

L'HYPOTHÈSE
DES
GRANDES NAPPES CHARRIÉES

détruite par la vérification pratique
fournie par la galerie de la mer à Gardanne (Bouches-du-Rhône) (1)

PAR

E. FOURNIER

Professeur à la Faculté des sciences de l'Université de Besançon.

—
PLANCHE II
—

I. — Avant-propos.

Depuis quelques années, la tectonique a pris en Géologie une importance prépondérante, et l'étude détaillée des zones plissées, qui autrefois avait été laissée de côté, au profit de celle des régions à sédimentation régulière, nous a révélé l'existence de phénomènes mécaniques dont on n'avait naguère aucune idée et qui jettent un jour tout nouveau sur la genèse des chaînes de montagnes.

Malheureusement, toute une école géologique, et qui compte parmi ses adeptes quelques-uns des noms les plus illustres de la Géologie moderne, se laissant entraîner par des vues théoriques séduisantes par leur généralité et par la simplicité de leur synthèse, a abandonné d'une façon presque complète le domaine de l'observation stricte des faits pour se lancer dans celui de la conception *a priori*, qui n'est en réalité de mise qu'en métaphysique, où elle a donné d'ailleurs d'assez piètres résultats !

C'est de cette généralisation et de cette synthèse à outrance qu'est née l'*hypothèse des grandes nappes charriées*, hypothèse qui est devenue pour certains, mieux qu'une doctrine, un véritable dogme avec lequel il faut, *bon gré mal gré*, faire cadrer les observations. Par un doux euphémisme, beaucoup ont qualifié cette hypothèse d'*idée directrice*,

(1) Présenté à la séance du 17 juillet 1906.

alors qu'il serait plus exact de dire *idée préconçue*, car la condition *sine qua non* de la légitimité d'une idée directrice, c'est d'avoir été soumise à une vérification.

Or, pour la première fois que l'hypothèse ^{de la} des grands charriages vient d'être soumise à une vérification pratique, cette vérification lui a été fatale. *Vestigia filo regenda* disait un philosophe; pour cette fois le fil conducteur était de mauvaise qualité; il s'est rompu; qu'advient-il de l'œuvre de ceux qui l'ont suivi? L'avenir nous le dira.

La faillite de l'hypothèse des nappes devant la vérification pratique est d'autant plus lamentable qu'elle se produit précisément dans la région considérée par les partisans de cette hypothèse comme la région classique par excellence. // Connue à fond au point de vue stratigraphique, grâce aux beaux travaux de MM. Matheron, Dieulafait, Coquand, Collot, Vasseur, Depéret, etc., scrutée dans ses plus intimes recoins au point de vue tectonique par divers auteurs, en tête desquels je me ferai un devoir de citer M. Marcel Bertrand, la Provence peut passer, à juste titre, pour une des régions de la France que les géologues ont le plus et le mieux étudiée.

C'est donc en pleine connaissance de cause que, le 15 décembre 1890, on entreprit le percement de la galerie, dite de la mer, destinée à assurer l'écoulement des eaux et le transport du charbon du bassin de Fuveau. Le 11 juin 1892, on achevait la traversée du bassin oligocène de Marseille, qui n'offrait pas d'intérêt au point de vue tectonique, pour attaquer l'Urgonien, premier terme du flanc normal du grand pli constitué par les chaînes de la Nerthe de l'Étoile et de Notre-Dames-anges. En 1903, on était encore dans les Dolomies jurassiques du flanc normal; en août 1904, dans l'Oxfordien; la galerie était terminée, en tant que perforation, le 19 mai 1905.

Dès le début des travaux, de nombreuses études tectoniques avaient été publiées sur la région par M. Marcel Bertrand et par moi-même, et dès 1900, c'est-à-dire bien avant que les travaux de la galerie eussent encore fourni aucune indication bien intéressante relative à la tectonique de la chaîne traversée, nous avions, l'un et l'autre, pris nettement position dans le débat et résumé notre manière de voir dans les travaux suivants :

MARCEL BERTRAND, *Le bassin de Fuveau; comparaison avec le bassin houiller franco-belge.* (ANN. DES MINES [9], XIV, 1898.)

