

蕨叶结构在脉羊齿类和丽羊齿类化石分类中的重要性及其地层意义

J. P. 拉万

(法国里尔科技大学)

蕨型叶的植物化石原来都是依其小羽片的一般形态和叶脉型式而分类的。然而,自从上一世纪格朗尤利(Grand'Eury)、斯图(Stur)、蔡耶(Zeiller)等人的著作问世以来,蕨叶结构已日益受到人们的重视,以求解决种子蕨类各主要类别之间的相互关系,解剖学资料及关于其繁殖器官之知识。此种知识与已知的印痕与压模叶部化石比较起来,仍然是颇为贫乏而显然不足的。

脉羊齿(*Neuropteris*)是最早创立的属之一。该属是 Brongniart (1822) 作为 *Filicites* 属的一个组或亚属而创立的,其特征为小羽片卵形或圆形,基部不全部着生在轴上,叶脉明显,由小羽片在轴上的着生部位伸出,并作二歧式分叉的叶部化石。

19世纪后半叶到本世纪的前半叶的大量研究,逐渐改进了脉羊齿类的二分式分类方案,即:

——奇羽类(*Imparipinnatae*)和偶羽类(*Paripinnatae*)是高腾(Gothan)依末次羽片顶端具一个还是二个顶小羽片而划分的。

——杯囊类(*Whittleseyinae*)和笠囊类(*Potonicinae*)系赫勒(Halle)按其雄性繁殖器官的形态来划分的。

——圆异叶类(*Cyclopteridaceae*)和 *Rachivestitaceae* 为柯桑(Corsin)和贝特朗(Bertrand)所创。其划分依据是前者蕨叶的基部具圆异叶(*Cyclopteris*),而后者则在主轴上生有间小羽片。对于上述引证的作者来说,所有

这些名称或多或少等于和相当于脉羊齿类的一级次级分类;这些次级分类一一对应且含义相同。

实际上,根据对蕨叶形成的结构方式表行的仔细研究,和对前人划分各个类别所用的分类准则进行的深入分析,清楚地表明,在脉羊齿类植物中存在三个不同的主要谱系,即高腾(1913)所提出的:奇羽类的脉羊齿还可依其主轴上是否具有间小羽片再细分为间羽奇羽类和一般奇羽类。但是高腾后来认为这种区分并无实际意义。

第一个谱系,叫做脉-延种子蕨谱系(*Neuraethospermae*)。在脉羊齿类中,构成这一谱系的是属于 *Neuraethopteris schlehani* Stur 这一组的分子。此组与延羊齿属关系密切。此谱系以蕨叶存在严格的羽状半裂为其特征。值得注意的是,这一类植物如果其末次羽片是奇羽的,那末轴上决不会有圆异叶或间羽片出现。所以,实际情况和柯桑设想的正好相反,他的圆异叶类这一术语并不等于高腾的奇羽类。我们进而仔细研究了已刊文献后发现:杯囊类的雄性生殖器官只发现于本类别的一些种中。所以,赫勒所创的杯囊类这一术语,不能应用于高腾的全部奇羽类。

第二个谱系是偶羽种子蕨谱系(*Parispe-rrmae*),包括了偶羽属(*Paripteris* Gothan)和网羊齿属(*Linopteris* Presl)的各个种。其蕨叶特征非常显著,蕨叶结构为合轴二歧式。这种结构系由基本的叶轴——Bower 称为(Phyl-

lopodium) 交互作连续不等的二歧分叉而成,小羽片全缘,仅以一点着生轴上。它们的羽轴,不论其为哪一级,实际上都是严格同源的,且均具有相仿的小羽片。末次羽片是偶羽,即它们的顶端具一对比相邻小羽片要小的小羽片。雄性生殖器官属笠囊型。

