

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE
DE FRANCE

TROISIÈME SÉRIE — TOME SEPTIÈME



1878 à 1879

PARIS
AU SIÈGE DE LA SOCIÉTÉ
Rue des Grands-Augustins, 7

1879

cerne l'Ariège. Au point de vue minéralogique, la difficulté est la même puisque, sur bien des points, les grès garummiens succèdent sans interruption aux grès sénoniens.

Je me propose d'examiner plus tard s'il ne serait pas possible de réunir les deux systèmes sous la même dénomination.

Le Secrétaire donne lecture de la note suivante de M. Cornuel :

Observations sur les puits naturels des calcaires portlandiens des départements de la Haute-Marne et de la Meuse, et sur le minerai de fer qu'ils renferment,
par M. J. Cornuel.

On sait que, dans la région métallurgique qui comprend le nord du département de la Haute-Marne, le sud-ouest de celui de la Meuse, et une petite partie de l'est de celui de la Marne, il y a trois minerais de fer d'origine néocomienne, savoir : le *fer géodique* ou néocomien inférieur, le *fer oolithique* ou néocomien supérieur, et le fer ou minerai remanié.

Les calcaires portlandiens de cette région ayant subi, entre la fin de la période jurassique et le commencement de la période crétacée, deux mouvements inverses, l'un qui les a émergés et l'autre qui les a replongés sous la mer, les premiers dépôts néocomiens n'ont pu se faire que sur un sol dénudé, raviné et peut-être déjà plus ou moins disloqué. Le premier de ces dépôts, la *marne argileuse noirâtre*, a pris peu d'épaisseur et d'extension, ne s'est formé que dans les dépressions sans même les combler, et n'a pas couvert toutes les parties saillantes. Aussi, le *fer géodique*, qui est survenu immédiatement après, s'est moulé sur les inégalités non effacées par la couche précédente. J'ai donné deux exemples de cette disposition dans les *Mémoires de la Soc. géol.*, 1^{re} sér., IV, pl. B (XIV), fig. 6 et 10. Ce minerai, qui est du fer hydraté, a coloré les calcaires portlandiens en contact avec lui, et il les a même imprégnés de sa substance en raison de leur plus ou moins grande porosité. Ce fait, constaté également dans la Meuse par M. Buvignier, s'est produit au plus haut degré sur l'oolithe vacuoilaire à Bettancourt-la-Ferrée, près Saint-Dizier (1).

L'affleurement de ce premier minerai, indiqué par les lambeaux, les amas, les parties remaniées et les restes rudimentaires que les dénudations dernières ou diluviennes ont laissés, occupait une surface

(1) *Mémoire* cité, p. 253. — Buvignier, *Statistique géol. de la Meuse*, 1852 ; p. 436.

ayant pour circuit approximatif une ligne partant de Ville-en-Blaisois et passant par Doulevant-le-Petit, Domblain, Vallerest, Wassy, Magneux, Villiers-aux-Bois, Eurville, l'Est de Saint-Dizier, Bettancourt-la-Ferrée et Brillon, puis, tournant par la forêt de Ligny, Nantois, Marson, Reffroy, Saint-Joire et Houdelaincourt, et revenant par Bure, Sailly, Noncourt, Saint-Urbain, La Folie, Mâthons et Morancourt à Ville-en-Blaisois pris pour point de départ. Ce périmètre s'étendait même jusqu'à Germay, Germisey et Épizon, avant qu'ils fussent isolés par les failles de Lézéville.

L'affleurement du *fer oolithique*, ou ce que les eaux diluviennes en ont respecté, est circonscrit par une ligne qui passerait par le territoire d'Anglus, les terres de la ferme de Taillemadin (Rozières), la ferme de Guichaumont (Robert-Magny), les territoires de Bailly-aux-Forges, La Neuville-Army, Voy-le-Comte, Louvemont, les environs de Marnaval (Saint-Dizier), les territoires de Roches-sur-Marne, Narcy, Eurville, Prez-sur-Marne, Troisfontaines-la-Ville et même le moulin d'Avrainville, Flornoy, Wassy, Vaux et Ragecourt-sur-Blaise, Doulevant-le-Petit, Ville-en-Blaisois et Sommevoire (1). Toutefois, cette circonscription s'est étendue au nord, dans le département de la Marne, jusqu'à Sermaize et Cheminon, et au sud-ouest dans deux autres départements, ainsi que le prouvent les gîtes de Vendœuvre (Aube), de Jaulges et de Varennes (Yonne). La seule particularité que je veuille signaler ici, concernant ce second minerai, est que la partie méridionale de la forêt de Marnesse et le bois des Ayeux, qui la touche et qui avoisine la Grange-au-Rupt, ont conservé, par la contexture de leur banc de fond et par ses fossiles fluviatiles, la trace très évidente d'un grand courant d'eau douce.

Quoique, dans la série géologique, le minerai inférieur soit à peu près à 45^m au-dessous de l'autre, son altitude varie entre 168^m (Saint-Dizier et Villiers-aux-Bois), 395^m (Noncourt et Sailly) 400^m (Reffroy), 415 et 421 (Germay et Épizon) ; tandis que celle du minerai supérieur, qui n'est guère que de 146^m à Louvemont, n'a eu pour maximum que 236^m à Troisfontaines-la-Ville, et 262^m à la butte du moulin d'Avrainville.

Le fer remanié, qui va faire le sujet de cette notice, ne se trouve que dans la circonscription du *fer géodique* et seulement, ou presque

(1) D'après une tradition locale, on en aurait trouvé et extrait une petite quantité au sud du bois de la Garenne, territoire de Trémilly.

L'ordre de superposition de toutes les couches néocomiennes est indiqué par la planche A, fig. 3 de mon Mémoire; leurs faunes le sont en partie dans le *Bulletin*, 2^e sér., VIII, p. 430 et 3^e sér., II, p. 371, et leur classification dans le tableau joint à cette dernière publication.

exclusivement, dans la partie située à l'est de la vallée de la Marne. Ses gisements les plus accidentés et les plus profonds sont dans la portion méridionale de cette dernière partie, dans un périmètre formé par les communes de Thonnance-lès-Joinville, Montreuil-sur-Thonnance, Sailly, Noncourt, Poissons et même un peu Saint-Urbain. Ce sont principalement ceux des côtes entre Poissons, Noncourt et Montreuil-sur-Thonnance qui ont été le plus anciennement exploités, et qui ont le plus fixé l'attention par leur abondance et leur qualité.