Id., *La grande nappe de recouvrement de la Basse-Provence.* (BULL. DES SERVICES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DE FRANCE, n° 68, 1899.)

Id., *La nappe de recouvrement des environs de Marseille.* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE [3], XXVI, p. 632, 1899.)

E. FOURNIER, *Observations sur la tectonique de la bordure méridionale du bassin crétacé de Fuveau* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE [3], XXVI, p. 613, 1898.)

ID., *Les chaînes de la bordure septentrionale du bassin de Marseille.* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE [3], XXVII, p. 336, 1899.)

ID., *Étude synthétique sur les zones plissées de la Basse-Provence.* (BULL. SOC. GÉOL. DE FRANCE [3], XXVIII, p. 927, 1900.)

Je ne cite ici que les publications principales, où l'on pourra trouver l'exposé complet de tout le débat, tel qu'il était engagé avant que les travaux eussent fourni aucune solution, et, pour faciliter la lecture de ces mémoires et en même temps pour exposer les principes mêmes de la discussion, je résumerai ici très brièvement les points principaux de l'interprétation de M. Marcel Bertrand et de la mienne, en faisant remarquer, pour appuyer encore ici ce que je disais tout à l'heure de l'état d'avancement de la Géologie en Basse-Provence, que nous étions à très peu de chose près d'accord l'un et l'autre sur la Géologie de surface de la région que la galerie allait traverser, tandis que, comme on va le voir, nous étions diamétralement opposés sur la conception de la structure du substratum.

Il ne s'agissait donc pas d'une question de limite d'étages ou d'interprétation d'une série, comme on en rencontre si souvent en Géologie : la galerie allait trancher une question de principe; elle allait dire si les nappes étaient une réalité ou s'il n'y avait là que pure fantaisie et imagination.

II. — Ce que M. Marcel Bertrand pensait de la chaîne de l'Étoile.

On peut résumer de la façon suivante les conceptions de M. Marcel Bertrand, relativement à la structure du massif de l'Étoile :

1° Tout le massif faisait partie d'une *masse de recouvrement entièrement superposée au Crétacé* et dont il fallait supposer les racines beaucoup plus au Sud (1).

2° Cette *nappe* était séparée de son substratum par un *thrust plane* susceptible de mettre en contact avec le substratum n'importe quel étage de la nappe (2).

3° Cette nappe avait été *replissée* postérieurement et ses divers

(1) Voir *Bulletin du Service de la carte géologique*, n° 68, 1899 (fig. 1 et 3, pl. III), et *Bulletin de la Société géologique de France* (3), XXVI, pp. 5, 638 et 639.

(2) Voir *Bulletin du Service de la carte géologique*, n° 68, pp. 418-419.

termes, le Trias, par exemple, devaient se trouver *pincés dans des synclinaux* formés par les terrains du substratum : les *terrains les plus anciens se trouvaient donc dans le noyau de synclinaux inverses, les plus récents dans l'axe d'anticlinaux retournés* (1).

Il en résultait que :

4° La galerie de la mer devait *rester dans le Crétacé fluvio-lacustre au moins jusqu'à la faille du Pilon-du-Roi*, c'est-à-dire entre les kilomètres 10 $\frac{1}{2}$ et 16.

5° Qu'elle *passerait au-dessous de l'Aptien de Saint-Germain*, sans le rencontrer, se maintenant dans le Crétacé.

6° Qu'elle ne recouperait également *ni le Trias de Saint-Germain, ni celui de la Galère*.

7° Que son trajet *sous la bande de Mimet* aurait lieu dans le Crétacé fluvio-lacustre.

8° Qu'elle ne traverserait les *Dolomies jurassiques du flanc normal que sur quelques centaines de mètres*.

9° Que les *eaux* rencontrées à la limite du bassin de Marseille étaient *retenues dans le sous-sol par le Crétacé fluvio-lacustre*.

J'ai représenté l'interprétation de M. Marcel Bertrand dans la coupe II de la planche II.

III. — La chaîne de l'Étoile d'après mes recherches.

Pour moi, au contraire, je concluais :

1° Que le massif de l'Étoile *était enraciné sur place et la pénétration du Crétacé sous ce massif très limitée* (2).

