

à mon ami Charles Barrois,  
affectueux hommages,  
P. Termier

Pierre TERMIER,  
Membre de l'Institut.

## CONTRIBUTIONS

A LA

### CONNAISSANCE DE LA TECTONIQUE DES ASTURIES.

I.

ANOMALIES AU CONTACT DU HOULLER ET DU DÉVONIEN D'ARNAO.

II.

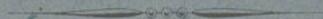
LA SIGNIFICATION DES MYLONITES D'ARNAO.

III.

LAS PEÑAS DE CARESES; LA ZONE ANTICLINALE CARESES-FRESNEDO.

IV.

PLIS HERCYNIEUS ET PLIS PYRÉNÉENS; CHARRIAGES ANTÉSTÉPHANIENS  
ET CHARRIAGES POSTNUMMULITIQUES.





# INSTITUT DE FRANCE.

## ACADÉMIE DES SCIENCES.

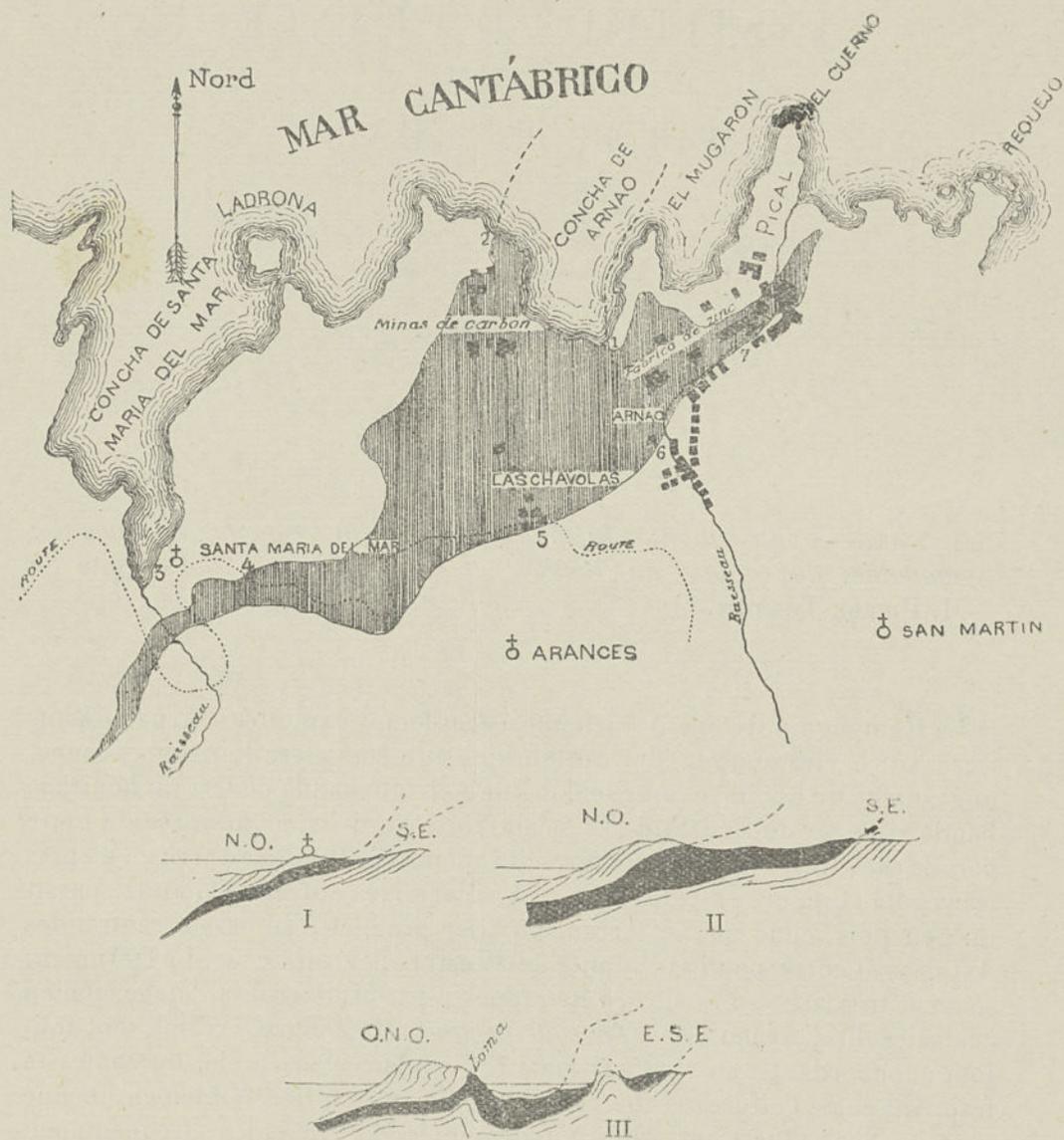
Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,  
t. 166, p. 433 (séance du 18 mars 1918).

---

---

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance de la tectonique des Asturies : anomalies au contact du Houiller et du Dévonien d'Arnao.* Note de M. **PIERRE TERMIER.**

La Compagnie Royale Asturienne a longtemps exploité, à Arnao (Asturies), sur le rivage de la Mer cantabrique et même assez loin sous la mer, une couche de houille comprise dans une étroite bande de terrain houiller, bande allongée du Sud-Sud-Ouest au Nord-Nord-Est et entourée de toute part de calcaires, calcschistes et grès dévoniens. Ce Houiller d'Arnao, d'après les végétaux qu'on y a trouvés et qu'a déterminés autrefois Geinitz, paraît un peu plus jeune que le terrain houiller productif du bassin central des Asturies et correspond sans doute au Westphalien supérieur. Le Dévonien, souvent très riche en fossiles, a été rapporté par M. Barrois à l'étage eifélien (calcaire dit d'Arnao à *Spirifer cultrijugatus*). Les deux terrains sont toujours concordants, au contact; mais il y a, dans l'ensemble, un contraste frappant entre l'allure régulière et tranquille du Houiller, faiblement incliné vers le Nord-Ouest, et l'allure tourmentée du Dévonien, fréquemment redressé jusqu'à la verticale. La couche de houille, épaisse de 6<sup>m</sup> à 8<sup>m</sup> et formée d'un charbon flambant, voisin des lignites, avait, dans les travaux, une inclinaison habituelle de 15° à 20°. Les traçages sous la mer se sont avancés jusqu'à plusieurs centaines de mètres du rivage et jusqu'à la cote — 205. L'exploitation a été abandonnée en 1910, à la suite de jaillisse-



Carte géologique du pli couché houiller d'Arnao et coupe géologiques transversales de ce pli. — Sur la carte, le Houiller est désigné par des hachures, le Dévonien a été laissé en blanc; les chiffres 1, 2, ... se rapportent à des détails de la description. — I, coupe par l'église de Santa-Maria-del-Mar; II, coupe par Las Chavolas; III, coupe par le travers de la Concha d'Arnao et par les travaux de la mine. Dans les trois coupes, Houiller en noir, Dévonien représenté par des lignes qui indiquent l'allure générale des bancs, surface de la mer indiquée par une ligne horizontale. Échelle de la carte et des coupes :  $\frac{1}{20\,000}$ .

ments nombreux qui faisaient craindre une subite invasion des eaux de la mer dans la mine; on n'a pas osé la reprendre depuis.

J'ai eu l'occasion, au mois de janvier dernier, de passer une dizaine de jours à Arnao et d'étudier les rapports du Dévonien et du Houiller; et j'ai constaté que *le contact des deux terrains est toujours anormal, une zone de roches broyées (ou mylonites) s'intercalant partout entre eux, et les bancs voisins du contact prenant souvent la disposition lenticulaire qui caractérise les étages étirés*. L'épaisseur de la zone mylonitique tombe parfois à quelques mètres; mais elle peut aller à 50<sup>m</sup>. La mylonite est faite surtout aux dépens du Dévonien; sur une faible largeur, on voit l'argile noire provenant du broyage des schistes houillers former le ciment des débris dévoniens; à peu de distance de cette *zone de mélange*, le Houiller semble inaltéré et paraît être resté parfaitement tranquille. Le trouble, dans les assises dévoniennes, s'est propagé beaucoup plus loin.

