

Grondboor & Hamer

Tweemaandelijks tijdschrift van de Nederlandse Geologische Vereniging
Jaargang 55 (2001) nummer 3

Inhoud van dit nummer:

- 1 Hans Steur: De Perm-flora van Lodève.

- 15 Wim en Gambit van der Bruggen: Verzamelbeperkingen leidden tot de vondst van 'nieuwe' silurische agnaten en ander belangrijk materiaal.

- 20 Frederik van Veen: Staring en zijn Delftse geologiecolleges in 1863.

De Perm-flora van Lodève

Hans Steur

*H. Steur, Laan van Avegoor 15, 6955 BD Ellecom
steurh@xs4all.nl, www.xs4all.nl/~steurh*

Al heel wat keren hebben mijn vrouw en ik de oude dakleingroeve Les Tuilières (afb. 1 en 2) bij Lodève in Zuid-Frankrijk bezocht om Permplanten te verzamelen. Telkens weer vonden we een aantal interessante stukken, zodat ik nu een flink aantal kratten vol heb.

Les Tuilières is in paleobotanische kringen een wereldberoemde groeve vanwege de mooie stukken die er in de 18de en de eerste helft van de 19de eeuw zijn gevonden. Nadat de exploitatie gestopt was, is de fossielenopbrengst snel teruggelopen.

Maar de rijkdom aan fossielen, zelfs in de 'bloeitijd' van de groeve, is aanmerkelijk minder dan die van boveencarbonische vindplaatsen, zoals het nabijgelegen kolenbekken van Graissessac.

Hoe komt dat toch?

In dit artikel wordt een tipje van de sluier opgelicht en bovendien worden de soorten beschreven die wij in de loop der jaren in Lodève tegengekomen zijn.

Veranderingen op Aarde

In de loop van het Perm dreven vrijwel alle continenten naar elkaar toe om tenslotte één supercontinent te vormen: Pangea. Deze enorme landmassa schoof tijdens het Perm langzaam naar het noorden. Die beweging was al eerder op gang gekomen, maar toen was de ligging van de schollen nog zodanig dat de equatoriale zeestromingen min of meer ongehinderd konden doorgaan via de Tethys, een uitbocht van de oceaan Panthalassa. Toen deze doorgang afgesloten raakte, ontstond er een geheel nieuwe situatie. De zeestromingen gingen toen richting Noordpool en Zuidpool lopen. De Noordpool lag in het Perm in zee en doordat zeestromingen het water in het noorden flink opwarmde, ontstond daar geen ijskap. De Zuidpool lag echter wel boven land (Antarctica) en daar ontstond een ijskap die zich tijdens

het Onder- en Midden-Perm sterk uitgebreidde over het zuidelijk half-rond.

Een belangrijke oorzaak van klimaatverandering in het Perm was gelegen in het feit dat de matigende invloed van de zee in grote delen van de wereld werd teruggedrongen. Het supercontinent Pangea had een enorm binnenland en een relatief korte kustlijn. Daardoor kreeg het grootste deel van de wereld te maken met een extreem landklimaat met zeer hete zomers, zeer koude winters en grote droogte.

Tijdens het Laat-Carboon bevond West-Europa zich rond de evenaar en was het klimaat aanvankelijk nog warm en vochtig. In Noordwest-Europa was de veenvorming na het einde van het Westfalien D grotendeels opgehouden, doordat de uitgestrekte kustmoerassen na de Variscische plooiing niet meer bestonden: het vroegere laagland was opgeheven. Alleen in de zogenaamde intramontane bekken, zoals het Saar-Nahe-bekken en een aantal bekken in Centraal- en Zuid-Frankrijk, werden nog flinke veenpakketten gevormd, die later in kool omgezet werden.

Ook in het allervroegste Perm is er op enkele plaatsen in Europa nog kolenvorming in moerasgebieden geweest, onder meer bij Manebach in Thüringen en Autun in Frankrijk. Naar deze laatste stad is het onderste deel van het Perm Autunien genoemd.

Tijdens het laatste deel van het Autunien veranderden de omstandigheden definitief en begon een tijd, waarin het leven voor de planten (en de dieren) hard en gevaarlijk was. De rode kleur van de afzettingen uit die tijd wijst op een heet en droog klimaat.

Veranderingen in de flora

Tijdens het Westfalien D veranderde de samenstelling van de flora. Het meest opvallend was de dramatische teruggang van de boomvormige wolfsklauwen (*Lepidodendron*, *Sigillaria*, e.a.). Waarschijnlijk had dat te maken met het verdwijnen van de uitgestrekte moerassen. Slechts enkele boomvormige wolfsklauwen die beter aangepast waren aan drogere omstandigheden, bleven tot in het Perm bestaan.



Afb. 1: De oude dakleiangroeve 'Carrière des Tuilières' bij Lodève.



Afb. 2: Het naambord van de groeve.

Perm	Zechstein	Thüringen	
	Rotliegendes	Saxonien	
		Autunien	Lodève
			Manebach
Boven-Carboon	Stephanien		Graissessac
	Westfalien	D	Piesberg Ibbenbüren Zuid-Limburg, België
		C	
		B	
A			
	Namurien		België

Verder is de toename van de voordien reeds aanwezige boomvarens opvallend. De zeer grootbladige zaadvarenbomen waren op hun retour, terwijl meer kleinbladige, soms liaan-achtige, zaadvarens relatief vaker voorkwamen in het Stephanien.

Een nieuwe groep zaadvarens is die van de peltaspermen waarvan het genus *Autunia* (voorheen *Callipteris*) het bekendste is.

De meest succesvolle groep was die van de coniferen (bijvoorbeeld *Walchia*), die de wouden gingen domineren. Fossielen van deze groep zijn in Permafzettingen het meest frequent aanwezig.

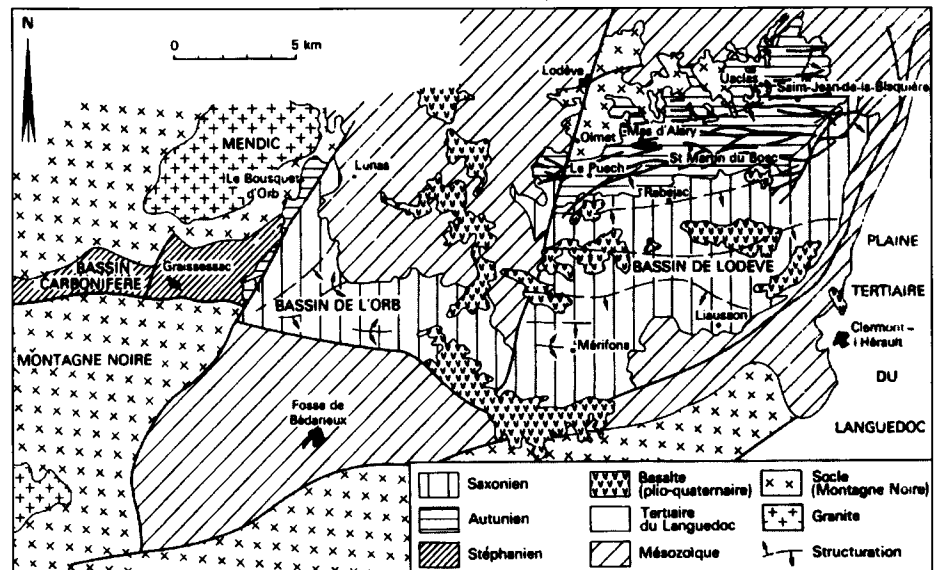
Er worden wel twee groepen fossiele flora's onderscheiden:

- I. flora's die moerasvegetaties representeren.
- II. flora's die vegetaties representeren buiten het eigenlijke sedimentatiebekken.

