

CHAPITRE V

LIAS SUPÉRIEUR ET DOGGER INFÉRIEUR

TOARCIEN ET AALÉNIEN INFÉRIEUR

On divise généralement le Toarcien en cinq zones paléontologiques qui sont, de la base au sommet :

- 1° Zone à *Harpoceras falciferum*.
- 2° Zone à *Hildoceras bifrons*.
- 3° Zone à *Grammoceras fallaciosum*.
- 4° Zone à *Ludwigia aalensis*.
- 5° Zone à *Lioceras opalinum*.

En Lorraine, on ne retrouve que les quatre premières de ces zones, *Lioceras opalinum* n'étant signalé qu'en Lorraine annexée mais pas en Meurthe-et-Moselle.

Cependant, en 1892 (245), M. Haug, à la suite de considérations sur les faunes du Toarcien et du Bajocien adopta le terme d'*Aalénien*, tel qu'il était compris par Mayer-Eymar. L'apparition des *Dumortieria* en nombre considérable est, en effet, un fait paléontologique très important et qui fait ressortir une différence bien plus grande entre les faunes des deux zones à *Ludwigia aalensis* et à *Dumortieria pseudoradiosa* qu'entre les faunes des zones à *Lioceras opalinum* et à *Ludwigia Murchisonae*, zones entre lesquelles les auteurs français plaçaient généralement la limite des étages : Toarcien et Bajocien.

S'il est vrai que dans une bonne partie de la Lorraine, on observe, au milieu de l'Aalénien une lacune importante due peut-être à une régression temporaire et locale de la mer, ce fait n'est pas assez important pour primer les raisons paléontologiques et motiver le maintien de l'ancienne subdivision. J'adopterai donc, à la suite de M. Haug, la subdivision en

	Bathonien
	Bajocien
	Aalénien
DOGGER	
<hr/>	
LIAS SUP	Toarcien

en attribuant à l'étage Aalénien les zones suivantes de haut en bas :

Zone à *Sonninia Sowerbyi*.

Zone à *Harpoceras concavum*.

Zone à *Sonninia Murchisonae*.

Zone à *Lioceras opalinum*.

Zone à *Dumortieria pseudoradiosa*.

Cependant, pour la facilité de l'exposition, je conserverai provisoirement aux termes Toarcien et Bajocien leurs anciennes significations et n'introduirai le terme Aalénien que dans les tableaux de la répartition des zones.

Le Toarcien correspond à l'étage appelé par Dewalque (140) *Schiste et marne de Grand-Cour*.

Cet auteur a étudié le Lias supérieur dans le Luxembourg belge. Il lui attribue la constitution suivante :

À la base, *des schistes bitumineux*, et, à la partie supérieure, *des marnes bleues avec nodules calcaires*.

« Le schiste ou plutôt le caleschiste bitumineux est pyritifère ou gypsifère, gris ou noirâtre, se laissant facilement couper au couteau, onctueux sur la tranche, assez tenace pour se laisser diviser en minces feuillets qui se dilatent à l'air.

« Les marnes sont argileuses, gypsifères, terreuses et plastiques, quelquefois schistoïdes, gris-bleuâtre parfois mêlé de jaunâtre, surtout vers le haut. Elles renferment des nodules calcaires, tantôt bleuâtres ou grisâtres, compactes ou pétris de fossiles, tantôt argileux, grisâtres, sous forme de *septaria* contenant des veines de calcaire blanc fibreux, paraissant remplir des fissures de retrait, géodiques ou non, tantôt argilo-ferrugineux à couches concentriques ; ceux-ci sont rares, les premiers sont communs ; ils paraissent occuper plus spécialement la partie moyenne des marnes. On rencontre aussi quelques bancs minces de calcaire bleuâtre ou noirâtre, fibreux, ou passant à la lumachelle.

« Le schiste de Grand-Cour a été exploité à Aubange pour la préparation du bitume ; on y a recueilli des débris de reptiles et de crustacés, mais surtout beaucoup de poissons et de céphalopodes, spécialement de la famille des loligidés. Nous n'y avons guère rencontré que les espèces suivantes :

Ammonites communis SOWERBY.

— *complanatus* BRUGUIÈRE.

— *serpentinus* SCHLOTHEIM.

Inoceramus gryphoïdes GOLDFUSS.

Avicula substriata v. ZIETEN sp.

Posidonomya Bronni VOLTZ.

Pecten incrustatus DEFANCE.

— *textorius* SCHLOTHEIM.

« La marne est beaucoup plus riche : voici la liste des céphalopodes que nous y avons recueillis, avec celle des autres fossiles les plus caractéristiques :

<i>Belemrites acuarius</i> SCHLOTHEIM.	<i>Ammonites Holandrei</i> D'ORBIGNY.
— <i>compressus</i> VOLTZ.	— <i>mucronatus</i> D'ORBIGNY.
— <i>incurvatus</i> v. ZIETEN.	— <i>radians</i> REINECKE.
— <i>irregularis</i> SCHLOTHEIM.	— <i>Raquinianus</i> D'ORBIGNY.
— <i>tripartitus</i> SCHLOTHEIM.	— <i>serpentinus</i> SCHLOTHEIM.
<i>Ammonites bifrons</i> BRUGUÈRE.	— <i>variabilis</i> D'ORBIGNY.
— <i>Braunianus</i> D'ORBIGNY.	<i>Astarte subletragona</i> v. MÜNSTER.
— <i>Comensis</i> v. BUCH.	<i>Arca inaequivalvis</i> GOLDFUSS.
— <i>communis</i> SOWERBY.	<i>Avicula substriata</i> v. ZIETEN SP.
— <i>complanatus</i> BRUGUÈRE.	<i>Posidonomya Bronni</i> VOLTZ.
— <i>concavus</i> SOWERBY.	<i>Discina papyracea</i> SOWERBY SP.
— <i>cornucopiae</i> YOUNG and BIRD.	<i>Lingula longoviciensis</i> TERQUEM.
— <i>heterophyllus</i> SOWERBY.	

« Cette faune appartient de la manière la plus tranchée à l'horizon des schistes ou marnes à Posidonies, horizon si remarquable par la constance de ses caractères minéralogiques sur une vaste étendue de pays. Au contraire, la zone de l'*Ammonites jurensis* v. ZIETEN y paraît à peine représentée, et l'on peut être certain d'un autre côté, qu'elle ne se rencontre pas plus haut, parmi les couches que nous rapportons à l'oolithe inférieure. Il en serait de même dans le département des Ardennes, de la Meuse et de la Moselle, d'après les listes de fossiles données par M. Buvignier et M. Terquem. D'un autre côté, la transition au psammite ferrugineux de Mont-Saint-Martin (grès supraliasique) se fait d'une manière telle que l'on ne peut guère songer à admettre une interruption dans la sédimentation, d'autant plus que l'on y retrouve plusieurs de nos espèces toarciennes. »

Dewalque n'attribue qu'une trentaine de mètres de puissance à cet étage, mais Jacquot, Terquem et Barré qui, en 1868, l'étudièrent dans le département de la Moselle, lui attribuent 100 à 110 m. Ils y distinguent, sous le rapport minéralogique, quatre assises :

« 1° Un dépôt argilo-marneux qui constitue la masse principale de l'étage ; 2° un grès auquel on a donné le nom de supraliasique ; 3° l'hydroxyde oolithique dont le gisement se trouve si bien reconnu par les travaux ouverts dans la partie occidentale du département ; 4° enfin, les marnes micacées qui recouvrent ce gîte. »

Branco a étudié en 1879 (65) d'une façon spéciale, le Toarcien de la Lorraine annexée ; l'auteur considère comme faisant seulement partie du Lias supérieur, les *Posidonomyen Schichten* (marnes bitumineuses) et un système de marnes noires dans lesquelles se rencontrent souvent de gros calcaires noduleux qui renferment les mêmes fossiles que les schistes bitumineux. Ces marnes surmontent les schistes à Posidonies, et font partie du même horizon paléontologique correspondant au *Lias*.

Branco signale le niveau à fossiles blancs (zone à *Cæloceras crassum*) très fossilifère à Juville. Il considère ce que l'on appelle zone à *Hildoceras bifrons* comme la zone à *Lytoceras Jurensis* et fait commencer le Dogger inférieur avec l'horizon à *Ammonites torulosus* qui renferme *Astarte Vollzi* et *Cerithium armatum*, cette zone n'est du reste que la partie inférieure de la zone à *Harpoceras striatulum*.

Le Dogger inférieur comprend, d'après cet auteur, à partir de la base :

1° La zone à *Harpoceras striatulum* avec deux subdivisions :

a) Marnes à *Astarte Voltzi* et *cerithium armatum* ; les fossiles caractéristiques sont : *Harpoceras striatulum*, *Belemnites irregularis*, *Belemnites acuarius*, *Astarte Voltzi*, *Trigonia pulchella*, *Nucula Hausmanni*.

b) Marnes que Quenstedt et Oppel considèrent comme zone à *Ammonites torulosus*. Zone à *Ammonites concavus* des auteurs français. Cette zone renferme comme fossiles : *Harpoceras striatulum*.

2° La zone à *Gryphaea ferruginea* et *Trigonia navis* comprenant deux subdivisions :

a) Grès supraliasique.

b) Minerai de fer (couche noire et couche grise).

3° La zone à *Harpoceras Murchisonae* et *Pholadomya reticulata* comprenant deux subdivisions :

a) Couches supérieures de minerai de fer (rouge et sableuse).

b) Région supérieure, marnes grises micacées.

Au-dessus de cette dernière zone commence la zone à *Harpoceras Sowerbyi* et *Gryphaea sublobata*.

Ainsi Branco comprenait le Bajocien inférieur et le Toarcien d'une façon toute différente de la nôtre.

Dans sa description des terrains de Meurthe-et-Moselle, Braconnier donne aux marnes comprises entre le grès à *Amaltheus spinatus* et le minerai de fer le nom d'Étage O et au minerai de fer le nom d'Étage P.

« Aux abords de Nancy, cet étage, d'une puissance totale de 82 mètres, se compose des « assises suivantes, en allant de bas en haut :

« 3 mètres de marnes un peu sableuses renfermant un ou deux bancs de calcaire argileux de 0 m. 15 d'épaisseur ; on y trouve, en abondance le *Belemnites acuarius* ; dans la « partie moyenne on rencontre habituellement une couche de 0 m. 02 à 0 m. 10 de lignite à « cassure brillante et à poussière brune. Ce combustible contient 64 % de matières volatiles, « 24 % de charbon et 12 % de cendres.