Je donne ici, pour faciliter la description précise de ces phénomènes, une petite carte géologique, levée par moi, et trois coupes transversales du Houiller d'Arnao.

La disposition générale est celle d'un pli couché, fortement couché au Sud-Est. Ce pli va se serrant graduellement vers le Sud-Ouest, et la bande houillère, qui n'a plus qu'une centaine de mètres de largeur près de Santa-Maria-del-Mar, finit en pointe un peu plus loin, au milieu des grès dévoniens, sur le versant de la Loma-de-San-Adriano. La plus grande largeur de la bande, environ 500<sup>m</sup>, est par le travers de Las Chavolas; l'épaisseur du Houiller est, là, d'à peu près 150<sup>m</sup>, peut-être 170<sup>m</sup>. Dans la partie de la mine sous-marine qui s'étend sous la Concha d'Arnao, la puissance totale du Houiller tombe au-dessous de 100<sup>m</sup>; elle est bien moindre encore dans la partie de cette mine située au nord-ouest de la Concha d'Arnao, partie qui est séparée de la précédente par un brusque repli anticlinal (coupe III) appelé *la Loma* et dirigé approximativement Sud-Nord. Dans les dépilages et les traçages les plus avancés de cette région Nord-Ouest de la mine, à l'ouest de la Loma, le Houiller n'a peut-être qu'une vingtaine de mètres d'épaisseur, entre la mylonite du mur et la mylonite du toit.

Le pli couché se prolonge en mer, dans la direction du Nord-Nord-Est, jusqu'à une distance inconnue. Au sud du promontoire El Mugaron, il se divise; et, bien que le Houiller ne soit plus visible aujourd'hui nulle part sous les bâtiments de l'usine à zinc, la topographie et aussi la continuité des phénomènes mylonitiques dans le Dévonien indiquent clairement qu'un synclinal accessoire, contenant du Houiller jusque tout près de la plage de

l'usine, s'avance à l'est du promontoire El Cuerno et va, comme le synclinal principal, se perdre en mer. M. Barrois a signalé, d'après les fossiles recueillis dans les calcaires, l'existence d'un troisième synclinal près de Salinas, à l'est du promontoire Requejo, synclinal dont on ne voit que le bord dévonien et qui se cache ensuite sous le Trias. La recherche du Houiller, conseillée par M. Barrois, n'y a jamais été faite.

Je reviens au pli d'Arnao, et au contact anormal du Houiller et du Dévonien. Les régions où les conditions de ce contact sont bien observables ont été marquées des chiffres 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7, sur ma petite carte : 1 est à l'angle Sud-Est de la Concha d'Arnao; 2, à l'angle Nord-Ouest de la même baie; 3, aux environs de l'église de Santa-Maria-del-Mar; 4, sur la route, un peu à l'est de cette église; 5, dans le hameau de Las Chavolas; 6 et 7, le long des assises dévoniennes, très redressées, qui, de Las Chavolas, courent vers la mer, en limitant au Sud le vallon de l'usine à zinc.

*Région 1.* — Sur la plage même, et tout à côté du pavillon des bains, on voit le Houiller (grès jaunes, schistes noirs et charbon) plongeant faiblement au Nord-Ouest, reposer sur la mylonite. Celle-ci est formée de blocs de calcaire dévonien, cimentés par une argile noire sans consistance qui résulte de l'écrasement du Houiller. Les blocs calcaires y ont toute forme, et toute dimension jusqu'à plusieurs mètres. En suivant la plage vers le Nord, on voit la mylonite se redresser et devenir verticale : c'est un banc de calcaire dévonien complètement brisé, dans les cassures duquel est injectée de l'argile noire. Derrière ce banc il y en a d'autres, cassés de la même façon, ou en fragments plus petits. Comme on s'éloigne du Houiller, l'argile noire disparaît. Il y a des mylonites sans ciment, uniquement formées de débris; et d'autres, avec ciment d'argile rouge, verte ou grise, résultant du broyage de calcschistes dévoniens. Cette zone mylonitique calcaire a au moins 15<sup>m</sup> d'épaisseur. Entre elle et le Houiller s'intercale une lentille de grès dévoniens, jaunes ou bruns, à cassure blanche. Ces grès forment des rochers qui émergent de la plage et s'en isolent à marée haute. Les bancs de grès plongent de 60° vers l'Ouest : quelques-uns sont des mylonites, entièrement formées de débris de grès; d'autres sont presque intacts. Au total l'épaisseur de la zone mylonitique peut aller à 50<sup>m</sup>; mais tous les bancs n'y sont pas à l'état de mylonite. La lentille de grès finit en pointe, au Sud, sous la plage; elle s'élargit, au Nord, sous la mer.

*Région 2.* — Ici le Houiller s'enfonce sous le Dévonien. Il est localement

redressé jusqu'à 80°, au passage de la ride anticlinale Sud-Nord (Loma) reconnue, sous cette même région et à 90<sup>m</sup> de profondeur, par les travaux de la mine. Ce redressement est purement local et, dans l'ensemble, Houiller et Dévonien, celui-ci sur celui-là, plongent faiblement au Nord-Ouest. Le contact, redressé à 80°, est bien visible dans la falaise. Il y a 8<sup>m</sup> environ d'épaisseur de zone mylonitique, dont 2<sup>m</sup> dans le Houiller et 6<sup>m</sup> dans le Dévonien. La mylonite houillère est faite de schistes brisés, avec fragments de charbon et de grès; la mylonite dévonienne, de calcschistes gris, cassés, chavirés en tous sens, et de grands débris de calcaire blanc ou rouge, atteignant parfois plusieurs mètres de longueur. Sur cette mylonite reposent des calcschistes rouges, puis des calcaires blancs massifs formant escarpement et s'appuyant, un peu plus loin, sur des bancs à Polypiers qui manquent, par étirement, dans le contact.

*Région 3.* — Sur la plage, au pied du rocher qui porte l'église de Santa-Maria-del-Mar, la zone mylonitique se suit sur 300<sup>m</sup> de longueur, d'abord dans des grès blancs (en venant du Sud), puis dans les calcaires à Encrines qui recouvrent les grès. Les grès forment ici, comme dans la région 1, une lentille entre calcaire dévonien et Houiller. Ces grès sont verticaux, ou plongent fortement vers l'Ouest; quelques bancs plongent à l'Est, ce qui indique que la lentille tout entière est violemment contournée. Il y a des bancs entièrement brisés, où des blocs de grès, chavirés et de forme quelconque, sont noyés dans une poussière du même grès. Sur les grès viennent les calcaires, alternant avec des schistes gris, verts, rouges ou noirs : quelques bancs sont mylonitiques; beaucoup sont tordus et disloqués. L'ensemble de la zone mylonitique a au moins 30<sup>m</sup> d'épaisseur. On ne voit pas le Houiller sur la plage; mais il est tout près et s'avance certainement sous les grès qui portent l'église. Il affleure sous les maisons les plus méridionales du village. Dans le chemin muletier qui descend de l'église à la passerelle, les grès dévoniens sont à l'état de mylonite; sous l'église même, ils sont intacts.

*Région 4.* — A quelque distance à l'est de l'église, dans les tranchées de la route, on observe le contact : le Dévonien, à l'état de schistes gris, friables, contenant des lits de calcaire gris, repose sur le Houiller. Ce Dévonien est peu incliné. Sur quelques mètres d'épaisseur, les lits calcaires sont brisés, et leurs débris, parfois très gros, s'éparpillent au milieu des schistes broyés. Le Houiller, près du contact, est contourné et disloqué.

