

Das Altpaläozoikum Südfrankreichs

R. FEIST*)

Summary

A recent view of the bio- und lithostratigraphic attributions of different lower paleozoic deposits of southern France is resumed in a correlation table. Due to the absence of metamorphism and the abundance of fossils, the Paleozoic of the southern Montagne Noire is well known, and its columnar sections can be regarded as representative for the whole region. Two tectonic units which differ also in their stratigraphical sequences can be distinguished:

1) the nappes, showing a lack of upper Cambrian, middle and upper Ordovician and Silurian, forming the near totality of the Montagne Noire,

2) the klippes, showing a continuous sedimentation up from the base of the Ordovician (the Cambrian is not known so far) characterising the region of Cabrières (south-eastern Montagne Noire), Mouthoumet, Agly and Aspres.

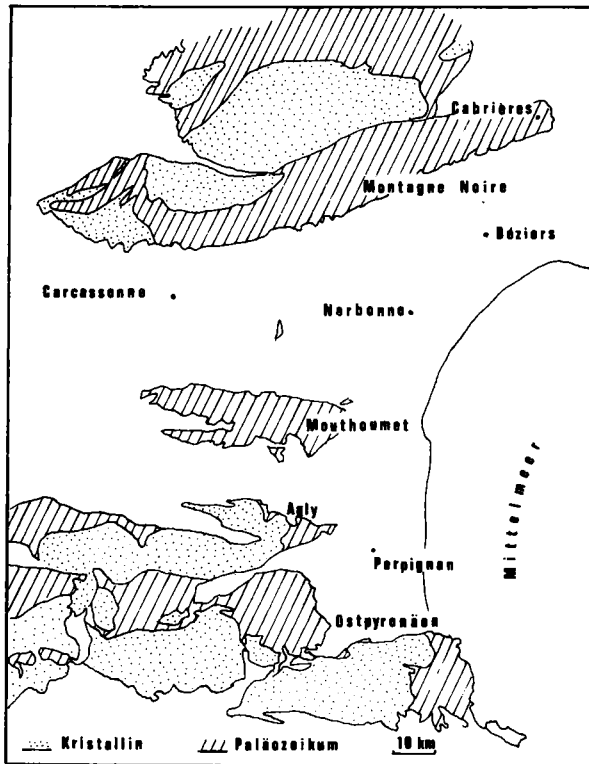


Abb. 1: Das Altpaläozoikum Südfrankreichs

*) Anschrift des Autors: Dr. Raimund FEIST, Lab. de Paléont. des Invertébrés U.S.T.L., Montpellier, France.

Zum südfranzösischen nicht oder nur schwach metamorphen Paläozoikum gehört 1. die Montagne Noire in der Languedoc, die das Kristallin des Zentralmassivs im Süden begrenzt, 2. das Massiv von Mouthoumet, das im Zentrum der Corbières mesozoisches und alttertiäres Deckgebirge teils horstartig durchbricht, und 3. verschiedene stärker beanspruchte Vorkommen in den Ostpyrenäen wie das größtenteils kristalline Aglymassiv, die Klippenzone der Aspres, die Synklinale von Villefranche-le-Conflent u. a. Während die kleineren Vorkommen von Mouthoumet und vor allem die noch wenig untersuchten Ostpyrenäen zurücktreten, ist das Paläozoikum der Montagne Noire hinsichtlich seiner Ausdehnung und guten Aufschlußverhältnisse, seiner nahezu kompletten Schichtfolgen und des Fossilreichtums sowie des daraus resultierenden stratigraphischen Kenntnisstandes am bedeutendsten und kann stellvertretend zumindest für den südfranzösischen Raum gelten. Dieses im wesentlichen SW-NE streichende Faltengebirge besteht aus einer kristallinen Achse, einem aus steilstehenden Schuppen gebildeten Nordflügel und einem Südflügel, dem mindestens drei größere variszisch gefaltete Deckeneinheiten angehören, von denen jeweils nur der liegende Flügel erhalten blieb. Auf diese Deckenflügel sind im SE spättektonisch die sogenannten Klippen von Cabrières flach überschoben worden, die ihren eigenen von den Decken unabhängigen Baustil aufweisen. Durch feinstratigraphische Vergleiche stellt sich immer mehr heraus, daß das Material, das diese Klippen aufbaut, mit demjenigen der Decken zu große Unterschiede aufweist, daß ein gemeinsames Ablagerungsgebiet vorstellbar wäre (siehe strat. Tabelle). Die fazielle und biostratigraphische Übereinstimmung mit den Vorkommen von Mouthoumet und Ostpyrenäen, die sich ebenfalls durch einen Klippenbaustil auszeichnen, ist dagegen so auffallend, daß hier eher ein gemeinsames Ursprungsgebiet angenommen werden kann. Aus diesem Grunde werden in den folgenden Profilbeschreibungen beide Einheiten getrennt behandelt, obwohl weitgehende großräumig zu beobachtende Faziesübereinstimmungen, besonders im Oberdevon und Unterkarbon, vor Einsetzen der variszischen Faltung, vorkommen. In der stratigraphischen Tabelle werden die wesentlichen lithologisch-biostratigraphischen Einheiten charakterisiert und z. T. auch unter ihrer Lokalbezeichnung angegeben. Die verschiedenen Profile wurden nach dem derzeitigen Kenntnisstand miteinander korreliert.

