

LES FORMATIONS CARBONIFÈRES DE LA SIERRA DE LA DEMANDA: COMPARAISON AVEC CELLES DE L'ENSEMBLE CANTABRO-ASTURIEN

M. COLCHEN*

RESUME

Les formations cambriennes et trémadociennes qui constituent l'ossature du massif de la Sierra de la Demanda, situé à une centaine de kilomètres au SE de l'ensemble cantabro-asturien, sont recouvertes en discordance par des formations carbonifères allant du Westphalien B supérieur au Westphalien D. Après avoir donné leurs principales caractéristiques lithologiques, pétrographiques et biostratigraphiques, ces formations sont comparées avec leurs homologues cantabro-asturiens, puis esquissée une paléogéographie locale et régionale. Il apparaît en conclusion que l'histoire géologique de ces deux régions actuellement séparées, présente de grandes analogies, avec cependant une sédimentation plus active et des mouvements épirogéniques plus importants dans l'ensemble cantabro-asturien que dans la Demanda.

ABSTRACT

In the Sierra de la Demanda, situated at ca. 100 km SE of the Cordillera Cantábrica, an important development of Cambrian and Tremadocian strata is followed by unconformable successions of Carboniferous rocks, which have been dated as ranging from late Westphalian B to Westphalian D. A discussion of the principal lithological and biostratigraphic characters of these rocks is followed by a comparison with their Cantabric-Asturian homologues. A local and regional palaeogeographic setting is outlined. In conclusion, it appears that the geological history of these two areas, presently separated, is quite analogous. However, sedimentation was generally less active in the Sierra de la Demanda which also experienced less important epirogenetic movements than the Cordillera Cantábrica.

RESUMEN

A las formaciones cámbricas y tremadocienses, formando la espina dorsal de la Sierra de la Demanda, y situadas a un centenar de kilómetros al SE del macizo paleozóico de la Cordillera Cantábrica, las siguen unas formaciones carboníferas discordantes que datan desde el Westfaliense B superior hasta el Westfaliense D inclusive. Se describen las principales características litológicas y bioestratigráficas de aquellas formaciones, comparándolas después con las formaciones carboníferas homólogas de la Cordillera Cantábrica, y situándolas dentro de su marco paleogeográfico local y regional. Como conclusión, resulta evidente que las dos regiones, Sierra de la Demanda y Cordillera Cantábrica, presentan grandes analogías, aunque también es verdad que la Cordillera Cantábrica muestra una sedimentación más activa, acompañada por movimientos epirogenéticos más importantes que en la Sierra de la Demanda.

* Laboratoire de Géologie Historique, Université de Paris VI, 9 Quai St. Bernard (15-25), Paris 5e, France.

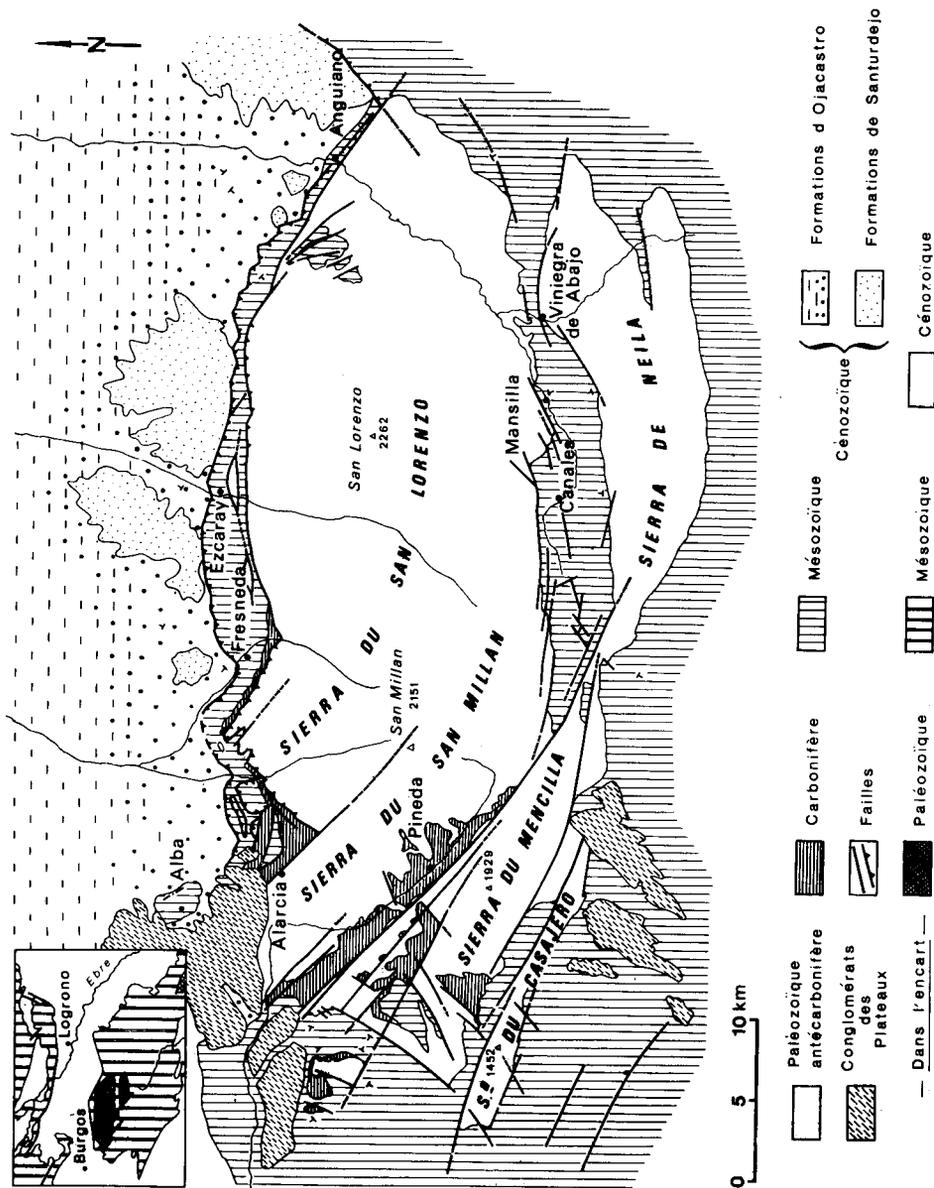


Fig. 1.—Carte géologique schématique de la Sierra de la Demanda et de ses bordures.

