

VOORLOPIGE RESULTATEN VAN DE KARTERING IN NOORD-SPANJE EN ZUID-FRANKRIJK

verkregen in 1957 door de Afdeling structurele geologie

DOOR

L. U. DE SITTER en H. J. ZWART

Inhoud

Inleiding	blz.
Pyreneeën	215
Spaanse Pyreneeën (DE SITTER)	215
Franse Pyreneeën (ZWART)	217
Asturië (DE SITTER)	224
Galicie (ZWART)	231

Inleiding

In 1957 werden de karteringen in twee gescheiden gebieden in de Pyreneeën voortgezet, verder in een gebied in N.-Leon aansluitend aan het N.-Palencia-gebied begonnen en in Galicia eveneens voortgezet.

In de Spaanse Pyreneeën werd dit jaar begonnen met gebieden, die uit het Segredal te bereiken zijn en op de duur zullen aansluiten met het Pallaresa-gebied. In de Franse Pyreneeën werd het onderzoek aan het massief van Aston voortgezet.

In N.-Leon vond de oefenkartering plaats aan de oostzijde van de Eslarivier, er werd dus een sprong naar het westen gemaakt van ongeveer 20 km van de Carrion rivier naar de Esla. Het tussenliggende gebied, dat het stroomgebied van de Cea bevat, werd gedeeltelijk ook in studie genomen.

In Galicia werden de resultaten van vorige jaren geconsolideerd en werd een nieuw gebied in bewerking genomen, dat tussen de andere gebieden nog open lag.

De verdeling van de studenten over de verschillende gebieden was als volgt:

	Fr. Pyr.	Sp. Pyr.	Asturië	Galicie
doct. kart. + prom.	2	7	2	3
gasten	—	—	3	—
oefenkart.	—	—	15	—

I. Pyreneeën

1. Spaanse Pyreneeën (L. U. DE SITTER)

In het Valle de Aran zette KLEINSMIEDE zijn werk voort, dat verwacht wordt tot een uitgebreide publikatie te voeren. Een bijzondere studie werd

door Dr. ZWART gemaakt van de metamorfe zone in het Cambro-Ordovicien vlak ten zuiden van Bosost. Ook hierover zal binnenkort worden gepubliceerd.

In de zuidelijke Pyreneeën werden van het Segredal uit twee nieuwe gebieden in studie genomen, (1) de voortzetting van de synclinaal van Llavorsi, waar deze de Andorraanse grens overschrijdt, en (2) de zuidrand van de axiale zone ten westen van de Segre. De twee gebieden worden gescheiden door een enorm breed gebied van niet metamorf Cambro-Ordovicien. Dwars hier doorheen werden enige excursies gemaakt, die wel aantoonde dat dit gebied voor een normale kartering geen perspectieven biedt. Een enkele

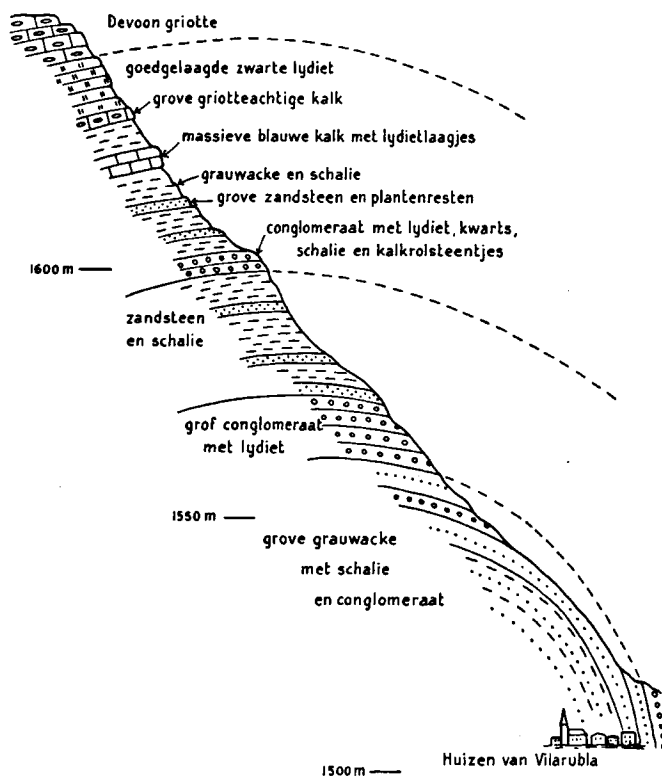


Fig. 1. Profiel van de overgang Devoon—Carboon bij Vilarubla

excursie in de randzone ten zuiden van de Boca de Cantó toonde aan, dat hier een zeer ingewikkelde structuur aanwezig is, die de voortzetting vormt van het profiel fig. 2 van het verslag 1956. Verscheiden zones van Ordovicien, Devoon en Carboon wisselen hier in verticale zin met elkaar af.

In een zeer fraai profiel is bij Vilarubla de overgang Carboon-Devoon ontsloten (fig. 1). De opeenvolging is omgekeerd. Opvallend is het voorkomen van goed gelaagde lydiet aan de basis van het Carboon, direct op de Devonische griotte, die weer gevolgd wordt door griotte en kalk met lydietlaagjes. Deze facies is bekend uit het Arizemassief; lydiet aan de basis van het Carboon is bekend uit de hele N.-Pyreneeën, maar was door ons aan de zuidrand nog niet gevonden. Opvallend is ook dat de conglomeraten

niet aan de basis van het Carboon liggen maar hoger op en steeds lydiet-fragmenten bevatten. Dit is ons ook uit de Noord-Pyreneeën bekend in het gebied van de Aude. Blijkbaar komt dezelfde facies van het Carboon N en S van de axiale zone voor, terwijl in die zone een geheel andere facies zonder lydiet en kalk prevaleert.

In het gebied van de Barranco de Civis, waar *DESSAUVAGIE* zijn onderzoek aanving, bleek tot onze verrassing dat de syncline van Llavorsi zich naar het oosten toe aanmerkelijk verbreed en hier tegen de grens van Andorra aan een zeer gecompliceerde bouw heeft. De zuidgrens van het Devoon van de syncline ligt ongeveer langs de benedenloop van de Bco. de Civis. Deze rivier stroomopwaarts volgend tot bij Civis, doorkruist men verschillende zones van het Gothlandien liggend tussen isoclinale Devoon-kalkplooien, waarvan het assenvlak een zuidelijke helling heeft. Even stroomafwaarts van Civis komt men in het Carboon, dat de kern van de syncline vult evenals in Llavorsi. De bovenloop van de Magdalenarivier doorsnijdt de hele syncline tussen Bordas de Conflens en de Ermita de Sta. Magdalena. Een goede aansluiting met de geologische kaart van Andorra van *LLOPIS LLADO* is nog niet bereikt en het vermoeden lijkt gewettigd dat deze kaart in het grensgebied nog wel enige correctie behoeft.

In het gebied tussen Rubio in het N en Guardia in het S ligt de Paleozoische Nogueraszone, die naar het oosten toe steeds smaller wordt en bij Bellpuy eigenlijk verdwijnt doordat dan nog slechts Mesozoische sedimenten (Trias) tussen de twee begrenzende breukzones besloten ligt. Deze oostelijke punt van de Nogueraszone is dit jaar door *MELLEMA* in bewerking genomen. Het gebied wordt ingenomen door Gothlandien-Devoon-Carboongesteenten met plaatselijk een discordante Triasbedekking. Het Carboon heeft dikwijls kwartslydieteconglomeraten op enige afstand van de basis. De structuren vertonen voor het merendeel een noordelijke helling en hebben een neiging om een NE—SW strekking te volgen. Naar het westen toe neemt het Carboon een steeds toenemende ruimte op het kaartbeeld in. In de gebieden tussen de Flamisell en de Ribagorzana werden de lopende karteringen afgesloten. Het verband tussen de liggende plooien van het Devoon en de structuur van het Ordovicien werd in de buurt van Capdella onderzocht.

