

Nous avons pensé devoir ajouter ici une autre Notice sur le traitement du fer par la houille, que nous avons également extraite du Bulletin de la Société d'Encouragement (mai 1818, page 140).

M. de Wendel, propriétaire des forges importantes de Moyeuve et d'Hayange, département de la Moselle, a fait un voyage en Angleterre pour y suivre la fabrication de la fonte et du fer avec la houille.

Les mines d'Hayange et de Moyeuve ne produisent que du fer tendre, dit fer cassant à froid.

Les houilles viennent du pays de Nassau, par la Sarre et la Moselle.

Il a été reconnu qu'il ne pouvait faire de la fonte avec du charbon de terre, mais seulement avec du charbon de bois; mais il en a été autrement pour traiter cette fonte et la convertir en fer avec de la houille, les résultats ont passé toutes les espérances; non-seulement il y a économie considérable de temps, de combustible et de fonte, mais on y a trouvé l'avantage immense de changer la qualité du fer. Celui qui est produit par ce traitement est tout neuf et de la meilleure qualité.

Ainsi se trouverait entièrement résolu le problème de changer la nature des fers cassant à froid.

MÉMOIRE

SUR

La Géologie des environs de Lons-le-Saunier,

Lu à la séance publique du 1^{er}. décembre 1818, de la Société d'Émulation du Jura;

PAR M. CHARBAUT, Ingénieur des Mines.

LES montagnes du Jura présentent dans leur ensemble le plus beau champ possible aux observations géologiques; et cependant, on est forcé de l'avouer, non-seulement leur constitution est inconnue, mais, ce qui est infiniment plus fâcheux, des préjugés et des erreurs accrédités par des savans justement célèbres d'ailleurs, égarent le géologue qui les prend pour guides, lui font émettre de nouvelles erreurs, ou le découragent par leur fréquente opposition avec les faits qui s'offrent à sa méditation.

Les ténèbres qui couvrent encore l'histoire géologique d'une contrée aussi intéressante, tiennent principalement à la manière dont cette science avait été étudiée jusqu'ici; mais on doit espérer de les voir se dissiper, depuis que l'un des plus beaux travaux qui honorent les naturalistes français a fait prendre à la géologie une nouvelle direction et un nouvel essor.

Lorsque la contexture, le *facies* des roches et leur composition chimique étaient les seuls

caractères distinctifs des formations, les terrains primitifs offraient infiniment plus de facilité à l'étude que les terrains secondaires; je crois n'être pas le seul qui ait remarqué que si nous avions d'excellens préceptes sur les premiers, les géologues ne nous avaient rien fait connaître de bien satisfaisant sur les seconds.

Je pense que la principale cause de cette difficulté tenait à la parfaite ressemblance qui existe fréquemment, dans les terrains secondaires, entre des roches situées à de très-grandes distances géologiques, et par suite à la confusion qui en résultait de plusieurs formations absolument différentes.

Depuis que la considération des fossiles dans les caractères distinctifs des terrains a conduit MM. Brongniart et Cuvier aux beaux résultats que renferme leur mémoire sur la géographie minéralogique des environs de Paris, un grand nombre de géologues ont pris cette route nouvelle, et il n'y a pas de doute que leurs pas mieux assurés ne les conduisent beaucoup plus promptement au but que l'on se propose en géologie, qui est de connaître la position relative de toutes les masses minérales de la surface du globe auxquelles l'homme puisse atteindre.

Les montagnes du Jura, excessivement riches en fossiles très-variés, sont peut-être, de tous les sites géologiques, le plus propre à être envisagé sous ce point de vue; des traces irrécusables des plus affreux bouleversemens présentent en outre, à chaque pas, l'image du désordre et du chaos; des ruptures, des renversemens de couches, des affaissemens de montagnes entières, causent un tel étonnement, que, malgré la résolution la mieux prise, de ne

constater que les faits, l'observateur, naturellement porté à remonter aux causes premières de tout ce qui le frappe, ne peut se défendre d'une méditation profonde et souvent très-prolongée.

M. Brongniart a parcouru en 1817 une assez grande partie de la chaîne du Jura, sous le point de vue géologique, et publiera probablement le résultat de ses observations; mais comme il n'a pas visité les environs de Lons-le-Saunier, je vais essayer de faire connaître la constitution géologique de cette contrée.

Pour faciliter l'intelligence de ce mémoire, voici l'ordre que je suis: Je commence par distinguer les grandes formations; je développe la composition de chacune d'elles, en partant des masses les plus basses, géologiquement parlant, et en les suivant par ordre de hauteur jusqu'à celles qui couronnent la contrée dont je m'occupe; j'en fais connaître leur disposition géographique; et quoique je n'aie point pour but de faire une géographie minéralogique, j'indique cependant la nature du sol dans différentes localités, afin que l'on puisse vérifier aisément les faits que j'avance; je termine ce mémoire en signalant quelques erreurs adoptées jusqu'ici, sur la composition de la chaîne du Jura.

Le mot *formation* ayant reçu une extension différente, dans plusieurs circonstances, je crois nécessaire de prévenir que j'applique cette dénomination à tout système de masses minérales, quelles que soient leur nature et leur étendue, dont la disposition respective prouve qu'elles ont été formées par une succession non interrompue des mêmes causes.

Des observations nombreuses, que plusieurs années de résidence à Lons-le-Saunier m'ont mis

à même de vérifier souvent, m'ont fait reconnaître deux formations distinctes.

La première comprend une hauteur très-considérable de marnes diversement colorées, qui renferment plusieurs masses de gypse séparées par des lits de marne; l'ensemble de ces masses minérales est stratifié, et recouvert par une dernière masse régulièrement superposée aux premières, et composée de bancs non interrompus de calcaire à gryphytes.

La seconde formation comprend une grande hauteur de marnes coquillères d'une couleur constante bleue d'ardoise passant au gris cendré, disposées par bancs parallèles, qui renferment quelques couches subordonnées d'un calcaire argileux coquiller, souvent bitumineux comme la marne qui les avoisine; ces marnes sont recouvertes par une énorme masse de calcaire généralement oolithique passant très-souvent, et par degrés insensibles, au calcaire grenu et au calcaire compacte; elle est disposée par assises parallèles entre elles, et coordonnées aux bancs de marnes qui lui servent de base. Le calcaire est ferrugineux, siliceux, argileux, avec ou sans rognons de silex; il renferme des corps organisés fossiles, ou bien il n'en présente aucun.

La seconde formation ne s'arrête pas à ce calcaire, je la considère comme étant composée de plusieurs autres étages successifs, analogues au premier; mais ceux-là n'existant plus dans les environs de Lons-le-Saunier, je n'étendrai ma description que jusqu'au sommet du premier étage.

Désirant cependant que mon travail puisse se raccorder avec celui de M. Brongniart, j'ajou-

terai seulement que le second étage commence à se monter à Salins. Il est composé, comme le premier, de marnes coquillères et bitumineuses, sur lesquelles repose une nouvelle masse très-considérable de bancs calcaires.

Le second étage forme le sommet du plateau dans lequel est creusée, au sud-est de Salins, une vallée en forme de golfe; on le découvre sur la gauche de cette vallée superposée au premier étage; celui-ci disparaît sur la droite, celui-là s'affaisse d'une manière fort curieuse à la cascade de Goaille; il se relève ensuite, et l'œil peut le suivre facilement jusqu'au-dessus de Salins; il n'en reste plus, auprès du fort Belin, qu'une faible portion adossée contre le sommet du premier étage.

Je désignerai la première sous le nom de formation du calcaire à gryphytes, parce que cette coquille pélagienne, que je n'ai trouvée dans aucune autre position, me paraît être caractéristique; j'appellerai la seconde, formation du calcaire oolithique, parce que cette roche me paraît aussi la caractériser le mieux.

Je dois faire observer que le champ de mes observations ayant une faible étendue, ces dénominations peuvent n'être point convenables; en général, je ne les présente que provisoirement dans ce mémoire, en attendant que M. Brongniart ait caractérisé ces terrains d'une manière définitive.

FORMATION DU CALCAIRE A GRYPHYTES.

Examen rapide des couches qu'elle renferme.

Les premières couches visibles de cette formation sont des marnes terreuses ou imparfai-

tements chisteuses, d'un gris foncé presque noir, renfermant des couches subordonnées de gypse rouge, dont la cassure présente des faisceaux courbes de petites lames cristallines; le gypse forme aussi des veines contournées qui suivent les ondulations des feuilletés de marne, et des filets qui les coupent, et se trouve enfin très-mélangé.

Après une hauteur inconnue, mais considérable, de ces marnes gypseuses, il existe une épaisseur de 6 à 8 mètres de calcaire argileux compacte blanchâtre, formée d'assises minces et parfaitement planes.