2° Qu'il existait, entre les divers étages du flanc renversé, des *étirements parallèles aux couches, mais jamais de thrust plane* (3).

3° Que le pli principal de l'Étoile était *antéoligocène*, c'est-à-dire pyrénéen, et n'avait *pas subi de plissement postérieur important* (4).

Que les *terrains les plus anciens* étaient dans les *axes anticlinaux* et les plus récents dans les *axes synclinaux* (5).

(1) Voir notamment *Bulletin du Service de la carte géologique*, n° 68, pp. 20 et 21, fig. 8, 9, 10 et 11, et surtout *Bulletin de la Société géologique de France* (3), XXVI, p. 635, fig. 1 et 2; p. 639, fig. 5.

(2) Voir notamment *Bulletin de la Société géologique de France* (3), XXVI, pp. 630 et 631, 1898. *Ibid.* (3), XIV, p. 264, 1896, et (3), XXVII, pp. 336 et suiv.

(3) *Ibid.* (3), XXVIII, p. 946.

(4) *Ibid.* (3), XXVIII, p. 956, et *Ibid.* (3), XXVI, 1898, p. 630.

(5) Voir *Ibid.*, pp. 955-956 (1°, 2°, 3°, 4°), et toutes les publications précitées.

4° Que la galerie de la mer « abandonnerait définitivement le Crétacé fluvio-lacustre pour n'y plus rentrer » à partir d'un point que j'estimais être situé au Sud de la verticale des Putis (1), c'est-à-dire à plus de 2 kilomètres au Nord de la faille du Pilon-du-Roi.

5° Qu'elle rencontrerait l'Aptien de la cuvette de Saint-Germain (2).

6° Qu'elle recouperait certainement le Trias de la Galère, qui pour moi formait l'axe du pli principal (3), et peut-être le Trias de Saint-Germain, vers l'extrémité duquel elle passait (4).

7° Que son trajet sous la bande de Mimet aurait lieu dans des terrains plus anciens que le Crétacé fluvio-lacustre (5).

8° Que l'épaisseur des Dolomies jurassiques serait de plusieurs kilomètres (3 environ) (6).

9° Que les eaux rencontrées à l'attaque du flanc normal étaient retenues par le Trias de l'ondulation transversale et non par le prétendu Crétacé du substratum (7).

J'ai représenté dans la coupe III de la planche II la coupe de la chaîne de l'Étoile telle que je l'avais conçue avant l'exécution des travaux.

IV. — Coupe résultant de l'exécution des travaux.

On trouvera dans les trois ouvrages suivants les résultats géologiques du percement de la galerie de la mer :

SOCIÉTÉ NOUVELLE DE CHARBONNAGE DES BOUCHES-DU-RHÔNE, *Étude sur le bassin à lignites des Bouches-du-Rhône*. (MONOGRAPHIE DE LA SOCIÉTÉ ET DESCRIPTION DE LA GALERIE DE LA MER. Paris, 55, rue de Chateaudun, et Marseille, 4, place Sadi-Carnot, 1905.)

H. DOMAGE, *Bassin lignitifère de Fuveau; terrains traversés par la galerie de la mer*. Liège, 25 juin-1^{er} juillet 1905.

H. DOMAGE, *Les procédés d'exécution de la galerie de Gardanne à la mer*. Liège, 25 juin-1^{er} juillet 1905.

La galerie a démontré que :

1° Le massif de l'Étoile est enraciné sur place, du kilomètre 0 au kilomètre 12, et la pénétration du Crétacé sous ce massif ne dépasse pas

(1) *Ibid.* (3), XXVI, p. 625.

(2) *Ibid.*, *ibid.*

(3) Voir toutes les notes précitées.

(4) *Ibid.* (3), XXVI, p. 343.

(5) *Ibid.* (3), XXVI, p. 625.

(6) *Bulletin de la Société géologique de France* (3), XXIV, p. 262 : coupe à l'échelle et *loc. cit.*, *passim*.

(7) *Ibid.* (3), XXVIII, p. 956.