« 5 mètres schistes argileux bruns ressemblant à du carton grossier, chargés de bitume « au point d'être combustibles et contenant quelques minces plaquettes de calcaire dur ; on « y trouve en grande abondance la *Posidonya Bronni*, principalement sur les plaquettes « calcaires ; 35 mètres schistes argileux bleuâtres, avec gros ovoïdes de calcaire bleuâtre, « ressemblant à des pains : à la base de ces argiles on trouve en abondance l'*Ammonites* « *bifrons* ; 33 mètres schistes argileux bleuâtres avec gros ovoïdes calcaires ; vers la base « on y trouve l'*Ammonites jurensis* ; c'est aussi dans ces schistes qu'on rencontre des « plaquettes de *nagelkalk*, singulier calcaire paraissant formé de cornets emboîtés les uns « dans les autres ; 5 mètres argiles sableuses renfermant quelques gros ovoïdes calcaires et

« de petits nodules ferrugineux ; on y trouve la *Nucula Hammeri*, le *Cerithium armatum* ; « le *Trochus duplicatus* et le *Belemnites compressus*. »

L'étage P est l'objet, de la part de Braconnier, d'une étude très détaillée sur le minerai de fer des régions de Nancy et de Briey ; l'auteur fait rentrer dans cet étage le grès supraliasique, la formation ferrugineuse proprement dite, et les marnes micacées.

Les travaux de M. Van Werveke sur les terrains secondaires du Grand-Duché de Luxembourg et de Schumacher, Steinmann et Van Werveke sur la Lorraine annexée, ne sont en somme que le résumé de l'ouvrage de Branco sur le Dogger inférieur. Je ne reviendrai donc pas sur les divisions adoptées par ces auteurs pour le Lias supérieur et le Dogger inférieur.

Dans un remarquable travail sur le minerai de fer de Lorraine, Bleicher étudie le Lias supérieur et le Bajocien de la région comprise entre Longwy et la limite méridionale du département de la Meurthe-et-Moselle. Il reconnaît dans le Lias supérieur les assises suivantes :

1° Schistes à Posidonomyes appelés communément *schistes cartons*, correspondant au lias ϵ de Quenstedt. Vers la partie supérieure de cette zone des schistes à Posidonomyes on trouve constamment des plaquettes de calcaire marneux bitumineux avec *Avicula (Monotis) substriata* v. ZIETEN en abondance. Ce fossile aussi abondant que la *Posidonomya Bronni* peut servir de repère.

Les fossiles qu'on peut y recueillir en place, dans les feuilletts schisteux sont :

<i>Ammonites (Harpoceras) bifrons</i> BRUGUIÈRE.	<i>Inoceramus cinctus</i> GOLDFUSS.
<i>Ammonites (Harpoceras) Holandrei</i> D'ORBIGNY.	<i>Inoceramus dubius</i> GOLDFUSS.
<i>Ammonites (Harpoceras) annulatus</i> SOWERBY.	<i>Inoceramus undulatus</i> v. ZIETEN.
<i>Ammonites (Harpoceras) complanatus</i> BRUGUIÈRE.	<i>Avicula substriata</i> v. ZIETEN.
<i>Lyonsia aspasia</i> D'ORBIGNY.	<i>Posidonomya Bronni</i> VOLTZ.
<i>Inoceramus ellipticus</i> ROEMER.	

2° Marnes grises noirâtres avec ou sans nodules, *Zone de l'A. bifrons*. — Cette zone débute par des marnes noires grisâtres, schisteuses, avec nodules calcaires extrêmement durs et compacts, dans lesquels les fossiles sont abondants et généralement bien conservés. Plus haut, les marnes continuent à être schisteuses, mais se chargent de cristaux de gypse et se débarrassent de nodules.

On y rencontre même, en certains points aux environs de Champigneulle, à droite de l'entrée du vallon de Belle-Fontaine, une couche de 15 à 20 centimètres de minerai micacé, sableux qui empâte un certain nombre de fossiles dont le test a disparu : ce sont *P. Bronni*, *Pecten pumilus*, *Avicula substriata*, *Inoceramus* sp.

C'est un peu plus haut qu'il faut placer un horizon fossilifère très intéressant, qui affleure à Dommartemont, Saint-Max, Houdemont. Les marnes sont ici remplies de grumeaux calcaires pétris de fossiles qui paraissent, sinon avoir été roulés, du moins avoir été

corrodés par des actions chimiques. On y rencontre encore *A. bifrons*, dont cet horizon marque la limite extrême ; elle y est toujours accompagnée de *A. raquinianus*.

3° *Marnes noires avec ou sans nodules cloisonnés, sableuses, micacées, gypseuses, avec A. thoarcensis et Astarte Voltzi*. Il n'y a dans nos régions, aucune faune intermédiaire entre celle de l'*Astarte Voltzi* et celle de la *Trigonia navis*, mais il existe dans cette zone de *A. Thoarcensis* deux groupes faciles à distinguer : le groupe inférieur riche en fossiles bien conservés et variés, le groupe supérieur extrêmement pauvre en fossiles ; le lien qui les réunit l'un à l'autre est *A. thoarcensis*.

Les caractéristiques minéralogiques et paléontologiques de cette zone peuvent être résumés ainsi : (premier groupe) massif puissant d'une épaisseur variable de 40 mètres au moins, formé de marnes sableuses, d'abord un peu micacées et fossilifères, intercalées au milieu de marnes schisteuses, puis : (deuxième groupe) de marnes d'abord micacées, contenant ensuite des nodules cloisonnés de calcaire marneux, qui disparaissent plus haut, où dominent les marnes schisteuses avec nodules ferrugineux.

Fossiles caractéristiques de l'ensemble : *A. thoarcensis* ; du premier groupe : *Astarte Voltzi*, *Cerithium armatum* ; du second : *Belemnites irregularis*.

En 1895, Dormal (151) donne une description très nette du Toarcien des environs d'Halanzy en Belgique ; la coupe est prise sur le chemin qui conduit d'Halanzy au Haut-Bois.

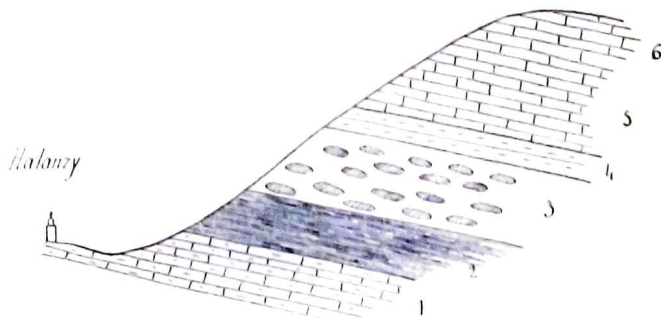


FIG. 17. — Coupe du Toarcien à Halanzy, d'après Dormal.

1, macigno d'Aubange. — 2, schistes de Grand-Cour. — 3, marne de Grand-Cour. — 4, limonite de Mont-Saint-Martin. — 5 et 6, calcaire de Longwy

« Les schistes de Grand-Cour reposent directement sur le Macigno sans démarcation stratigraphique. La roche est un calcschiste bitumineux avec petits cristaux de gypse et se divise en feuillets très minces. On y a rencontré :

Belemnites tripartitus SCHLOTHEIM.
Belemnites parillosus SCHLOTHEIM.
Ammonites serpentinus SCHLOTHEIM.

Ammonites complanatus BRUGUIÈRE.
Posidonomya Bronni VOLTZ.
Plicatula spinosa SOWERBY.

« Les marnes à *septaria* commencent à 100 mètres environ au S. de la ligne du chemin de fer. Elles sont bleuâtres, plastiques et renferment des cristaux de gypse trapézien. On y

« a trouvé abondamment une ammonite que je rapporte à l'*A. Comensis* v. BUCH, ainsi que
 « *Lingula longo-viciensis* TERQUEM. Ces marnes à septaria rentrent dans la zone à *Ammono-*
 « *nites bifrons*. On trouve ensuite des marnes sans septaria, que je considère comme repré-
 « sentant la zone à *Ammonites radians* REINECKE.

« Puis on arrive au niveau de la limonite oolithique de Mont-Saint-Martin qui représente
 « la zone à *Ammonites aalensis* v. ZIETEN. Une couche d'argile surmonte la limonite et y
 « détermine un niveau de sources. Ici, pour la plupart des géologues, se termine le Lia-
 « sique.

« D'après Bleicher, les oolithes ferrugineuses sont de formation essentiellement litto-
 « rale ; elles se composent d'un noyau, minéral ou organique, entouré de couches régu-
 « lières d'une substance à la fois riche en silice et en matière organique, laissant reconnaître
 « des formes de bâtonnets réguliers. On peut donc penser que leur formation est due à des
 « êtres organisés inférieurs dont l'action a amené la décomposition et la précipitation du
 « carbonate de fer que devaient amener les eaux continentales. »

En 1899, Authelin décrit d'une façon très approfondie le Toarcien des environs de Nancy, il y reconnaît quatre zones qui sont, de bas en haut :

1° La zone à *Harpoceras falciferum* comprenant deux assises :

à la base, des calcaires marneux d'un bleu cendré ;

au sommet, les « schistes cartons » dont la partie supérieure renferme déjà
Hildoceras bifrons.

2° La zone à *Hildoceras bifrons* comprenant trois sous-zones :

a) Sous-zone à *Hildoceras bifrons* et *Coeloceras commune*.

b) Sous-zone à *Coeloceras subarmatum*.

c) Sous-zone à *Coeloceras crassum*, niveau à nodules phosphatés.

3° La zone à *Grammoceras fallaciosum* que l'auteur subdivise en trois niveaux :

a) Marnes ferrugineuses avec *Belemnites irregularis* SCHLOTHEIM. *Belemnites tripartitus* SCHLOTHEIM, et *Grammoceras cf fallaciosum* BAYLE.

b) Au dessus vient une puissante assise marneuse avec nodules assez rares à la partie inférieure, mais plus abondants à la partie supérieure. Ces nodules renferment une faune caractéristique de l'horizon à *Grammoceras fallaciosum* BAYLE.

c) Marnes micacées quelquefois ferrugineuses avec nodules presque toujours de grande taille et souvent cloisonnés. Cette subdivision est peu fossilifère ; les rares espèces rencontrées appartenaient au groupe du *Grammoceras striatulum* SOWERBY.

4° La zone à *Dumortieria radiosa* et à *Grammoceras aalense*. C'est dans cette zone que sont comprises toutes les assises de minerai de fer exploitées dans le bassin minier de Nancy.