Les marnes gypseuses reviennent ensuite, puis du gypse très-marneux, moins rouge que le précédent, dont les bancs sont séparés par des couches de marne, subordonnées à leur tour à la matière gypseuse.

En continuant de s'élever, on trouve plusieurs masses de gypse séparées par des marnes pures et des marnes gypseuses : le gypse, sauf quelques exceptions partielles, devient plus pur; sa couleur s'affaiblit, elle passe successivement par les nuances rouge clair, rosacée, grise et blanche; l'épaisseur de ses bancs augmente, tandis que les lits de marne qui les séparent deviennent plus minces; ses faces cristallines diminuent de grandeur et finissent par disparaître entièrement.

La dernière masse qui fournit le plus beau plâtre, renferme des bancs de 3 mètres, et même en quelques endroits de 5 mètres de puissance; on ne trouve plus ensuite une seule trace de gypse, jusqu'au sommet de la dernière formation des montagnes du Jura.

Je n'ai pas connaissance que l'on ait encore

rencontré dans ces masses de gypse aucune espèce de corps organisés.

Il existe au-dessus des gypses une grande hauteur de marnes, caractérisées par leurs couleurs variées; leur coupe, qui se découvre quelquefois dans des gorges transversales, offre des bandes rubanées, nuancées de diverses couleurs, dont les plus générales et les mieux déterminées sont : le blanc, le vert, le violet, le rouge, le gris et le bleu; je les désignerai sous le nom de marnes irisées.

Ces marnes généralement compactes et granuleuses, feuilletées seulement dans les parties grises et bleues, ont une faible agrégation; elles renferment des bancs plus solides de diverses natures.

On voit d'abord immédiatement sur les gypses, un banc de calcaire blanchâtre analogue à celui que j'ai indiqué dans les marnes gypseuses, mais plus grossier.

Il existe, à une distance des gypses, que je ne puis encore préciser, une couche de houille schisteuse très-maigre, dont l'épaisseur reconnue sur une grande étendue est comprise entre 12 et 30 centimètres.

A quelques mètres au-dessus, on trouve une épaisseur assez considérable de couches, d'un calcaire blanc sale, divisé dans tous les sens par des veines spathiques, qui, résistant mieux que lui à l'action destructive de l'air et de l'eau, lui donnent souvent un aspect carié; on pourrait le nommer calcaire cloisonné.

Les marnes irisées renferment ensuite des bancs isolés de grès siliceux impressionné, d'une épaisseur qui varie de 3 à 32 centimètres; les corps organisés qu'ils enveloppèrent lors de leur

formation, paraissent avoir été dans un tel état d'altération, qu'il est fort difficile de déterminer leur nature.

Ce grès contient des rognons et des veines de pyrite, dont la décomposition lui communique souvent une forte couleur rouge d'ocre.

On trouve plus haut des bancs de calcaire presque uniquement composés de débris de très-petites coquilles; l'épaisseur la plus ordinaire des bancs est de 15 à 20 centimètres; le calcaire se présente sous deux espèces différentes: il est gris, compacte, à cassure esquilleuse; ailleurs il est jaune brun, sa cassure est inégale et terreuse; dans le premier cas, la matière lapidifique des coquilles se confond avec la pâte qui les enveloppe, de manière qu'on ne les distingue qu'avec peine; dans le second cas, au contraire, la roche est un calcaire jaune, sur lequel le test plus dur des coquilles se détache en brun marron; j'ai pu reconnaître sur des faces qui avaient été long-temps exposées à l'air, quelques coquilles entières des genres moule et vénus, quelques peignes striés et des buccins.

Avant de sortir des marnes irisées, on trouve encore des couches subordonnées de calcaire argileux compacte blanchâtre, à pâte très-fine; puis on arrive aux bancs solides de calcaire à gryphytes, dont j'ai emprunté le nom de la formation entière (1).

(1) La gryphée qui caractérise ce calcaire dans la chaîne du Jura, proprement dite, tant dans des parties que j'ai visitées, que dans celles dont j'ai reçu des échantillons, est le *gryphæa arcuata* (LAM. AN. sans vert. ed. de 1818. — KNORR. P. 2, Pl. LX, fig. 2. — *Gryphæa incurva* SOVERBY, Pl. CXII, fig. 1 et 2. — PARKINSON, org. rem., Pl. XV, fig. 3). Le *Gryphæa cymbium* lui ressemble beaucoup et appartient peut-

Je dois faire observer que le calcaire argileux forme des veines très-minces dans les derniers bancs presque uniquement composés de petites coquilles, et dans les premiers de calcaire à gryphytes; sa couleur est blonde ou grise bleuâtre, suivant celle de la roche qu'il touche.

Il résulte de cette observation que le calcaire à gryphytes appartient à la même formation que cette espèce de lumachelle, et par suite à la même formation que l'immense hauteur des marnes gypseuses qu'il recouvre. Cette conséquence importante est confirmée par la disposition relative, et la nature constamment la même des couches, dans tous les points de jonction du calcaire à gryphytes et des marnes irisées.

La contexture la plus ordinaire du calcaire à gryphytes est compacte, mais elle offre quelquefois des petits grains cristallins; dans les deux cas il a beaucoup de ténacité, sa cassure est irrégulière, sa couleur grise bleuâtre. Il reçoit son nom d'une coquille marine qu'il renferme très-abondamment, et dont on ne retrouve plus d'analogues vivans dans les mers actuelles.

être à la même formation; mais je ne le connais pas dans le Jura proprement. Je l'ai trouvé dans un terrain analogue sur la côte de Normandie, depuis le Havre jusqu'à Dives. M. de Schlotheim paraît avoir confondu, sous la dénomination de *gryphytes cymbium*, *arcuata* et le *cymbium*; mais, malgré leur ressemblance, ce sont deux espèces distinctes. Celle dont il est question ici est, je le répète, le *gryphæa arcuata*, déterminé par les bonnes figures citées plus haut: c'est la seule que j'aie trouvée dans le Jura proprement dit. Je la connais dans beaucoup d'autres lieux, tels que la Bourgogne aux environs d'Avalon, la Normandie près Bayeux et Valogne, l'Angleterre, à Cheltenham, à 60 milles au N. de Londres, etc., etc., et toujours dans les terrains semblables entre eux par leur nature, leur position et les autres coquilles qui les accompagnent.

Il contient, en outre, des ammonites, des bélemnites, des sabots, des toupies, des nautiles, des térébratules, des peignes, des donaces, des vénus, des moules, des turritelles, des huîtres, des pinnes, des entroques, des baculites, des orthocératites, etc. (1).

La difficulté de dégager ces coquilles de leur roche, nuit à la détermination des nombreuses espèces de chacune d'elles, et de beaucoup d'autres genres, dont je ne pourrais donner une idée que par la description de quelques caractères insuffisans pour les classer.

Cette roche, qui paraît avoir été le dernier produit de la formation, est disposée par bancs non interrompus, dont la masse originairement très-considérable a été entamée plus ou moins profondément dans sa partie supérieure.

Les premiers bancs renferment souvent, jusqu'à la hauteur de 3 à 4 mètres, des veines ou ceintures d'une espèce de grès calcaire, qui diminuent d'épaisseur en s'élevant, et passent insensiblement au calcaire à gryphytes proprement dit. Il est assez remarquable que les premiers bancs ne renferment pas une seule gryphyte,

(1) Parmi les coquilles du calcaire à gryphytes je ne peux donner encore la détermination que des espèces suivantes : *Ammonites bucklandi*, Sow. Il acquiert quelquefois un volume considérable.

Je l'ai trouvé à Montaines, près Salins; au N. E. d'Arauc; près d'Avalon, etc.

Le *pecten equivois*, Sow., que j'ai trouvé avec les espèces précédentes entre Girole et Avalon.

Malgré les travaux de M. Delamarck sur les térébratules, de M. Faure-Bignet, sur les bélemnites, il n'est pas encore possible de déterminer avec sûreté, et par conséquent avec utilité, les espèces de ces deux genres qui se trouvent dans le calcaire à gryphytes.

par-tout où se trouve ce calcaire de structure arénacée, tandis que où celui-ci n'existe pas, des milliers de gryphytes recouvrent immédiatement la marne. Du reste, ces bancs renferment indistinctement toutes les autres espèces de coquilles.

A quelques pieds des bancs arénacés, le calcaire se brise aisément en prismes droits; le moule des gryphytes se détache du test, et permet d'en observer l'intérieur, où l'on reconnaît distinctement l'empreinte de l'attache musculaire de l'animal sur chaque valve, ce qui est fort rare par-tout ailleurs.