On peut apprécier la quantité, la forme, la profondeur et la disposition des cavités à minerai remanié de toute la région en réunissant ce qui en a été dit successivement par M. Grignon en 1761, par M. Thirria en 1839, par moi-même dans le Mémoire cité, lu la même année à la Société géologique; puis par M. Buvignier (pour la Meuse), en 1852, par MM. Royer et Barotte en 1865, par M. Salzard en 1872 et 1878, et par M. Rigaud, en cette dernière année (1).

L'extrait suivant de la description la plus ancienne, celle qui est due à Grignon, me dispensera d'analyser les autres, auxquelles on pourra d'ailleurs se reporter :

« Les territoires de Poissons, Noncourt et Montreuil-sur-Thonnance, a-t-il dit, sont contigus, disposés en coteaux assez élevés, dans le sein desquels se creusent ces mines à des profondeurs considérables; on va jusqu'à 150 pieds (près de 49 mètres) sans les épuiser. »

« Elles sont appelées *mines en roche* (2), parce que 1^o elles sont en pierre et se tirent souvent en volume considérable; 2^o elles se fouillent dans les fentes des roches composées d'une pierre calcaire. Il faut que ces contrées aient essuyé quelques catastrophes terribles; car il y a de ces minières épuisées qui laissent voir des abîmes entre les roches, qui ont été rompues depuis la surface de la montagne jusque dans le plus profond de sa base. Ces espaces forment des fentes qui sont ou *longitudinales sans direction affectée*, ou *quarrées*, ou *irrégulières* ou *circulaires*. Quelques-unes, fort considérables, laissent voir au centre plusieurs piliers de rocher isolés. Un de ces piliers, qui a plus de 140 pieds (plus de 45^m), n'ayant pas assez de base pour soutenir sa masse, s'est incliné sur un des côtés de l'abîme depuis que l'on a enlevé toute la mine qui remblayait l'espace qui l'en séparait. »

(1) Grignon, *Observations sur la formation des mines de fer par dépôt dans la province de Champagne*; — Thirria, *Annales des mines*, XV, p. 38; — Cornuel, *loc. cit.*, p. 271; — Buvignier, *Statistique* citée, p. 397 et suiv.; — Salzard, *Journal l'Ancre de Saint-Dizier*, 7 août 1872, et *Minières et minerais de fer de la Haute-Marne*, p. 80; — Rigaud, *Annales des mines*, 7^e sér., t. XIV.

(2) On a dit ensuite *mines de roche*.

«Souvent l'espace entre les roches qui recèlent le minerai et » forment la minière est très oblique;Souvent il est très serré..... » Il y en a de considérables, certains ayant jusqu'à 15 et 20 toises » (29 et 39 mètres) de diamètre; Il y a aussi des puits étroits et » percés d'aplomb..... »

Dans le *Bulletin* de la Société géologique, du 18 janvier 1875, complété par une note additionnelle le 7 juin, même année, un de nos confrères faisait l'hypothèse suivante, pour expliquer les causes de ces cavités et de leur remplissage. Selon lui, les minerais néocomiens stratifiés se seraient déposés à l'état de sulfure de fer dans leurs zones actuelles. Dans les endroits où ils auraient été assez à découvert pour subir l'infiltration lente des eaux pluviales, chargées d'oxygène, ils se seraient transformés en sulfate de protoxyde de fer. Par continuation d'oxydation, ce protoxyde serait devenu du sesquioxyle, qui aurait abandonné l'acide sulfurique pour passer à l'état d'hydrate de fer. Ainsi rendu libre, l'acide sulfurique se serait accumulé avec les eaux pluviales dans les dépressions du sol portlandien, et il y aurait produit des cavités dont la profondeur aurait augmenté à mesure du renouvellement du même phénomène. Ce ne serait que postérieurement que ces excavations auraient été remplies par l'hydrate de fer, à l'époque où les eaux diluviennes l'ont remanié.

Comme preuve que les minerais se seraient déposés originairement à l'état de sulfure, il citait l'opinion, considérée par lui comme exacte, que ces minerais sont actuellement d'autant plus sulfurés que les sédiments qui les recouvrent sont plus épais et plus imperméables; d'où la conséquence qu'ils n'auraient perdu leur soufre et ne se seraient transformés en hydrate que dans les parties où la dénudation les avait mis à nu ou les avait laissés insuffisamment protégés contre l'action des agents atmosphériques. A l'appui de cette manière de voir, il mentionnait secondairement la rencontre du *fer géodique* à l'état de pyrite dans une marnière à La Gatère, celle du *fer oolithique* aussi à l'état pyriteux dans une minière de la forêt à l'ouest de Wassy, les pyrites du lit fluvial anté-alluvien de Saint-Dizier, puis les cristaux de gypse de la base du *fer géodique* normal de Bettancourt-la-Ferrée, et enfin les vides remarqués à Villiers-le-Sec sous ce dernier minerai resté cohérent.

Dans un ouvrage récent (1) cette hypothèse n'est plus présentée qu'avec doute et au second rang; et c'est avec raison, car il ne se vérifie pas que le degré de sulfuration du minerai soit en raison de l'épaisseur et de l'imperméabilité des dépôts sous lesquelles il git. En

(1) *Leçons élémentaires de géologie*, p. 111-112; Wassy, 1878.

