VOORLOPIGE RESULTATEN VAN DE KARTERING IN N. SPANJE

verkregen in 1956 door L. U. de Sitter en medewerkers

DOOR

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

Inleiding

In 1956 werden de karteringen in de Pyreneeën, N.-Palencia (Asturië) en Galicië voortgezet. Geen nieuwe gebieden werden in het onderzoek betrokken, die niet direct aansloten bij die van vorige jaren.

In de Pyreneeën werd als nieuw werk voornamelijk uitgegaan van de kartering in het zuidelijk gedeelte van de Noguera Pallaresa tussen Llavorsi en Pobla de Segur. De Flamisell en de Mañanet werden in het onderzoek betrokken. Bovendien werd door Dr. ZWART en de Heer ALLAART samen met de Heer VERSPIJCK de metamorfe zone rond de Ariège opnieuw in studie genomen.

In N.-Palencia vond dit jaar voor het eerst de oefenkartering plaats, die voornamelijk de oostrand van het Pisuerguabekken nog eens in kaart bracht. Bovendien werden door verschillende doctoraalkarteerders het gebied naar het westen en noorden uitgebreid.

In Galicia werden de resultaten van vorige jaren geconsolideerd; een langdurig verblijf van Dr. ZWART en Prof. SHACKLETON maakte een intensief onderling overleg mogelijk.

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

	Fr. Pyr.	V. de Arán	S. Pyr.	Asturië	Galicië
doct. kart.	3	3	8	6	3
+ promov. oefenkart.	—	—	—	14	—

I. Franse Pyreneeën (H. J. ZWART)

Tijdens het veldseizoen van 1956 werd door drie karteerders in de metamorfe gebieden van de Pyreneeën gewerkt, nl. J. H. ALLAART, F. W. VLIERBOOM en G. VERSPIJCK.

Het veldwerk van ALLAART in het Massif des Trois Seigneurs werd, zij het ontijdig, afgesloten. Dit gehele massief is, uitgezonderd het meest westelijke gedeelte, in kaart gebracht, terwijl tevens de gebieden van NIEUWENHUYS en CHATAB werden gecontroleerd, waarbij enkele veranderingen in hun kaarten werden aangebracht.

In grote lijnen kan de volgende stratigrafie worden opgesteld:

Gothlandien	zwarte schalies
Ordovicien	fyllieten, met enkele kalkniveaus
	micaschisten, rijk aan andalusiet

Infra Ordovicien { basische kwartsdiorietgneissen (plaatselijk)
sillimanietgneissen
kwartsdiorieten met veel schollen

Verder komen in de micaschisten een drietal granietbatholieten voor, een biotietgranodioriet, die o. a. de Pic des Trois Seigneurs vormt, en twee muscovietgranietlichamen, die te vinden zijn ten W van de biotietgraniet, maar gescheiden hiervan door een zone micaschisten, en ten S van de Col de Port bij de Pic d'Estibats.

Een grote E—W breuk verdeelt het massief in twee gedeelten, waardoor ten N van de fyllieten van de Pic de Journalade, wederom kwartsdiorieten en micaschisten voorkomen. In het oostelijk deel van het gebied verdwijnt deze breuk geleidelijk. In tegenstelling tot alle andere satellietmassieven, vormt de Trois Seigneurs niet een monoclinale serie, maar is, afgezien van het ten N van de breuk gelegen gedeelte, een syncline, die in het westelijke gedeelte zelfs Gothlandien bevat, nl. op de Picou de Bernes.

Enige aandacht werd besteed aan de wijze, waarop de drie granietlichamen ingedrongen zouden kunnen zijn. Zij hebben vrijwel steeds concordante contacten met het nevengesteente, zelfs daar, waar de E-grens van de muscovietgraniet over een grote afstand N—S verloopt, loodrecht op de algemene strekking van de schistositeit van de micaschisten en de fyllieten. Dichtbij het contact buigt de schistositeit om en loopt dan evenwijdig aan dit contact. In de micaschisten is tussen de noord- en de zuidzijde van de biotietgraniet geen hiaat aanwezig. Dit wijst er op, dat het onwaarschijnlijk is, dat deze granieten ter plaatse gekomen zouden zijn door "replacement" of "overhead stoping". Zeer waarschijnlijk is daarentegen, dat beide granietmassieven zich door intrusie met gelijktijdig opzij duwen van het nevengesteente, een plaats hebben weten te verschaffen.

Daar de voorbereiding van de dissertatie van ALLAART zich reeds in een vergevorderd stadium bevindt, kunnen enkele van de belangrijkste resultaten van het microscopische onderzoek hier worden samengevat. In het algemeen kan gezegd worden dat vrijwel alle gesteenten, die hoger metamorf zijn dan de epizone, een duidelijke polymetamorfose hebben ondergaan, waarbij in sommige gesteenten verscheidene opeenvolgende stadia werden onderscheiden.

De gehele serie van de kwartsdiorieten is ontstaan uit een serie syntectonisch gemigmatiseerde schisten, die als gevolg van de posttectonisch doorgaande kristallisatie geheel in vrij homogene kwartsdiorieten zijn omgezet. De oorspronkelijk syntectonische sillimanietgneissen komen alleen nog voor als een vrij dunne zone tussen de kwartsdiorieten en de micaschisten, en dit zou er op wijzen, dat het posttectonische granitisatiefront minder hoog gekomen is dan het syntectonische. In de kwartsdiorieten bevinden zich talrijke schollen, die bestaan uit z.g. "resisters", d.w.z. gesteenten, die door hun extreme chemische samenstelling zich niet lenen voor het vormen van kwartsdiorieten. De meeste van deze resisters bestaan in het Massif des Trois Seigneurs uit kalksilicaatgesteenten, cipolins, amfibolieten en enkele kwartsieten. Hoewel een duidelijke "ghost"-stratigrafie aanwezig is, doordat de cipolins en amfibolieten in bepaalde, goed vervolgbare zones voorkomen, zijn, in detail bekeken, veel van de schollen gedesorienteerd, hetgeen volgens ALLAART geweten moet worden aan een zekere graad van rheomorfie. Ook komen nog vele grotere of kleinere migmatiet- en leucocrate gneiszones in de kwartsdiorieten voor.

In het algemeen laat de mineralogische samenstelling de afkomst van een sediment nog duidelijk zien door het voorkomen van aluminiumsilicaten, nl. sillimaniet en cordieriet. De oorspronkelijke samenstelling van deze kwartsdiorieten was: kwarts, plagioklaas, biotiet, sillimaniet en cordieriet, waarbij dit laatste mineraal niet altijd aanwezig is. Als later vervangend mineraal komt kaliveldspaat voor. Deze kaliveldspaat kan gealbitiseerd zijn en daarna tevens vervangen worden door grote, grillig gegroeide muscoviet-kristallen. Ook sillimaniet en biotiet worden dikwijls gemuscovitiseerd. Min of meer gelijktijdig wordt cordieriet omgezet in een aggregaat van flogopiet en muscoviet. In het algemeen is deze muscovitisatie het laatste dat van de metamorfe geschiedenis bekend is. Deze omzettingen wijzen, behalve op een temperatuurdaling na het hoogtepunt van de metamorfose, tevens op een zekere kalitoevoer, terwijl aan het eind van de metamorfose de condities belangrijk "natter" waren dan daarvoor, getuige het omzetten van watervrije in waterhoudende mineralen. In de cipolins, die in deze kwartsdiorieten voorkomen, kan een gedeelte van dezelfde geschiedenis worden waargenomen. Een oudste katazonale associatie met diopsied, basische plagioklaas, groene hoornblende en soms olivijn, wordt vervangen door een mesozonale met o. a. zure plagioklaas, kaliveldspaat, zoisiet en epidoot.