INTRODUCTION

Sur la carte géologique du Nord de l'Espagne, la Sierra de la Demanda se présente comme un massif paléozoïque totalement entouré de terrains secondaires et bordé au Nord et à l'Ouest par les formations tertiaires des plaines de l'Ebre et du Douro. Il apparaît ainsi comme une sorte de trait d'union entre les Chaînes Ibériques au SE et le vaste ensemble cantabro-asturien au NW dont il est séparé par une centaine de kilomètres. Au NW et à l'Ouest de ce massif, les formations cambriennes et trémadociennes qui en constituent l'ossature, sont recouvertes en discordance par des formations carbonifères dont la nature et l'âge furent longtemps discutés (GRANDE 1850, DE VERNEUIL & COLLOMB 1852-53, SAMPAYO 1876, LARRAZET 1896, SCHRIEL 1930, AITKEN 1942). La récolte de flores et de faunes et une étude géologique d'ensemble permirent de rapporter ces formations au Westphalien, qui fortement discordant sur un substratum cambro-ordovicien, est surmonté en faible discordance par des conglomérats et des grès rouges attribuables au Trias (COLCHEN 1960, 1965, COLCHEN & WAGNER 1966, COLCHEN 1970).

Après un rappel des principales caractéristiques lithologiques, pétrographiques et biostratigraphiques, l'objet de cette note sera de présenter une esquisse paléogéographique locale, puis régionale, et de tenter de comparer ces formations avec leurs homologues de l'ensemble cantabro-asturien.

Les affleurements westphaliens ne sont pas continus et d'Est en Ouest comprennent (Fig. 1):

— au NW, les formations de Fresneda et de Valmala-Alarcia, qui bien visibles à proximité de ces villages sont, pour des raisons tectoniques réduites à un étroit liseré.

— à l'Ouest, les formations de Pineda-Villasur, disposées selon une bande SE-NW, les formations d'Urrez et celles de San Adrián de Juarros.

LITHOLOGIE ET PETROGRAPHIE

Plusieurs coupes levées en diverses localités ont permis d'établir les cinq colonnes lithostratigraphiques présentées dans le tableau ci-joint. Celles-ci calées par rapport à la base du Trias, sont séparées les unes des autres par des intervalles proportionnels aux distances les séparant sur le terrain. Onze unités lithologiques se succèdent ainsi en concordance là où la série est la plus complète, succession que l'on peut grouper en deux grands ensembles (Figs. 2 et 3):

— un ensemble conglomératique de base (niveaux 1 à 6) comprenant trois niveaux de conglomérats séparés par des alternances gréso-schisteuses, qui renferment localement à la partie supérieure des passées de charbon et des horizons à plantes,

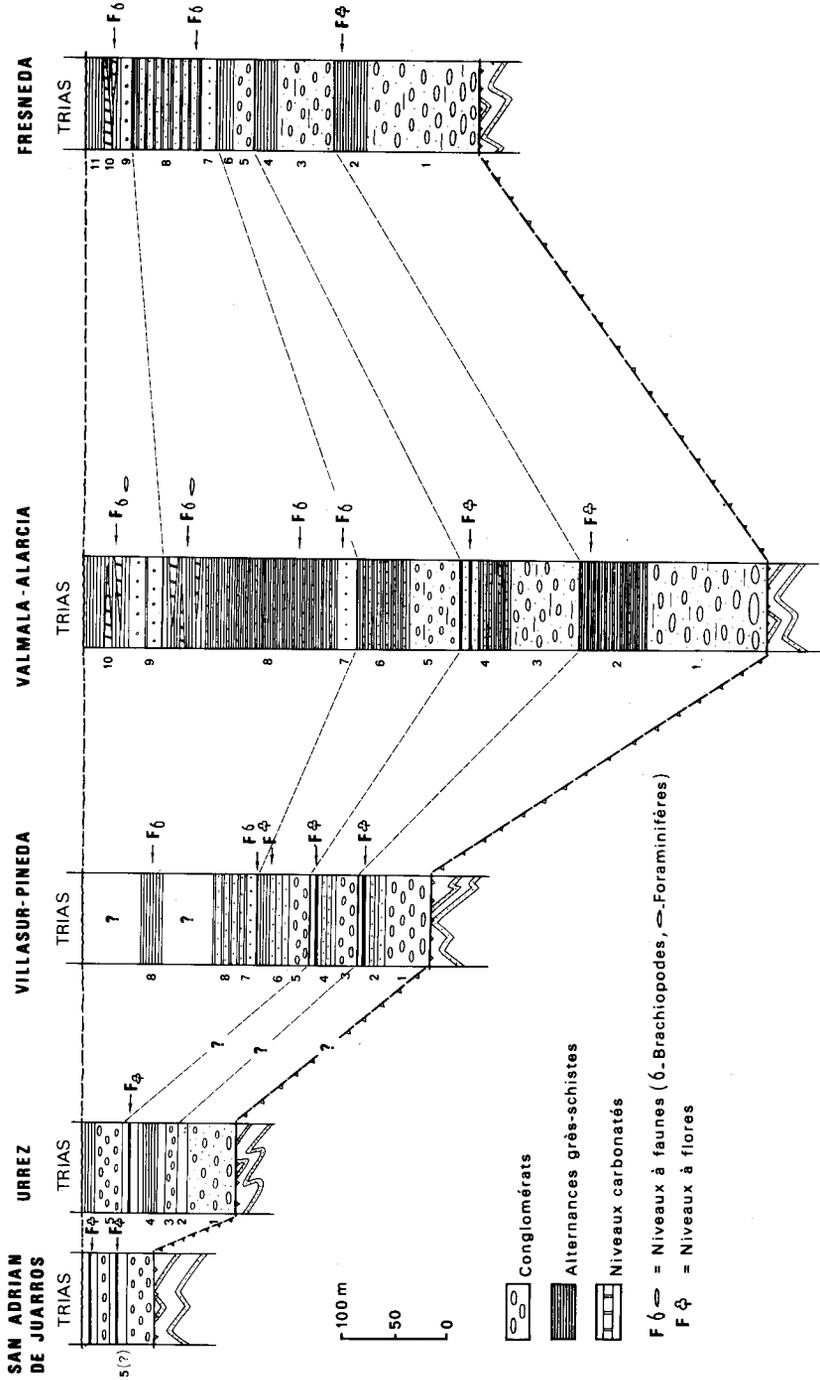


Fig. 2.—Corrélations lithostratigraphiques des formations carbonifères de la Sierra de la Demanda.

— un ensemble d'alternances grésoschisteuses (niveaux 7 à 11) se terminant à Fresneda et à Valmala, par des lentilles carbonatées, généralement très fossilifères (Brachiopodes, Crinoïdes, Foraminifères, Céphalopodes, etc...).

Les similitudes constatées entre les successions lithologiques des séries de Fresneda, Valmala-Alarcia et Pineda-Villasur, ont permis d'établir des corrélations entre les différents niveaux, corrélations envisagées cependant avec réserve en ce qui concerne les formations d'Urrez et de San Adrián réduites le plus souvent aux seuls niveaux de conglomérats.