1. DECKENEINHEIT DER MONTAGNE NOIRE

Während die liegenden Serizitschiefer von Mouthoumet und Ostpyrenäen bisher fossilleer blieben, ist datiertes Kambrium allein in der Schuppenzone nördlich sowie in den Deckenflügeln südlich der kristallinen Achse der Montagne Noire nachgewiesen worden. Erste Fossilhorizonte treten im Hangenden des basalen über Praekambrium transgredierenden Marcorysandsteins (> 1000 m) auf. Hier sind dünnbankigen limonitreichen Arkosen und Sandsteinen sandige Kalke und Dolomite eingeschaltet. Diese Wechselfolge (Pardailhansandstein, 160 m) enthält kleine Archaeocyathiden (*Archaeocyathus*, *Coscinocyathus*) und die ältesten Trilobiten des französischen Paläozoikums (*Thoralaspis*, *Blayacina*). *Collenia*, *Lingula*, Bilobiten, Hyolithen sowie unbestimmte phosphatische Reste ergänzen das Faunenbild des mittleren Unterkambriums. Die Wechselfolge wird zum Hangenden zunehmend karbonatreicher und geht schließlich in den kompakten z. T. marmorisierten und dolomitisierten „Archaeocyathuskalk“ (350—900 m) über. Nur in der nördlichen

ALTPALÄOZOIKUM SÜDFRANKREICHS

		MONTAGNE NOIRE		MOUTHOMET	OSTPYRENÄEN	
		DECKEN	KIPPEN VON CARRIERES		AGLY	ASPRES
U. KARBON	VISE	Schiefer u. Sandstein mit Konglomeraten	Schfr. u. Sdst. mit Kalklinsen	Schfr. u. Sdst. mit Konglomeraten		
		Turbiditkalk Lydit Knotenkalk	Productus-Riffkalk Kieselkalk Knotenkalk	Kalklinsen Lydit Knotenkalk		
TOURNAI		Lydite mit Phosphoritknollen	Lydite mit Phosphoritknollen	Lydite mit Phosphoritknollen		Lydite mit Phosphoritkn.
FAMENNE		Syphonodella-schiefer graue Cephalopodenknotenkalke "calcaire griotte" Cephalopodenknotenmergel Pyritschiefer u. -mergel	Oolithkalk graue Flaser-u. Knotenkalke "calcaire griotte" Cheloceraskalk Pyritschiefer	graue Flaserkalke "calcaire griotte"		grauer Knotenk. "calc. griotte"
	FRASNE	"Kellwasserkalk"-niveau Beloceraskalk Mn u. Fe-reiche Mergelschfr. u. Lydite	Nikritkalk mit "Kellwasserkalk"-niveau Styliolinenmergel mit Cephalopodenkalkgeoden und Lyditen	Mergel und Kalkschiefer Lydite		Cephalopodenknotenkalk
D. DEVON	GIVET	Cephalopodenknotenkalk	Amphiporen- u. Mikritkalk mit Kalk Fossilunschellen			
	EIFEL	grauer Trilobiten- enkrinit roter Crinoidenkalk Stromatolitenkalk	Crinoidenkalk Biomkritkalk von Japhet	Crinoidenkalk	Crinoidenkalk	Crinoidenkalk
EWS		Cephalopodenkalkmergel Kieselkalk und -mergel Paralejuraniveau	Stromatoporenkalk cultrijugatus-Niv. Tabulitenkalk u. -mergel Paralejuraniveau	Mergelkalke Kieselkalke mit Aschentufflagen		Kieselkalke Kieselkalke
	SIEGM	Ostrakodenkalk und -mergel Anotoceraskalk	Ostrakodenkalk u. -mergel		Oolithische Kalke	
GEDINNE		Dolomite	Dolomite	Tentakulitenkalk Dolomite	Dolomite	Dolomite
		Plattenkalk Oolithkalk Schfr. mit Bryoz. kalkmandeln	Dolomit Sdst. sandiger Brachiopodenkalk "mur quartzéux" sandiger Dolomit		Dolomit Sdst. "mur quartzéux"	
SILUR	FRIDOLI		sandige Plattenkalke brecciöser Dolomit Bittermergel mit Kalkgeoden	Kalkschiefer-Wechselfolge Crinoidenkalk	Kalkschiefer	Kalkschfr.
	LUDLOW		Cardiolitkalk Graptolitenmergel u. -schiefer Aulacopileusmergel u. Orthoceraskalke mit M. priodon	Schiefer mit Kalknollen Schfr. mit Orthoceraskalhen Gipschfr. mit Mergelgeoden Schfr. mit Orthoceraskalhen u. priodon-Mergel	sand. Schfr. mit Kalkbänken Pelitschfr. u. priodon-Mergel Quarzit, Lydite	Schfr. u. Mergel Kohlenstoffschfr. bunte Schfr.
CARADOC	ARNHILL		Kohlenstoffschfr. mit Fe-reichen Mergelgeoden	Kohlenstoffschfr.		
	MITTEL ONDOV.		Bryozoenkalk Sdst. von Glauzy Mischquarzkonglomerate	Bryozoenkalk Quarzit-Sandstein	Bryozoenkalk u. -mergel Quarzit mit Mikrokonglomerat	Bryozoen-schfr. Schfr. mit Quarzkonglomerat
ORDOVICIUM	UMT.	Lendeyranschiefer				saure Vulkanite
	ARNHILL	Lingulensandstein	Tuttenschiefer und Sdst.	sandige Schiefer mit Lingula		
KAMBR. UNTER	REHADOC	Vesillus-sandstein und Schfr. mit Tonsteinknollen Quarzit der Dentelle	Tonschiefer	Tonschiefer	saure Vulkanite	Biotitschiefer
	WITTEL	Trilobitenkalk Lingulitenkalk Barrobian-sandstein Paradoxidesschiefer Archaeocyathuskalk u. -dolomit Kalksdst.-Wechselfolge von Pardailhan Sandstein von Marcory		Seritschiefer		Seritschfr. v. Canaveilles
KAMBR. OB.	VULKANITE	Arkosen Mylonitbreccien Glimmerschfr. u. Sandsteine Zwei-Glimergranit des Nendic				