effet, les belles pyrites citées par M. Salzard à Nomécourt, à 18^m de profondeur et dans une couche de sable légèrement argileux, ne s'étant pas décomposées, on ne concevrait pas pourquoi le fer géodique sous-jacent aurait perdu l'état de sulfure s'il l'avait eu primitivement. Même observation au sujet de certaines minières de Gourzon, dont le toit n'est ni épais ni imperméable. Le même explorateur y a observé de nombreuses pyrites intactes dans la marne sableuse qui recouvre le *fer géodique*, tandis que ce dernier minerai est à l'état d'hydrate, et qu'il ne devient très sulfureux que dans une partie où il fait place à la *marne argileuse noirâtre*, qui s'y charge elle-même de beaucoup de pyrites. A Vallerest, l'inverse de l'hypothèse s'est présenté ; car, dans une concession de 30 ares, le *fer géodique* contenait, à 0^m,15 au-dessus de son fond, un lit de nombreuses pyrites détachées, bien que le minerai n'y fût couvert que d'une couche de diluvium et de terre végétale de 0^m,80 d'épaisseur. Au contraire, dans une autre contrée du même territoire, et sous un toit épais de 6^m,45, dont 4^m de *marne calcaire bleue* et de *calcaire à Spatangues*, surmontés de 1^m de marne argileuse, le même minerai n'avait rien de pyriteux et n'a donné, sur 100 parties, que l'équivalent du tiers d'une partie d'acide sulfurique et à peine une demi-partie d'acide phosphorique, d'après l'analyse relatée par M. Salzard. La pyrite de La Gatère appartenait, non pas au *fer géodique*, mais à la partie basse de la *marne calcaire bleue*, comme celles que j'ai signalées à Ferrières sur la faille de La Gatère et à Flornoy (1) Dans le *fer oolithique* ou néocomien supérieur, M. Thirria cite « des noyaux bien sphériques de fer sulfuré de la grosseur d'une balle de fusil et parfois plus gros, avec des tiges bacillaires de la même substance,..... les uns et les autres à structure rayonnée du centre à la circonférence, et passant souvent au fer hydroxydé principalement à leur surface » (2). Mais cette présence, d'ailleurs très rare et très locale, de petites pyrites de structure et de formes nettement circonscrites, loin de prouver que le dépôt entier ait été du sulfure de fer, en éloignerait plutôt l'idée. Ce qui est vrai, c'est qu'il y a des localités où le *fer oolithique* est mélangé d'assez de parties soit siliceuses, soit pyriteuses, ou bien d'assez de menus cristaux de gypse pour nuire à sa fusibilité et à la qualité de la fonte. Mais ceci procède des conditions originaires dans lesquelles s'est fait le dépôt de la couche pendant l'ère néocomienne, et non pas de l'influence des dénudations subséquentes. Aussi, à des exemples d'affleurements de minerais gypseux, M. Rigaud a-t-il opposé l'exemple

(1) *Mémoire*, p. 219.

(2) Thirria, *loc. cit.*, p. 21.

contraire « d'excellents minerais tirés sous les argiles, à 23^m de profondeur, au milieu du bois de Marnesse, à un kilomètre ou deux » des précédents. » A Wassy, en 1873, une recherche du *fer géodique* fut entreprise, au moyen d'un sondage, à partir du sol du *fer oolithique*. Faute d'allonges suffisantes pour descendre à 45^m, on abandonna le travail à peu près à moitié de cette profondeur, après avoir attaqué une pyrite dure, que les ouvriers prenaient pour une mine de cuivre. Cette pyrite n'était pas, comme on l'a dit, une minière de *fer oolithique* à l'état de sulfure, puisque son niveau n'était celui d'aucun des minerais du pays.

Les pyrites ne sont pas rares dans la portion inférieure de la *marne calcaire bleue*, quoique elle soit perméable puisque beaucoup de puits en reçoivent leurs eaux. Elles ne le sont pas non plus dans les sables des atterrissements de la rivière anté-alluvienne de Saint-Dizier (1), bien que ces sables soient imbibés, en bas, par le courant de la rivière actuelle, en haut par l'eau pluviale qui n'a que des graviers d'alluvion à traverser pour les atteindre. Or, si le sulfure de fer ne se décompose pas dans des gisements aussi défavorables, on ne concevrait pas qu'il eût cédé à la décomposition dans ceux où il était mieux protégé. A la vérité, il se change en sulfate de fer quand il est dégagé et exposé à l'air humide ; mais quand il n'a que le contact de l'eau sans l'intervention de l'air, il ne subit qu'une épigénie, se convertissant seulement en hydrate de même base par élimination de son soufre, qui est remplacé par de l'oxygène et de l'eau, et qui disparaît probablement à l'état d'acide sulfureux et non d'acide sulfurique. Aussi, dans l'*argile à Plicatules*, qui contient des moules pyriteux de Céphalopodes, si ces moules proviennent d'endroits où la couche, restée intacte, les préservait suffisamment des infiltrations aqueuses, ils ne sont pas épigènes ; et ce n'est qu'à l'air libre qu'ils se détruisent lentement en donnant lieu à des efflorescences de sulfate de fer. Si, au contraire, la couche, partiellement dénudée, les a laissés atteindre par des infiltrations d'eau, leur surface s'est épigénisée, et elle préserve désormais leur intérieur de la sulfatation, si on les tient à l'abri de l'humidité.

La présence de cristaux de Célestine dans le *fer géodique* de Brillon et à la base de celui de Bettancourt-la-Ferrée, et celle de cristaux de Gypse dans le *fer oolithique* de certaines minières du voisinage de Wassy, de Voy-le-Comte et de Bailly-aux-Forges, ne prouvent pas

(1) Ces atterrissements sont représentés dans mon Mémoire cité, pl. B, fig. 1. C'est dans ceux du fond de l'ancien lit que se trouvent, enveloppés de marcassite, les cônes de Pin nommés par Alc. d'Orbigny *Pinus elongata*.

que ces sulfates doivent leur acide à une décomposition des minerais de fer. En effet, j'ai recueilli de la Célestine dans la partie inférieure de l'*argile ostréenne* de Wassy, dans le *calcaire à Spatangus* de Saint-Dizier, dans la *marne calcaire bleue* de Bettancourt-la-Ferrée, et même dans des calcaires portlandiens supérieurs, toutes couches non altérées par l'action du fer et n'ayant pas de contact avec lui. Le gypse est en cristaux trapéziens petits et très nombreux dans l'*argile ostréenne* de Trémilly, très gros dans la partie inférieure de celle de Wassy, gros aussi ou de grosseur variable dans l'*argile à Plicatules* de Bailly-aux-Forges, de Wassy et de Saint-Dizier; et on en rencontre en outre dans le *gault* de Sermaize. Il se trouve par conséquent dans des couches imperméables et supérieures, ou non contiguës aux minerais de fer. Un des cristaux de Gypse de Wassy renferme trois zones concentriques de particules argileuses, parallèles entre elles et à ses faces étroites; ce qui indique bien une formation contemporaine de celle de l'argile, laquelle a été alors remuée par les eaux marines à trois reprises différentes quand elle n'était encore qu'un fond vaseux non consolidé.

Si les calcaires portlandiens avaient été creusés par un acide sorti du minerai, on les aurait trouvés excavés à Domblain, Vallerest, Guindrecourt-aux-Ormes, Sommancourt, Avrainville, etc., car le fer géodique n'aurait pas manqué d'y dégager cet acide, puisqu'on l'y a exploité à la surface du sol ou immédiatement sous la terre molle de cette surface. Les cavités qui existent dans les endroits où ne s'étendait aucune des couches de minerai, et qui sont remplies de *sables* et de *grès ferrugineux inférieurs* remaniés, n'auraient pas de raison d'être. Enfin, on ne comprendrait pas qu'au-dessus d'excavations dont plusieurs ont un grand diamètre, et qui ne se seraient faites que très lentement, la couche de minerai fût restée suspendue sans s'affaisser et eût attendu l'action diluvienne pour les remplir de ses débris remaniés.