第三个谱系称为脉-齿羊齿种子蕨谱系(Neurodontospermae)。此谱系至少包括下列三属,即脉羊齿属(狭义)、罍羊齿属(*Reticulopteris* Gothan)和齿羊齿属(*Odontopteris* Brongniart)。此谱系的蕨叶,相当于着生末次羽片的叶轴的二歧再分。同第二个谱系的蕨叶相比,其叶膜至少多了一级分裂。这一现象的存在,解释了这一事实,亦即:末次羽片是奇羽式的;末次羽片之间,从轴上伸出的是间羽片堆。其中有些“小羽片”叶形巨大的种,如 *N. scheuchzeri*, *N. macrophylla* 是例外,其叶膜不太明显,末次羽片显示出处于巨大“小羽片”阶段的倾向,有些是长在二枚羽片之间的轴上的。所以“Rachivestitaceae”这个名称,不能令人满意,因为它既能适用于上述的一些种,然而它们具奇羽,也适用于偶羽种子蕨类(Parispermae)的各个种。

搞清楚脉羊齿类的蕨叶结构后,丽羊齿类(Callipteridiaceae = Callispermae)的蕨叶结构就易于理解了,且同时允许推断这个门内部的一般演化关系,并对其祖先应有的蕨叶特征给予精确的表述。

丽羊齿属(*Callipteridium*)是韦斯(Weiss)1870年创立的,全盛于斯蒂番期,以小羽片略作镰刀形,基部整个着生轴上为特征。这一事实说明了人们何以通常认为它们与延羊齿类有关系。它们还以末二次羽轴上具有间小羽片和蕨叶的间羽片堆或主轴为标志。

按照瓦格纳(Wagner)的意见,在晚石炭世斯蒂番期,前丽羊齿亚属(*Praecallipteridium*) (相当于贝特朗的*Pecopteridium*属)通过间小羽片的逐渐增多,演化为真丽羊齿亚属(*Eucallipteridium*)。这些间小羽片最早出现在末二次羽

片轴的顶端附近,然后逐步遍及于蕨叶的近端。在瓦格纳看来,这些间小羽片和存在于主轴上的间羽片毫无共同之处。对此我们不敢苟同。

事实上,通过杂羊齿属(*Palaeoweichselia*)或前丽羊齿亚属(*Praecallipteridium*)蕨叶结构的观察,知道其蕨叶的构成方式和脉-齿羊齿种子蕨类相同;末次羽片着生在合轴二歧式的叶轴之上。顺便言之,二枚末次羽片之间的“创造”分子,就是末次羽片。大量标本的审视,为搞清由前丽羊齿阶段到真丽羊齿阶段提供了关键证据。不难理解,广义的丽羊齿属的间羽片和间小羽片实际上是同源的产物。间小羽片和分异越来越小的间羽片相当。当时的植物由于气候的变化,引起了形态的变化,具体反映在蕨叶上的则是羽片的变小。我们可以推断,真丽羊齿阶段的植物系由前丽羊齿阶段的植物通过羽裂程度减少一次而成。当然,这种减退的现象始于蕨叶侧枝末端。这种减少现象一旦变得更加重要时,甚至可以进而达到美羊齿的阶段。那时,间小羽片可以仅是间裂片状,乃至完全消失。

所以,从中石炭世威斯发晚期至二叠纪,蕨叶有着一种日益缩小的总趋势。如果我们反过来推测就可假设它们的直接祖先的蕨叶可能具多次羽裂。

近年,通过对采自萨尔-洛林煤田和法国北部煤田的全部库存标本的深入研究,得到如下结论:前人记载的*Pecopteridium*和前丽羊齿(*Praecallipteridium*),凡是产出层位低于第100层泥岩(tonstein 100)者,均应改定为*Palaeoweichselia defrancei* Brongniart。生物地层学的精细研究也导致这一结论,亦即:在萨尔-洛林煤田,*Margaritopteris coemansi* (Andrae)正好绝灭于第60层泥岩之下,此层之上*Callipteridium* (*Praecallipteridium*) *jongmansii* P. Bertrand才开始出现。通过大量标本的研究,揭示此二种有着惊人的相似之处。在1977年,我们曾经假设*Margaritopteris coemansi* (Andrae)是*Callipteridium jongmansii*和*Callipteridium armasi*

