localité : le calcaire de la plaine n'est pas autre en effet que celui du plateau, et le cours du Thoré est évidemment établi sur une faille. La masse calcaire horizontale s'est divisée en deux parties, suivant le plan de fracture qui a déterminé l'escarpement de la rive droite du Thoré, et l'une de ces parties s'est affaissée pour former la plaine. C'est le même phénomène qui s'observe dans tant de vallées dominées par un escarpement.

Disposition des marnes, sables et grès mollasses.

Après avoir indiqué les principales masses de calcaire d'eau douce et les variations les plus générales dans la puissance de

cette roche, suivrons-nous maintenant les innombrables variations des grès, des mollasses, des sables et des marnes, qui composent, sur une si vaste étendue, la principale masse du terrain d'eau douce ? Comme pour le calcaire, nous ne donnerons que les résultats d'ensemble les plus généraux ; nous dirons que ces grès se montrent presque entièrement à l'état de sable argileux rougeâtre sur les pentes de la montagne et sur toute la limite orientale du terrain, près d'Albi, de Castres, de Mazamet ; qu'ils se chargent, au contraire, de ciment calcaire et prennent une teinte blanchissante plus loin vers le centre du bassin, comme aux environs de Gaillac, de Lavaur et à l'O. de Castres. Dans toute cette région, le terrain est presque entièrement formé de grès, tantôt grossier à grains de quartz, à ciment calcaire, à teinte blanche ou d'un gris bleuâtre, tantôt marneux à grain fin, à teinte d'un jaune sale, le tout entremêlé de marnes pures colorées, ou même de couches de sables ; mais, dans la totalité de ces couches, le ciment calcaire, la marne, dominant toujours, et c'est pour cela que M. d'Aubuisson donnait à ce terrain, dans le Languedoc, le nom de *formation marneuse*. La description de toutes les variations de ces couches serait non-seulement inutile, mais impossible. Nous devons nous borner à indiquer les principaux endroits où elles sont employées utilement, comme pierres à bâtir, pierres à chaux ou terre à briques.

SUBSTANCES UTILES DU PREMIER ÉTAGE TERTIAIRE DANS LE TARN.

Grès à bâtir.

Nous avons vu que le grès tertiaire est de deux sortes : l'un presque entièrement marneux et qui ne semble qu'un limon endurci, l'autre à grains de quartz plus ou moins cimentés. Le premier, qui a le grain très-fin et qui peut atteindre à une certaine consistance, a été quelquefois employé comme pierre de

taille; mais la qualité de cette pierre est toujours médiocre, surtout quant à la durée : l'humidité atmosphérique l'altère assez promptement, elle s'écaille et se désorganise peu à peu. On en a fait la fâcheuse expérience au beau pont de Lavour, sur l'Agout, qui, bâti avec cette pierre, est maintenant dans un état de dégradation continue.

Le grès à grains de quartz, lorsqu'il a une consistance suffisante, est d'un usage beaucoup meilleur; il donne alors une belle et assez bonne pierre de taille, qui présente de même cet avantage de pouvoir se tailler avec facilité : aussi l'exploite-t-on pour cet effet en plusieurs endroits. Les deux principales carrières sont celle de Saïx près Castres et celle des Builliens près Lavour, toutes deux sur le bord de l'Agout. Il y en a aussi d'autres carrières, de moindre importance, aux environs de ces deux mêmes villes et auprès de Denat, au S. d'Albi. Nous les avons indiquées sur la carte.

La pierre de Saïx et celle des Builliens est un joli grès de couleur grisâtre à la carrière; mais le travail lui donne la teinte blanche. Il est tendre à tailler, et quelquefois même il s'égrène; néanmoins le contact de l'air lui donne plus de corps, et il est d'un usage généralement bon : aussi voit-on que les deux petites villes de Castres et de Lavour, où il est très-employé, sont particulièrement bien bâties. Quoi qu'il en soit, ces grès ne peuvent passer cependant pour des pierres de résistance; ils ne soutiendraient pas l'écrasement d'un poids considérable : aussi donne-t-on, à Castres, aux constructions importantes des soubassements en granit.

Les carrières de Saïx et de Lavour sont de simples exploitations à ciel ouvert sur les escarpements des bords de l'Agout (voir les coupes); le produit annuel n'en étant pas considérable, des travaux souterrains ne sont pas encore devenus nécessaires. Ce qui en limite l'usage, c'est que, dans les villes dont nous venons de parler, l'usage du grès, comme pierre à bâtir, a pour

concurrence celui de la brique, que l'on prépare en grande quantité dans les plaines de l'Agout et du Tarn.

Terre à briques et à tuiles.

Les fours à briques et à tuiles sont en nombre considérable, principalement autour d'Albi et de Castres, et c'est encore le terrain tertiaire qui en fournit la terre argileuse. Les localités où elle s'exploite et les feux où elle se cuit sont innombrables, et le détail en serait aussi fastidieux qu'inutile : ces localités sont marquées, autant que possible, sur la carte ; on peut même ajouter que cette indication était pour ainsi dire inutile, car presque toutes les tuileries ayant fourni leur nom à un endroit habité, elles sont, en général, marquées en toutes lettres sur la carte même de Cassini.

Pierre à chaux.

Les exploitations de pierre à chaux étant moins divisées et presque toujours groupées en certain nombre, leur indication, au moins par masses, est plus importante et à la fois plus facile. Elle est, d'ailleurs, pour ainsi dire, solidaire d'un autre tracé qui est fait avec beaucoup de détails sur la carte : c'est celui de tous les lambeaux de calcaire d'eau douce qui viennent affleurer à la surface du sol. Partout où ce calcaire se rencontre, en effet, on peut presque assurer qu'il est exploité. Cela tient à deux causes : la première, c'est que ce calcaire fournit fréquemment de bonne chaux hydraulique ; la seconde tient à l'extension qu'a prise le chaulage des terres, principalement dans le nord du département, là où l'usage du charbon de terre peut rendre la fabrication de la chaux peu coûteuse.

Exploitations pour chaux hydraulique.