2 kilomètres. Dans ce trajet, la galerie a d'abord rencontré toutes les couches du flanc normal en série complète depuis les calcaires à *Requiénies* (Urgonien) jusqu'au Trias; elle a pénétré ensuite dans une série très réduite appartenant au flanc renversé. Dans l'hypothèse de la nappe, le flanc normal aurait dû être réduit le long du *thrust plane* de contact anormal, et le flanc renversé n'aurait pas dû exister, ou tout au plus être représenté par des blocs isolés, pincés le long de la surface de charriage.

2° Les étirements constatés le long des failles du Safre, de Pignan et du Pilon-du-Roi sont demeurés *parallèles aux couches*. Nulle part, on n'a constaté la présence de *thrust plane*, et la faille du Safre, par exemple, qui avait été figurée par M. Marcel Bertrand comme une surface de *superposition anormale* subhorizontale, s'est trouvée elle-même à peu près *parallèle au prolongement des couches* du Crétacé fluvio-lacustre.

3° L'attaque du flanc Sud a montré la *discordance* de l'Oligocène du bassin de Marseille avec l'*Infracrétacé* du flanc normal du pli. (Age pyrénéen du plissement.)

Les terrains les plus anciens ont été rencontrés dans les axes anticlinaux; les plus récents dans les axes synclinaux; la non-existence de l'anticlinal inversé des Mares a été directement vérifiée; la galerie s'est maintenue dans le Jurassique, au-dessus de ce prétendu anticlinal infracrétacé.

4° La galerie de la mer a *abandonné* définitivement le Crétacé fluvio-lacustre, vers le kilomètre 13, exactement au point que j'avais prévu à 2 kilomètres au Nord de la faille du Pilon-du-Roi.

Les espérances que l'on avait pu fonder, au point de vue industriel, sur la prolongation possible du bassin lignitifère crétacé sous le pli de l'Étoile, en se basant sur l'hypothèse des nappes, se trouvent donc absolument ruinées, et c'est là un des exemples les plus caractéristiques des désastreuses conséquences que pourrait avoir dans la pratique industrielle la prise en considération de théories qui ne reposent sur aucune base expérimentale ou d'observation.

5° Au lieu de *se maintenir dans le Crétacé fluvio-lacustre*, dans son passage au-dessous de l'Aptien du bassin de Saint-Germain, la galerie a rencontré cet Aptien comme je l'avais prévu et *ne l'a pas quitté dans toute la traversée de cette cuvette*. On a pu constater que cet Aptien était très plissé, mais nulle part on n'a trouvé de terrains plus anciens pincés dans les synclinaux, nulle part de terrains plus récents dans les anticlinaux, comme le voulait l'hypothèse de la nappe.

6° La galerie a *recoupé le Trias de la Galère*, sans rencontrer, il est

vrai, celui de Pignan (massif de Saint-Germain), dont la rencontre était pour nous seulement probable (1).

Mais le fait d'avoir recoupé le Trias de la Galère est surabondamment démonstratif à lui seul, car M. Marcel Bertrand disait, en parlant de ce Trias (2) :

« Il est jeté comme en écharpe sur cette série renversée, car il n'est pas toujours entre les mêmes termes. Il se comporte comme un terrain transgressif et discordant, englobé dans les mêmes plissements que le substratum. Les faits sont si nets qu'ils ne peuvent recevoir une autre explication; c'est un retour par pli synclinal de la bande triasique de Saint-Germain, et, en même temps, on acquiert la preuve que cette bande est discordante avec son substratum, c'est-à-dire que, pendant le charriage, le Trias a été isolé par une surface de glissement secondaire, par un *thrust plane* légèrement oblique aux couches. »

Donc, pour M. Marcel Bertrand, le Trias de la Galère, qui, pour moi, était l'axe du pli anticlinal principal, était en recouvrement et en synclinal exactement comme celui de Saint-Germain. Sa rencontre par la galerie, dans l'axe de l'anticlinal principal, est donc un argument décisif contre l'hypothèse de la nappe. Si, d'autre part, la galerie n'a pas rencontré la bande triasique de Saint-Germain, c'est tout simplement parce qu'elle passe tout à fait à l'extrémité de cette bande, qui est déversée en champignon, comme je l'ai démontré (3), et cela prouve seulement que l'amplitude du déversement atteint 300 ou 400 mètres, ce qui n'a rien d'exagéré et est même bien au-dessous de l'amplitude moyenne que j'ai fréquemment rencontrée dans ces sortes de plis.