Bij de tweede groep kan gedacht worden aan plantenresten die via een rivier in een meer of een delta werden afgezet.



Afb. 3: Samenspoeling van planten: grote tak van *Walchia piniformis*, diagonaal daar overheen *Trichopitys heteromorpha*. H = 42cm



Afb. 4: Geologische kaart van het Bassin van Lodève. Naar Saint-Martin et al. (1989).

De bekende flora's van het Boven-Carboon behoren bijna allemaal tot de eerste groep; die van het Perm voornamelijk tot de tweede. De fossilisatiemogelijkheden waren in de eerste groep veel beter dan in de tweede,

zoals de prachtige en rijkelijk aanwezige steenkolenfossielen wel aantonen. Bij de tweede groep legden de plantenresten vaak een lange weg af in het water alvorens ingebed te worden in het sediment. Daardoor zijn ze vaak sterk fragmentarisch.

Het sediment waarin de flora van Lodève voorkomt, is een meerafzetting. Van de via het water getransporteerde plantendelen zijn vooral de wat steviger resten, zoals de coniferen, goed vertegenwoordigd. Varens zijn zeer zeldzaam: deze waren kennelijk niet zo goed tegen het transport bestand. Kleine coniferentakjes kunnen ook tijdens stormen het meer ingewaaid zijn.

De Carboonflora's groeiden in het algemeen in een zeer vochtig milieu. De door coniferen gedomineerde Permflora's vertegenwoordigen een heel ander milieu. Doordat de biotopen en afzettingsomstandigheden zo verschillend waren, is het moeilijk een goed overzicht te krijgen van de ontwikkeling van de plantwereld in het jongste Carboon en het Perm. In het algemeen kan gezegd worden dat het aantal vochtminnende vegetaties in de loop der tijd sterk afnam en dat aan drogere omstandigheden aangepaste vegetaties in de loop van het Perm steeds meer op de voorgrond traden.

De vindplaats

Richter (1979) beschreef de groeve in zijn boek 'Südfrankreich und seine Fossilien' en zo hebben we de plek gevonden. Neem vanuit Lodève (in oostelijke richting) de D153E richting Soumont en houd daarbij 'La Vierge' aan: het grote beeld op de berg. Bij een splitsing links aanhouden. Na ongeveer 3,5 km vanaf de N9, als je op het hoogste punt bent, zie je aan de rechterkant de groeve. Er liggen grote bergen beige gekleurde plaatjes, die je naar hartelust kunt splijten. Verwacht echter geen snelle successen. De fossielen zijn tamelijk zeldzaam, maar met wat volharding zijn hier toch leuke vondsten te doen. De laatste keer dat we er waren, vonden we rechts van het pad dat langs de groeve loopt, flinke platen, die aardige fossielen opleverden. We hebben ook een keer het geluk gehad dat een deel van de afvalhopen was verplaatst om de aangrenzende wijngaard te vergroten. In de 'verse'

platen die daardoor aan de oppervlakte waren gekomen, sloegen we een goede slag.

De beste vondst deed onze zoon toen we er voor de eerste keer waren en er nog grote platen lagen. Hij vond een stuk van meer dan een halve meter vol met verschillende planten (afb. 3). Het hangt op een ereplaats. Maar nu moet je tevreden zijn met veel kleinere stukken.

Naar schatting maken coniferentakjes zo'n 95 % van het aantal fossielen uit. Varenachtige fossielen zijn zeldzaam en meestal klein. Ook cordaïeten zijn zeldzaam. Verder kom je vrij veel kegels, zaden en schubben van bloeiwijzen tegen.

En een heel enkele keer vind je een voetafdruk van een klein reptiel of amfibie.

Zoals gezegd, is de flora van Lodève beroemd door de prachtige stukken die (vooral) in de 19de eeuw zijn verzameld. Verschillende paleobotanici hebben deze flora bestudeerd, onder wie Brongniart (1828-1836), Zeiller (1898), Doubinger (1956) en Florin (1939-1945).

De geologie van het bekken van Lodève

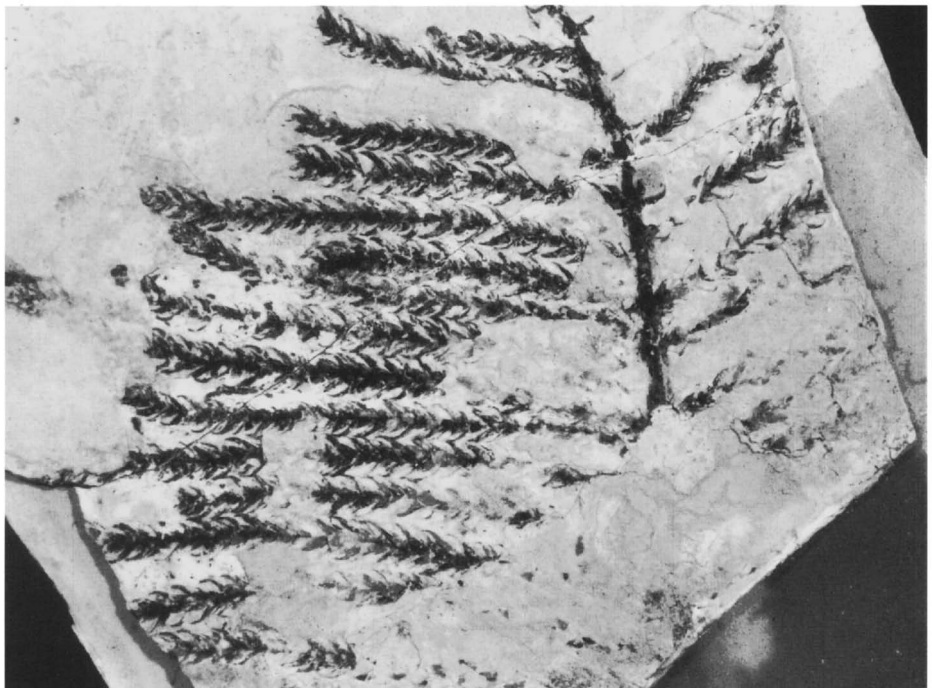
Het gebied dat begrensd wordt door de Montagne Noire, de Causses en de vlakte van de Languedoc wordt wel het Bekken van Lodève genoemd (afb. 4). Het sluit aan op het bekken van Graissessac, waar kolenlagen uit het Stephanien ontsloten zijn en in dagbouw geëxploiteerd worden.

Over de plaatsing van de geologische lagen in het Bekken van Lodève lopen de meningen van de verschillende auteurs uiteen. Maar het 'Autunien gris', waartoe het gesteente van de groeve Les Tuilières behoort, wordt algemeen in het Boven-Autunien geplaatst. De ouderdom komt daarmee op ongeveer 280 miljoen jaar. Het landschap was in die tijd bergachtig en doorsneden met rivierdalen. De plantenresten die aangevoerd werden door de rivieren, werden afgezet in rustig water in meren.