Behalve deze Al-rijke kwartsdiorieten komen in deze serie ook zuurdere kwartsdiorieten voor zonder Al-silicaten, die zelfs een trondjemitische samenstelling kunnen krijgen.

Ongeveer op de grens met de micaschisten komt dikwijls een zone van gneissen voor met anorthiet-rijke plagioklaas. Het is niet onmogelijk, dat deze gneissen een basisch front voorstellen. Dat er locale basische, metasomatische gesteenten voorkomen, wordt bewezen door het voorkomen van een cordieriet-anthofyllietrots, een gesteente met zeer hoog Al- en Mg-gehalte, waarvan vermoedelijk Al uit het oorspronkelijk sediment stamt en Mg is toegevoerd.

In het algemeen zijn de kwartsdiorieten en sillimanietgneissen metasomatische gesteenten, waarbij vnl. Na en Si werden toegevoerd. Een late fase van kaliumtoevoer werd reeds genoemd. Het is evenwel niet onwaarschijnlijk, dat bij de kalium sprake is van redistributie, terwijl Na en Si beide nieuw zijn aangevoerd. Deze metasomatische gesteenten worden bedekt door een serie niet-metasomatische micaschisten en fyllieten, die naar boven toe in metamorfosegraad afnemen. De micaschisten hebben een groot Al-overschot, hetgeen in het hoge gehalte aan andalusiet of sillimaniet tot uiting komt. Interessant zijn hierbij de gedragingen van het mineraal andalusiet, dat in metamorfe gebieden vrijwel steeds als statisch mineraal voorkomt, d. w. z. dat het ontstaan is na afloop van de deformatie. In de micaschisten van de Trois Seigneurs komt echter zeer duidelijk syntectonische andalusiet voor, getuige het optreden van kristallen met geroteerde insluitsels en andalusieten, die gebogen en gebroken zijn in "polygonal arcs". Daarnaast treedt echter ook posttectonische andalusiet op.

Sillimaniet is een ander Al-mineraal, dat zowel syn- als posttectonisch voorkomt, waarbij het uiterlijk meestal uitsluitsel geeft over de aard van het voorkomen. Opvallend zijn de grote sillimanietkristallen in het onmiddellijke contact van de micaschisten met de biotietgraniet.

Behalve deze contactmetamorfose is er vermoedelijk ook een fase van kaliummetasomatose, waarbij microklienaggregaten zijn ontstaan, die dikwijls een aantal sillimanietkristallen in de kern bevatten, die vermoedelijk relicten

zijn. Tot dusver is dit het enig bekende geval in de Pyreneeën, waarbij Al-silicaten omgezet worden in veldspaat en dit Al-silicaat als relict overblijft.

Stratigrafisch hoger neemt de metamorfosegraad af, waarbij eerst andalusiet en daarna biotiet verdwijnt, zodat op de micaschisten de epizonale fyllieten liggen. In de micaschisten komen enkele gedeeltelijk goed vervolgbare cipolins voor.

Een bijzonder interessant probleem, dat door ALLAART uitvoerig werd bestudeerd, is de albitisatie. Dit is een verschijnsel dat bestaat uit de omzetting van een bepaald gesteente in een epizonale mineraalassociatie, onder toevoer van Na, zodat alle veldspaten worden gealbitiseerd en ook kwarts in albiet wordt omgezet. Deze albitisatie treedt in vrijwel alle gesteentegroepen van het massif des Trois Seigneurs op, bv. kwartsdiorieten, sillimanietgneissen, amfibolieten, biotietgranodioriet, micaschisten, etc. De verspreiding van deze albitieten is zeer onregelmatig en niet gebonden aan breukzones. De gealbitiseerde massa's zijn dan ook van verschillende grootte, variërend van enkele meters tot meer dan 100 m. De ouderdom van deze albitisatie is niet met zekerheid vast te stellen, maar is zeker jonger dan de intrusie van de biotietgraniet. Mogelijker wijs hangt dit proces samen met de alpiene metamorfose langs de Noord-pyreneese breuk die eveneens gekenmerkt is door Na-toevoer, getuige de skapolitisatie.

De kartering van het massief de la Barousse, eveneens een satellietmassief, werd door F. W. VLIERBOOM in 1956 afgesloten. Enkele gedeelten, o. a. de Butte de Gery, werden op zeer grote schaal gekarteerd. Het Massief de la Barousse bestaat uit een serie migmatieten, met enkele cipolinbanden aan de basis, bedekt door micaschisten, die vrij snel in metamorfose afnemen en overgaan in fyllieten van het Ordovicien.

De migmatieten bestaan grotendeels uit sillimanietgneissen en biotietgneissen. Pegmatieten komen vrij veel voor, zowel concordante als discordante. De concordante pegmatieten zijn dikwijls geboudineerd. De cipolins en amfibolieten die in de migmatieten voorkomen, vertonen bij het microscopisch onderzoek dikwijls een meer of minder sterke retrograde metamorfose, waardoor o. a. epidoot, clinozoisiet en skapoliet is ontstaan. Soms kan skapoliet een groot deel van alle mineralen in een bepaald gesteente vervangen. Het is niet uitgesloten, dat deze skapolitisatie in verband staat met de skapolitisatie optredend bij de ofieten langs de Noordpyrenese breuk. In de omgeving van Eup werd dit proces reeds door RAVIER beschreven. De meeste van de onderzochte gesteenten zijn niet ver van deze zone verwijderd. Nader onderzoek van dit probleem is wel gewenst.

Door G. VERSPIJCK werd begonnen met de kartering van een gedeelte van het Massif Ax-Montcalm en wel de dalen van Siguer en Izourt. Dit gebied werd vroeger al gedeeltelijk door ALLAART bewerkt en was daarom het meest geschikte punt om met het grote Massif Ax-Montcalm te beginnen. In grote lijnen werd de volgende opeenvolging gevonden:

fyllieten
micaschisten
gneiss de Peyregrand
migmatieten en kwartsdiorieten.

De migmatieten en kwartsdiorieten zijn dezelfde gesteenten, die ook in de Barthélemy, Arize en Trois Seigneurs voorkomen.

De gneiss de Peyregrand als zodanig is alleen van Ax-Montcalm bekend.