De là jusqu'à Las Chavolas, la route se tient dans le Houiller, presque partout au voisinage de l'autre bord de la bande. Dans les prairies en contre-bas de la route, affleurent les calcaires dévoniens qui forment ici le mur du Houiller. Dans quelques tranchées de la route, le Houiller, fait de grès jaunes et d'argiles vert sale, est très incliné ou même vertical; vers la fin de la montée, il redevient presque horizontal.

*Région 5.* — Les maisons les plus orientales de Las Chavolas sont sur les mylonites calcaires, résultant de l'écrasement de calcaires dévoniens très redressés, dirigés Nord-60°-Est et plongeant, au Nord-Ouest, sous le Houiller. Cette zone mylonitique calcaire s'appuie, au Sud, à une zone de grès jaunes et rouges, également mylonitique, bien visible dans la partie de la route qui est dirigée de l'Ouest à l'Est et précède le grand tournant. Au total, il y a, dans ce Dévonien, des mylonites sur plus de 50<sup>m</sup> d'épaisseur. L'écrasement, comme partout, est variable et inégal. Au delà du grand tournant, la route, descendant vers le Sud, traverse des grès et schistes dévoniens contournés, altérés, mais non mylonitiques.

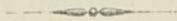
*Région 6.* — Les calcaires dévoniens de Las Chavolas, verticaux ou très redressés, se poursuivent jusqu'au vallon d'Arnao, affleurant dans les prés ou sous les maisons. Le Houiller est à peu de distance au Nord. Ces calcaires sont souvent à l'état de mylonite, avec zones schisteuses laminées séparant les bancs mylonitiques. Tout cela est très visible dans le village ouvrier, près de la bifurcation de la route. La zone gréseuse, au mur des calcaires, affleure sur les deux rives du ruisseau; elle est ici régulière et à peu près sans mylonites.

*Région 7.* — Plus loin à l'Est, le long du mur méridional de l'usine à zinc, les calcaires dévoniens blancs et rouges, prolongement de la bande de Las Chavolas, plongent vers l'usine sous un angle de 60° en moyenne. Ces calcaires, qui alternent avec des calcschistes, renferment une quantité prodigieuse de fossiles (surtout des Polypiers). Quelques bancs sont mylonitiques. La direction devient graduellement Nord-Nord-Est. De l'autre côté de l'usine, un tunnel de décharge à la mer a recoupé une autre zone mylonitique, où les bancs de calcaire dévonien du Pical, verticaux, sont entièrement cassés, avec débris noyés dans de l'argile. En sortant de l'usine par le Nord-Ouest, on voit ces calcaires se raplanir et plonger au Sud-Est : preuve manifeste que le vallon de l'usine correspond à un syn-

clinal, dans l'intérieur duquel le Houiller s'avance plus ou moins loin, caché par les constructions et les remblais.

Les travaux de mines, dans le Houiller d'Arnao, ont plusieurs fois touché, soit au mur, soit au toit du Houiller, un *mélange d'argile noire ou grise inconsistante et de blocs de calcaire dévonien*, mélange qui n'est autre que la mylonite. Dans les recherches faites au sud-ouest de Santa-Maria-del-Mar, un puits, au mur de la couche, a trouvé, à 9<sup>m</sup> de profondeur, des *argiles bigarrées avec boules de calcaire*. Dans toute la région sous-marine à l'ouest de la Loma, le Houiller, très aminci, était *compris entre deux mélanges semblables*; et ces mylonites, dont on ignorait alors la véritable nature, venaient presque au contact de la couche de houille, dont le toit ordinaire, formé de schistes, et le mur habituel, formé de grès, étaient supprimés.

La *mylonitisation* du Dévonien, au contact du Houiller d'Arnao, est donc un phénomène général; c'est là un fait d'une très haute importance, qui éclaire subitement tout un chapitre de l'histoire tectonique des Asturies.



---

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADEMIE DES SCIENCES  
58863 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.

---

# INSTITUT DE FRANCE.

## ACADÉMIE DES SCIENCES.

Extraits des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,  
[t. 166, p. 516 (séance du 2 avril 1918)].

---

---

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance de la tectonique des Asturies : la signification des mylonites d'Arnao.* Note de M. PIERRE TERMIER.

J'ai exposé dans une Note (1) antérieure les curieuses anomalies que présente, à Arnao, le contact du Dévonien (Eifélien) et du Houiller (Westphalien supérieur). Un tel développement de mylonites, un tel écrasement, si constant, si intense, si bien limité au contact même des deux terrains ou à la zone immédiatement voisine de ce contact, ne peuvent s'expliquer par le simple fait du plissement qui a donné naissance au pli couché d'Arnao. Ces phénomènes anormaux ont préexisté à ce plissement; ils témoignent à l'évidence *d'un traînage du Houiller sur le Dévonien*, antérieur à la formation du pli couché. Le contact en question est une surface de traînage ou de friction, une *surface de charriage*.

Le pli couché d'Arnao n'est que l'un des très nombreux plis, plus ou moins déversés, qui ont affecté, antérieurement au Trias, les terrains paléozoïques des Asturies. Dans toute la région occidentale de la province d'Oviedo, depuis la Ria de Rivadeo, à l'Ouest, jusqu'à Infiesto à l'Est, l'ensemble des terrains primaires est plissé en un faisceau de plis aigus, serrés, courant vers la mer avec une direction qui varie de Nord à Nord-50°-Est et qui est le plus souvent Nord-Nord-Est. Parmi ces plis se trouvent ceux qui contiennent, entre Olloniego et Pola-de-Laviana, le Houiller productif des Asturies, et qu'on voit disparaître, au Nord, depuis Aramil

---

(1) *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 433.

jusqu'à San-Bartolomé-de-Nava, sous les terrains secondaires. Ces plis postwestphaliens et antétriasiques sont souvent verticaux; mais, quand ils sont déversés, c'est habituellement vers le Sud-Est qu'ils se couchent. Le pli d'Arnao (en dehors des anomalies en question) n'a de particulier que la grandeur de son déversement, c'est-à-dire la faible inclinaison, sur l'horizon, des assises dont il est formé.

Or les autres plis primaires asturiens, les autres plis de ce faisceau de plis large de 120<sup>km</sup>, ne contiennent rien d'analogue aux anomalies d'Arnao. On y observe, comme toujours dans les plis aigus et répétés, de nombreuses suppressions d'étages et, par conséquent, une habituelle dissymétrie; mais je n'ai vu, dans aucun de ceux que j'ai eu l'occasion d'examiner, rien qui rappelle, même de très loin, les écrasements d'Arnao.

Parmi ces plis, il en est un que l'on compare souvent au pli d'Arnao, parce qu'il est presque aussi couché et parce qu'il contient une mince lame de Houiller *encartée* dans le Dévonien : c'est le pli de Ferroñes. Il était intéressant de pousser plus loin la comparaison; et j'ai donc visité ce pli de Ferroñes, où l'on exploite depuis longtemps, dans de très petites mines, un peu de houille. Ferroñes est un village à quelque 15<sup>km</sup> au sud-sud-est d'Arnao, un peu à l'ouest et non loin de la route d'Oviedo à Avilés. Le Houiller affleure au sud du village sous la forme d'une étroite bande que l'on peut suivre aisément sur 3<sup>km</sup> de longueur. La direction de cette bande est Ouest-Est près de Ferroñes; quand on la suit vers l'Orient, on la voit tourner brusquement au Nord-Est et se fixer ensuite à Nord-60°-Est, et c'est ainsi qu'elle disparaît sous le Trias de Miranda et sous le Lias qui le surmonte. Si l'on pouvait enlever le manteau de terrains secondaires, on verrait, à coup sûr, le pli de Ferroñes courir à la mer en gardant cette direction Nord-60°-Est et aboutir à la côte un peu à l'est du Cabo de Torres. Dans la région où il est observable, les assises du pli de Ferroñes plongent de 40° à 50° vers le Nord ou le Nord-Ouest. Le toit du Houiller est un calcaire dévonien très massif, célèbre par la beauté des fossiles qu'on y trouve et qui indiquent un âge coblentzien supérieur; le mur est formé d'un épais système de grès blancs ou rougeâtres, analogues à ceux qui sont associés à l'Eifélien calcaire d'Arnao; le Houiller lui-même n'a qu'une centaine de mètres d'épaisseur; on n'y exploite qu'une couche mince de houille; la flore est analogue à celle d'Arnao et paraît nettement plus jeune que la flore de l'étage riche des Asturies; parmi les assises houillères, on trouve, à peu près partout, dans les petites mines de Ferroñes, un banc de *gonfolite*, c'est-à-dire d'un poudingue à galets de calcaire dévonien (avec d'autres galets faits de quartz ou de quartzites siluriens); et ce banc de gonfolite,