Het Boven-Westfaal van Aguiró schijnt wel definitief discordant op het oudere Paleozoïcum te liggen, hetgeen zou betekenen dat de laat-Carbonische plooiing nog vóór het einde van het Westfaal is opgetreden.

2. Franse Pyreneeën (H. J. ZWART)

De kartering van de metamorfe gebieden in de Franse Pyreneeën maakte dit jaar goede vorderingen, hoewel slechts twee studenten, G. W. *VERSPLJCK* en J. F. *LAPRÉ* en een afgestudeerd geoloog, J. F. *GRAADT VAN ROGGEN*, aan het werk deelnamen.

Zelf legde ik met behulp van *GRAADT VAN ROGGEN* de laatste hand aan de kaart, waarop de drie massieven, St. Barthélemy, Arize en Trois Seigneurs, voorkomen.

Deze kaart is gereed en verscheen inmiddels in druk.

Het zuidelijke gedeelte van het St.-Barthélemymassief werd geheel opnieuw gekarteerd in verband met veranderde inzichten over de diepst ontsloten gneisen. De discordantie tussen paragneisen en migmatieten is een onjuiste opvatting gebleken. Dit jaar werd besteed aan het uiteenrafelen van de verschillende zones in de gneisen en het bestuderen van de overgang naar

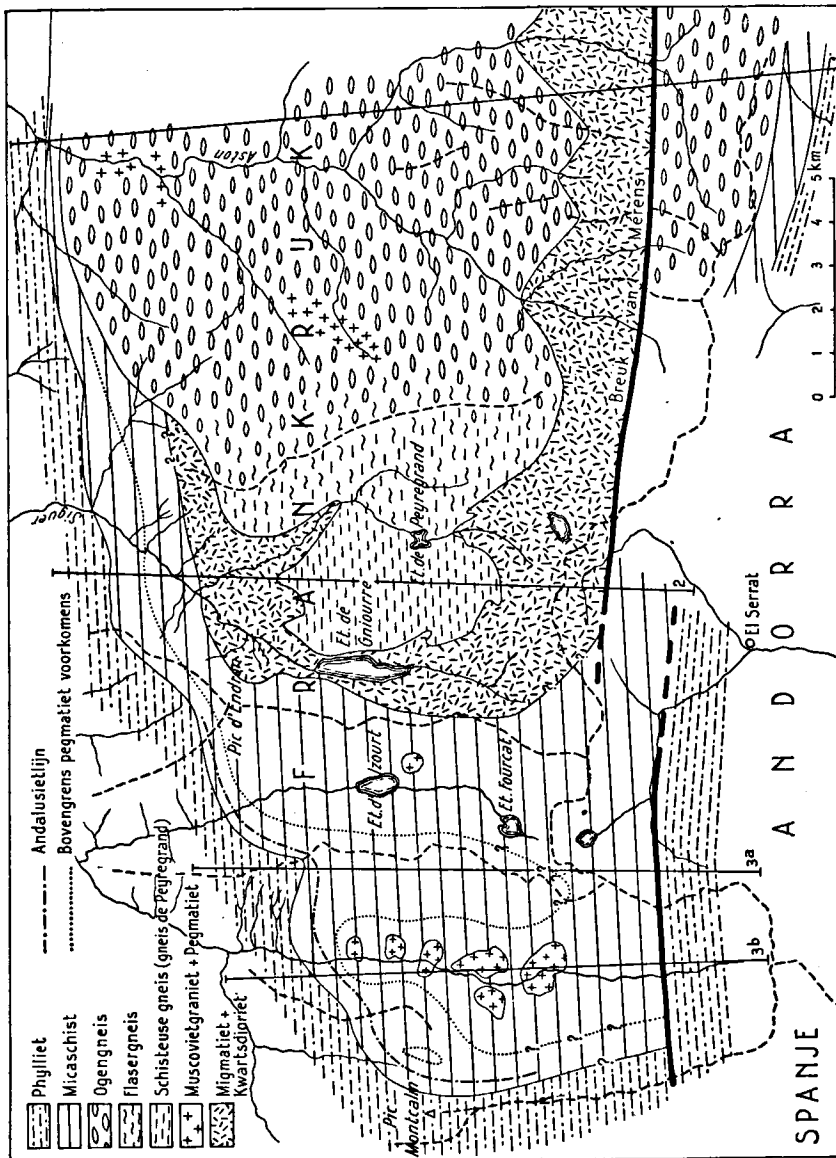


Fig. 2. Geologische schetskaart van het Ax-Montcalmmassief (de muscoviet-granietlichamen zijn schematisch aangegeven)

de migmatieten. Een uitvoerige beschrijving van deze gesteenten zal verschijnen in deel 22 van de Leidse Geologische Mededelingen.

Het metamorfe gedeelte van het Arizemassief waarvan slechts enkele stukken reeds bewerkt waren, werd tot aan Biert gekarteerd. Ook over dit gebied wordt in de L. G. M. gepubliceerd.

Het Trois-Seigneursmassief was al voor het grootste gedeelte door ALLAART, wiens dissertatie intussen reeds verscheen, gekarteerd. Enkele aanvullingen op de kaart van dit gebied werden gemaakt.

Door VERSPIJCK en LAPRÉ werd de kartering van het gneismassief van Ax-Montcalm voortgezet. Het westelijke uiteinde van dit gebied is gedeeltelijk reeds in kaart gebracht en zal vermoedelijk in 1958 worden afgemaakt. Het overige gedeelte van dit gebied, dat als laatste van de gneismassieven door ons gekarteerd zal worden, moet in de komende jaren aan de beurt komen. Dank zij een aantal excursies door dit nog niet gekarteerde gedeelte, is over de tektoniek en metamorfose al het een en ander bekend.

Het Ax-Montcalmmassief (fig. 2) is een grote dome van Cambro-Ordovicische sedimenten, waarvan een groot deel gegranitiseerd en geveldspatiseerd is. Deze processen leidden tot de vorming van verschillende soorten gneis en graniet. Om deze gneisen ligt een mantel van isochemisch metamorfe micaschisten, die in het niet of zwak metamorfe gedeelte van de Paleozoische gesteenten overgaan. Aan de zuidzijde worden deze micaschisten en gneisen afgesneden door enkele breuken, o. a. de breukzone van Merens.

Het meest westelijke deel van deze dome wordt door LAPRÉ bewerkt. Het belangrijkste probleem in dit gebied is de overgang van de verticale cleavage in het zwak metamorfe Cambro-Ordovicien, zoals dat in de buurt van de Pic de Montcalm voorkomt, naar de zwak hellende micaschisten en gneisen in het centrale gedeelte van het massief.

Daarnaast worden in kaart gebracht de biotiet-isograad, de andalusiet-isograad en de bovengrens van het voorkomen van pegmatieten en granieten (zie bijgaande kaart). In het dal van Mounicou komen tal van graniet- en pegmatietlichamen voor, waarvan de wijze van emplacement nadere bestudering verdient. Het ongerichte en vaak discordante karakter van deze granieten en pegmatieten wijst erop, dat ze van postkinematische ouderdom zijn. Dit wordt bevestigd door de metamorfe geschiedenis van de micaschisten; daarin is een zeer belangrijke statische metamorfose, na afloop van een syntectonische fase, zelfs met het blote oog, waar te nemen. Zowel andalusiet als biotiet treden als grote statische porfyroblasten op. De statische biotiet-isograad valt niet met de synkinematische samen; de eerste ligt enkele tientallen tot honderden meters hoger dan de laatste, d.w.z. het postkinematische metamorfosefront ligt hoger dan het synkinematische.

