

MEMBRE MOSELL  
N° 886  
1893

**BULLETIN**  
DE LA  
**SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE**  
DE L'EST

DEUXIÈME SÉRIE  
Fascicule I. — Janvier à Juin 1893.

**NANCY**  
**BERGER-LEVRAULT ET C<sup>ie</sup>, ÉDITEURS**

18, Rue des Glacis, 18

MAISON A PARIS, 5, RUE DES BEAUX-ARTS

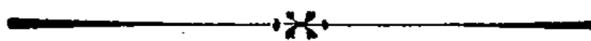
1893

87  
209/1

LE  
MINÉRAI DE FER  
DE MEURTHE-ET-MOSELLE

Par M. BLEICHER

PROFESSEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE NANCY



Le samedi, 10 décembre, a eu lieu à la salle de l'Agriculture, rue Chanzy, à Nancy, la conférence de M. Bleicher, professeur à l'École de pharmacie de Nancy, sur les minerais de fer de nos régions.

Nous n'avons pas besoin de dire le succès qu'a obtenu devant le public spécial qui l'écoutait la parole de l'honorable et distingué conférencier.

Nous résumons ici la conférence de M. Bleicher, en y adjoignant la carte spéciale qui en facilite l'intelligence :

CONFÉRENCE

Le minéral de fer de Lorraine a fait l'objet d'un certain nombre de publications, tant au point de vue industriel qu'au point de vue géologique et paléontologique. Dans ces dernières années, on y a ajouté des recherches micrographiques qui nous ont fait pénétrer dans la nature intime de ses diverses variétés.

On comprendra que, dans une conférence faite par un géologue doublé d'un minéralogiste micrographe, les questions qui touchent à la technique du maître de forges soient négligées au profit des rensei-

gnements d'ordre purement scientifique, dont il sera possible, nous l'espérons, de faire comprendre l'utilité.

On sait qu'il existe en Meurthe-et-Moselle, qui est le champ d'études auquel nous nous bornons, deux sortes de minerais de fer différant complètement par leur aspect extérieur, leur teneur en fer, leur situation topographique et géologique.

La première sorte, la plus récente en date dans la chronologie géologique, est le *minerai de fer fort*, des fissures ou poches des plateaux jurassiques des environs de Longwy, dont l'exploitation a pris fin depuis l'extension des minières de la seconde catégorie, *minette* ou minerai de fer oolithique, plus ancien, qui affleure en couches régulières sur le flanc des vallées qui limitent le plateau lorrain suivant une ligne qui va des environs de Longwy en longeant la vallée de la Moselle jusqu'à la limite du département. (Pl. I).

Avant d'aborder l'étude de ces deux sortes de minerai, il est bon de rappeler ici que le fer, en quantité très appréciable, a paru dans le sol géologique de Meurthe-et-Moselle bien avant les temps du minerai de fer, c'est-à-dire du lias supérieur. Sans aller jusqu'aux Vosges, où on le retrouve dans les terrains anciens, il se montre plus près de nous dans les environs de Lunéville, de Ménil-Flin, d'Azerailles, dans la subdivision du trias connue sous le nom de *Muschelkalk*.

Ces formes méritent d'être étudiées, car elles sont les mêmes que celles du minerai de fer de Lorraine du lias supérieur. Ici seulement la proportion de l'élément ferrugineux est très minime, et il faut des procédés de laboratoire pour l'isoler.

La forme, ou mieux, l'espèce minéralogique la plus répandue dans le *Muschelkalk*, est certainement la *limonite*, qui existe généralement à l'état d'enduit de moules de fossiles dans les calcaires, ou qui s'y trouve diffusée en quantité très faible dans les roches marneuses ou calcaires qu'elle colore plus ou moins fortement. Les nodules de cette substance sont rares dans le trias en général, et on peut, dans certains cas, assigner à la limonite une origine épigénique. Elle proviendrait de l'épigénie de la pyrite de fer, qui est extrêmement répandue dans les roches calcaires compactes, cristallines, fossilifères du *Muschelkalk* supérieur à débris osseux de Blainville, Mont, Gerbéviller, etc., mais qui ne peut guère se voir que sur des coupes transparentes. Elle y apparaît sous la forme de cubes, de dodécaèdres noirs, microscopiques, suivant en traînées les contours des débris de test de coquilles qui remplissent les roches.

Dans un niveau géologique un peu inférieur du *Muschelkalk*, im-

médiatement au-dessus de l'horizon des *Cératites*, la marne durcie, grossièrement feuilletée, contenant un organisme que nous avons rapporté avec M. le professeur Fliche au *Bactryllium canaliculatum* Heer, à Mont-sur-Meurthe, à Mervayille, traitée par l'acide chlorhydrique, laisse comme résidu deux autres formes de minerai de fer.

Ce sont : le fer oolithique identique à celui du lias supérieur de Lorraine, le fer en paillettes minces attirable à l'aimant.

Le fer oolithique du Muschelkalk se conduit avec les réactifs comme le fer liasique ; on peut lui enlever tout son fer par une action prolongée de l'acide chlorhydrique étendu, puis de l'eau régale, enfin du mélange de chlorate de potasse et d'acide nitrique.

Les oolithes se présentent alors sous la forme de grains blancs, légers, transparents, zonés, faciles à examiner au microscope, de nature siliceuse.

En résumé, le minerai de fer oolithique du trias peut, d'après ses caractères chimiques et minéralogiques, être rapporté au type *Chamoisite* des minéralogistes, c'est-à-dire à une combinaison difficile à définir du fer avec la silice et l'alumine.

Les lamelles de minerai de fer attirables à l'aimant, qui accompagnent les oolithes, ne sont pas moins intéressantes à étudier. Elles résistent à l'action de l'acide chlorhydrique étendu et à chaud, tandis que les oolithes sont légèrement attaquées et un peu décolorées.

Ces lamelles ou paillettes de minerai de fer sont noir grisâtre ; à la loupe et au microscope, on n'y distingue aucune forme cristalline qui puisse les rapprocher du fer magnétique.

Celui-ci se retrouvant sous la forme de croûtes brillantes à la surface de sphérules retirées récemment des grands fonds, d'après MM. Murray et Renard, nous avons eu d'abord l'idée de considérer ces lamelles microscopiques comme le résultat de la décortication de sphérules qui auraient disparu. Le squelette siliceux obtenu par l'action de l'acide chlorhydrique concentré à chaud sur nos lamelles montre que c'est plutôt de la *Berthiérine*, minerai de fer de même composition que la *Chamoisite*, mais fortement attirable à l'aimant.

La formation *rhétienne* ou *infralias*, qui suit le trias dans l'ordre chronologique, est également riche en fer, et les nodules ferrugineux qu'on y rencontre sont également composés d'hydroxyde de fer superposé à un squelette siliceux.

Il existe à la base du lias moyen des environs de Nancy, à Saulxures, Amance, etc., un niveau géologique qu'on appelle le *calcaire ocreux* en raison de sa richesse en fer. Celui-ci y est apparent sous la forme

de masses pyriteuses, de rognons de limonite qui proviennent probablement de l'épigénie de la pyrite, mais on y reconnaît de plus des oolithes identiques à celles précédemment décrites et à celle du vrai minerai de fer, et donnant comme elles un squelette siliceux (1).

En résumé, on peut donc affirmer que le minerai de fer, sous la forme exploitée dans le lias supérieur et à la base de l'oolithe inférieure, a apparu dès les temps géologiques les plus anciens, et si nous poursuivions notre enquête à l'aide des renseignements que fournissent les formations jurassiques plus récentes, on peut ajouter que cette forme a continué bien plus tard à se présenter dans les bassins maritimes de nos régions.

### Minerai de fer fort.

Quoique cette espèce de minerai soit très commune dans le département de Meurthe-et-Moselle, elle n'a été exploitée que dans les environs de Longwy, tout autour du village de Saint-Pancré 1.

Grâce à notre confrère, M. le docteur Colliez, de Longwy, nous avons pu étudier les différentes sortes de ce minerai : riches ou peu siliceuses, pauvres ou très siliceuses, pisolithiques (Lexy). Les sortes riches se débarrassent facilement de leur fer par l'action lente et prolongée de l'acide chlorhydrique seul. Le fer et l'alumine passent dans le liquide acide et il reste un squelette siliceux assez abondant, qui se désagrège dans l'eau, à moins que l'on n'opère sur des échantillons plus fortement siliceux. Le résidu étudié au microscope se montre formé de lamelles extrêmement minces, formant un réseau, dans lequel on peut rencontrer des grains quartzeux, et même sur certaines sortes pauvres, des géodes microscopiques tapissées de cristaux de quartz. (Pl. III, fig. 14.)

Les pisolithes de Lexy, de formes très irrégulières, quoique généralement arrondis, de très petite taille (1 à 3<sup>mm</sup> dans leur grand diamètre), sont englobés dans du calcaire cristallin. Ils donnent avec l'acide chlorhydrique pur et l'eau régale un squelette siliceux blanc, qui montre nettement la structure feuilletée de leur écorce, leur noyau sans particule minérale assez volumineuse pour avoir servi de centre d'attraction.

Ce squelette est assez résistant pour pouvoir être coupé en lames minces, avec le rasoir ou le microtome, après solidification par absorption de paraffine.