qui est inconnu dans le Houiller d'Arnao, rapproche le Houiller de Ferroñes de la partie haute du Westphalien moyen asturien. La coupe du pli couché de Ferroñes est absolument dissymétrique : dissymétrie dans le Dévonien du toit et du mur; dissymétrie dans la composition de la lame houillère. *Mais il n'y a pas de mylonites au contact*, et la dissymétrie est ici une simple conséquence du plissement.

J'arrive donc à cette conclusion nécessaire : dans le Nord des Asturies, après le dépôt des derniers dépôts westphaliens et antérieurement au plissement général qui s'est produit sans doute à l'époque stéphanienne, il y a eu des charriages qui ont déplacé, çà et là, certains étages primaires et les ont entraînés plus ou moins loin de leur substratum originel. Le Houiller d'Arnao, qui est sans doute le plus jeune de tous les étages houillers d'Asturies *et qui ne ressemble à aucun autre*, n'est plus en contact aujourd'hui avec le terrain sur lequel il s'est déposé; et les conditions de son dépôt nous seront donc à tout jamais inconnues. Peut-être s'est-il formé sur un épais système de Westphalien moyen; peut-être a-t-il eu pour mur originel le Dinantien (calcaire carbonifère). Toujours est-il qu'il a pris, par le charriage en question, la forme d'un lambeau de recouvrement, où les assises étaient demeurées presque horizontales, se fixant, après un traînage d'amplitude ignorée, sur du Dévonien, lui-même peu incliné, d'une façon générale, mais cependant un peu plissé. Dans ce lambeau de recouvrement, le trouble résultant du traînage est à peu près nul, sauf à la base même; mais dans le substratum dévonien, les phénomènes d'écrasement, conséquence de la translation du lambeau et du rabotage qu'il a exercé, sont extrêmement intenses et affectent une zone d'au moins 50<sup>m</sup> d'épaisseur. Le lambeau de recouvrement a pu être très étendu du côté du Nord et de l'Est. Au Sud, il n'allait même pas jusqu'à Ferroñes; et, à partir de Ferroñes et jusqu'aux plateaux de Leon, tout le Houiller connu a pour substratum actuel son substratum d'origine, sauf les suppressions d'étages, peu importantes, qui sont résultées localement, du plissement stéphanien.

Le plissement stéphanien (je dis *stéphanien* pour fixer les idées) a ployé le lambeau de recouvrement d'Arnao, et les autres lambeaux s'il y en avait d'autres, absolument comme il a ployé le Houiller autochtone; et comme ce plissement a été fort intense, et que les plis en ont été tout à la fois très aigus et très multipliés, la même dissymétrie s'est introduite dans le pli d'Arnao que dans les plis à Houiller autochtone. Le lambeau de recouvrement devrait être doublé, puisqu'il a été replié sur lui-même; il est simple cependant et le flanc inverse du synclinal couché a disparu, tout comme à Ferroñes. Seule, la mylonite est à peu près symétrique, au toit et au mur

de la lame houillère : sans doute parce que la mylonite originelle était très épaisse, beaucoup plus épaisse qu'aujourd'hui, et que l'étirement n'a pu la faire disparaître entièrement nulle part.

Je rappelle cette constatation vraiment étonnante : dans toute une région de la mine d'Arnao, région dont la superficie est de plusieurs hectares, la couche de houille, inaltérée, non brisée, d'allure tranquille et d'épaisseur normale, a perdu son mur habituel de grès et son toit habituel de schistes et n'est plus guère séparée, du Dévonien qui la recouvre et du Dévonien qui la supporte, que par la mylonite, mélange, ici, d'argile houillère et de blocs de calcaire eifélien. Cela implique, semble-t-il, que le lambeau de recouvrement était, dans cette région, réduit avant le plissement à quelque 20<sup>m</sup> ou 30<sup>m</sup> d'épaisseur; que *l'étirement, par trainage, y avait supprimé des étages entiers sans cependant briser la couche, celle-ci se comportant comme une matière élastique*; qu'ensuite le plissement du lambeau ainsi aminci et du Dévonien sous-jacent (plissement dans lequel le flanc inverse du synclinal houiller couché a disparu) s'est accompli sans porter atteinte à l'intégrité de la couche de houille et sans lui faire perdre son apparence tranquille. Ce sont là de bien curieux phénomènes; et le contraste entre le bon état de conservation de cette couche de houille, pourtant si fragile, et les violents effets mécaniques subis par les assises gréseuses, schisteuses et calcaires, situées tout près d'elle, a quelque chose de confondant.

Sur ces vieux phénomènes de charriage, contemporains sans doute des débuts du Stéphanien, nous ne savons rien autre. Ont-ils quelque rapport avec nos charriages antéstéphaniens du Massif central français, qui ont donné lieu à l'énorme développement de mylonites signalé un peu partout dans ce Massif? Je n'oserais pas répondre à une telle question. Mais leur existence n'est pas douteuse et cela suffit pour qu'un épisode orogénique important, jusqu'ici insoupçonné, épisode indépendant du plissement d'ensemble de tout le Primaire asturien et nettement antérieur à ce plissement d'ensemble, revive à nos yeux. La chaîne houillère, la *chaîne hercynienne* de Marcel Bertrand, nous apparaît de plus en plus comme complexe et multiple. Son apparente simplicité tenait seulement à la pauvreté de notre documentation. Nul doute que son histoire ne soit pour le moins aussi longue, aussi coupée d'interruptions et de reprises, aussi tourmentée, que l'histoire des Alpes.

# INSTITUT DE FRANCE.

## ACADÉMIE DES SCIENCES.

Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,  
t. 166, p. 709 (séance du 6 mai 1918).

---

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance de la tectonique des Asturies : las Peñas de Careses; la zone anticlinale Careses-Fresnedo.* Note de  
**M. PIERRE TERMIER.**

Lorsque, de l'un des lieux élevés qui entourent la ville d'Oviedo, on regarde vers l'Est-Nord-Est, vers Noreña et Pola-de-Siero, on aperçoit, à quelque vingt kilomètres de distance, de grandes roches dénudées, très blanches, se détachant vivement sur le fond gris de la Sierra liasique : ce sont *las Peñas* (les roches) de Careses. Dans sa *Descripcion geologica de la provincia de Oviedo*, qui date de 1858, Schulz mentionne ces roches comme une curiosité de la région; il y voit des témoins d'un effondrement local des calcaires du Lias au sein d'un gouffre ouvert dans les argiles triasiques sous-jacentes; et le calcaire qui constitue les *Peñas* ne lui semble pas différer des assises liasiques. Cette opinion a été adoptée par les géologues espagnols. Sur la carte géologique d'Espagne à l'échelle de  $\frac{1}{5000000}$ , et sur les cartes, plus détaillées et plus récentes, publiées par Luis de Adaro au *Bulletin de l'Institut géologique espagnol* (volume de 1914), les roches de Careses sont attribuées au Lias, bien que leur contraste avec le Lias environnant saute aux yeux et qu'elles se signalent, même de très loin, à l'observateur, comme constituant un accident dans la structure. Les frères Felgueroso, de Gijon, qui sont des mineurs bien connus dans toutes les Asturies, paraissent être les seuls à avoir remarqué la dissemblance du calcaire des *Peñas* et des calcaires liasiques, et j'ai vu chez eux une carte manuscrite où les roches de Careses sont représentées en *caliza de montaña* (calcaire carbonifère). Les mêmes industriels m'ont dit que, dans le percement,

au travers des Peñas, d'un tunnel pour le chemin de fer Lieres-Musel, des ouvriers avaient trouvé un *Productus* qui confirmait l'âge dinantien du calcaire. Mais alors, si le Dinantien apparaît ainsi, au milieu d'un pays liasique et triasique où les assises sont le plus souvent horizontales ou à peine ondulées, c'est un problème tectonique qu'il faut résoudre. J'ai donc été visiter les Peñas, en compagnie de M. Machimbarrena, ingénieur au Corps des Mines d'Espagne.