Je ferai observer enfin que les coquilles ne sont pas mêlées et répandues indistinctement dans toute l'étendue des bancs; les gryphytes sont principalement rassemblées en quantité innombrable à leur jonction; les grandes ammonites se trouvent couchées à leur base parmi les gryphytes; les petites ammonites sont disposées par groupes avec les bélemnites, sans affecter de position fixe dans leur épaisseur; les autres sont moins abondantes et placées dans le voisinage de ces groupes.

Les bancs ne sont pas également pourvus de fossiles; les uns en sont tellement remplis, que ces coquilles composent la majeure partie de leur masse; les autres, au contraire, n'en renferment point, ou du moins un petit nombre: ceux-ci sont plans et réguliers, ceux-là reçoivent une forme inégale et tuberculeuse des grosses coquilles qui occupent leurs bases.

Disposition géographique des terrains de la formation du calcaire à gryphytes.

On a vu par ce qui précède que la contrée dont je m'occupe ne montrait en aucun point les premières couches de cette formation; le terrain sur lequel elles reposent, s'y trouve enseveli à une trop grande profondeur pour qu'on puisse le reconnaître.

Les terrains du calcaire à gryphytes forment, en général, au pied du premier plateau du Jura, le fond de toutes les vallées, la plupart des coteaux peu élevés, arrondis et cultivés jusqu'à leur sommet, et la base de toutes les côtes et collines.

Lorsqu'ils ne sont pas recouverts par les terrains d'une autre formation, ils se trouvent presque toujours masqués par les alluvions qui remplissent le fond des vallées et par la terre végétale. Il en résulte que leur étude présente beaucoup plus de difficultés que celle des terrains supérieurs, dont les nombreux escarpements dévoilent promptement à l'observateur l'allure et la composition des couches.

Ce n'est qu'en rapprochant un grand nombre d'observations partielles que l'on peut parvenir à les décrire complètement. Je n'entreprendrai pas de retracer ici toutes celles qui m'ont conduit aux résultats que je fais connaître; mais je me propose d'indiquer les principales, et les localités qui offrent les faits géologiques les plus curieux.

Sous ce rapport, le bassin dans lequel est située la ville de Lons-le-Saunier doit le premier fixer l'attention.

Au midi de la ville, et à une portée de fusil

de Montaigu, sur le col qui sépare le bassin de Lons-le-Saunier de celui de Macornais, on découvre des bancs de calcaire à gryphytes dirigés sur onze heures de la boussole et inclinés de 59 degrés à l'est; si l'on descend à Lons-le-Saunier suivant leur direction, ces bancs disparaissent d'abord sous des vignes, puis ils se remontent sur la route au-dessus, d'une épaisseur de 25 à 30 centimètres de calcaire sans gryphytes, à veines arénacées; on aperçoit, à quatre-vingts pas vers l'ouest, dans les vignes qui cachent des marnes irisées, un affleurement de calcaire cloisonné qui se distingue de fort loin par sa couleur, plus blanche que celle des roches qui l'environnent.

On découvre donc là un point de jonction du calcaire à gryphytes et des marnes irisées.

De ce point, descend vers la ville un coteau étroit, composé des mêmes couches, dont la direction éprouve des déviations accidentelles, et qui vont se perdre sous la prairie derrière la caserne.

Je ferai remarquer en passant que cet édifice, quoique fort moderne, menace ruine, parce que ses fondations reposent sur des marnes irisées, et que l'on n'y a probablement pas établi un grillage solide.

Si du même point dont il vient d'être question on porte la vue sur la côte de Pimont, de l'autre côté de la ville, on découvre toujours dans la direction principale des couches, entre la tour et le chemin de Villeneuve, une crête de bancs de gryphytes peu saillante, qui sort de la prairie, s'élève jusqu'au sommet de la butte et descend sur le revers opposé dans le village de Villeneuve.

En étudiant cette crête, on y reconnaît non-seulement les mêmes couches dirigées et inclinées dans le même sens que du côté de Montaigu, mais on découvre encore toutes celles qui composent les marnes irisées depuis les gryphytes jusqu'au-dessous de la couche de houille.

Celle-ci vient affleurer à tiers côte sur le bord du chemin qui conduit à la tour. L'administration des salines fit percer, il y a une vingtaine d'années, un puits de recherche qui l'atteignit à vingt mètres environ; sa faible épaisseur et la grande proportion de terre qu'elle renferme l'ont fait abandonner.

Au-dessous de la couche de houille, le reste de cette formation disparaît sous des terrains plus modernes.

On doit conclure de ces observations que les bancs de la côte de Montaigu et de la butte de Pimont dont il vient d'être question, appartiennent à la même formation du calcaire à gryphytes; que ces couches, évidemment dérangées de leur position primitive, ont été brisées par quelque cause que ce soit, de manière qu'une masse très-considérable, dirigée, terme moyen, sur onze heures, a été renversée vers l'est; qu'enfin cette masse a été recoupée transversalement à l'endroit coupé par la ville de Lons-le-Saunier.

Pour ne pas entrer dans de trop longs détails, je me contenterai d'indiquer que sur toute l'étendue de ce bassin, depuis le pied du plateau jusqu'à Montmorot, le terrain est, en quelque sorte, sillonné dans des masses longitudinales semblables, contiguës et recoupées transversalement comme la première.

Il est resté au fond du bassin des portions

non rompues de ces masses, qui rénaissent encore à leur base les coteaux disjoints qui l'encaissent.

La ville de Lons-le-Saunier est construite sur ces portions de masses, par conséquent sur les tranches de couches renversées de la formation du calcaire à gryphytes.

C'est ici le lieu de faire mention de la source salée qui sort de ce terrain dans la ville même.

On ne voit, en aucun point de ce canton, le gypse salé dont les eaux pluviales dissolvent le muriate de soude pour donner naissance à cette source; il est certain cependant qu'il existe dans l'intérieur du terrain. Je veux examiner si la connaissance de la nature du sol ne pourrait pas conduire à déterminer le lieu qui renferme le roc salé.

Les coteaux qui environnent la ville ne laissent apercevoir aucun affleurement de gypse, mais tout annonce que la butte de Pimont en renferme; j'ai indiqué sur cette butte une crête fort élevée de calcaire à gryphytes recouvrant une épaisseur considérable de marnes irisées; or, dans toutes les carrières de gypse du Jura, les masses de cette roche se trouvent précisément sous les mêmes marnes; on peut donc déjà présumer d'après cela qu'il existe des masses de gypse dans cette butte, mais qu'elles y sont masquées par des débris d'une formation plus récente, qui recouvrent la partie inférieure des marnes irisées, à partir de la couche de houille.

Cette conjecture acquiert un nouveau degré de certitude par l'existence d'une petite source d'eau séléniteuse, qui sort précisément de la

partie inférieure des couches de marnes irisées.

Je dirai en passant que cette source alimente la fontaine de l'abbaye, dont les eaux sont connues dans la ville pour n'être point propres à la cuisson des légumes ni au savonnage, déféctuosités qu'elle tient de la chaux sulfatée.

Il est donc infiniment probable que la butte de Pimont renferme du gypse. D'un autre côté, l'abondance invariable et l'élévation dans la vallée, de la source salée, annoncent que ses eaux proviennent d'un lieu élevé qui offre une grande surface aux pluies.

Or, la butte de Pimont, qui de toutes les côtes environnantes donne déjà assez d'indices de la présence du gypse, est encore la seule, dans un rayon de plus de 2 kilomètres, qui réunisse ces deux conditions; on doit donc présumer qu'elle recèle aussi le roc salé que les eaux pluviales traversent avant d'arriver à la source.

Il ne sera point déplacé de faire mention ici d'un phénomène assez fréquent dans le Jura, qui tient essentiellement à la composition du terrain que je décris; je veux parler des entonnoirs qui se forment subitement, par des enfoncements de la surface du sol.

Les machines d'extraction de l'eau salée sont situées au fond d'un vaste entonnoir de 16 mètres de profondeur, qui a été produit par un enfoncement du terrain, à une époque inconnue, mais peu éloignée.

En 1732, un enfoncement aussi considérable eut lieu dans la rue des Dames; la plus grande frayeur s'empara des habitans de la ville, lorsqu'ils virent une maison s'affaisser progressivement, et disparaître dans un gouffre qui s'est aussitôt rempli d'eau.

Des témoins dignes de confiance rapportent que les eaux de la source salée baissèrent tout-à-coup, et furent fortement troublées pendant cet événement.

Enfin il s'est fait tout récemment, entre les deux premiers, un troisième enfoncement beaucoup moins considérable; quoique je ne me sois pas trouvé sur les lieux à cette époque, ce que j'ai beaucoup regretté, j'ai cependant appris, avec certitude, que la source avait encore été troublée par cette cause.