的直接祖先。*M. coemansi* 的叶膜曾经是分裂次数很多的。如果这种假设是正确的话,那么它的蕨叶应当具备下列特征:

1. 分叉方式应当是合轴二歧式的;
2. 由叶轴上伸出的应当是三次羽状分裂的羽片;
3. 夹在二枚正常羽片之间,从叶轴上伸出的应当也是三次羽状分裂的。

截至那时为止,只有 H. Potonie 图示过的一块标本可以支持上述第一点特征。但因标本保存不全,不能证实第二、三点特征。1976年我们有机会采到了 *Margaritopteris conwayi* (Lindley et Hutton) (= *Margaritopteris pseudo-coemansi* Gothan = *Pecopteris vedrinei* Dalinval) 的一些标本,证实了上述假设的正确性。因此可以肯定丽羊齿科 (Callipteridiaceae) 至少早在纳谟尔晚期即已存在。但是还有相当的证据说明这个谱系可能更加古老,因为在纳谟尔早期的地层中, Purkynova (1970) 描记的一个新种——*Neuropteris multivenosa*, 肯定属于这一谱系。

试把威斯发 A 期至威斯发 C 早期的 *Margaritopteris conwayi* 和威斯发 C 期的 *Margaritopteris coemansi* 进行比较,发现叶膜的分裂以 *M. coemansi* 达到的阶段为最高。如以曲线图示则可看到, *M. conwayi* 随着时代的古老而处于曲线的下方。如果将此趋势推至纳谟尔期,则可推测, *N. multivenosa* 的蕨叶应比 *M. conwayi* 的羽裂次数更少,应当大致处于二次羽裂阶段。此点日后如能证实,则可对笔者 1967 年提出的假说提供下列补充: 本文讨论到的这些不同谱系的起源,要到蕨叶处于“圆异叶阶段”的早石炭世植物中寻找,例如,其形态有些类似于心羊齿 (*Cardiopteris* Schimper (= *Fryopsis* Wolfe)) 的蕨叶。

从地层学的观点来看,对不同种所作的修订,肯定了法国北部煤田存在着威斯发 D 带下部的地层,还对萨尔-洛林煤田威斯发 D 期(那里是威斯发 D 这一概念的原始定义地区)的意

义和地层分布作了一定的修订。但是,另外一点,即植物化石的一些形态特征在地层上的运用情况还是值得提及。如果说丽羊齿类的间小羽片在斯蒂番期的早、中期,先从蕨叶顶端,二末次羽片之间的羽轴上开始出现,随着时代的推移,逐步遍及于后端的羽轴之上。那末间小羽片十分明显的标本,意味着其产出的地层时代为斯蒂番期。但是如果采取过分绝对化的态度,就会导致重大的地层错误。其实,间小羽片和间羽片都是同源的构造,它们的出现是蕨叶合轴二歧式分叉的结果,“本来”就存在于整个蕨叶之上。显然,“间小羽片存在”的论点,只能在“统计”的基础上来加以应用的。

事实证明,斯蒂番期植物由于减退作用而缩小其蕨叶。所以在斯蒂番期地层中发现具间小羽片的标本的机会必然比在威斯发期要多。然而,应当指出的是,威斯发晚期的前丽羊齿亚属侧枝的顶端附近也具有间小羽片;斯蒂番期的真丽羊齿亚属反而可能缺少间小羽片。所有这些现象只能用蕨叶结构的发展来解释。

综上所述,清楚地说明二点,即对蕨叶结构型式的研究是正确认识石炭-二叠纪蕨型植物不同谱系的基本准则,而对蕨叶结构的认识也有助于依据蕨叶的羽裂程度,推论当时该地区的气候条件。

(张善楨译)