Les roches blanches de Careses surgissent brusquement, à la façon des *Klippes* des Alpes suisses et des Carpathes, du sein des argiles bariolées du Trias. Le Trias les entoure complètement; et, comme elles sont multiples, il les sépare les unes des autres. Manifestement, chacune des Peñas est un anticlinal, montant des profondeurs du Trias et crevant ce Trias comme d'une hernie. La roche blanche des Peñas appartient indubitablement au substratum des assises triasiques.

Le Trias a, dans cette région des Asturies, un très grand développement. Son épaisseur est bien connue, car il a été traversé par plusieurs sondages : elle est d'environ 350<sup>m</sup> ou 400<sup>m</sup>. C'est lui qui constitue le pays déprimé qui s'étend au sud des hauts plateaux liasiques de Sariego et d'Arbazal, le pays où coulent le Rio Seco et le Rio Nora avant de franchir en cluses, plus au Sud, la barrière des collines crétacées. On peut aller de Ceares, près de Gijon, jusqu'à Fresnedo, et ensuite jusqu'au delà de Villaviciosa, sans cesser de fouler le Trias. Partout, sur les bords de cette zone déprimée, on voit les assises triasiques s'enfoncer sous des terrains mésozoïques plus jeunes, Lias ou Crétacé. Le Lias est surtout formé de calcaires gris, souvent marneux, toujours bien lités; il renferme aussi des marnes grises ou noires. Le Crétacé est fait de conglomérats à ciment sablonneux et à galets de calcaire jaune, avec des assises de sable et d'autres assises calcaires ou argileuses de diverses nuances. Lias et Crétacé sont un peu fossilifères. Ces deux terrains et le Trias sous-jacent sont *habituellement* peu inclinés. Dans tout le plateau élevé qui domine au Nord la dépression triasique, Cordal de Peon, Pico Fario, Loma de Sariego, Loma de Arbazal, le Lias est horizontal ou à peine ondulé.

Le calcaire des Peñas de Careses est entièrement différent des calcaires du Lias et du Crétacé. Blanc à l'extérieur; gris de fumée, gris noir ou même noir dans la cassure; très massif, avec stratification à peine distincte et le plus souvent indistincte; creusé de cavités et de rigoles par l'action des eaux pluviales et offrant même de véritables champs de *lapiez*; parcouru par d'innombrables veines de calcite : il a tous les caractères du calcaire carbonifère des Asturies, du calcaire qui constitue la Sierra de la Paranza à

l'ouest du bassin houiller, et qui forme les grandes montagnes de l'Aramo, de l'Agueria, de la Peña Mea, de la Peña Mayor, du Puerto Sueve, tout autour de ce bassin. Je n'y ai vu, en fait de fossiles, que des débris d'Encrines; mais on sait que le calcaire carbonifère des Asturies est très peu fossilifère, sauf sur quelques points privilégiés.

Les *Peñas* de Careses sont, tout au moins, au nombre de quatre, semblables à quatre écueils, de dimension très inégale, entourés et à demi submergés par les argiles bariolées du Trias.

La Peña principale, celle qu'on voit de loin et que Schulz a figurée dans l'une des coupes de sa *Description*, est un grand mur rocheux allongé vers Est-10°-Sud, long d'environ 1500<sup>m</sup> et creusé, au quart environ de sa longueur du côté de l'Ouest, d'une brèche profonde qui isole, de la partie la plus massive, un piton arrondi, un peu moins élevé. Tout le mur plonge au Sud, très fortement (60° au moins), avec des endroits où l'inclinaison augmente jusqu'à la verticale. Sur le bord nord, le contact avec le Trias est vertical ou renversé (plongement au Sud). Les assises triasiques, tout autour, *enveloppent* les calcaires dinantiens et semblent essayer de les recouvrir. C'est l'allure anticlinale absolument indéniable. La largeur de la Peña est, au maximum, de 300<sup>m</sup>. Près de son extrémité ouest, elle est percée par un tunnel du chemin de fer Lieres-Musel. Au delà, le tunnel est entré dans le Trias. C'est dans la pierre de ce tunnel qu'on aurait, d'après les frères Felgueroso, trouvé un *Productus*. La hauteur maximum de la crête de la Peña, au-dessus de la plaine triasique du Sud, est d'environ 150<sup>m</sup>; le point culminant de cette crête est, approximativement, à la cote 600 par rapport à la mer. Au nord de la Peña s'étend une zone déprimée, creusée dans le Trias, formée de deux vallons aboutissant à un col : dans l'un de ces vallons est le village de Careses. Plus haut, et plus au Nord, le Lias surmonte le Trias : c'est le bord du plateau liasique. Le Pico Fario, qui domine tout le pays et qui est non loin de ce bord, est coté 732.

Une deuxième Peña est presque accolée à la première, sur le bord sud de celle-ci. Elle est moins haute, moins large et d'une forme plus irrégulière. Un petit col, où affleure le Trias, la sépare de la grande Peña. Elle-même finit, à l'Est, dans le village de Castañera.

Deux autres *Peñas*, toutes petites, affleurent à l'est des deux premières, brusquement surgies de la plaine triasique. L'une est coupée en tunnel par le chemin de fer Lieres-Musel; l'autre est un peu au nord de la voie. Elles sont verticales, allongées Est-10°-Sud comme les deux premières, avec des pans contournés, *enveloppés* par le Trias. Il y en a peut-être d'autres, de moindres dimensions encore, plus à l'Est.

A l'ouest de la grosse Peña s'étend un plateau que traverse un peu plus loin la route de Pola-de-Siero à Caldones. Sur ce plateau, tout ce qui affleure est Trias, sauf très près de la pointe occidentale de la grosse Peña où il y a, sur le Trias, des calcaires en plaquettes probablement liasiques. Mais, dans les murs qui bordent les champs, on voit beaucoup de blocs de calcaire dinantien; et je crois pouvoir en conclure que d'autres Peñas dinantiennes, très petites et aujourd'hui ruinées, percent ici le Trias et sont cachées par les terres. Cette conclusion est corroborée par ce fait qu'en un point du plateau affleurent les poudingues à cailloux de quartzites paléozoïques qui caractérisent la base du Trias : nul doute que, sous ces poudingues, le Dinantien n'existe, à très faible profondeur.

Dans toutes les Peñas dinantiennes, les calcaires, très redressés, souvent verticaux, offrent de nombreux contournements et repliements; ils sont souvent brisés et concassés, surtout au contact du Trias. Dans ce contact, la roche calcaire est usée et arrondie par le frottement des assises triasiques; et celles-ci sont laminées, étirées, coupées en coin et en sifflet, de toutes les façons imaginables.