Authelin considère comme absente, la zone à *Lioceras opalinum* REINECKE; de même la zone à *Ludwigia Murchisonae* SOWERBY du Bajocien, ferait défaut en Lorraine française.

Enfin M. Benecke publia tout récemment (23) un remarquable travail paléontologique sur la formation ferrugineuse en Lorraine. Le Toarcien et la formation ferrugineuse y sont divisés de la façon suivante :

Couches à <i>Belemnites gingensis</i> et <i>Gryphaea sublobata</i> Marnes avec nodules	Zone à <i>Ammonites Sowerbyi</i>
Couches à <i>Harpoceras Murchisonae</i>	Couge rouge sableuse
Couches à <i>Dumortieria subundulata</i> et <i>Lioceras opalinum</i>	Couche rouge calcaire Couche rouge d'Oberkorn Couches jaune et grise Couche brune (Deutsch Oth. — Esch)
Couches à <i>Dumortieria Levesquei</i>	Couche noire d'Oberkorn
Couches à <i>Harpoceras fallaciosum</i>	
Couches à <i>Harpoceras striatulum</i>	
Couches à <i>Posidonomya Bronni</i>	
Couches à <i>Amaltheus spinatus</i>	

L'auteur conclut donc, contrairement aux remarques d'Authelin, à la présence de la zone à *Lioceras opalinum* et de la zone à *Harpoceras Murchisonae*. D'autre part, il ne reconnaît pas la zone à *Harpoceras concavum*.

J'ai réduit au minimum l'histoire très compliquée des travaux relatifs au Toarcien de Lorraine. Je serai conduit au cours de la description de cet étage, à rappeler et à discuter certains de ces travaux. Du reste, j'ai cru bon de réserver pour un chapitre spécial, Appendice au Toarcien, l'histoire des théories émises sur la formation du minéral de fer de Meurthe-et-Moselle et du Luxembourg, et la description pétrographique de cette formation.

Je passerai donc de suite à l'étude stratigraphique du Toarcien

L. ARDENNES, BELGIQUE ET LUXEMBOURG

Le Toarcien de cette région voit le nombre de ses travaux paléontologiques se réduire considérablement quand on s'avance du Luxembourg vers les Ardennes.

Dans les Ardennes, le Toarcien correspond aux deux premières zones toarciennes de M. Gosselet : *Zone à Ammonites serpentinus* et *zone à Ammonites radians*.

C'est surtout sous forme de marne pyriteuse que le Toarcien est développé dans les Ardennes. Cette marne est feuilletée et contient des nodules calcaires bleuâtres ou grisâtres.

Les marnes de Flize sont depuis longtemps classiques pour le Toarcien des Ardennes; elles affleurent aux environs de Sedan et furent exploitées dans la marnière de Fresnois. On peut se rendre compte, dans cette marnière et dans ses environs, de la présence de la zone à *Harpoceras falciferum* et de la partie inférieure de la zone à *Hildoceras bifrons*. M. Thiriet y a relevé la coupe suivante du sommet à la base :

« 1° Terre végétale avec petits galets oolithiques.....	0 m. 50
« 2° Marne grossière noirâtre et rougeâtre (sans fossiles) se décom- « posant en très petits fragments par la sécheresse.....	1 m. 50
« 3° Marne noire plus fine, sans fossiles.....	2 m. »
« 4° Marne schisteuse fossilifère contenant un petit lit de calcaire « fibreux avec plaques de <i>Bélemnites</i> et vertèbres d' <i>Ichthyo-</i> « <i>saure</i>	0 m. 05
« 5° Cordons de « pains calcaires » (Kalkbroden) très riches en « fossiles.....	0 m. 10
« 6° Suite de marne schistoïde visible sur une épaisseur totale de	4 m. »
	8 à 10 mètres

« Les fossiles recueillis dans cette marnière, autrefois exploitée pour cendres sulfu-
« reuses, et tout auprès, dans un petit banc isolé reposant directement sur les calcaires
« zonés à *Amaltheus spinatus* BRUGUIÈRE sont :

<i>Vertèbres d'Ichthyosaurus</i> sp.	<i>Ammonites Bollensis</i> QUENSTEDT.
<i>Harpoceras falciferum</i> SOWERBY.	<i>Belemnites tripartitus</i> SCHLOTHEIM.
<i>Harpoceras exaratum</i> YOUNG and BIRD.	<i>Belemnites irregularis</i> SCHLOTHEIM.
<i>Harpoceras elegans</i> SOWERBY.	<i>Belemnites</i> sp.
<i>Coeloceras (Stephanoceras) commune</i> SOWERBY.	<i>Posidonomya Bronni</i> VOLTZ.
<i>Phylloceras heterophyllum</i> SOWERBY.	<i>Otozamites cf brevifolius</i> F. BR.
<i>Coeloceras Holandrei</i> D'ORBIGNY.	

La zone à *Hildoceras bifrons* n'est pas entamée par la marnière de Fresnois, mais elle existe à Flize, Amblimont, Handrecy et dans la vallée de la Thonne, près de Montmédy.

Donc, aux environs de Sedan, le Toarcien est constitué par :

Zone à Hildoceras bifrons, horizon inférieur à *Coeloceras Holandrei*, représenté par des marnes.

Zone à Harpoceras falciferum, marnes schistoïdes pyriteuses et nodules.

L'horizon à *Coeloceras Holandrei* et *Coeloceras commune* est recouvert immédiatement

dans la carrière de Grand-Mont près de Blombay, par des bancs de calcaire oolithique à *Terebratula perovalis*, constituant la base du Bajocien. M. Thiriet a du reste relevé la coupe de cette carrière :

« 7° Terre végétale et gazon.....	0 m. 20
« 6° Bancs de calcaire oolithique à <i>Terebratula perovalis</i>	} 1 m. »
« 5° Minerai de fer à <i>Coeloceras commune</i> ou à <i>Coeloceras Holandrei</i>	
« 4° Marne bleue et blanc-jaunâtre avec plaquettes à <i>Coeloceras Holandrei</i>	3 m. »
« 3° Plaquettes à <i>Coeloceras Holandrei</i>	» »
« 2° Sable jaunâtre avec <i>Coeloceras Holandrei</i>	» »
« 1° Sable grès micacé (4 à 5 mètres exploités).....	4 m. »
Total.....	8 m. 20

Il faut aller jusque Montmédy pour voir apparaître l'horizon supérieur de la zone à *Hildoceras bifrons*.

Le tunnel de Montmédy est en effet creusé dans les marnes de la partie supérieure du Toarcien, au contact de cet étage avec les calcaires bajociens, ce qui a occasionné une venue aquifère très importante dans le tunnel.

Les marnes du tunnel renferment très nettement la faune de l'horizon à *Coeloceras crassum*. J'ai recueilli dans les déblais un certain nombre de fossiles parmi lesquels :

Coeloceras crassum PHILLIPS.

Haugia illustris DENCKMANN.

Coeloceras Raquinianum D'ORBIGNY.

Lyloceras sp.

La zone à *Hildoceras bifrons* toute entière s'observe très bien aussi sur le territoire de la commune de Verneuil-Petit, au Nord-Est de Montmédy.

Donc, à Montmédy, le Toarcien est constitué par :

1° La zone à *Harpoceras falciferum*.

2° la zone à *Hildoceras bifrons* avec ses trois horizons.

La zone à *Grammoceras fallaciosum* n'apparaît qu'en Belgique, vers Lamorteau ; elle est constituée par des marnes bleues, mais il faut aller jusqu'Halanzy pour rencontrer un Toarcien bien constitué. C'est à cet endroit que Dormal a conduit en 1894 la Société belge de Géologie. Le Toarcien y comprend les zones suivantes :

Zone à <i>Grammoceras fallaciosum</i>	Minerai de fer (limonite oolithique de Mont-Saint-Martin)
Zone à <i>Harpoceras falciferum</i>	Marnes bleues
Zone à <i>Hildoceras bifrons</i>	Niveau à <i>Coeloceras crassum</i> Niveau à <i>H. bifrons</i> Niveau à <i>Coeloceras Holandrei</i> Marnes avec nodules
Zone à <i>Ammonites aalensis</i>	Schistes bitumineux avec <i>Belemnites tripartitus</i> SCHLOTHEIM, <i>B. paxillosus</i> SCHLOTHEIM, <i>Ammonites serpentinus</i> SCHLOTHEIM, <i>Ammonites complanatus</i> BRUGUIÈRE, <i>Posidonomya Bronni</i> VOLTZ.

Cette composition du Toarcien se continue jusque dans le Luxembourg et en France vers Mont-Saint-Martin.

Le minerai de fer est bien représenté sur les frontières belge et luxembourgeoise, d'Halanzy à Rédange ; ce sont surtout les couches rouge-calcaire et rouge-sableuse qui sont exploitées dans les diverses localités dominées par le rebord du plateau calcaire de Longwy et de Thil.

Les principaux fossiles recueillis dans le Toarcien en Belgique, sont les suivants :

Zone à *Harpoceras falciferum* :

Harpoceras falciferum SOWERBY.
Harpoceras capellinum SCHLOTHEIM.
Harpoceras subplanatum OPPEL.
Phylloceras cf. *heterophyllum* SOWERBY.
Posidonomya Bronni VOLTZ.

Avicula substriata v. ZIETEN.
Lingula longo-viciensis TERQUEM.
Astarte Voltzi GOLDFUSS.
Inoceramus fuscus QUENSTEDT.

Zone à *Hildoceras bifrons*.

Hildoceras bifrons BRUGUIÈRE.
Coeloceras crassum PHILLIPS.
Lyloceras cornu-copiae YOUNG and BIRD.
Coeloceras Braunianum D'ORBIGNY.
Coeloceras mucronatum D'ORBIGNY.
Coeloceras annulatum SOWERBY.
Coeloceras Holandrei D'ORBIGNY.

Coeloceras commune SOWERBY.
Phylloceras heterophyllum SOWERBY.
Hildoceras Levisoni SIMPSON.
Harpoceras (Lillia) Erbaense v. HAUER.
Harpoceras Comense v. BUCH.
Belemnites irregularis SCHLOTHEIM.

Zone à *Grammoceras fallaciosum*.

Grammoceras striatulum SOWERBY.
Harpoceras Saemanni OPPEL.
Haugia variabilis D'ORBIGNY.
Belemnites cf. *tripartitus* SCHLOTHEIM.

Belemnites cf. *acuarius* SCHLOTHEIM.
Arca inaequalis ROEMER.
Gervillia subtortuosa OPPEL.
Astarte subtetragona v. MUNSTER.