Het gebied van VERSPIJCK sluit aan de oostzijde bij dat van LAPRÉ aan. Hier komen enkele andere gesteenten voor: behalve micaschisten en leucocrate granieten zijn er migmatieten, kwartsdiorieten en leucocrate gneisen (gneis de Peyregrand) ontsloten. Teneinde de veldrelaties van het gneis de Peyregrand nader te onderzoeken, werd een excursie gemaakt naar het Astondal, waarbij een volledig profiel door dit gebied kon worden opgenomen.

Drie verschillende gesteenteseries komen in het Ax-Montcalmmassief voor, nl. een migmatiet-kwartsdiorietserie, een leucocrate serie bestaande uit gneisen en granieten en tenslotte de micaschistserie, die de bedekking van de voorgaande twee vormt.

In het algemeen bestaat het diepst ontsloten gedeelte uit gesteenten van

de migmatietserie; wat daaronder ligt, is onbekend, daar boven ligt de leucocrate serie, die op haar beurt weer bedekt wordt door de micaschisten. Behalve deze differentiatie van onder naar boven, is er ook een laterale verandering (zie fig. 2).

De gesteenten van de leucocrate serie kunnen in vijf groepen worden verdeeld:

1. pegmatieten
2. muscoviet-graniet
3. schisteuze gneis
4. flasergneis
5. ogengneis.

De mineralogische en chemische samenstelling van deze gesteenten is vrijwel identiek. Zij bestaan uit kwarts, albiet of zure oligoklaas, kali-veldspaat, muscoviet en biotiet.

De verschillen tussen deze vijf groepen berusten zuiver op structurele kenmerken. Deze zijn voor het ogengneis het voorkomen van ogen van veldspaat, waaromheen kwarts, biotiet en muscoviet liggen. Daarnaast zijn deze gesteenten duidelijk lineair, het zijn dus S-B-tectonieten. De grootte van de ogen is meestal enkele cm. In het flasergneis komen slechts verspreide ogen voor, lineatie is onduidelijk of meestal afwezig; de schistositeit wordt gekenmerkt door een gegolfd uiterlijk. De korrelgrootte is in het algemeen kleiner dan die van het ogengneis. Ogengneis en flasergneis kunnen zeer geleidelijk in elkaar overgaan.

Het schisteuze gneis kan geleidelijk in het flasergneis overgaan, maar ook scherpe contacten komen voor. Dit gneis is vrij homogeen van karakter, met niet gegolfde S-vlakken. Het zijn S-tectonieten. Dit schisteuze gneis is de door RAGUN beschreven gneis de Peyregrand, genoemd naar het meer van die naam. In dit gneis, maar ook wel eens in het ogengneis en het flasergneis, vindt men plaatselijk fijnkorrelige granitische gneisen, waarin kwarts-sillimanietlenzen tot een grootte van enkele cm voorkomen.

De muscoviet-graniet wordt gekenmerkt door een volledig ongeoriënteerde structuur. Meestal zijn deze granieten fijn- tot middelkorrelig, maar pegmatitische gedeelten zijn talrijk. Ook pegmatietgangen komen veel voor.

Uit het veldonderzoek bleek, dat deze verschillende gesteentegroepen een bepaalde ouderdomsopeenvolging hebben in de beschreven volgorde en wel zo, dat de ogengneisen het oudste en de pegmatieten het jongste zijn (zie ook de profielen fig. 3). Dit blijkt eveneens uit de microscopische eigenschappen. De ogengneisen zijn sterk gedeformeerde gesteenten en hebben dus een belangrijk deel van de hercynische plooiing meegemaakt. De flasergneisen zijn nog slechts zwak gedeformeerd, de fijnkorrelige gneisen en granieten zijn niet hercynisch gedeformeerd. Bijgevolg is het een serie gesteenten, beginnend met een lineaire en schisteuze gneis, waarin eerst de lineatie en daarna de schistositeit verdwijnt, naarmate het gesteente in een latere fase is gekristalliseerd.

Voorts wees het veldonderzoek uit dat het grootste deel van deze gneisen en granieten metasomatisch veranderde sedimenten zijn en geen orthogneisen of intrusieve granieten. Verder blijkt er elke willekeurig denkbare relatie te bestaan tussen deze vijf gesteentesoorten en de micaschisten, waaruit ze ontstaan zijn met inachtneming van de ouderdomsopeenvolging. D. w. z. elk jonger gesteente kan uit een willekeurig ouder gesteente ontstaan, b.v. een micaschist kan eerst een ogengneis worden, dan een flasergneis, vervolgens

een schisteuze gneis, dan een muscoviet-graniet, en tenslotte een pegmatiet. Een muscoviet-graniet of pegmatiet kan echter ook direct uit micaschist, maar eveneens uit ogengneis of flasergneis ontstaan. Al deze ouderdomsopeenvolgingen kunnen in dit bijzonder goed ontsloten gneismassief bestudeerd worden, waarbij dan nog het microscopische onderzoek vermeld moet worden, dat deze conclusies geheel bevestigt.

Het blijkt nu, dat deze verschillende gesteenten niet overal evenveel voorkomen, maar dat er opvallende verschillen zijn in hun verdeling. In grote lijnen komt het hierop neer, dat in het centrale deel van het massief (het meest oostelijk op het kaartje) veel ogengneisen voorkomen, voornamelijk in het dal van Aston. Daarnaast vindt men er, hoewel in mindere mate, ook flasergneisen, muscoviet-granieten en pegmatieten. Verder westwaarts, zoals in het dal van de Siguer, komen geen ogengneisen meer voor, maar alleen flasergneisen, schisteuze gneisen en granieten. Nog verder naar het

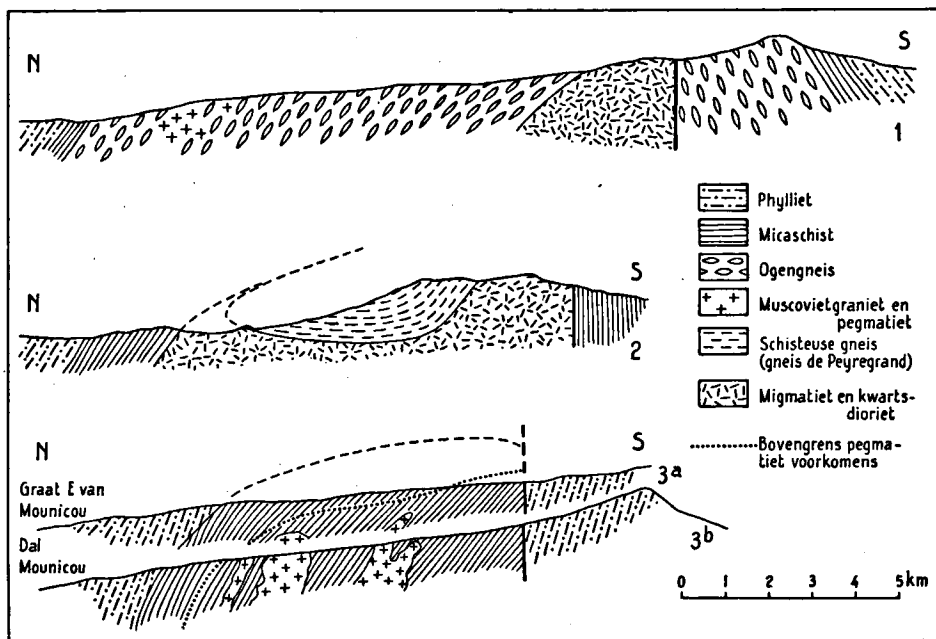


Fig. 3. Profielen door het Ax-Montcalm massief

westen, in het dal van Mounicou, ontbreken alle gneisen en vindt men alleen nog maar muscoviet-granieten en pegmatieten. Deze verdeling leidt tot de volgende conclusie: de veldspatisatie, die tot het ontstaan van gneisen en granieten aanleiding gaf, begon in het dal van de Aston reeds tijdens de plooiing, in het dal van de Siguer aan het eind en in het dal van Mounicou pas na afloop van de plooiing. Het einde van de granitisatie ligt in de drie dalen ongeveer gelijk, maar het hoogtepunt van de postkinematische granitisatie ligt toch wel meer in het westelijke gedeelte. In dit laatstgenoemde gedeelte is dus de totale duur van de veldspatisatie veel korter dan in het centrale gedeelte.