1. *Les Eaux souterraines anciennes*, par M. le professeur Daubrée, p. 82.

L'examen microscopique de ce squelette n'y révèle rien de particulier.

Outre le fer fort en masses assez volumineuses, et le fer pisolitique qui est une exception, les minières de la région de Saint-Pancré (pl. I), et celles de Lexy en particulier, contiennent des rognons ferrugineux dont certains méritent une mention particulière. Ils sont remplis de cavités qui ont dû certainement contenir, comme cela se voit dans notre minerai oolithique, des fragments de coquilles marines. Dans certaines de ces cavités, on distingue des stries d'accroissement qui ne peuvent appartenir qu'à des débris de ce genre.

On verra plus loin que nous avons fait la même observation sur les rognons ferrugineux non exploités de la région de Nancy qu'il nous reste à étudier.

C'est dans les fissures ou poches du calcaire oolithique inférieur, appelé communément *bâlin*, qu'il se rencontre, au-dessus de Maxéville, aux Quatre-Vents, etc., sous la forme de rognons plus ou moins aplatis et mamelonnés, ou sous la forme de fer pisolitique. Il est toujours en relation avec le remplissage diluvien, et se trouve quelquefois empâté dans des sortes de poudingues de cailloux d'origine vosgienne.

Les réactifs employés pour l'étude du minerai de fer oolithique l'attaquent avec énergie, et le résidu blanchâtre qu'il laisse conserve à peu près la forme du rognon, ce qui démontre *à priori* qu'il y a ici un squelette siliceux.

En coupe, ce minerai apparaît formé de rognons aplatis, à structure zonée, de couches plus ou moins claires, mais toujours composées de la matière ferrugineuse englobant des débris quartzeux. Ces rognons, ou parties du minerai ayant une structure zonée, se trouvent englobés dans une pâte de même nature, mais sans structure aucune.

A la surface de certains échantillons, on remarque un vernis noir brillant qui nous paraît dû à une pellicule très mince de silice plus ou moins imprégnée de fer, si nous étendons à cette sorte de minerai les résultats de l'analyse des pellicules et oolithes ferrugineuses de certaines variétés du minerai de fer oolithique qui présentent la même patine.

Au point de vue de l'origine du minerai de fer fort, sans nous prononcer sur celui de Saint-Pancré que nous n'avons pu étudier sur place, il nous semble qu'elle ne doit pas être attribuée à une cause interne.

Partout, dans nos régions où affleure le calcaire, qu'il soit jurassique

ou triasique, on trouve dans les fissures, du minerai de fer de ce genre. Il est associé aux graviers diluviens venant des Vosges, même aux cotes les plus élevées, et souvent mêlé à des ossements et à des dents d'éléphants fossiles qui pourraient appartenir à une espèce peut-être plus ancienne que le Mammouth.

Enfin, certains échantillons recueillis aux environs de Nancy portent des empreintes en creux de fossiles marins. On comprendra dès lors qu'il est permis d'y voir le résultat d'un lavage qui a fait disparaître une certaine épaisseur de couches à la surface de nos plateaux, plutôt que le résultat d'une émission geysérienne provenant des fissures.

### Minerai de fer oolithique ou Minette.

La formation du minerai de fer oolithique constitue un des traits saillants de la longue ligne de côtes qui traverse le département de Meurthe-et-Moselle du Sud au Nord en passant près de Nancy, pour se prolonger ensuite vers Metz (pl. I). Ces côtes, qui font partie de la bordure jurassique orientale du bassin de Paris, appartiennent au lias supérieur à leur base et sur leurs flancs, à une certaine hauteur, sont couronnées par l'oolithe inférieure. Le minerai de fer oolithique se partage inégalement entre ces deux formations géologiques, ce qui nécessitera une étude de chacune d'elles.

Suivant M. l'ingénieur des mines Cousin<sup>1</sup>, « la formation ferrugineuse paraît s'étendre sous tout le plateau que constituent les « terrains de l'oolithe inférieure à l'Ouest et au Nord du département, sur un peu moins de sa superficie, et se prolonge en Alsace-« Lorraine, en Belgique, dans le grand duché du Luxembourg, et, « probablement aussi, vers l'Ouest, dans le département de la Meuse. « Les couches ferrifères apparaissent à la surface du sol sur les versants des vallées creusées assez profondément dans le plateau, sur « les pentes qui le limitent en le reliant à la plaine liasique et sur « les flancs de toutes les côtes qui en ont été détachées par les érosions. Les affleurements les plus étendus occupent les environs de « Nancy, où ils serpentent d'une manière continue à travers tout le « département autour d'une ligne Nord-Sud de 70 kilomètres de longueur; mais ils y sont en grande partie masqués par les éboulis

---

1. Notice sur l'industrie minérale du département de Meurthe-et-Moselle, p. 375, dans *Nancy et la Lorraine*. Berger-Levrault et C<sup>ie</sup>, 1886. Publié à l'occasion du Congrès pour l'avancement des sciences.

« provenant des couches supérieures. Vers Longwy la formation fer-  
 « rugineuse affleure sur de grandes longueurs dans les vallées voisi-  
 « nes de la frontière nord du département, entre Saint-Pancré et  
 « Villerupt ; le développement des affleurements y est moins consi-  
 « dérable qu'à Nancy, mais ils sont beaucoup plus nets en raison de  
 « l'épaisseur plus grande de la formation, de la pente plus faible des  
 « terrains de recouvrement et des nombreuses attaques à ciel ouvert  
 « dont il a été l'objet..... Dans son ensemble, le gisement ferrifère,  
 « comme les terrains qui l'encaissent, plonge légèrement vers l'inté-  
 « rieur du bassin de Paris, c'est-à-dire vers l'Ouest et le Sud-Ouest,  
 « avec une pente générale comprise entre un et deux centimètres par  
 « mètre. »

En résumé, il y a trois groupes de gisements exploités ou exploi-  
 tables du minerai de fer oolithique en Meurthe-et-Moselle. Deux  
 d'entre eux sont activement exploités, ceux de Longwy et de Nancy ;  
 le troisième constitue en quelque sorte une réserve de l'avenir, c'est  
 celui de Jœuf, Homécourt, Briey, Conflans et environs.

Dans les deux premiers groupes, les exploitations partent des  
 affleurements et poussent leur travaux de galeries jusqu'à une cer-  
 taine distance vers l'Ouest. Aux environs de Longwy, les conditions  
 du gisement permettent d'attaquer le minerai à ciel ouvert.

Dans le troisième groupe, qui sera exploité tôt ou tard, le minerai  
 est abordé par puits, sous le manteau oolithique, loin des affleure-  
 ments. (Pl. I).

La distance maximum vers l'Ouest atteinte par les sondages ac-  
 tuels, à partir des affleurements, est d'environ 20 kilomètres.

Il existe enfin de la frontière à Marbache, le long de la vallée de  
 la Moselle, et de Pont-Saint-Vincent à la limite méridionale du  
 département, une ligne de côtes, flanquée de collines détachées (Sion-  
 Vaudémont), sur les rampes desquelles la zone du minerai apparaît  
 plus ou moins exploitable, mais négligée jusqu'ici. (Pl. I).

Pour comprendre le minerai de fer au point de vue géologique et  
 paléontologique, il est nécessaire de donner ici les caractéristiques  
 des formations qui le contiennent, c'est-à-dire du lias supérieur et de  
 l'oolithe inférieure.

Le minerai de fer liasique appartient à l'horizon de la *Trigonia*  
*navis* et de la *Gryphea ferruginea*.

Il surmonte immédiatement l'horizon de l'*Ammonites Thoarcensis*  
 et de l'*Astarte Voltzii* qui est un massif puissant, d'une épaisseur varia-  
 ble, de 40 mètres au moins, formé de marnes sableuses, d'abord

micacées et fossilifères, intercalées au milieu de masses schisteuses, puis de marnes à nodules cloisonnées, de calcaire marneux, qui disparaissent bientôt pour faire place à des marnes schisteuses avec nodules ferrugineux et grès micacés.

Le minerai de fer à *Trigonia navis* succède immédiatement à cette série, sans limites tranchées.

Cet horizon, allant de 6 à 10 mètres et plus de puissance, admet dans sa composition marno-sableuse, des lentilles plus ou moins puissantes et étendues de minerai de fer oolithique, tantôt compact et fortement calcaire, tantôt marno-calcaire, tantôt oolithique et sableux, méritant les dénominations de couches grises, rouges, brunes, vertes, données aux parties exploitables ou non que traversent sondages et galeries.

Le minerai, partout où il a pu être abordé, conserve ces caractères que nous avons retrouvés dans les échantillons des sondages des environs de Jœuf que nous devons à l'obligeance de M. Sépulchre, directeur des forges de Maxéville.