Il résulte de tout cela que, dans une zone dirigée Est-10°-Sud et large de quelques centaines de mètres, une série de plis anticlinaux très brusques et très aigus fait surgir le calcaire dinantien, le calcaire carbonifère, de dessous le Trias. La longueur totale sur laquelle ces apparitions sont constatées est d'environ 2<sup>km</sup>; mais la longueur réelle de cette chaîne de *hernies* est probablement supérieure à 3<sup>km</sup>.

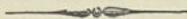
Si l'on jette les yeux sur la carte géologique du bassin des Asturies, à l'échelle de  $\frac{1}{300\,000}$ , publiée en 1914 par Luis de Adaro, on voit que Careses et Castañera sont sur l'exact prolongement de la Sierra de la Paranza. Cette Sierra est le bord occidental, dinantien, du bassin houiller westphalien des Asturies. Si on la prolonge, par-dessous le Crétacé, avec la direction Nord-Est qu'elle a au point où elle disparaît sous ce Crétacé, c'est vers Careses, Castañera et Narzana que l'on est conduit. Il n'est donc pas surprenant qu'une *hernie* au travers du Trias, dans cette région de Careses, amène au jour le Dinantien, et non pas le Houiller.

Ce qui est tout à fait curieux, c'est que, si l'on suit dans la direction Est-10°-Sud la zone anticlinale qui a donné les *hernies* de Careses, on la voit garder son caractère de zone plissée à plis serrés. Entre Castañera et San Roman, sur une longueur de 6<sup>km</sup>, 5, on est dans la plaine et rien n'est observable. Mais, au village de San Roman, le contact du Trias et du Lias, si tranquille et si voisin de l'horizontale à quelques centaines de mètres plus au Nord, est affecté de replis aigus, toujours dirigés Est-10°-Sud. Plus loin, à 6<sup>km</sup> environ Est-10°-Sud de San Roman, se trouve le village de Fresnedo,

où passe la route neuve de San-Bartolomé-de-Nava à Cabranes. On est, là, tout près du contact du Trias et du Crétacé; mais les conditions habituelles de ce contact sont violemment troublées par le passage de la zone anticlinale. Voici, en effet, ce qu'on observe, dans les tranchées de la route, à quelques centaines de mètres au sud de Fresnedo.

Sous le Trias, formé d'argiles et de grès rouges, monte le Houiller, en un anticlinal étroit. Ce Houiller est cassé, broyé, sans allure nette. Quand on lui voit une allure, il est vertical, ou presque, et sans aucun rapport avec l'allure du Trias. Il est fait d'argiles sableuses noires, de petits bancs discontinus de grès, avec des boules de calcaire noir. L'affleurement houiller a, au maximum, 100<sup>m</sup> de large. On ne le verrait pas, sans la route; et c'est ainsi qu'il a pu passer inaperçu des géologues. Au-dessus, on ne voit que le Trias. Au Nord, ce Trias, d'abord très incliné, redevient vite presque horizontal; au Sud, il n'a qu'une très faible épaisseur et plonge, à 80° d'inclinaison, sous le Crétacé concordant, formé lui-même de calcaires et de sables. Un peu plus au Sud, le Crétacé se raplanit et reprend son allure tranquille. Il y a donc, dans le Trias de Fresnedo, et tout à côté du bord de la bande crétacée, une *hernie* faisant apparaître brusquement le Houiller; et cette *hernie*, allongée vers Est-10°-Sud, c'est-à-dire vers le promontoire houiller de Torazo, se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne de *hernies*, Est-10°-Sud, qui, à Carese, a fait surgir les Peñas dinantiennes.

Ainsi s'avère, sur un parcours de 16<sup>km</sup> à 17<sup>km</sup>, l'existence, dans le manteau de terrains secondaires qui couvre le Paléozoïque asturien, d'une zone anticlinale multiple, formée de plis aigus et serrés, assez aigus pour faire surgir brusquement, à travers le Trias, les terrains primaires sous-jacents. Cette zone plissée est parallèle à la grande bande crétacée des Asturies, parallèle, par conséquent, aux ondulations, habituellement larges et molles, qui affectent le Crétacé, le Lias et le Trias de ce pays; elle est, comme ces ondulations, un pli *pyrénéen*, croisant, sous un angle d'environ 40 degrés, les plis *hercyniens* du Primaire.



on passe la route neuve de San-Bartolomé de-Nava à Caparras. On est là, tout près du contact du Trias et du Tertiaire; mais les conditions habituelles de ce contact sont violemment troublées par le passage de la zone anticlinale. Voici, en effet, ce qu'on observe, dans les tranchées de la route, à quelques centaines de mètres au sud de l'escudo.

Sous le Trias, formé d'argiles et de vases rouges, mouls de Houiller, on un anticlinal écarté. Ce Houiller est cassé, brisé, sans autre nettes. Quand on lui voit une affaite, il est vertical, ou presque, et sans aucun rapport avec l'alignement du Trias. Il est fait de argiles sablonneuses noires, de petits bancs d'alternance de grès, avec des boudes de calcaire noir. L'affleurement houiller a un maximum, 1000' de hauteur. On ne le croit pas sans la route; et c'est ainsi qu'il a pu passer-impunément des géologues. Au-dessus, on ne voit que le Trias. Au Nord de l'Escudo, l'alignement des couches se redresse vite presque horizontales; au Sud, il se redresse à l'angle de 45°.

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.  
58863 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55.

du bord de la bande méridionale, une zone d'argiles apparaît brièvement le Houiller; et cette argile, allongée vers l'est-ouest, est à-dire vers le promontoire houiller de l'Escudo, se trouve exactement sur le prolongement de la chaîne de Nava, l'est-ouest, qui à Caparras, a son surplis l'épaisseur d'un mètre.

Ainsi s'explique sur un patron de 1000' à 1500' l'écartement, dans le man- tien de terrains secondaires qui couvrent la Péninsule espagnole, d'une zone anticlinale multiple, formée de plus ou moins de séries, assez agues pour faire surgir brièvement à travers le Trias, les terrains primaires sous-jacents. Cette zone plissée est parallèle à la grande bande courbée des Asturies, parallèle par conséquent, aux ondulations, profondément larges et molles, qui affectent le Calcaire de l'Est de la France de ce pays; elle est, comme ces ondulations, un pli wavy, couvrant, sous un angle d'environ 45 degrés, les plus élevées du Primaries.

# INSTITUT DE FRANCE.

## ACADÉMIE DES SCIENCES.

Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*,  
t. 166, p. 793, séance du 21 mai 1918.

GÉOLOGIE. — *Contributions à la connaissance de la tectonique des Asturies : plis hercyniens et plis pyrénéens, charriages antéstéphanien et charriages postnummulitiques.* Note de M. **PIERRE TERMIER**.

Il suffit de jeter les yeux sur la Carte géologique d'Espagne à l'échelle de  $\frac{1}{400000}$  ou, mieux encore, sur la Carte géologique du bassin houiller asturien, à l'échelle de  $\frac{1}{300000}$ , publiée en 1914 par Luis de Adaro, pour voir qu'il y a, dans les Asturies et spécialement dans la région centrale, voisine d'Oviedo, *deux chaînes de montagnes qui se croisent* et qui sont d'âges très différents. A la chaîne *hercynienne*, d'âge certainement houiller, probablement stéphanien, appartient le faisceau de plis serrés, de direction Nord-Nord-Est ou Nord-Est, plus rarement Nord, qui accidente le bassin houiller, fait se succéder, plus à l'Ouest, une série de bandes où alternent le Cambrien, le Silurien, le Dévonien, le Carbonifère, et qui, caché partiellement sous un manteau de terrains mésozoïques, court à la mer et se poursuit, je ne sais jusqu'où, sous les flots. A la chaîne alpine, ou, pour parler d'une façon plus précise, à la chaîne *pyrénéenne*, d'âge postnummulitique, appartiennent: les plis, de direction Est ou Est-Sud-Est, qui affectent, çà et là, les terrains secondaires; la longue bande synclinale, de direction Est qui a permis la conservation du Crétacé, sur plus de 80<sup>km</sup> de longueur, depuis les environs d'Oviedo jusqu'à ceux de Cangas-de-Onis; la zone anticlinale (1) de plis