Si nos minerais néocomiens stratifiés sont, comme on le suppose, le produit d'émanations souterraines, aucune des cavités fouillées ne leur a servi de conduit d'épanchement. On ne peut pas considérer comme tels les deux sources de Sossa. Leur nature même, leur température, la constitution, l'état et le relief du sol de la contrée ne permettent pas d'en attribuer l'origine à des siphons naturels. L'une d'elles donne de l'eau séléniteuse parce qu'elle sort de la base de l'éminence néocomienne qui domine la ferme, base qui est le niveau de la *marne argileuse noirâtre*, où sont ordinairement beaucoup de menus cristaux de gypse. L'autre débite une eau de bonne qualité parce que les autres parties de la même éminence ne sont pas gypseuses. La proximité de leurs orifices confirme cette origine.

Les vides qui ont été remarqués dans le calcaire portlandien sous le *fer géodique* stratifié de quelques minières de Villiers-le-Sec (Meuse), et au-dessus desquels le minerai s'est maintenu cohérent, peuvent avoir l'une des deux causes suivantes. Ou ces cavités sont antérieures au minerai ; auquel cas elles seraient un effet des mouvements qui ont changé le niveau du sol avant la période crétacée, et elles auraient été remplies, avant le dépôt du *fer géodique*, d'un sédiment meuble que les eaux souterraines n'auraient entraîné que bien après la consolidation de ce minerai. Ou bien elles sont postérieures à celui-ci ; et alors elles résulteraient d'écartements ou d'éboulements souterrains semblables ou analogues à ceux qui ont produit des grottes non loin de là, et qui laissent un toit intact entre eux et la surface du sol.

En étendant aux faits constatés dans la Haute-Marne l'explication que M. Buvignier a donnée de ceux qu'il a observés dans la Meuse, on peut comprendre les causes de leur ensemble sans recourir à une hypothèse invraisemblable.

L'affleurement des calcaires portlandiens a été très divisé par des fissures de retrait.

Dans le département de la Meuse, à partir de Montfaucon, il se dirige à peu près au S. S.-E. jusqu'à proximité de Gondrecourt, où il se coude pour suivre la direction N. E.-S. O. à travers les départements de la Haute-Marne, de l'Aube, et au-delà jusqu'aux environs de Bourges (Cher), où il disparaît sous des couches moins anciennes. Par ces deux directions, il forme un angle d'environ 115° , dans lequel sa plus grande altitude atteint 414^m à Ménil-la-Horgne, 410^m et 407^m à l'ouest d'Houdelaincourt et de Bonnet (1). Il en résulte que là les marnes qui le supportent sont mises à découvert, le long des flancs des vallées, sur une plus grande hauteur que partout ailleurs. De plus, cet affleurement a subi les diverses failles que j'ai indiquées autrefois, notamment celles de Narcy, de Chatonrupt, de Poissons, auxquelles s'est joint l'effet des deux failles parallèles de Lézéville (2). La première n'a pas moins de 20 kilomètres de longueur. Sa lèvre inférieure, qui est à l'E.-N. E., a dénivélé les couches d'environ 400^m ; ce qui, après les dénudations postérieures, se traduit encore par une différence d'environ 50^m entre les deux bords actuels. La faille de Chatonrupt, qui n'est peut-être que la continuation de la précédente, a sa lèvre inférieure du côté de l'E. finissant par un ploiement à la côte de Jouy,

(1) Malgré un abaissement local, elle est encore, comme il est dit plus haut, de 415^m à Germay, de 417 et de 421^m à Epizon, sur un lambeau portlandien conservé entre les deux failles de Lézéville, en dehors du gros de l'affleurement.

(2) Voir *Mémoire*, p. 273 et pl. A, fig. 2, 3, 5, 8 et 10 ; voir aussi la Carte géologique de la Haute-Marne, par M. Royer et Barotte.

auprès de Vecqueville, après avoir dénivélé les couches de 50^m au plus. M. l'ingénieur Rigaud a évalué à 40^m la quantité dont a été déprimée par la faille de Poissons la partie E. du terrain qui est le plateau du Laiçon ou Sous-Melairange. Quant aux deux failles de Lézéville, elles ont abaissé la bande de calcaire portlandien contenue entre elles, bande qui est aujourd'hui en relief par suite des dénudations subséquentes des marnes kimmeridgiennes.

M. Buvignier fait remarquer que, dans le département de la Meuse, à l'E. de la vallée causée par la faille de Nancy, les assises affaissées ont éprouvé des dislocations qui se sont manifestées à plusieurs kilomètres de distance. Il dit ensuite, d'une manière générale, que les calcaires portlandiens du même département sont traversés par des fissures nombreuses, quelquefois de petites dimensions, mais ayant d'autres fois plusieurs mètres de largeur et une longueur considérable ; et qu'elles forment tantôt de larges fentes ouvertes à la surface du sol et remplies par des dépôts postérieurs, tantôt des grottes ou des cavernes qui s'enfoncent au-dessous du sol à des profondeurs variables. Il mentionne nommément des grottes dans les environs d'An-cerville et une récemment découverte dans le village même, d'autres dans la forêt de Morley, et une autre encore, très étendue, à Combles ; un puits naturel avec galerie souterraine tout près de Grignoncourt ; dans les environs de Brillon, un autre puits de 30^m de profondeur sur 5 à 6^m de diamètre vers le fond, un autre aussi, maintenant fermé par une voûte, sous une maison, à l'est de ce dernier village. Il cite en outre, parmi les nombreuses minières du plateau portlandien, les cavités à minerai remanié d'Aulnois-en-Perthois, de Fouchères, de Couvertpuis, de Biencourt, de Ribeaucourt, des forêts de Ligny et de Tréveray, et enfin de Refroy ; celles de Biencourt et de Ribeaucourt étant dans des fentes qui ont quelquefois de 10 à 20 et 25^m de profondeur et de 5 à 10 ou 15^m de largeur. Il estime que, selon toutes les probabilités, les grottes par lui indiquées « ont été d'abord des » fissures produites soit par le retrait, soit par les commotions qui ont » occasionné la faille (de Nancy), ou qui en ont accompagné ou suivi » la formation ; et qu'elles ont été ensuite élargies par des eaux qui » en rongeaient lentement les parois au moyen de l'acide carbonique » dont elles étaient chargées, en même temps qu'elles les usaient par » le frottement du sable et des galets entraînés dans leur cours.... »

Le même géologue constate que des sables et des fragments de grès ferrugineux inférieurs se trouvent souvent, comme le minerai de fer, dans les fentes et les dépressions des calcaires portlandiens d'un grand nombre de localités, telles que Vécl, Varney, etc., et que quelquefois, et notamment sur le plateau de Fains, ils y sont mélangés de frag-

ments de *fer géodique*. Il annonce d'ailleurs que les assises argileuses, partiellement détrempées et ramollies par les eaux qui s'infiltrèrent à travers les calcaires, cédant souvent sous la pression de ceux-ci, refluèrent vers les affleurements, par lesquels elles s'échappent, et forment des éboulis au pied des versants, tandis que les calcaires qu'elles supportent se disloquent et s'inclinent dans le même sens que les versants sur lesquels ils affleurent ; et il en cite des exemples (1).