L'explication du fait est très-simple; on conçoit, sans avoir recours à aucune hypothèse, que des systèmes de bancs énormes, en se renversant dans les positions où nous les voyons, n'ont pu coïncider assez exactement avec le terrain inférieur, qu'il ne soit resté quelques vides entre eux.

En traversant ces souterrains, l'eau doit, par son mouvement et la pression qui résulte de l'élévation plus ou moins considérable des sources qu'elle alimente, dégrader continuellement leurs parois, et déterminer à la longue des enfoncements qui s'étendent quelquefois jusqu'au sol.

Si l'on observe enfin que dix pompes constamment employées à extraire les eaux de la source de Lons-le-Saunier (1) augmentent beaucoup la rapidité de leurs cours souterrains, on ne s'étonnera pas que cet événement soit plus fréquent en ce point que dans tout autre.

(1) Cette source produit en vingt-quatre heures 15 à 1800 hectolitres par son écoulement naturel, et 4605 à 4912 hectolitres lorsque l'extraction s'en fait exactement. Elle n'est qu'à 1 degré $\frac{3}{4}$.

D'après les observations faites, pendant ces affaissemens, sur la source salée, on ne peut pas douter qu'au moins une partie de ses eaux n'arrive de leur côté. Or, c'est précisément la direction dans laquelle doivent se trouver les bancs de gypse de la butte de Pimont : ce fait rend donc infiniment plus probable encore l'existence du gypse salé au sein de cette côte.

Deux autres sources salées, désignées sous les noms de puits Cornoy et puits de l'étang du Saloir (1), forment avec celle-ci l'objet de l'exploitation de la saline de Montmorot.

Elles sont situées à 3 kilomètres ouest de la première, sur le côté opposé de la butte de Pimont, et séparées l'une de l'autre par un coteau longitudinal de la formation du calcaire à gryphytes.

Deux puits de recherche, creusés dans les marnes irisées, ont démontré l'existence du gypse dans ce coteau.

Les sources de Salins (2) exploitées par les deux

(1) Le puits Cornoy produit 399 à 430 hectolitres à 6 degrés. Dans les sécheresses le produit descend à 353, et il remonte à 460 après des pluies abondantes. Le puits de l'étang du Saloir produit 138 hectolitres à 6 degrés $\frac{1}{2}$.

(2) Le produit moyen par vingt-quatre heures, pendant l'année 1815, a été :

Puits à Muire.

Bonnes eaux 284 hect. à 18° 88°.

Eaux faibles. 858 à 2 68

Puits à Gray.

Bonnes eaux. 312 hect. à 10° 81°.

Eaux faibles. 70 à 7 »

Puits d'Amont.

Bonnes eaux. 630 hect. à 7° 87°.

Eaux faibles. 351 à 2 56

salines de Salins et d'Ure, sont encore situées dans le même terrain ; c'est sur le côté droit de cette vallée que l'on découvre les plus beaux escarpemens de la formation du calcaire à gryphytes, et où sont exploitées les plus belles carrières de gypse des montagnes du Jura.

En terminant mes observations sur le gisement des sources salées de ce département, je ferai mention d'un échantillon de gypse salé rose, provenant de la commune de Toulouse, située à 2 myriamètres de Lons-le-Saunier, qui m'a été communiqué par M. Bichet, ex-secrétaire de la préfecture.

Mes recherches pour en découvrir le gisement ont été jusqu'à présent sans succès, à la vérité ; mais de nombreux indices me donnent l'espérance d'y arriver par la suite.

Enfin deux petites sources salées m'ont été indiquées dans les communes de Saint-Lauthain et de Tourmont ; une carrière d'albâtre gypseuse a été anciennement exploitée dans la première.

Ces indices sont parfaitement d'accord avec la nature du terrain qui sert de base au sol des trois communes ; et il est remarquable que leur position, par rapport aux sources de Lons-le-Saunier, s'éloigne peu de la direction générale des couches.

Dans la partie supérieure de la vallée de Lons-le-Saunier, le terrain à gryphytes disparaît totalement sous la formation oolithique ; mais il commence à la percer au-dessous du village de Conliège, où il forme de petits monticules dirigés du sud-est au nord-ouest, qu'il est facile de distinguer du terrain environnant à leur seul aspect.

J'avance, ici, que la formation du calcaire à gryphytes est inférieure à celle du calcaire oolithique. Je dois prévenir que cette allégation importante n'est point le résultat d'observations douteuses, mais que j'ai vu clairement, à l'aide de plusieurs tranchées, à Montaigu, à Montmorot, etc., les terrains de la seconde formation recouvrir immédiatement ceux de la première; la suite de ce mémoire fera voir, au surplus, qu'on ne peut faire un pas dans les environs de Lons-le-Saunier sans acquérir la preuve de ce fait.

Au pied du village de Perrigny, on remarque un banc dont les gryphytes sont transformées en spath perlé; leur couleur blanche se détache sur le fond de la roche, colorée en rouge foncé par l'oxyde de fer : il est situé à 5 mètres au plus des marnes irisées.

Cette particularité n'est intéressante que parce que l'on retrouve à de grandes distances un calcaire semblable, appartenant sans doute au même banc.

Au bord de la prairie, depuis ce point jusqu'à Lons-le-Saunier, les bancs de gryphytes se dirigent encore du sud-est au nord-ouest, c'est-à-dire comme cette portion même de la vallée; mais ils reprennent fort près de là leur direction générale, qui s'éloigne peu de la ligne du nord au midi.

Le plus élevé des coteaux que l'on trouve à gauche de la route de Lons-le-Saunier, à Pannessières, est le seul, jusqu'à présent, où j'aie pu reconnaître les bancs de grès siliceux impressionnés, en place.

La couche de houille de la formation du cal-

caire à gryphytes se montre au sommet du coteau de Savagnu, au sud du village.

La butte de Montmorot a pour base une petite portion isolée du coteau longitudinal qui sépare les deux sources salées voisines, coupé, au midi, par la vallée principale, et, au nord, par une petite gorge transversale.

Cette butte isolée, au pied de laquelle on reconnaît la formation du calcaire à gryphytes dans son pourtour, est couronnée par des bancs de la formation oolithique; ce point offre seul une preuve sans réplique de la proposition que je viens d'avancer.

On découvre, au nord de la butte, un bel arrachement de marnes irisées, dont les couches sont dirigées sur onze heures de la boussole, et inclinées de 50 degrés vers l'est; c'est dans ces marnes, à 200 mètres au nord de la gorge, que l'on a percé deux puits jusqu'au gypse; la couleur rouge foncé de celui que j'ai recueilli dans les déblais, me fait penser qu'il appartient aux masses inférieures de la formation.

Les deux carrières de gypse de Courbouzon et de Saint-Laurent sont situées sur le prolongement de la direction de ses bancs; tout me porte à croire qu'elles sont creusées dans le même coteau longitudinal qui disparaît à Mont-Orient, sous la formation du calcaire oolithique.

Le terrain de calcaire à gryphytes de la vallée de Macornais n'est autre chose que le prolongement des coteaux du bassin de Lons-le-Saunier, qui sont recouverts dans l'intervalle par des lambeaux de la formation du calcaire oolithique.

La couche de houille que j'ai déjà indiquée en deux points du bassin de Lons-le-Saunier, se

montre encore dans la vallée de Baume à Voiteur, où l'on exploite une fort belle carrière de gypse; elle appartient toujours à la même formation.

Cette petite couche de combustible n'a paru mériter encore d'être exploitée dans aucun point; mais elle est fort remarquable par sa position constante au-dessus des masses de gypse, dont elle peut servir d'indice, et par sa grande étendue; elle a été reconnue jusque dans le département du Doubs.

Je n'étendrai pas davantage mes observations sur la formation du calcaire à gryphytes, pour arriver promptement à la suivante.

FORMATION DU CALCAIRE OOLITHIQUE.

Examen des couches qui la composent.

Les marnes de cette formation diffèrent des précédentes par leur couleur constamment grise ou bleue d'ardoise, par leur contexture beaucoup plus feuilletée, par leur nature souvent bitumineuse, et les coquillages qu'elle renferme.

Les plus basses sont compactes, fragiles, d'une teinte grise faible; elles renferment une très-grande quantité de petites ammonites, des bélemnites, des entroques, quelques petits peignes et térébratules; on trouve de ces coquilles à l'état de pyrite. Ces premières marnes contiennent des noeuds de pyrite cubique et d'oxide de fer, provenant de la décomposition du sulfure.

En s'élevant, on trouve moins d'ammonites; la marne devient terreuse, elle renferme des bancs épais de calcaire marneux, dans lesquels on reconnaît des groupes de petites baculites tronquées à la manière des entroques.