References

- Alpern, B., Choffe, M., Lachkar, G., & Liabeuf, J. J., 1969: Synthèse des zonations palynologiques des bassins houillers de Lorraine et de Sarre.-*Rev. Micropal.*, Paris, 11(4), p. 217—221.
- Amerom, H. W. J. van 1975: Die eusphenopteridischen Pteridophyllen.-*Meded. Rijks Geol. Dienst, Heerlen*, ser. C-III-1, (7), p. 1—208, pl. 1—XLVIII.
- Andrä, C. J. 1865—1869: Vorweltliche Pflanzen aus dem Steinkohlengebirge der preussischen Rheinlande und Westphalens. *A. Henry édit.*, Bonn, I. Heft, p. I—V, 1—18, pl. 1—V (1865); II. Heft, p. 19—34, pl. VI—X (1866); III. Heft, p. 35—50, pl. XI—XV.
- Asama, K., 1960: Evolution of the leaf forms through the ages explained by the successive retardation and neoteny.-*Sc. Rep. Tohoku Univ., Sendai 2e ser. (Geol.) spec. vol.*, (4), p. 252—280, pl. 26—29.

- Bertrand, P., 1908: Note sur la flore des veines de Liévin.-*Ann. Soc. géol. Nord. Lille*, t. XXXVII, p. 296—302.
- , 1930: Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile, 1 fasc., *Neuroptéridées. Etudes Gites min. France*, Lille, p. 1—58, pl. 1—XXX.
- , 1932: Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I. Flore fossile, 2 fasc., *Aléthroptéridées. ibid.*, p. 61—107, pl. XXXI—LX.
- Bouroz, A., 1940: Faciès et massifs de végétation dans la formation houillère du Nord de la France.-Thèse Sciences, Univ. Lille, p. 1—238, pl. 1—LXXXI.
- , 1967: Corrélations des tonsteins d'origine volcanique entre les bassins houillers de Sarre-Lorraine et du Nord-Pas-de-Calais.-C. R. Ac. Sc. Paris, 264, p. 2729—2732, pl. 1—IV.
- Brongniart, A., 1828: Prodrome d'une histoire des végétaux fossiles. *F. G. Levrault édit.*, Paris, p. 1—223.
- , 1828—1837: Histoire des végétaux fossiles. *Dufour et D'Ocagne édit.*, *Crochard édit.*, Paris, I, p. 1—488, pl. 1—166; II, p. 1—72, pl. 1—30.
- Bower, F. O., 1885: On the comparative morphology of the leaf in the vascular Cryptogams and Gymnosperms.-*Phil. Trans. Roy. Soc., London*, 175 (ann. 1884), (II), p. 565—615, pl. 37—40.
- Bower, F. O., 1889: On the pitcher of *Nepenthes*: A study in the morphology of the leaf.-*Ann. of Bot., Oxford*, 3(9), p. 239—252, pl. XVI.
- Bower, F. O., 1923: The Ferns.-*Cambridge Botanical Handbooks*, 1, p. 1—359.
- Buisine, M., 1961: Les Aléthroptéridées du Nord de la France. *Et. géol. Atl. Top. sout.*, HBNPC. Douai, I. Flore fossile, 4 fasc., texte, p. 1—317, atlas, pl. 1—LXXIV.
- Chadefaud, M. & Emberger, L., 1960: Traité de botanique. Les végétaux vasculaires. *Masson et Cie édit.*, Paris, 2(1), p. 1—756.
- Corsin, P., 1951: Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. I.-Flore fossile, 4 fasc., *Pécoptéridées. Etudes Gites min. France*, Lille, p. 177—370, pl. CVIII—CXCIX.
- , & Corsin, P., 1971: Zonation biostratigraphique du Houiller des bassins du Nord-Pas-de-Calais et de Lorraine.-C. R. Ac. Sc. Paris, 273, sér. D, p. 783—788.
- Crookall, R., 1929: Coal measure plants. London, p. 1—80, pl. 1—XXXIX.
- Crookall, R., 1976: Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain (Second section).-*Mem. Geol. Surv. Great Britain*, London, *Palaeont.*, 9(7), p. XXXVII—XLI, 841—1004, pl. CLX—CLXXIII.