7° Le trajet sous la bande de Mimet s'est effectué entièrement dans des terrains plus anciens que le Crétacé : partout, dans cette bande, les terrains jurassiques de la surface se sont montrés en continuité avec ceux rencontrés dans la galerie, et l'on n'a pas vu, comme le voulait l'hypothèse de M. Marcel Bertrand, l'Infracrétacé former des anticlinaux sous le Jurassique : c'est précisément le contraire qui a été constaté.

8° L'épaisseur des Dolomies jurassiques du flanc normal a été de 3 kilomètres, « au grand déboire des ingénieurs », comme dit M. Boistel. On ne comptait, en effet, en se fiant à l'hypothèse des nappes, que sur 160 mètres de Dolomies ! La traversée de ces Dolomies cavernesuses,

(1) *Bulletin de la Société géologique de France* (3), XXVI, p. 343.

(2) *Bulletin de la Carte géologique*, t. X, n° 68, pp. 418-419.

(3) *Bulletin de la Société géologique de France* (3), XXVII, 1899, p. 343.

ébouleuses, rendant peu à la mine, a été un véritable désastre et a retardé considérablement l'achèvement du travail.

J'avais publié, dès 1890 et 1891, des coupes indiquant l'épaisseur vraie des Dolomies. En déplaçant le tracé de 800 mètres à l'Ouest, on évitait une grande partie de cette traversée désastreuse et, de plus, on recoupait entièrement la racine du massif de Pignan, ce qui eût été intéressant, non seulement au point de vue géologique, mais au point de vue industriel. Malheureusement, par crainte de rencontrer quelques centaines de mètres de Trias (qui est d'ailleurs en grande partie du Muschelkalk, ce qui n'avait rien d'inquiétant pour les travaux), on s'est jeté dans 3 kilomètres de Dolomies.