On sait que les environs de Nancy, d'une part, ceux de Longwy, de l'autre, sont les centres d'une exploitation minière des plus actives ; c'est surtout de ces centres qu'il sera question ici. L'horizon du minerai de fer liasique est habituellement limité dans sa partie supérieure, soit par une sorte de conglomérat ferrugineux avec nodules et fossiles abondants (toit du minerai), qui se termine par une surface taraudée, soit par l'apparition d'un minerai rouge sableux, d'une épaisseur variable, qui, avec *Ammonites Murchisonæ*, contient *Ostrea calceola*, *Pholadomya reticulata*. Ce minerai rouge sableux manque si rarement, qu'on peut le considérer comme la vraie limite supérieure de l'horizon de la *Trigonia navis*, et par conséquent comme le commencement de l'oolithe inférieure, d'autant que vers le nord du département de Meurthe-et-Moselle et dans le Luxembourg, il atteint une puissance considérable.

Le minerai de fer oolithique du bajocien ou oolithique inférieur commence, soit par le minerai sableux rouge, soit par le minerai marno-sableux à galets de marne durcie à revêtement ferrugineux que l'on est convenu d'appeler en Lorraine du nom de *Conglomérat ferrugineux*.

C'est la zone de l'*Ammonites Murchisonæ*, qui a 6 à 10 mètres de puissance et se compose de la série suivante : minerai oolithique inférieur se décomposant en minerai sableux et calcaire à *Ostrea calceola*, très développé dans le groupe de Longwy, moins dans celui de

Nancy, où il est souvent peu distinct des marnes durcies à galets taraudés ou conglomérat.

Le minerai oolithique inférieur prend fin avec l'apparition de marnes sableuses un peu ferrugineuses et fortement micacées, repère excellent dans le N.-N.-E. de la Lorraine, couche allant diminuant d'épaisseur du Nord au Sud, où elles disparaissent ou deviennent peu distinctes.

La faune des deux sortes de minerai est complètement différente pour certaines catégories d'animaux, les céphalopodes, ou ammonites et bélemnites par exemple. Ils sont très abondants et très variés dans le minerai du lias supérieur, rares et peu variés dans le minerai oolithique inférieur, où abondent par contre des espèces très intéressantes de gastropodes, de bivalves, de polypiers, de bryozoaires, de spongiaires; on peut en conclure que les conditions du fond marin ont dû changer, et que la mer a été plus profonde et moins agitée au moment du dépôt du fer liasique que plus tard pendant celui du fer oolithique.

Quels que soient la couleur du minerai et son degré de cohésion, il est surtout constitué par des grains oolithiques, de petite dimension, un demi à un quart de millimètre, de forme sphéroïdale, souvent aplatis, réunis par un ciment argilo-calcaire plus ou moins abondant.

D'après les travaux de MM. les ingénieurs des mines Braconnier<sup>1</sup> et Cousin<sup>2</sup>, les oolithes ferrugineuses qui forment la partie la plus riche de minerai de fer; puisqu'elles contiennent jusqu'à 53 p. 100 de fer, sont constituées par des couches concentriques de peroxyde de fer hydraté, plus ou moins argileux, avec un petit grain central, et leur couche extérieure, mince et dure, enveloppe comme une écorce le remplissage, plus terreux.

Des recherches sur la structure microscopique des oolithes m'ont amené à des résultats qui complètent les données précédentes.

Les coupes minces ne peuvent guère donner d'autres renseignements que ceux que j'ai signalés plus haut. Il est seulement possible, en les multipliant et en choisissant des échantillons dans divers gisements, de constater dans certains cas la nature organique du grain

---

1. *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle*, p. 178; Nancy, 1879.

2. *Notice sur l'industrie minérale dans le département de Meurthe-et-Moselle, Nancy et la Lorraine*, publiée à l'occasion du XV<sup>e</sup> Congrès pour l'avancement des Sciences, p. 369; 1886.

central. C'est souvent un débris de bryzoaire, de foraminifère ou de coquille, plus ou moins minéralisé et pénétré de fer, comme le prouvent des coupes d'oolithes des gisements de Chaligny, de Malzéville, de Ludres. (Pl. II, fig. 1, 2, 3, 4.)

Mais le traitement des oolithes (qu'on peut se procurer en abondance et bien isolées) par les acides étendus, puis par les acides concentrés, l'acide chlorhydrique d'abord, puis l'eau régale à une douce chaleur et pendant un temps qui varie suivant le minéral, donne des renseignements bien plus satisfaisants sur leur structure que les coupes minces.

La calcination paraît favoriser l'action des acides sur les oolithes, qui noircissent d'abord, puis passent au gris fauve et perdent (gisement de Laxou, près Nancy) 13 p. 100 de leur poids.

Les oolithes calcinées ou non, après traitement par les acides, se décolorent et se présentent sous la forme de grains blancs ou gris, légers, transparents, faciles à examiner au microscope. (Pl. II, fig. 5.)

A un faible grossissement, ils permettent de constater qu'il peut y avoir plusieurs grains centraux, qu'ils sont hyalins, et leur résistance à l'eau régale conduit à les considérer comme étant de nature quartzeuse. Les grains centraux sont entourés de couches concentriques bien nettes, les unes minces, transparentes, les autres nuageuses et remplies de grains de sable microscopiques. Ils ressemblent à des grains d'amidon, le corps minéral central jouant en quelque sorte le rôle de hile.

La solution aqueuse de violet de gentiane les colore rapidement, et il est possible de les fixer ainsi dans des préparations.

La soude caustique en dissolution concentrée les dissocie à froid, et, bouillante, les dissout presque complètement, laissant comme résidu les corps centraux et les grains de sable microscopiques. On peut ainsi assister à la dissociation, sous le microscope, de ces squelettes d'oolithes, qui paraissent surtout formés de silice, en raison de leur solubilité dans la soude.

Vu à un fort grossissement (oculaire 12 et objectif à immersion à l'eau avec monture à correction de Zeiss), le squelette de l'oolithe permet d'apercevoir, dans les zones concentriques, des formes de bâtonnets assez généralement orientés suivant la direction de celles-ci. Ces bâtonnets hyalins, dont certains atteignent une longueur de 10  $\mu$  à 12  $\mu$ , rappellent par leur forme, leur apparence, leurs dimensions, plutôt des bactéries que des tronçons de spicules de Spongiaires. Sans qu'il soit permis de rien affirmer à cet égard, on ne peut les

interpréter comme des organismes introduits dans les oolites pendant leur exposition à l'air, ou au cours de la préparation des oolites, en raison de la calcination et du traitement prolongé par l'eau régale.

Les mêmes caractères microscopiques se retrouvent : dans les oolites du minerai *rhétien* de Mazenay (Saône-et-Loire) ; dans les oolites du calcaire ocreux (base du lias moyen des géologues lorrains) de Pulnoy (Meurthe-et-Moselle) ; dans le minerai de fer et le calcaire ferrugineux à oolites du même horizon que le minerai de fer lorrain de Wasseralfingen (Wurtemberg), de Laissey (Doubs), de la Verpillière (Isère) ; de Minwersheim, de Lauw, d'Orschwihr (Alsace). Les minerais de fer oolithiques du callovien du Calvados, des Ardennes, des environs de Belfort, donnent des résultats analogues, mais généralement moins nets, en raison de la richesse des oolites en carbonate de chaux.

Il en résulte que l'on peut considérer les oolites ferrugineuses ci-dessus étudiées comme construites sur le type uniforme suivant : un corps central minéral ou organique, unique ou multiple, entouré de couches concentriques régulières d'une substance riche en silice, dans lesquelles on peut reconnaître des grains de sable hyalins microscopiques, des formes de bâtonnets réguliers. C'est dans l'épaisseur des couches de cette substance que paraît être condensé le fer. (Pl. II, fig. 5.)

Ces recherches sur la nature intime du minerai de fer oolithique ont été complétées par l'étude du minerai des grandes profondeurs, provenant des sondages faits à l'ouest des affleurements aux environs de Jœuf, Homécourt. Elles ont donné les mêmes résultats ainsi que l'analyse d'autres formes du minerai oolithique, telles que la forme *en paillettes* (pl. III, fig. 8, *b*), la forme *zonée* (pl. II, fig. 6, et pl. III, fig. 11) et *incrustante*.

Toujours et partout, sous le fer dont les acides plus ou moins concentrés, employés à froid ou à chaud, vous débarrassent, on trouve un substratum siliceux, zoné ou membraneux, qui paraît être le soutien du fer, et au sujet duquel se posent des problèmes difficiles à résoudre.

A-t-il précédé, suivi ou accompagné la formation du minerai, entre-t-il ou non dans sa composition chimique à l'état de molécule intégrante ou de support ?

Nous voici revenus au sujet du minerai de fer oolithique aux mêmes questions que nous nous posions à propos du minerai de Muschelkalk, comme du minerai de fer fort. Pour achever l'analogie, rappe-

lons que dans notre minerai de fer qui pourrait être appelé du nom minéralogique de *chamoisite*, on trouve aussi des échantillons scoriacés attirables à l'aimant qui appartiennent à la *Berthiérine*, laissant également par les acides un squelette siliceux.

Quelle que soit l'opinion qu'on se fasse sur la nature du minerai de fer liasique et oolithique pris dans son ensemble, on voit que son mode de formation n'est pas aussi simple que le pensait M. Braconnier, qui l'attribuait à un dépôt littoral<sup>1</sup>.

« La nature des fossiles marins qu'on rencontre dans les minerais, « la présence de nombreux fragments de bois, la structure oolithique, « l'obliquité des veines de calcaire formé, le plus souvent, de coquilles « brisées et agglutinées, la disposition oblique des lits de calcaire « ferrugineux, sont autant de preuves à l'appui d'un dépôt littoral.