L'étude des caractéristiques lithologiques et pétrographiques a montré que les éléments détritiques entrant dans la composition de la plupart des roches, ne se distribuaient pas de façon constante et régulière, mais selon un dispositif séquentiel de cinq mégaséquences (A à E, cf. Figure 3). Chaque mégaséquence comprend deux parties:

— une partie inférieure conglomératique (niveaux 1, 3 et 5 des mégaséquences A, B et C), ou gréseuses grossières (niveaux 7 et 9 des mégaséquences D et E),

— une partie supérieure composée d'alternances des grès et de schistes (niveaux 2, 4, 6, 8 et 10) et de carbonate dans les niveaux 8 et 10. Ces caractéristiques présentent des variations qui s'expriment à la fois dans le temps et dans l'espace.

Dans le temps, cette évolution n'est ni continue ni progressive, mais s'effectue par étape successive, ce qui se traduit notamment par:

— une diminution de l'épaisseur des niveaux de conglomérats des mégaséquences A, B et C, ainsi que celle de la taille des galets, qui mal classés dans le premier où aucune stratification n'est clairement exprimée, sont mieux triés et stratifiés dans les deux autres.

— une évolution de la forme des galets, vers des galets plus arrondis à mesure que l'on monte dans la série,

— une disparition des teintes de rubéfaction,

— des alternances à dominantes gréseuses dans les niveaux 2, 4 et 6 et argileuses pour celles du niveau 8.

— une distribution des éléments détritiques en séquences élémentaires à deux termes, un terme de base gréseux ou microconglomératique polygénique et à structure homogène, un terme supérieur plus hétérogène, souvent monogénique, et de granulométrie plus fine.

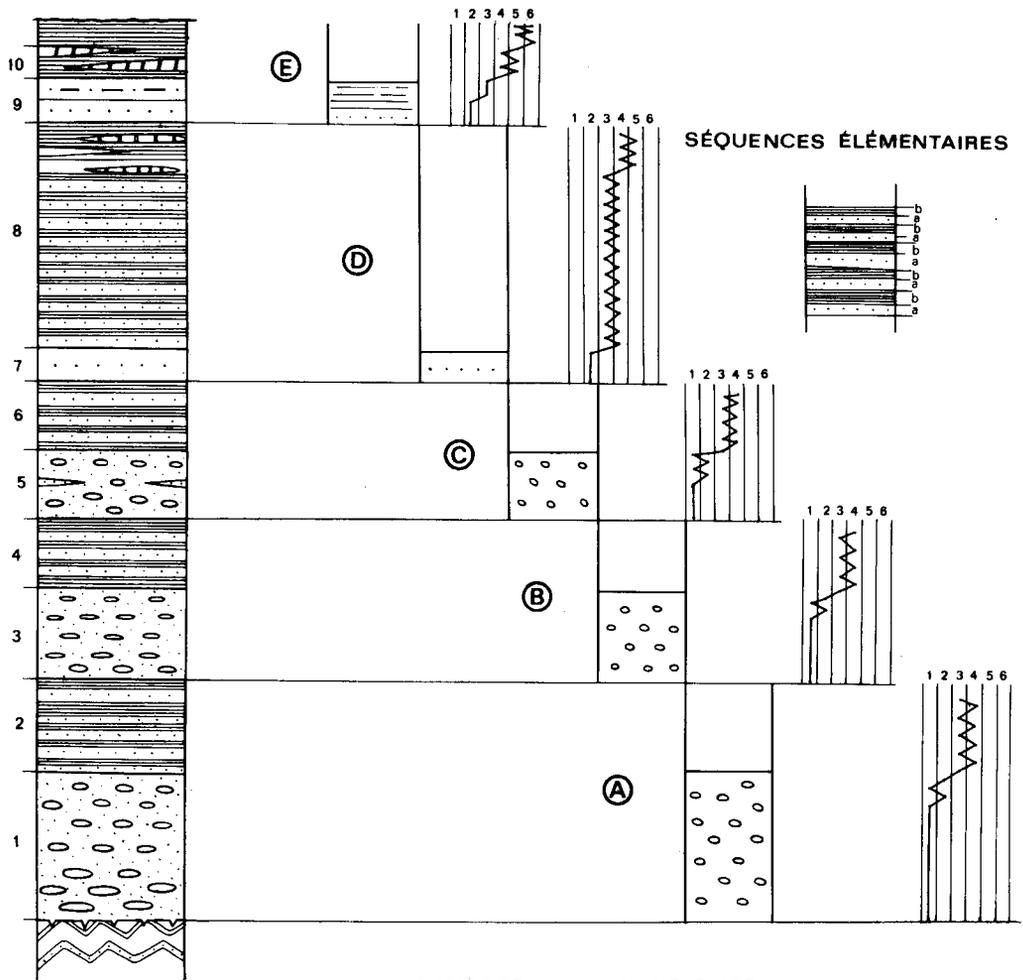
— une évolution du classement et de la granulométrie des éléments détritiques, d'une part pour un même niveau d'alternances, et d'autre part pour l'ensemble, celles du niveau 8 étant plus régulièrement stratifiés et composées de clastiques mieux triés pour des niveaux où par ailleurs les influences marines sont les plus nettes.

Dans l'espace, cette évolution est marquée par:

— de notables variations d'épaisseurs (600 m à Valmala, 380 à Fresneda, 150 puis 50 à Urrez et San Adrián) qui nettes d'Est en Ouest sont également sensibles du SE vers le NW, notamment en ce qui concerne les formations de Pineda-Villasur qui passent selon cette direction de quelques mètres à plus de 300 m,

— une similitude entre les variations de l'épaisseur des trois assises conglomé-

MÉGASÉQUENCES



COURBES LITHOLOGIQUES

- | | |
|------------------|----------------------|
| 1. Conglomérat | 4. Grès fin argileux |
| 2. Grès grossier | 5. Carbonates |
| 3. Grès moyen | 6. Argiles |

Fig. 3.—Les unités sédimentaires des formations carbonifères.

ratiques et celles du diamètre des galets qui diminuent selon une polarité orientée ESE-WNW,

— une évolution semblable des épaisseurs et des faciès des niveaux à faunes marines géographiquement limités au NW,

— des stratifications plus régulières et mieux exprimées à mesure que l'on va de l'Est vers l'Ouest, de Fresneda à Valmala, et du SE vers le NW, du Puerto Manquillo à Villasur,

— une distribution très variable des niveaux à charbon, en lits assez homogènes à Alarcia et à l'Ouest de San Adrián, mais en lentilles discontinues à Pineda, Villasur, Urrez et à l'Est de San Adrián,

— des changements dans la nature pétrographique des éléments détritiques dont la composition est analogue à celle des roches cambro-ordoviciennes qui affleurent à proximité.