- DalINVAL, A., 1960: Les *Pecopteris* du bassin houiller du Nord de la France.-*Et. géol. Atl. Top. sout.*, HBNPC, Douai, I. Flore fossile, 3 fasc., p. 1—222, pl. 1—LXI.
- Doubinger, J., 1956: Contribution à l'étude des flores autunostéphanienues.-*Mém. Soc. géol. France*, Paris, N. S., (75), p. 1—180, pl. 1—XVII.
- Doubinger, J. & Germer, R., 1971: Die Gattung *Odontopteris* im Saarkarbon.-*Palaeontographica*, Stuttgart, Abt. B. 136(5—6), p. 129—147, pl. 45—47.
- , 1972: Die Gattung *Callipteridium* im Saarkarbon.-*Geologica et Palaeont.*, Marburg, (6), p. 93—109, pl. 1—3.
- , & Heyler, D., 1976: Nouveaux fossiles dans le Permien français.-*Bull. Soc. géol. France*, 7 sér., 17(6), p. 1176—1180, 1 pl.
- Gothan, W., 1913: Die oberschlesische Steinkohlenflora I. Teil.-*Abh. k. preuss. geol. Landesanst.*, Berlin, N. F., Heft 75, texte, p. 1—279, atlas, pl. 1—53.
- , 1941: Die Steinkohlenflora der westlichen paralischen Steinkohlenreviere Deutschlands (4. Lieferung).-*Abh. d. Reichsst. f. Bodenforsch.*, Berlin, N. F., Heft 196, p. 1—54, pl. 49—71.
- Grand'Eury, C., 1877: Flore carbonifère du département de la Loire et du Centre de la France.-*Mém. Ac. Sc. Paris*, t. XXIV, texte (2 vol.), p. 1—624, atlas, pl. 1—XXXIV, tabl. A—D.
- Guthörl, P., 1952: Die Leit-Fossilien und Stratigraphie des saar-lothringischen Karbons.-C. R. 3 Congr. Strat. et Géol. Carb., Heerlen, 1, p. 233—242, pl. 11—13.
- , 1957: Querschnitt durch das saarlothringische Karbon.-*Palaeontographica*, Stuttgart, Abt. B. 102(1—3), p. 1—70, pl. A—E, 1—16.
- Jongmans, W. J., 1953: Palaeontological notes on the coalfields of the Province of Gelderland in the eastern Netherlands.-*Meded. v. de Geol. Sticht.*, Heerlen, ser. C-III-1-n 2, p. 1—25, pl. 1—9.
- , 1955: Notes paléobotaniques sur les bassins houillers de l'Anatolie. *Ibid.*, N. S., n 9, p. 55—89.
- Jongmans, W. J. & Dijkstra, S. J., 1960: Fossilium Catalogus, II: Plantae. *W. Jongmans ed.*, Gravenhage, pars 44, n 17, p. 1453—1596.
- , 1962: Fossilium Catalogus, II: Plantae, S. *J. Dijkstra ed.*, Gravenhage, pars 50, n 23, p. 2083—2160.
- Kidston, R., 1925: Fossil plants of the Carboniferous rocks of Great Britain.-*Mem. Geol. Surv. Great Britain*, London, *Palaeont.*, 2(6), p. 1—XII, 523—681, pl. CXXIII—CLIII.
- Knight, J. A., 1975: The systematics and stratigraphic aspects of the Stephanian flora of the Sabero coalfield, Léon (NW. Spain).-Ph. D Thesis, Sheffield, texte, pt I, p. 1—197, pt II, p. 1—676, atlas, pl. 1—52, in édit.
- Lacey, W. S., 1952: Additions to the Millstone Grit flora of Lancashire.-C. R. 3 Congr. Strat. et Géol. Carb., Heerlen, t. II, p. 379—383.
- Langford, G., 1958: The Wilmington coal flora from a pennsylvanian deposit in Will County, Illinois. *Esconci Associates édit.*, Downers Grove, p. 1—360, figs. 1—674.
- Laveine, J. P., 1958: Les Neuroptéridées du Nord de la France.-*Et. géol. Atl. Top. sout.*, HBNPC. Douai, I. Flore fossile, 5 fasc., texte, p. 1—344, pl. A—P,