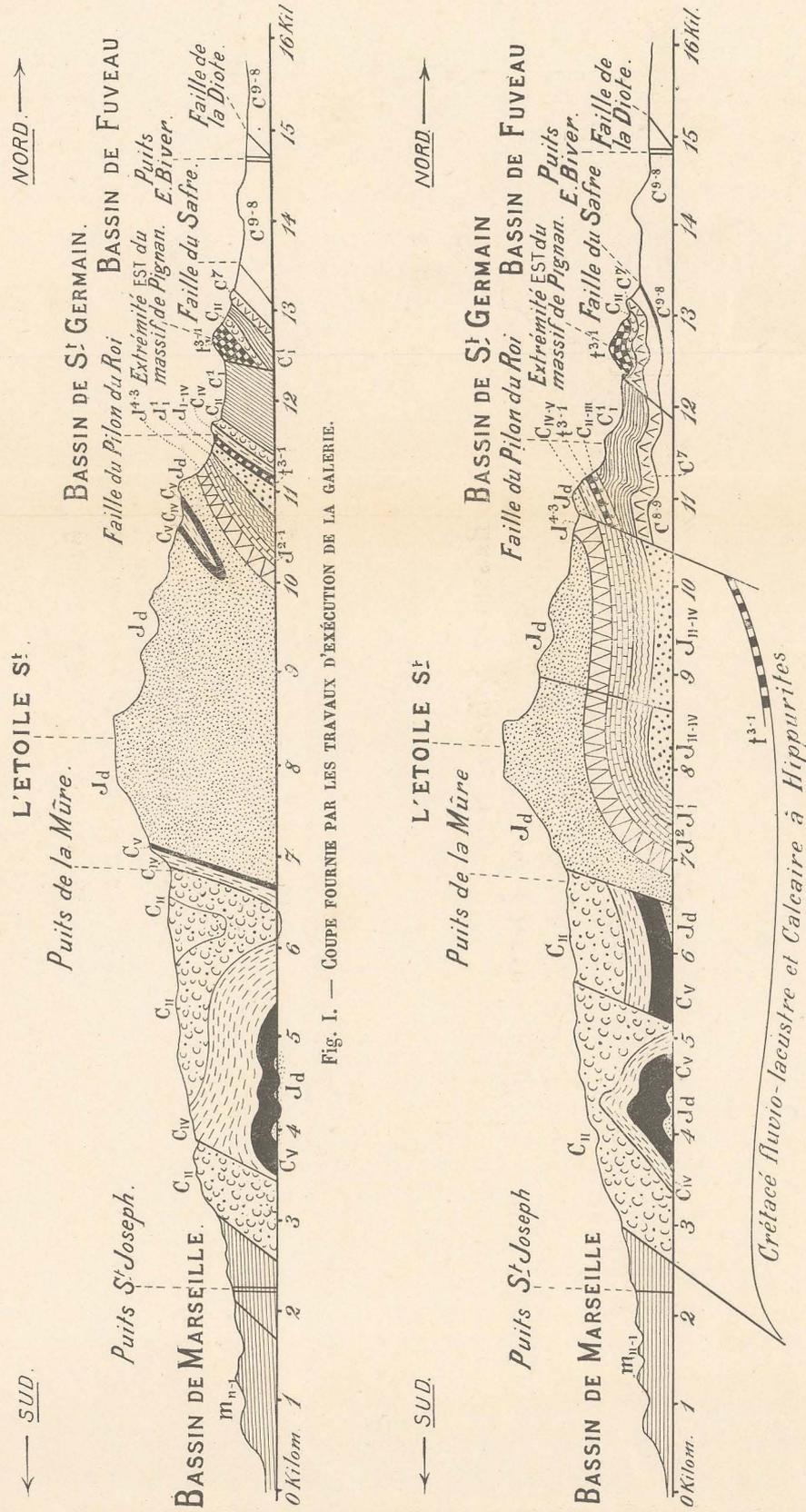
9° Les eaux rencontrées dans l'Urgonien ont présenté la *couleur rouge typique des eaux du Trias*, tandis que celles du Crétacé fluviolacustre sont d'un gris blanchâtre et opalescentes. C'est donc, comme je l'ai dit, le bourrelet triasique de l'ondulation transversale et non le prétendu Crétacé du substratum (démonstré non existant) qui retient ces eaux.

V. — Conclusions.

La comparaison des trois coupes I, II et III de la planche II est plus éloquente que tout développement de considérations théoriques; elle démontre, d'une façon surabondante, que, pour ce qui est de la Basse-Provence, l'hypothèse des nappes a vécu et que c'est une vérification directe et pratique qui lui a donné le coup fatal.

Si l'on se rappelle, d'autre part, que c'est en Provence que l'hypothèse est née, que la Provence était pour les partisans de l'hypothèse la région typique, classique et indiscutable par excellence; que, d'autre part, c'est la première fois qu'une vérification pratique intervient, on peut se demander avec inquiétude s'il n'est pas légitime de dire des exemples de nappes cités dans les autres régions où des hypothèses analogues ont été préconisées : *ab uno disce omnes*. C'est ce que l'avenir nous apprendra.

Coupe géologique de la Galerie de la Mer à Gardanne (Bouches-du-Rhône).



LÉGENDE

T³⁻¹ Trias.

(Muschelkalk et Keuper.)

J_{v-v} Bajocien et Bathonien marneux.

J¹ Bathonien supérieur et Callovien (marnes calcaires)

J³⁻¹ Oxfordien. Calcaire marneux.

J_{v-v} Calcaires gris du Séquanien.

J⁴ Dolomies (Jurassique supérieur) et calcaires à *Heterodictyeras*.

C_v Marnes vertes du Valanginien.

C_v Calcaires et marnes de l'Hauterivien.

C_{v-v} Calcaire urgonien à Requienies.

C¹ Aptien et Gault (marnes schistoides).

C⁷ Calcaires à Hypneustes.

C¹⁴⁻⁸ Crétacé fluvio-lacustre.

m_{v-v} Argiles oligocènes (Tongrien et Aquitainien).

— 0 —

Fig. III. — COUPE D'APRÈS LES PRÉVISIONS DE M. E. FOURNIER.