ESQUISSE PALEOGEOGRAPHIQUE

Ces différentes données permettent d'envisager que la sédimentation westphalienne s'est effectuée ici dans un domaine paralique établi au NW et à l'W de l'actuel massif de la Demanda dont les parties centrales et orientales étaient émergées. Son extension vers le Sud ne devait guère dépasser les Puerto Manquillo, sa limite E, plus imprécise à définir, se situait à plusieurs kilomètres au SE de Fresneda, à l'W le rivage avait un contour sinueux comme le suggèrent les paléoreliefs du Sud d'Urrez et de l'Esculca et il est vraisemblable qu'il ne devait pas s'étendre beaucoup plus dans cette direction.

Les formations de Pineda-Villasur et d'Urrez paraissent ainsi s'être déposées dans un golfe orienté SE-NW, fermé au SE et s'ouvrant progressivement vers le NW, se raccordant avec le secteur de Valmala-Alarcia, qui dans ce schéma apparaît comme une zone de sédimentation maximum bordée à l'Est et à l'Ouest par des zones moins subsidentes.

Cette sédimentation paralique de type molassique se distribuait ainsi en plusieurs zones qui depuis les terres émergées et allant vers le large comprenaient:

— une zone deltaïque parcourue par un réseau fluvial très mobile dont la partie sud du secteur Pineda-Villasur serait le témoin,

— une zone où la sédimentation était plus régulière, de type plateforme épicontinentale, en relation directe avec le domaine marin franc auquel correspondrait le secteur Fresneda-Alarcia,

— une zone plus pélagique, alimentée en éléments détritiques bien triés, à laquelle devait temporairement être rattaché le secteur de Valmala, notamment lors du dépôt des formations des niveaux 8 et 10.

Les limites de cette zonation ne sont pas demeurées stables durant toute la période westphalienne, mais la succession des cinq mégaséquences précédemment évo-

quées suggère au contraire que les reliefs de l'arrière-pays furent plusieurs fois rajeunis, ce qui entraîna chaque fois une reprise de l'érosion et de la sédimentation détritique. Les changements et l'évolution des caractéristiques lithologiques et pétrographiques révèlent que les rajeunissements des reliefs diminuèrent progressivement d'importance, mais que les périodes d'altération et d'érosion qui séparaient ces rajeunissements devinrent plus longues.

Venant après le plissement et le métamorphisme des formations cambro-ordoviciennes, la sédimentation carbonifère de caractère molassique, apparaît néanmoins synorogénique, contemporaine d'une période caractérisée par des mouvements essentiellement épéroogéniques dont il convient de préciser l'âge et de replacer dans un contexte géologique plus vaste.

BIOSTRATIGRAPHIE ET AGE DES FORMATIONS CARBONIFERES

Les flores et les faunes recueillies en plusieurs localités et à différents niveaux peuvent être regroupées en plusieurs associations biostratigraphiques distinctes.

LES FLORES

La position lithostratigraphique des gisements, dans lesquels les flores furent récoltées, permet de grouper celles-ci en trois associations biostratigraphiques, correspondant respectivement aux niveaux 2, 4 et 6 (Fig. 4). Les 48 espèces, ainsi reconnues, ont été représentées dans le tableau ci-contre dans lequel figure leur répartition verticale dans la série locale et leur répartition stratigraphique dans les bassins houillers des Asturies, du Léon et Palencia (traits discontinus) et du Nord de la France et de la Sarre-Lorraine (trait continu), répartition établie d'après les travaux de W. J. JONGMANS et R. H. WAGNER pour l'Espagne, et de P. CORSIN, A. DALINVAL, J. DANZÉ, P. DANZÉ-CORSIN, M. BUISINE et P. BERTRAND pour le Nord de la France et la Sarre-Lorraine.

— Flore du niveau 2, association qui réunit les espèces récoltées à Fresneda, Alarcia (1) et Pineda (1):

Pecopteris lobulata DALINVAL, *Pecopteris* cf. *volkmanni* SAUVEUR, *Linopteris obliqua* (BUNBURY), *Reticulopteris munsteri* (EICHWALD), *Alethopteris corsini* BUISINE, *Alethopteris davreuxi* (BRONGNIART), *Alethopteris decurrens* (ARTIS), *Alethopteris lonchitica* (VON SCHLOTHEIM), *Sphenopteris neuropteroides* var. *leonardi* P. BERTRAND, *Sphenopteris obtuse-dentata* GOTHAN, *Sphenopteris* sp. cf. *herbacea* BOULAY, *Sphyropteris mixta* (SCHIMPER), *Mariopteris sauveuri* (BRONGNIART), *Sphenophyllum emarginatum* BRONGNIART, *Sphenophyllum cuneifolium* STERNBERG, *Asterophyllites equisetiformis* (VON SCHLOTHEIM).

— Flore du niveau 4, qui réunit les espèces récoltées à Alarcia (2), Villarsur (2) et Urrez:

Pecopteris cf. *acuta* BRONGNIART, *Pecopteris* cf. *dufayi* DALINVAL, *Pecopteris* cf. *precyathea* DALINVAL, *Pecopteris* cf. *miltoni* (ARTIS), *Pecopteris plumosa-dentata* BRONGNIART, *Pecopteris punctata* CORSIN, *Pecopteris saraefolia* P. BERTRAND, *Linopteris obliqua* (BUNBURY), *Alethopteris ambigua* (LESQUEREUX), *Alethopteris lonchitica* (VON SCHLOTHEIM), *Alethopteris* cf. *urophylla* (BRONGNIART), *Sphenopteris* cf. *alata* BRONGNIART, *Sphenopteris* cf. *brongniarti* STUR, *Sphenopteris boulayi* ZEILLER, *Sphenopteris damesi* STUR, *Sphenopteris rutaefolia* VON GUTBIER, *Sphenopteris mixta* (SCHIMPER), *Neuropteris scheuchzeri* HOFFMANN, *Neuropteris* sp. cf. *missouriensis* LESQUEREUX, *Sphenophyllum emarginatum* BRONGNIART, *Sphenophyllum cuneifolium* STERNBERG, *Lonchopteridium alethopteroides* GOTHAN, *Alloiopteris angustissima* (STERNBERG), *Dicksonites pluckeneti* (VON SCHLOTHEIM), *Dicksonites* cf. *potieri* (ZEILLER), *Asterophyllites equisetiformis* (VON SCHLOTHEIM), *Lepidodendron obovatum* STERNBERG.