Horizon du minerai de fer.

Hammaloceras lotharingicum BENECKE.
Lyloceras Wrighti BUCKMANN.
Hammaloceras subinsigne OPPEL.
Grammoceras subcomptum BRANCO.
Dumortieria pseudoradiosa BRANCO.
Harpoceras cf. *costula* BENECKE.
Dumortieria Moorei LYCETT.
Pseudolioceras Beyrichi SCHLOENBACH.
Grammoceras cf. *dispansum* LYCETT.
Hudlestonia Friderici BRANCO.
Belemnites inornatus PHILLIPS.
Belemnites cf. *irregularis* SCHLOTHEIM.
Belemnites rhenanus OPPEL.
Belemnites incurvatus v. ZIETEN.
Pholadomya fidicula SOWERBY.
Macrodon hirsonense D'ARCHIAC.

Ceromya cf. *aalensis* QUENSTEDT.
Gryphaea ferruginea TERQUEM.
Hinnites cf. *tuberculosis* GOLDFUSS.
Gervillia cf. *subtortuosa* OPPEL.
Pinna opalina QUENSTEDT.
Trigonia cf. *formosa* LYCETT.
Cucullaea aalensis OPPEL.
Astarte Nicklesi BENECKE.
Trigonia praecostata BRANCO.
Trigonia similis BRANCO.
Trigonia navis LAMARCK.
Tancredia donaciformis LYCETT.
Pronoella Spanieri BENECKE.
 — *lotharingica* BENECKE.
Protocardia sp.

II. — LORRAINE ET RÉGION DE LONGWY ET DE BRIEY.

Dans cette région, on retrouve les zones inférieures du Toarcien telles qu'elles s'observent en Belgique et aux environs de Nancy, c'est-à-dire que l'on a la succession suivante admise non seulement par les auteurs français mais aussi par les auteurs allemands :

<i>Zone à Grammoceras fallaciosum</i>	Marnes sableuses Marnes grises
<i>Zone à Hildoceras bifrons</i>	Niveau à <i>Coeloceras crassum</i> Niveau à <i>Hildoceras bifrons</i> Niveau à <i>Coeloceras Holandrei</i>
<i>Zone à Harpoceras falciferum et Posidonomya Bronni</i>	Schistes bitumineux

Mais pour les zones supérieures, tandis qu'Authelin admet aux environs de Nancy ; la zone à *Dumortieria radiosa* et à *Grammoceras aalense* surmontée directement par la zone à *Harpoceras concavum* du Bajocien, M. Benecke admet pour la formation ferrugineuse de Lorraine et du bassin de Longwy (Villerupt) les zones suivantes :

<i>Zone à Harpoceras Murchisonae</i>	Couche rouge sableuse
<i>Zone à Dumortieria subundulata et Lioceras opalinum</i>	Couche rouge calcaire Couche rouge d'Oberkorn Couche jaune et couche grise Couche brune
<i>Zone à Dumortieria Levesquei</i>	Couche noire

Je n'ai pas encore suffisamment de documents paléontologiques pour élucider cette question et je crois utile d'admettre, au moins provisoirement, les subdivisions de M. Benecke en ce qui concerne le Toarcien.

La zone à *Harpoceras Murchisonae* débiterait donc à la base par la couche rouge sableuse et le Toarcien supérieur se terminerait par la couche rouge calcaire représentant le sommet de la zone à *Harpoceras opalinum*.

Au surplus, je renverrai à l'ouvrage de M. Benecke (23) pour les listes de fossiles du Toarcien de Lorraine annexée.

III. - LORRAINE (SUD) ET MEURTHE-ET-MOSELLE

Je ne puis mieux faire que de reproduire ici la note de Ch. Authelin sur le Toarcien des environs de Nancy (11) :

« Les premières couches toarciennes reposent sur l'assise dite du grès médioliasique, « caractérisée par la présence de l'*Amaltheus spinatus* BRUGUIÈRE, et par l'abondance des « Brachiopodes.

« Il semble rationnel de faire débiter le Toarcien immédiatement au-dessus des dernières « couches à Brachiopodes. Il y a lieu de remarquer toutefois que le grès médioliasique « ainsi limité renferme à sa partie supérieure une espèce d'*Harpoceras* voisine d'*Harpoceras* « *falciferum* Sow.

« Le Toarcien des environs de Nancy comprend quatre zones :

1° Zone à *Harpoceras falciferum*.

2° Zone à *Hildoceras bifrons*.

3° Zone à *Grammoceras fallaciosum*.

4° Zone à *Dumortieria radiosa* et *Grammoceras aalense*.

1° Zone à *Harpoceras falciferum*.

La zone à *H. falciferum* comprend deux assises :

« a) Les couches inférieures, très rarement abordables, sont formées de calcaires mar-
« neux d'un bleu cendré. Elles diffèrent peu, comme coloration, des couches supérieures du
« grès médioliasique, mais se débitent plus facilement suivant la stratification en laissant
« apparaître des empreintes d'*Harpoceras*. On y rencontre deux espèces, l'une à ombilic
« étroit et voisine d'*H. subplanatum* OPPEL, l'autre plus largement ombiliquée que je rap-
« porte à *H. falciferum* SOWERBY.

« Les *Cæloceras* sont aussi représentés par *C. annulatum* SOWERBY et *C. commune*
« SOWERBY.

« Souvent dans ces bancs sont intercalées des couches pyriteuses de quelques centi-
« mètres d'épaisseur très riches en Bélemnites.

« b) Les assises supérieures se débitent facilement parallèlement à la stratification en
« plaquettes minces et sont désignées aux environs de Nancy sous le nom de « Schistes
« cartons ».

« La partie inférieure seule de ces marnes schisteuses appartient à la zone à *H. falciferum*. La partie supérieure renferme déjà *H. bifrons* et appartient à l'horizon caractérisé
« par cette forme.

« Dans les schistes cartons sont intercalés, surtout vers la partie supérieure, des nodules
« de grande taille souvent assez riches en fossiles.

« La faune de ces assises comprend :

Harpoceras falciferum SOWERBY sp.
Cœloceras cf. *commune* SOWERBY sp.

Cœloceras cf. *annulatum* SOWERBY.
Posidonomya Bronni VOLTZ.

2° Zone à *Hildoceras bifrons*.

« L'étude attentive des faunes permet d'y reconnaître trois sous-horizons. Le faciès des schistes cartons se poursuit dans la partie inférieure de l'horizon à *H. bifrons*, où il y a passage insensible à des marnes plus argileuses contenant également des nodules phosphatés de couleur claire.

« a) Sous-zone à *Hildoceras bifrons* et *Cœloceras commune*.

« *Hildoceras bifrons* se trouve associé aux *Cœloceras* du groupe de *C. commune* SOWERBY.

« L'extrême abondance de l'*Avicula substriata* v. MUNSTER dans les nodules de cet horizon est à mentionner ainsi que la présence de *Posidonies*.

« Les espèces les plus communes sont :

Hildoceras bifrons BRUGUIÈRE.
Coeloceras commune SOWERBY.
Coeloceras cf. *annulatum* SOWERBY.

Phylloceras heterophyllum SOWERBY.
Avicula substriata v. MUNSTER.
Posidonomya (espèce indéterminée).

« b) Sous-zone à *Coeloceras subarmatum*.

« Jusqu'alors les formes de cet horizon n'ont été rencontrées que dans les environs immédiats de Nancy. Les espèces les plus répandues sont :

Hildoceras bifrons BRUGUIÈRE.
Coeloceras subarmatum YOUNG (D'ORBIGNY).
Coeloceras Desplacei D'ORBIGNY.
Coeloceras cf. *Desplacei* D'ORBIGNY sp.

Harpoceras subplanatum OPPEL.
Phylloceras heterophyllum SOWERBY.
Avicula substriata v. MUNSTER.
Goniomya rhomboidalis GOLDFUSS sp.

« c) Sous-zone à *Coeloceras crassum*.

« C'est un niveau à nodules phosphatés très facilement reconnaissable à cause de l'abondance des fossiles et de leur couleur blanchâtre, qui tranche sur la couleur foncée des argiles.

« La structure des nodules phosphatés de ce niveau a été étudiée par M. Bleicher dans un travail remarquable (42).

« Ce niveau est caractérisé par :

Coeloceras crassum PHILLIPS.
Coeloceras Raquinianum D'ORBIGNY.
Hildoceras bifrons BRUGUIÈRE.

« Ce sont les formes les plus communes. Elles sont associées à un certain nombre de formes des genres *Grammoceras*, *Haugia* et *Hammatoceras*.



Cliche Joly

RÉGION DES PLATEAUX DE HAYE ET DE BRIEY

Vallée encaissée de la Chiers (Vallée baloise)

Vue prise sur le village de Fermont aux environs d'Épinal

3^e Zone à *Grammoceras fallaciosum*.

« On peut subdiviser cette zone en trois niveaux :

« a) Aux couches à *C. crassum* succèdent des marnes ferrugineuses peu épaisses (0^m50 « au maximum) mais très constantes et parfois assez riches en Bélemnites. On y trouve :

Belemnites irregularis SCHLOTHEIM.
Belemnites tripartitus SCHLOTHEIM.
Grammoceras cf. fallaciosum BAYLE.

« b) Au-dessus vient une puissante assise marneuse avec nodules assez rares à la partie « inférieure où ils sont de petites dimensions ; mais plus abondants vers la partie supé- « rieure.

« Ces nodules, très irréguliers, renferment une faune caractéristique de l'horizon à « *Grammoceras fallaciosum* BAYLE. Les échantillons entiers sont assez rares, les fragments « sont au contraire assez communs. On peut recueillir à ce niveau :

Grammoceras fallaciosum BAYLE.
Grammoceras fallaciosum var *Cotteswoldiae* BUCKMAN.
Grammoceras fallaciosum var *Bingmanni* DENCKMANN.
Grammoceras Doerflense DENCKMANN.
Haugia sp.

« Cet horizon affleure à Ludres, Messein, Houdemont, etc. Aucune des formes précitées « n'avait été signalée jusqu'alors aux environs de Nancy.

« c) La partie supérieure de la zone comprend des marnes micacées, quelquefois ferru- « gineuses, avec nodules presque toujours de grande taille et souvent cloisonnés. Cette « subdivision est peu fossilifère. Les rares espèces rencontrées appartiennent au groupe du « *Grammoceras striatulum* SOWERBY.

4^e Zone à *Dumortieria radiosa* et *Grammoceras aalense*.