Les trois principales exploitations de calcaire à chaux hydraulique sont à Saint-Martin-de-Damiatte, près Guitalens ; à

Marsac, entre Gaillac et Albi; enfin à Gaillac même. Bien d'autres portions de calcaires d'eau douce donnent également de la chaux qui pourrait servir pour les usages hydrauliques, comme celle que l'on fabrique à Puylaurens, à Puech-du-Faud, aux environs de Cahuzaguet, près Albi, etc.; mais les trois endroits que nous avons cités sont les plus connus et les plus productifs.

Saint-Martin-de-Damiatte. — Marsac et Gaillac.

Le calcaire de Saint-Martin-de-Damiatte vient former un petit escarpement de 10 à 12 mètres de hauteur, au bas de la côte qui domine la rive droite de l'Agout, près le bourg de Saint-Paul. Il forme là une sorte de petite plate-forme couverte de galets, qui s'étend à 1 ou 2 kilomètres vers l'ouest, en bordant la plaine de l'Agout. Au-dessus s'élève une côte de grès siliceux, presque désagrégé, et surmonté d'un banc puissant des mêmes gros cailloux qui recouvrent dans le bas le calcaire. Il y a toute probabilité pour nous que le calcaire ne passe pas sous ces grès, et que sa présence au bas de la vallée n'est que le résultat d'une faille. En tournant en effet le coteau sans quitter le niveau du calcaire, on le perd bientôt et on le voit faire brusquement place au grès. On a établi, dans ce banc calcaire, six carrières contiguës l'une à l'autre : ce sont simplement de vastes tranchées demi-circulaires, où toute la masse de l'escarpement est enlevée; néanmoins tout n'est pas utilisé, car il y a trois couches de calcaire : l'une rose, l'autre grise et la troisième blanche; on ne se sert que des deux dernières, la chaux que donne la première n'étant pas estimée à cause de sa coloration. L'exploitation se fait à la poudre, au moyen de trous de fleuret verticaux : une toisé cube s'abat en cinq jours du travail d'un homme, et se paye 7 à 8 francs. Les fours à chaux les plus voisins sont ceux de Saint-Paul et de Guitalens; il y en a aussi dans la côte au nord des carrières.

A Marsac, le calcaire est exploité d'une manière analogue sur le bord du Tarn, et, à Gaillac, on le tire des côtes qui sont au nord de la ville, sur la route de Gaillac à Cordes.

Cuisson de la chaux

La chaux se fait de deux manières dans le département : au bois ou à la houille; dans l'arrondissement d'Albi, elle se fait partout à la houille; dans l'arrondissement de Castres, l'usage du bois s'est plus généralement maintenu, et l'on fabrique alors en même temps de la tuile; mais cette fabrication au bois tend à se réduire tous les jours. A Gaillac, où on emploie le charbon de terre, on se sert de fours en forme de double pyramide, ayant 5^m,40 de hauteur, 2^m,60 de diamètre au ventre et 1 mètre à l'orifice supérieur; mais on s'y sert aussi de fours plus petits, qui n'ont que 3^m,20 de hauteur. Les grands fournissent 18 quintaux par jour ou 2 mètres, en deux tirages; ils en renferment environ 14. On y consomme 12 à 13 pour cent de charbon.

Chaux pour l'agriculture.

Au nord de l'arrondissement d'Albi, dans les régions rapprochées de Carmeaux, on fabrique beaucoup de chaux à la houille pour le chaulage des terres : c'est toujours le calcaire d'eau douce que l'on y emploie; mais ici on ne cherche pas la chaux hydraulique : les parties qui donnent de la chaux grasse doivent se rechercher de préférence pour cet usage. Les exploitations et les fours sont dispersés sur tous les plateaux calcaires de cette région, ainsi aux alentours de Blaye, Saint-Benoît-de-Carmaux, Pousounac, Saussenac, Taix, etc. Dans cette seule région, il se produit près de 20,000 tonnes de chaux par an.

L'usage de la chaux pour l'amendement des terres a produit dans cette partie du département des effets merveilleux; il a transformé en contrée productive, fertile même, une grande

étendue de terrains presque entièrement stériles, et, dans les portions déjà cultivées, il a fait supprimer les jachères et plus que doublé la production annuelle.

L'application de la chaux à l'agriculture est un objet tellement utile, que nous devrions nous y arrêter, et entrer à ce sujet dans quelques développements applicables au département du Tarn en particulier; mais ce travail a été fait déjà, et avec trop de succès pour que nous ne nous contentions point de citer. M. Boisse, directeur des mines de Carmeaux, a publié sur cette matière un mémoire dans le *Bulletin de la Société d'agriculture de l'Aveyron*, année 1841, en y joignant les résultats de ses propres expériences. Nous ne pouvons mieux faire que de transcrire, à la fin de notre Mémoire sur la géologie du Tarn, un extrait de l'intéressant travail de M. Boisse.

Lignite.

Le terrain d'eau douce a fourni, dans le Tarn, l'indice d'un autre produit utile, le lignite. Une couche de ce combustible fossile a été reconnue dans la plaine du Thoré, près la Bruyère. Cette couche est fort peu considérable: elle n'a qu'environ un pied de puissance, et sa proximité de la surface du sol permet seule de l'exploiter. Elle se trouve au-dessous d'une couche de grès noir, et au-dessus du calcaire d'eau douce, qui est lui-même pénétré de charbon sur une certaine hauteur; ce mélange et le passage insensible du calcaire ligniteux au lignite pur témoigne, sans aucun doute, la contemporanéité; le combustible renferme d'ailleurs des lits pétris de planorbes semblables à ceux du calcaire lui-même, et il est à remarquer, pour le dire en passant, qu'ici ces fossiles ont conservé leur têt.

Le lignite du Tarn nous paraît donc appartenir ici, comme les lignites du Soissonnais, à l'époque la plus ancienne de la série tertiaire.

Ce combustible est pyriteux, un peu terne; il donne, par la

combustion, l'odeur désagréable des lignites, et, laissé à l'air, il s'y délite complètement par la décomposition des pyrites; néanmoins il n'est pas d'un mauvais usage; il brûle avec facilité, et l'on s'en est servi même pour alimenter des machines à vapeur: il est bon de l'humecter en le brûlant. On l'a employé particulièrement pour réduire en chaux le calcaire auquel il est mêlé; en ce moment, néanmoins, il est pour cet effet de nul usage, vu les préventions qui existent dans l'arrondissement de Castres contre les chaux cuites au charbon de terre.