— Flore du niveau 6, association composée des espèces récoltées à Pineda (2) et San Adrián:

Pecopteris ambigua PRESL-NĚMEJC, *Pecopteris acuta-dentata* BRONGNIART, *Pecopteris* cf. *camertonensis* KIDSTON, *Pecopteris dentata* BRONGNIART, *Pecopteris* cf. *incerta* CORSIN, *Pecopteris* cf. *miltoni* CORSIN non ARTIS, *Pecopteris plumosa* (ARTIS) — *dentata* BRONGNIART, *Pecopteris saraefolia* P. BERTRAND, *Pecopteris unita* BRONGNIART, *Linopteris obliqua* (BUNBURY), *Sphenopteris* cf. *brongniarti* STUR, *Sphenopteris pecopteroides* KIDSTON, *Sphenopteris* cf. *rotundiloba* DANZÉ (non NĚMEJC), *Neuropteris ovata* HOFFMANN, *Sphenophyllum emarginatum* BRONGNIART, *Asterophyllites equisetiformis* (VON SCHLOTHEIM).

Parmi ces espèces, trois sont communes aux niveaux 2, 4 et 6:

Linopteris obliqua, *Sphenophyllum emarginatum* et *Asterophyllites equisetiformis*,
trois aux niveaux 2 et 4:

Pecopteris lobulata, *Sphyropteris mixta* et *Sphenophyllum cuneifolium*,
cinq enfin aux niveaux 4 et 6:

Pecopteris cf. *miltoni*, *Pecopteris plumosa-dentata*, *Pecopteris saraefolia*, *Alethopteris ambigua* et *Sphenopteris* cf. *brongniarti**

La présence dans l'association du niveau 2, de *Alethopteris davreuxi*, *Alethopteris decurrens*, *Alethopteris lonchitica*, connus dans le Westphalien A et B du Nord de la France, suggérerait de rapporter ce niveau à la partie inférieure du Westphalien B. Néanmoins, *A. corsini*, connu dans le Westphalien C du Nord de la France, *P. volkmani* et *M. sauveuri* connus dans le Westphalien B et C de France et d'Espagne, *R. munsteri* dans le Westphalien B et C de France, *S. obtuse-dentata* dans le Westphalien C de France et *S. neuropteroides* var. *leonardi* connu dans le Westphalien B et C de France et C et D en Espagne, permettent de rajeunir cette flore et de la rapporter au *Westphalien B supérieur* ou *C inférieur*.

* Les flores ont été successivement déterminées par MM. P. CORSIN et R. H. WAGNER pour celles de Fresneda et Alarcia, puis par ce dernier seul pour celles de Villasur, Pineda, Urrez et San Adrián de Juarros; spécialistes que je tiens à remercier très vivement.

La flore du niveau 4 est sensiblement plus jeune que la précédente. Parmi les 27 espèces qui composent cette association, certaines apparaissent caractéristiques du Westphalien C. Il s'agit notamment de *P. dufayi*, *P. precyatheae*, *S. boulayi*, *S. rutaefolia*, connus dans le Westphalien C du Nord de la France et *L. alethopteroides* du Westphalien C de la France et D d'Espagne. Les autres ont généralement une répartition verticale plus large, mais sont cependant cantonnées dans le Westphalien C et D. Notons que *A. ambigua*, commune à Alarcia, est une espèce connue dans le Westphalien C et D de la Sarre-Lorraine, mais qui, en Espagne, a été vue seulement dans les couches de passage entre le Westphalien D et le Stéphanien A, ce qui amène R. H. WAGNER à lui donner une plus large répartition verticale, du Westphalien C au Stéphanien A (WAGNER 1966).

Enfin, *S. damesi*, espèce-guide des Geisheck-Schichten de la Sarre, partie tout à fait inférieure du Westphalien D (GUTHÖRL 1940), *P. saraefolia* et *D. pluckeneti*, ont tendance à élever le niveau de cette flore, qui pourrait ainsi être légèrement plus jeune à Villasur qu'elle ne l'est à Alarcia. Néanmoins, l'ensemble apparaît assez caractéristique du Westphalien C-D inférieur.

La flore du niveau 6, sensiblement moins riche que la précédente, comprend des espèces allant du Westphalien C au Stéphanien A, mais dont certaines sont caractéristiques du Westphalien D. Il s'agit notamment de *P. ambigua*, *P. camertonensis*, *P. cf. unita*, connus exclusivement dans le Westphalien D de France et d'Espagne, de *N. ovata* qui débute généralement à la base du Westphalien D, de *P. saraefolia* du Westphalien D inférieur et moyen de la Sarre-Lorraine. ce qui suggère de rapporter cette flore au Westphalien D.

On notera enfin l'abondance ici de *L. obliqua*, commune dans tous les gisements, et maintes fois citées dans le Westphalien C et D du Bassin Central des Asturies. Ainsi, compte-tenu des remarques précédentes, les flores récoltées dans les niveaux 2, 4 et 6 sont du Westphalien; la plus ancienne doit être rapportée au Westphalien B-C, et la plus jeune au Westphalien D.

LES FAUNES

Les formations correspondant aux niveaux 7 à 10 des coupes de Fresneda, Valmala, Villasur et Pineda renferment généralement une faune marine composée essentiellement de Brachiopodes, Crinoïdes, Lamellibranches, Gastéropodes et localement Fusulines.

A/La faune de Fresneda

Elle provient principalement des alternances à dominantes gréseuses de la base du niveau 8 dans lesquelles les fossiles très nombreux sont conservés à l'état de moules externes et internes. ce qui rend, notamment en ce qui concerne les Brachiopodes, les déterminations délicates. Cette faune se compose de:

— Brachiopodes, parmi lesquels G. DELÉPINE (communication personnelle) avait reconnu:

Productus (Dictyoclostus) gruenewaldti KROTOV, *Productus* cf. *semireticulatus* var. *hermosanus* GIRTY, *Productus (Dictyoclostus)* aff. *americanus* DUNBAR & CONDRÄ, *Productus gallatinensis* GIRTY, *Marginifera* cf. *wabashensis* DUNBAR, *Pustula* cf. *elegans* MCCOY, *Spirifer (Brachythyrina) strangwaysi* DE VERNEUIL;

— Lamellibranches, que je rapporte avec réserve au genre *Aviculopecten*;

— nombreux articles de Crinoïdes et fragments de Bryozoaires et de Gastéropodes;

— j'ai observé en plus des traces en coup de balai tout à fait analogues aux classiques «*Cancellophycus*» du Jurassique, et qui sont désignées sous le nom générique de *Taonurus*, connus dans les niveaux marins gréseux du Namurien et du Westphalien du Nord de la France (BARROIS 1912).

Les alternances et les grès dolomitiques et calcaires, qui font suite à celles du niveau 8, renferment également des Brachiopodes analogues à ceux du gisement précédent mais en moins grand nombre.