Boven het 'Autunien gris' volgt de afzetting 'Autunien alternant rouge et gris'. De rode kleur, die duidt op een heet, droog klimaat, domineert in deze lagen. In dit gesteente werden de nu gesloten uraniummijnen in Mas d'Alary en Rabejac geëxploiteerd. Er komen mooie pootafdrukken van vele soorten reptielen en amfibieën in voor. Bij het gehucht La Lieude is een met voetsporen bedekte versteende



Afb. 5: De conifeer *Walchia piniformis*. B = 10 cm



Afb. 6: De conifeer *Otvicia hypnoides*. B = 9 cm

moddervlakte door middel van een overkapping tot een indrukwekkend natuurmonument gemaakt. Wij hebben jaren geleden aardige stukken met voetsporen gevonden bij Mas d'Alary, maar de mogelijkheden zijn nu zeer beperkt. Er komen ook plantenresten voor, maar die zijn veel slechter geconserveerd dan die van Lodève.

Boven het 'Autunien gris alternant' zit het 'Autunien rouge' dat, zoals de naam zegt, geheel rood is. Deze afzetting bevat heel weinig fossielen.

De planten van Lodève

Hieronder volgt een bespreking van de verschillende plantenfossielen die

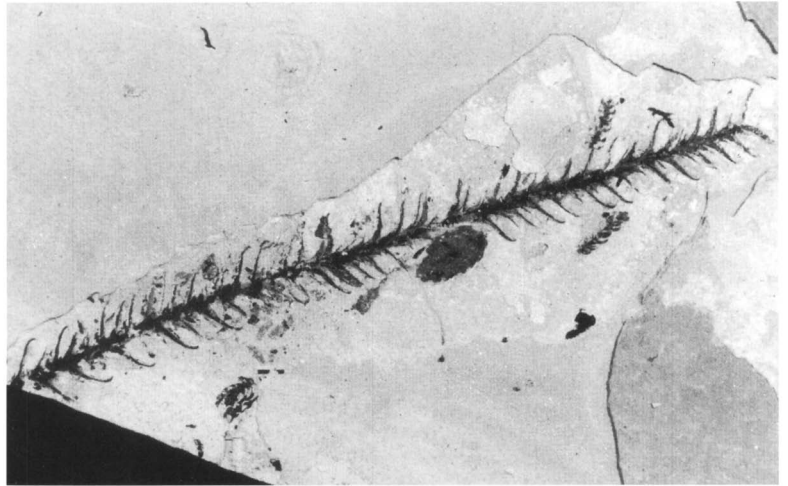
we in de Carrière des Tuilières in de loop der jaren gevonden hebben. Natuurlijk zijn er veel meer planten gevonden. In de afgelopen twee eeuwen zijn vele grote, mooie stukken te voorschijn gekomen die goed op naam konden worden gebracht. Bij de veel kleinere stukken die wij gevonden hebben, is het vaak niet mogelijk met zekerheid op soort te determineren en moet je al tevreden zijn als het genus vastgesteld kan worden.

De coniferen

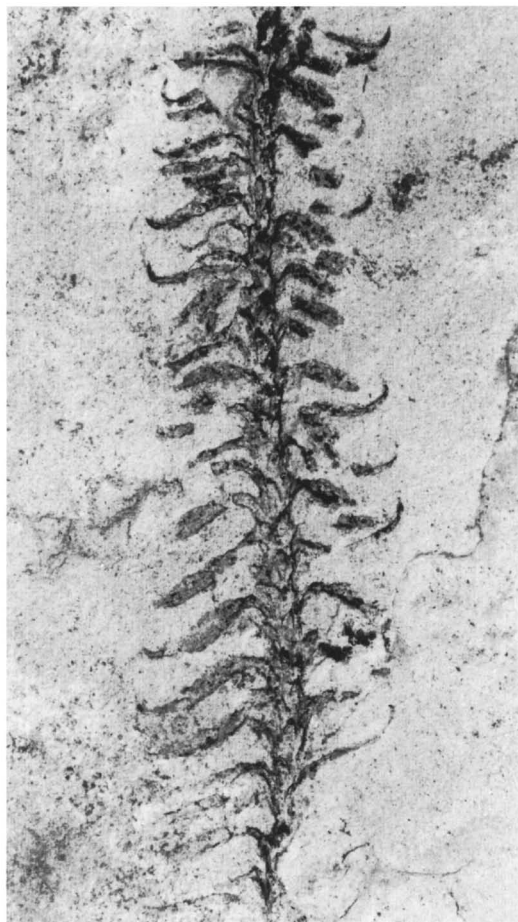
De coniferentwijgjes van het Onder-Perm lijken meestal op takken van de kamerden (*Araucaria heterophylla*),



Afb. 7: De conifeer *Culmitzschia speciosa*. Lange tak: 11,5 cm.



Afb. 8: De conifeer *Culmitzschia goeppertiana*. Lengte tak 10,5 cm.



Afb. 9: De conifeer *Ernestiodendron filiciforme*. Lengte tak 4,5 cm.

maar ze zijn daar niet rechtstreeks mee verwant. Ze hebben stijve, naaldvormige tot langgerekt driehoekige, langs de stengel aflopende blaadjes, die vaak S-vormig gebogen zijn. De assen van de voorlaatste orde zijn min of meer veervormig vertakt: ze hebben aan weerszijden evenwijdig lopende zijtakjes die in één vlak liggen.

Sternberg beschreef in 1825 het genus *Walchia* waartoe hij al dit soort fossielen rekende. Veel soorten hebben inmiddels een andere naam gekregen. Florin heeft tussen 1938 en 1945 een monumentale, achtdelige monografie het licht doen zien waarin deze coniferen zeer uitgebreid behandeld worden. Zo zijn van veel planten ook de cuticula's afgebeeld. Florin gebruikte de naam *Walchia* voor een vormgenus dat de soorten omvatte, waarvan de cuticula en/of de fructificaties onbekend waren. De soorten waarvan de cuticula en soms ook de fructificaties wel bekend waren bracht hij onder in het nieuwe geslacht *Lebachia*.

Later bleek de naam *Lebachia* niet aan de regels te voldoen, waardoor deze weer verdween (Clement-Westerhof, 1984).

Visscher, Kerp en Clement-Westerhof (1986) onderscheiden de volgende genera:

Walchia voor de soorten waarvan cuticula en fructificaties goed bekend zijn en die op grond hiervan in een natuurlijk genus ondergebracht kunnen worden.

Culmitzschia voor de soorten waarvan wel de cuticula bekend is maar de fructificatie niet.

Hermitia voor de soorten waarvan

noch de cuticula noch de fructificatie bekend is.

Ernestiodendron met één soort, *E. filiciforme*, waarbij de blaadjes loodrecht op de as staan.

Enkele soorten, die teveel verschilden van *Walchia*, zijn uit dit geslacht gehaald en in nog een ander genus ondergebracht.