Een probleem van bijzondere aard vormen de kwartslenzen in het fijnkorrelige granitische gneis, die door RAGUIN werden beschreven als gegranitiseerde kwartsconglomeraten. Deze interpretatie is nogal dubieus, vooral na de waarnemingen, die wij het vorig jaar verricht hebben. Uit het microscopische onderzoek was al gebleken, dat het niet om zuivere kwartslenzen gaat, maar dat de kwarts steeds doorgroeit is met fibroliet. Soms bevatten deze lenzen zoveel fibroliet, dat men beter van fibrolietknoten kan spreken. Bovendien komen deze lenzen alleen in het fijnkorrelige gneis voor, en nooit in de granieten, het flasergneis of het ogengneis, hoewel daarin wel eens zuivere sillimanietmassa's optreden. Verder werden zij behalve bij de bekende vindplaats van het Etang de Peyregrand ook gevonden in volkomen identieke gneisen voorkomend in ogengneis ten zuiden van de breuk van Mérens. Het meest doorslaggevende argument is echter, dat bij een discordant contact tussen flasergneis en fijnkorrelige gneis, waarbij uit de aard van dit contact geconcludeerd kon worden, dat het laatste een rekristallisatieproduct van het eerste is, de kwarts-fibrolietlenzen in het fijnkorrelige gneis niet in het flasergneis doorlopen. Met andere woorden deze lenzen zijn jonger dan het flasergneis, en kunnen dus geen resten van conglomeraten zijn. Het zijn dus nieuwvormingen, gebonden aan rekristallisatie onder statische omstandigheden. Trouwens het statische karakter van de fibrolietmassa's was onder het microscoop al lang duidelijk. Het juiste mechanisme van het ontstaan van deze kwarts-fibrolietaggregaten is niet duidelijk; het zijn vermoedelijk porfierblasten, waarvan de sillimaniet metasomatisch is.

De tweede, dieper gelegen eenheid, de migmatieten en kwartsdiorieten zijn van andere aard dan gesteenten van de leucocrate serie, al is hun ouderdom gedeeltelijk gelijk en zijn zij ook aan veldspatisatie onderhevig geweest. Van deze gesteenten blijkt de sedimentaire afkomst veel duidelijker uit de mineralogische en chemische samenstelling. Zij bevatten altijd veel Al-silicaten, zoals cordieriet en sillimaniet. Bovendien komen er marmer- en amfibolietlagen in voor, die op het oorspronkelijk sedimentaire karakter wijzen. Twee gesteentetypen kunnen worden onderscheiden, nl. (1) sillimanietgneisen en (2) kwartsdiorieten.

De sillimanietgneisen zijn migmatieten in de eigenlijke zin des woords, zij bestaan uit biotiet-sillimaniet-muscovietbandjes afgewisseld met kwarts-plagioklaaslagen; de laatste hebben een ongerichte structuur. De kwartsdiorieten hebben dezelfde mineralogische samenstelling, maar hebben hun oorspronkelijke gneis-structuur door rekristallisatie verloren en zijn ongerichte granitische gesteenten. Kwartsdiorieten komen meer voor dan typische sillimanietgneisen in het Ax-Montcalm-massief.

De vorming van de sillimanietgneisen valt ongeveer aan het einde van de plooiing, de kwartsdiorieten zijn door posttectonische rekristallisatie daaruit ontstaan. In deze gesteenten is dus de volgende ouderdomsopvolging waar te nemen: (1) micaschist, syntectonisch; (2) sillimanietgneis, laat-tectonisch; (3) kwartsdioriet, posttectonisch.

Eenzelfde ontwikkeling is ook in de micaschisten waar te nemen, waarin zowel een synkinematische als een postkinematische paragenese voorkomen. De synkinematische paragenese is: biotiet I, muscoviet I, stauroliet en cordieriet; de postkinematische is biotiet II, andalusiet, daarna fibroliet en tenslotte muscoviet II.

In het volgende schema kunnen nu alle gesteenten van het Ax-Montcalm-massief geparalleliseerd worden; zie ook fig. 4.

	leucocrate serie	migmatietserie	micaschistserie
postkinematisch	pegmatiet muscoviet graniet	pegmatiet kwartsdioriet	muscoviet II fibroliet biotiet II, andalusiet
laatkinematisch	schisteuze gneis flasergneis	sillimanietgneis + veldspatisatie	biotiet I, muscoviet I stauroliet (cordieriet)
synkinematisch prekinematisch	ogengneis + veldspatisatie pelieten	micaschist	

De enige moeilijkheid, die nog overblijft, is de vraag waarom de gneisen en granieten in twee groepen worden gesplitst, nl. een bovenste leucocrate serie en een onderste migmatiet-kwartsdiorietserie. Het antwoord op deze vraag is niet, dat de toevoer in de leucocrate serie van andere aard zou

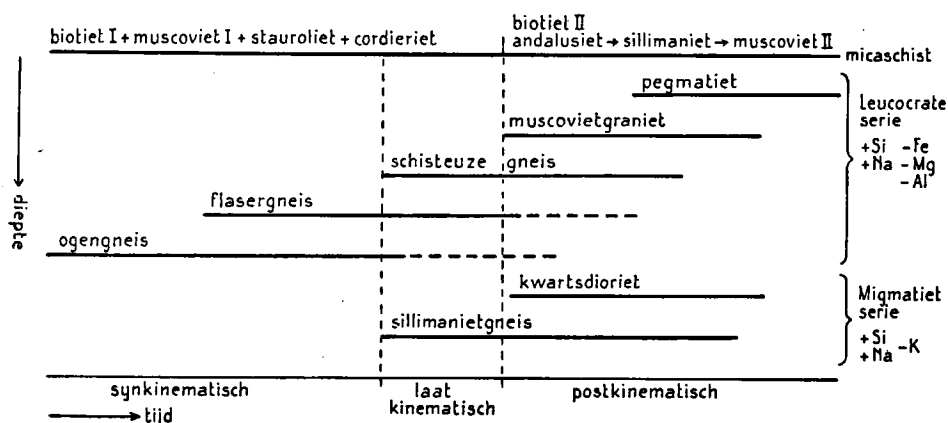


Fig. 4. De vorming van gneisen en granieten in het Ax-Montcalm massief in verband met tijd en diepte

zijn; in beide gevallen is er Si en Na toegevoerd. In de leucocrate serie is echter kalium, waarvan een hoog percentage in de oorspronkelijke pelieten aanwezig was, in de gesteenteserie gefixeerd gebleven en in de migmatietserie wordt kalium verdreven, hetgeen aanleiding geeft tot een ontwikkeling in de richting van kwartsdioriet. De hogere som van beide alkali's in de leucocrate serie is er dus de oorzaak van dat daar in het algemeen geen Al-silicaten meer aanwezig zijn, terwijl het veel lagere alkali-gehalte in de migmatieten en kwartsdiorieten een overschot aan aluminium, dat niet aan veldspaat gebonden is, overlaat, resulterend in het voorkomen van Al-silicaten als cordieriet en sillimaniet.

Hiermede is uiteraard de moeilijkheid slechts verplaatst en een definitief antwoord op de vraag naar de oorzaak van deze splitsing in twee gesteentegroepen is daarmee niet gegeven. Wel dient nog vermeld te worden, dat een dergelijke opeenvolging van migmatiet-kwartsdiorietserie onder een leucocrate serie in bijna alle Pyreneese gneismassieven voorkomt, en blijkbaar tot een essentieel onderdeel van de gneisstratigrafie van de Pyreneeën behoort.