B/ La faune de Valmala

Elle est plus riche que celle de Fresneda, puisque, en plus des Brachiopodes, Lamellibranches et Crinoïdes précédemment cités, j'ai récolté de nombreux Orthidae, quelques fragments de Nautiloïdes, dont un exemplaire assez bien conservé est à *Metacoceras* cf. *costatum* HIND connu dans le Westphalien C de Belgique (DEMANET 1943) et le Moscovien supérieur des Asturies (DELÉPINE 1943), et des Foraminifères en assez grand nombre dont la dolomitisation a, le plus souvent, masqué les structures, mais parmi lesquels M. LYS (communication personnelle) a néanmoins reconnu:

Fusulina cylindrica var. *hispanica* GÜBLER et *Hemigordius* sp., formes connues dans le Moscovien supérieur des Asturias (LYS & SERRE 1958, DELÉPINE 1943).

A ces faunes marines, il faut ajouter des Lamellibranches continentaux récoltés au-dessus des veines de charbon d'Alarcia, et rapportés par J. DANZÉ (communication personnelle) aux genres *Anthraconaia (Anthracomya)* et *Naiadites (N. carinata)* SOWERBY, l'un et l'autre connus dans le Westphalien du Nord de la France (CORSIN 1932).

C/ Les faunes de Villasur et de Pineda

Les grès du niveau 7 de la coupe de Pineda et les fines alternances analogues à celles du niveau 8 de Villasur m'ont livré quelques moules internes et externes de Brachiopodes (*Productidae* et *Spiriferidae*) qui semblent analogues aux formes de Fresneda, ainsi que de nombreux fragments de Crinoïdes.

Les indications apportées par ces faunes sont moins précises que celles données par les flores. Notons néanmoins que *P. (Dictyoclostus)* aff. *americanus* et *P. gallatinensis* ont été trouvés à la base du Westphalien C dans le bassin de la Belgique (DEMANET 1943) et dans l'assise de Lena (Westphalien moyen) du bassin des Asturies (DELÉPINE 1943); *P. gruenewaldti* a été trouvé en Chine à la partie inférieure du Mos-

covien (DELÉPINE 1943), dans le Carbonifère de l'Oural, et c'est une espèce caractéristique des «Spiriferen-Schichten» des Alpes carniques d'âge moscovien supérieur. *Sp. strangwaysi* est une espèce caractéristique du Moscovien de Russie, et il est connu en Chine, jusque dans les séries de Tauyan, séries de transition entre le Moscovien et l'Ouralien; il est également cité par WAGNER (1955) dans la province de Palencia et dans le Westphalien D.

Fusulina cylindrica var. *hispanica* GÜBLER est connue dans les formations de Lieres, du Westphalien C du Bassin Central des Asturies, ce qui, selon LYS & SERRE (1958), est «un critère sûr pour établir des corrélations entre les calcaires argileux de Lieres et l'assise de Myatchkovo (Moscovien supérieur en Russie)». La présence d'*Hemigordius* sp., Foraminifère de l'Artinskien supérieur d'Oural suggérerait de rajeunir ces niveaux, mais comme le remarquent LYS & SERRE, après DELÉPINE (1943), il «est fréquent de constater l'intrication, dans les Asturies, de faunes mésogéennes précoces asiatiques et occidentales».

En conséquence, et me référant à la succession des biozones à *Fusulinella* établies par VAN GINKEL (1965) dans la Cordillère Cantabrique, je rapporte les niveaux à *Fusulina cylindrica* var. *hispanica* GÜBLER et à *Hemigordius* de la Sierra de la Demanda, à la partie supérieure du Moscovien supérieur, analogue à la sous-zone D de la zone à *Fusulinella* de VAN GINKEL.

Ainsi, étant donné la position stratigraphique des niveaux à faunes marines, superposés aux niveaux à plantes du Westphalien D moyen (flore du niveau 6), leur âge ne peut être qu'identique ou plus jeune, soit du Westphalien D moyen au Stéphanien A inclus, dernier étage à faunes marines connues dans le Carbonifère du NW de l'Espagne.

En résumé, les flores et les faunes récoltées à divers niveaux dans la série et en diverses localités dans le Massif, montrent que l'ensemble doit être rapporté au Westphalien, et plus précisément va du Westphalien B supérieur au Westphalien D.

Les premiers horizons datés paléontologiquement sont les alternances à dominantes gréseuses du niveau 2. Les flores récoltées à Fresneda, Alarcia et Pineda constituent une première association dont l'âge est du Westphalien B supérieur - Westphalien C inférieur.

Les deux autres associations des niveaux 4 et 6 sont à rapporter respectivement au Westphalien C-D inférieur et au Westphalien D, sans qu'il soit possible de placer de façon plus précise les limites entre ces deux étages.

Les niveaux à faunes marines qui font suite à Fresneda, Valmala, Villasur et Pineda, aux niveaux à plantes, sont à rapporter au Moscovien supérieur. On peut envisager, par comparaison avec ce qui est connu dans le NW de l'Espagne, un âge Stéphanien inférieur pour les horizons les plus élevés, en notant cependant l'absence, dans la Demanda, de flore caractéristique de cet étage.

COMPARAISONS ENTRE LES FORMATIONS CARBONIFERES DE LA SIERRA DE LA DEMANDA ET CELLES DE L'ENSEMBLE CANTABRO-ASTURIEN.

Les formations carbonifères affleurent largement dans l'ensemble cantabro-asturien (Asturies et Cordillère Cantabrique). Parmi les grands ensembles stratigraphiques distingués par les auteurs, c'est tout naturellement que celles-ci seront comparées avec celui compris entre les discordances palentienne et asturienne, étant données l'âge et la nature des formations de la Demanda.

Les corrélations envisagées ont été établies à la lumière des données biostratigraphiques fournies par les flores; certaines sont renforcées par des analogies lithologiques, d'autres, par contre, notamment celles concernant les niveaux supérieurs, doivent être considérées avec réserve.

Les niveaux 1 et 2 de la Demanda peuvent être parallélisés avec:

— les formations de Curavacas (Los Cintos) de la province de Palencia datées du Westphalien B supérieur (KANIS 1956, WAGNER 1960). Il s'agit de formations paraliques débutant par des conglomérats qui reposent en forte discordance sur le Westphalien inférieur (discordance de Curavacas de KANIS ou palentienne de WAGNER).

— Les formations du Yuso du Nord du Léon.

— les schistes et calcaires de Lieres du Bassin Central qui correspondent à la partie supérieure de l'assise de Lena, dans lesquels G. DELÉPINE (1943) a récolté une faune abondante de Brachiopodes, Céphalopodes, Gastéropodes et Foraminifères dont *Fusulina cylindrica*, *Productus* cf. *gruenewaldti*, *Spirifer strangwaysi*, *Metacoceras postcostatum*, espèces trouvées également dans les formations de Fresneda et de Valmala.