Het is een fijnkorrelige gneiss met een uitgesproken zuur karakter. Op een aantal plaatsen worden langgerekte kwartskristallen gevonden, die door RAGUIN zijn beschreven als de resten van een Ordovicien-conglomeraat. Het is o. i. echter twijfelachtig of dit inderdaad juist is, en of niet deze kristallen porfyroblasten zijn. Deze interessante kwestie zal nog verder uitgewerkt dienen te worden. In het algemeen kan deze gneiss de Peyregrand met de vroeger beschreven orthogneiss vergeleken worden. Het is evenwel niet zeer waarschijnlijk dat dit orthogneissen zijn, en een metasomatische oorsprong lijkt beter in overeenstemming met de verzamelde gegevens. De relatie van de gneiss van Peyregrand en de ogengneiss van de Aston kon nog niet worden bestudeerd. Mineralogisch zijn deze beide gneisstypen nauw met elkaar verbonden. Evenals in de gneissen van Aston, komen in de gneissen van Peyregrand homogene, richtingloze muscovietgranieten voor, die ook te vinden zijn in de micaschisten van de westelijke bedekking van het Massif Ax-Montcalm. Gedeeltelijk zijn deze granieten ter plaatse ontstaan door statische granitisatie. Veel detailwerk dient echter nog verricht te worden, om de vele problemen op te lossen.

De zuidelijke begrenzing van het Massif Ax-Montcalm wordt gevormd door een breuk, die de voortzetting is van de zone van Mérens. Deze breuk blijkt nog verder westwaarts in Spanje door te lopen.

In de omgeving van Bosost in het Val d'Aran werd enige tijd doorgebracht teneinde de hier voorkomende granieten en micaschisten beter te bestuderen. De tot dusver bestaande opvatting, dat alle granieten en pegmatieten syntectonische, intrusieve granieten zijn, bleek niet in overeenstemming te zijn met vele feiten. Met zekerheid kon worden uitgemaakt, dat vrijwel alle granieten en pegmatieten posttectonisch zijn, niet alleen omdat ze niet gedeformeerd zijn, maar ook, omdat, hoewel in grote lijnen concordant, ze in detail dikwijls discordant zijn. Vele van de daar voorkomende granieten en pegmatieten zijn o. i. door "replacement" ontstaan, getuige o. a. het voorkomen van talloze schollen micaschisten, die niet gedesorienteerd zijn, hun dikwijls vage contacten met het nevengesteente en de volkomen willekeurige pegmatietgroei in de granieten. Een interessante micaschistzone komt voor van La Bordeta tot Bagnères de Luchon, waarin veel stauroliet en cordieriet voorkomt. Voor zover ons bekend, is dit de enige plaats in de Pyreneeën waar stauroliet regionaal voorkomt. Bovendien is hier het metamorfosefront zeer hoog gestegen, nl. tot in het Devoon, waarin eveneens stauroliet-cordierietschisten voorkomen. Verder komen pegmatieten, zij het spaarzaam, zowel in het Gothlandien als in het Onder-Devoon voor. Voor zover bekend, is dit de enige plaats in de Pyreneeën waar het metamorfosefront en de daarmee samenhangende pegmatieten zo hoog in de stratigrafische opeenvolging optreden.

Een interessant probleem vormen de vele pegmatieten, die in dit gebied voorkomen. Vooral de pegmatietontsluiting langs de weg van Bosost naar Las Bordas is een aparte studie waard. In deze pegmatiet komen grote rechthoekige kaliveldspaatkristallen voor tot een afmeting van 2 dm, die omgeven zijn door een straalvormig er omheen liggende rand van plagioklaas en biotiet. In deze kaliveldspaatkernen komt de bekende "muscovite palmé" voor, dat zijn waaiervormige, met kwarts doorgroeide muscovietkristallen. Waarschijnlijk zijn deze muscovieten ontstaan door "replacement" van de kaliveldspaat en deze vervanging is o. i. synchroon met de muscovitisatie van stauroliet en andalusiet in de micaschisten, die in deze omgeving voorkomen.

Deze omzettingen zouden wijzen op metamorfe condities, die zowel minder warm als belangrijk waterrijker waren. Het geheel zou dus een late pneumatolytische fase van de regionale metamorfose vormen. Evenals in sommige andere gedeelten van de Pyreneeën is deze fase het laatste waarneembare gedeelte van de hercynische metamorfose.

II. Valle de Arán (L. U. DE SITTER)

KLEINSMIEDE, KNAAP en KROL zetten hun werk in het Devoon ten noorden en ten zuiden van de Garona rivier voort. Aangezien zij gezamenlijk een publikatie over hun resultaten zullen schrijven, kunnen wij hier volstaan met de opmerking, dat zij er in geslaagd zijn een algemeen beeld te ontwerpen van de faciesveranderingen, zowel in NS- als in EW-richting, die zich in het Devoon voltrekken en tot nu toe de correlatie in hoge mate bemoeilijkten.

III. Zuidelijke Pyreneeën (L. U. DE SITTER)

Langs de Noguera Pallaresa werd een strook opgenomen, die aan beide kanten ongeveer tot de begrenzende bergkammen reikt.

Wat de stratigrafie aangaat, vinden wij hier de normale opeenvolging van Infra-Paleozoicum, Gothlandien en Devoon. Het Gothlandien bevat naast de bekende zwarte schisten vele dun gelaagde *Orthoceras*-kalken. De grens met het Devoon is moeilijk te trekken, omdat dit laatste eveneens een snelle afwisseling van kalk met schisten heeft. De Devoonkalken bevatten veelal fossielen, waarvan wij echter nog geen behoorlijke fauna hebben kunnen verzamelen. DALLONI (1930) vermeldt echter vele fossielvindplaatsen, gedeeltelijk uit het dal van de Pallaresa, gedeeltelijk van de bergruggen ten zuiden van Rubio tot Feixa en verder zuidelijk ook van het Gothlandien. In de zuidelijke stroken Devoon treden rode griottes op.

De stratigrafie van het Carboon is aan de zuidrand van de Pyreneeën een verdere, diepgaande studie waard. Eensdeels kennen wij hier het Westphalien dat zandig en conglomeratisch is ontwikkeld en direct vergeleken kan worden met dat van de synclinaal ten W van de Maladeta. Hiertoe behoort ook de flora van Aguiró die door STEVENS opnieuw werd verzameld en door de heer HOPPING werd gedetermineerd. Anderdeels wordt juist aan de zuidrand van de axiale zone het Stephanien gevonden, een vulkanische afzetting met een enkele koollaag, waarvan de flora vroegere onderzoekers en thans TALENS tot deze ouderdomsdeterminatie leidt. Tenslotte kennen wij — en kende men vóór ons — de ontsluiting van zwarte brokkelige leien met zandsteenlaagjes omgeven door Permo-Trias conglomeraat aan de weg tegenover Arcalis aan de Pallaresa. Volgens DALLONI wijst de flora met *Walchia* op Perm.

Het Stephanien is zeker discordant op oudere afzettingen, van het Westphalien is dit nog nooit geconstateerd. De veronderstelling ligt voor de hand, dat het Boven-Carboon hier een zelfde ontwikkeling heeft als aan de zuidrand van de Asturische keten.