Tabelle: Das Altpaläozoikum Südfrankreichs

Schuppenzone führt er lokal zweiklappige oder tubenförmige phosphatische Mikro-fossilien zweifelhafter Zuordnung (*Heraulitia* — Ostracode?, *Pseudorthotheca*, *Stenotheca*, *Stenothecopsis* — Anneliden?). Der massive Archaeocyathuskalk wird im Hangenden dünnbankig, führt Kieselgallen und enthält Faunenelemente des oberen Unterkambriums: *Micmacca*, *Ferralsia* (Ellipsocephalidae), „Hyolithen“, *Collenia* und *Lingula*. Die Grenze zum Mittelkambrium wird infolge der nur spärlich auftretenden zudem endemischen Trilobiten lithostratigraphisch mit dem kontinuierlichen Übergang (20 m) der kompakten Kalke über Knoten- und Flaserkalke zu

Lochschiefern gezogen. Lochschiefer und folgende Siltschiefer (50 m) dagegen enthalten typische Fossilien des Unteren Acadiums (*Paradoxides*, *Agraulos*, *Conocoryphe*, *Ctenocephalus* etc., Carpoideen und inarticulate Brachiopoden). Das höhere Mittelkambrium wird erneut durch kalkarme grobklastische z. T. flyschartige Sedimentation mit Quarzit-Psammit-Wechselfolgen ausgezeichnet. (Barroubio-sandst., 300 m). Im Hangenden schalten sich diskontinuierlich chlorit- und pyritreiche Kalklinsen mit bisweilen lumachellenartig angehäuften Trilobiten- und Acrotretidenresten ein. Dieser Horizont mit Trilobiten der *Paradoxides forchhammeri*-Zone (oberstes Acadium) enthält die bisher jüngste eindeutig dem Kambrium zuzurechnende Fauna Südfrankreichs. Ob die konkordant folgenden Schiefer (0—50 m) bis zum ersten Auftreten von *Euloma geinitzi* an der Basis der Quarzite der „Dentelle“ (basales Tremadoc) noch Oberkambrium enthalten, ist noch nicht geklärt.

Das Kambrium scheint einen Sedimentationszyklus zu durchlaufen, der mit einer Transgression beginnt und einer Regression abschließt. Dabei sind größere Wassertiefen höchstens für das Untere Acadium anzunehmen. Weitgehende Faunenübereinstimmung besteht mit den Vorkommen in Nordspanien und Sardinien. Die mittelkambrische Trilobitenfauna, bestehend aus mehr als 50 Arten, die sich auf 9 biostratigraphische Niveaus verteilen, ist die am besten bekannte Fauna der westlichen mediterranen Faunenprovinz.

Das Untere Ordovizium besteht aus einer monotonen detritischen Sedimentfolge häufig flyschartigen Charakters (> 1500 m). Wenn auch durchgehende lithologische Leithorizonte fehlen, ist die Abfolge durch reiche Faunen, besonders an Trilobiten, weitgehend gesichert. Das Untere Tremadoc mit glimmerreichen Sandsteinen an der Basis, psammitischen und sandigen Schiefen nach oben zu, wird biostratigraphisch in einen liegenden Anteil mit *Euloma* und *Niobe* und einen hangenden mit *Shumardia*, *Obolus* und *Eoorthis* unterschieden. Vereinzelt sind geringmächtige dolomitische Kalklinsen eingeschaltet. Im oberen Tremadoc sind sandige Schiefer vorherrschend, in die sich zunehmend bis zu faustgroße quarzitisches Knollen mit Fossiliumachellen einschalten. Wesentliche Faunenelemente sind *Megalaspis*, *Asaphelina*, *Symphysurus* und Cystoideen. Die Grenze zum Arenig wird mit dem erstmaligen Auftreten von Graptoliten (*Dictyonema*, *Clonograptus* und *Temnograptus*) und dem Erscheinen von *Taihungshania miqueli* gezogen. Reiche Fauna findet sich weiterhin vorwiegend in den nun sehr zahlreichen Quarzit- und Tonsteinknollen (Trilobiten, Endoceraten, Echinodermen, Lamellibranchiaten, Hyolithen), während die sandigen Schiefer und Sandsteinbänke Spuren (*Vexillum*, Bilobiten) und Marken (load-, flute-casts, Rippel) tragen. Diese petrographisch kaum von Tremadoc zu unterscheidende Serie wird zum Hangenden von geringmächtigen dunklen Graptolitenschiefen mit *Didymograptus v-fractus* und von quarzitischem Lingulasandstein (100 m) überlagert, der entgegen früherer Annahme älter als der „armorikanische Sandstein“ ist. Es folgen 500 m sandige Schiefer, Tonschiefer mit Quarzitkonkretionen mit cône-in-cône-Struktur und seltenen dolomitischen Kalkknollen. Die Trilobiten (vorwiegend Trinucleiden, Dalmanitiden und Asaphiden) und Graptoliten (*Phyllograptus*, *Didymograptus* und *Tetragraptus* der *extensus*-Zone) geben noch Unterarenigaltes an. Jüngere vordevonische Sedimente sind im Deckenbereich der Montagne Noire nicht erhalten geblieben. Für die beschriebenen Sedimente wird ein bisweilen küstennaher neritischer Ablagerungsraum angenommen. Infolge der Kalkarmut sowie des Fehlens dickschaliger Organismen dürften kühlere Temperaturen vorgeherrscht haben. Die Faunen zeigen