SECOND ÉTAGE TERTIAIRE. ALLUVIONS.

Couche de cailloux roulés qui recouvre le terrain tertiaire à tous les niveaux.

Nous terminerons cette notice en parlant d'un terrain plus curieux qu'important¹, mais qui mérite d'occuper ici sa place puisqu'il représente une époque, et qui prend d'ailleurs pour nous un intérêt particulier par deux motifs, en premier lieu parce que son âge véritable nous paraît avoir été jusqu'ici méconnu et qu'on l'a fait plus moderne qu'il n'est en réalité; en second lieu, parce qu'il nous sert comme d'horizon, par les différents niveaux auxquels on le rencontre, pour apprécier les déplacements du sol qui ont donné naissance aux plus récentes vallées.

Nous voulons parler des couches de gros galets et des bancs d'alluvion que l'on rencontre à la fois sur le sommet des plateaux élevés et sur le sol des plaines, terrain rapporté à bon droit par M. Dufrenoy à une formation particulière, mais rangé par lui et par plusieurs autres géologues parmi les terrains ter-

¹ Nous voulons dire qu'il est peu important par sa puissance, qui n'est que de 6 à 7 mètres ordinairement; mais il l'est par son étendue, puisqu'il couvre certainement au moins le tiers du sol du Tarn. Nous ne l'avons point marqué par une teinte sur Cassini; mais, sur une carte spéciale, il pourrait être marqué par un pointillé, comme nous le disons à la page 64.

tiaires les plus récents, tandis que nous nous croyons fondé à le classer seulement dans le second étage de cette série, en contemporanéité avec ce que l'on nomme *mollasse marine* dans le midi de la France, avec le grès de Fontainebleau dans le bassin de Paris, probablement avec les faluns de Touraine, etc.

Ce terrain, quoique nous le croyions plus ancien qu'on ne l'avait pensé, est néanmoins le plus moderne de ceux que l'on peut observer dans le Tarn : et cependant toutes les grandes vallées de ce département l'ont traversé, déchiré, affaissé. C'est de là que nous avons tiré la preuve principale de la formation récente de ces vallées, conclusion qui seule suffirait peut-être à prouver leur mode général de formation par déchirement, si tant d'autres preuves ne venaient concourir vers le même résultat. Quelques détails sur ce terrain d'alluvion et sur sa disposition locale éclairciront ces différentes particularités.

Lorsqu'on suit les principales vallées tertiaires, celle du Tarn par exemple, de l'Agout, du Thoré, et même celles dont les flancs sont creusés dans des terrains beaucoup plus anciens, comme l'Aveyron et le Viaur, on est frappé de voir leur fond couvert, au-dessus des plus hautes eaux de la rivière qui les baigne, d'une couche de cailloux roulés d'une grosseur souvent considérable¹ et d'une nature tout à fait étrangère aux roches les plus habituelles de la contrée, puisqu'ils sont presque tous de quartz. Leur ciment est à peu près nul, ou bien c'est une terre argilo-sableuse jaune ou noire. Toutes ces circonstances, jointes à la position de cette couche de galets, en nappe uniforme et bien nivelée, sur le fond des plaines, l'ont fait regarder, par suite d'une observation superficielle, comme un dépôt formé par les rivières dont ces vallées sont actuellement arrosées, et on a nommé ce lit de galets *alluvions anciennes* du Tarn, de l'Agout, etc.

¹ Leur plus grand diamètre est presque toujours compris entre 2 et 5 pouces, ce qui est comparable aux galets roulés par les plus forts torrents de nos montagnes élevées.

Mais les choses ne sont point réellement ainsi. Lorsque l'on monte en effet les coteaux qui bordent ces rivières, on retrouve la même couche de galets, avec la même épaisseur, à des hauteurs moyennes sur les flancs de ces coteaux¹; enfin, si l'on s'élève encore plus haut, jusqu'au faite des plateaux tertiaires, et même sur ceux des terrains plus anciens, on observe encore sur beaucoup d'entre eux la même nappe de gravier, largement étendue, parfaitement nivelée, et offrant toujours une épaisseur aussi semblable à celle de la plaine que le permettent les inégalités du sol sur lequel elle s'est déposée.

Conséquences géologiques de ce fait.

Pour un observateur attentif et impartial, la couche des plateaux, celle des étages moyens, celle de la plaine, sont exactement identiques : ce sont différents lambeaux d'une même nappe d'alluvion, occupant autrefois le niveau le plus élevé, mais abaissée maintenant en divers points par les grands affaissements qui ont produit les vallées et les plaines basses.

Quant à la nappe supérieure en effet, il est impossible, vu son étendue, qui se prolonge d'ailleurs sur toute la pente des Pyrénées, de ne pas y reconnaître le caractère d'une formation alluvienne générale²; et maintenant voudrait-on que les rivières actuelles aient fait éprouver à leur lit des alternances d'érosion et de dépôt assez colossales pour avoir successivement entassé des nappes uniformes de gros galets, étrangers à la contrée, nappes d'une puissance de plusieurs mètres, puis avoir emporté

¹ Cela est facile à observer notamment dans la vallée du Tarn au N. d'Albi, où la couche de cailloux se rencontre à 60 et 80^m au-dessus du niveau de la plaine, ayant d'ailleurs une épaisseur semblable (3 à 5^m) à celle qu'elle a dans le fond de la plaine même. La même chose se remarque dans la vallée de l'Agout, à l'O. de Castres, dans celle de l'Aveyron près la Guépie, etc.

² Ce caractère de formation générale a été particulièrement signalé par M. Dufrenoy dans ses Recherches sur les terrains tertiaires du midi de la France.

ce même dépôt sur une largeur transversale quelquefois de plusieurs lieues, et s'être creusé au-dessous un nouveau lit pour en remplir encore le fond d'une couche égale des mêmes galets, sans y mêler même aucun fragment enlevé à ses rives?