Oefenkartering in het Rio Eslagebied

De keuze van het gebied van de Rio Esla voor de oefenkartering in 1957 berustte op de zeer gunstige omstandigheid, dat wij enerzijds beschikten over stratigrafische gegevens het Devoon betreffende van Pierre COMTE en anderzijds over enige kennis van het discordante Stephaan door vorige excursies verkregen. Van de structuur was ons hoegenaamd niets bekend.

De kartering werd uitgevoerd op een 1:25.000 vergroting van de 1:50.000 Spaanse kaart, die in detail nogal veel te wensen overliet.

Stratigrafie

Het stratigrafisch profiel van Cambrium tot Viséen van Léon van COMTE ziet er enigszins vereenvoudigd als volgt uit (zie tabel I).

Onze eigen stratigrafische ervaringen, afgezien van het Carboon, zijn in het hierna volgende algemene profiel weergegeven (fig. 5), vergeleken met het pas gepubliceerde profiel van het blad Proaza van de 1:50.000 Spaanse geologische kaart.

Ons profiel werd in zijn geheel opgenomen in de zuidflank van de synclinaal van Villayandre. De bovenste helft werd bovendien opgenomen zowel boven en ten E van Aleje en ten S van Santa Olaja. Fig. 6 geeft een vergelijking op grotere schaal van deze drie profielen. Reeds een oppervlakkige vergelijking van COMTE's standaardprofiel van het Devoon, dat van de Esla tot de Bernesga geldt, met ons eigen profiel en dat van Proaza doet zien dat er tussen de drie waarnemingen een grote overeenstemming heerst. De enorme variaties in dikte, die COMTE voor de verschillende etages opgeeft, berusten waarschijnlijk gedeeltelijk wel op tectonische, en dus schijnbare, verdikkingen.

Boven-Carboon — Moeilijker wordt de stratigrafie van het boven de Viséenkalk gelegen deel van het profiel. Vermoedelijk behoort het kolenhoudende pakket van Huelde, dat tussen het Viséenkalkmassief van Peñas Pintas in het noorden en de grote Devoon-kwartsietrug van Las Salas ligt, tot het hogere Westfaal (C en D). Dit vermoeden berust op het voorkomen van zeer grote kwartsietrolstenen, vrij willekeurig verspreid in schaliepakketten of in een conglomeraatbank, die lateraal overgaat in zandsteen, zoals wij die ook uit het Pisuergagebied kennen. De rolstenen zijn daar oorspronkelijk afkomstig van het Curavacas (Westf. B)-conglomeraat en zijn later in de locale Boven-Carboonbekkens tegelijk met de normale zand-kleisedimentatie terecht gekomen. De afronding is dus ouder dan de sedimentatie.

Het is te hopen dat toekomstig onderzoek wel in staat zal blijken determineerbare plantenresten uit de koollagen, die dit bekken bevat, te verzamelen.

Behalve in dit Hueldebekken komt Boven-Carboon ongetwijfeld voor in het Ocejodal. Vlak boven dit dorp is duidelijk te zien dat het kalkconglomeraat (Stephaan B), waarover hieronder meer volgt, een opeenvolging, die

Tabel I. Het Devoon van Leon volgens P. Comte

Form.	dikte in m	Voornaamste fossielen	Etage
Ermitage zandsteen	0—1000	Pugnax moresnetensis in bovenste 25 m. Cleiothyris royssii. Camarotoechia letiensis	Famenien
Fueyo schisten	> 100	Posidonomya venusta Camarotoechia letiensis	
Nocedo zandsteen	± 500	Camarotoechia omaliusi Strophonella retrorsa Cariniferella dumontiana Spirifer bouchardi	Frasnien
Portilla kalk	50—80	Spirifer tentaculum	Givétien
		Cupressocrinus crassus Strophodonta nobilis Spirifer mediotextus, Sp. berberinensis. Koralen	
Huergas schisten	220—300	Posidodomya pargai, Anarcestes rouvillei, Martinia inflata	Eifélien
		Posidodomya pargai, Spirifer elegans aan de basis: Anarcestes subnautilus, Phacops potieri	
S. Lucia kalk	100—250	Spirifer paradoxus, Sp. cultrijugatus, Uncinulus orbignyanus	Emsien
		Uncinulus pilus, Spirifer paradoxus, Sp. auriculatus. Vele Koralen en Stromatoporen	
La Vid kalk en kalkschisten	180—500	Vele Athyridae, Spirifer pellicoi, Sp. trigeri, Uncinulus pilus	Siegénien
		Spirifer trigeri, Sp. pellicoi, Sp. rousseaui, Wilsonia subwilzoni, Uncinulus henrici	
		Spirifer hystericus, Sp. subsulcatus, Sp. primaevus. Sp. mercuri aan de basis	
San Pedro zandsteen	70—170	top: Acaste spinosa, Spirifer mercuri, Sp. vulcani	
Formigoso schisten	50—100	Rynchonella ampelididis basis. Monograptus runcinatus, M. peregrinus, M. concinnus	Wenlock Taronnon Llandovery

bestaat uit kalk, glimmerzandsteen en schalie, discordant afsnijdt. De ouderdom ervan is ongetwijfeld Carboon, want er werd *Calamites* en *Lepidodendron* in gevonden. Volgens de karteerders van dit gebied bevat ook dit pakket de koollagen, die in kleine mijntjes in dit dal ontgonnen worden. Aangezien in enkele gevallen de koollagen echter zeker in de basislagen van het kalkconglomeraat liggen, ben ik er niet zo zeker van dat beide complexen kool-

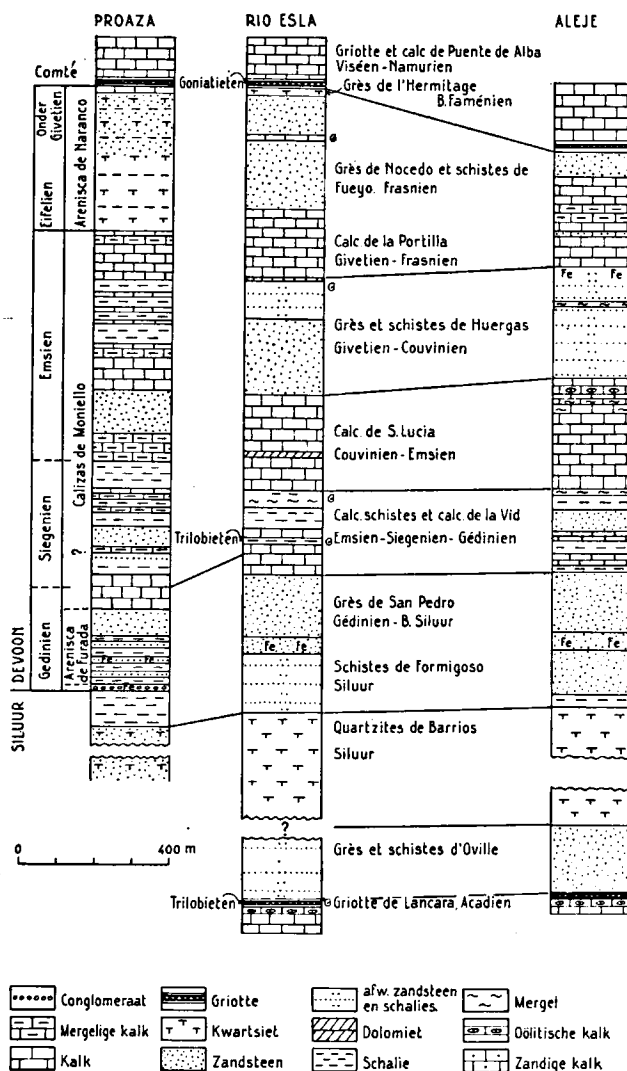


Fig. 5.

lagen bevatten. Of dit pakket van Oejo tot het Boven-Westfaal behoort of een andere ouderdom heeft, zal ook door fossielen, die nu nog niet tot onze beschikking staan, uitgemaakt moeten worden.