enge Beziehungen, z. T. artliche Übereinstimmung (*Phyllocystis blayaci*, *Taihungshania micheli*), zu denen der westlichen marokkanischen Meseta, der Tauriden (Südtürkei) und Yunnans (Südwestchina).

Über die schwach gefalteten Unterordovizsedimente transgrediert detritisches Unterdevon (50 m), bestehend aus Mikrokonglomeraten mit Milchquarzen, Schwermineralien, Eisenoolithen und Schieferfragmenten des Substratums. Spuren von jüngerem Ordoviz oder Silur sind nicht nachgewiesen worden. Die grobklastische Serie geht über sandige Schiefer mit Scolecodonten, kalkige Dolomitlinsen mit *Spathognathodus* cf. *remscheidensis* in limonitreiche Sandsteine über. Die Fazies der folgenden Kalke, noch reich an gerundeten Quarzkörnern, zeigt ausgesprochen küstennahen Charakter. Die schlecht erhaltene Makrofauna besteht aus Brachiopoden (Strophomeniden, *Isorthis*), Trilobiten (Homalonotiden, *Acastella* sp.), Crinoiden und Bryozoen. Die Conodonten gehören der *postwoschmidti*-Fauna an (mittleres Untergedinne). Nach Zurücktreten der detritischen Anteile besteht das übrige tiefere Unterdevon aus Karbonaten, die im Liegenden als Plattenkalke ausgebildet sein können (100—200 m), meist aber, wie auch die hangenden Partien, dolomitisiert sind. Kalkige, mergelige und sandige Dolomite sind zu unterscheiden. Dieser Komplex (ca. 400 m), der bisher nur unbestimmbare Fossilien geliefert hat, dürfte das obere Gedinne und das Siegen vertreten. Seine Obergrenze ist schwankend, da die Dolomitisierung, an Störungen aufsteigend, die hangenden Kalke mehr oder weniger hoch erfaßt. Bei tiefliegender Dolomitisierungsfront folgen dunkelgraue mergelige Kalke, die starke bioturbate Durchwühlung zeigen. Die Fauna enthält Conodonten, Brachiopoden, Trilobiten (*Phacops*, *Pseudocryphaeus*), Goniaiten (*Anetoceras*) und Arthrodirenreste des unteren Emsiums (30 m), „rheinische“ Einflüsse sind noch deutlich, werden aber zum Hangenden zunehmend von „böhmischen“ verdrängt. Das Oberemsium besteht aus bioturbat durchwühlten, schiefrigen Mergeln und dünnbankigen nach oben zu flaserig werdenden mergeligen Kalken mit Hornsteinlinsen und -bändern (50 m). Auffallend häufig sind vollständige meist eingerollte Phacopspanzer. Größere Favositidenkolonien wurden teilweise verkieselt. Der größere Kieselsäuregehalt des Sediments manifestiert sich vor allem im mikrofaziellen Bereich: Ostrakoden, Bryozoen, kleinere Brachiopoden und Trilobitenlarven liegen häufig verkieselt vor. Da Conodonten fehlen, ist eine genaue Einstufung dieser Kieselkalke bisher umstritten, doch scheinen die verwandtschaftlichen Beziehungen der Trilobiten und Bryozoen zum Zlichovkalk Böhmens für Unterdevon zu sprechen. Letzte „rheinische“ Elemente wie *Calceola* cf. *sandalina* und *Paraspirifer* cf. *cultrijugatus* finden sich in den hangenden Partien der Kalke. Es folgen rote Cephalopodenflaserkalke und -mergel (10 m) mit *Agoniatites* sp. und *Werneroceras* sp., die zur Zeit als basales Mitteldevon angesehen werden. Sie gehen nach oben in dickbankige meist rötliche und weiße spätige Flachwasserkalke (50 m) über, die sich durch ihren Reichtum an Fenestelliden auszeichnen, die meist stromatactisartige Hohlraumfüllungen überdachen („Stromatactiskalk“). Häufig zwischengeschaltet und nach oben zu dominierend sind autochthone Biogenrasen von Bryozoen und Crinoiden, kleinen Einzelkorallen, seltener Tabulaten und Brachiopoden auf hard-grounds aufwachsend, oder unsortierte Crinoidenschuttkalke mit nestartigen Fossiliumachellen vorwiegend von Brachiopoden (*Uncinulus orbignyianus*, *Cyrtina heteroclita*, *Telaeshalera subtetragona* etc.), Mollusken und Trilobiten (*Cornuproetus aff. cornutus*, *Phaetonellus planicaudus*, *Scharyia maura* etc.). Fazies und Fauna dieser Riffschuttkalke haben auffallende Ähnlichkeit mit dem Greifensteiner- und dem Suchomastykalk des basalen Eifeliums. Zum Hangenden