Je ne crains pas de dire que ces successions d'effets contraires, d'effets incompatibles, et la grandeur de ces effets, sont hors de toutes les conditions de vraisemblance : l'affaissement du sol des vallées, au contraire, répond à tout et donne aux faits la solution la plus simple, la plus naturelle.

Mais qu'est-ce donc que cette vaste nappe de cailloux roulés qui va partant des Pyrénées et s'étendant de là sur toute la surface continue que formait le fond de la mer ou du lac tertiaire de l'époque la plus ancienne? Sans doute la formation de ce terrain est due à quelque événement extraordinaire, à quelque changement bien remarquable dans la force et l'allure des eaux courantes.

Origine et âge de cette nappe de galets.

Nous le croyons ainsi : selon nous, cette alluvion est contemporaine du grand mouvement qui a donné aux Pyrénées leur relief caractéristique; selon nous encore ce mouvement a été accompagné d'un changement climaterique considérable, résultant du transport d'une latitude de 38° à une latitude presque équatoriale; de telle sorte que des montagnes chargées de neiges et de glaces se sont trouvées tout à coup dans des conditions convenables à une fusion rapide. De là serait résulté un subit développement dans la puissance et l'étendue des eaux courantes, de là on pourrait faire dépendre le charriage lointain de tous les fragments détachés des roches dans la montagne. Mais il ne faut pas oublier deux circonstances qui ont dû favoriser éminemment ce charriage et augmenter son étendue : c'est qu'à cette époque la masse des Pyrénées était entourée d'eau de toutes parts; elles formaient une ou plusieurs îles au milieu du golfe ou

de la caspienne où se sont déposés les calcaires à cérîtes et à nummulites et les mollasses d'eau douce. Or, premièrement la révolution terrestre dont nous parlons a dû produire un mouvement considérable dans ces eaux, et secondement leur fond nivelé, qui n'était traversé que par une seule direction de fractures, a dû laisser porter au loin les galets venus des pentes des Pyrénées ou des autres montagnes plus septentrionales.

Si l'on admet ce mode de formation (et nous croyons qu'il serait bien difficile d'en trouver un autre rationnel), il resterait à déterminer l'âge réel de ce terrain d'alluvion, que nul autre ne recouvre. Il a été généralement rangé dans la partie la plus récente de la série des époques. Des raisons tirées du creusement des vallées nous font penser qu'il est, comme nous venons de le dire, plus ancien, et qu'il appartient au second étage tertiaire, non au troisième ni au quatrième¹.

La grande nappe d'alluvion se trouve en effet traversée par un grand nombre de vallées dirigées N.N.E. et E.N.E., c'est-à-dire dont l'effondrement appartient aux deux dernières époques, tandis que, si ce terrain appartenait au plus récent de ces âges, à celui qui a immédiatement précédé le nôtre, il ne devrait avoir éprouvé aucun déchirement, si ce n'est dans la direction de l'E. à l'O. Ajoutons de plus qu'en certains points la couche de galets est tellement unie au grès de la formation d'eau douce (comme

¹ On pourrait croire que la dernière débâcle, le dernier et puissant changement de température qui a produit le diluvium le plus récent au pied des Alpes et des Pyrénées elles-mêmes, était capable à *fortiori* de faire charrier des galets jusque vers les rives du Tarn et de l'Aveyron. Nous avons aussi cette idée, mais l'observation nous en a fait revenir. La différence essentielle qui caractérisait la dernière époque tertiaire, c'est l'absence des grandes nappes d'eau qui existaient sur la surface de la France au commencement de la seconde: de là un charriage beaucoup moindre, puisqu'il n'était dû qu'aux eaux de la fonte des neiges, et il faut ajouter aussi qu'alors il existait, au lieu du fond uni d'un lac, un grand nombre de vallées profondes qui devaient restreindre dans leurs courses les blocs et les galets charriés.

à Puylaurens, où le grès cimente les galets à la base de la couche), qu'on doit admettre, sans aucun doute, que ces deux terrains ont été formés en quelque sorte *dans les mêmes eaux*, à deux époques *contiguës*.

Fossiles.

Je ne sache pas que, dans le Tarn, on ait trouvé d'ossements fossiles dans ce terrain, si ce n'est peut-être la tête d'hyénodon dont j'ai déjà parlé; mais c'est le même terrain où dans la plaine de Toulouse on trouve assez fréquemment des mâchoires de rhinocéros.

Disposition locale du terrain.

Les principaux points sur lesquels on rencontre la couche de galets sont : la côte de Puylaurens, les plateaux au-dessus de Saix et de Vielmur près Castres, ceux de la Capelle près Saint-Paul, les abords du Sidobre, toute la plaine de Sorèze, Dourgne, plusieurs portions des vallées du Thoré, de l'Agout, du Tarn. Sur les bords du Tarn, du côté d'Albi, la couche de cailloux ne s'élève pas jusqu'aux plus hauts sommets tertiaires; sans doute la vallée, déjà en partie formée dans l'alignement O. N. O., les arrêtait; mais on les trouve à l'E. d'Albi, sur les plateaux formés en grande partie de terrain de transition qui s'étendent entre cette ville et Valence-du-Tarn. Enfin on les observe encore autour de la Guépie, Pampelonne, Bournionac, où ils couvrent aussi les grands plateaux. Pour la notation de notre carte, ce terrain superficiel et peu puissant nous embarrasse beaucoup, parce que, si sa teinte était étendue partout où il existe, il couvrirait une portion très-considérable du terrain tertiaire inférieur infiniment plus important : aussi ne l'avons-nous point marqué, si ce n'est sur les coupes.

Au voisinage des routes les galets tendent au reste à disparaître tout à fait, parce qu'on les exploite pour l'engravement des chemins.

Poudingue d'alluvion sur la pente de la Grésine.