Hetzelfde geldt voor de lagen, die even ten S van de Peña Negra op

3 LANGS DE ESLA OPGENOMEN PROFIELEN IN HET DEVOON

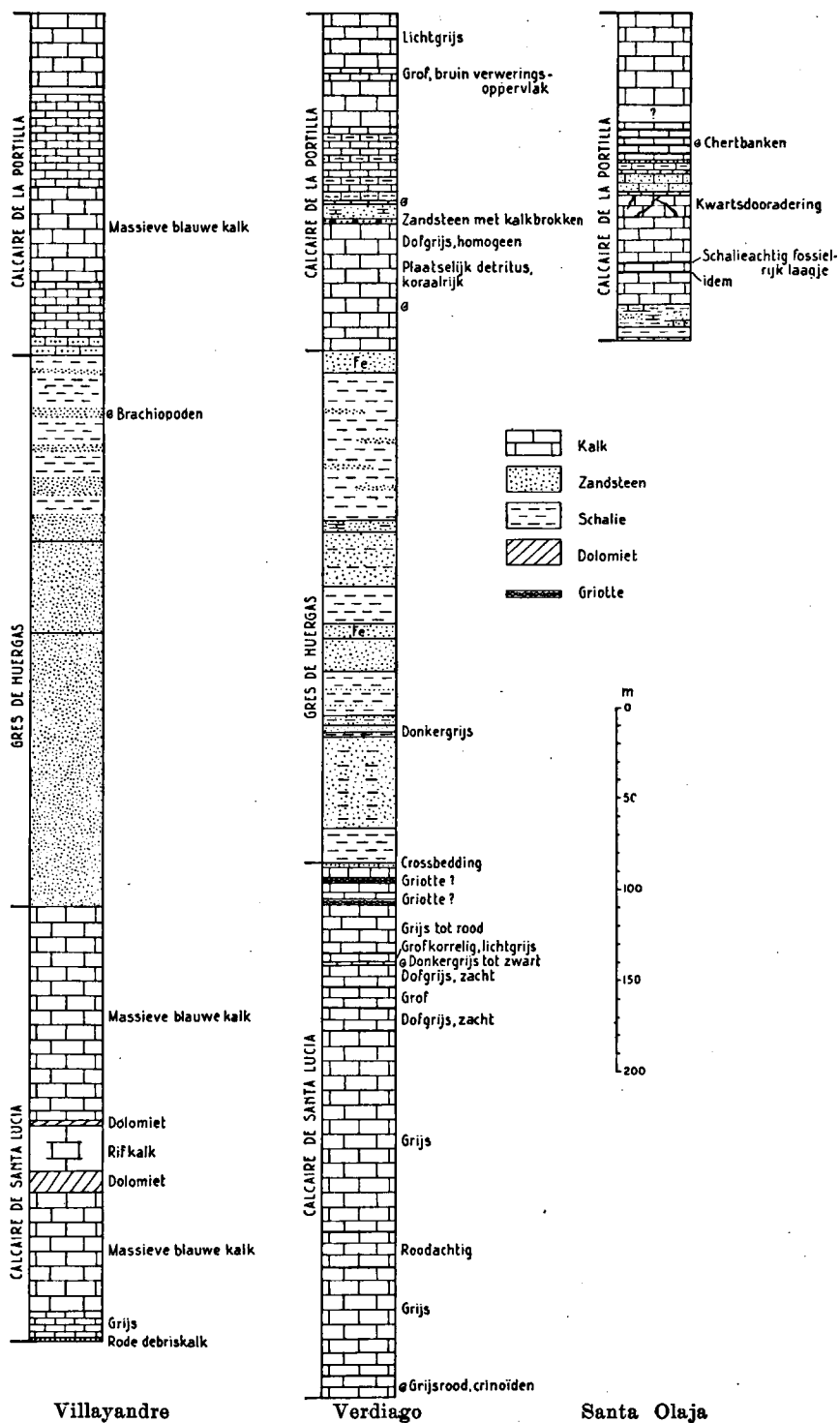


Fig. 6.

de NW-helling van het dal aan de dag komen. Volgens eigen waarnemingen is een gedeelte van dit pakket zeker Devoon, in een ander gedeelte komen blijkbaar kwartsietrolsteenlagen voor, die doen denken aan de Culmconglomeraten van het Pisuerga-Ruesgagebied.

Ook blijft het nog een open vraag of de veelvuldig voorkomende zandstenen tussen de kalkconglomeraten wel overal tot het Stephaan B behoren of tot de discordant eronder gelegen oudere lagen zoals die bij Ocejje.

Tenslotte hebben wij dus de zware conglomeraten leren kennen die beide hellingen van het Ocejodal bedekken tot op de begrenzendende bergkammen toe. Dank zij de hierin voorkomende flora, gebonden aan lensvormige koollagen, en gedetermineerd door WAGNER, weten wij dat deze conglomeraten een Stephaan B + C ouderdom hebben. Ook dit jaar werd in het zuidelijk gedeelte een kleine verzameling van deze flora gemaakt. Door verschillende karteerders is opgemerkt, dat de matrix ook kalk kan zijn en dat naast de goed afgeronde kalkrolstenen, die verondersteld worden van de Viséenkalken afkomstig te zijn, steeds ook een klein of groter gehalte aan kwartsietrolstenen aanwezig is.

In het noordelijke gedeelte van het gebied, ten E van Remolina, komt echter een afwisseling van kalkrolstenen en kwartsietrolstenen bevattende conglomeraten voor. De kartering heeft nog niet definitief uitgewezen of in werkelijkheid de kalceonglomeraten steeds óp de kwartsietconglomeraten rusten, soms door tectonische complicaties gestoord, of dat inderdaad beide conglomeraten in elkaar overgaan, lateraal zowel als verticaal. Wel is opgemerkt dat het conglomeraat alleen dan kwartsiet bevat als er een Devoonkwartsiet in de buurt aan de oppervlakte komt. De voortreffelijke afronding van de kwartsietrolstenen, die beter is dan die van de kalkrolstenen, maakt het echter zeer twijfelachtig dat een dergelijk verband anders dan toevallig zou zijn. In een van de ontsluitingen van het Ocejodal is te zien, dat een oude puinkegel van Viséén bedekt wordt door de basis van het conglomeraat, waaruit dus blijkt dat het laatste op een sterk ingesneden landschap is afgezet.

De resultaten resumerend hebben wij dus van het Carboon leren kennen:

Steph. B + C	Kalk-rolsteenconglomeraat met zandsteen en koollagen, in het noorden afwisselend met kwartsietconglomeraat, ligt discordant op Westf., Viséén en Devoon.
Westf.	Zandsteen, schalie met verspreide kwartsietconglomeraten en enkele koollagen en kalklagen.
Viséén + (Nam.?)	Culm, zandsteen, kalk- en kwartsietconglomeraat, massieve kalk met aan de basis de welbekende griotte-rode schalie-radiolariet facies.

Onder-Carboon — Hiertoe behoort dus in de eerste plaats de Caliza de Montaña, in het algemeen als massieve kalk ontwikkeld, maar die in de buurt van Cistierna toch meer platenkalk blijkt te bevatten. Ook in het Ruesgagebied kennen wij deze ontwikkeling van platenkalk boven op de massieve kalk.

Vooraf in het zuiden is de griotte-faciesgroep, die naast rode griotte ook rode schalie en radiolariet bevat, fraai ontwikkeld, waarin dan de opeenvolging van deze elementen niet overal gelijk is. Ten noorden van de kam van de Murrial bij Cistierna werd een profiel opgenomen waarbij het opvalt, dat de griotte door een dik pakket schalie en kalkschalie van de kalk gescheiden is. In het centrale en noordelijke gebied vallen de rode schalies

soms geheel weg, ontbreekt de radiolariet steeds en ligt de griotte direct tegen de kalk, die ook minder goed gelaagd is.