Après un grand nombre de bancs peu coquillers, on en trouve un d'une richesse prodigieuse en espèces; des bélemnites, des peignes, des anomies groupées comme par familles, y forment des lits alternatifs, où l'on ne distingue presque pas la roche qui les a cimentés; parmi les autres coquilles moins abondantes qu'il renferme, je puis indiquer des ammonites, des donax, des nautilus, des moules, des baculites, des entroques et des bucardes.

Les coquilles groupées sont en général assez petites, mais on trouve des bélemnites isolées de 15 centimètres de longueur, des peignes cannelés de la grandeur de la main, qui se détachent facilement de la roche; il est remarquable que la petite bivalve, que je crois pouvoir rapporter au genre anomie, est fort rare dans le Jura partout ailleurs que dans les marnes de la formation oolithique.

Dans l'intervalle des bancs, il existe des rognons nombreux de marne tenace, qui offrent des particularités très-remarquables: ce sont des solides de révolution, dont l'axe, de 8 à 10 millimètres de diamètre, est un petit tube de pyrite de fer, souvent décomposé, rempli de spath calcaire; leur forme imite celles de colonnes, de balustres, d'œufs, de fruits, etc.; il s'en trouve qui ont plus d'un mètre de hauteur: leur position s'écarte peu de la verticale; quelquefois le petit tube se bifurque; il s'en rencontre assez souvent deux accolés ensemble, et la forme du solide est toujours modifiée en conséquence.

On n'aperçoit point de coquilles dans ces corps détachés, tandis qu'à côté, des rognons tuberculeux, dépourvus d'axes, en sont remplis; je

citerai parmi les coquilles qu'on y trouve, des vénus, des planulites, des ammonites, des bélemnites, des sabots, des turritelles, des entroques, des baculites, et rarement des peignes. Elles sont si bien conservées, qu'elles semblent sortir de la mer; quelques-unes sont enduites d'une couche très-mince de fer sulfuré, qui leur donne un aspect bronzé fort agréable à la vue.

On trouve enfin de très-gros rognons irrégulièrement arrondis, d'une marne compacte, fragile, dont l'intérieur présente des fentes qui ont jusqu'à 5 centimètres de largeur, tapissées et souvent remplies de cristaux de strontiane sulfatée, d'une couleur blanche ou légèrement bleue céleste (1).

Après avoir observé ces rognons situés dans les mêmes marnes, on ne sait ce qui doit le plus étonner, ou de la forme régulière et constante des premiers, ou de l'abondance des coquilles variées, en quelque sorte nichées exclusivement dans les seconds, ou, enfin, de l'existence de cristaux très-purs, de sulfate de strontiane au milieu des derniers, dont la masse ne semble contenir aucune des parties constituantes de ce sel.

(1) La strontiane sulfatée en masses cristallines, assez volumineuses, à lame fort étendue, mais extrêmement fragile, et d'un blanc sale, plus ou moins bleuâtre, paraît appartenir à la formation des masses inférieures du calcaire oolithique, et se trouve assez ordinairement ou dans des cavités du calcaire ou dans des cavités de grosses coquilles, telles que les ammonites.

L'analyse qu'en a faite M. Berthier, a constaté la nature de cette substance. Je l'ai vue absolument dans la même position tapissant les cavités de très-grosses ammonites dans le lit de l'Ergoltz, près Liestal, aux environs de Basle, accompagnée de bélemnites et d'une coquille qui paraît être le *lima anti-quata* de Sowerby.

L'explication de ces faits est encore aujourd'hui un problème, dont la solution serait fort intéressante.

Au-dessus du banc très-coquiller, les marnes deviennent bitumineuses, et contiennent une innombrable quantité de petites bivalves plates, de la largeur d'une lentille, qu'on ne distingue que par l'empreinte de leurs stries transversales, presque circulaires.

L'action de l'air divise d'abord ces marnes en feuilletés minces, semblables à la plus belle ardoise, et les réduit ensuite en poussière.

Outre ces coquilles, pour ainsi dire microscopiques, on aperçoit encore sur les feuilletés des empreintes d'ammonites et de planulites très-plats, quelques petites entroques et des baculites.

Au milieu de ces marnes bitumineuses, il existe des bancs tenaces de 12 à 24 centimètres d'épaisseur, qui renferment des petites veines de bitume noir et brun, divisées rectangulairement par des cloisons spathiques blanches très-fines; la roche elle-même est imprégnée d'une grande quantité de bitume; on y reconnaît des empreintes de larges planulites, des anomies, une bivalve triangulaire, mince et fragile, et plusieurs autres genres de coquilles aussi difficiles à déterminer que celle-ci.

J'ai reconnu une hauteur de plus de 20 mètres de ces marnes bitumineuses feuilletées, et je n'ai pas aperçu leur limite supérieure, ce qui prouve qu'elles sont encore plus étendues.

Des marnes sans bitume leur succèdent, et s'élèvent jusqu'aux premiers bancs d'oolithes; elles sont imparfaitement schisteuses et en grande partie terreuses; elles renferment à leur sommet

des bancs de calcaire marneux coquiller, dans l'intervalle desquels on trouve de grandes ammonites, des planulites et des nautilus disposés parallèlement aux couches, et qui forment des espèces de rognons faciles à retirer de la marne.

Un banc d'oolithe, composé de petits grains d'oxide de fer agglutinés dans un calcaire marneux, est régulièrement superposé à cette masse énorme de bancs de marne; les grains sont jaunes et rouges, leur forme ressemble à celle de la poudre de chasse; le gluten est souvent ferrugineux, sa couleur est alors rouge brune; dans les autres cas, elle est grise comme celle des marnes inférieures. Cet oolithe a peu de ténacité, l'action de l'air le réduit en poussière; mais plus il contient d'oxide de fer, plus il est résistant: sa richesse est quelquefois assez grande pour qu'on l'exploite comme mine de fer.

La puissance la plus ordinaire de ce banc est de 2 mètres; elle varie jusqu'à 5.

Parmi les nombreuses coquilles qu'il renferme, je puis indiquer des planulites, des bélemnites, des ammonites, des térébratules, des peignes, des sabots, des toupies, des donaces, des nautilus et des entroques; les deux premières sont les plus abondantes.

On trouve des cristaux de stroutiane sulfatée dans des géodes de spath calcaire qui existent quelquefois au milieu de ces coquilles, notamment dans les derniers tours de spire des planulites.

Au-dessus du banc de mine de fer, il existe encore quelques couches séparées par des lits de marne, qui forment le passage du calcaire marneux gris compacte, au calcaire siliceux jaunâtre;

la marne disparaît ensuite entièrement; le passage se fait même brusquement dans les lieux où le banc de mine est épais.

C'est ici que commence cette longue suite de bancs de calcaire oolithique grenu ou compacte, qui composent la partie escarpée du premier plateau du Jura.

D'après l'idée qu'on attache en minéralogie à la dénomination du calcaire grenu, il doit paraître surprenant de voir indiquer cette roche dans les terrains secondaires; cependant il est certain qu'on trouve, dans le Jura, des bancs d'un calcaire composé de petits grains lamelleux, qu'il est assez difficile de distinguer à la première inspection, du calcaire grenu primitif; mais il est rare qu'on ne découvre pas dans la cassure, entre les lames cristallines, généralement plus arrondies, quelques traces compactes qui le font reconnaître.

Les parties compactes forment ordinairement la base de la roche, et les grains lamelleux ne sont que subordonnés.

Dans le calcaire oolithique, la grosseur des grains varie d'une couche à l'autre, depuis celle de la navette jusqu'à celle d'une noisette; mais dans une même couche ils sont presque tous de la même grosseur.

Je dois faire observer que, par la forme des grains, cette roche se rapporterait plutôt à la pisolite qu'à l'oolithe; mais comme ils sont, en général, fort petits, la première dénomination serait impropre dans le plus grand nombre de cas.

Quelle que soit la petitesse des grains, on y aperçoit presque toujours des couches concentriques, autour d'un noyau souvent cristallin;

ce noyau est quelquefois un fragment de baculite, d'entroque ou de tout autre corps marin : or, ces corps organisés n'ont pu être lapidifiés et enveloppés de couches pierreuses avant la formation de la roche; d'un autre côté, quelle que soit la nature des autres noyaux, les grains qui les enveloppent ont probablement été formés de la même manière que ceux-ci. Je crois donc pouvoir avancer, avec quelque vraisemblance, que, dans les oolithes du Jura, les grains n'existaient pas avant la formation de la pâte, et que cette roche n'a point été formée à la manière des agglomérats.