De Permo-Trias met rode conglomeraten, zand- en kleistenen, wijkt niet af van de normale facies, de gipshoudende Boven-Trias (Keuper) met talrijke ofiet massa's, kalkbrokken en kalklagen is bijzonder dik ontwikkeld.

Met de stratigrafie van Jura, Krijt en Tertiair hebben wij ons niet in het bijzonder beziggehouden; aan de hand van MISCH (1934) zijn de ver-

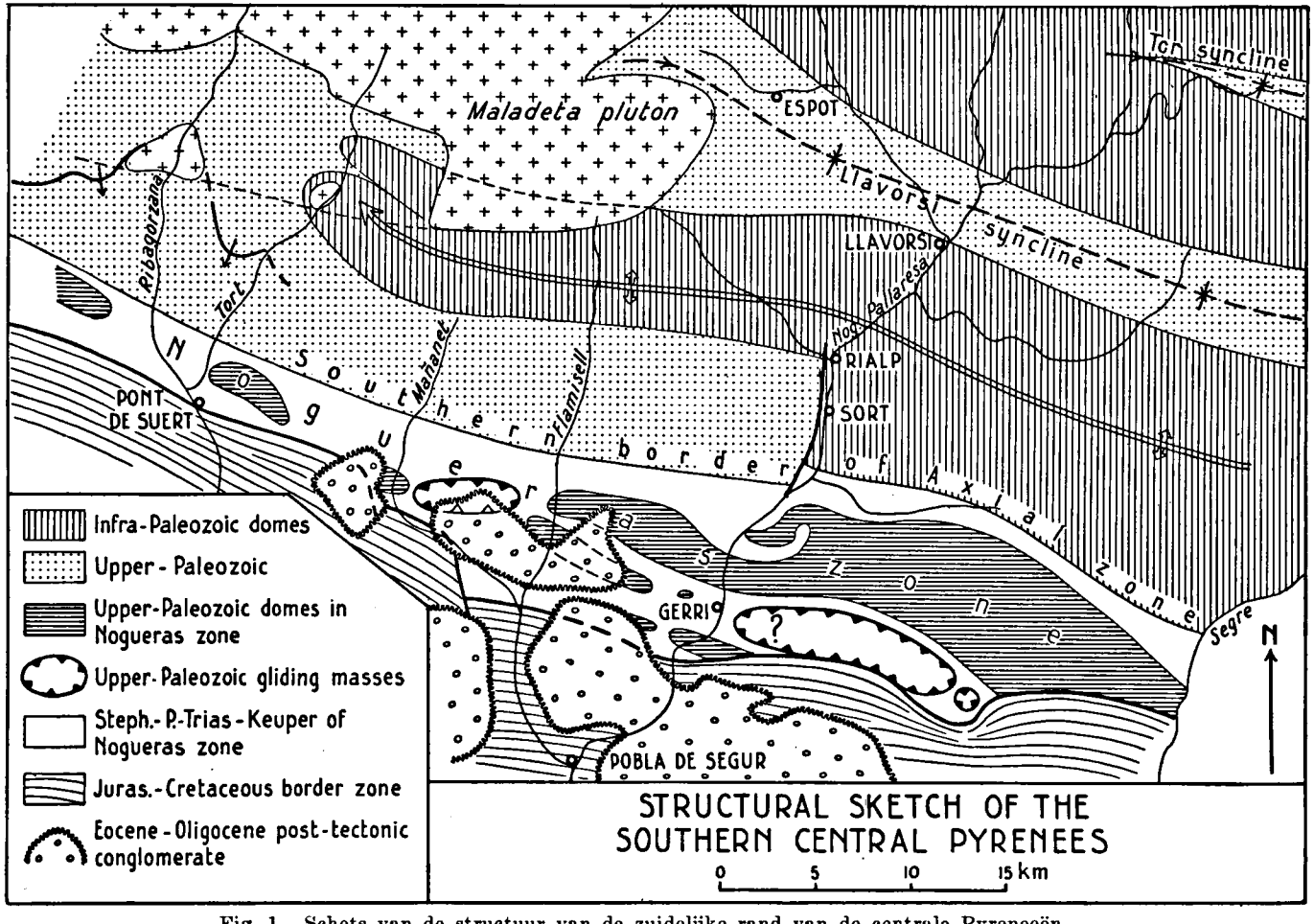


Fig. 1. Schets van de structuur van de zuidelijke rand van de centrale Pyreneeën.

schillende etages goed te herkennen. Interessant is de ontwikkeling van de Oligoceen-conglomeraten, die aan hun noordelijke grens op een sterk geaccidenteerd oppervlak van Krijtkalk rusten, soms zelfs overgaan in een oude puinkegel. Hoe verder men zich hetzij naar boven, hetzij naar het zuiden toe van dit discordantiecontact verwijdert, hoe meer eerst het gehalte van Permo-Triasrolstenen en tenslotte ook die van Devoon-kalkrolstenen toeneemt. In de Flamisell rust dit conglomeraat soms tegen de normale Permo-Trias en bevat dan ook uitsluitend Permo-Triasrolstenen.

Structureel kunnen wij aan de zuidelijke rand van de axiale zone een zeer duidelijke longitudinale zonering waarnemen. Ten eerste de zuidrand van de axiale zone zelf, waar het Paleozoicum discordant door Stephanien of Permo-Trias bedekt wordt, langs een lijn die over het algemeen recht verloopt, komende van het SW, maar die juist in het Pallaresa-dal een zeer opmerkelijke onderbreking ondergaat. Oostelijk van de Pallaresa ligt het Stephanien-Permo-Trias discordant op de liggende plooien van het Devoon, westelijk van de rivier direct op het Ordovicien. Deze onderbreking van de normale opeenvolging is dus te danken aan een N—S-breuk ouder dan het Stephanien, maar jonger dan de hercynische plooiing, een breukfase, die ons trouwens uit de satellietmassieven van de noordelijke Pyreneeën ook bekend is.

De Ordovicien-opwelving, die tussen Llavorsi en Rialp door de Pallaresa doorsneden wordt, duikt pas tussen de Mañanet en de Rio de Tort naar het westen; de bedekking op de Monseny met Gothlandien en Devoon is klaarblijkelijk niet aan een asduiking, maar aan het hoogteverschil te danken.

Ten zuiden van de steil wegduikende rand van het Ordovicien ten westen van de Pallaresa tot voorbij de Mañanet, vinden wij liggende plooien in het Devoon, die volgens hun structuur een afglijding vanaf het Ordovicien en vanuit het noorden komend, voorstellen. Talrijke bijzonder fraaie ontsluitingen tussen Olp en Llesuy geven een goed beeld van deze structuur.

Zuidelijk grenzend aan de zuidrand vinden wij de strook Permo-Trias, Keuper en hier en daar Stephanien, die langs de hele B^{co} del Cantó over Montardit naar La Plana in de Flamisell en verder naar het westen loopt. In het westen vertoont deze strook ettelijke steile plooien, maar ten oosten van de Pallaresa blijkt het Devoon met de Permo-Trias in scherpe plooien tegen de zuidrand van de axiale zone te zijn opgeplooid (fig. 2). Bij Tornafort vinden wij zelfs een dubbele plooi in het Devoon met Ordovicien in de kernen.