En 1839, les accidents du canton de Poissons, considérés isolément, m'avaient semblé provenir tous de cette dernière cause ; mais d'après l'examen des faits observés dans l'ensemble de la circonscription métallifère, il est juste de reconnaître que la cause est multiple. Elle procède : 1^o des nombreuses fissures de retrait de la masse calcaire ; 2^o des failles et des cassures qu'elles ont produites soit dès leur origine, soit par leur remise en jeu ; 3^o du passage de l'eau, chargée d'acide carbonique, à travers les fissures et les fentes des calcaires, du ramollissement des marnes et des argiles sous-jacentes, et de leur compression inégale par les calcaires disloqués ; 4^o et de l'action de transport des eaux diluviennes. Les effets ont été en rapport avec la disposition du sol. Ainsi, à l'ouest de la vallée de la Marne, où il n'affleure aucune assise jurassique marneuse ou argileuse, le *fer géodique* n'a pas été remanié, si ce n'est dans une très minime étendue du territoire d'une commune de la rive occidentale de cette vallée. Dans le surplus de la zone de ce minerai, la région N., où l'influence de la faille la plus considérable s'est fait sentir le plus loin, mais où il n'y a d'affleurements marneux que du côté du levant, la région N., dis-je, possède des parties de minerai qui ont été remaniées et d'autres qui sont restées intactes. Au contraire, dans la région S., où les massifs calcaires sont très découpés et où les marnes portlandiennes et les argiles kimméridgiennes affleurent très amplement de toutes parts, il y a les plus nombreuses et les plus profondes cavités à minerai, et il n'y existe que du minerai remanié, sauf le petit lambeau, exploité depuis longtemps, et dont je parlerai plus loin. Les couches marneuses ou argileuses qui supportent les calcaires, ramollies par les eaux qui les attaquaient latéralement et par celles qui les atteignaient d'en haut par les puits et les fentes, ne pouvaient manquer de donner lieu à des cassures le long des bords des vallées et peut-être aussi, au moins en partie, aux « fentes longitudinales sans direction affectée » dont Grignon a fait mention. C'est à la même cause qu'il faut attribuer ce que j'ai remarqué autrefois dans quelques minières, c'est-à-dire « des » cavités qui, d'abord bien ouvertes, se sont presque refermées dans

(1) *Opus cit.*, p. 85, 362-365, 397-403, 436-438 et 463.

» le haut après leur remplissage, en comprimant le minéral interposé, » et d'autres qui ont pris plus d'écartement à leur orifice supérieur » (1).

Les faits qui ont opéré l'état de choses actuel n'ont pas été instantanés. Outre l'action des failles et des affaissements du sous-sol marneux, l'usure des parois des cavités par des eaux en mouvement, chargées d'acide carbonique, et par les corps solides qu'elles entraînaient ; les cannelures des roches, les incrustations calcaires dont elles sont parfois couvertes, le remplissage par un effet de remaniement diluvien, indiquent une certaine succession de temps. La dénudation qui a donné le relief actuel au lambeau portlandien primitivement abaissé entre les deux failles de Lézéville paraît même être postérieure au remplissage des excavations de ce lambeau par le minéral remanié ; car, autrement, on se rendrait difficilement compte de ce remplissage. Au surplus, il y a des intermittences prouvées par les restes de nappes d'alluvions anciennes qui existent, à différents niveaux, dans la Haute-Marne et dans la Meuse comme ailleurs.

Jusqu'à présent les puits à minéral n'ont pas montré d'indices d'émanations ferreuses. Leurs parois ne sont ni colorées ni imprégnées de matière ferrugineuse. Elles ont conservé la teinte blanche ou blanc-grisâtre du calcaire ou la reprennent quand elles ont été lavées par la pluie. Aucune incrustation d'hydrate de fer ne s'est faite ni sur leurs surfaces ni dans leurs fissures. Si le remplissage était dû à des sources minérales ferrugineuses, il aurait eu lieu de bas en haut, lentement et par juxta-position d'enduits compactes, sans lacunes, et disposés parallèlement aux parois ; tandis que ce qui existe indique, au contraire, qu'il y a eu précipitation tumultueuse de haut en bas et par remaniement. On en a encore une preuve par l'existence du *conduit* central que j'ai indiqué autrefois et que je rappellerai dans un instant.

Il y a une différence à faire entre les excavations larges d'où les eaux diluviennes qui s'y précipitaient ne sortaient qu'en rebondissant par le haut, après y avoir déposé en désordre ce qu'elles y avaient entraîné, et les cavités étroites d'où elles ne s'écoulaient qu'après s'être frayé un passage par le bas.

C'est sur l'attestation d'ouvriers et d'un surveillant d'exploitation que j'ai parlé de couloirs et d'espèces de chambres rencontrées dans le fond de plusieurs minières. Mais voici, pour les couloirs, une preuve récente, rapportée par M. Salzard en ces termes : « Dans la montée de » la nouvelle route de Montreuil à Poissons, actuellement en construc- » tion, on remarque dans les tranchées ouvertes à mi-coteaux de » nombreux filons horizontaux ou obliques, généralement peu puis-

(1) *Mémoire*, p. 272.

» sants, qui sont remplis de fragments roulés de minerai de fer. Par-
 » fois ces fragments ont simplement leurs angles émoussés, et alors
 » ils forment des conglomérats solidifiés par un ciment calcaire cris-
 » tallin ; il y a même de nombreux et volumineux conglomérats ayant
 » pour noyau un gros morceau de calcaire portlandien. Au-dessus de
 » ces filons, on remarque que les bancs du calcaire sont affaissés et
 » et souvent brisés ; dans ce dernier cas les débris sont toujours soli-
 » difiés par du carbonate de chaux cristallisé ; on y trouve même de
 » petites stalactites et des stalagmites. — Les petits filons dont il s'agit
 » ont donc été remplis lorsque les anfractuosités des plateaux supé-
 » rieurs l'ont été elles-mêmes, de sorte qu'ils en seraient en quelque
 » sorte des ramifications ou des décharges » (1).