Les niveaux 3 et 4 de la Demanda rapportés au Westphalien C, peuvent être parallélisés avec:

— les formations de Canales du Bassin Central (Riosa).

Les niveaux 5 et 6 de la Demanda d'âge Westphalien D, peuvent être parallélisés avec:

— les formations de San Cebrián (Sierra Corisa) à faune de Brachiopodes et Foraminifères analogues à celles de Fresneda et Valmala.

— les formations de la Esperanza du Bassin Central, qui débutent par un niveau de conglomérats faisant suite en concordance aux formations de Canales et qui renferment une flore du Westphalien D, comprenant notamment: *L. obliqua*, *N. ovata*, *P. saraefolia*, *P. acuta-dentata* récoltés dans le niveau 6.

Les niveaux 7 à 10 n'ont livré jusqu'à ce jour que des faunes marines et notamment des Foraminifères dont *Hemigordius* (LYS & SERRE, VAN GINKEL), genre généralement considéré comme du Westphalien le plus élevé. Ils pourraient par suite

représenter l'équivalent latéral du Westphalien D supérieur et du Stéphanien inférieur (*sensu lato*) bien caractérisés dans l'ensemble cantabro-asturien.

En conclusion, l'histoire géologique de la région comprise entre la Cordillère Cantabrique et la Sierra de la Demanda semble marquée au Westphalien, par les mêmes faits majeurs mais avec des degrés divers. On notera notamment:

— une forte discordance entre le Westphalien B supérieur et les formations antérieures.

— une succession plus ou moins synchrone des mouvements épéirogéniques, qui se traduisent chaque fois par une reprise de la sédimentation détritique.

Ces mouvements n'eurent cependant pas partout la même intensité:

— la phase léonienne (pré-Westphalien D supérieur) mise en évidence par WAGNER est marquée selon cet auteur par une forte discordance au NE du Léon, par des mouvements épéirogénique et des failles directes (WAGNER & VARKER 1971) au NE de la province de Palencia, mais seulement par une reprise de la sédimentation détritique dans la Demanda.

— la phase asturienne, clairement exprimée dans la Cordillère Cantabrique, où elle est considérée comme une véritable phase de plissement, n'est marquée dans la Demanda, où le Stéphanien moyen à supérieur est absent, que par une faible discordance cartographique (discordance de mapping) entre le Trias et le Westphalien.

Il est par suite vraisemblable que l'ensemble cantabro-asturien et la Sierra de la Demanda, actuellement séparés, devaient au Westphalien appartenir au même domaine paléogéographique, le golfe nord-ibérique de la Mésogée, dont la partie NW de notre massif devait représenter l'un des éléments.

BIBLIOGRAPHIE

- AITKEN, R. (1942).—The Sierra de la Demanda (Burgos, Spain): note of the tectonics of the northern margin. *Geol. Mag.*, 79, pp. 33-48.
- BARROIS, CH. (1912).—Etude des strates marines des terrains houillers du Nord. *Gîtes Minéraux de la France*. Paris.
- BERTRAND, P. (1928).—Stratigraphie du Westphalien et du Stéphanien dans les différents bassins houillers français. *C. R. Congrès Carbonifère, Heerlen 1927*, pp. 93-116.
- BUISINE, M. (1961).—Contribution à l'étude de la flore du terrain houiller. Les Aléthopteridés du Nord de la France. *Etudes géol. Atlas Top. souterraine, Serv. géol. Houillères Nord et Pas-de-Calais*, I. Flore fossile, 4, pp. 1-317, texte-figs. 1-31, pls. I-LXXIV.
- COLCHEN, M. (1960).—Sur l'âge des formations carbonifères de Fresneda (Sierra de la Demanda, Province de Burgos, Espagne). *C. R. Acad. Sc., Paris*, 251, pp. 2743-2745.
- COLCHEN, M. (1964).—Sur les formations carbonifères du Nord de la Sierra de la Demanda (Chaînes Ibériques, Espagne). *C. R. Acad. Sc., Paris*, 258, pp. 2863-2865.
- COLCHEN, M. (1965).—Nouvelles données sur le Carbonifère de la Sierra de la Demanda (Burgos, Espagne). *C. R. Acad. Sc., Paris*, 260, pp. 1696-1699.
- COLCHEN, M. (1970).—Géologie de la Sierra de la Demanda (Burgos-Logroño), Espagne, *Thèse*, Paris, 524 pp., 8 cartes géol., 92 figs., 35 pls (inédate).
- COLCHEN, M. & WAGNER, R. H. (1966).—Précisions sur les flores carbonifères de la Sierra de la Demanda (Province de Burgos, Espagne). *C. R. Acad. Sc., Paris*, (D), 262, pp. 2435-2438.
- CORSIN, P. (1932).—Guide paléontologique dans le terrain houiller du Nord de la France. *Travaux Mém. Univ. Lille, Albums*, 5, pp. 1-44, pls I-XL.