(1) *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 799.

aigus et serrés, de direction Est-10°-Sud, qui fait surgir au travers du Trias le calcaire carbonifère des Peñas de Careses et le Houiller de Fresnedo ; le faisceau des plis Ouest-Est qui, tout au Sud de la province, dans les monts de la Cordillère cantabrique et, plus loin, dans les montagnes de la province de Léon, a façonné les terrains primaires en longues bandes parallèles, parmi lesquelles il y a plusieurs chaînes de petits bassins houillers productifs ; enfin le retour du Crétacé au sud de ces bandes primaires, entre La Robla et Aguilar-de-Campoo, sous la forme d'une étroite bande Ouest-Est, violemment plissée près du bord de la région primaire *sous laquelle elle plonge*, se raplanissant bien vite au Sud et disparaissant sous le Miocène horizontal des plateaux de Castille. La chaîne pyrénéenne se prolonge à l'Est dans les provinces de Santander et de Palencia, toujours dirigée vers Est ou vers Est-Sud-Est ; c'est elle qui produit l'allure plissée des Cordillères voisines de la côte, entre Ribadesella et Santander, et l'apparition en anticlinal, à Las Caldas, dans la vallée de la Besaya, du calcaire carbonifère ; plus loin, vers l'Est, elle se prolonge encore dans la région crétacée ; on la suit, à travers la Biscaye et les provinces basques, jusqu'aux Pyrénées. L'angle sous lequel se croisent les deux chaînes, la houillère et la tertiaire, dans la région d'Oviedo, est, en moyenne, de 50° ou 60°.

Mais le faisceau hercynien des Asturies ne se prolonge pas vers le Sud sans changer de direction. Dans les montagnes de Léon, aucun pli n'a la direction Nord-Est ; les bandes de terrains primaires, cambriennes, siluriennes, dévoniennes, carbonifères, houillères, ont, dans la province de Léon, la direction Est ou la direction Est-Sud-Est. Déjà dans le Sud des Asturies, dans la haute région de la Cordillère cantabrique, on voit les plis hercyniens s'infléchir peu à peu, au fur et à mesure qu'on s'élève (1) : ils passent de la direction Nord-Nord-Est à la direction Nord, puis de celle-ci à la direction Est-Sud-Est, ou même à la direction Est. Comme les terrains secondaires ont, ici, disparu, rien ne distingue plus les plis hercyniens des plis pyrénéens. Les deux chaînes ne sont plus *croisées* ; elles sont *superposées*.

La distinction des deux chaînes redevient possible à l'est de la région primaire, dans les montagnes qui séparent Cervera et Reinosa, grâce à la présence du Trias sur le Houiller. Les plis des terrains primaires, dans ces

---

(1) CH. BARROIS, *Recherches sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice*, 1882.

montagnes, sont, le plus souvent, dirigés Nord-Ouest (Nord-40°-Ouest, à Barruelo et à Orbó), avec des sinuosités locales qui font passer la direction à Ouest-Est, et même, exceptionnellement, à Nord-Est, comme à Cervera; les plis du Trias sont dirigés vers le Nord-Ouest ou vers l'Ouest; ils sont donc parallèles, ou à peu près parallèles, aux plis hercyniens, mais comme il y a, à peu près partout, discordance, quant à l'inclinaison, entre les assises triasiques et les assises houillères, et comme les plis du Trias sont beaucoup moins aigus et beaucoup moins continus que ceux du Houiller, on arrive à démêler les deux systèmes de plis et à reconstituer l'ancien pays hercynien, tel qu'il était avant le plissement tertiaire.

Au nord de Potes et de Cabuérniga, l'intensité du plissement tertiaire rend de nouveau cette reconstitution impossible : tout se passe comme si le Primaire était resté presque horizontal jusqu'aux mouvements pyrénéens, comme si Primaire et Secondaire étaient sensiblement concordants. Mais dans tout le massif des Picos de Europa, où il n'y a guère que des terrains carbonifères, depuis Riano et Cervera, au Sud, jusqu'aux Puertos de Cangas, au Nord, de grands plis passent, dirigés vers le Nord-Ouest ou vers l'Ouest-Nord-Ouest; ils tournent, entre Pola-de-Laviana et Infiesto, pour devenir parallèles au faisceau de plis du bassin houiller asturien : ce sont donc des plis hercyniens; et nous savons ainsi que la chaîne hercynienne est continue depuis Orbó et Barruelo jusqu'à la région d'Infiesto et de Cangas-de-Onis. Ce faisceau hercynien de direction Nord-Ouest tourne de 90° ou 100° près d'Infiesto, croise la grande bande crétacée Ouest-Est, et, désormais dirigé Nord-Est, court à la mer parallèlement au chaînon du Puerto Sueve. A l'extérieur de cet arc de plis, et exécutant une rotation analogue et presque concentrique, se dessine le faisceau du bassin houiller principal des Asturies; plus loin, et courbé en arc de la même façon, et à peu près concentrique encore, le faisceau des bandes primaires qui vont, de la région côtière entre Pravia et Luarca, à la région léonaise entre Villablino et Santa-Lucia, en passant par le pays de Cangas-de-Tineo. La chaîne hercynienne est ainsi approximativement reconstituée, dans les Asturies, sur une largeur (perpendiculairement à la direction des plis) de 120<sup>km</sup>, et sur une longueur (parallèlement aux plis) d'environ 160<sup>km</sup>. Dans toute l'étendue de ce pays hercynien, l'influence des mouvements pyrénéens est peu visible, à cause de l'absence des terrains secondaires.

L'influence pyrénéenne redevient évidente sur les deux bords du pays paléozoïque. Au Sud, dans les montagnes de Léon, dans les petits bassins houillers de Santa-Lucia et de Matallana, dans les environs de La Vecilla,

et plus à l'Est, dans la province de Palencia, aux environs de Cervera-de-Rio-Pisuerga, il est manifeste que le plissement pyrénéen, très intense, a modifié l'allure des plis hercyniens, leur a donné, presque partout, la direction Est au lieu de leur direction originelle Nord-Ouest, et *a rétréci considérablement la largeur qu'ils occupaient*, comme si les arcs extérieurs de la chaîne hercynienne s'écrasaient, ou *comme s'ils s'enfonçaient sous un recouvrement formé par les arcs intérieurs*. Au Nord, dans les vallées qui descendent des Picos, vallées de la Sella, du Carés, de la Deva, le plissement Ouest-Est, pyrénéen, prédomine sur le plissement ancien : c'est lui qui imprime l'allure générale, l'allure en bandes parallèles à la côte. Il y a parfois, près de Ribadesella et près de Llanes, composition ou interférence des plis, les deux directions composantes faisant ici un angle d'une cinquantaine de degrés.

J'ai récemment établi <sup>(1)</sup> l'existence, dans l'histoire de la chaîne hercynienne des Asturies, d'un épisode antéstéphanien, ou peut-être d'âge stéphanien inférieur, caractérisé par des charriages et nettement antérieur à la formation des faisceaux de plis hercyniens que nous observons aujourd'hui. De ces charriages, qui ont dû s'étendre à une aire très grande, il ne reste, à ma connaissance, qu'un seul témoin : les *mylonites* d'Arnao, près d'Avilés.