Ce fait, suivi d'une explication fort juste, me permet de préciser, mieux que je ne l'ai fait d'abord, ce qui a dû se passer pour le remplissage de certains puits étroits. Tant que ceux-ci sont restés fermés par le bas, le défaut d'écoulement de l'eau qui les emplissait y a favorisé le dépôt de sédiments fins. De là l'origine de l'enduit argileux qui en a tapissé les parois (2). Mais lorsque, par sa pression, la colonne d'eau se fut ouvert inférieurement un passage suffisant à travers les roches fissurées, elle entraîna par son mouvement le sédiment argileux, excepté dans les parties marginales où son courant s'affaiblissait, et dans celles où ce sédiment était protégé par des saillies et des anfractuosités de la roche ; puis elle le remplaça par des blocs et des fragments de minerai remanié, en les disposant en espèces de couches emboîtées comme des cornets d'oublies. Quand ses canaux d'écoulement furent à peu près obstrués par l'entassement du minerai, le comblement s'acheva par une partie centrale, en cône allongé, rouge, plus terreuse et à minerai plus menu que le reste, et que les ouvriers ont appelée *le conduit*. Il était de tradition chez eux, quand ils exploitaient les puits du Laiçon voisins de la faille, que « tant que le con-
 » duit existait, fut-il très mince, le minerai se maintenait, et que,
 » quand ce conduit cessait, on savait qu'on atteindrait bientôt le fond
 » de la minière » (3).

(1) Salzard, *Minières et minerais*, etc., p. 82 ; — L'explication qui termine ce passage prouve qu'ici le mot *filon* exprime seulement une ressemblance, et non pas une réalité.

A la page 81 du même ouvrage, l'auteur, après avoir comparé les fentes aux étoilements que produirait un violent tremblement de terre, ajoute que les plus importantes lui ont toujours paru plus rapprochées des failles que les autres.

(2) En 1839, je rapportais cet enduit à la *marne argileuse noirâtre*, mais il est plus exact de l'attribuer aux sédiments qui recouvraient les premières couches néocomiennes, et qui, par conséquent, ont été remaniés et précipités des premiers.

(3) *Mém. Soc. géol.*, p. 273.

Il n'était pas nécessaire que les vallées adjacentes fussent aussi profondes qu'elles le sont maintenant. Il suffisait qu'elles le fussent assez pour découvrir une partie de l'affleurement marneux et pour laisser l'eau s'écouler par les parties latérales inférieures des massifs portlandiens ; et elles l'étaient certainement, car si le fond de la vallée principale, qui est celle de la Marne, n'avait pas eu dès lors un niveau inférieur à la naissance de la faille de Narey, la rivière aurait pris son cours sur la lèvre abaissée de cette faille en y pénétrant par la dépression de Fontaine-sur-Marne, de l'E. de la côte du Châtelet, de la ferme et de la tuilerie de Ruetz. Cet exemple me semble confirmé par la disposition des minières de Biencourt et par la provenance du minerai qui les a remplies (1).

Quoi qu'il en soit, il est certain que l'eau qui entraînait le minerai s'élevait assez pour passer par-dessus les plateaux, à l'altitude qu'ils avaient alors, et qu'elle s'engouffrait par le haut dans toutes les cavités béantes. Témoins les os de Mammifères qu'elle y a déposés, et que j'ai mis sous les yeux de la Société géologique, dans sa séance du 11 septembre 1856 (2). D'après la récente détermination que j'en dois à l'extrême bienveillance de notre éminent paléontologiste, M. Albert Gaudry, professeur au Muséum, auquel je renouvelle ici l'expression de ma reconnaissance, une portion de métatarsien rencontrée dans une des minières de Poissons est d'un *Cervus elaphus* ; sept pièces extraites de minières de la même localité se rapportent au *Bos Taurus* de la race ancienne dite *primigenius* ; huit autres pièces des mêmes minières et douze des minières de Montreuil-sur-Thonnance sont aussi du *Bos Taurus*, mais d'une race intermédiaire, par la taille, entre l'ancienne nommée *Bos Taurus primigenius* et les bœufs ordinaires actuels ; et deux portions de molaire, trouvées dans le haut d'une minière de Saint-Urbain, sont d'un *Elephas primigenius*. Celles-ci ont été le sujet d'une mention dans la notice de M. Thirria, qui les avait remarqués autrefois dans ma collection.

Le minerai remanié n'a pas été charrié de loin, car ses fragments anguleux sont bien plus nombreux que ses morceaux roulés. Beaucoup sont assez volumineux pour faire reconnaître par leur structure celle qu'avait la couche normale qui les a fournis. Grignon, qui les considérait lui-même comme ayant été « charriés par les eaux et précipités » dans les cavernes qui les recèlent », en a donné une description dans laquelle il est facile de reconnaître la structure en plaquettes, géodes, *otites*, compartiments et oolithes qu'avait le *fer géodique*

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3^e sér., t. III, p. 173.

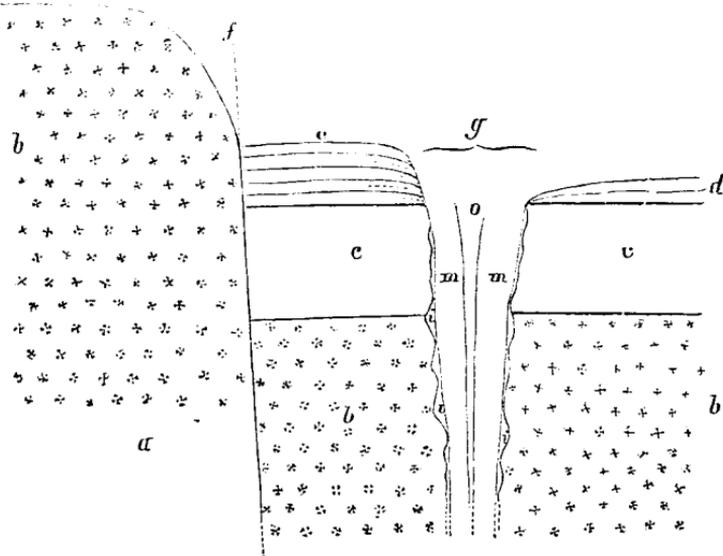
(2) *Mém. Soc. géol.*, p. 273 : *Bull. Soc. géol.*, 2^e sér., t. XIII, p. 865.