Al met al een gecompliceerde situatie. Het onderscheiden van de soorten en genera op grond van de steriele takjes

is daardoor erg moeilijk en soms onmogelijk. In veel gevallen is een juiste determinatie alleen maar mogelijk aan de hand van een cuticula-preparaat. De kreet 'Ik heb een *Walchia* gevonden!' is dan ook zo gek nog niet.

De determinaties van de *Walchia*-achtigen op de foto's zijn een zo goed mogelijke benadering van de verschillende plantentypen.

Walchia piniformis (afb. 5)

De takjes van de laatste orde hebben zwak concave tot S-vormige blaadjes, die 5 tot 8 mm lang en 1 mm breed zijn en waarvan de top ongeveer evenwijdig loopt aan de as. Dit is de meest voorkomende soort. Hij treedt hier en daar al op in het Stephanien.

Otovicia (Walchia) hypnoides (afb. 6 en 12)

De plant heeft korte, stijve, elkaar overlappende blaadjes met een lengte van 2 tot 8 mm. Door de korte blaadjes zijn de takjes van de laatste orde, inclusief de blaadjes, relatief dun.

Culmitzschia speciosa (afb. 7)

Krachtige plant met relatief dikke assen van de voorlaatste orde. De takken van de laatste orde zijn veel dunner: met de blaadjes meegerkend zijn ze tot 14 mm in doorsnede. De blaadjes zijn S-vormig, ze lopen breed af aan de as, ze staan onder een vrij grote hoek met de as en ze zijn tot 12 mm lang.

Culmitzschia goeppertiana (afb. 8)

Lijkt op *C. speciosa* maar is kleiner. Twijgen van de laatste orde zijn inclusief de blaadjes tot 10 mm in doorsnede.

Ernestiodendron filiciforme (afb. 9)

De blaadjes van deze plant staat loodrecht op de as en zijn sterk gekromd, waardoor de spits evenwijdig loopt aan de as.

Doubinger (1956) noemt nog een hele reeks andere soorten die in Lodève gevonden zijn. Vertaald naar de nieuwe namen zijn dit: *C. intermedia*, *C. laxifolia*, *C. parviflora*, *H. gallica*, *H. schlotheimii* en *H. anhardtii*.

Deze soorten zijn echter in het voorliggende materiaal niet met zekerheid vast te stellen. Wie pogingen wil doen om coniferentakjes verder op soort te determineren, kan zijn voordeel doen met het overzicht op blz. 102 van Haubold (1983).



Afb. 10: *Walchianthus cylindraceus*. Mannelijke coniferenkegel. Lengte 8 cm.

Walchianthus cylindraceus (afb. 10)
Dit is een mannelijke kegel. Hij is ongeveer 8 cm lang en 2 cm breed.

Walchianthus sp. (afb. 11, 12, 16)

Hieronder vallen de vrij algemeen voorkomende kleinere mannelijke kegels met ovale vorm. Soms hangen deze kegels nog aan een bebladerd takje.

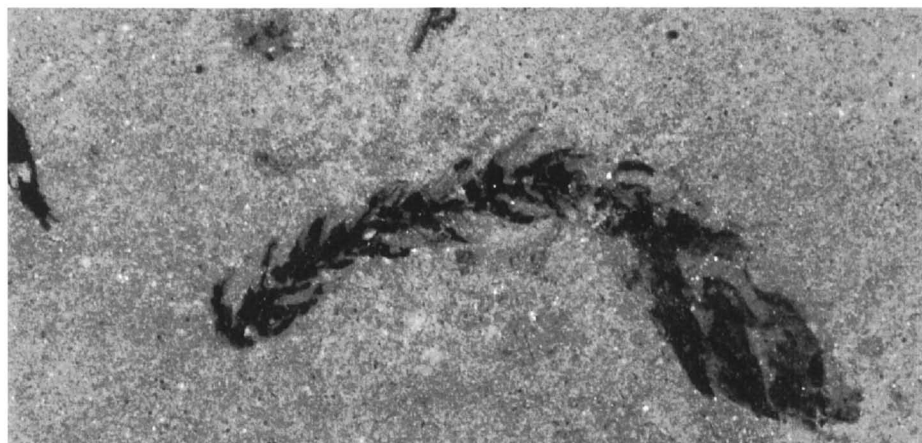
In een aantal gevallen is bekend bij welke coniferensoort de kegel hoort. In dit geval krijgt het fossiel de naam van deze natuurlijke soort. Zie bijvoorbeeld de afbeeldingen 11 en 12.

Walchiostrobus sp. (afb. 13, 14, 15)

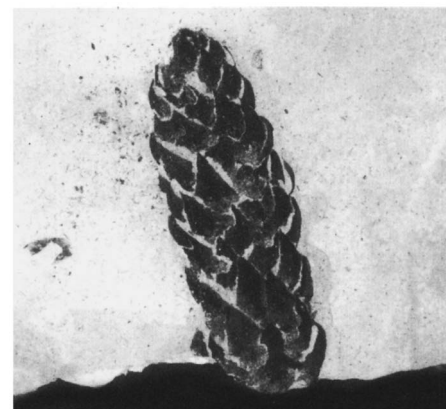
Hieronder vallen de vrouwelijke kegels van de *Walchia*-achtige coniferen. Deze kegels zijn opgebouwd uit een of meer 'dwarfshoots' (dwergscheuten) die elk een vruchtblad met een ovulum (zaad of a.s. zaad) dragen. De 'dwarfshoots', die een afmeting van ongeveer 1 cm hebben, worden nogal eens los gevonden. Complete kegels zitten met een steeltje aan een as en staan min of meer rechtop.

Zaad van een conifeer (afb. 17)

Een hartvormig zaad met twee uitstekende punten aan de top en smalle vleugels.



Afb. 11. Mannelijke kegel van *Otovicia hypnoides*. Lengte takje met kegel 2,2 cm.



Afb. 12. Mannelijke kegel van *Otovicia hypnoides*. Lengte kegel 2,2 cm.

Gomphostrobus bifidus (afb. 18 en 19)
Dit zijn gevorkte, schubvormige blaadjes. Ze worden meestal los gevonden. Ze kwamen aan de coniferenplant op drie manieren voor:

1. als schubben in de vrouwelijke kegel;
2. als normale bebladering aan stammen en takken van de voorlaatste orde;
3. als afwijkende bebladering.

Gomphostrobus bifidus heeft een verbrede basis en een gespleten top. Een enkele keer worden ze nog aangehecht gevonden (afb. 20).

Dicranophyllum sp.

Dit is een coniferengenus met een- of tweemaal gevorkte naalden. Wij vonden geen fossielen van deze zeldzame groep.

De zaadvarens

Callipteriden

Vanaf het bovenste Carboon komen callipteriden (peltaspermen) voor. Dat zijn zaadvarens met zeer karakteristieke bladeren en fructificaties die min of meer parapluvormig zijn, met aan de onderzijde zaden. Zo'n fructificatie wordt *Peltaspermum* genoemd. De bladeren zijn tot bijna een meter lang en veervormig. Ze hebben typische, zogenaamde tussenblaadjes, die direct aan de bladsteel zijn gehecht. Deze callipteriden zijn in het Perm relatief wijdverbreid. Vormen met min of meer driehoekige sporofyllen worden tot het genus *Autunia* gerekend. Enkele bladvormen waarvan de fructificaties nog niet bekend zijn, zijn: *Rhachiphyllum*, *Lodevia* en *Gracilopteris*.