De Devoon-zone, die hier naar het zuiden op volgt, is samen met de Keuper-zone van Gerri, de Nogueras-zone genoemd. De Coma di To vormt hiervan de Devoonzone, die naar het westen toe duikt en bij de Flamisell onder de Trias verdwijnt om in het Mañanetdal weer op te duiken en ons ook bekend is bij Malpas. Deze Devoonzone is zeer samengedrukt door een alpiene beweging, die de hercynische plooien onontwikkelbaar gecompliceerd heeft.

In de zone van Gerri zet deze gecompliceerde structuur zich voort, soms duiken Devoon- of Permo-Triaskernen op uit de Keupermassa, soms liggen zij er als afschuivingsbladen boven op. In vele gevallen staat nog geenszins vast, hoe de structuur in detail te duiden valt.

Tenslotte wordt deze Nogueras-zone naar het zuiden begrensd door de steile plooien van het Krijt en de Jura, die zeker door een breuk ervan gescheiden zijn.

Zowel op structureel als op stratigrafisch gebied valt in het bewerkte

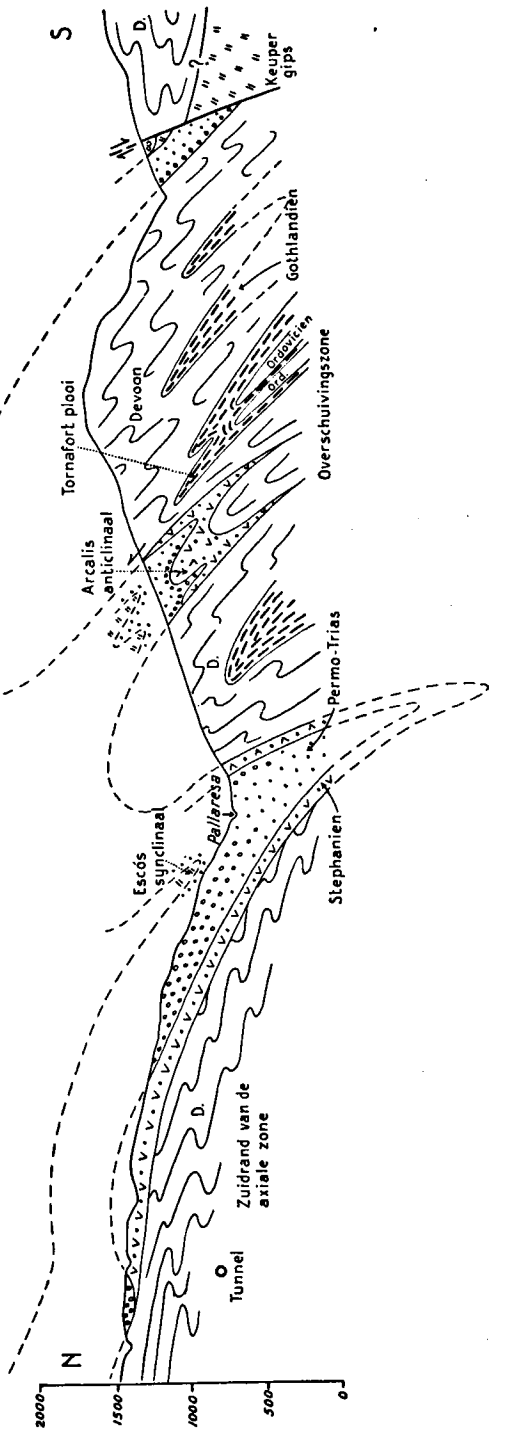


Fig. 2. NW—SE sectie door het Pallaresadal ter hoogte van een punt tussen Arcalis en Montardit.

terrein nog veel te doen. Vooral de fossielvindplaatsen dienen te worden opgespoord en ontgonnen, want een van de interessantste problemen is wel de ontwikkeling van het Carboon. Een vergelijk met de zuidrand van het Asturische gebergte zou hier wellicht bevruchtend kunnen werken. Wij hebben daar reeds de laatste uitlopers gevonden van de Pyreneese facies van de grens tussen Boven-Devoon en Viseen: Devonische griottes met goniatieten en lydieten van het Carboon. De ontwikkeling van het Boven-Carboon langs de zuidelijke rand van de Pyreneeën en van het Asturische gebergte zou dan ook wel eens analoog kunnen zijn. Discordant op ouder Carboon en Devoon ligt daar het Westphalien C-Stephalien A en sterk discordant hierop het Boven-Stephanien. Het vulkanische Stephanien van de Zuid-Pyreneeën zou dan met dit laatste Boven-Stephanien te correleren zijn en het Westphalien van Aguiró en Plan d'Etang met het Westphalien C en D en het Stephanien A va het bekken van Pisuerga.

Literatuur over de Zuidrand van de Pyreneeën

DALLONI, E., 1913. Stratigraphie et tectonique de la région des Nogueras. Bull. S.G. Fr., t. 4, p. 243.

DALLONI, E., 1930. Etude géologique des Pyrénées Catalanes. Algers.

HUPÉ, P., 1954. Tectonique de la bordure secondaire sudpyrénéenne entre l'Esera et la Ribagorzana. Annales Hébert et Haug, t. 8, p. 197—244.

JACOB, CH., FALLOT, P., ASTRE, G. et CIRY, R., 1927. Observations tectoniques sur le versant méridional des Pyrénées centrales et orientales. C. R. XIVe Congr. Géol. Int.

MISCH, P., 1934. Der Geologie der mittleren Südpyrenäen. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl. III, F. H. 12.

RIOS, J. M. et ALMELA, A., 1947. Explicacion al mapa geologico de la Prov. de Lerida. Inst. Geol. Min. de España.

SCHMIDT, G., 1931. Das Palaeozoikum der Spanische Pyrenäen. Abh. Ges. Wiss. Göttingen, Math. Phys. Kl. III, 5.

SITTER, L. U. DE, 1954a. Note préliminaire sur la géologie du Val d'Aran. Leidse Geol. Med., v. 18, p. 272—280.

——, 1954b. La faille nord-pyrénéenne dans l'Ariège et la Haute Garonne. Leidse Geol. Med., v. 18, p. 287—291.

——, 1956a. Orogeny and magmatic activity in the Paleozoic of the Pyrenees. Geol. & Mijnbouw, v. 18, p. 87—93.

——, 1956b. A cross section through the central Pyrenees. Geol. Rundschau, v. 45, p. 214—233.

IV. Asturië (N.-Palencia) (L. U. DE SITTER)

Ons karteringsgebied kunnen wij verdelen in een oostelijk deel, het bekken van Pisuerga met zijn omranding, en een westelijk deel, het stroomgebied van de Rio Carrion en Ruesga met het zuidelijke Carboonbekken van Guardo.

Over het westelijke deel kunnen wij kort zijn, aangezien de bewerkers, KOOPMANS, GRAADT VAN ROGGEN, BRANTS, VAN HOEFLAKEN en BREIMER hun resultaten nog niet in een voorlopige vorm gebracht hebben, en deze wel in een of andere vorm voor publikatie in gereedheid brengen.