den zeigen die Biogene zunehmende Sortierung, es kommt zu Wechselfolgen (20 m) von groben und feinen „Crinoidensanden“, die sich bisweilen durch großen Trilobitenreichtum auszeichnen. Die Fauna mit *Thysanopeltis speciosa* ist typisch für mittleres Eifelium. Im höheren Eifel wird der Crinoidenkalk allmählich von plattigem Cephalopoden-Styliolinenschlammkalk (15 m) abgelöst, dessen Bankoberflächen häufig Phaenomene von Sedimentationsunterbrechung mit Anreicherung großer Cephalopodengehäuse aufweisen. Der Kalk wird dann nach oben zunehmend flaserig, schließlich knollig und knotig mit tonig kieseligem Matrix. Trilobiten werden seltener. Die Cephalopodenkalkentwicklung (*Maenioceras terebratum*, *Cabrieroeras*) dauert während des gesamten Givet an (50 m). Oft kommt es unter starken Lösungserscheinungen zu Fe- u. Mn-Anreicherungen und zur Konzentration tonig-mergeliger und lyditischer Rückstände. Im Hangenden setzt erneut die Styliolinenschlammkalkentwicklung ein. Hier ist die Mittel-Oberdevongrenze zu suchen (*varcus*-Zone). Styliolinen und Tentaculiten sind in einzelnen Bänken zu Lumachellen angehäuft. Trilobiten (*Pteroparia*, *Harpes*, Phacopiden) und Bivalven (*Buchiola*) sind nicht selten. Goniatiten dominieren jedoch das Faunenbild (*Mantioceras intumescens*, *Beloceras sagittarium*) des unteren und mittleren Frasn. Abgeschlossen wird die etwa 30 m mächtige Folge, die nach den reichen Conodontenfaunen fein unterteilt werden kann, durch ein geringmächtiges Niveau schwarzen dolomitischen Kalkes („Kellwasserkalk“). Das Famenne wird eingeleitet durch Tonschiefer mit Pyritkonkretionen und pyritisierten Cephalopoden (*Cheiloceras*, *Tornoceras*, Bactritiden), Brachiopoden (*Nucleospira*) und Bivalven (*Buchiola*). Dieser Konzentrationshorizont (5 m) umfaßt nach Conodonten oberes to I δ bis mittleres II α . Er wird gefolgt von zunächst dünnbankigem, zunehmend flaserigem Cephalopodenkalk, der infolge seiner kirschroten Farbe „calcaire griotte“ genannt wird. Bei charakteristischer Ausbildung werden die Kalkknoten jeweils von Goniatiten oder Clymenien eingenommen, umgeben von toniger Matrix. An der Entstehung dieser Fazies scheinen erneut Lösungen beteiligt gewesen zu sein. Der „calcaire griotte“ wird im Hangenden dickbankig und erreicht eine Gesamtmächtigkeit von 60 m. Jüngstes Oberdevon reicht bis zur mittleren *costatus*-Zone und wird nach einer dünnen Lage (25 cm) grauer Schiefer von grauem Knotenkalk der *kockeli*-Zone (cu I) überlagert. Der Übergang Oberdevon/Unterkarbon scheint kontinuierlich. Die Knotenkalke des Tournai (2,50 m) gehen allmählich in Tonschiefer über, die zunächst noch Kalkknollen führen. Die Tonschiefer mit *Siphonodella* (1 m) werden von radiolarienreichen Lyditen gefolgt (10—15 m), die in unteren Partien fossilführende Phosphatknollen mit *Pericyclus kochi* und Pflanzenreste (vorwiegend Blätter und Hölzer, *Lepidostrobos*), in oberen feinen Aschentufflagen enthalten. Nach erneutem Einschalten von Cephalopodenknotenkalcken (5 m) ist ein zweiter geringmächtiger Lydithorizont ohne Phosphatknollen auszuscheiden. Darauf folgt über 50 m Turbiditkalksedimentation. Die Kalke zeigen deutlich Gradierung, eingeregelter Kalkgerölle und Schrägschichtung. Da sie mit dünnen Lyditniveaus wechsellagern, scheinen sie episodisch in die anhaltende Lyditsedimentation eingeschüttet zu sein. Sie dürften das cu II δ sowie Teile des cu III α vertreten. Mehrere 1000 m Flyschsedimente schließen die marine Entwicklung des südfranzösischen Paläozoikums ab und spiegeln die Periode größter Subsidenz vor der variszischen Faltung wider. Neben schlecht erhaltenen Pflanzenresten sind als jüngste Fossilien Brachiopoden, Trilobiten und Cephalopoden (*Goniatites* (*Neoglyphioceras subcircularis*)) (oberes Visé 3c) bekannt. Die mächtige detritische Folge bildet nach derzeitiger Vorstellung das Substrat der Klippen von Cabrières.