« C'est dans cette zone que sont comprises toutes les assises de minerai de fer exploi- « tées dans le bassin minier de Nancy.

« Les formes les plus caractéristiques sont :

<i>Dumortieria radiosa</i> SEBBACH.	<i>Hammaloceras Lorteti</i> DUMORTIER.
<i>Dumortieria subundulata</i> BRANCO.	<i>Oxyholoceras</i> (?) <i>serrodens</i> QUENSTEDT.
<i>Grammoceras aalense</i> v. ZIETEN.	<i>Lyloceras</i> sp.
<i>Grammoceras maetra</i> DUMORTIER.	

« Ici devrait être placée la zone caractérisée par *Lioceras opalinum* REINECKE ; mais « celle-ci semble faire complètement défaut. Aucune des nombreuses espèces qui m'ont été « communiquées ou que j'ai pu recueillir dans la région étudiée ne peut être rapportée à « *Lioceras opalinum* REINECKE.

« Sur les assises franchement liasiques à *G. aalense* v. ZIETEN *G. maetra* DUMORTIER, etc.,
 « reposent les couches bajociennes dans lesquelles on rencontre assez communément *Lioceras concavum* SOWERBY, et une faune très riche en Gastéropodes, Bivalves, Spongiaires, etc..., dont les principales formes ont été signalées par M. Bleicher.

« La zone à *Ludwigia Murchisonae* SOWERBY dont l'individualité a pu être nettement
 « établie pour plusieurs régions, semble ici faire complètement défaut. Ainsi que l'a signalé
 « M. Nicklès, cette espèce n'a pas été rencontrée dans le bassin minier de Nancy.

« En résumé, le Toarcien de la région étudiée présente une succession d'horizons
 « paléontologiques identique à celle observée dans différentes régions. Toutefois, la zone à
 « *Dumortieria radiosa* et *G. aalense* représente deux zones qui, distinctes dans d'autres
 « régions, n'ont pu être séparées en Lorraine.

« L'étude du contact du Toarcien et du Bajocien n'a fourni jusqu'à présent, ni *Lioceras opalinum*, ni *Ludwigia Murchisonae*.

« Ceci conduit à envisager l'existence probable d'une lacune correspondant aux zones
 « caractérisées par ces deux espèces. La présence, dans les couches à *Lioceras concavum*,
 « de fragments roulés d'ammonites toarciennes viendrait apporter un argument en faveur
 « de cette lacune qui pourrait être attribuée, au moins partiellement, à un remaniement des
 « zones absentes. »

Le Toarcien conserve cette même constitution dans toute la partie du département de Meurthe-et-Moselle qui se trouve au Sud de Nancy ; il la conserve également en Lorraine annexée. Aux environs de la côte de Delme, en face Juville, la coupe de la colline en haut de laquelle est bâtie la ferme de Chevillon donne la constitution suivante du Toarcien :

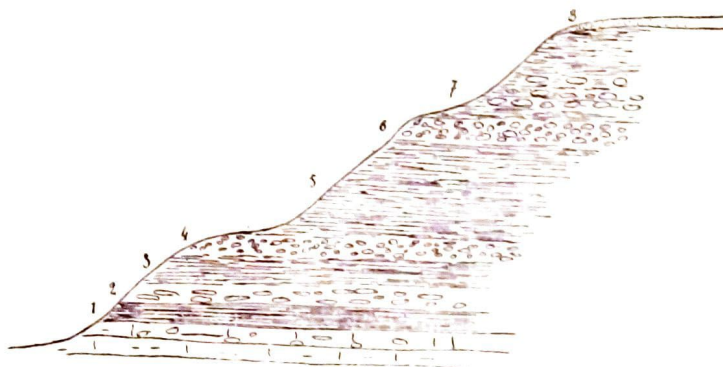


FIG. 19 — Coupe de la colline de la ferme de Chevillon (Lorraine).

1. — Zone à *Harpoceras falciferum*, constituée par des schistes bitumineux (schistes cartons) ; cette zone est un peu fossilifère ; on y trouve *Harpoceras falciferum*, *Coeloceras sp. Posidonomya Bronni*.

2, 3 et 4 représentent la zone à *Hildoceras bifrons* se subdivisant en 3 horizons :

2. — Marnes à nodules de grande taille, aplatis, se fendant en plaquettes criblées de *Posidonomya Bronni* et d'*Avicula substriata* ; on y trouve *Coeloceras annulatum* et *Coeloceras commune*.

3. — Marnes sans nodules, pauvres en fossiles ; elles correspondent à la zone où l'on rencontre fréquemment dans les environs de Nancy *Coeloceras subarmatum* ; ce fossile ne se rencontre à la ferme de Chevillon que dans le niveau supérieur de la zone à *H. bifrons* ; encore y est-il très rare ; du reste les espèces du groupe du *C. subarmatum*, si nombreuses à Clévant (environs de Nancy), ne semblent pas exister à Juville.

4. — Marnes à nodules phosphatés, très fossilifères dans les localités de Juville et de Liocourt ; on y rencontre :

Coeloceras crassum PHILIPPS.

Coeloceras cf *Braunianum* D'ORBIGNY.

Coeloceras mucronatum D'ORBIGNY.

Coeloceras raquinianum D'ORBIGNY.

Coeloceras Youngi REYNÈS.

Coeloceras Desplacei D'ORBIGNY.

Haugia sp.

5. — Marnes inférieures de la zone à *Grammoceras fallaciosum*. Ce sont des marnes d'un bleu foncé, pauvres en fossiles et en nodules. *Belemnites irregularis*.

6. — Marnes avec nodules souvent assez irréguliers, les nodules sont très fossilifères.

Harpoceras Doerntense DENCKMANN.

Harpoceras cf *costula* REINECKE.

Grammoceras striatulum SOWERBY.

Hammatoceras cf *malagma* DUMORTIER.

Grammoceras toarcense D'ORBIGNY.

7. — Marnes gris-bleu, micacées, avec nodules souvent cloisonnés, peu fossilifères.

8. — Alluvions.

RÉSUMÉ DU TOARCIEN ET DE L'AALÉNIEN INFÉRIEUR

Le Toarcien est complet dans la région de Bourmont (Haute-Marne). Il est également complet aux environs de Nancy, en Lorraine annexée, dans le Luxembourg et une partie de la Belgique ; mais à la frontière franco-belge, vers Ecouvies-Lamorteau, la partie supérieure du Toarcien (zone à *Ludwigia aalensis*) disparaît. A Montmédy, les deux zones supérieures manquent et dans les Ardennes il ne reste plus que la zone à *Harpoceras falciferum* et l'horizon à *Coeloceras Holandrei*.

En même temps que se produit cette lacune, la constitution pétrographique et l'épaisseur des sédiments varient. Ainsi les *schistes cartons* disparaissent en Belgique pour laisser place à des *marnes feuilletées pyriteuses* ; les sédiments du Toarcien dans les Ardennes atteignent 100 mètres d'épaisseur quoiqu'il n'y ait là que deux zones tout au plus de représentées ; ils n'ont guère que 120 mètres aux environs de Longwy où cependant toutes les zones existent.

L'Aalénien inférieur ne comprend, aux environs de Nancy que la zone à *Dumortieria pseudoradiosa*, représentée par le minerai de fer oolithique ; mais dans la région de Briey et de Longwy il est au complet, représenté encore par le minerai de fer. La partie supérieure commence à disparaître en Belgique ; et à Montmédy l'Aalénien inférieur a disparu en entier.

Les faunes du Toarcien et de l'Aalénien inférieur sont encore incomplètement connues ; cependant elles sont riches en espèces mais surtout en individus, et présentent des localisations intéressantes, comme la localisation de la faune du niveau à *Coeloceras subarmatum* dans la cuvette de Nancy et la grande abondance des Céphalopodes dans le Toarcien de la Côte de Delme (Lorraine annexée).

Je n'ai pas cru devoir insister beaucoup sur le minerai de fer au point de vue stratigraphique et paléontologique, ne voulant pas résumer des travaux aussi importants que ceux de MM. Villain, Rolland et Benecke, travaux qui forment chacun un tout, soit au point de vue stratigraphique, soit au point de vue paléontologique. Je me borne à renvoyer à ces travaux.

On peut résumer dans un tableau, la constitution du Toarcien et de l'Aalénien inférieur dans les diverses régions étudiées dans ce chapitre.

APPENDICE A L'AALÉNIEN

GISEMENT DE MINÉRAI DE FER SÉDIMENTAIRE

Le minerai de fer de Lorraine se rencontre en couches d'allure lenticulaire stratifiées dans l'étage Aalénien.

On a vu au chapitre « *Toarcien et Aalénien inférieur* » que les zones paléontologiques où se rencontre ce minerai sont :

AALÉNIEN	Zone à <i>Harpoceras Murchisonae</i> (d'après M. Benecke) Zone à <i>Lioceras opalinum</i> Zone à <i>Dumortieria pseudoradiosa</i>
TOARCIEN	Zone à <i>Ludwigia aalensis</i> (aux environs de Nancy seulement)

La présence du minerai de fer, soit aux affleurements, soit en profondeur, a été reconnue sur une très grande étendue.

Le bassin s'étend non seulement sur une grande partie du département de Meurthe-et-Moselle en France, mais encore sur une partie de la Belgique, du Grand-Duché de Luxembourg et de la Lorraine annexée. Ce gisement est du reste partagé en deux grands bassins :

Le bassin ferrifère de Nancy au Sud,

Le bassin ferrifère de Briey au Nord ;

le premier est localisé dans la cuvette synclinale de Nancy, le second dans le synclinal de Luxembourg.

M. Rolland a publié en 1901 (443) une étude géologique du bassin de Briey. Cette étude a été reprise par M. Villain qui en 1902 publiait dans les Annales des Mines une monographie très détaillée du même bassin. Ce dernier auteur évaluait à cette époque pour le bassin de Briey, la superficie du gisement exploitable à 100.000 hectares renfermant 5 milliards de tonnes de minerai riche. Des sondages entrepris depuis cette époque ont

encore reconnu de nouvelles régions exploitables et les chiffres de M. Villain doivent être regardés comme des minimums.

Les bassins ferrifères de Nancy et de Briey renferment exclusivement des dépôts d'origine marine, la preuve en est dans la rareté des plantes fossiles, et au contraire dans la grande abondance des mollusques marins qu'ils renferment : Céphalopodes, Gastéropodes, Lamellibranches, etc...