De kartering is in het zuidelijke gedeelte praktisch klaar tot aan het dal van Guardo, en is ten noorden van het meer van Camporedondo veel minder ver naar het westen doorgedrongen. Het terrein is daar ook moeilijk bereikbaar. Voorlopig schijnt het wel zo te zijn, dat de sterk overhellende plooien van het Ruesga-Camporedondogebied naar het westen toe normaler worden en hun liggende karakter verliezen.

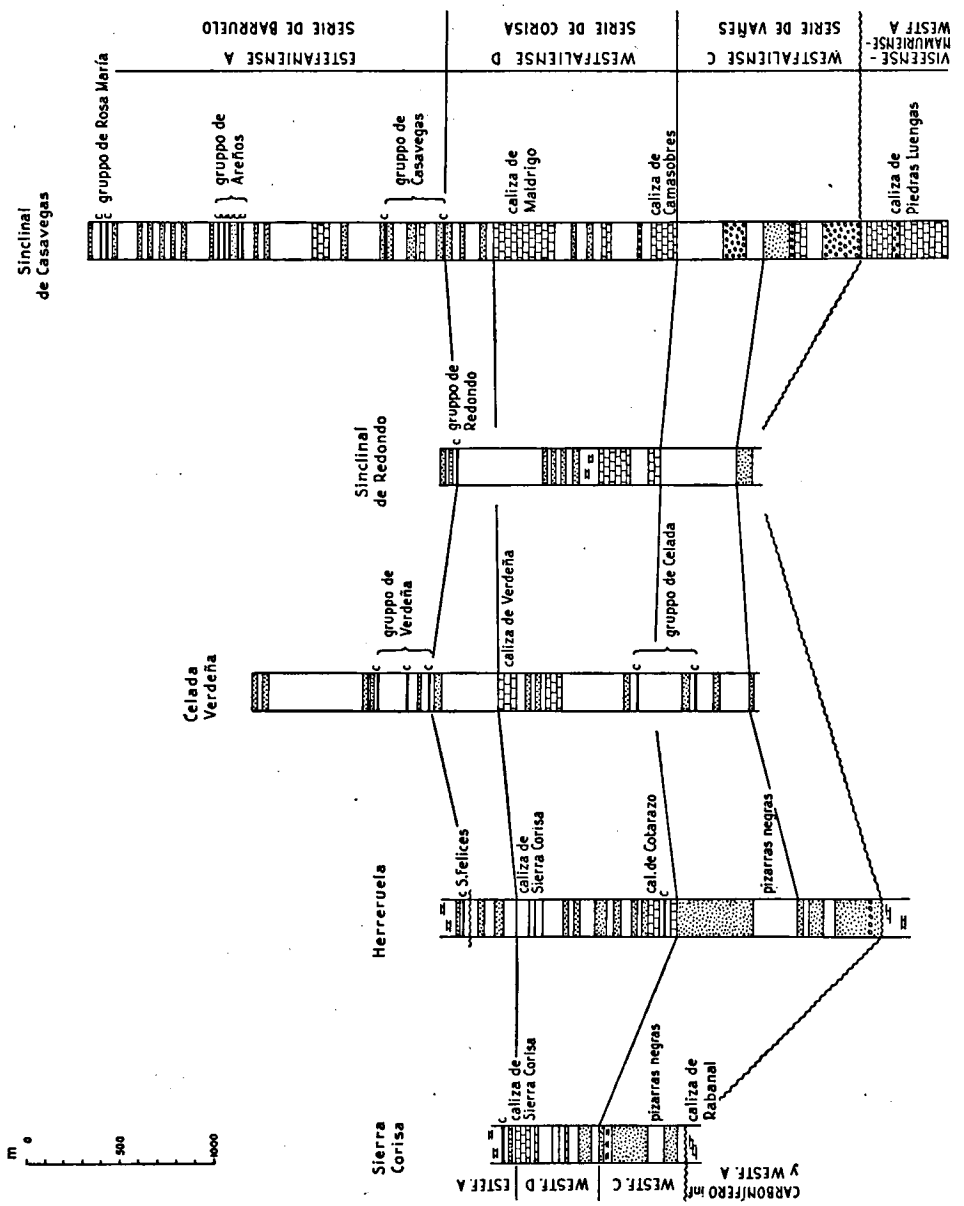


Fig. 3. Stratigrafische vergelijking van vijf profielen door het Boven-Carboon van het bekken van Pisuerga. (De kalksignatuur in het profiel Herreruela tegenover de Caliza de Sierra Corisa is per abuis weggelaten.)

Van het bekken van Pisuerga zijn een reeks van vraagstukken, die de kartering tot nu toe niet heeft kunnen oplossen, dit jaar aan een nader onderzoek onderworpen.

Deze vragen waren gedeeltelijk van stratigrafische aard en handelden voornamelijk over de basislagen van het Boven-Carboon, die wij de Vañesserie gedoopt hebben.

Onze tegenwoordige opvatting van de stratigrafie is in grote lijnen in de volgende tabel weergegeven, terwijl fig. 3 een vergelijking van verschillende profielen door het Boven-Carboonbekken vergemakkelijkt.

Permo-Trias		Rode conglomeraten en zandstenen, posttektonisch, rode kleistenen aan de top, overgang naar Onder-Lias.
	sterke discordantie	
Stephanien B—C		Peña-Cildaserie, conglomeraten, zandstenen, weinig schalie, enige kool. Flora gedetermineerd.
	sterke discordantie	
Stephanien A (± 2000 m)		Barrueloserie. In de bekkens van Rio Pisuerga, Guardo en Barruelo verschillend ontwikkeld. In R. Pisuerga: schalies, zandsteen, kwartsiet met groepen koollagen (Verdeña, San Felices, Redondo, Casavegas en Areños koolgroepen). Volledig alleen in Casavegas syncline.
Westphalien D (1000 m)		Sierra-Corisaserie. Aan top en basis zeer variabele kalkontwikkeling, basis: Cotarazo kalk, top: Corisakalk. Verder kwartsieten, zandsteen, schalie, aan basis koollagen: San-Cebrian- en Celadakoolgroepen.
Westphalien C (400—1000 m)		Vañesserie (vroeger San-Cebrianserie) zandsteen-schalie, conglomeraat, geen fossielen.
	duidelijke discordantie	
Westphalien B		Curavacasconglomeraat. In het westen zwaar conglomeraat, in Rio-Pisuergabekken niet afgezet.
	zeer sterke discordantie	
Westphalien A ?		Culm. Conglomeraten, zandstenen, schalies.
Namurien		Schalies met kalkriffen in het westen, in het oosten massieve kalk met schalieniveau.
Viseen		
Tournaisien		
	zeer twijfelachtige discordantie	
Devoon		Complcet, zeer wisselende facies.