2. KLIPPEN VON CABRIÈRES

Die ältesten datierten Sedimente sind acritarchenführende blättrige Tonschiefer des Tremadoc. Sie dienten durchweg, wie auch die des schiefriig-sandigen unteren Arenigs, als basaler Gleithorizont der vorwandernden Klippen und finden sich somit selten in größerem ungestörtem Zusammenhang. Durchlaufende Profile zur Mächtigtkeitsabschätzung sind nicht zu erhalten; es dürften aber mehrere 100 m detritischer Sedimente vorliegen. Fossilien fanden sich fast ausschließlich in bis zu 50 cm dicken Konkretionen mit *cône-in-cône*-Struktur („Tutensteine“): vorwiegend große Asaphiden, seltener *Bellerophon* und *Didymograptus*. Obwohl in diesen Faunenelementen Beziehungen zu denen der Landeyranschiefer bestehen, ist die zeitliche Äquivalenz beider Unterarenigfazies nicht gesichert. Besonders ist die Frage offen, wie weit noch jüngere unterordovizische Sedimente erhalten sind, die ein Fortdauern der Sedimentation angezeigt hätten. Im Hangenden folgen bei Cabrières und Mouthoumet Pyroklastika bestehend aus Grauwacken, brecciösen Kristalltuffen mit feinen rhyolitischen Lagen, schließlich massive, grüne, andesitische Porphyrite. Abgeschlossen wird die detritisch-vulkanogene Serie (150 m) von Grauwacken und feinen Schiefen. Fossilien sind hieraus noch nicht bekannt. Datiertes detritisches Caradoc transgrediert konkordant mit Milchquarkonglomeraten und quarzitischen Sandsteinen (100 m). Wesentliche Fauna: Bryozoen (*Monotrypa*, *Ptilodictya*), Brachiopoden (*Rafinesquina*, *Plectambonites*, *Stropheodonta*, *Orthis* etc.), Tentaculiten, Trilobiten (*Cryptolithus*, *Calymenella*, *Dalmanites*). Im Hangenden gehen die Sandsteine allmählich in bankige Spatkalke und Mergel über (etwa 30 m), die nach der sehr reichen Fauna ins Ashgill gestellt werden: Cystoideen (*Campylostoma*, *Heliocrinites*, *Corylocrinus*, *Rhombifera*), Bryozoen (zahlreiche Treptostomata wie *Prasopora* und *Diplotrypa*, einige *Cryptostomata*), Brachiopoden (*Nicolla actoniae* etc.). Bemerkenswert ist, daß bei gleicher Faunenzusammensetzung der Kalkgehalt der Sedimente in Richtung Ostpyrenäen abnimmt: während bei Cabrières und Mouthoumet Kalke auszuschneiden sind, im Massif von Agly noch mergelige Lagen mit Kalklinsen vorhanden sind, die Conodonten führen, ist in den Vorkommen der Ostpyrenäen (Aspres, Synklinale von Villefranche-le Conflent) nach Abfuhr des Karbonatgehalts nur mehr Lochschiefer vertreten.

Hinsichtlich der Ordoviz/Silur-Grenze bestehen noch Unklarheiten. Infolge des abrupten Sedimentationswechsels von kompetenten Kalken zu weichen kohlenstoffreichen Tonschiefern sind diese Niveaus bevorzugt von der Tektonik als Gleithorizonte benutzt worden. Andererseits sind aber sedimentäre Schichtlücken kleinerer Ordnung nicht auszuschließen. Die Graptolitenführung, in der höheren Zone 16 einsetzend, ist besonders reichhaltig und vertritt sämtliche britische Zonen, 17, 18, 23, 26, 27, 31 und 33 sogar mit der jeweiligen Leitform. Während das Llandovery (etwa 30 m) sich aus Tonschiefern zusammensetzt, die nur im Liegenden vereinzelte Kalkgeoden mit Conodonten der *celloni*-Zone führen, werden die Sedimente im Hangenden immer karbonatreicher. Wechselfolgen von gipsführenden Schiefen und dünnbankigen fossilreichen Mergeln mit dichten Kalkknollen, die oft Septarien zeigen, charakterisieren das Wenlock (20 m). Körperlich erhaltene Graptoliten, besonders *Monograptus priodon*, Ostrakoden, Brachiopoden, Trilobiten (*Aulacopleura*, Odontopleuriden etc.) treten in manchen Lagen massenhaft auf. Im Ludlow (20 m) sind dunkle Kalke, bräunliche Mergel mit Kalkknollen vorherrschend. Bei Mouthoumet hält die Gips- und Septarienführung untervermindert an. Pyrit- und eisenmineralreiche Kondensationshorizonte, Karbonatknollen mit Schrumpfungs-

rissen sind häufig. Das Faunenbild wird weiterhin durch die Graptoliten geprägt, während Brachiopoden, Ostrakoden und Trilobiten (*Raphiophorus*) zurücktreten und nur auf einzelne Lagen beschränkt bleiben. Dagegen sind Orthoceren und *Cardiola* häufig. Kleinwüchsige Conodontenfaunen belegen die *crassa-*, *ploeckensis-* und *siluricus-*Zonen. Im Prädoli (30 m), dessen Beginn durch das Erscheinen von *Monograptus ultimus* genau erfaßt werden kann, wird die Karbonatführung durchgehend: im Liegenden sind Blättermergel und dünnplattige Kalke, die sich oft zu meterdicken Geoden von schaligem Aufbau zusammensetzen, charakteristisch, im Hangenden folgen plattige Kalke, die nach oben zunehmend gerollte Quarze und Streuglimmer führen. Schließlich überwiegt die detritische Schüttung und es kommt zum Absatz von Sandsteinen, die bereits ins basale Devon gestellt werden und den Abschluß eines negativen Sedimentationszyklus bedeuten. Der Fazieswechsel kommt auch im Wandel des Faunenbildes zum Ausdruck. Während in tieferen Partien noch vereinzelt Graptoliten der *perneri*-Zone auftreten, tritt die pelagische Fauna dann rasch zurück, um Flachwasserbenthos Platz zu machen. Conodonten sind nicht selten und vertreten alle Zonen des höheren Silurs bis zur Formationsgrenze.