Le calcaire oolithique et le calcaire grenu alternent ensemble, et passent l'un à l'autre par des degrés insensibles.

Ils contiennent de la silice dans toutes les proportions; on y trouve une grande quantité de veines et de rognons irréguliers de silex noir et blanc, qui par une longue exposition à l'air se transforme souvent en quartz nectique.

Dans un grand nombre de bancs, on reconnaît, sur les faces lentement usées par l'influence de l'atmosphère, une innombrable quantité de débris de très-petits corps marins, tels que entroques, orthocératites, baculites, vermiculaires, polypes ramifiés, éponges, etc. Ces fossiles sont tellement identifiés avec leur matrice, qu'on n'en distingue aucun dans les cassures fraîches de la roche; on aperçoit seulement quelques grands peignes, des bélemnites et des térébratules.

On trouve, à une hauteur considérable, des bancs de calcaire grenu remplis de petits peignes circulaires unis, de la grandeur d'une len-

tille; ensuite un calcaire gris compacte toujours à rognons de silex, contenant de grands peignes imbriqués, une bivalve striée longitudinalement, que je rapporte aux genres mactre ou vénus. Les valves de cette coquille, sans être désunies, semblent avoir tourné sur leur plan de jonction de manière que les crochets ne se correspondent plus; on y voit aussi de grandes bivalves à plis profonds, dont il m'a été encore impossible de déterminer le genre.

Parmi ces derniers bancs il en est un dont la roche ressemble parfaitement au calcaire à gryphites, et qui est d'une richesse surprenante en fossiles marins; outre la plupart des coquilles que j'ai indiquées jusqu'ici, j'y ai trouvé de fort beaux orbulites de la grosseur d'un œuf, que je n'ai rencontrés dans aucun autre lieu; un fragment indéterminé de la grosseur du bras, d'un corps organisé dont la texture osseuse est analogue à celle d'un autre fossile beaucoup plus petit, que j'ai trouvé dans le département du Doubs, et qui a quelque ressemblance avec une épine de poisson de mer, de l'espèce de la raie aigle; on y voit des fragmens d'une fort grande bivalve dont le test a plus de 5 millimètres d'épaisseur, et des traces de beaucoup d'autres animaux (1).

Le calcaire compacte devient ensuite très-si-

(1) Parmi les coquilles qu'on trouve dans ce terrain et dont très-peu d'espèces sont décrites ou en état d'être déterminées, on peut indiquer l'*ammonites discus*, Sow., que j'ai trouvée dans la mine de fer oolithique d'Aisy, en Bourgogne.

Le *pecten lens*, Sow., qui se trouve aussi en Bourgogne dans le même terrain et avec les mêmes coquilles.

liceux et non coquiller, jusqu'à une assez grande hauteur; il se transforme en bancs de silex conchoïdes, puis il reparait en couches régulières et très-minces.

On voit au-dessus, d'abord dans un calcaire compacte tendre, puis dans un calcaire grenu, de fort belles térébratules unies et striées, de la grosseur d'un œuf de pigeon; elles sont rassemblées par groupes et peu adhérentes à la roche.

Elles sont associées dans le calcaire grenu avec des entroques et quelques oursins; les entroques sont tellement abondantes, qu'elles forment la partie dominante de plusieurs bancs; des térébratules moins bien conservées que les premières s'y mêlent de nouveau, avec certaines bivalves indéterminées dont on ne trouve jamais que le moule intérieur.

A cette hauteur il se trouve des bancs d'oolithes à gros grains, autour desquels la roche forme des couches concentriques qui ne laissent aucun doute sur la simultanéité de formation des grains et de leur matrice.

Cette roche a quelquefois assez de dureté pour recevoir un poli fort agréable; sa couleur est grise, légèrement bleuâtre, mais la lisière des bancs et le bord des fissures sont d'une couleur blanche jaunâtre; cette dernière teinte est le produit de l'altération de la première, dont l'oxide de fer au minimum a été suroxidé partout où l'eau a pu pénétrer.

On remarque cette altération de couleur dans beaucoup de carrières de pierre à bâtir du Jura; il en résulte une sorte d'ornement naturel dans les édifices, qui produit un fort bel effet. On

peut l'observer sur-tout dans la ville de Besançon.

Au calcaire rempli de térébratules et d'entroques, succèdent des bancs peu coquillers de calcaire oolithique et grenu blanc, qui fournissent la meilleure pierre de taille du pays.

A partir de ces bancs on ne trouve plus de calcaire grenu jusqu'au second étage de la formation oolithique.

Des bancs très-puissans de ce calcaire compacte alternant avec des oolithes forment le sommet du premier étage.

Ce calcaire compacte est blanc; sa cassure, d'abord indéterminée, devient, en s'élevant, de plus en plus conchoïde; dans les bancs supérieurs il est fragile et ses fragmens sont très-aigus.

On rencontre fréquemment dans le calcaire compacte à cassure indéterminée, un polype que je rapporte aux genres astroïte ou tubiporite à tubes hexagones réguliers; on y voit aussi quelques peignes et térébratules.

Les derniers bancs du calcaire fragile ne paraissent contenir aucune espèce de corps organisés.

Sur le dernier de ces bancs reposent les marnes de l'étage suivant; mais je ne me propose pas de les décrire ici, parce qu'elles n'existent plus, comme je l'ai déjà dit, dans les environs de Lons-le-Saunier.

Disposition géographique des terrains de la formation oolithique.

Les terrains dont la composition vient d'être décrite, forment le premier gradin de l'immense amphithéâtre que présente la chaîne du Jura, du

côté de la France; la route de Lyon à Strasbourg, dans une étendue de plus de quatre myriamètres de part et d'autre de la ville de Lons-le-Saunier, est tracée précisément à son pied dans la direction du S. S. O. au N. N. E.

Au sud de la ville, le bord de ce gradin est sillonné profondément et divisé en côtes longitudinales couvertes à leur sommet de bois ou de montagnes.

Au nord il offre un vaste plateau échancré par quelques vallées transversales, et bordé de buttes et de collines bien cultivées; ces collines peu élevées et situées dans le prolongement des côtes, sont presque toujours couronnées de quelques bancs de rochers jaunâtres peu étendus.

En observant avec soin les parois des vallées, j'ai reconnu dans toute leur étendue la succession des couches que je viens d'indiquer.

Les marnes sont presque par-tout masquées par la terre végétale; on ne les aperçoit que dans quelques arrachemens, et jamais sur une grande étendue, de sorte que leur simple inspection peut laisser des doutes sur leur prolongement au-dessus de la masse du calcaire oolithique; je les ai long-temps observées sans pouvoir prononcer sur cette question; mais enfin, dans quelques points, notamment à l'est et au sud-ouest de Conliège, j'ai remarqué un passage insensible des bancs de calcaire marneux aux bancs oolithiques; or, ceux-là sont subordonnés aux bancs de marne; il est donc évident qu'ils appartiennent tous à la même formation. D'ailleurs, j'ai eu l'occasion de faire creuser sous le banc de mine de fer, et j'y ai toujours trouvé

les marnes, ce qui ne laisse plus aucun doute sur l'existence des bancs de marne au-dessous des bancs solides de calcaire oolithique.

La parfaite identité des couches de chaque côté des vallées prouve qu'elles étaient liées, et ne formaient originairement qu'un même massif.

La nature et la disposition respective de ces masses minérales étant bien connues, on peut conclure, sans avoir recours à aucune hypothèse, la manière dont les vallées ont été formées.

En effet, ces masses minérales ont été déposées par les eaux de la mer: c'est un fait prouvé par les animaux marins que l'on trouve dans toute leur étendue. Lorsque les eaux les abandonnèrent, les marnes durent se tasser sous le poids devenu plus considérable de la masse qui les recouvrait; leur faible ténacité présentant moins de résistance que celle des masses supérieures, les eaux les entraînèrent, se frayèrent des passages dans leur épaisseur, en y formant de vastes galeries.

Si l'on se représente l'épaisseur considérable des marnes, qui est en certains endroits de plus de 100 mètres, voici le tableau qui s'offre à l'imagination:

Un immense plateau sous lequel existent de vastes souterrains que l'eau ne cesse d'agrandir, s'affaisse à mesure que la marne se dérobe sous lui; les parties dépourvues de tout soutien, cédant à leur poids énorme, s'enfoncent, se brisent; les eaux entraînent leurs débris, les roulent au loin, laissant à leurs places de profondes ravines ou vallées. Les parties mieux soutenues

résistent, mais elles sont minées à leur pied; leurs bancs, portant à faux sur le bord des ruptures, se renversent, se placent dans des positions inclinées, se courbent et se contournent suivant la forme des terrains sur lesquels ils s'appliquent. De là les montagnes, et les formes variées que présentent leurs couches.