Op de kaart (fig. 4) is te zien, dat de Barrueloserie voornamelijk aan de westrand van het bekken ligt en daar de Sierra-Corisaserie zelfs geheel discordant afsnijdt. In de Sierra-Corisaserie treden diastemen op en hierin ligt bij Redondo ook een zeer interessante afzetting met repetitiegelaagdheid door NEDERLOF in bewerking.

De Vañesseries zijn vooral in het SW dik; de oefenkartering heeft zich gedeeltelijk hierop geconcentreerd. Wij menen er in te kunnen onderscheiden een onderste en een bovenste zandsteen-schaliegroep en een middelste zwarteschaliehorizon. De onderste zandstenen bevatten dikwijls opnieuw getransporteerde kwartsietconglomeraten van de Curavacasserie, evenals trouwens de Barrueloserie en liggen duidelijk discordant op het Namurien-Viséen. De afronding van deze kwartsietrolstenen is dus veel ouder dan het gesteente waarin zij thans liggen. Dit is waarschijnlijk eveneens het geval voor jongere conglomeraten, b.v. die aan de basis van de Barrueloserie op de kam van de Sierra Corisa, aan de top van de Barrueloserie bij Barruelo en zelfs in de Peña-Cildaserie en in de nog veel jongere terrasbedekking.

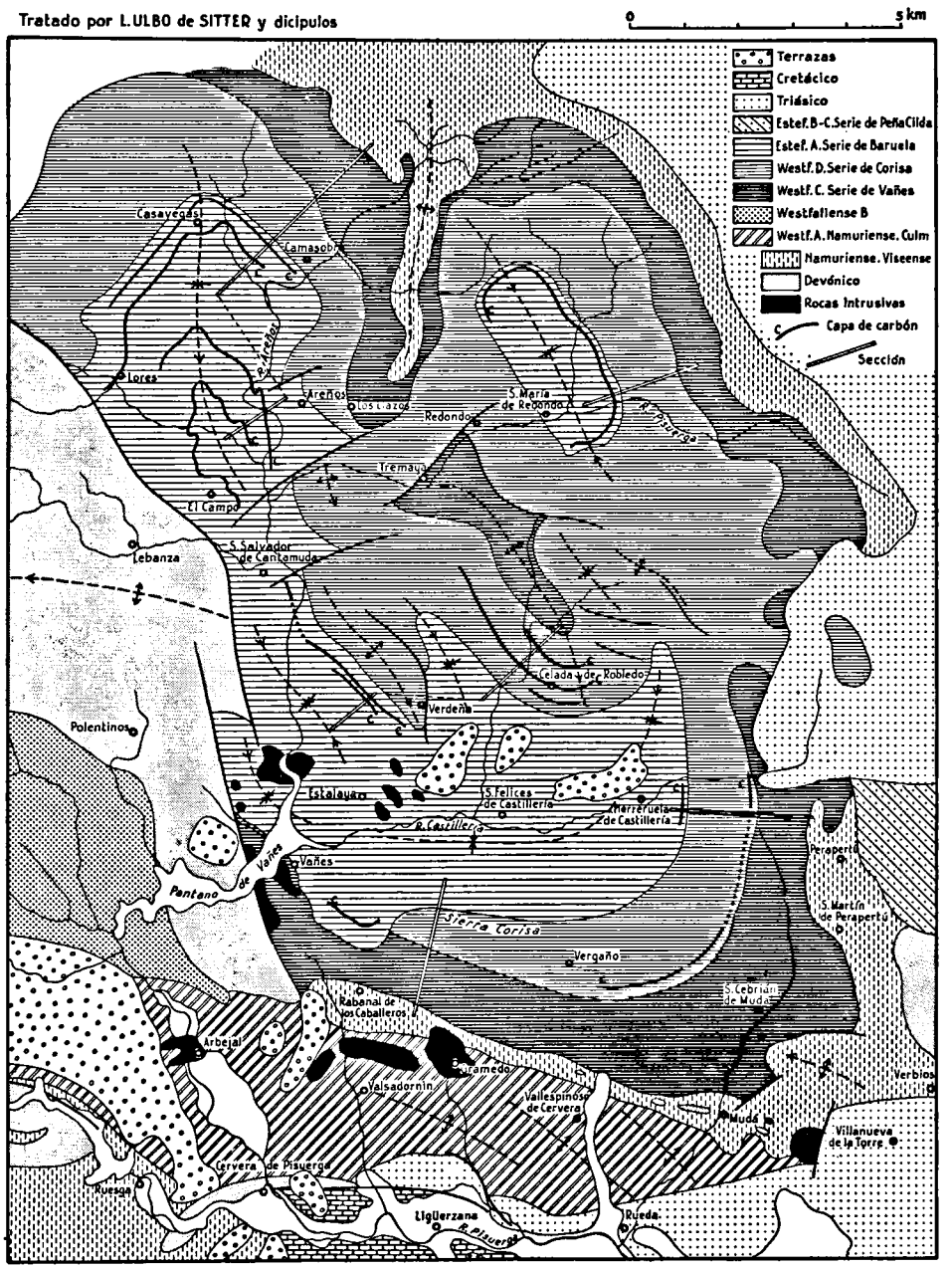


Fig. 4. Geologische schetskaart van het Rio-Pisuergabekken.

De groep ontsluitingen van het Viséen bij Perapertu, die uit schalies met kalkriffen en conglomeraten bestaat, waardoor heen nu en dan Devoonkalken steken, staat via Muda door een smalle rug — in structurele zin — via Gramedo en Rabanal met het Devoon van Polentinos in verbinding. Deze rug vormde de zuidgrens van het Boven-Carboonbekken van Pisuerga.

De basislagen van de Vañesserie zijn langs de oostrand van het bekken te vervolgen, buigen mee om met de syncline van Redondo, volgen de smalle, steile anticlinaal van Laslo en maken dan de hele curve in de noordrand van de Casavegassynclinaal mee. Hier zijn de basislagen sterk conglomeratisch. Het is niet onmogelijk, dat deze basale conglomeraten eigenlijk dezelfde ouderdom hebben als het Curavacasconglomeraat.

De Sierra-Corisaserie heeft een analoog verloop op de kaart. Samen met de onderliggende Vañesserie staan zij verticaal bij Herreruela. Verder noordelijk werd een duidelijke ombuiging naar het oosten geconstateerd en het lijkt wel dat deze structuur tenslotte leidt tot een liggende plooi, die over deze steile flank heen ligt, waarvan b.v. Peña Tejedo een deel uitmaakt.

Ten noorden van deze bergtop werd een uiterst verward beeld van in stukken gebroken kalklagen gekarteerd, dat samenhangt met de liggende plooi van de Peña Tejedo. Een goed begrip van het structurele beeld wordt bemoeilijkt omdat van Herreruela af de Cotarazokalk ontwikkeld is op een dieper niveau dan de Sierra-Corisakalk, en bij Redondo beide kalken weer ontbreken om verder noordelijk weer op te treden. Aangezien de kalken lithologisch niet te onderscheiden zijn, is de analyse van deze ingewikkelde structuur welhaast onmogelijk. Uit deze structuren ontwikkelt zich bij Redondo een liggende syncline, die naar het noorden toe steeds meer een normale ligging aanneemt. Het is duidelijk dat deze liggende structuren een latere vervorming van een oorspronkelijk normale structuur voorstellen, want zowel in het Zuiden (Sierra Corisa) als in het Noorden (Monte Vismo) is de structuur normaal. Deze latere vervorming behoeft echter niet tot een aparte plooiingsfase gerekend te worden, maar hangt waarschijnlijk samen met de opschuiving van de Barrueloserie op ouder Carboon die door WAGNER werd gekarteerd.