- atlas, pl. I—LXXXIV.
- Laveine, J. P., 1974: Précisions sur la répartition stratigraphique des principales espèces végétales du Carbonifère supérieur de Lorraine.-C. R. Ac. Sc. Paris, 278, p. 851—854.
- , Coquel, R. & Loboziak, S., 1976: Considérations générales sur la phylogénie des Calliptéridiacées.-Act. 101 Congr. nat. Soc. sav., Lille, fasc. 1, p. 93—104.
- Lindley, J. & Hutton, W., 1831—1837: The fossil flora of Great Britain. *J. Ridgway édit.*, London, vol. I, p. 1—48, pl. 1—14(1831); p. 49—166, pl. 15—59 (1832); p. 167—224, pl. 60—79(1833); vol. II, p. 1—56, pl. 80—99(1833); p. 57—156, pl. 100—137 (1834); p. 157—208, pl. 138—156(1835); vol. III, p. 1—72, pl. 157—176(1835); p. 73—122, pl. 177—194(1836); p. 123—208, pl. 195—230(1837).
- Loboziak, S., 1971: Les micro-et mégaspores de la partie occidentale du bassin houiller du Nord de la France.-*Palaeontographica*, Stuttgart, Abt. B, 132(1—4), p. 1—127, pl. 1—13.
- Mathieu, G., 1930: La flore stéphanienne du bassin houiller de Langeac (Haute-Loire).-*Ann. Soc. géol. Nord, Lille*, 55, p. 75—85, pl. VI.
- Mathieu, G., 1949: Révision de la flore carbonifère de la Lorraine Notions sur l'altitude des bassins houillers du Stéphanien entre Sarre et Mésogée.-*Bull. Ass. Ing. Géol. Univ., Nancy*, 2(1), p. 27—58.
- Merry, J. L., 1967: Découverte de nouveaux Tonstein dans le Westphalien de Lorraine.-C. R. Ac. Sc. Paris, 264, p. 2440—2442, 1 pl.
- Meyen, S. V., 1973: Plant morphology in its nomothetical aspects.-*Bot. Rev., Lancaster, U. S. A.*, 39(3), p. 203—260.
- Potonié, H., 1903—1913: Abbildungen und Beschreibungen fossiler Pflanzen-Reste der palaeozoischen und mesozoischen Formationen. *K. preuss. Geol. Landesanst. Bergakad.*, Berlin, Lief. I, n 1—20(1903); Lief. II, n 21—40(1904); Lief. III, n 41—60(1905); Lief. IV, n 61—80(1906); Lief. V, n 81—100(1907); Lief. VI, n 101—120(1909); Lief. VII, n 121—140 (1910); Lief. VIII, n 141—160(1911); Lief. IX, n 161—180(1913).
- Pruvost, P., 1934: Bassin houiller de la Sarre et de la Lorraine. III. Description géologique.-*Etudes Gites min. France*, Lille, p. 1—175, pl. I—III.
- Purkynova, E., 1970: Die Unternamurflora des Beckens von Horni Slezske (CSSR).-*Paläontol. Abhandl.*, Berlin, Abt. B. *Paläobotanik*, 3(2), p. 129—269, pl. I—LI.
- Renault, B. & Zeiller, R., 1888: Etudes sur le terrain houiller de Commentry. Livre deuxième, 2 partie-Flore fossile.-*Bull. Soc. Industr. min., Saint-Etienne*, texte (2 vol.), p. 1—746, atlas, pl. I—LXXXV.
- Sachs, J., 1874: *Lehrbuch der Paläobotanik*. 4. Aufl., Leipzig, p. 1—928.