Les grottes qui existent dans la masse oolithique, sont dues à quelques-unes des galeries, dont le toit mieux soutenu ne s'est enfoncé que dans une partie de son épaisseur. Ce sont de vraies vallées souterraines.

Je n'ai point la vaine prétention de faire un système général. Je prévois que je n'applique mon raisonnement qu'aux terrains où j'ai observé les faits sur lesquels il est fondé.

Les vallées de Macornais, de Lons-le-Saunier, de Voiteur, etc., forment à leur origine les échancrures du plateau dont il a été question: elles se prolongent ensuite à travers des côtés et des collines.

L'aspect général de leurs parois élevées est celui d'un mur de rochers, qui est surmonté d'un terrain rocailleux presque vertical, couvert de landes, et depuis lequel descend, avec la pente uniforme des marènes, un coteau fertile, couvert d'excellentes vignes.

La ligne de jonction du mur de rochers avec l'espèce de contrefort qui part de son pied, est précisément à la séparation des deux masses énormes de calcaire et de marne; on est toujours assuré d'y trouver le banc de mine de fer oolithique; cette ligne suit les légères inflexions de leurs couches, dont la disposition, en général, s'écarte peu de l'horizontale.

L'action de l'air et de l'eau désagréant les

marnes qui supportent les bancs calcaires, a dû miner le pied de l'escarpement, jusqu'à ce que les éboulemens qui recouvraient les marnes de débris les eussent mises à l'abri de la détérioration atmosphérique; depuis lors les talus se sont recouverts de terre végétale, et ils n'ont plus été exposés que de loin en loin aux ravages des éboulemens.

Si l'on observe maintenant que la masse calcaire est fendillée dans tous les sens perpendiculairement à ses assises, et qu'elle se brise en prismes droits, on verra pourquoi les escarpemens sont toujours perpendiculaires aux bancs; et la forme régulière et constante que présentent les parois des vallées n'aura plus rien de surprenant.

La partie supérieure de la troisième des vallées dont on vient de faire mention, connue sous le nom de *Roche de Baume*, paraît être beaucoup moins ancienne que les autres; les escarpemens offrent des surplombs considérables qui déterminent de fréquens éboulemens; les débris forment des talus parfaitement réguliers de 45 degrés de pente, qui ne sont recouverts de terre végétale en aucun point; et il est probable que des siècles s'écouleront encore avant qu'ils puissent être cultivés.

La forme de ces vallées présente les mêmes sinuosités qu'une rivière qui serpente; les angles saillans de l'un des bords correspondent aux angles rentrans de l'autre. Si l'on néglige ces déviations partielles, il n'y a que deux directions principales, l'une du sud au nord, comme celle des vallées longitudinales, et l'autre du sud-est au nord-ouest.

Il est assez remarquable qu'où se fait le changement de la première direction dans la seconde, on trouve ordinairement à l'est une petite vallée accessoire, arrondie en forme de golfe.

On peut observer ce fait dans la vallée de Marcornais en face de Moyron, dans celle de Lons-le-Saunier en face de Ravigny et de Conliége, et dans celle de Voiteur en face de l'Abbaye de Baume, et au-dessus de Nevy.

Cela n'indiquerait-il pas que les eaux de la mer se seraient retirées de cette contrée suivant la direction générale du sud au nord ? que les courans intérieurs qui ont dû se former au milieu des marnes, ayant éprouvé des obstacles en certains points, se seraient d'abord jetés à droite et à gauche de leur direction, mais que n'ayant pas pu se frayer de passages à l'est, ils y auraient seulement formé des espèces de cirques en revenant sur eux-mêmes, pour se précipiter totalement au nord-ouest ?

On aperçoit dans le petit golfe de Revigny, l'entrée d'une grotte profonde, composée de chambres souterraines immenses, situées dans la direction du sud au nord, et communiquant entre elles par des couloirs plus ou moins étroits.

La rivière de la Seille qui coule au fond de la vallée de Voiteur sort d'une grotte absolument semblable.

Si l'on observe que cette dernière est située précisément au nord de la première, c'est-à-dire, dans la direction suivant laquelle se sont retirées les eaux de la mer, il paraîtra bien vraisemblable que ces deux grottes communiquent entre elles et n'en forment qu'une seule.

Une espèce de lac souterrain a empêché jus-

qu'à présent de vérifier si cette conjecture est bien fondée

Il est très-probable que les roches de Baume dont il vient d'être question, formaient la suite de la grotte de la Seille, et qu'elles se sont enfoncées beaucoup plus tard que les autres excavations du reste de la vallée de Voiteur.

Les masses calcaires de cette formation sont traversées dans toute leur hauteur par des fentes très-nombreuses ; il en résulte que le plateau ne retient pas les eaux pluviales à sa surface ; elles s'infiltrèrent jusqu'aux bancs de marne, et donnent naissance à quantité de sources toujours situées au pied des escarpemens de rochers.

C'est là la cause pour laquelle il n'existe ni fontaines, ni ruisseaux, sur toute l'étendue du plateau, ce qui réduit les habitans des villages à ne consommer que de l'eau de citerne.

Il en résulte encore que les terres sont plus légères et peu propres à la culture du blé.

Enfin les eaux, en pénétrant dans les grottes, dégradent lentement leurs parois, et produisent à la longue des enfoncemens semblables à ceux que j'ai fait connaître dans la formation du calcaire à gryphytes.

Le premier étage de la formation oolitique n'est point complet dans le voisinage de la ville de Lons-le-Saunier ; le plateau s'élève à l'origine de la vallée jusqu'aux bancs d'entrouques et de térébratules, au-dessus de Conliége jusqu'aux bancs minces et réguliers de calcaire compacte qui le précède ; il est plus bas encore au-dessus Périgny.

Il atteint à Saint-Maure, à Crançot et jusqu'au près de Mirbel, la hauteur des bancs oo-

lithiques et grenus qui fournissent la meilleure pierre de taille.

On trouve les bancs compactes à cassure indéterminée et à cassure conchoïde près de ce dernier village ; ils produisent la chaux la plus estimée du pays.

La vallée de Lons-le-Saunier, après avoir été encaissée jusqu'à la limite du plateau, s'ouvre tout-à-coup à droite, près du village de Périgny.

Cette limite, éloignée de 2 kilomètres, à l'est de la ville, passe par les villages de Pannessière, de Lavigny, de Voiteur et de Frontenay ; elle se jette ensuite un peu à l'est vers Poligny et Arbois.

A gauche de la vallée, le plateau se prolonge jusqu'à Montaigu en formant une jetée arrondie qui sépare les deux bassins de Lons-le-Saunier et de Macornais.

Au-delà de la limite du plateau, le bassin de Lons-le-Saunier est bordé à gauche par quatre côtes longitudinales, dirigées du sud au nord, et qui sont liées entre elles et à la jetée de Montaigu, par des cols peu élevés ; il est évasé à droite et limité par des collines très-surbaissées.

Les terrains oolithiques ont été, dans cette partie, presque entièrement arrachés : il n'en reste plus sur la formation des gryphytes que quelques lambeaux épars formant les buttes de Montmorot, de Pimont, de l'Etoile, les collines de Chilles, du Pin, de Montin, de Plainoiseau, d'Arlay, etc. Ce sont, pour ainsi dire, les témoins du grand terrassement qui a déchiré le plateau lorsqu'il recouvrait toute cette contrée.

Les terrains du calcaire à gryphytes ont été mis à nu dans la plus grande partie de cette

étendue : je ferai observer que par-tout où l'on peut apercevoir la jonction des premières marnes de la dernière formation sur les terrains à gryphytes, on les trouve disposées par couches parallèles aux portions de bancs sur lesquelles elles reposent, et partagées en petits prismes qui ressemblent parfaitement à des pavés.

Cette remarque avait, pendant quelque temps, ébranlé mon opinion sur la distinction des deux formations ; mais je me suis convaincu depuis, que ce parallélisme n'appartenait qu'aux premières couches déposées sur le sol à gryphytes, et que bientôt après les marnes n'offraient plus cette corrélation.

On acquiert d'ailleurs la preuve la plus complète de la différence de formation de ces deux espèces de terrains, en voyant les bancs des plus anciens percer le pied du talus de marnes coquillères, entre Conliège et Périgny ; percer jusqu'au-dessus des bancs bitumineux à la butte de Pimont, en présentant une inclinaison de 50 degrés à l'est, tandis que ceux-ci penchent en sens contraire ; en les voyant s'élever jusqu'au-dessus des bancs oolithiques à Montaigu, jusqu'aux marnes du second étage à Salins, et beaucoup plus haut encore dans d'autres lieux.