« L'oxyde de fer provient sans doute de la décomposition du carbonate de fer que des sources amenaient à cette époque, en dissolution, à la faveur d'un excès d'acide carbonique, par des fissures, « débouchant dans la mer ; l'oxyde était progressivement rejeté vers « le rivage. »

Dans la série des couches composant le minerai de fer oolithique de Lorraine, celles qui appartiennent au bajocien méritent seules les caractéristiques ci-dessus énumérées. Le minerai de fer liasien, qui est surtout exploité dans le groupe de Nancy, a au contraire une faune de haute mer, à en juger par l'abondance extraordinaire des céphalopodes. Par contre, les sédiments du commencement du bajocien, qu'on appelle dans nos régions *conglomérat*, ont assez évidemment le caractère littoral. Mais le minerai de fer cesse d'être exploitable là où ce caractère se prononce (groupe de Nancy), tandis que dans le groupe de Longwy, où le commencement du bajocien n'a pas ce caractère aussi nettement littoral, le minerai continue à être exploitable.

On ne peut donc pas affirmer que le minerai de fer oolithique de Lorraine ait, en bloc, la nature d'une formation de rivage. De plus, les travaux récents de sondage montrent qu'il se retrouve, avec les mêmes caractères, sur plus de 20 kilomètres de largeur à partir des premiers affleurements, de l'Est à l'Ouest (environs de Briey), et nul ne sait où ce dépôt ferrugineux se termine en plongeant sous les couches jurassiques supérieures du bassin de Paris.

---

1. *Description des terrains qui constituent le sol du département de Meurthe-et-Moselle*, Nancy, 1879, p. 203.

Ces raisons et d'autres que nous allons développer nous font pencher vers la théorie de la formation des minerais sur place, dans une mer moyennement profonde, mais aux fonds inégaux.

Les faits suivants peuvent être invoqués à l'appui de cette théorie.

La présence d'oolithes ferrugineuses bien formées dans les vacuoles les plus étroites du tissu osseux des vertèbres d'ichtyosaures du minerai liasien ne peut s'expliquer que par leur formation sur place, par apport dans la cavité des éléments nécessaires, grains de sable, silice et alumine. Le diamètre de ces oolithes est trop grand pour qu'elles soient venues du dehors. (Pl. II, fig. 7.)

Le minerai de fer d'apparence vacuolaire ou écumeuse que l'on rencontre quelquefois à la surface des bancs du calcaire bathonien moyen aux environs de Villey-Saint-Étienne, sous l'horizon à *Anabacia orbulites*, traité par le procédé indiqué plus haut, se montre formé d'un réseau siliceux, dans lequel se sont formées des oolithes. (Pl. III, fig. 13.) Certaines d'entre elles ne sont pas achevées et ne se détachent pas bien du réseau, d'autres au contraire sont bien conformées comme celles du minerai de fer liasien et bajocien.

Le squelette siliceux, lamellaire ou oolithique, qui sert de support à l'hydroxyde de fer dans les divers minerais de fer fort et de fer oolithique, se rencontre également, moins développé, dans les rouilles anciennes qui se sont formées autour des objets en fer dans la terre ou sous l'eau.

Des fragments de poignée d'épée du type Henri II, trouvés dans les dragages de la Moselle à Pont-à-Mousson, par M. E. Robert, donnent comme résidu, par les procédés employés pour les minerais, non seulement des lames siliceuses très minces<sup>1</sup>, vitreuses, craquelées, reproduisant par des cannelures l'empreinte des fibres du fer nerveux des poignées d'épée, mais encore des coques siliceuses isolées ou réunies en réseaux de près de 1<sup>mm</sup> de diamètre. (Pl. III, fig. 12.) Certaines de ces coques siliceuses ont été obtenues isolées par l'action des acides et avaient l'apparence d'oolithes, n'ayant qu'une coque mince de silice, au lieu d'en avoir plusieurs couches successives. (Pl. III, fig. 10.)

La rouille d'un fer à cheval provenant d'une sépulture ancienne laisse comme résidu des lames minces de silice moulées sur les fibres du fer et disposées en réseaux. (Pl. III, fig. 15.)

---

1. Ces lames siliceuses se montrent, à la lumière polarisée, composées de grains de sable quartzeux très fins, agglutinés par de la silice colloïde.

Des clous de tombes mérovingiennes du cimetière de Pompey (Meurthe-et-Moselle), soumis à l'action ménagée de l'acide chlorhydrique étendu, puis plus concentré, laissent voir un squelette siliceux vitreux complet, qui recouvrait l'hydroxyde de fer et protégeait ce qui restait de métal intact contre l'oxydation.

Ces faits, auxquels nous pourrions en joindre d'autres, suffisent à montrer que certaines rouilles anciennes produites sous l'eau ou sous terre reproduisent la structure des minerais de fer sédimentaires.

Le processus de leur formation paraît avoir été le suivant, dans le cas du fer nerveux ou lamellaire, des poignées d'épée, des fers à cheval, des clous. D'abord, dissociation des éléments fibreux ou lamellaires du fer par suite de l'oxydation, foisonnement autour de l'objet en train de se rouiller, dépôt de silice par-dessus la rouille en train de se former, comme dans son épaisseur. La silice sert à fixer l'hydroxyde de fer et a souvent protégé le métal resté intact. L'éclatement des fibres du fer a été si énergique que dans le cas des poignées d'épées, des vides se sont produits entre les fibres dans lesquels des grains de sable ont servi de centres d'attraction à la silice qui les a entourés d'une coque. (Pl. III, fig. 12.)

En résumé, dans ces rouilles d'une nature spéciale, les acides étendus et concentrés enlèvent l'hydroxyde de fer, le fer restant et laissent un squelette siliceux qui rappelle celui des minerais de fer oolithiques et lamellaires.

La seule différence consiste en l'absence d'alumine dans le liquide provenant de la réaction des acides sur la rouille.

Mais leur étude livre encore un autre renseignement sur lequel il faut insister. La poignée d'épée type Henri II, étudiée par nous, a été, d'après M. E. Robert, jetée au fond de la Moselle à Pont-à-Mousson, à la suite d'une action de guerre mentionnée dans l'histoire de cette ville à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle. L'oxydation s'effectuant assez lentement au fond de l'eau, il s'ensuit que la formation des coques oolithiques n'a pas pris un temps extrêmement long.

L'examen microscopique du minerai de fer pisolithique aboutit à des résultats analogues.

Leur structure est identique à celle des oolithes; on y trouve: squelette siliceux blanc, formé de couches concentriques; corps central assez homogène, avec quelques rares grains de sable très fins. Cette composition s'explique difficilement par les théories courantes qui sont les mêmes que pour les oolithes. Nous préférons expliquer leur formation en les rapprochant des petits nodules ferrugineux qui

se forment encore actuellement et que nous avons rencontrés dans les roches tuffacées du fond du Madon, retirées des dragages lors de la construction du pont de Pulligny.

Ils rappellent les corps centraux des pisolithes par leur composition et leur apparence. Les acides leur enlèvent le fer, laissent de la silice, avec des débris végétaux charbonneux et ces bâtonnets, ayant la forme de bactéries, que nous avons retrouvés dans tous les squelettes siliceux de minerais de fer sédimentaires.

Ces données nouvelles nous permettent de proposer la théorie suivante de la formation de notre minerai de fer oolithique.

Le minerai de fer oolithique se présentant sous forme de lentilles très irrégulièrement distribuées par zones, sur 25 à 30 mètres environ d'épaisseur de sédiments, on peut comprendre que partout, au même moment, les conditions favorables à sa formation ne se soient pas rencontrées.

Ces conditions, nous les connaissons aujourd'hui. Ce sont : la présence simultanée en un point de fer dissous ou à l'état de suspension, de silice et d'alumine. C'est par le jeu combiné de ces trois éléments, que l'eau de mer pouvait contenir en proportions variables, que le dépôt a pu s'effectuer. Il est possible que les choses se soient passées ainsi. Sur certaines surfaces des fonds de mer en forme de cuvettes peu profondes, se sont accumulées des vases fortement siliceuses et un peu alumineuses qui ont fixé au fur et à mesure le fer des eaux qui passaient au-dessous ou au milieu d'elles. Il n'est pas nécessaire d'admettre que la proportion de fer entraînée par les eaux soit très considérable ; elle devait cependant l'être plus que dans les eaux de mer normales, mais pas assez forte pour gêner la vie animale.

L'alumine et la silice à l'état gélatineux, d'après des expériences faites avec notre collègue, M. le professeur Schlagdenhauffen, fixent très bien, l'alumine surtout, le fer des solutions ferrugineuses et les éclaircissent rapidement par précipitation de l'oxyde de fer.

La silice et l'alumine auraient peu à peu englobé dans un réseau tout le fer qui se présentait, et plus tard seulement, dans cette sorte d'écume demi-solide, ferrugineuse et siliceuse, les oolithes se seraient formées par condensation de silice, de fer, d'alumine en couches concentriques autour d'un centre d'attraction, grain de sable ou débris organique, comme on le voit dans le minerai de fer du bathonien moyen.