Les causes de la séparation de ces deux bassins n'apparaissent pas bien à première vue et plusieurs auteurs ont cherché à les faire connaître :

Authelin (11-12) admettait que les dépôts ferrugineux s'étaient accumulés dans les cuvettes marines, c'est-à-dire aux endroits où la mer avait plus de profondeur. Il semble en effet très vraisemblable que le fer ait été entraîné par les courants marins et se soit déposé là où les courants étaient moins forts, c'est-à-dire dans les cuvettes. Or Authelin avait justement remarqué que certaines régions aux environs de Pont-à-Mousson (Vittonville et Mousson) étaient déjà à l'époque toarcienne, des régions surélevées, sinon émergées. C'est à cette surélévation, qu'il faut attribuer l'absence des dépôts de fer aux environs de Pont-à-Mousson, entre Ars-sur-Moselle au Nord et Jezainville au Sud.

D'autre part, M. Van Werveke pense que la séparation des deux bassins ferrifères est due à un surélévément en prolongement vers le Sud-Ouest de l'anticlinal (*sattel*) de Buschhorn, ce surélévément aurait certainement fait saillie aux époques toarcienne et aalénienne, et le fer se serait déposé dans les synclinaux (*mulde*).

On verra au chapitre tectonique, que c'est précisément ce principe du prolongement de l'anticlinal qui a été utilisé par M. Nicklès dans les recherches de houille en Meurthe-et-Moselle. La région de Pont-à-Mousson correspond bien à un anticlinal très net des terrains secondaires.

Ainsi il est évident, et il faut admettre, avec Authelin et Van Werveke, que le fer s'est déposé dans des synclinaux ou des cuvettes, dans le synclinal de Luxembourg d'une part, dans la cuvette de Nancy d'autre part.

1° *Le bassin ferrifère de Nancy* doit être considéré au point de vue tectonique comme une grande cuvette à peu près circulaire, mais cependant plus allongée dans le sens N.-S., cuvette divisée du reste en plusieurs cuvettes accessoires que l'on peut délimiter par des failles visibles et dont une des plus importantes est la cuvette Marbache.

Outre le dépôt de minerai de fer, on remarque dans la cuvette de Nancy un autre phénomène géologique intéressant ; c'est la localisation dans cette cuvette de l'horizon à *Coeloceras subarmatum*. Cet horizon très riche en fossiles renferme *Coeloceras subarmatum* et *Coeloceras Desplacei* associés à de multiples *Coeloceras* qui s'en rapprochent plus ou moins : il est très constant dans la cuvette de Nancy, mais ne se retrouve pas ailleurs dans l'Est du bassin de Paris. La faune de cet horizon semble donc être une faune locale motivée par l'allure en cuvette synclinale des terrains de la région de Nancy,

2° *Le bassin de Briey* est plus net encore que le bassin de Nancy. Il coïncide exactement avec le golfe de Luxembourg dont la répercussion s'est fait sentir sur la composition strati-

graphique et lithologique de tous les étages, depuis le Keuper jusqu'au Callovien et même à l'Oxfordien. Ce bassin était du reste affecté par des anticlinaux et des synclinaux secondaires occasionnant des dépôts plus ou moins abondants suivant la profondeur de la mer.

Il convient cependant de remarquer avec M. Villain, que les plus grandes épaisseurs de la formation ferrugineuse et des couches de minerai de fer ne coïncident pas toujours avec les synclinaux secondaires ; il est d'autre part, très possible que les synclinaux soient différents de ceux qui existaient à l'époque aalénienne. En sorte que, si l'on peut affirmer que, les dépôts de minerai de fer sont localisés dans le grand synclinal de Luxembourg et dans la cuvette de Nancy, on ne peut pas affirmer la corrélation des épaisseurs des couches de minerai avec les synclinaux ou cuvettes de second ordre. Ces quelques remarques et d'autres que je signalerai plus loin, ont motivé l'établissement de théories diverses pour l'explication de la formation des dépôts de minerai de fer, et il me semble utile de résumer ici ces théories, en attendant que des recherches plus complètes et plus précises permettent, soit de reconnaître celle de ces théories qui répond à la réalité, soit d'en créer une nouvelle.

II. — HISTORIQUE DES THÉORIES

En 1869, MEUGY (345) étudie toute une série de dépôts de minerais de fer. Il prétend que le dépôt de minerai de fer de Lorraine, non compris celui des environs de Nancy, s'est effectué dans une sorte de bassin non entièrement fermé, et qui devait communiquer avec la mer par une ou plusieurs embouchures, ce qui expliquerait la présence de fossiles marins. « Ce bassin formait donc comme une sorte d'anse sur les bords de laquelle surgissaient des sources ferrugineuses abondantes, dont les dépôts se mêlaient à ceux du large. »

En 1875 GIESLER (1) considère le minerai de fer comme un dépôt marin. Il s'appuie pour cela sur ce que l'on y trouve de très nombreuses coquilles et des morceaux de bois fossile, débris qui se rencontrent d'habitude au bord de la mer. Giesler se demandant ensuite d'où vient le fer, pense qu'il provient du lessivage des roches contenant du fer, par des eaux chargées d'acide carbonique. Les roches mères seraient celles de la formation jurassique, ou encore des roches éruptives silicatées. Le fer aurait été amené dans la mer sous forme de carbonate ou d'oxyde, et là, une nouvelle phase de combinaison serait intervenue pour précipiter le fer, en même temps qu'au voisinage du rivage, l'action du remous des vagues aurait formé les oolithes. Les oolithes se seraient continuellement déposées au fond de la mer, et auraient été réunies, après leur dépôt, par un ciment calcaire.

Avec HANIEL (2) apparaît la théorie que l'on appellera plus tard celle de la *métasomatose*.

(1) GIESLER E. — Das oolithische Eisensteinsvorkommen in Deutsch-Lothringen. *Zeitschrift für Berg-Hütten und Salinenwesen in preussischen Staate*, 1875, XXIII, 941.

(2) HANIEL J. — Ueber das Auftreten und die Verbreitung des Eisensteins in den Jura-Ablagerungen Deutschlands. — *Zeitschrift der Deutsche Geolog Ges.* 1874 : XXVI, 59-118.

Cette théorie admet la transformation et la décomposition des roches par le fait que l'eau, soit par elle-même, soit par les substances qu'elle tient en dissolution, réalise des échanges chimiques avec les matières solides : Pour Haniel, les eaux chargées de fer et d'acide carbonique, une fois entrées dans les roches jurassiques, auraient perdu leur acide carbonique, et abandonné leur fer à l'état d'hydrates.

Pour WALTHER (1) le problème de la formation marine des couches de fer s'explique par la *diagénèse*, c'est-à-dire par les premiers phénomènes qui président à la transformation des dépôts en roches définitives. Ces phénomènes se passent aussitôt après le dépôt des sédiments et sont des dissolutions, des recristallisations d'éléments dissous, ou des décompositions.

En 1883 BRACONNIER (60-63), après une étude très documentée sur le minerai de fer de Meurthe-et-Moselle, frappé de la forme lenticulaire des couches de fer et de la formation elle-même, conclut à un dépôt littoral. Pour lui, 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. Enfin, Braconnier ajoute que les couches de minerai ont dû se former tout aussi lentement que les autres sédiments, car le dépôt d'oxyde de fer ne paraît pas avoir chassé les animaux marins, comme cela a lieu lors du dépôt du sel dans les golfes intérieurs.

Pour DAUBRÉE (123) encore, les couches de fer oolithique sont un dépôt autochtone, c'est-à-dire contemporain des terrains intercalés ; les couches de fer se déposant alternativement avec les dépôts de stampe. L'auteur montre que, dans l'Ardèche, les minerais de fer doivent leur origine à des sources ferrugineuses jaillissant au fond des mers.

En 1893 MM. FUCHS et DE LAUNAY, dans leur travail si remarquable sur les gîtes minéraux et métallifères prêtent à la formation ferrugineuse du bassin de Briey, l'allure d'un dépôt littoral au fond d'un grand golfe de la mer liasique.

BLEICHER dont les travaux sur les minerais de fer de Lorraine sont nombreux et importants, semblait en 1892 se rallier à la théorie de Braconnier (43). Il change d'avis en 1894 après avoir étudié la question d'une façon plus approfondie (48) : « 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. » De ce que le minerai de fer oolithique se présente sous forme de lentilles très irrégulièrement distribuées par zones dans l'épaisseur des sédiments, Bleicher conclut que les conditions favorables à sa formation ne se sont pas rencontrées partout au même moment. D'après cet auteur, la condition nécessaire pour le dépôt du minerai de fer est : « la présence simultanée en un point, de fer dissout ou à l'état de suspension, de silice

(1) WALTHER J. — Lithogenesis der Gegenwart (Dritter Teil einer Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft) Jena 1894, 709.

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 fort 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 les baignaient. Du reste, il n'est pas nécessaire pour cela, d'admettre que la proportion de fer entraînée par les eaux était très considérable ; elle devait l'être plus, il est vrai, que dans les eaux de mer normales, mais pas assez pour gêner la vie animale. Bleicher appuie son hypothèse sur un fait expérimental : « 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. »

Cette théorie est basée sur des observations un peu trop particulières, et qui ne semblent pas permettre la généralisation que Bleicher en tirait.

En 1896, HOFFMANN (261-263) étudie à fond la formation de la *minette* ; d'après lui, les couches de fer ont pu se produire de deux façons : soit par métasomatose, soit par dépôt spontané.

En 1899 M. Villain (518) expose dans les Comptes rendus de l'Académie des Sciences, une théorie basée sur les failles nourricières. Il complète l'exposé de sa théorie, d'abord dans une conférence à la Société Industrielle de l'Est (520), puis dans une autre conférence au Congrès des Sociétés savantes à Nancy en 1901 (522) et enfin dans une étude très documentée sur le bassin de Briey (523) parue en 1902.

La théorie de M. Villain peut se résumer en quelques lignes : « Le minerai de fer a été amené dans le fond de la mer par des fissures de l'écorce terrestre livrant passage à des sources thermales véhiculant le fer surtout à l'état de carbonate. Ce carbonate s'est décomposé dans l'eau de mer et a donné naissance à un précipité d'oxyde pulvérulent qui a enrichi les sédiments contemporains. Lorsque le dépôt a été abondant, une couche de minerai s'est formée non seulement au voisinage de la source, mais jusqu'à une distance plus ou moins grande de celle-ci... Les émissions ferrugineuses sous-marines étaient réparties le long des failles nourricières ; elles étaient d'importance inégale et irrégulièrement espacées. Chacune d'elles, considérée en particulier, a dû subir des variations d'intensité corrélatives des diverses phases par lesquelles passait la dislocation de l'écorce terrestre. La cessation des émissions marque en même temps la fin de ces dislocations et le début de l'ère bajocienne, dont le calme se traduit par le dépôt uniforme et puissant des marnes micacées qui recouvrent toute la formation ferrugineuse. »

Cette théorie ne fut pas admise, si bien que LANG en 1899 (309) considère la question comme encore ouverte.