Die basalen Sandsteine des Gedinne sind der „mur quartzeux“ der Decken vergleichbar. Phantome von Crinoiden und Brachiopoden zeugen von ursprünglichem Kalkanteil. Wie in den Decken ist das übrige Unterdevon zumeist dolomitisiert. Der Quarzanteil dieser Dolomite ist dabei sehr hoch und es kommt bisweilen nach Abfuhr der Karbonate zu unverfestigten limonitreichen Sandsteinen. Nicht dolomitisierte sandige Kalke führen bei Cabrières Brachiopoden, die der Lochkovfauna verwandt sind (*Glossinotoechia*, *Sicorhynchia*, *Iridostrophia*, *Strophonella* etc.), Bryozoen, *Spathognathodus* des unteren Gedinne. Im Massiv von Mouthoumet konnte *Icriodus woschmidti* nachgewiesen werden. Dort setzen die Dolomite meist höher ein oder können lateral durch Tentakulitenkalke vertreten werden. Wie in den Decken ist die Dolomitobergrenze schwankend und kann quer zur Schichtung aufsteigen. Tiefste nichtdolomitisierte Sedimente sind kompakte dunkle Kalke und Kalkmergelfolgen (30 m) des Unterems. Die Fauna ist in den Mergeln besonders artenreich: Ostrakoden, Tentakuliten, Trilobiten, kleine Einzelkorallen darunter *Calceola sandalina*, Stromatoporen, vereinzelte Bryozoen, Arthrodirenreste, Conodonten und Brachiopoden (*Sieberella*, *Quadrithyris*, *Euryspirifer* cf. *pellicoi* etc.). Im Oberems dauert der Absatz von dünnbankigen Mergeln und Kalken weiter an (50 m). Charakteristisch ist jedoch ein beträchtlicher Kieselsäureanteil, der sich besonders auf größere Stockkorallen (Favositiden, *Heliolites*), Bryozoen und Brachiopoden konzentriert hat und zu deren durchgehender Verkieselung führte. Diese Schichten werden seit altersher „calcaire à polypiers siliceux“ genannt und finden sich als guter Korrelationshorizont in allen südfranzösischen Devonprofilen. Oft haben sich unter den Korallenstöcken Trilobitenlumachellen großer endemischer Scutelluiden und Phacopiden angehäuft, die sonst im Sediment selten sind. Wie auch in den Decken charakterisieren den tieferen Teil der „calcaire à polypiers siliceux“ Vertreter der Gattung *Paralejurus* (Paralejurusniveau), den höheren *Paraspirifer cultrijugatus*. Die Kieselkalksedimentation dauert darüberhinaus weiter an. Die Mergellagen treten jedoch zurück und die Bänke werden mächtiger, z. T. massig. Die Verkieselung beschränkt sich auf tellergroße Stromatoporenstöcke. Im übrigen ist Fauna selten. Spärliche Brachiopoden im Liegenden der Folge sprechen für Eifelalter (*Uncinulus orbignyanus*). Während das Mitteldevon (etwa 100 m) in der Regel nicht zu untergliedern ist, sind manchmal Faziesdifferenzierungen zu

bemerken: dunkle dünnbankige Tentakulitenschlammkalke und dichte Biomikritkalke (vom Japhet), deren Fauna (*Koneprusites*, *Proetopeltis*, *Tropidocorphe*) Obereifelalter angibt. Das Givet differenziert sich manchmal mit einer echten Riffentwicklung als Stringocephalen- und Amphiporenkalk, oder ist als Riffschutt-kalk mit zerbrochenem Crinoiden- und Brachiopodenschill ausgebildet. Zur Datierung ausreichende Conodontenführung setzt erst im höheren Givet ein und erlaubt die Mittel-Oberdevongrenze zu fixieren (Schmidtognathusfauna). Rhynchonelliden- und Trilobitenlumachellen sind im Grenzbereich häufig. Das Frasn besteht aus einer Wechselfolge (20 m) dünnbankiger dichter Biomikritkalke und Styliolinenmergel mit mehreren Niveaus schwarzer bitumenreicher, z. T. dolomitischer Mergel und Tonschiefer, die fossilreiche Kalkknollen mit *Manticoceras intumescens*, Lamelibranchiaten und Tentakuliten führen. Eingeschaltet sind dünne Lyditbänkchen. Diese Fazies, die derjenigen des Kellwasserkalks nahekommt, beginnt bereits im to 1 α 2 und erstreckt sich, bisweilen von bis zu mehreren m mächtigen Passagen Plattenkalks unterbrochen, bis zum unteren Famenne. Dies wird, wie in den Decken, von pyritreichen Tonschiefern mit verkiesten Cephalopoden eingeleitet. Es folgen dichte Cephalopodenkalke (5 m) mit *Cyrtosymbole*, dann rote und graue Clymenienknotenkalke in der Fazies „calcaire griotte“ (50 m). Wie in den Decken scheint die Knotenkalkentwicklung bis in das Karbon hinein anzudauern, wird dann aber von detritischen Kalken und Oolithen mit Brachiopoden, Trilobiten und umgelagerten Conodonten abgelöst. Die Oolithe dürften dem Tournai angehören. Ob zwischen ihnen und den überlagernden Lyditen mit Phosphatknollen (1 m) ein Hiatus besteht, ist noch nicht geklärt. Die Lydite werden von Kieselkalken gefolgt (> 50 m), die innerhalb der Klippen als die bisher jüngsten marinen Ablagerungen angesehen werden. Die zwischen den Klippen von Cabrières weit verbreiteten sandigen Schiefer mit allochthonen Productusriffen sowie begleitende Riffschutt-karbonate des höheren Visé 3 b und 3 c dürften ihrem Substratum angehören. Da ihr geographisches Auftreten ausschließlich auf den Klippenbereich beschränkt ist, ist ihre Zuordnung zu den liegenden Deckenflügeln umstritten.