Les oolithes résultent en effet d'une sorte de condensation, de concentration du fer dans la masse silico-ferrugineuse, et ce qui

prouve que le fer y est plus fortement retenu que dans la masse qui les entoure, c'est que dans certains minerais (Laxou) les eaux, après coup, ont pu enlever le fer à celle-ci, mais non aux oolithes. (Pl. III, fig. 8.)

Ceux-ci restent intacts avec tous leurs caractères extérieurs au milieu de la masse siliceuse blanche dans laquelle ils sont logés comme dans des alvéoles. (Pl. III, fig. 9.)

Nous nous en tiendrons à ces premiers résultats d'une enquête qui n'est pas terminée sur ce sujet et sur laquelle nous espérons pouvoir renseigner plus complètement la *Société industrielle de l'Est*.

Le géologue et le minéralogiste se déclarent incompetents lorsqu'il s'agit de la technique du maître de forges, mais ils s'intéressent aux résultats de leurs opérations, surtout lorsqu'ils peuvent l'éclairer sur certaines questions.

C'est en qualité d'archéologue que nous avons été amené à étudier comparativement, à l'aide de coupes transparentes, les scories d'exploitation du fer anciennes et modernes, et voici les résultats auxquels nous sommes arrivé.

Les amas de scories, indices d'exploitations anciennes, dont quelques-unes pourraient bien être préromaines, sont extrêmement fréquents aux environs de Nancy, sur les flancs du massif de Haye, sur le sommet de ce plateau, là où le minerai affleure.

Il nous a paru intéressant d'étudier comparativement, à l'aide du microscope, une scorie de ce genre provenant du fond de l'unique source, encore actuellement existante du lieu dit *les Cinq-Fontaines*, près de Clairlieu, à gauche de la route de Nancy à Maron, et une scorie actuelle provenant d'un des hauts-fourneaux de Champigneulle.

La scorie des Cinq-Fontaines (pl. IV, fig. 17) contient encore de la limonite, comme le prouvent son aspect et sa couleur, soit sur la coupe, soit sur les échantillons. Au microscope on s'aperçoit cependant que la vitrification est complète, que la matière scoriacée ou vitreuse transparente forme le fond de la scorie sur lequel les arborisations dendritiques noires se sont développées. Par places, la matière vitreuse et les arborisations qui s'y ramifient sont encore tout imprégnées de limonite, et dans les cavités bulleuses il reste des traces de minerai très siliceux non réduit. La scorie actuelle de Champigneulle est bien moins vitreuse, presque dévitrifiée dans sa totalité, en cristaux ébauchés, et les dendrites noires y sont rares ; elle ne contient pas de traces de limonite. (Pl. IV, fig. 16.)

On ne peut s'empêcher d'en conclure, et c'est par là que nous terminons, que les procédés de fabrication modernes ont une immense supériorité sur les anciens.

## EXPLICATION DES PLANCHES

### PLANCHE I

Carte générale des gisements de fer fort, de minette exploitée ou non dans le département de Meurthe-et-Moselle.

### PLANCHE II

*Fig. 1.* — Deux oolithes du minerai de fer de Laxou (Meurthe-et-Moselle) dessinées d'après une coupe mince à la chambre claire, au grossissement de 80 diamètres. Le corps central a été enlevé au cours de la préparation.

*Fig. 2.* — Une oolithe du même gisement avec un corps central de nature indéterminable, même grossissement, d'après une coupe à la chambre claire.

*Fig. 3 et 4.* — Oolithe du même gisement, *fig. 3*, vue au grossissement de 80 diamètres, avec un corps central de nature organique (débris de polypier ou de bryzoaire), *fig. 4*, vue avec le grossissement de 230 diamètres ; dessinés à la chambre claire, d'après une coupe.

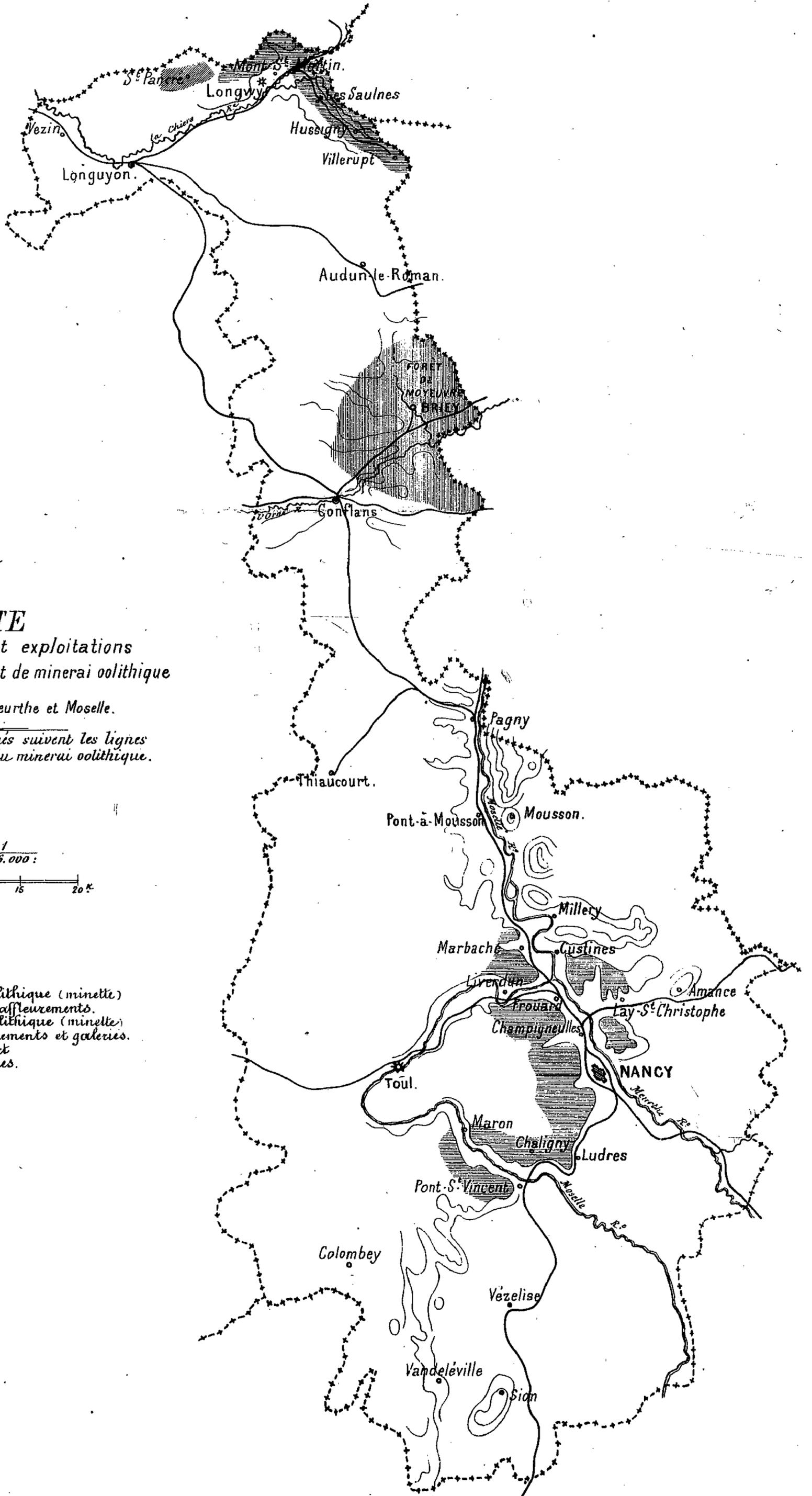
*Fig. 5.* — Une oolithe du même gisement, privée de l'hydroxyde de fer par l'action des acides, et réduite à son squelette siliceux et son corps central. A un plus fort grossissement, le pointillé montre par places des bâtonnets.

*Fig. 6.* — Une coupe de minerai de fer zoné de Chavigny à un faible grossissement.

*Fig. 7.* — Coupe d'une portion de corps de vertèbre d'ichthyosaure de très petite taille incluse dans un nodule du minerai de fer de Ludres, au grossissement de 80 diamètres, pour faire voir l'inclusion des oolithes dans les cavités les plus ténues de cet os : *a*, remplissage de la cavité du tissu spongieux de l'os par du sable fin ; *b*, tissu spongieux de l'os formant des sortes de trabécules ; *c*, cellule osseuse ou ostéoplaste étoilé ; *d*, fragments de spicules de spongiaires canaliculés.

### PLANCHE III

*Fig. 8.* — Minerai de fer oolithique de Laxou (Meurthe-et-Moselle), dont la gangue *a* se trouve privée d'hydroxyde de fer par l'action des eaux souterraines, tandis que les oolithes incluses sont intactes ; *bb*, lamelles d'hy-

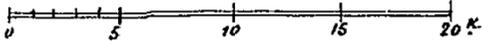


**CARTE**  
 des affleurements et exploitations  
 des minerais de fer fort et de minerai oolithique

du Département de Meurthe et Moselle.

Tous les reliefs indiqués suivent les lignes  
 d'affleurement du minerai oolithique.

Echelle de  $\frac{1}{396.000}$



*Légende.*

-  Minerai de fer oolithique (minette) concédé hors des affleurements.
-  Minerai de fer oolithique (minette) exploité en affleurements et galeries.
-  Minerai de fer fort des poches et fissures.