J'ajouterai enfin que l'on trouve, à deux pas au nord-est de Lons-le-Saunier, des bancs de marnes coquillères pyriteuses parfaitement horizontaux, et que l'on voit sortir du sol, à moins d'une portée de fusil de distance au nord de ce point, des bancs verticaux de calcaire à gryphytes, qui passent nécessairement au-dessous des premiers, sans varier sensiblement de situation ; ce qui fait voir clairement que les

marnes coquillères pyriteuses, et par conséquent tous les terrains oolithiques, n'existaient pas encore lors du renversement des bancs de gryphytes.

Ce serait ici le lieu de décrire les positions singulières dans lesquelles se trouvent les couches renversées des masses énormes de calcaire oolithique; mais, pour ne pas trop prolonger l'étendue de ce mémoire, je n'entreprendrai point de traiter ce sujet avec tous les détails dont il serait susceptible; je me bornerai à citer les exemples suivans :

La jetée de Montaigu avec la première côte longitudinale qui s'y rattache, forme une anse située sur le prolongement de la première direction de la vallée de Macornais; les eaux, en descendant de Vernantois, ont déterminé le renversement des couches de cette côte vers l'est, et entraîné dans le bassin de Lons-le-Saunier les marnes oolithiques qui recouvraient la jetée, en laissant, comme un témoin de leur existence, quelques restes de bancs à la sortie du village sur les terrains à gryphytes; ceux-ci n'ayant pu être rompus, les eaux ont été forcées de revenir sur elles-mêmes et de recouper, pour rentrer dans la vallée de Macornais, une masse considérable de bancs qui était liée à la partie supérieure de la côte, et qui forme présentement une butte isolée en face du village de Moyron.

Au-delà de Macornais la vallée s'ouvre beaucoup à droite; ses eaux, rejetées par le courant qui est descendu du village de Vaux sur le revers ouest de la côte de Munsy, ont causé le renversement de ses couches à l'ouest sud-ouest.

Dans la partie de cette côte qui regarde la ville de Lons-le-Saunier, l'inclinaison est très-

faible; mais elle va toujours en croissant lorsqu'on s'avance vers l'autre extrémité; dans la carrière du Paradis, située en face de Macornais, on trouve les bancs de calcaire à entroques et térébratules inclinés de plus de 45 degrés.

Les bancs de calcaire compacte et oolithique qui recouvrent ces derniers et qui approchent beaucoup du calcaire fragile, forment à l'ouest une butte dont la stratification est assez confuse, et qui n'est pas entièrement détachée de la côte.

Il est fort remarquable que cette espèce de promontoire, d'où la vue s'étend sur toute la largeur des plaines de la Saône, repose immédiatement sur des bancs horizontaux de calcaire à gryphytes, dont un escarpement de 6 à 8 mètres de hauteur sur 100 mètres de longueur perce les vignes au pied même du promontoire.

Ce fait prouve avec la dernière évidence que les bouleversements des terrains de la formation oolithique ne peuvent pas être dus à une cause intérieure, telle que les tremblemens de terre.

Mont-Orient, situé au midi de Lons-le-Saunier, derrière le village de Courbouzon, offre des renversements de couches fort curieux.

Ce mont intercepte la communication de deux vallées longitudinales situées dans le prolongement l'une de l'autre, et présente du côté de Courbouzon un escarpement très-élevé, de deux systèmes de bancs renversés à l'est et à l'ouest, sur le fond de la vallée inférieure, et appuyé contre ses parois, dont les couches sont elles-mêmes inclinées vers le centre à gauche, et horizontales à droite.

Pour se rendre compte de ce singulier bouleversement, il suffit d'imaginer que les eaux qui

sont descendues de Saint-Laurent vers Courbouzon, ayant formé, dans cette partie fort large de la vallée, deux galeries au lieu d'une, séparées par un massif, soit de bancs de gryphytes, soit de marnes plus solides qu'ailleurs, de chaque côté duquel l'affaissement aurait eu lieu comme dans deux vallées différentes, et qu'au-delà les deux courans réunis aient entraîné la totalité des bancs dépourvus de tout soutien.

Ces bancs, arc-boutés les uns contre les autres, opposèrent une telle résistance aux eaux, qu'elles furent forcées de s'ouvrir un passage à l'ouest près du village de Gevingé.

Les bancs de la droite de ce mont se trouvent renversés sous plusieurs angles différens; ils présentent d'abord une inclinaison d'environ 40 degrés, puis elle passe 75. Enfin, les bancs compactes et oolithiques sont dans une position absolument verticale; ceux de la gauche sont plus affaissés que les premiers, mais ils n'offrent qu'une seule inclinaison.

La maison de campagne de feu M. le pair de France Vernier est située au sommet de ce mont, à la séparation des deux systèmes de bancs renversés.

C'est à son pied que l'on exploite, dans la formation du calcaire à gryphytes, la carrière de gypse de Courbouzon.

Je dois prévenir, avant de terminer ce mémoire, que les deux formations des terrains de la chaîne du Jura avaient déjà été indiquées par plusieurs géologues; mais je ferai remarquer en même temps, qu'ils considéraient celle qui renferme les gryphytes, comme étant plus moderne que celle du *calcaire compacte, proprement dit*

du Jura, qui se brise aisément en éclats conchoïdes.

La cause de cette erreur tenait à ce que l'étendue et les limites respectives de ces formations n'étant point connues, on supposait d'abord les corps organisés excessivement rares dans la seconde et très-abondans dans la première, ensuite les couches plus généralement horizontales dans celle-ci que dans celle-là; de sorte que la formation du calcaire, dont les couches affectent une structure arquée, paraissait se rapprocher des terrains de transition, tandis que celle du calcaire à gryphytes était regardée, avec raison, comme un terrain secondaire dans toute la force du terme.

Le fait géologique le plus important que j'ai constaté dans ce mémoire, et dont le creusement des vallées et des grottes de cette contrée a dû être une conséquence nécessaire, était inconnu: je veux parler de l'existence de masses énormes de bancs de marne, sous le calcaire à gryphytes, et sous les différens étages de calcaire oolithique; il fallait, pour expliquer ces grands effets, avoir recours à des hypothèses purement gratuites.

Enfin, ces marnes, qui semblent toujours être en recouvrement, soit au fond des vallées, soit au pied des plateaux ou à leur sommet, n'étaient pas distinguées, quant à leur formation, de celles qui se trouvent en lits irréguliers parmi les argiles, les sables et les terres graveleuses; on les regardait comme ayant été déposées postérieurement au creusement des vallées.

Il en résultait que les masses gypseuses du Jura, qui sont les plus anciennes de toutes les masses minérales de cette chaîne, paraissaient être d'une formation infiniment plus moderne.

Ce travail est fort incomplet, et se ressent beaucoup de la précipitation avec laquelle il a été rédigé; mais le sujet est tellement vaste, qu'il aurait fallu plusieurs années encore d'observations et d'études, pour faire connaître l'immense quantité de fossiles qui existent dans les environs de Lons-le-Saunier, et pour décrire convenablement les terrains couche par couche.

Le but, beaucoup plus restreint, que je me suis proposé, sera rempli, si ce mémoire peut servir à détruire quelques erreurs qui s'étaient accréditées sur la constitution géologique de ces montagnes, et s'il peut rendre par la suite son étude plus facile.

ANALYSE

Du phosphate de fer qu'on obtient dans la fabrique de vitriol de Wissant (département du Pas-de-Calais), et des pyrites mêlées de phosphate de chaux qu'on traite dans cette fabrique;

PAR M. P. BERTHIER, Ingénieur au Corps royal des Mines.

PENDANT long-temps, on a éprouvé les plus grandes difficultés à Wissant pour faire cristalliser le sulfate de fer. Pendant l'évaporation, il se faisait un dépôt qui s'attachait au fond des chaudières en croûtes, épaisses quelquefois de plusieurs centimètres; les dissolutions concentrées étaient grasses et très-acides; lorsqu'on les étendait d'eau, elles se troublaient, et, si on les concentrait de nouveau, elles redevenaient limpides. La matière du dépôt a été examinée à diverses époques par plusieurs chimistes; mais aucun n'avait reconnu sa nature. M. Longchamp, ayant pris pendant quelque temps la direction de l'établissement de Wissant, porta son attention sur cette matière, et il a trouvé qu'elle était essentiellement formée de phosphate de fer, et que c'était ce phosphate qui, en se dissolvant dans les liqueurs devenues fortement acides par leur longue exposition à l'air, s'opposait à la cristallisation du sulfate de fer. Dès-lors, il lui a été facile d'imaginer un moyen de s'en débarrasser, et il a parfaitement réussi en neutralisant les eaux, soit par la ferraille, soit par le carbonate de