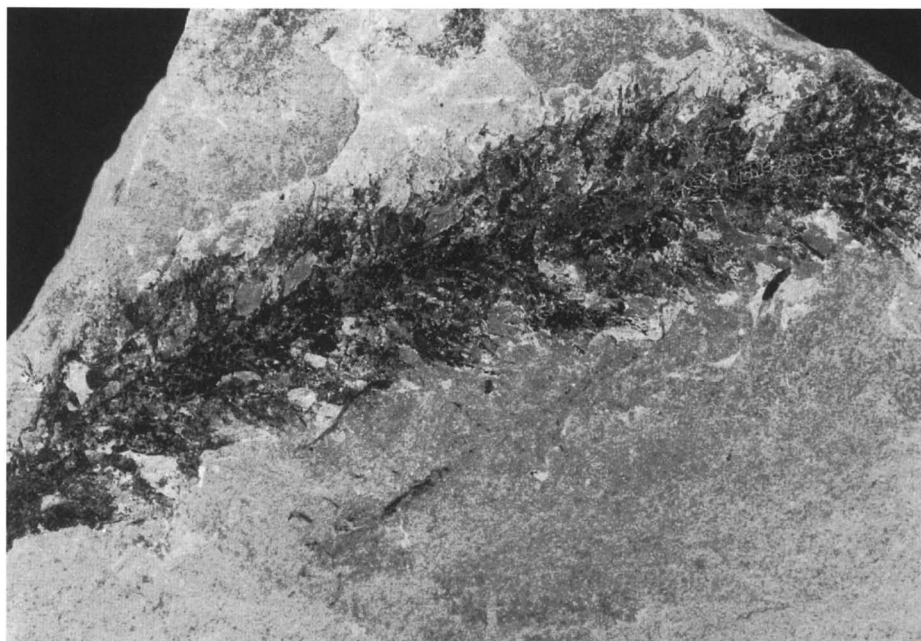
Al met al is het moeilijk om de *Callipteris*-achtige plantenresten, zoals wij die in Lodève hebben gevonden, op naam te brengen.

Autunia conferta (afb. 21, 22)

De blaadjes staan (meestal) scheef op de as, dicht bij elkaar en ze lopen af langs de as. Ze zijn ongeveer 1 cm lang en 5 mm breed. De middennerf is enigszins ingezonken en daardoor goed te zien. De vertakking van de nerven is veervormig, terwijl er ook enkele nerven uit de hoofdas komen. De zijnerf is meestal niet vertakt. De bladvorm is verder buitengewoon variabel. Dit heeft er toe geleid dat veel vormen van *A. conferta* een eigen soortnaam hebben gekregen. Kerp (1988a) heeft veel van deze 'soorten' ontmaskerd en ze tot synoniemen van *A. conferta* verklaard.



Afb. 13: Coniferentak met knoppen en onderaan een vrouwelijke kegel. Lengte van de tak 15 cm.



Afb. 14: Vrouwelijke kegel van een conifeer. Lengte 6,4 cm.

De bloeiwijze is in Lodève nog niet gevonden. Het betreft een aar met omgekeerd driehoekige blaadjes, waarbij aan de onderkant twee zaadjes zitten.

Wij hebben geen duidelijk herkenbare fossielen van *A. conferta* gevonden, hoewel deze plant er vroeger wel gevonden is. De foto van afbeelding 22 is van een stuk dat afkomstig is van de bij Lodève gelegen Cogema-mijn.

Rhachiphyllum schenkii

De blaadjes hebben, vooral in het middendeel van het blad, lobjes aan de voet. Soms zijn er ook insnijdingen in de blaadjes. Daardoor zijn deze takjes moeilijk van de vorige soort te onderscheiden. De middennerf is echter onopvallend en niet ingezonken. Verder zijn de nerven diverse keren vertakt, ook de nerven die direct uit de hoofdas komen.

Van het geslacht *Rhachiphyllum* zijn geen cuticula's bekend.

Rhachiphyllum subauriculata (afb. 23)
Deze soort heeft oortjes aan de basis van de blaadjes en in dit geval geldt dit voor (bijna) alle blaadjes. De blaadjes zijn kleiner dan die van *A. conferta*, ze staan verder uit elkaar en ze zijn wat meer afgerond aan de top.

Rhachiphyllum lodevensis (afb. 24)
Deze soort is in 1835 door Brongniart voor het eerst beschreven aan de hand van een fossiel uit Lodève. Het is een soort met kleine blaadjes, die insnijdingen vertonen.

Gracilopteris bergeronii (afb. 25, 26)
Van deze soort zijn vroeger in Lodève grote bladfragmenten gevonden. De blaadjes zijn sterk verdeeld, met smalle, rechte lobben die loodrecht op de middennerf staan. De assen zijn dik in vergelijking met de afmetingen van de blaadjes.

Gracilopteris strigosa (afb. 27)
Deze soort lijkt op de vorige maar de lobben zijn nog langer en smaller.

Lodevia nicklesi (afb. 28, 29)
Bij deze soort hebben de blaadjes smalle rechte, evenwijdig lopende, lobben. De plant is in 1898 door Zeiller beschreven aan de hand van een fossiel uit Lodève.

Andere callipteriden in Les Tuilières zijn: *Autunia naumannii*, *Rhachiphyllum diabolica*, *Dichophyllum flabellifera* en *Arnhardtia mouretii*.

Overige zaadvarens en varens

Neuropteris sp. (afb. 30)
Van dit genus zijn in het Perm nog maar enkele soorten over. *Neuropteris* wordt in het Carboon gekenmerkt door veernervige blaadjes die in één punt aan de as vast zitten. Wij vonden een enkel *Neuropteris*-achtig blaadje.

Odontopteris sp. (afb. 31)
Ook het geslacht *Odontopteris*, dat in Stephanien nog overvloedig aanwezig was, is in het Perm flink teruggelopen. Onze summiere vondsten behoren waarschijnlijk tot de soort *O. lingulata*, die lange, tongvormige eindblaadjes heeft.

Pecopteris sp.
Van deze in het Laat-Carboon en begin van het Perm nog zeer veel voorkomende varen hebben we geen fos-

Vormgenus en natuurlijk genus

Een natuurlijk genus bevat soorten die echt verwant zijn. Deze verwantschap kan bijv. aangetoond worden aan de hand van cuticula-structuur en de bouw van de fructificaties, al dan niet gecombineerd met andere kenmerken. Vaak is het (nog) niet mogelijk deze verwantschap vast te stellen. In dat geval worden plantendelen (zoals zaden, kegels, bladeren, e.d.) die bepaalde gemeenschappelijke kenmerken hebben in een vormgenus geplaatst. De reconstructie van 'natuurlijke planten' uit materiaal dat in afzonderlijke vormgenera is ondergebracht, is een van de taken van paleobotanici. Voorbeelden daarvan zijn het werk van J. Clement-Westerhof aan de Walchia-achtige planten en dat van H. Kerp aan de Callipteris-groep.