PLANCHE - II



Fig. 1.  
Gros. 80 fois

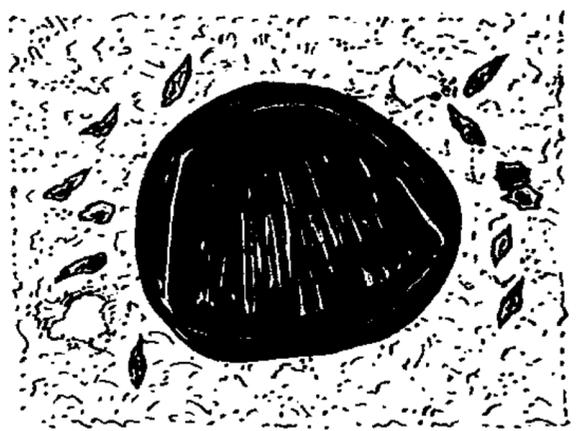


Fig. 2.  
Gros. 80 fois

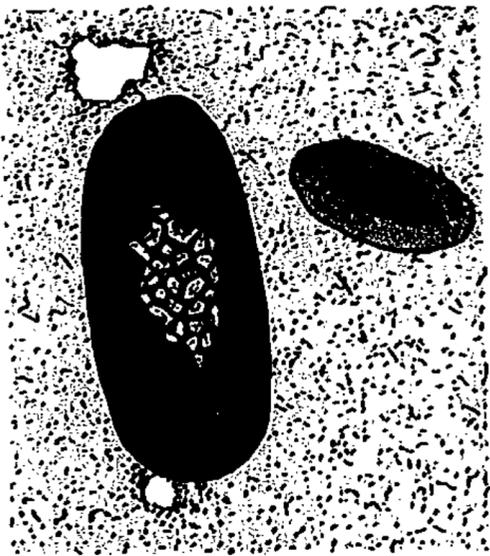


Fig. 3.  
Gros. 80 fois

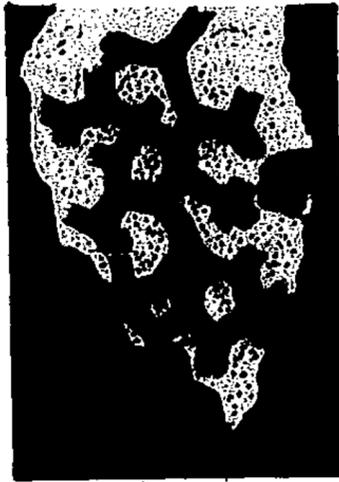


Fig. 4.  
Gros. 230 fois



Fig. 5.  
Gros. 80 fois

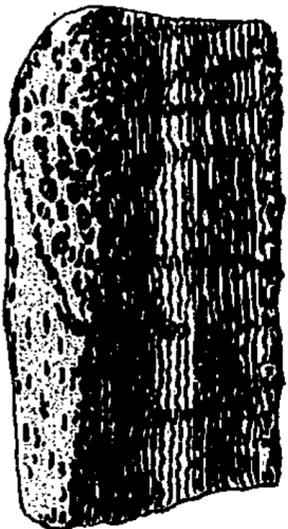


Fig. 6.

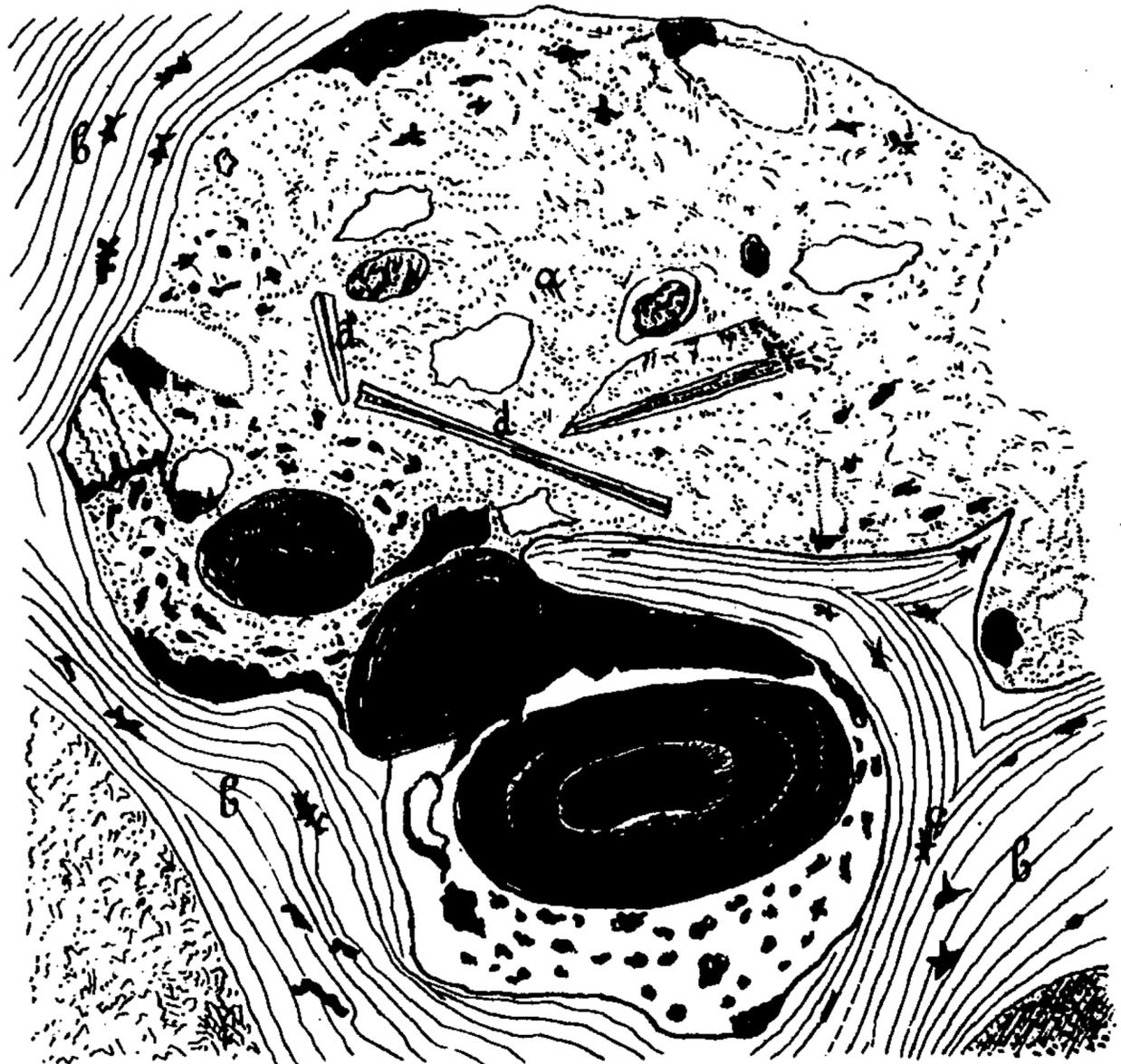


Fig. 7.  
Gros. 80 fois

PLANCHE III

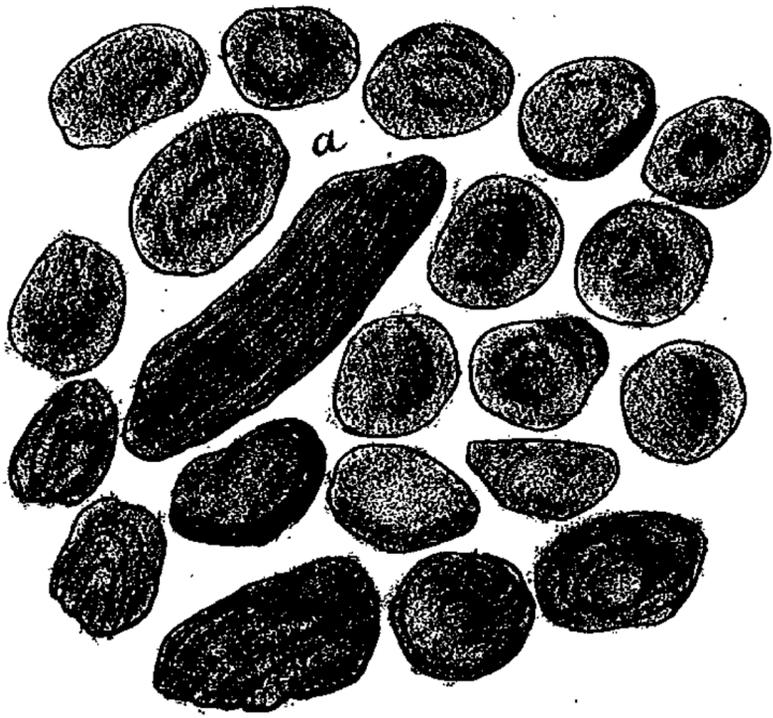


Fig. 8.