Nous serions disposé à joindre au terrain dont nous parlons une alluvion très-extraordinaire par sa puissance, sa nature et souvent la grosseur de ses galets, qui se montre aux environs de Cordes (près du village de Tonnac), et sur une grande partie de la pente E. des côtes de la Grésine. Cette roche rentre dans la classe des poudingues, les galets y étant unis par un ciment arénacé comme ceux de Puylaurens; mais la nature des galets est particulière en ce qu'elle est la même que celle des terrains avec lesquels le poudingue est en contact, terrains de grès bigarré et de calcaire jurassique. Les galets sont, en effet, en grande partie formés de grès et de calcaire, et il y en a dont la dimension est très-considérable (plus d'un pied de diamètre). Le poudingue a donc été formé en partie sur place, au moyen des fragments brisés du calcaire jurassique et du grès: sa puissance, considérable semble montrer que l'endroit où il a été entassé était un fond de vallée qui a dû servir de point d'arrêt pour le choc des eaux affluentes et où l'amoncellement a pu être plus considérable, vu le creusement du sol; malgré, en effet, que le dépôt du premier étage tertiaire eût nivelé alors le sol, néanmoins, à l'époque de la débâcle qui a donné naissance aux alluvions, des vallées parallèles au mouvement des Pyrénées (O. N. O.) ont dû se former simultanément et produire çà et là des parties plus profondes à travers la nappe horizontale sur laquelle l'alluvion jetait son dépôt. On sent, au reste, combien ce sujet est délicat et d'une induction difficile, aussi dois-je me borner à ces simples aperçus.

USAGES DU TERRAIN ALLUVIEN.

Empierrement des routes. — Puits et arrosage.

Nous avons dit déjà que la couche de galets fournissait en beaucoup d'endroits de la grave pour les routes : cet usage en emporte des masses considérables.

Elle a encore dans les plaines une utilité d'un autre ordre : c'est de laisser tamiser les eaux pluviales pour les conserver à sa partie inférieure et de fournir ainsi une nappe d'eau souterraine qui alimente une grande quantité de puits et forme ainsi une partie de la richesse agricole de la plaine d'Albi, de Lescure, etc., où ces puits servent à un très-grand arrosage. Le terrain de galets se trouvant en effet placé au-dessus d'une couche de grès argileux à peu près imperméable, qui appartient à la formation d'eau douce, les eaux pluviales viennent se réunir en nappe dans la partie basse de l'alluvion ; et, comme cette alluvion n'a guères que 5 à 6 mètres, il s'ensuit que des puits d'une très-médiocre profondeur y atteignent. Les jardiniers des environs d'Albi se servent, pour y pomper l'eau, d'une sorte de grand levier à contre-poids, à la grande branche duquel le seau est suspendu, et, par ce moyen, qui ménage beaucoup le temps, ils déversent une grande quantité d'eau sur leurs jardins, dont le produit s'exporte au loin. Le nombre de ces engins est si considérable dans la plaine de Lescure, qu'elle ne ressemble pas mal à une rade hérissée d'une multitude de mâts de vaisseaux.

OBSERVATIONS SUR LES RESSOURCES QUE LA GÉOLOGIE OFFRE À L'AGRICULTURE.

La conclusion à tirer de cette particularité, c'est que la disposition géologique du sol est ici d'un grand service à l'agriculture, et l'on doit remarquer comment les cultivateurs en ont instinctivement profité. Mais avec quelle lenteur l'expérience populaire n'a-t-elle pas dû procéder dans cette voie si simple en apparence, qui l'amène à augmenter les bienfaits actuels de la

nature en utilisant ses ruines anciennes et les résultats de ses révolutions passées? Aujourd'hui les progrès sont moins pénibles, aujourd'hui c'est la science qui prend les devants, qui se substitue aux hasards de l'empirisme dans les essais d'améliorations pratiques.

Les sciences en général, et la géologie en particulier, ont fait déjà beaucoup pour l'agriculture, elles sont appelées à faire beaucoup encore; il faut néanmoins qu'elles soient aidées par l'expérience générale et par l'éducation des masses. La science agricole révélera bien les bons effets du plâtre sur les prairies, de la marne mêlée aux terres fortes, du chaulage pour la culture des céréales; la géologie à son tour viendra bien indiquer les lieux où toutes ces substances productrices se rencontrent: ce n'est point assez, il faut encore que leur usage, consacré par l'expérience, entre profondément dans les habitudes des masses. Rappelons-nous quels moyens dut employer Franklin pour accréditer l'usage si fécond du plâtre en agriculture. Rappelons-nous combien d'années l'usage de la chaux a mises à se répandre en Normandie et dans le Maine, où il a maintenant triplé la production des terres sur une très-grande partie du sol. Voilà où gît maintenant la principale question du progrès: l'éducation agricole. En cela, la notice que nous terminons ne pouvait que bien peu de chose, et il y aurait lieu de décliner d'ailleurs notre compétence. Nous n'avons pas voulu néanmoins que ce petit livre, qui ne méritait point par lui-même une publication, restât absolument inutile sous ce rapport, et nous avons placé à sa suite, ainsi que nous l'avions promis, l'extrait d'un mémoire fort intéressant, dont les agriculteurs du Tarn pourront tirer profit. L'auteur, M. Boisse, ingénieur distingué des mines de Carmeaux, l'avait écrit pour ses compatriotes, les agriculteurs de l'Aveyron, et publié dans le *Bulletin de la société d'agriculture* de ce département. Nous y joindrons quelques courtes réflexions.

EXTRAIT D'UN MÉMOIRE DE M. BOISSE SUR L'EMPLOI DE LA CHAUX
POUR L'AGRICULTURE DANS LE TARN.

« Le terrain schisteux qui constitue dans l'Aveyron le sol aride du Ségala s'étend dans le département du Tarn, où il forme une bande large de deux à trois lieues, allongée de l'E. à l'O., entre les rives du Viaur et celles du Cérou. Il y a vingt ans à peine, cette contrée offrait de toutes parts l'aspect d'une nature âpre et sauvage; des landes immenses couvertes de bruyères et de genêts, des pâturages incultes, de vastes châtaigneraies, en occupaient toute la surface; à peine de loin en loin quelques champs peu fertiles, quelques cabanes noires et sales, venaient témoigner de la présence de l'homme et jeter un peu de variété dans l'aspect triste et monotone du paysage. Aujourd'hui tout est changé; l'adoption d'une pratique agricole simple et facile a fait succéder l'abondance à la détresse. Amendée par la chaux, cette terre, que la nature semblait avoir condamnée à une éternelle stérilité, s'est parée tout à coup d'une végétation abondante et vigoureuse; des champs fertiles, de belles prairies, ont pris la place des landes incultes; l'aspect de ces lieux a complètement changé, et vingt années ont suffi pour opérer cette heureuse révolution.