Cuticula

De cuticula van een plant is het zeer resistente laagje dat de plant beschermt tegen uitdroging, infecties en uv-straling. Deze laag is zo resistent, dat hij in gunstige omstandigheden kon fossiliseren. Op sommige vindplaatsen bezitten de plantenfossielen de cuticula nog en dat is van groot belang voor de wetenschap. Door stukjes plant met bepaalde chemische middelen te behandelen, is het mogelijk de aanwezige kool op te lossen en de cuticula in doorzichtige vorm te isoleren. Deze kan op een objectglasje van een microscoop gemonteerd worden en vervolgens bestudeerd worden. Ook de huidmondjes zijn dan te zien en deze leveren veel informatie over mogelijke verwantschappen met andere soorten.

sielen gevonden. Doubinger (1956) meldt nog twee soorten voor Lodève.

Taeniopteris multinervis (afb. 32)
Dit is een soort met zeer lange (tot 40 cm), parallelrandige bladeren, die veernervig zijn. Er is een brede middennerf. De vondsten zijn meestal fragmentarisch. Op de bladeren zijn in andere vindplaatsen zaden gevonden. De verwantschap met andere plantengroepen is nog niet opgehelderd. Misschien waren sommige *Taeniopteris*-soorten vroege cycasachtige planten.

Paardenstaarten

Fossielen van *Calamites* zijn bekend van Lodève, hoewel Doubinger (1956) ze niet noemt. Wij vonden slechts één stuk, waarop een stamopvulling van deze boomvormige paardenstaart te zien is (afb. 33).

Cordaites-fossielen

Cordaiten waren naaktzadige bomen met lintvormige, soms zeer lange, bladeren. Ze speelden een belangrijke rol in het Boven-Carboon, en in het Perm waren ze nog steeds aanwezig, maar niet overvloedig. Na het

Autunien zijn er geen fossielen van *Cordaites* meer gevonden. Wij vonden in Les Tuilières geen duidelijk herkenbare fossielen van deze groep, hoewel Doubinger (1956) ze wel noemt.

Ginkgo-achtige fossielen

In het Boven-Perm komen met zekerheid de eerste *Ginkgo*-fossielen voor. Het gaat daarbij om sterk verdeelde bladeren, waarvan men de cuticula heeft kunnen bestuderen. In Lodève zijn bladeren gevonden die daarop lijken, maar waarvan men niet heeft kunnen vaststellen dat ze bij deze groep horen. Beschreven zijn genera met de naam *Ginkgophyllum*, *Ginkgoites* en *Sphenobaiera*.

Trichopitys heteromorpha (afb. 34)
Deze alleen in Lodève gevonden soort heeft ook *Ginkgo*-achtige, vertakte, lijnvormige blaadjes. Ook de bloeiwijze is bekend: een vertakt steeltje met aan het einde van iedere vertakking een zaad(knop). Het is niet onmogelijk dat ook deze plant tot de *Ginkgo*-groep behoort, maar zeker is dat niet. Op het grote stuk dat wij de eerste keer vonden, zat een grote tak van deze plant, echter



Afb. 15: Vrouwelijke kegel van een conifeer. Lengte 5 cm.

zonder bloeiwijze. Later hebben we nog enkele losse, vertakte bladeren gevonden.

Zaden

(afb. 35, 36, 37)

In Les Tuilières worden veel zaden gevonden. Meestal zijn ze klein. In het algemeen is niet bekend van welke plant deze zaden afkomstig zijn.

Het fossiel van afbeelding 38 lijkt wat op een *Peltaspermum*, maar is daar waarschijnlijk te klein voor.

Het landschap

Het gebied rond Lodève ten tijde van het Autunien moet men zich voorstellen als een landschap met geërodeerde bergen, doorsneden met rivieren. De oevers waren dicht begroeid met bossen van *Walchia*-achtige bomen, afgewisseld met zaadvarens en *Cordaites*-bomen. Varens zullen er vast ook gegroeid hebben, maar die hebben een geringe fossilisatiekans, doordat ze een dunne cuticula hebben.

Men heeft lang gedacht dat *Walchia*-achtige coniferen in zeer droge omstandigheden groeiden, maar de groeve Les Tuilières heeft aangetoond dat dit niet altijd het geval hoeft te zijn. Zaadvarens en *Cordaites*, die in matig vochtige tot matige droge omstandigheden groeien, komen hier voor samen met *Walchia*.

Er is in de groeve Les Tuilières veel moois gevonden in de loop van de laatste twee eeuwen en wat we er nu nog uit halen zinkt daarbij in het niet. Desondanks is het mogelijk, via deze fragmentarische fossielen een beeld op te bouwen van de flora in het Boven-Autunien, zo'n 280 miljoen jaar geleden.



Afb. 16: *Walchianthus* sp. Mannelijke coniferenkegel. Lengte kegel 3,3 cm.

Dankwoord

Graag wil ik prof. dr. H. Kerp van de afdeling Paleobotanie van de Wilhelmsuniversiteit te Münster danken voor zijn bijstand bij het schrijven van dit artikel en bij het op naam brengen van de fossielen. Ook voor het maken van de foto van afbeelding 22 ben ik hem erg dankbaar.

De foto van afb. 22 is van H. Kerp. Alle andere foto's zijn van de auteur. De zwart/wit-foto's zijn gemaakt van in alcohol ondergedompelde fossielen. Alle stukken zijn uit de verzameling van de auteur, uitgezonderd dat van afb. 22.

Literatuur

Clement-Westerhof, J.A., 1984. The conifer *Ortisea* from the Val Gardena Formation of the Dolomites and the Vicentinian Alps (Italy) with special reference to a revised concept of the Walchiaceae. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 41: 51-166.

Doubinger, J, 1956. Contribution à l'étude des flores autuno-stéphaniennes. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, 35(1/2), Mém. 75: 1-180.

Geys, J.F., 1996. De geschiedenis van het leven, deel 6a: Perm – Invertebraten. Antwerpen (BVP), 284 pp.

Geys, J.F., 2000. De geschiedenis van het leven, deel 6c: Perm – Planten, P/T-crisis, Kupferschiefer. Antwerpen (BVP), 248 pp.

Haubold, H., e.a., 1982. Die Lebewelt des Rotliegenden. *Neue Brehm-Bücherei* 154, 246 pp. Wittenberg-Lutherstadt (Ziemsen Verlag).

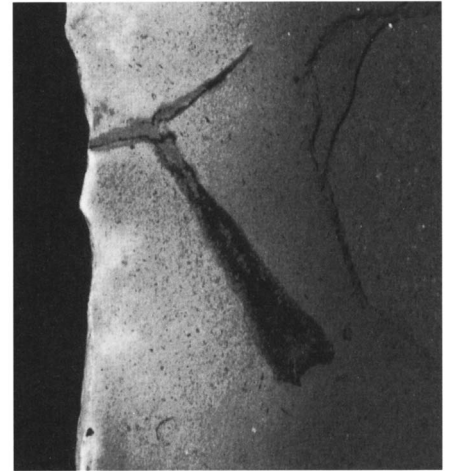
Kerp, J.H.F., 1988. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, X. The West- and Central European species of the genus *Autunia* and the form-genus *Rhachiphyllum* (Callipterid foliage). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 54: 249-360.

Kerp, H., 1996. Post-Variscan late Palaeozoic Northern Hemisphere gymnosperms: the onset to the Mesozoic. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 90: 263-285.