stratifié. « Il s'est condensé, a-t-il dit, et a formé des pierres de figures » les plus irrégulières et les plus bizarres qu'il soit possible d'imaginer ; tantôt ce sont des feuilletés appliqués les uns sur les autres, » comprimés ou séparés par des vuides ou par des corps étrangers, » comme de la terre ou du sable des rivières ; tantôt c'est une plication » de croûte posée en tous sens, formant des interstices de toutes sortes » de dimensions ; tantôt ce sont des morceaux ressemblant à des fruits » concaves qui renferment des pierres de différentes natures dans leur » capacité intérieure ; quelquefois, et même fort ordinairement, les » creux encroûtés sont adossés l'un à l'autre avec la plus grande régularité, et forment des cases parfaitement quarrées. Ces mines en » pierre sont encore mêlées avec d'autres mines en grains qui sont » aussi des oolithes. »

Ces grains oolithiques sont petits. Je considère comme erronée l'opinion que les attribue à la destruction du minerai néocomien supérieur. J'en ai donné les raisons il y a longtemps, et le croquis suivant va les rendre évidentes.

Côtes de Melaire.

Plateau du Laiçon ou Sous-Melairaège.



- a. Étage kimméridgien, marnes portlandiennes, etc.
 b. b. b. Calcaires portlandiens inférieurs, dénivelés par la faille *f*.
 c. c. Calcaires portlandiens supérieurs, y compris l'oolithe vacuolaire.
 d. Reste de la couche stratifiée du *fer géodique*, mélangé de terre végétale.
 e. Lambeau plus épais de la même couche, partiellement oolithique, et sans mélange de terre végétale.
 f. Faille dite de Poissons.

g. Minière en puits (observée pendant son exploitation).

i. i. i. Argile bleu-noirâtre, accolée aux parois sur une épaisseur variant entre 8 ou 10 centimètres et 1 mètre ou environ, suivant les anfractuosités existantes.

m. m. Minerai remanié, brun et jaune ocreux.

o. Partie centrale moins dense et de couleur rouge, nommée *conduit*.

Ce croquis est la copie de celui que j'ai pris sur place, il y a plus de 40 ans, lorsqu'on extrayait le minerai du puits *g*, et que le lambeau *e* du *fer géodique* non remanié n'était encore qu'à moitié enlevé. Il y avait, en *d*, un reste de ce minerai, mélangé de terre et tellement foulé au pied par les ouvriers que, vu seul, il aurait été difficile à reconnaître. Mais le lambeau *e*, que la faille avait protégé, et qui était tranché verticalement depuis peu par les miniers, montrait avec une grande évidence le *fer géodique* stratifié. Il conservait sa stratification première, légèrement infléchie au bord du puits à minerai par l'effet d'un commencement de lavage; ce qui indiquait que la partie manquante avait concouru au remplissage de la minière. C'est à lui que je faisais allusion, en 1839, en disant que, par ce qui restait du dépôt primitif du fer géodique, au lieu nommé Sous-Melairange, on voyait qu'avant le remaniement, ce dépôt était en partie oolithique et en partie en morceaux, en plaquettes et en masses géodiques comme dans les diverses localités que je citais. Je l'ai ensuite rappelé plus expressément dans le *Bulletin* de 1856 (1).

Si les oolithes provenaient du minerai néocomien supérieur, on devrait trouver abondamment dans les puits les grandes Huitres (*Ostrea aquila*, d'Orb.) de la base de l'argile à *Plicatules*, les fossiles et surtout les Huitres plates (*Ostrea Leymerii*, Desh.) de l'argile *ostréenne*, les grandes Huitres (*Ostrea Couloni*, d'Orb.) et d'autres gros fossiles du calcaire à *Spatanques* et de la marne calcaire bleue, et de nombreux fragments du calcaire à *Spatanques*; car tout cela était plus pesant que les petits grains de fer, et aurait dû être précipité dans les cavités avant le *fer géodique*. Mais, s'il est resté sur le sol de la lèvre affaissée de la faille quelques morceaux épars de ce dernier calcaire, on n'a remarqué jusqu'à présent, dans le minerai remanié, que quelques fossiles marins ferrifiés et de l'âge du dépôt originaire, des fragments du grès ferrugineux inférieur, des débris de la roche encaissante, et les os de Mammifères que j'ai mentionnés.

Les failles de Lézéville, de La Gatère et Blécourt, de Ferrières, de Cirey-sur-Blaise, et de Mertrud, tracées sur la Carte géologique de MM. Royer et Barotte, et toutes parallèles entre elles, ont une direction différente de celle des failles de Nancy, de Chatonrupt et de Poissons.

(1) *Mém.*, p. 272, *A. Bull.*, 2^e sér., XIII, p. 885.

La faille de Lévigny, qui se fait remarquer jusqu'à Trannes (Aube), et qui se prolonge dans la Haute-Marne par Rizaucourt, Champcourt et au-delà, est elle-même orientée autrement qu'aucune des autres (1). Elles sont toutes dans l'angle d'affleurement portlandien dont j'ai parlé; et leur ensemble forme presque un demi-octogone ou une demi-circonférence dont la convexité est tournée du même côté que le sommet de cet angle. Elles ont modifié les niveaux dans l'intérieur de ce circuit. Ainsi, la grande faille de Nancy étant en ligne brisée, une partie de sa lèvre supérieure incline les couches vers le S.-O., et fait couler l'Ornel dans le même sens. L'autre partie augmente l'inclinaison des couches vers l'O., en même temps qu'elle y dirige le cours de la Cousance; et elle fait aussi que presque toutes les eaux de la forêt du Val convergent pour s'écouler à l'O. La rivière de Marne s'est elle-même ressentie de ces effets, car, à partir de Saint-Dizier, son cours est dévié vers l'O. et repoussé contre des coteaux qu'elle entame partiellement en aval de Moëlain. La modification que cette faille a fait subir aux pentes s'est même étendue à la partie supérieure du bassin de la Voire assez pour renvoyer les eaux de sa région septentrionale vers le S. S.-O., mais pas assez pour les empêcher d'y former de nombreux étangs. Cette disposition orographique et hydrographique a été favorisée par la faille de Lévigny, qui a abaissé la portion méridionale de ce bassin supérieur de la Voire. Parmi les failles intermédiaires, par leur position et leur direction, entre celle de Nancy et celle de Lévigny, la plus rapprochée de ce bassin est la petite faille de Mertrud, qui s'étend du territoire de Blumerey à celui de Vallerest. Elle a participé à l'effet occasionné par la faille de Lévigny, puisqu'en dedans du même bassin, l'étage néocomien inférieur bute, en deux endroits, contre les calcaires portlandiens, et que, sur la rive gauche de la vallée de la Blaise, depuis Doulevant-le-Petit jusqu'auprès de Vaux-sur-Blaise, le calcaire à Spatangues est plus bas qu'il ne serait s'il n'avait obéi qu'à l'inclinaison générale du sol.