Ausgewählte Literatur:

- ARTHAUD, F. (1970): Étude tectonique et microtectonique comparée de deux domaines hercyniens: les nappes de la Montagne Noire (France) et l'anticlinorium de l'Iglesiente (Sardaigne). — Thèse, USTELA, Sér. géol. struct. 1, 175 S., Montpellier.
- BERGERON, M. J. (1889): Étude géologique du massif ancien situé au Sud du Plateau Central. — Thèse, Ann. soc. géol., 22, 335 S., Paris.
- BÖHM, R. (1935): Études sur les faunes du Dévonien supérieur et du Carbonifère inférieur de la Montagne Noire. — Thèse, 203 S., Charité, Montpellier.
- BOYER, F., KRYLATOV, S., LE FEVRE, J., STOPPEL, D. (1968): Le Dévonien supérieur et la limite dévono-carbonifère en Montagne Noire, lithostratigraphie-biostratigraphie (Conodontes). — Bull. Centre Rech. — SNPA, 2, 5—33, 8 Abb., Pau.
- CAVET, P. (1957): Le Paléozoïque de la zone axiale des Pyrénées Orientales françaises. — Bull. Serv. Carte géol. France, 254, 216 S., 9 Taf., 3 Karten, Paris.
- CHAUBET, M. C. (1937): Contribution à l'étude géologique du Gothlandien du versant méridional de la Montagne Noire. — Thèse, 224 S., 7 Taf., 1 Karte, Charité, Montpellier.

- COURTESSOLE, R. (1973): *Le Cambrien moyen de la Montagne Noire, biostratigraphie.* — Imprimerie d'Oc, 241 S., 24 Abb., 12 Tab., 27 Taf., Toulouse.
- DEAN, W. T. (1966): *The lower Ordovician stratigraphy and Trilobites of the Landeyran valley and the neighbouring districts of the Montagne Noire.* — Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.), Geol., 12, 245—353, 8 Abb., 21 Taf., London.
- DREYFUSS, M. (1948): *Contribution à l'étude géologique et paléontologique de l'Ordovicien supérieur de la Montagne Noire.* — Mém. Soc. géol. France, 58, 1—63, 6 Abb., 9 Taf., Paris.
- FEIST, R. (1974): *Devonische Scutelluidae (Trilobitae) aus der östlichen Montagne Noire (Südfrankreich).* — Palaeontographica A, 147, 1—3, 70—114, 13 Abb., 2 Tab., 6 Taf., Stuttgart.
- FEIST, R. & SCHÖNLAUB, H. P. (1974): *Zur Silur/Devon-Grenze in der östlichen Montagne Noire Süd-Frankreichs.* — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., 1974, 200—219, 8 Abb., 2 Tab., Stuttgart.
- FRECH, F. (1887): *Die paläozoischen Bildungen von Cabrières (Languedoc).* — Z. dt. geol. Ges., 39, 360—488, Berlin.
- GAERTNER, H. R. von (1937): *Montagne Noire und Massif von Mouthoumet als Teile des südwesteuropäischen Variszikums. Beitr. zur Geologie der west. Mediterran-gebiete 18.* — Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math.-Phys., 3 (17), Weidmann, 260 S., 45 Abb., 5 Taf., Berlin.
- GÈZE, B. (1949): *Étude géologique de la Montagne Noire et des Cevennes méridionales.* — Mém. Soc. géol. France, 29, 1—215, 110 Abb., 7 Taf., Paris.
- GÈZE, B. (1971): *Carte géologique de la France, Bédarieux (232) 1:80000, 3. Aufl.* — Bur. rech. géol. min., Orléans-la-Source.
- GONORD, H., RAGOT J. P. & SAUGY, L. (1964): *Observations lithostratigraphiques nouvelles sur la série de base des nappes de Cabrières, région de Gabian-Glauzy (Montagne Noire, Hérault).* — Bull. Soc. géol. France, (7), 6, 419—427, 5 Abb., 1 Taf., Paris.
- OVTRACHT, A. (1967): *Gothlando-Dévonien et Dévonien inférieur du massif de Mouthoumet (Aude).* — Mém. Bur. rech. géol. min., 33, 171—188, 1 Karte, Paris.
- OVTRACHT, A. (1967): *Le Dévonien du domaine nord-pyreneen oriental.* — Int. Symp. on the Devonian System, 2, 27—35, Calgary.
- THORAL, M. (1935): *Contribution à l'étude géologique des Monts de Lacaune et des terrains cambriens et ordoviciens de la Montagne Noire.* — Bull. Carte géol. France, 192, 319—637, 52 Abb., 1 Karte, Paris.