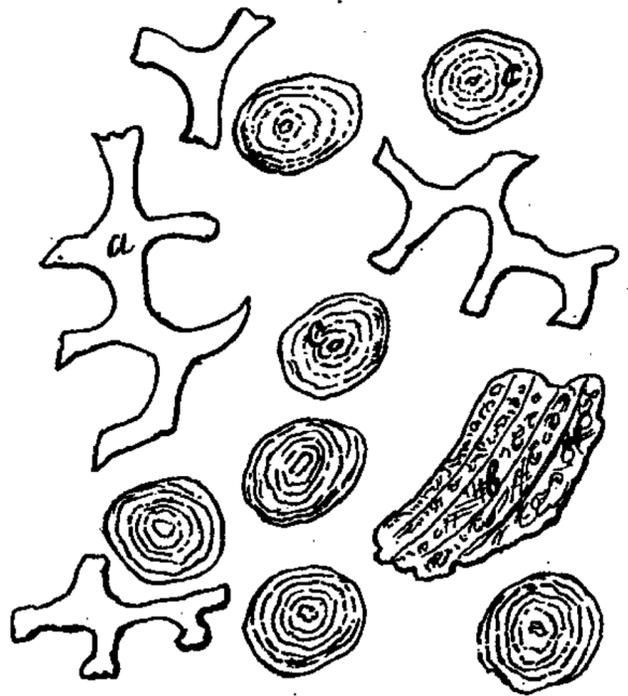


Fig. 9.

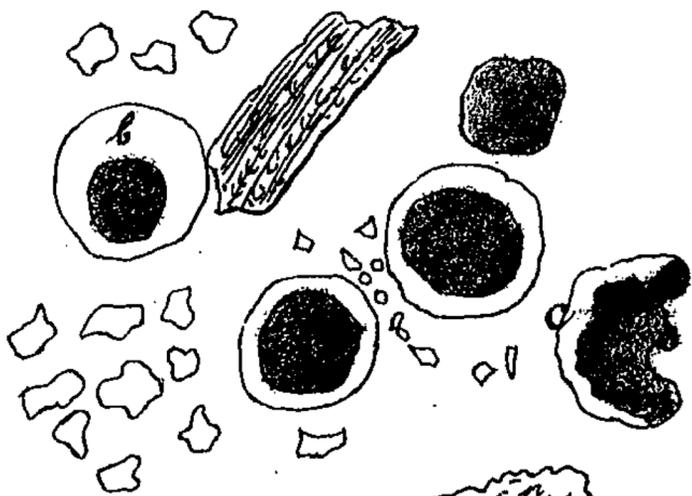


Fig. 10.

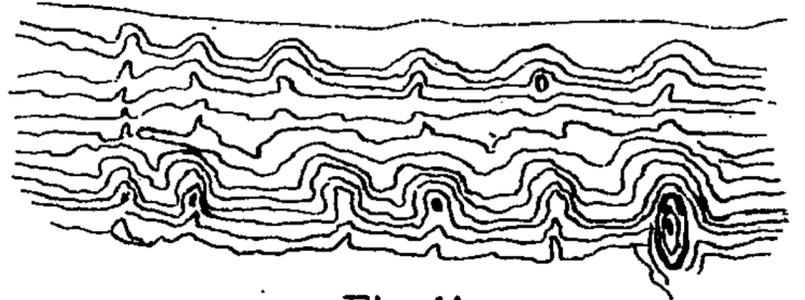
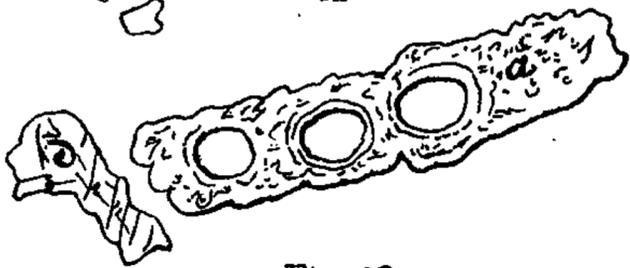


Fig. 11.

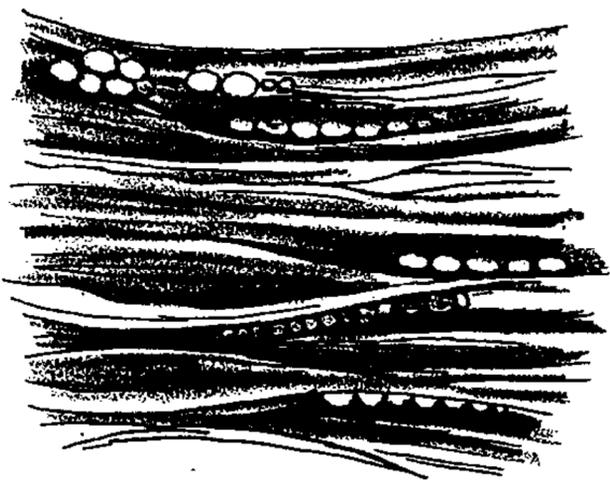


Fig. 12.

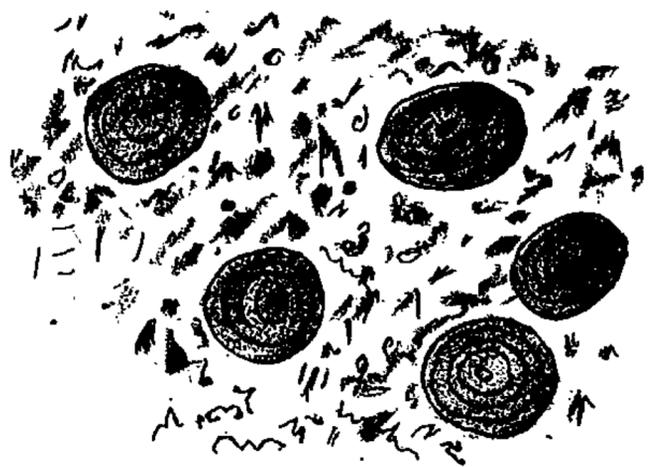


Fig. 13.

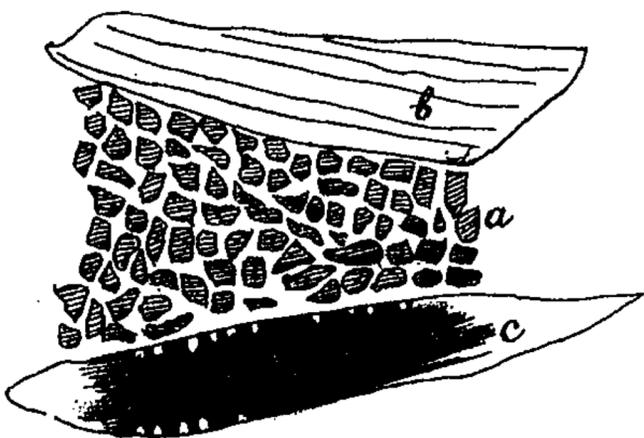


Fig. 14.

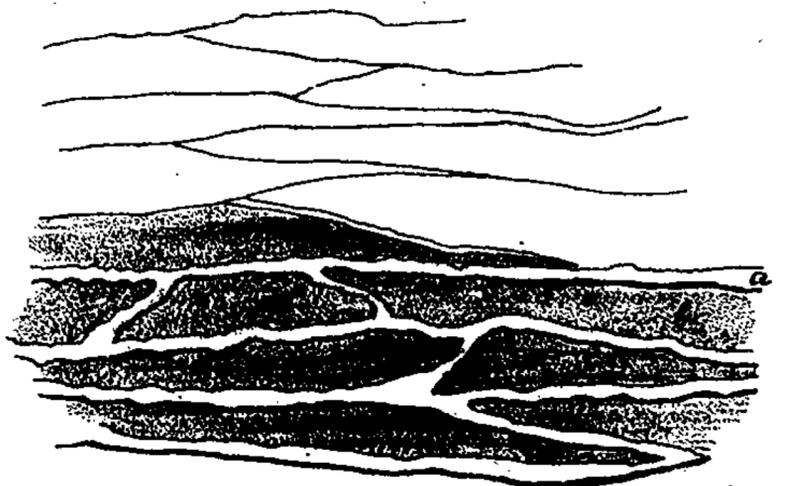


Fig. 15.