« La vallée du Cérou, remarquable par les mines de houille que l'on y exploite, forme la ligne de séparation entre la contrée à laquelle s'appliquent les considérations précédentes et les terrains tertiaires, qui de là s'étendent jusqu'aux pieds des Pyrénées. Au N. de cette vallée sont les terrains schisteux, au S. les roches calcaires, et dans la vallée même se trouve le combustible minéral qui doit, par la calcination, donner à celles-ci leur pouvoir fécondant. La nature, dans sa sage prévoyance, avait, comme on le voit, placé le remède bien près du mal, et personne n'avait songé à en faire l'application. L'effica-

cité de la chaux comme amendement était cependant reconnue et proclamée depuis longtemps.

« Mais, en agriculture, les préceptes ne suffisent pas ; toute innovation est difficilement accueillie par les cultivateurs, dont la défiance n'est que trop souvent justifiée par l'insuccès d'expériences mal faites. Les habitants de la contrée possédaient une source abondante de richesses ; mais, pour les engager à y puiser, il leur fallait un exemple, et cet exemple, un étranger devait le donner.

« Il y a trente ans environ, un Flamand, nommé Fastré, qui avait étudié dans les provinces du Nord les effets merveilleux de la chaux appliquée à l'amendement du sol, eut l'heureuse idée d'en faire l'essai sur les terres qu'il possédait aux environs de Carneaux. Le succès dépassa ses prévisions : aussi trouva-t-il de nombreux imitateurs parmi ses voisins, émerveillés de la beauté de ses récoltes. L'usage de la chaux se propagea de proche en proche et devint pour la contrée une source inépuisable de richesses. Les fours à chaux étaient encore rares, et Fastré, qui avait établi les premiers, trouva dans la fabrication de cet engrais des bénéfices considérables, juste récompense du service éminent qu'il venait de rendre à sa patrie adoptive.

« Les premiers essais furent faits dans la ville de Carneaux, dont le terrain alluvien, formé de détritrus de roches siliceuses, présentait les circonstances les plus favorables à l'emploi de la chaux. Les effets furent prodigieux : le système ruineux des jachères abandonné, de vastes étendues de terrain auparavant impropres à la culture transformées en champs fertiles, le produit des récoltes triplé, tels furent les résultats obtenus par les cultivateurs qui avaient les premiers adopté cette pratique. Il n'en fallait pas davantage pour en rendre l'usage général : aussi le vit-on se propager avec une incroyable rapidité. Un obstacle s'opposait cependant encore à son développement : les frais considérables de transport, le prix fort élevé de la chaux, limitaient

nécessairement l'emploi de cet engrais ; mais bientôt les perfectionnements apportés dans sa fabrication permirent d'en abaisser successivement le prix, et l'on vit dès lors s'agrandir peu à peu le cercle dans lequel semblait devoir rester concentrée cette industrie, dont les bienfaits s'étendent aujourd'hui jusqu'aux limites de notre département.

« Les effets de la chaux sur les terrains schisteux du Ségala furent peut-être plus marqués encore qu'ils ne l'avaient été dans la vallée du Cérou ; une révolution rapide et complète opérée dans son système agricole a changé comme par enchantement l'aspect de cette contrée : les bruyères, les ajoncs, les genêts et les fougères qui en occupaient presque toute la surface ont disparu pour faire place à de riches moissons. Quelques champs rares produisaient de chétives récoltes qui épuisaient en une année la fertilité passagère donnée à la terre par l'écobuage et de longues années de jachères ; le seigle et l'avoine étaient les seules céréales qui pussent germer sur ces terrains, et l'on n'obtenait qu'avec peine quatre ou cinq grains pour un. Aujourd'hui tous les grains germent avec la même facilité sur le sol fécondé par la chaux ; dans presque tous les champs, le blé-froment a remplacé le seigle, et l'on obtient douze, quinze et jusqu'à vingt-quatre grains pour un. On s'accorde assez généralement à dire que le produit en blé des terres arables est triplé ; le produit en racines et menus grains a augmenté dans le même rapport ; l'étendue des terrains cultivés est plus que doublée, et beaucoup de propriétaires font maintenant deux récoltes par an dans les terres qui autrefois ne leur en donnaient qu'une tous les deux ou trois ans. Tels sont les effets obtenus ; passons aux moyens : et d'abord examinons la matière première et les opérations auxquelles elle est soumise.

« La pierre employée à la fabrication de la chaux est un calcaire d'eau douce, tertiaire, exploité dans les collines qui dominent la rive gauche du Cérou. La calcination a lieu dans des

fours elliptiques, à feu continu, pouvant fournir de 1,200 à 2,000 et jusqu'à 3,500 kilogrammes par jour.

« La chaux est blanche, légère et de bonne qualité, quoique parfois un peu siliceuse; son prix varie de 0 fr. 65 cent. à 1 franc les 100 kilogrammes, selon qu'on la vend triée ou mélangée de cendres.

« Le triage est une opération superflue pour la chaux que l'on destine à l'amendement des terres, puisque les cendres dont elle est mélangée sont elles-mêmes un engrais utile.

« On prend donc la chaux telle qu'elle sort du four pour la porter sur les champs, où l'on en forme de petits tas coniques, distants l'un de l'autre de 6 à 8 mètres: on la laisse dans cet état jusqu'à ce que l'action de l'air et de l'humidité l'aient réduite en poudre; on la répand ensuite à la pelle sur toute l'étendue du champ, et on l'enterre immédiatement après par un labour. Un second labour est utile pour opérer un mélange plus intime de la terre avec l'engrais; quelques personnes en donnent même un troisième; dans tous les cas, ce n'est qu'un mois ou six semaines après avoir enterré la chaux que l'on peut répandre les semences.

« On obtient, dès la première année, une augmentation notable dans la récolte, mais cette augmentation n'atteint son maximum qu'au bout de quatre ou six années.