In de griotte zijn hier en daar goniatieten gevonden. Waar in het Pisuerga- en Carriongebied de griotte een zeer betrouwbare gidshorizon was, is dit in het Eslagebied niet meer het geval. Dergelijke rode kalken komen hier ook in het Cambrium en in het Devoon (onder en boven de St.-Luciakalk) voor, maar niet in het Boven-Devoon, zoals in het Ruesgagebied (en bij Muda) en in de Pyreneeën. De Cambrische en Devonische griottes bevatten echter veel schelpresten en hebben meer een detritisch karakter, terwijl de rode kalkhorizon van de St.-Luciakalk niet zozeer gevlekt is en ook een duidelijk detritisch karakter heeft.

Variaties in de Devoon-opeenvolging

Wij willen nog enkele woorden wijden aan de faciesvariaties in het Devoon.

Wat de zandige formaties in het Boven-Devoon betreft is in het zuiden het verschil tussen de Noceda- en Ermitage-zandstenen gering, de Ermitage is kwartsitisch en van de Fueyo-schalies is weinig te bespeuren. Bij Aleje komt in deze zandsteenserie een reeks van kalkklenzen voor. Geheel in het noorden bij Las Salas zien wij toch ondanks de zeer sterke verplooiing een zeer duidelijke kwartsiet-griotte-massieve kalk opeenvolging, van welke reeks de kwartsiet ongetwijfeld het Boven-Devoon (Ermitage-kwartsiet) representeert. Dit laatste is dus in overeenstemming met de opeenvolging in het Carriongebied, waar deze kwartsieten zeer dik kunnen worden. Een echte ijzerzandsteen komt er zelden in voor.

De groep St. Lucia-Huergas-Portilla is zeer typisch. De Portilla-kalk bestaat in het zuiden duidelijk uit drie kalkniveaus, waarvan de onderste in het bijzonder fossielhoudend bleek te zijn (*Leptaena*, *Atrypa*), de middelste vuursteenlagen en concreties bevat en de bovenste een massieve kalk is met bryozoën (zie profielen van fig. 6).

De Huergas-zandstenen zijn sterk glimmerhoudend en wisselen af met schalies. Hierin wordt veelal een ijzerzandsteen aangetroffen. Naar het noorden toe schijnt het zandige karakter te verdwijnen, maar dit staat tengevolge van de ingewikkelde structuur geenszins vast.

De St.-Luciakalk wordt in het bijzonder gekenmerkt door een rode detritische kalkhorizon aan de basis, die zowel boven Aleje als westelijk van Remolina goed ontwikkeld is en ten S van Valdore zeer duidelijk aan de dag treedt.

De La-Vidformatie bestaat uit donkere plaatkalken met donkere schisten, die aan de basis veel trilobieten (*Phacops*) kunnen bevatten. Ook deze formatie schijnt naar het noorden toe kalkiger te worden.

De San-Pedrozandstenen zijn weer door een ijzerzandsteen gekenmerkt.

Siluur en Cambrium

De onderste groep van ons profiel is weinig onderzocht. De kwartsieten van Barrios treden als harde laag zeer duidelijk in het landschap naar voren. De dolerieten, die er in voorkomen, zijn weinig of niet onderzocht. Evenmin is dit gebeurd met de zandsteen-schalieafwisseling er onder, die de naam van d'Oville draagt.

De Cambrische griottes, rode knollige kalken en rode schalies hebben

dikwijls een duidelijk detrituskarakter met vele schelpenresten. De trilobieten zijn plaatselijk talrijk (*Paradoxides*, *Conocoryphe*). Bij Verdiago en ten noorden van Cremenes ligt onder de griotte oolithische kalk en dolomiet met een zeer typisch karakter van kris-krasgelaagdheid.

Structuur

In grote lijnen gezien trekt in het onderzochte gebied de algemene E—W richting de meeste aandacht (fig. 6). Deze richting wordt voor-

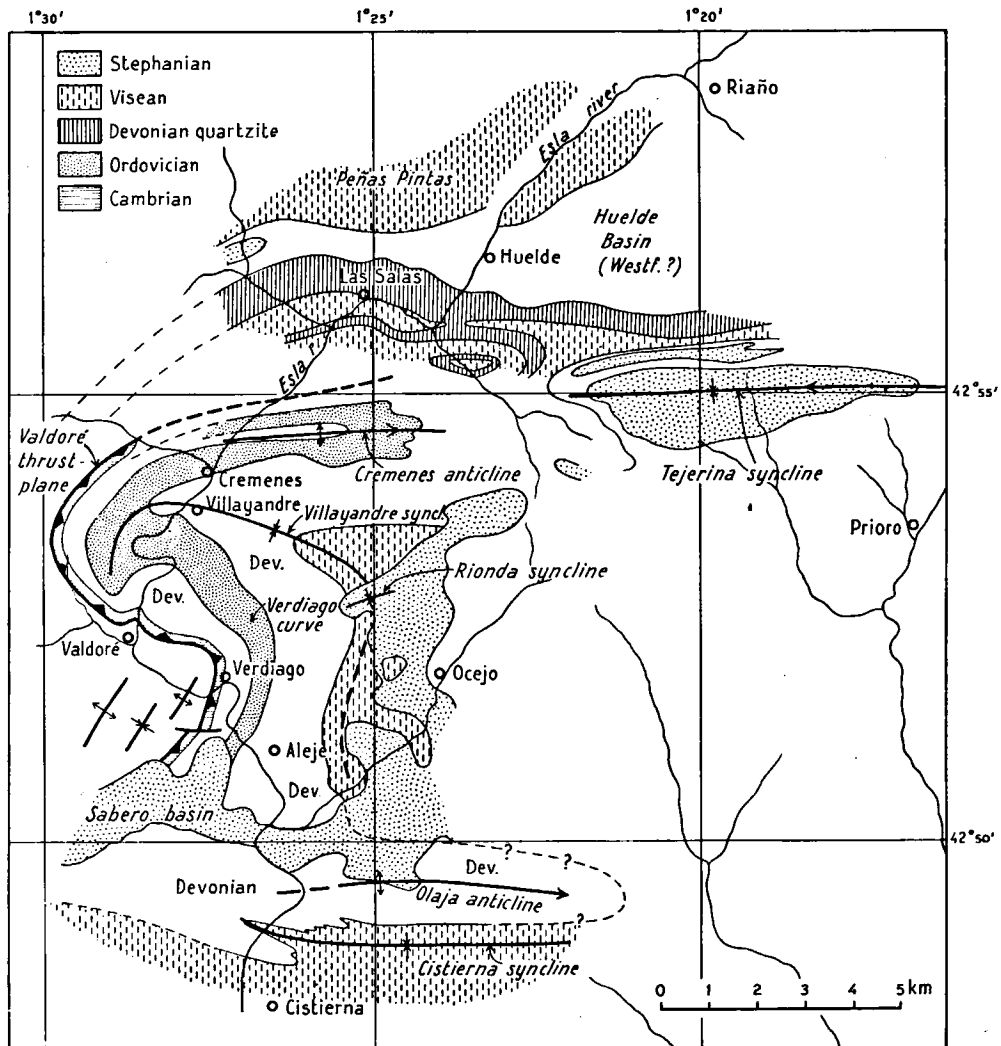


Fig. 7. Structuurkaart van het Esla-gebied

namelijk uitgedrukt door de zuidelijke structuren bij Cistierna en de noordelijke structuren van Peñas Pintas en Las Salas. Een tweede belangrijk en opvallend structuur-element wordt gevormd door de boog van Siluur-kwartsiet,

de Verdiago-boog, die zich van Aleje naar Villayandre uitstrekt en de naar het noorden daarop volgende structuren van de syncline van Villayandre en de anticlinal van Cremenés. Een derde element zijn de nog vrij onduidelijke structuren, die door de kalkerconglomeraten in het oostelijke deel van ons terrein worden getekend. Deze onduidelijkheid is het gevolg van de zeer onregelmatige ondergrens, die meer door de steil ingesneden topografie van het Pre-Stephaan B bepaald wordt dan door de latere vervorming. In het aangrenzende gebied ten noorden van Prioro komt echter duidelijk uit dat deze jongste carbonische afzetting een E—W structuur bezit. Ook het boven-carbonische bekken van Sabero, niet door ons gekarteerd, heeft een E—W strekking (fig. 7).