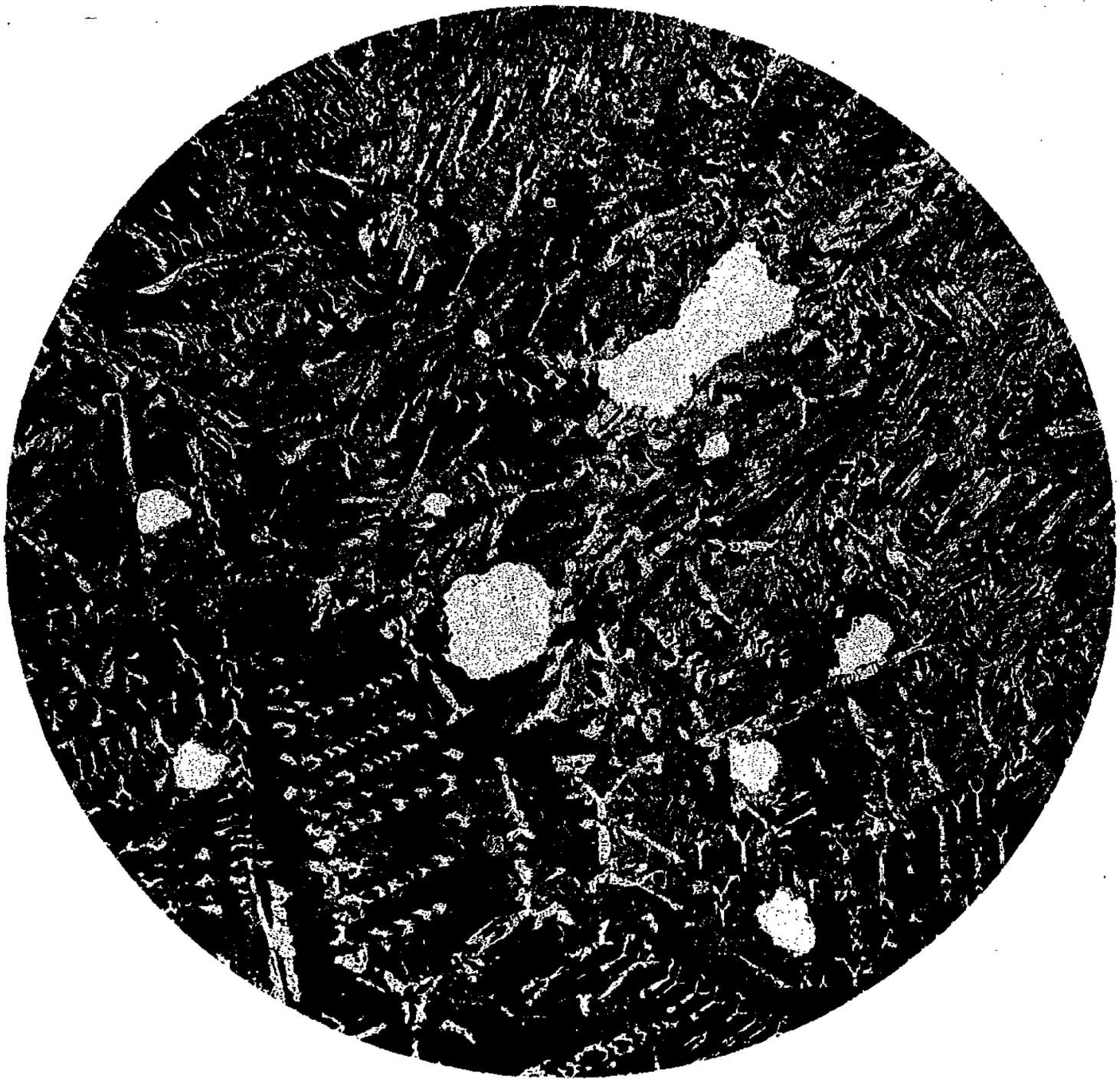
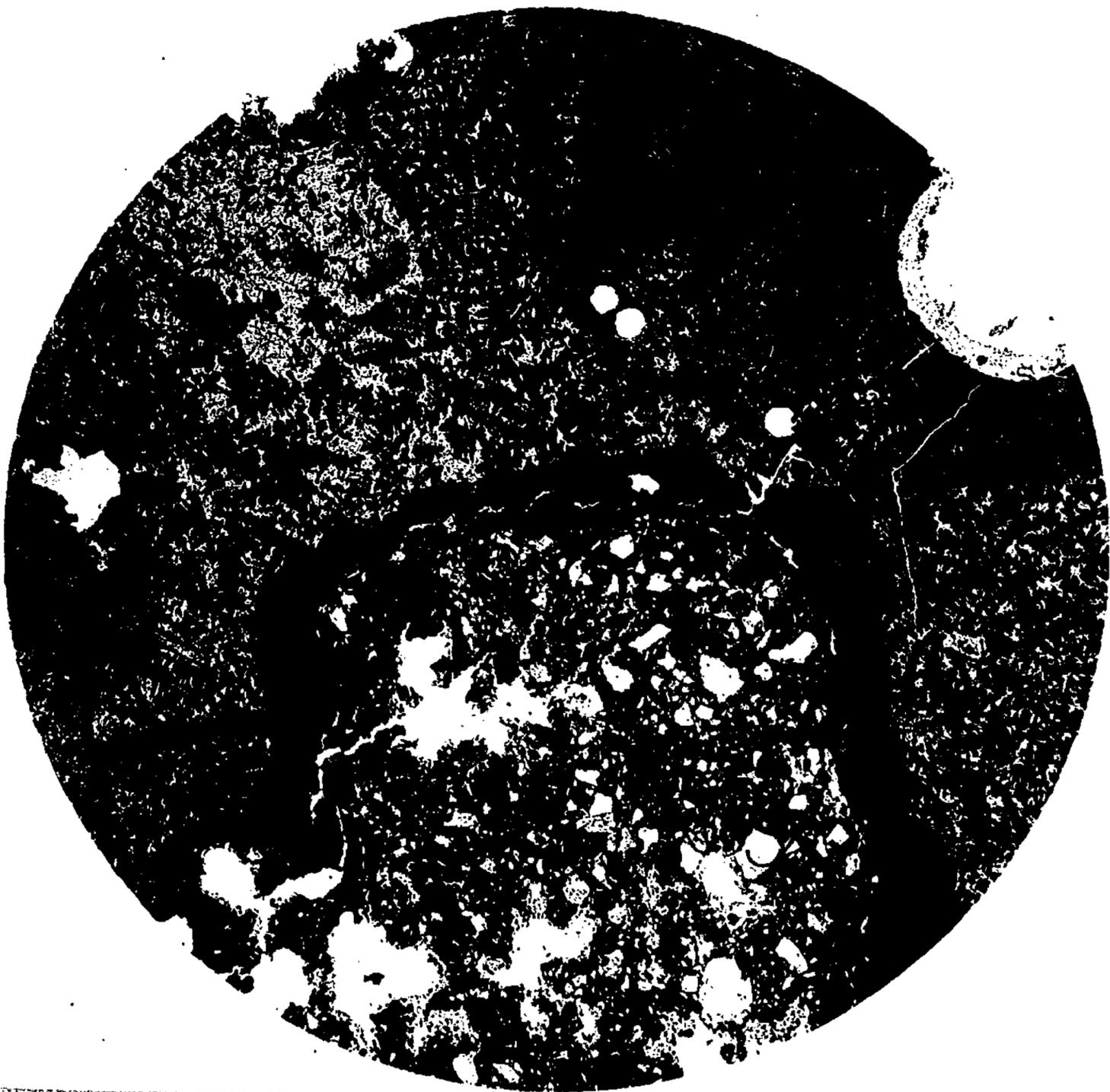


Fig. 16



droxyde de fer sur lesquelles on reconnaît les stries d'accroissement de coquilles marines ; *c*, oolithes.

*Fig. 9.* — Même minerai de fer, après dissociation par les acides : *a*, fragments de gangue isolés ; *b*, lamelles dans lesquelles on peut reconnaître des débris de coquilles, réduites à l'état de squelette siliceux transparent ; *c*, oolithes réduites à l'état de squelette siliceux.

*Fig. 10.* — Formes diverses du squelette siliceux obtenu par l'action des acides étendus, sur un fragment rouillé de poignée d'épée de la fin du xvi<sup>e</sup> siècle, trouvé dans les dragages de la Moselle à Pont-à-Mousson : *a*, lame siliceuse vitreuse très mince percée de trous régulièrement disposés ; *b*, coque siliceuse vue par transparence avec son corps central ; *c*, coque siliceuse entr'ouverte ; *d*, lame siliceuse.

*Fig. 11.* — Coupe du minerai de fer zoné de Chavigny de la planche I, fig. 6, à un plus fort grossissement, pour faire voir la disposition zonée des lames siliceuses obtenues sur ce minerai par l'action des acides, et en *a* la relation qui existe entre les oolithes et les zones membraneuses de silice.

*Fig. 12.* — Un fragment de la poignée d'épée qui a servi à la préparation de la figure 10, après action ménagée des acides étendus. Entre les fibres du fer dissociées se trouvent nichées des coques siliceuses formant réseau (voir fig. 10).

*Fig. 13.* — Le minerai de fer du calcaire bathonien moyen de Villey-Saint-Étienne composé d'oolithes plus ou moins complètement isolées au milieu d'un magma silico-ferrugineux.

*Fig. 14.* — Le minerai de fer fort de Saint-Pancré après l'action des acides : *a* est un réseau silico-ferrugineux, dans lequel les parties blanches dont l'épaisseur est exagérée, représentent les mailles du réseau siliceux qui retient l'hydroxyde de fer qui se trouve dans les parties ombrées ; *b* représente les inclusions argilo-ferrugineuses zonées qu'on rencontre dans ce minerai ; *c*, les géodes étroites et allongées tapissées de petits cristaux de quartz.

*Fig. 15.* — Réseau siliceux, *a* de la rouille d'un fer à cheval d'une sépulture ancienne ; *b* est l'hydroxyde de fer fixé par le réseau siliceux.

NOTA. — Toutes les figures de la planche III sont schématiques.

#### PLANCHE IV

*Fig. 16.* — Coupe d'une scorie de haut-fourneau de Champigneulle.

*Fig. 17.* — Coupe d'une scorie ancienne des Cinq-Fontaines près Villers-lès-Nancy, avec portions de minerai non réduites à gauche.