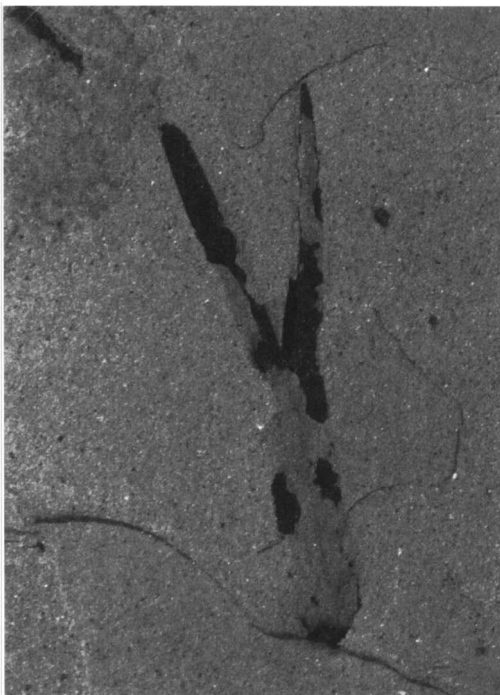
Kerp, J.H.F. & H. Haubold, 1988. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, VIII. On the reclassification of the West-



Afb. 17: Zaadje van een conifeer. Lengte zaad 1 cm.



Afb. 18: *Gomphostrobus bifidus*. Lengte 2,1 cm.



Afb. 19: *Gomphostrobus bifidus*. Lengte 2,1 cm.



Afb. 20: Vrouwelijke coniferenkegel met *Gomphostrobus*-achtige bebladering. Lengte kegel 2,7 cm.

and Central European species if the form-genus *Callipteris* Brongniart 1849. Rev. Palaeobot. Palynol. 54: 135-150.

Kerp, H. & J. Fichter, 1985. Die Makrofloren des saarpfälzischen Rotliegenden. Mainzer Geowiss. Mitt. 14: 159-266.

Kerp, J.H.F., R.J. Poort, H.A.J.M. Swinkels & R. Verwer, 1990. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, IX. Conifer-dominated Rotliegend Floras from the Saar-Nahe Basin with special reference to the reproductive biology of early conifers. Rev. Palaeobot. Palynol. 62: 205-248.

Odin, B., J. Doubinger & G. Conrad, 1986. Attribution des formations détriques, rouges, du Permien du Sud de la France au Thuringien, d'après l'étude du bassin

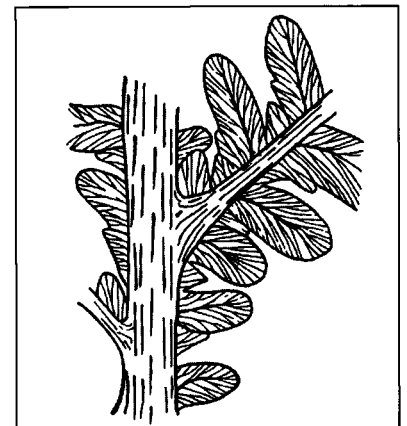
de Lodève: implications géologiques, paléontologiques et paléoclimatiques. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 302, Série II, no. 16.

Richter, A.E., 1979. Südfrankreich und seine Fossilien. Stuttgart. (Kosmos) 192 pp.

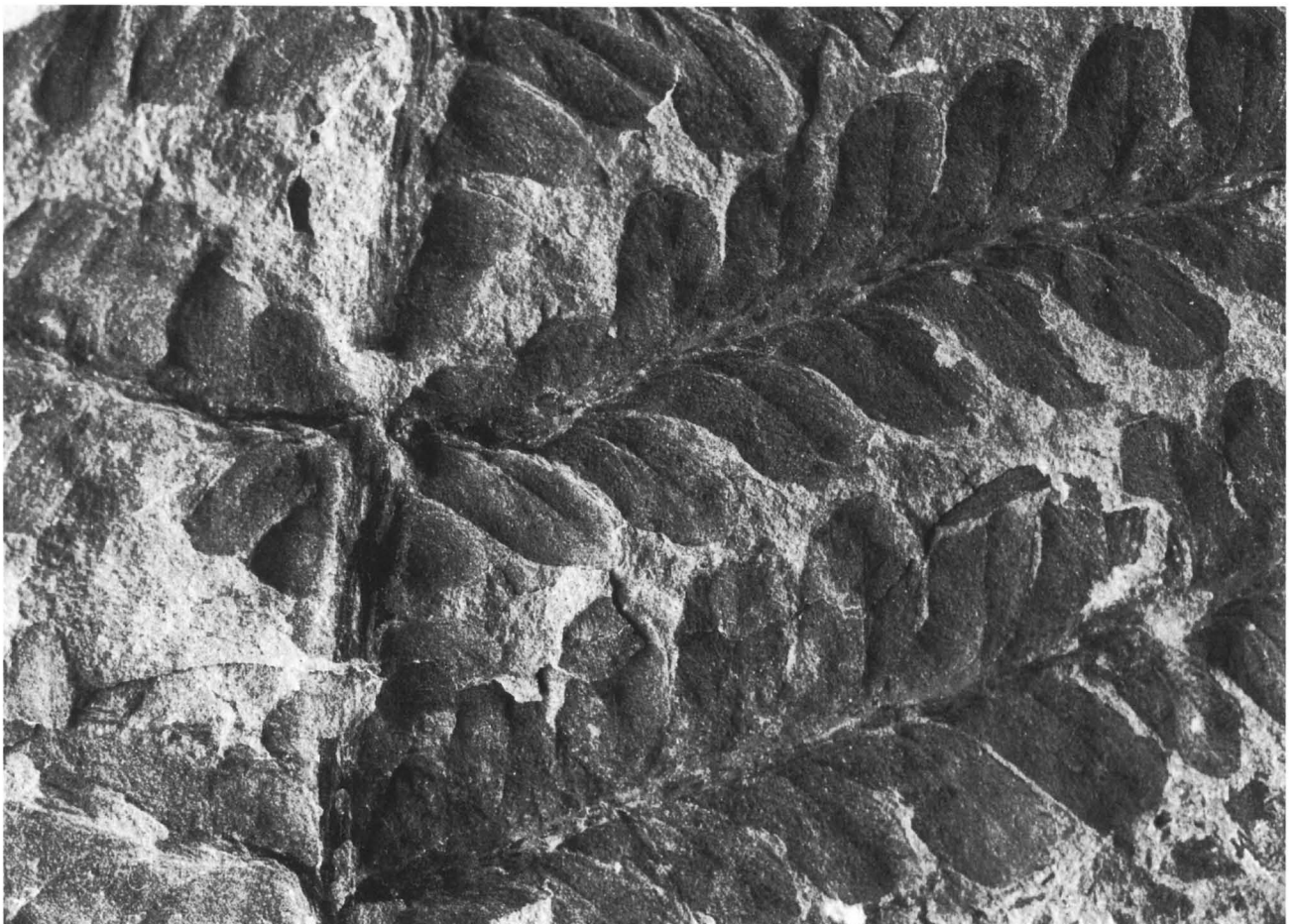
Saint-Martin J. & C. Vinchon, 1989: Le bassin de Lodève. In: Synthèse géologique des bassins permien Français. Memoires du Bureau de recherches géologiques et minières 128.