« La quantité de chaux que l'on doit employer n'est pas bien déterminée: elle varie nécessairement suivant la nature du sol: la moyenne est de 15,000 à 18,000 kilogrammes par hectare¹. Les sols vierges, riches en matière végétale, en exigent une plus forte proportion; il en est de même des terres grasses et compactes.

¹ L'auteur du Mémoire a reconnu depuis que ces nombres, donnés comme moyennes, étaient exagérés et n'exprimaient pas l'usage le plus général: on ne donne ordinairement que 10 à 12,000 kilogrammes par hectare, au premier chaulage, et 5 à 6,000 aux deux ou trois suivants.

« On porte la chaux au mois de mars ou d'avril sur les champs qui doivent recevoir les semences de printemps, et au mois d'août ou de septembre sur ceux qui doivent recevoir les semences d'automne. On pense généralement que la chaux répandue au printemps produit plus d'effet utile que celle répandue en automne, peut-être parce que les façons nombreuses que l'on est obligé de donner à la terre pour les récoltes de racines et de menus grains opèrent un mélange plus complet de l'engrais avec le sol.

« Il n'est pas nécessaire de renouveler tous les ans sur le même terrain l'opération que nous avons décrite : les champs qui l'ont subie peuvent fournir plusieurs récoltes sans exiger un nouvel amendement. Il est bon, toutefois, lorsqu'on opère sur un sol qui n'a pas encore reçu de chaux, de lui en fournir pendant deux ou trois années consécutives ; on peut attendre ensuite huit ou dix ans, avant que le besoin s'en fasse de nouveau sentir.

« Le chaulage trop fréquemment répété pourrait même, dans certains cas, devenir fort nuisible, en épuisant promptement le sol. En effet, quoique la chaux entre elle-même dans la nourriture des plantes à l'état de sels calcaires, elle ne forme cependant qu'une fraction limitée de cette nourriture ; et, si elle contribue si puissamment au développement des végétaux, c'est surtout parce qu'elle hâte par son influence chimique la décomposition des matières organiques mêlées avec la terre. La chaux doit donc être considérée moins comme un aliment des plantes que comme un stimulant énergique de la végétation. Son principal effet est de faire servir, au profit d'une seule récolte ou d'un petit nombre de récoltes, les matières organiques qui, peu décomposables par leur nature, ne seraient devenues que lentement propres à la nutrition des plantes, et se seraient, par conséquent, partagées entre une série de récoltes plus nombreuses, mais bien moins riches. Aussi l'emploi de la chaux trop souvent renouvelé doit-il avoir pour résultat d'appauvrir,

d'épuiser promptement le terrain, si l'on n'a pas soin de compenser par des fumures abondantes la consommation rapide de matières végétales, due à l'influence de cet amendement. De là la nécessité d'employer concurremment les fumiers et la chaux, à moins que l'on ne préfère employer celle-ci à l'état de compost, c'est-à-dire mélangée de matières végétales ou animales, au lieu de l'appliquer directement et sans mélange sur le sol, comme on le fait le plus habituellement.

La fabrication des composts offre un emploi utile de la chaux dans les terrains où son application directe sur le sol pourrait être désavantageuse; elle fournit, d'ailleurs, le moyen de transformer en engrais les substances végétales dures et coriaces qui, employées seules, ne sauraient concourir à la nutrition des plantes. Tous les produits végétaux peuvent être employés pour la fabrication des composts, mais l'on se sert de préférence de ceux qu'il serait difficile de décomposer par les moyens ordinaires: c'est ainsi que l'on utilise les fougères, les ajoncs, les feuilles, les menus branchages, les cupules épineuses du châtaignier, les tiges de maïs, les marcs de fruits, les bruyères, etc. Deux ou trois mois suffisent presque toujours pour obtenir la décomposition complète de ces substances et les changer en matière nutritive. On opère pour cela de la manière suivante: on forme dans une fosse peu profonde, ou à la surface même du sol, un tas composé de matières végétales et de chaux caustique disposé par lits alternatifs; on recouvre ce tas de terre et on l'abandonne ensuite à lui-même; la réaction de la chaux sur les matières organiques a lieu avec plus ou moins d'énergie, selon qu'elle est favorisée ou contrariée par la nature des matières premières et par les circonstances atmosphériques. Lorsque cette réaction est trop vive, elle se manifeste par un dégagement considérable de chaleur, et peut donner lieu à un embrasement spontané, si l'on n'a pas soin de la ralentir en ouvrant le tas de compost par un temps sec. On active.

au contraire, cette réaction en gerçant quelques trous dans le tas par un temps pluvieux. Quand on juge que la décomposition doit être terminée, on découpe le tas par tranches verticales, on le mêle avec la terre qui le recouvrait, et on le porte sur les champs pour le répandre comme le fumier ordinaire.

« Tels sont les procédés à l'aide desquels l'agriculture est parvenue, dans les environs de Carmeaux, à tripler en quelques années le produit des terres, etc. »

L'auteur joint à ce mémoire, dont nous n'avons extrait qu'une partie, les résultats de sa propre expérience sur un sol siliceux des environs de Rhodéz, résultats qui sont résumés dans le tableau suivant :

PRODUIT de l'hectare de terrain.	GRAIN.		PAILLE.		VALEUR TOTALE des produits.
	Nombre d'hectolitres.	Valeur.	Poids.	Valeur.	
Chaulé.....	23 ^h ,75	308 ^f 75 ^c	3818 ⁿ ,0	76 ^f 36 ^c	385 ^f 11 ^c
Non chaulé.....	7,52	97,76	1460,4	29 32	127 08
			DIFFÉRENCE.....		258 03

RÉFLEXIONS SUR LA POSSIBILITÉ DU CHAULAGE DANS TOUTES LES PARTIES
DU DÉPARTEMET DU TARN.