Het is dus in de eerste plaats duidelijk, dat E—W gerichte structuren een belangrijke rol spelen en dat deze richting ongetwijfeld ook actief is geweest na het Boven-Carboon.

De centraal in ons gebied gelegen structuren geven echter gedeeltelijk een ander beeld. Hierbij is het van groot belang op te merken, dat de blijkbaar zeer belangrijke Valdoré-overschuiving, die de genoemde boog van Verdiago, gevormd door Siluur met Cambrium, aan de basis vergezelt en dit Oud-Paleozoïcum op het Midden-Devoon heeft gebracht, mede ombuigt en via Velilla de Valdoré met een grote boog terugbuigt om ergens ten noorden van Cremenés de Esla weer te kruisen. Het staat wel boven twijfel verheven dat een dergelijk bochtig verloop van een grote overschuiving slechts tot stand kan komen door een latere vervorming van een oudere structuur. Men zou dus geneigd zijn te veronderstellen dat er een oudere structuur, richting en stand onbekend, bestond, die naderhand door een sterke E—W gerichte structuur werd vervormd. In aanmerking nemend dat wij uit het Pisuerga-Camporedonodgebied een sterke Sudetische (post-Onder-Carboon) fase kennen, is het vermoeden gewettigd, dat deze fase de Valdoré-overschuiving en andere structuren in het Devoon en Viséen, b.v. de Viséen-structuren die van Santa Olaja naar het noorden gericht zijn, heeft gevormd. Een jongere post-Stephaan B plooiing heeft dan de E—W structuren gevormd.

De Asturische fase, die in het Pisuergagebied tussen Stephaan A en B ligt, is in het Eslagebied voorlopig nog niet aangetoond, en is ook in het Carriongebied weinig ontwikkeld. Toch is het niet uitgesloten dat het de Asturische fase is, die oudere structuren heeft gevormd en niet de Sudetische, of dat de Asturische fase óók een invloed heeft gehad? Dit vraagstuk kan slechts onderzocht worden als meer van de Westfaalbekkens bekend is.

Galicie

In Gallicie werden een drietal gebieden bewerkt. Twee van deze karteringen, nl. die van J. C. GEUL en van A. L. G. COLLÉE, werden afgesloten, terwijl W. F. H. PILAAR voor de eerste zomer zijn gebied, dat tussen dat van COLLÉE en GEUL gelegen is, bezocht. Er wordt nu dus een aaneengesloten gebied gekarteerd, dat het gehele lineaire gneiscomplex bevat, van de noordkust tot ± 20 km landinwaarts. In de afgelopen zomer bleek duidelijk dat het voornaamste interesse ligt in dit lineaire gneiscomplex tezamen met de oostelijk daarvan gelegen basische gesteenten. De Lage-gneisen blijken een betrekkelijk eentonige eenheid te zijn, die voor detailstudies weinig gelegenheid verschaft.

Het lineaire gneiscomplex blijkt een vrij heterogene eenheid te zijn, waarin

verschillende soorten gneis en graniet voorkomen, die in de richting van de schistositeit langzaam van karakter veranderen en uitwigen. Een vergelijking van een drietal profielen van resp. GEUL, PILAAR en COLLÉE laat dit verschil duidelijk uitkomen.

- (1) *Zuid van de Allones van W naar E*
 - a. veldspaaathoudende schisten
 - b. lineaire gneisen
 - c. ogengneisen van Borneiro
 - d. veldspaaathoudende schisten en planaire gneisen
 - e. grafietschisten
 - f. lineaire gneisen
 - g. planaire gneisen, gedeeltelijk fengiet-gneisen
 - h. granietgneisen en ogengneisen
 - i. hoornblende-gneisen en fengiet-gneisen.
- (2) *Noord van de Allones van W naar E*
 - a. micaschisten
 - b. planaire gneisen
 - c. lineaire gneisen en ogengneisen
 - d. planaire gneisen, gedeeltelijk fengiet-gneisen
 - e. hoornblende-gneisen.
- (3) *Langs de kust bij Malpica van W naar E*
 - a. veldspaaathoudende schisten
 - b. planaire en ogengneisen met granieten
 - c. veldspaaathoudende schisten
 - d. planaire gneisen
 - e. micaschisten met amfibolietlagen; plaatselijk kwartsietische gneisen.

In al deze gesteenten komen amfibolieten en eclogietachtige gesteenten voor, meestal als concordante lagen of als boudins.

Deze lineaire gneisen worden van het oostelijk daarvan gelegen Meda-complex gescheiden door een schistband. Dit Meda-complex bestaat ook weer uit verschillende soorten gneis en graniet, die minder basische gesteenten bevatten en muscovietrijker zijn dan de lineaire gneisen. Ook duidelijk migmatitische gesteenten komen in dit Meda-complex voor. Oostelijk van dit Meda-complex komt nog een zone voor met gneisen, migmatieten en micaschisten. Daarna komt het basische complex, dat begint met een dikke serie epidoot-amfibolieten waarin verspreide peridotieten en gabbro's voorkomen. Verder oostwaarts komt een groot gabbro-lichaam voor. O. i. zijn deze peridotieten en gabbro's jongere intrusiva in de epidoot-amfibolieten. Een gedeelte van deze gabbro's zijn toch wel zwak metamorf, en vermoedelijk stelt dit complex een serie gesteenten voor, die gedurende lange tijd achtereenvolgens intrudeerde of extrudeerde. De oudste van deze gesteenten hebben de gehele plooiing en metamorfose meegemaakt, een wat jonger gedeelte alleen de laatste fase van de metamorfose en tenslotte de jongste gesteenten zijn geheel later dan de metamorfose en hebben hun oorspronkelijke eruptieve structuur behouden.

Tenslotte nog enkele woorden over de aard van de metamorfe serie als geheel, omdat de opvattingen dienaangaande sinds het vorige jaarverslag enigszins zijn gewijzigd. Toen werd de hypothese naar voren gebracht, dat in de lineaire gneisen de kristallisatie korter duurde dan in de meer westelijk gelegen Lage-gneisen en migmatieten, en wel zo dat de eerste syntektonisch geveldspatiseerde sedimenten zijn en de laatste posttektonisch geveldspatiseerd. Daar echter gebleken is, dat in het gehele lineaire gneiscomplex de postkinematische kristallisatie een grote rol heeft gespeeld, is dit dus niet juist. Daarom is het waarschijnlijker, dat het begin van de veldspatisatie, en niet

het eind daarvan, het verschil tussen de eenheden heeft veroorzaakt. In de lineaire gneisen is oorspronkelijk de veldspatisatie synkinematisch, waardoor de sterke lineatie en de ogentextuur wordt verklaard; bij doorgaande postkinematische kristallisatie wordt het macroscopische karakter dikwijls weinig veranderd, terwijl microscopisch blijkt dat het gedeformeerde karakter van de ogengneisen geheel verdwenen is.

In het oostelijke deel van de Lage-gneisen valt het begin van de veldspatisatie ook nog tijdens de plooiing, maar westwaarts begint dit proces steeds later, zodat in de migmatieten de veldspatisatie geheel posttektonisch is.