La portion du bassin de la Voire qui a été soumise ainsi à l'influence des failles a une superficie qui excède 580 kilomètres carrés. Elle réunit ses eaux en un seul courant, qui se déverse dans l'Aube, à l'O., en aval de Lesmont, au lieu de suivre, au moins pendant un assez long trajet, un cours d'une direction intermédiaire entre ceux de la Marne et de l'Aube. Elle est limitée au S. par la faille de Lévigny; à l'O. par une ligne brisée allant de Trannes par Juzanvigny, Rance, Courcelles et Bailly-le-Franc (Aube) à Nuisement-aux-Bois (Marne); au N., à l'E. et même au S.-E. par la vallée de la Blaise, qui lui sert

(1) Voir *Mém.*, pl. A, fig. 2, et pl. B, fig. 2.

en quelque sorte de circonvallation. Le contraste qui existe entre la direction de ses eaux du nord et de l'est et celle que suivent la Blaise et la Marne, ne provient pas de la plus ou moins grande résistance du sol ; car, entre la Voire et la basse Blaise, domine le Gault reposant sur des couches néocomiennes qui n'ont pas plus de consistance que lui. Il est donc probable que cette différence procède de ce que la vallée de la Blaise a été ébauchée, de même que celle de la Marne, avant le creusement des vallons actuels de la Voire et de ses affluents.

Vers l'extrémité d'un bassin géologique tel que celui de Paris, des failles préexistantes ont bien pu faciliter, pendant une dernière oscillation du sol, le changement de niveau du compartiment à demi-entouré par elles, de manière à rendre ce fait indépendant de leur cause première et de leur âge.

Les marnes et les argiles des étages jurassiques supérieurs n'affleurant pas dans le circuit que je viens d'indiquer, les effets s'y sont restreints à quelques faibles dénivellations par cassure, ou bien à des écartements, à des fentes et à des canaux souterrains par lesquels s'écoulaient les eaux qui s'y déversent naturellement ou qui y sont conduites artificiellement.

Dans la vallée de la Blaise et à l'entrée de celle de la Maronne, à Brousseval, des carrières ont permis de voir que, le long de l'ancien thalweg, où le courant attaquait la base des coteaux, il s'est produit dans le *calcaire tacheté* portlandien, des fentes parallèles au bord de la vallée, et qui ont été usées et élargies en plusieurs endroits, en forme de conduits verticaux, par l'eau qui y pénétrait. Dans celles de ces carrières qui sont un peu en amont de la grande fontaine du fourneau, j'ai remarqué deux de ces anciens conduits plus ou moins verticaux, qui se terminaient inférieurement chacun par un couloir horizontal placé entre deux bancs de calcaire, au-dessus du niveau du sol actuel de la vallée, et remplis de débris remaniés de *fer géodique* et de *grès ferrugineux inférieurs* entremêlés de quelques fragments de calcaire à Spatangues. Mais ces débris ne proviennent que du voisinage, ainsi que le prouvent, non seulement les exemplaires intacts d'*Ostrea Couloni* qu'on y a observés, mais encore et surtout la présence, auprès du bord supérieur des carrières, de la couche mixte qui les a fournis.

Quant aux belles sources de Sommevoire (Haute-Marne) et de Soullaines (Aube), rien ne fait voir si leurs canaux procèdent ou non de l'action des failles. On sait seulement qu'elles sourdent du *calcaire à Spatangues*, qui ne laisse pas les calcaires portlandiens à découvert. Il est possible que, suivant l'opinion de M. Leymerie, leurs eaux proviennent des infiltrations qui traversent le *calcaire à Spatangues* et de leur réunion dans les sables néocomiens inférieurs, où elles se

traieraient des canaux jusqu'au point où un premier obstacle ou une déclivité favorable les ferait arriver au jour. Les vides faits dans ces sables par leurs écoulements souterrains auraient déterminé çà et là les effondrements connus sous les noms de *gouffres* et de *fosses* (1), qui ne sont pas rares dans le circuit décrit par les failles citées, et dont quelques-uns, ouverts inopinément à des époques restées dans les souvenirs d'anciens habitants, ont fait connaître des accidents qu'on ne soupçonnait pas auparavant.

Sur la présence à Saint-Germain-en-Laye des **Lignites du**
Soissonnais,
par M. **Hébert.**

A l'exemple d'Alex. Brongniart j'ai assimilé en 1854 (2) les Lignites du Soissonnais aux *fausses glaises* qui recouvrent à Vanves et ailleurs l'argile plastique de Meudon.

Brongniart s'était appuyé (3) sur la superposition à l'argile plastique, dans les puits creusés à Marly pour l'établissement de la machine hydraulique, d'un banc de sable et d'argile rempli de coquilles brisées, dont quelques-unes ont été reconnues par Ferussac comme se rapportant au genre *cyrène*. Ce banc était, comme les fausses glaises, directement recouvert par le Calcaire grossier.

J'ai montré qu'auprès de Mantes l'argile plastique est recouverte par 4^m65 de Lignites, sables et argiles où j'ai recueilli *Cyrena cuneiformis* et *Cerithium variable*.

Grâce à notre confrère, M. de Mortillet, je puis mettre sous les yeux de la Société des fossiles extraits d'un lieu très voisin de celui qui est cité par Brongniart, et dans la même position géologique, ces fossiles sont :

Cyrena antiqua,

Ostrea sparnaccensis,

Cerithium variable (*C. funatum*, Sow.),

Melanopsis buccinoïdes.

Ils proviennent des tranchées du chemin de fer de grande ceinture, à 2 kilomètres du château de Saint-Germain, tranchées que j'ai visitées en compagnie de MM. de Mortillet et Munier-Chalmas. M. l'ingénieur chargé des travaux a bien voulu nous montrer les échantillons

(1) Leymerie, *Mém. Soc. géol.*, 1^{re} sér., IV, p. 348-349.

(2) *Bull.* 2^e sér., t. XI, p. 118.

(3) *Osséments fossiles*, 3^e éd., t. II, p. 258: 1825.