Ces résultats, constatés pour encourager l'emploi de la chaux dans le département de l'Aveyron, nous paraissent propres aussi à l'encourager dans les parties du département du Tarn où son usage n'est pas encore répandu. Or ce département est assez bien partagé, sous le rapport des matières premières, pour que, dans toutes ses parties, ce procédé soit applicable. Le bassin de Carmeaux d'un côté, le bassin de Saint-Gervais de l'autre, fournissent partout un combustible dont le prix, sans être très-bas, est néanmoins modéré, et les terrains géologiques y sont tellement disposés, qu'ils peuvent fournir de la chaux à toutes ses

parties : dans le S. E. , en effet, et dans l'E. , les calcaires du terrain de transition ; dans le S. , au pied de la Montagne Noire, les calcaires d'eau douce ; enfin ce même calcaire d'eau douce dans toute la partie occidentale et septentrionale, peuvent fournir à la consommation la plus générale, et il n'y a aucun doute que les terrains schisteux ou granitiques, qui forment une si grande partie de son sol, et les terrains caillouteux, qui en forment une autre portion si considérable, ne soient tous deux notablement améliorés par le chaulage. Les landes stériles des environs de Lacaune, Brassac, Boissezon, Cordes, Vaours, disparaîtraient ainsi en partie par un usage intelligent de cette pratique.

Une observation est néanmoins nécessaire sur la nature de ces divers calcaires : le calcaire à chaux hydraulique est peu favorable à l'amendement du sol, ou du moins il est beaucoup moins favorable, parce que, apportée en grande quantité, la chaux hydraulique pourrait donner de la dureté au sol superficiel, surtout dans les endroits graveleux ; il faut donc choisir de préférence la chaux grasse. Les calcaires de transition la fournissent ordinairement ainsi ; mais, dans les calcaires d'eau douce, il y a à choisir ; j'ai dit, dans le courant de ce mémoire, que j'étais porté à croire que les calcaires tendres et blancs de cette formation donnaient plutôt de la chaux grasse que les calcaires durs.

Quoique ce mémoire ne soit point spécialement destiné aux applications agricoles de la géologie, et que notre peu de compétence en ce genre nous interdise toute dissertation particulière à ce sujet, néanmoins nous avons cru devoir faire exception à l'égard du chaulage, dont l'utilité est si immédiate et si générale. Puissent les réflexions que nous donnons être de quelque utilité au département dont nous avons tracé la carte géologique, et faire passer sur l'aridité un peu trop scientifique peut-être de cette note explicative.

TABLE DES MATIÈRES.

Introduction. Principes généraux de géologie..... VII à LXI.

CARTE GÉOLOGIQUE DU TARN.

Coup d'œil général.....	1
Relief géographique. Montagnes.....	3
Vallées et rivières.....	6
<i>Description géologique. Terrains primitifs.....</i>	10
Granit.....	<i>Ibid.</i>
Résumé du relief physique des contrées granitiques du Tarn.....	17
Roches primitives stratifiées. <i>Gneiss, micaschiste.....</i>	18
Substances utiles fournies par ces terrains.....	22
Roches ignées accidentelles. Amphibolites, serpentine, porphyres.....	23
<i>Terrain de transition.....</i>	27
Nature des roches. Relief physique.....	<i>Ibid.</i>
Description des roches. Schiste.....	29
Calcaire ou marbre.....	30
Age du terrain et direction des couches.....	32
Roches de quartz de nature singulière.....	35
Substances utiles fournies par le terrain de transition du Tarn.	
Ardoises.....	37
Marbre et pierre à chaux.....	39
Filons métallifères.....	40
Plomb.....	41
Cuivre, manganèse, fer.....	42
<i>Terrains de grès anciens du Tarn.....</i>	44
<i>Terrain houiller.....</i>	45
Nature des roches. Schiste, grès; plantes fossiles.....	<i>Ibid.</i>
Couches de houille.....	47
Leur puissance. Épaisseur du terrain.....	48
Disposition générale du terrain houiller de Carmeaux.....	<i>Ibid.</i>
Failles.....	50
Exploitation de la houille, produit et avenir des mines.....	51
Autre lambeau houiller à l'E. du département.....	53
Substances utiles. Grès à bâtir.....	54
<i>Terrains de grès rouge et de grès bigarré.....</i>	<i>Ibid.</i>

Description générale. Difficulté de les distinguer.....	55
Étendue et disposition. Nature du sol.....	57
Forêt de la Grésine, etc.....	58
Grès de Réalmont.....	60
Diverses recherches de houille.....	59- 61
Directions des divers terrains de grès ancien.....	62
Substances utiles du grès bigarré. Pierre à bâtir, pierre à plâtre.....	63
<i>Terrain de calcaire jurassique. Étendue, nature des roches.....</i>	65
Vallées et plateaux.....	66
Description minéralogique. Grès et calcaire du lias.....	67
Masse des calcaires supérieurs.....	68
Allures des couches de ce terrain; directions; failles; vallées, leur cause, leur coup d'œil; infertilité des plateaux.....	68- 71
Cavernes; leur cause probable; ossements fossiles.....	72
Minerais de fer en grains dans les cavités du terrain jurassique; âge de leur dépôt.....	74
<i>Terrain tertiaire. Deux étages.....</i>	77
<i>Étage inférieur. Mollasses et calcaires d'eau douce. Question de leur âge.....</i>	78
Étendue du terrain et disposition des roches.....	80
Apparences dues aux failles.....	<i>Ibid.</i>
Description minéralogique. Grès.....	83
Calcaire d'eau douce. Concrétions. Chaux hydraulique. Causses.....	84
Marnes et argiles.....	87
Disposition générale du terrain dans le département.....	<i>Ibid.</i>
Substances utiles de l'étage tertiaire inférieur. Grès à bâtir.....	91
Terre à briques.....	92
Pierre à chaux. Chaux hydraulique; localités.....	93
Chaux pour l'agriculture.....	94
Lignite.....	95
<i>Étage tertiaire supérieur. Alluvions des plateaux.....</i>	96
Nappe de galets à divers niveaux. Conséquences.....	97
Origine et âge de cette nappe de galets.....	99
Dispositions locales.....	101
Usages de ce terrain alluvien; empiècement des routes, puits d'arrosage.....	102
Observations sur les ressources que la géologie offre à l'agriculture.....	103
Extrait d'un mémoire de M. Boissac sur l'emploi de la chaux en agriculture dans le Tarn.....	105
Réflexions sur l'application au département.....	111