- Schlotheim, E. F., von 1804: Beschreibung merkwürdiger Kräuter-Abdrücke und Pflanzen Versteinerungen, Ein Beitrag zur Flora der Vorwelt, Gotha, Abt. 1. p. 1—68, pl. I—XIV.
- Simson-Scharold, E., 1934: Zur Kenntniss der Carbonflora des Saargebietes.-*Palaeontographica*, Stuttgart, Abt. B, 79(1—3), p. 1—66, pl. I—VII.
- Stopa, S. Z., 1957: Les feuilles de fougères (Pteridophylla) du Namurien supérieur et du Westphalien le plus bas dans le bassin houiller de la Haute Silésie.-*Inst. Geol., Warszawa, Prace*, 13, p. 1—208, pl. I—XXXVII.
- Teixeira, C., 1951: Plantas fósseis do Permo-Carbonico portugues.-*Com. Serv. Geol. de Portugal, Lisboa*, 32, p. 1—17, pl. I—XXII.
- Troll, W., 1967: Vergleichende Morphologie der höheren Pflanzen.-*Gebrüder Borntraeger edit.*, Berlin, 1(1), p. 1—956, (2), p. 957—2006, (3), p. 2007—2736.
- Vetter, P., 1968: Géologie et paléontologie des bassins houillers de Decazeville, de Figeac et du Déroit de Rodez. *Houill. Bassin Aquitaine édit.*, Albi, t. I, description géologique, p. 1—442, pl. A—C; t. II, étude paléontologique, p. 1—194, pl. I—XLIX, pl. H.—T. 1 à VIII.
- Wagner, R. H., 1958: *Anastomopteris*, a new plant fossil genus from the Carboniferous of Anatolia.-*Bull. Min. Res. Expl. Inst. Turkey. Ankara*, (51), p. 32—34, pl. I.
- Wagner, R. H., 1962: A brief review of the stratigraphy and floral succession of the Carboniferous in NW. Spain.-C. R. 4 Congr. Strat. Geol. Carb., Heerlen, t. III, p. 753—762, pl. 29—33.
- Wagner, R. H., 1963: Sur les *Callipteridium* du Westphalien supérieur et du Stéphanien.-C. R. Ac. Sc. Paris, 257, p. 719—721.
- Wagner, R. H., 1965: Stéphanien B flora from the Cinera-Matallana coalfield (Leon) and neighbouring outliers. III. *Callipteridium* and *Alethopteris*.-*Notas y Comun. Inst. Geol. Min. Espana, Madrid*, (78), p. 1—69, pl. 20—27.
- Wagner, R. H., 1966: Palaeobotanical dating of upper carboniferous folding phases in NW. Spain.-*Mem. Inst. Geol. Min. Espana, Madrid*, 66, p. 1—169, pl. 1—77.
- Weiss, C. E., 1870: Studien über Odontopteriden.-*Zeitschr. geol. Ges., Bonn*, 22, p. 853—888, pl. 20—21a.
- Zeiller, R., 1897: Observations sur quelques fougères des dépôts houillers d'Asie mineure.-*Bull. Soc. bot. France, Paris*, t. XLIV, p. 195—218, pl. VI.
- Zeiller, R., 1899: Etude sur la flore fossile du bassin houiller d'Héraclée (Asie mineure).-*Mém. Soc. géol. France, Paris, Paléont.*, t. VIII, fasc. IV, (21), p. 1—91, pl. I—VI.
- Zeiller, R., 1906: Bassin houiller et permien de Blanzay et du Creusot. Fasc. II. Flore fossile.-*Etudes Gites min. France, Paris*, texte, p. 1—265, atlas, pl. I—LI.

[1986年5月收到]