En 1900, CAMUZAT (91) admet pour le minerai de fer hettangien des environs de Mazenay (Saône-et-Loire) une théorie assez particulière, « La formation des gîtes de minerai est due à la dissolution souterraine produite aux approches du niveau hydrostatique, où l'arrêt de la circulation descendante favorisait le dégagement de CO² en excès et de l'air contenu, et la diminution de la masse des bancs primitifs..... Quant à l'enrichissement en fer, il s'est produit de deux manières : 1° par concentration après suroxydation, d'une partie du fer contenu dans les calcaires primitifs à l'état de carbonate.... 2° par les apports de fer enlevé aux roches de couverture par les eaux d'infiltration.... En somme les minerais de fer oolithiques, tout au moins ceux de Mazenay sont, non une formation sédimentaire de même âge que les calcaires encaissants, mais une formation métamorphique beaucoup plus récente, résultant d'une concentration due à la dissolution souterraine largement aidée par l'apport des eaux d'infiltration. »

Comme l'a très bien fait remarquer M. Villain, cette théorie très applicable au gîte de Mazenay qui ne comprend qu'une couche de minerai est inapplicable au gisement lorrain de Briey où, sur 30 à 40 mètres de puissance, il y a parfois jusqu'à 8 et 9 couches de minerai superposées.

M. ROLLAND (440) en 1901 rejette la théorie de M. Villain à qui il reproche d'avoir choisi trop spécialement ses exemples. L'auteur pense que le minerai de fer a dû se déposer sur un fond de mer à peu près plan, et que les enrichissements locaux de certaines couches doivent s'expliquer par l'affaissement de certaines parties du bassin. Du reste, la topographie du gisement au moment de son dépôt devait être toute différente de ce qu'elle est actuellement, et les variations d'épaisseur montrent que, pendant le dépôt des couches, il s'est formé de petites cuvettes synclinales aux endroits où le fond du bassin s'affaissait plus vite.

Il est en effet naturel de penser que ce sont des affaissements du fond de la mer qui ont permis l'épaississement des couches de minerai au cours de leur dépôt, mais on ne peut expliquer par là les différences de richesse en oxydes de fer des couches suivant les lieux considérés. D'autre part, il n'existe pas à ma connaissance de moyen de prouver que les cuvettes synclinales se sont produites, à l'époque aalénienne, aux endroits où les couches de fer sont plus nombreuses ou plus épaisses actuellement. Il serait nécessaire, pour préciser les faits, de reproduire le relief du fond de la mer au moment du dépôt des différentes couches de minerai, et il n'est d'autre moyen, pour arriver à ce résultat, que de s'appuyer sur le principe des récurrences de plissements ou mouvements posthumes. Mais alors, ceci amène à penser que la topographie du fond de la mer aalénienne était, dans les grandes lignes, comparable à la topographie actuelle de la surface d'une couche de l'Aalénien, et ne permet de rien affirmer au sujet des détails.

En avril 1901, c'est-à-dire avant la publication du livre de M. Villain sur le gisement de

minérai de fer oolithique de la Lorraine, M. Van Werveke (553) discute longuement les diverses théories émises jusqu'alors. Il pense que la formation autochtone du minérai est indubitable, et se demande alors à quelle théorie donner la préférence pour l'explication de la provenance du fer : Giesler admet la provenance de la terre ferme, Hoffmann de la terre ferme et des sources, Braconnier et Villain de sources seulement. Partant de ce principe que le fond de la mer à l'époque aalénienne présentait des anticlinaux et des synclinaux, et que le fer est absent des anticlinaux et au contraire présent en abondance dans les synclinaux, l'auteur pense qu'il est raisonnable de chercher le lieu d'origine du fer dans les roches d'où les sédiments contemporains et intercalés tiraient leur origine, c'est-à-dire de la terre ferme. Quelle formation ou quelles roches possédaient la masse énorme de fer nécessaire pour produire le dépôt du riche bassin lorrain ? Giesler pense que les roches mères du fer sont celles des couches de la formation jurassique qui contiennent du fer, ou bien que ce sont des roches éruptives silicatées et ferrifères. Dans une lettre qu'il écrivait à l'auteur, Blum indique comme pouvant être la roche mère du fer, les schistes à Posidonies à cause de leur teneur si élevée en pyrite. Laissant de côté la possibilité théorique de cette hypothèse, M. Van Werveke recherche si les schistes bitumineux étaient émergés à l'époque du « conglomérat ». (Zone à *Lioceras concavum*). Dans ce conglomérat, il trouve des ammonites liasiques et du jais ; comme le jais n'existe avec assez de fréquence que dans les schistes à Posidonies, il conclut que ces terrains étaient émergés et battus par la mer. De plus, examinant les roches qui depuis le Trias jusqu'au Charmouthien ont composé les rivages tracés par de Lapparent, il n'en trouve aucune autre qui puisse être la roche mère du fer. M. Van Werveke attribue en outre aux animaux un rôle important dans la formation du dépôt de fer : les débris animaux ont joué un grand rôle dans la formation de la glauconie, c'est seulement dans les couches silicatées que l'on rencontre les foraminifères, au centre des oolithes. Enfin les bryozoaires et les polypiers se rencontrent aux passages à l'oolithe (Bajocien).

En résumé, M. Van Werveke voit : « dans notre formation ferrugineuse une formation de mer plane. Le fer devait être amené de la terre ferme dans la mer par des ruisseaux et des rivières, et se précipitait sous des formes très diverses... Une précipitation abondante formait les couches de fer ; une prédominance d'arrivée de sédiments mécaniques (détritiques) engendrait les couches intercalées. Des déplacements des rivages sous l'influence d'élévations et d'affaissements étaient la cause primitive de ces alternances ».

Après la théorie de M. Van Werveke la question de la provenance du fer n'a plus guère été soulevée que par M. Villain (524) qui, reprenant la théorie des failles nourricières, voit l'origine du fer dans la décomposition du mica contenu dans les granites des Vosges. Les granites de la partie nord de la chaîne des Vosges ont été presque entièrement détruits et c'est sur cette destruction que s'appuie M. Villain ; puis il explique la formation des émissions thermales : « Le mica donne donc des produits ferrugineux en se décomposant, et l'on conçoit que les sources ferrugineuses puissent se former au moyen de ces produits de

décomposition. Ces eaux ferrugineuses venant à s'engager dans les fissures de l'écorce terrestre prennent une thermalité de plus en plus grande au fur et à mesure qu'elles descendent davantage : jusqu'à ce qu'elles rencontrent d'autres fissures qui leur permettent de jaillir au jour.... C'est par un processus analogue que le phosphore est venu. Il provient très probablement de l'apatite des granites détruits.... La provenance du fer et du phosphore étant identiques, il n'est pas surprenant de constater que ces deux corps restent également unis dans les couches lorraines. »

Enfin, je rappellerai la théorie de M. Stanislas Meunier (347-348) qui est voisine de la théorie de la métasomatose, c'est-à-dire de la transformation sur place, par des eaux chargées de fer, de couches antérieurement calcaires, et cela sans altération notable de leur structure.

III. — OBJECTIONS AUX THÉORIES PRÉCÉDENTES

De tout cet historique, on peut dégager deux théories principales de la formation du dépôt ferrugineux. Ce sont :

1^o La théorie de la métasomatose ou de la transformation chimique postérieure au dépôt des couches envisagées.

2^o La théorie du dépôt autochtone ou du dépôt immédiatement à l'état de minerai au fond de la mer.

On peut faire à ces théories, des objections plus ou moins importantes, motivées peut-être par le caractère trop général et trop absolu qui leur a été attribué.

Il me semble inutile de détailler les objections opposées à la théorie de la métasomatose. La présence des fossiles marins, la régularité des couches de minerai, leur séparation des roches encaissantes souvent très nette au toit et au mur, sembleraient des raisons suffisantes pour déterminer le rejet de cette théorie.

La théorie du dépôt autochtone ne souffre pas, en somme, d'objection ; mais elle permet de poser une question : d'où a pu venir le fer en si grande quantité, et par quel processus a-t-il pu se concentrer en couches si riches et si épaisses ? C'est à cette question que les deux théories des émissions thermales et de l'apport de la terre ferme, ont cherché à répondre.

On objecte à la théorie des émissions thermales, le peu d'exemples de faits semblables dans la nature, le manque de preuves des sources dans les bassins ferrifères de Meurthe-et-Moselle, enfin, le temps considérable qu'il aurait fallu pour amener tout le fer. De plus, la question de l'origine vraie, initiale du fer reste pendante. Il est vrai que M. Villain recherche cette origine première du fer dans la décomposition du mica des granites anciens de la chaîne des Vosges et qu'il explique par la même occasion la présence du phosphore en proportion pour ainsi dire constante dans les minerais de Lorraine, en disant que le phosphore provient de l'apatite contenue dans ces granites. Selon cet auteur, la chaîne des Vosges possédait d'importants massifs de granite qui ont été détruits par les érosions, le maximum d'érosion se serait produit vers Bitché.

Cette explication semble bien invraisemblable ; les granites des Vosges renferment en effet très peu de fer et point ou presque point d'apatite ; d'autre part la chaîne des Vosges est encore trop peu dénudée pour que l'on puisse admettre que la seule masse des granites détruits ait pu fournir tout le fer contenu dans le bassin de Briey.

Il y a quelques années, au moment où se poursuivait aux environs de Pont-à-Mousson la campagne de recherche de houille j'avais pensé que la présence de sources chaudes artésiennes et chargées de fer dans les sondages ayant atteint le grès vosgien, pourrait être un fait à l'appui de la théorie de M. Villain. J'avais fait part de mes vues à cet éminent ingénieur qui reprit sa théorie en 1908 dans son discours de réception à l'Académie de Stanislas.

M. Villain pense alors comme auparavant que la provenance éloignée du fer doit être recherchée dans la décomposition du mica des granites, et que les eaux lessivant ces granites s'infiltraient dans les grès des Vosges, y cheminaient en se chargeant encore de fer, puis venaient ressortir dans le fond de la mer aalénienne du bassin de Briey à la faveur des fissures provoquées par les failles.

Comme je l'ai déjà dit, cette hypothèse est difficilement admissible, mais il est un fait à retenir, c'est la mise en jeu du grès des Vosges.