Visscher, H., J.H.F. Kerp & J.A. Clement-Westerhof, 1986. Aspects of Permian palaeobotany and palynology, VI. Towards a flexible system of naming Palaeozoic conifers. Rev. Palaeobot. Palynol. Acta Bot. Neerl. 35 (2): 87-99.

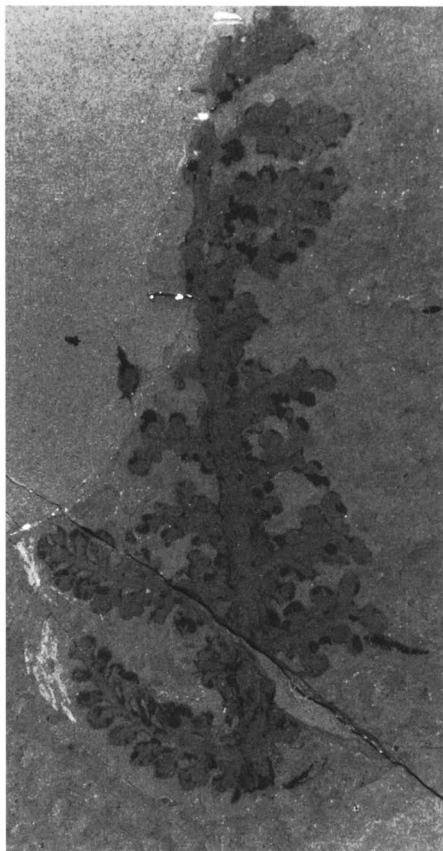
Zeiller, R, 1898. Contribution à l'étude de la flore ptéridologique des schistes permien de Lodève. Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille (1): 6-69.



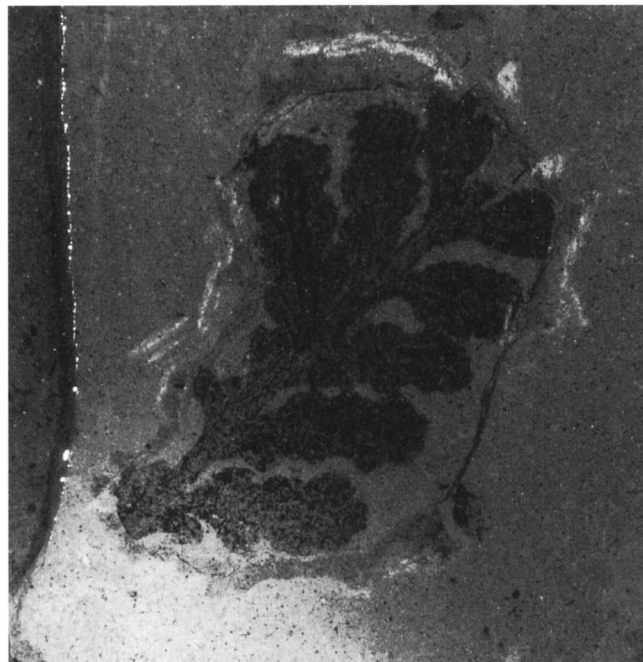
Afb. 21: *Autunia conferta*.
Naar Doubinger 1956.



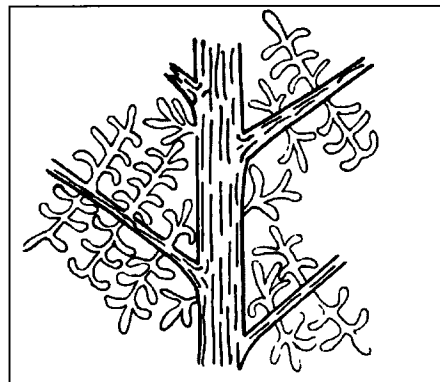
Afb. 22: *Autunia conferta*. Cogema-mijn bij Lodève.
Foto H. Kerp.



Afb. 23: *Rhachiphyllum subauriculata*. Hoogte tak 7 cm.



Afb. 24: *Rhachiphyllum lodevensis*. Lengte blad 2,2 cm.



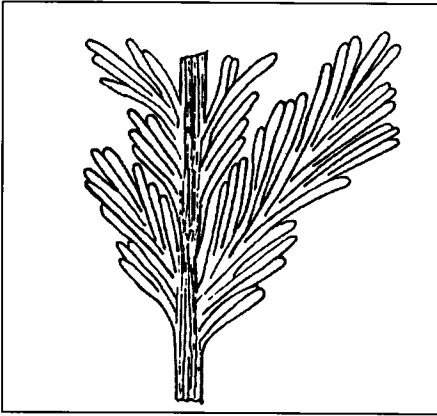
Afb. 25: *Gracilopteris bergeronii*.
Naar Doubinger 1956.



Afb. 26: *Gracilopteris bergeronii*. Lengte blad 3,2 cm.



Afb. 27: *Gracilopteris strigosa*. Lengte blad 6,6 cm.



Afb. 28: *Lodevia nicklesii*. Naar Doubinger 1956.



Afb. 29: *Lodevia nicklesii*. Lengte blad 3,8 cm.



Afb. 30: *Neuropteris* sp. (misschien *Odontopteris* sp.)
Lengte takje 1,1 cm.



Afb. 32: *Taeniopteris multinervis*. Lengte blad 10,8 cm.



Afb. 31: *Odontopteris* sp. Lengte takje 2,2 cm.



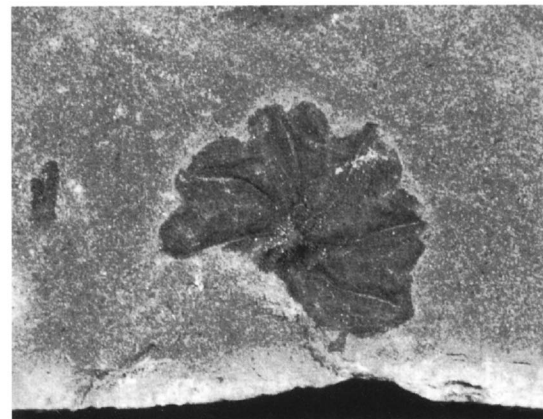
Afb. 33: *Calamites* sp. Paardenstaart.
Lengte 8 cm.



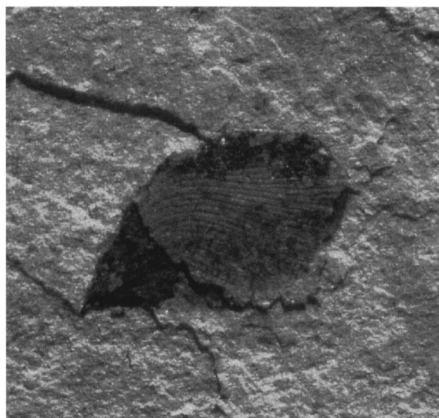
Afb. 34: *Trichopitys heteromorpha*. Detail van afb. 3.
Lengte tak 10,8 cm.



Afb. 35: Zaadje. 6 mm.



Afb. 38: Object dat lijkt op *Peltaspermum*,
maar kleiner is. Diameter 8 mm.



Afb. 36: Gestreept zaadje. 1,1 cm.



Afb. 37: Gevleugeld zaadje. 5 mm.