- CORSIN, P. (1951).—Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. Pécopteridées. *Et. Gites Minéraux de la France, Sarre-Lorraine*, I. Flore fossile, 4, pp. 177-370, pls CVIII-CIC.
- CORSIN, P. (1952).—Sur la limite entre le Westphalien et le Stéphanien, et sur la flore du Westphalien D et du Stéphanien A. *C. R. 3^e Congrès Carbonifère, Heerlen 1951*, I, pp. 93-98.
- DALINVAL, A. (1960).—Contribution à l'étude des Pécopteridées. Les Pécopteris du Bassin Houiller du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Top. souterraine, Serv. géol. Houillères Nord et Pas-de-Calais*, I. Flore fossile, 3, pp. 1-222, pls I-LXI.
- DANZÉ J. (1956).—Contribution à l'étude des Sphenopteris. Les fougères sphénoptéridiennes du Bassin houiller du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Top. souterraine, Serv. géol. Houillères Nord et Pas-de-Calais*, I. Flore fossile, 2, pp. 1-550, pls I-LXXXVI.
- DANZÉ-CORSIN, P. (1953).—Contribution à l'étude des Mariopteridées. Les Mariopteris du Nord de la France. *Et. géol. Atlas Top. souterraine, Serv. géol. Houillères Nord et Pas-de-Calais*, I. Flore fossile, 1, pp. 1-269, pls I-LXXXVIII.
- DELÉPINE, G. (1932).—Sur l'extension des mers paléozoïques en Asturies. *C. R. Acad. Sc., Paris*, 195, pp. 1401-1402.
- DELÉPINE, G. (1943).—Les faunes marines du Carbonifère des Asturies. *Mém. Acad. Sc. Inst. France*, 66, pp. 1-122, pls I-VI.
- DELÉPINE, G. (1952).—Les niveaux marins du Carbonifère aux deux bords de la Cuvette mésogéenne. Comparaison avec ceux des bassins houillers du NW de l'Europe. *C. R. 3^e Congrès Carbonifère, Heerlen 1951*, I, pp. 131-133.
- DELÉPINE, G. & GÜBLER, J. (1943).—Les Fusulinidés du Carbonifère des Asturies. *Mém. Acad. Sc. Inst. France*, 66, Appendice, pp. 99-107, pl. II.
- DEMANET, F. (1943).—Les horizons marins du Westphalien de la Belgique et leurs faunes. *Mém. Musée Royal Hist. Nat. Belgique*, pp. 1-165, pls I-IX.
- GINKEL, A. C. VAN (1965).—Carboniferous fusulinids from the Cantabrian Mountains (Spain). *Leidse Geol. Meded.*, 31, pp. 1-225, pls I-LIII, maps and sections.
- GRANDE, J. (1850).—Minas de carbón de las inmediaciones de Burgos. *Revista Minera*, 1, pp. 120-123.
- GUTHÖRL, P. (1940).—Sphenopteris damesi (Stur) und ihre Bedeutung für die Stratigraphie des Saarkarbons. *Palacontographica*, (B), LXXXIV, pp. 117-132. Tafn VI-VIII.
- JONGMANS, W. J. (1951).—Las floras carboníferas de España. *Estudios Geol.*, VII, 14, pp. 281-330.
- JONGMANS, W. J. (1952).—Some problems on Carboniferous stratigraphy. *C. R. 3^e Congrès Carbonifère, Heerlen 1951*, I, pp. 295-306.
- JONGMANS, W. J. (1952).—Documentación sobre las floras hulleras españolas. Primera contribución: Flora carbonífera de Asturias. *Estudios Geol.*, VIII, 15, pp. 7-9, láms II-XXVIII.
- JONGMANS, W. J. & WAGNER, R. H. (1957).—Apuntes para el estudio geológico de la Zona Hullera de Riosa (Cuenca Central de Asturias). *Estudios Geol.*, XIII, 33, pp. 7-26, lám II.
- KANIS, J. (1956).—Geology of the eastern zone of the Sierra del Brezo (Palencia, Spain). *Leidse Geol. Meded.*, XXI, pp. 377-445, pls 1-3, Apéndices 1-3.
- LARRAZET, M. (1896).—Recherches géologiques sur la région orientale de la province de Burgos et sur quelques points des provinces d'Alava et de Logroño. *Thèse Lille*, pp. 1-310, pls 1-3.
- LLOPIS LLADÓ, N. (1952).—Sur les types de bordure du bassin houiller des Asturies. *C. R. 3^e Congrès Carbonifère, Heerlen 1951*, II, pp. 401-406.
- LYS, M. (1964).—La microfaune dans ses applications à la stratigraphie du Carbonifère. *C. R. 5^e Congrès Carbonifère, Paris 1963*, I, pp. 189-202.
- LYS, M. & SERRE, B. (1958).—Contribution à la connaissance des microfaunes du Paléozoïque: Etudes micropaléontologiques dans le Carbonifère marin des Asturies (Espagne). *Rev. Inst. Fr. Pétrole, Ann. Comb. Liq.*, XIII, n.º 6, pp. 879-916, pls I-XI.
- SAMPAYO (1876).—Datos geológico-mineros de la provincia de Burgos. *Bol. Mapa Geol. España*, III.
- SCHRIEL, W. (1930).—Die Sierra de la Demanda und die Montes Obarenes. *Abh. Gesell. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl.*, (N. F.), XVI, 2, pp. 463-567, Tafn 1-9.
- VERNEUIL, E. DE & COLLOMB E. (1852-53).—Coup d'oeil sur la constitution géologique de quelques provinces d'Espagne. *Bull. Soc. géol. France*, (2), X, pp. 61-147.
- WAGNER, R. H. (1955).—Rasgos estratigráfico-tectónicos del Paleozoico superior de Barruelo (Palencia). *Estudios Geol.*, XI, 26, pp. 145-202, láms. XXIX-XXXII.

- WAGNER, R. H. (1959).—Flora fósil y estratigrafía del Carbonífero en España NW y Portugal N. *Estudios Geol.*, XV (tomo homenaje San Miguel de la Cámara), pp. 393-420, figs. 1-6.
- WAGNER, R. H. (1959).—Sur la présence d'une nouvelle phase tectonique «léonienne» d'âge Westphalien D dans le Nord-Ouest de l'Espagne. *C. R. Acad. Sc., Paris*, 249, pp. 2804-2806.
- WAGNER, R. H. (1960).—Middle Westphalian floras from northern Palencia (Spain) (in relation with the Curavacas phase of folding). *Estudios Geol.*, XVI, pp. 55-92, figs 1-25.
- WAGNER, R. H. (1962).—La signification de la phase léonienne dans le NW de l'Espagne. *C. R. Acad. Sc., Paris*, 254, n.º 19, pp. 3382-3384.
- WAGNER, R. H. (1962).—A brief review of the stratigraphy and floral succession of the Carboniferous in NW. Spain *C. R. 4^e Congrès Carbonifère, Heerlen 1958*, II, pp. 753-762, text-figs. 1-2, pls. 29-33.
- WAGNER, R. H. (1962).—An Upper Westphalian flora from the mine «Inés» near the Pass of Pajares, on the Leonese-Asturian boundary (NW Spain). *Notas y Comuns. Inst. Geol. Min. España*, 68, pp. 79-81, pls. 1-5.
- WAGNER, R. H. (1966).—Sur l'existence dans la Cordillère cantabrique, de séries de passage entre Westphalien et Stéphaniens: la limite inférieure de ces formations «cantabriques». *C. R. Acad. Sc., Paris*, (D), 262, pp. 1337-1340.
- WAGNER, R. H. (1970).—An Outline of the Carboniferous Stratigraphy of Northwest Spain. In «Colloque sur la Stratigraphie du Carbonifère», *Congrès et Colloques Univ. Liège*, 55, pp. 429-463.
- WAGNER, R. H. & VARKER, W. J. (1971).—The distribution and development of post-Leonian strata (upper Westphalian D, Cantabrian and Stephanian A) in northern Palencia, Spain. *Trabajos de Geología, Fac. Ci. Univ. Oviedo*, 4.
- WIENANDS, A. (1964).—Über das Oberkarbon und das Alter der variszischen Faltung in der Sierra de la Demanda (Nordspanien, Prov. Burgos und Logroño). *Neues Jb. Geol. Pal., Mh.*, 6, pp. 252-268.