Les grès des Vosges sont des grès très ferrugineux contenant, à l'état d'oxyde, et surtout de pyrite 20 kilogrammes de fer par tonne, ils contiennent en outre 0,5 à 0,8 pour 1000 d'acide phosphorique. Et, comme ces grès formaient certainement à de nombreux endroits, les rivages ou le fond de la mer aalénienne, il s'en suit que l'on peut rechercher au moins partiellement, dans la théorie de l'apport de la terre ferme, l'origine première du fer et du phosphore dans la destruction du grès des Vosges sur les rivages des golfes de Luxembourg et de Sarrebrück.

Quant à la théorie de l'apport de la terre ferme, elle est admissible en principe, mais il reste à prouver que les roches mères ont contenu suffisamment de fer pour engendrer tout le minerai du bassin de Briey. De plus, si on admet la destruction des roches mères par la mer ou les pluies et torrents, il reste à expliquer comment le fer a pu être concentré en couches si pures au fond de la mer aalénienne et comment ont disparu les débris de la roche mère autres que le fer ; enfin, il faut tenir compte du temps considérable qu'il a fallu pour opérer cette destruction, car, si l'on admet par exemple que la couche mère du fer est la couche des schistes bitumineux, que l'on attribue à cette zone une épaisseur de 10 mètres et une teneur en fer de 20 p. 100, c'est la destruction entière de cette zone sur plus de mille kilomètres carrés qu'il faut expliquer.

IV. — MODE DE FORMATION DU MINÉRAI DE FER

Comme on l'a indiqué dès le début de ce chapitre, le gisement de minerai de fer aalénien de Lorraine est divisé en deux grands bassins séparés par une bande stérile de 30 kilo-

mètres de largeur environ. Ce sont le bassin de Nancy et le bassin de Briey : ces deux bassins se sont formés à peu près à la même époque et suivant le même processus, car ils sont entièrement comparables, tant au point de vue de l'allure du gîte que de la composition des couches et de la nature des dépôts. La formation ferrugineuse comprise dans l'étage aalénien renferme exclusivement en Lorraine des dépôts d'origine marine, témoin la faune excessivement riche en mollusques fossiles décrite dans un récent travail de M. Benecke (23).

Le minerai de fer s'est donc certainement constitué au fond d'une mer ; dans une grande cuvette pour le bassin de Nancy, dans un golfe largement ouvert vers le Sud-Ouest pour le bassin de Briey. La région stérile séparant ces deux bassins formait à l'époque aalénienne un haut-fond très prononcé, si toutefois même il ne formait pas un seuil émergé. Ce haut-fond de direction NE.-SO. dont l'axe passait vers Pont-à-Mousson et dont on trouve déjà les traces avant l'étage aalénien dans les différences d'épaisseur des couches sédimentaires s'étend des environs de Dieulouard à Arnaville et Novéant. Son existence prolongée jusqu'à l'époque bajocienne est mise en évidence par un facies coralligène à faune spéciale et unique dans la région, signalé par Authelin à Vittonville.

Ce haut-fond fut occasionné par les plissements posthumes qui ont affecté la croûte terrestre en Lorraine depuis l'époque jurassique et qui sont des récurrences des plis hercyniens. Le haut-fond de la région de Pont-à-Mousson est en effet superposé à un anticlinal hercynien, l'anticlinal houiller désigné par M. Van Wervecke comme le prolongement Sud-Ouest de l'anticlinal de Buschborn.

Le bassin de Briey est situé dans la partie profonde du synclinal bien net de Luxembourg. Les terrains secondaires qui le constituent reposent sur des terrains plus anciens plissés par la chaîne hercynienne. Il y avait donc dans ce golfe un point de moindre résistance et les actions posthumes s'y sont fait sentir à diverses reprises et avec assez d'intensité, occasionnant dans le fond de la mer, des anticlinaux, des synclinaux, des dômes et des cuvettes, ainsi que des failles. Les failles particulièrement, sont nombreuses dans le bassin de Briey et quoiqu'une bonne partie d'entre elles n'aient acquis une certaine dénivellation que pendant la fin de l'époque jurassique et pendant l'ère tertiaire, on est forcé d'admettre qu'il en existait déjà à l'époque aalénienne.

D'autre part, il n'est pas douteux que l'époque aalénienne n'ait été en Lorraine une époque assez mouvementée.

En effet, après la longue période toarcienne pendant laquelle on n'a vu se déposer pour ainsi dire que des marnes argileuses, on voit débiter la période aalénienne par des dépôts de minerai alternant avec des marnes et avec des calcaires. Dans le bassin de Nancy, on remarque après la zone à *Dumortieria pseudoradiosa*, une grande lacune comprenant les zones à *Lioceras opalinum* et à *Ludwigia Murchisonae*, puis la zone à *Harpoceras concavum* débute par un conglomérat ferrugineux, et ce n'est qu'après le dépôt des marnes micacées que l'on entre à vrai dire dans une période de dépôts presque exclusivement calcaires.

Si, dans le bassin de Briey, on n'assiste pas, du moins d'après M. Benecke, à la même lacune que dans le bassin de Nancy, du moins, les alternances de marnes, de calcaires, de minéral de fer, et la présence du conglomérat de la zone à *Harpoceras concavum* sont tout aussi remarquables.

De tels changements marquent une période mouvementée où la mer a souvent varié ses rivages, ce qui ne va pas sans de nombreux mouvements d'affaissement ou d'exhaussement du fond des mers.

La période aalénienne en Lorraine a donc été assez mouvementée, il s'est formé des failles, des cuvettes et des anticlinaux du fond de la mer, qui ont joué un rôle très important dans la répartition des couches de minéral de fer, ce dernier s'accumulant sous forme d'oolithes dans les endroits plus profonds, à cause de la plus grande densité de ces oolithes.

Le minéral de fer s'est donc déposé au fond des cuvettes, sous forme d'amas d'oolithes formées de calcaire et d'oxyde de fer. Ces amas d'oolithes ont été ensuite remplis d'un ciment, le plus souvent ferrugineux mais aussi souvent siliceux ou calcaire. Les oolithes ont pu également, pendant ce même temps, être enrichies en fer.

Les oolithes.

D'après Bleicher : « on peut considérer les oolithes ferrugineuses 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... Les coupes minces ne peuvent guère donner d'autres renseignements que ceux signalés plus haut ; il est seulement possible, en multipliant et en choisissant des échantillons dans divers gisements, de constater dans certains cas, la nature organique du grain central. C'est souvent un débris de bryozoaire, de foraminifère ou de coquille, plus ou moins minéralisé et pénétré de fer, comme le prouvent les coupes d'oolithes des gisements de Chaligny, de Malzéville, de Ludres. »

Les préparations microscopiques de minéral de fer que j'ai pu observer, m'ont permis de remarquer, comme Bleicher, que les oolithes ferrugineuses ont en général un grain central de quartz ou formé par un débris de coquille. Les débris organiques les plus fréquents sont des débris de crinoïdes. On rencontre également des débris d'oolithes cassées formant le centre d'oolithes complètes ; rarement on observe comme dans les calcaires oolithiques ordinaires, des oolithes composées. Le ciment renferme quelquefois des foraminifères du groupe des *Lagena*.

En somme, les oolithes sont des oolithes bien typiques, aplaties dans le sens de la stratification, comme le montre la figure 1, planche III ; ces oolithes ont un noyau de *Sidérose*, quelquefois de *Berthiérine* oxydée.

Des échantillons de minéral de la couche verte recueillis au sondage de Preutin ex-

minés au microscope ont permis de reconnaître presque invariablement la *Berthierine* dans les oolithes ; ce minerai était quelquefois légèrement oxydé.

Le ciment.

Le minerai de fer est donc formé : 1° d'oolithes aplaties ; 2° de débris de coquilles et d'éléments détritiques (fig. 19) ; 3° le tout réuni par un ciment généralement peu compact, ce qui fait que le minerai est une roche poreuse complètement imprégnée d'eau en profondeur. Cette dernière remarque explique comment il se fait que le minerai des halles des mines, tombe rapidement en poussière en hiver et au printemps.

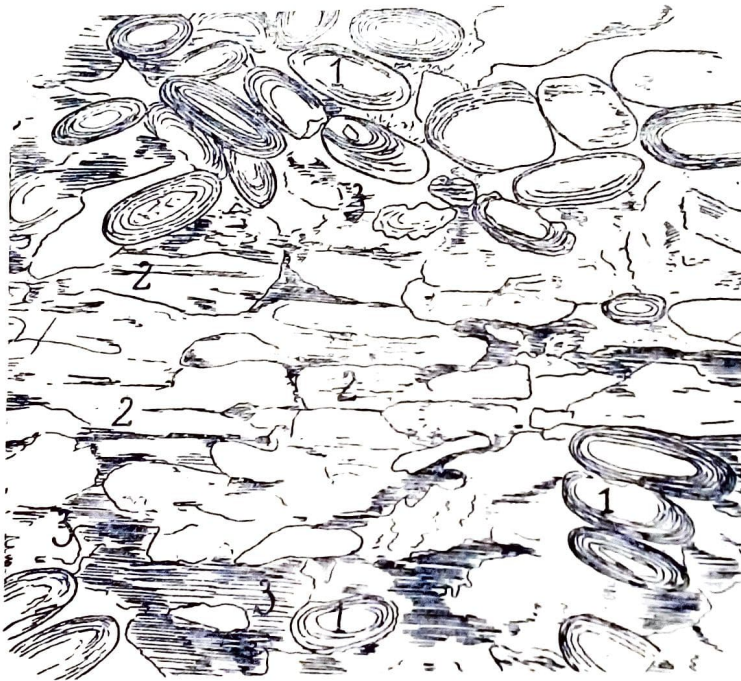


FIG. 19. — Minerai de fer oolithique taillé perpendiculairement à la stratification.

Grossissement : 50 diamètres

1, oolithes. — 2, débris de coquilles de Lamellibranches. — 3, ciment.

Au point de vue minéralogique, le ciment pour le minerai des couches inférieures de la formation (couche grise, couche brune, couche noire, couche verte) est formé en majeure partie par de la *Berthierine*. La *Berthierine* entoure les oolithes (fig. 2, planche III) comme d'une sorte d'auréole, et ce n'est que lorsque les oolithes sont assez écartées les unes des autres, qu'il existe un reste de *Sidérose* dans le ciment.

Dans les couches supérieures (couche jaune et couches rouges), le ciment est presque entièrement transformé, comme du reste les oolithes, en oxyde de fer.