Y a-t-il eu des charriages préliminaires au plissement pyrénéen? des charriages postnummulitiques? C'est la question que j'ai posée <sup>(2)</sup> en 1905 pour la partie de la Cordillère cantabrique comprise dans la province de Santander, en donnant les motifs que j'avais, dès lors, de considérer tout ce pays de plis pyrénéens comme un pays de nappes. MM. Léon Bertrand et Louis Mengaud <sup>(3)</sup> ont fait connaître, en 1912, des observations nouvelles qui confirmaient les miennes et rendaient désormais certaine l'existence, entre Santander et Llanes, de charriages postnummulitiques. Je rappellerai seulement, parmi ces observations : celle de témoins de grès paléozoïques reposant indifféremment, dans les cordillères de la côte, sur les divers terrains, primaires, secondaires, nummulitiques, et ayant à leur base, partout, une zone de mylonites; et celle, à Lebeña, dans la vallée du Rio Deva, d'un terrain crétacé apparaissant, en *fenêtre*, sous le Carbonifère

(1) *Comptes rendus*, t. 166, 1918, p. 433 et 516.

(2) *Comptes rendus*, t. 141, 1905, p. 920.

(3) *Comptes rendus*, t. 155, 1912, p. 737, et *Bull. Soc. Géol. de France*, 4<sup>e</sup> série, t. 12, p. 504.

du massif des Picos. Voici, sur cette question des charriages postnummulitiques, ce que je puis dire actuellement, après les deux voyages que je viens d'accomplir dans la Cordillère cantabrique.

*Sauf à Arnao*, tous les terrains visibles dans les Asturies m'ont paru liés les uns aux autres, sans déplacements relatifs très appréciables : ce qui revient à dire que, si les Asturies sont pays de nappes, *tous les terrains visibles (sauf le Houiller d'Arnao)* y appartiennent à la même nappe; ou encore, que la question du charriage de la Cordillère cantabrique ne peut pas être résolue dans les Asturies, qu'elle ne peut être résolue qu'en dehors de cette province.

La série sédimentaire asturienne, si on la suit dans la province de Santander, n'est autre que la nappe intermédiaire (nappe II) de MM. Bertrand et Mengaud. Si la *fenêtre* de Lebeña est bien une *fenêtre*, si les marnes signalées en cet endroit par les deux géologues français sont vraiment crétacées (1), la conclusion qu'entraîne cette observation capitale s'étend *indubitablement* à toutes les Asturies.

Mais la série sédimentaire asturienne se prolonge, au Sud dans les montagnes de Léon, au Sud-Est dans les montagnes de Palencia. Il y a donc lieu de chercher si, dans la province de Léon, ou dans la province de Palencia, on n'aperçoit pas quelque argument en faveur des charriages, ou quelque raison décisive de n'y pas croire. De toute évidence, c'est par l'observation attentive de la bande crétacée de La Robla, de La Vecilla, de Cervera, que la question se résoudra, dans un sens ou dans l'autre.

Or, là où je l'ai vue, près de Cervera, sur les deux rives du Pisuerga, *cette bande crétacée, violemment plissée, plonge au Nord, c'est-à-dire plonge sous le pays paléozoïque*. Il semble donc que le pays paléozoïque tout entier soit poussé, du Nord au Sud, sur le Crétacé de cette bande et sur les plateaux de la Castille. Le Crétacé, encore un peu problématique, de Lebeña, serait le prolongement, sous la nappe asturienne, du Crétacé, certain, de la vallée du Pisuerga. L'amplitude du charriage, du Nord au Sud, serait, dans ce profil Potes-Cervera, d'au moins 40<sup>km</sup>.

Tout deviendrait alors très clair. Le resserrement apparent de la chaîne hercynienne, dans la région où le plissement pyrénéen se superpose au plissement ancien (entre La Vecilla et Cervera), résulterait simplement de

---

(1) MM. Bertrand et Mengaud ont vainement cherché des fossiles dans ces marnes. L'attribution au Crétacé, qui reste très probable, est fondée sur la similitude pétrographique avec les marnes albiennes des nappes nord-pyrénéennes.

ce fait que les plis les plus extérieurs se cacheraient sous les plis intérieurs, ceux-ci s'avancant, en recouvrement, sur ceux-là. Les anomalies que j'ai signalées en 1905 dans la structure des environs de Torrelavega deviendraient naturelles et simples, puisque le pays tout entier serait pays de nappes. La présence, sur la nappe asturienne, de lambeaux de grès paléozoïques garnis, à leur base, de mylonites, n'aurait plus rien de surprenant : ces lambeaux seraient des témoins d'une nappe supérieure, venue de la région maritime.

J'ajoute que le mouvement d'ensemble des terrains asturiens rendrait compte de certaines anomalies locales observées dans les Asturies, anomalies qui ne suffisent point, à elles seules, à nécessiter l'hypothèse du charriage, mais qui, sans cette hypothèse, s'expliquent mal et constituent des énigmes embarrassantes. Parmi ces anomalies est l'apparition (qui m'a été montrée par M. Machimbarrena) du Houiller, à Lieres, sous le Crétacé, sans interposition de Trias. C'est sur la rive gauche du Rio Nora, à 1<sup>km</sup> environ au nord de la gare de Lieres, dans les tranchées du chemin de fer Lieres-Musel, que l'on voit affleurer le Houiller : il forme là, dans une déchirure du manteau crétacé, une ellipse allongée vers l'Est et longue de plusieurs centaines de mètres. Le contact du Houiller et du Crétacé n'est malheureusement pas visible ; mais, à coup sûr, dans ce contact, il n'y a pas de Trias ; et cependant le Trias est, tout autour et à faible distance, très développé. Nulle part, près du contact, le Crétacé n'est plissé, ni redressé. Le Trias n'a donc pas disparu par une exagération locale du plissement pyrénéen. Sa disparition par érosion antécénomaniennne est une hypothèse bien peu vraisemblable. Reste l'hypothèse de sa disparition par déplacement relatif, horizontal, du Crétacé sur son substratum ; et cette hypothèse est extrêmement plausible si l'on admet le charriage de toute la série sédimentaire asturienne.

En résumé, et dans l'état actuel de nos connaissances, voici quelle est, pour moi, la succession, depuis le Houiller, des phénomènes orogéniques dans les Asturies et dans les provinces voisines, Santander, Palencia et Léon :

a. *Charriages antéstéphanien*s (ou peut-être d'âge stéphanien inférieur), provoqués par de violents efforts dans la région, aujourd'hui maritime, située au nord des Asturies ; n'ayant laissé d'autres témoins que les mylonites d'Arnao ; en rapport, sans doute, avec nos grands charriages antéstéphaniens du Massif central français ;

*b. Plissement hercynien*, à l'époque stéphanienne, affectant toute la région et la façonnant en plis serrés; plis qui tournent de 90° ou 100°, passant de la direction Nord-Est (près de la côte) à la direction Ouest-Nord-Ouest (dans la haute région);

*c. Charriages postnummulitiques*, d'âge un peu imprécis, postérieur en tout cas au Nummulitique de San-Vicente-de-la-Barquera; ils résultent d'une violente poussée du Nord au Sud, faisant chevaucher sur la région de la côte actuelle des lambeaux venus de la région maritime, et déterminant l'avancée générale de tout le pays cantabrique sur la région tabulaire de la Castille;

*d. Plissement pyrénéen postérieur à ces charriages*; plis de direction Est ou Est-Sud-Est, très inégalement intenses d'un point à l'autre, souvent réduits à de larges ondulations, ailleurs assez aigus pour faire disparaître (quand ils leur sont parallèles) les plis hercyniens. Comme toujours, on observe des plis *posthumes*, au sens d'Eduard Suess, c'est-à-dire des mouvements de faible amplitude qui rappellent, après de longues séries de siècles, les mouvements intenses de jadis. A l'époque du plissement pyrénéen, quelques plis ont reparu, d'allure hercynienne : tel est le chevauchement du Silurien sur le Lias au Cabo Torres, suivant une surface dont l'horizontale est dirigée Nord-Est; telles sont encore les ondulations, dirigées de même, qui affectent le Lias près de Tazones, au nord de Villaviciosa.