Het beeld wordt ook nog vertroebeld door de tertiaire vervorming, die af te lezen is uit structuur van de Triasbedekking. Dit systeem daalt van noord naar zuid van de Valdecebollas tot op het niveau van de pashoogte tussen Herreruela en het stroomgebied van de A° de Muda, en stijgt waarna weer.

De as van deze daling schijnt wel E—W te verlopen; zijn voortzetting naar het westen kan men dus in het bed van de Castilleria verwachten. Uit dit oogpunt bezien, is de zuidhelling van de Sierra Corisa en eigenlijk de gehele Sierra-Corisasyncline althans gedeeltelijk een tertiaire structuur, zoals fig. 5 weergeeft.

Ten westen van het Pisuergabekken werd de reeks structuren bij Resoba met zorg in kaart gebracht. Het is gebleken dat ook hier het Devoon en het Onder-Carboon samen in licht naar het zuiden overhellende, sterk samengeknepen structuren liggen, die aan hun noordrand door het discordante Curavacasconglomeraat worden afgesneden. Bijzonder interessant is, dat hier het Boven-Devoon in een griottefacies werd gevonden en aan de basis van het Carboon lydieten werden geconstateerd, een facies die bij Muda in een enkele kleine, geïsoleerde ontsluiting ook is gevonden en geheel met die van de Pyreneeën overeenkomt.

Teruggrijpende op hetgeen voorheen werd opgemerkt over de Boven-Carboonontwikkeling van de zuidelijke rand van de centrale Pyreneeën, kunnen wij dus opmerken, dat eensdeels de laatste resten van de Pyrenese facies van Boven-Devoon en Onder-Carboon aan de zuidrand van het Asturisch gebergte gevonden worden en dat anderdeels de typische ontwikkeling van het Boven-Carboon van de zuidrand van het Asturisch gebergte teruggevonden wordt aan de zuidrand van de Pyreneeën.

Wij staan dan wel voor de moeilijkheid dat de griottefacies in het Ruesgagebied zowel carbonisch als devonisch kan zijn.

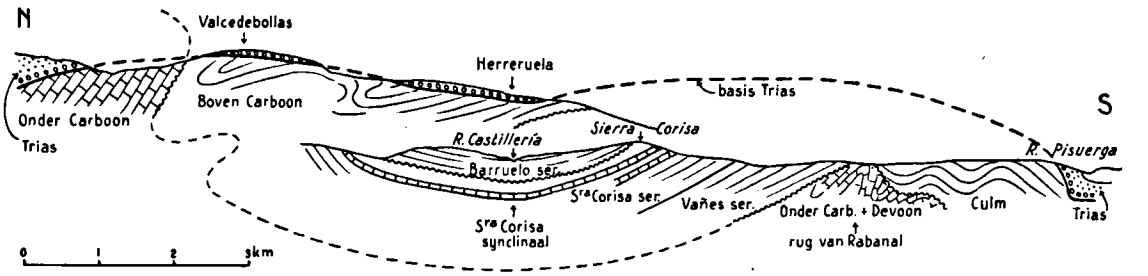


Fig. 5. Twee N—S profielen, weergevende de tertiaire syncline van de Rio Castilleria.

V. Galicië (H. J. Zwart)

Door Insinger, Geul en Collée werd een drietal gebieden in Galicië bewerkt, waarvan Insinger, die voor de tweede maal zijn gebied bezocht, de kartering afsloot. Daarnaast werd een aantal excursies in verschillende gebieden gemaakt met Prof. Shackleton, teneinde een algemeen overzicht van de bestaande problemen te krijgen.

Van de bestaande geologische kaart, die door Don Isidro Parga-Pondal werd gemaakt, is uiteraard dankbaar gebruik gemaakt. In grote lijnen geeft deze kaart de verschillende gesteente-eenheden juist weer. Het bleek ons echter, dat de door Parga gehuldigde opvattingen wel enige wijziging behoefden. Het belangrijkste verschil is wel, dat Parga de verschillende gesteente-eenheden tot verschillende orogenen acht te behoren, terwijl wij uitgaan van de opvatting, dat het gehele gebied slechts één cyclus van gebergtevorming en metamorfose voorstelt. Ons voornaamste argument berust hierop, dat er in feite nergens een discordantie aanwezig is die het bestaan van verschillende orogeneses zou wettigen. Structureel zijn bv. het *complejo antiguo* en de Lage-gneissen één geheel, die weliswaar door een band micaschisten gescheiden zijn, maar die niet los van elkaar zijn te beschouwen. Zelfs indien het *complejo* een oude gesteenteserie zou zijn, dan nog zou deze tijdens de orogenese, die de Lage-gneissen heeft geproduceerd, geheel geremetamorfoseerd zijn, waarbij van het oorspronkelijke karakter vrijwel niets bewaard zou zijn gebleven. Maar deze laatste hypothese lijkt ons overbodig.

Het gehele gebied bestaat uit een gesteenteserie, die syn-, laat- of posttectonisch zijn, en zonder veel moeite laat het gehele beeld zich daarmee verklaren, hetgeen uiteraard niet wil zeggen, dat hiermee de problemen opgelost zijn. De vorming van verschillende metamorfe en magmatische

gesteentegroepen tijdens één orogenetische periode is een normaal verschijnsel, en o. a. in de Pyreneeën bijzonder duidelijk verwezenlijkt.

In tegenstelling tot de Pyreneeën, waar een duidelijk verband met de stratigrafie bestaat, is de ouderdom van de oorspronkelijke sedimenten in Galicië niet bekend. Bovendien staat de schistositeit van de meeste gesteenten vrijwel verticaal, zodat wij geen gegevens hebben over de stratigrafie, noch over de oorspronkelijke structuur daarvan. Het is onwaarschijnlijk, dat wij daar ooit veel gegevens over zullen kunnen verzamelen.

Op grond van de veldgegevens lijkt het waarschijnlijk, dat het *complejo* een groep gesteenten voorstelt, waarin de deformatie veel langer heeft geduurd dan de kristallisatie, waardoor de bijzonder lineaire habitus zou kunnen zijn ontstaan, in feite dus een soort mylonitisatie op grote schaal.

Zowel naar het oosten als naar het westen zou het tijdverschil tussen deformatie en kristallisatie minder zijn, totdat de kristallisatie langer duurt dan de deformatie, zoals bv. het geval is in de migmatieten in het uiterste westelijke gedeelte, bv. bij Mugía. Hoewel dit principe vermoedelijk wel van belang is, is toch ook in de lineaire gneissen een statische rekristallisatie van belang, zoals uit microscopische onderzoekingen bleek.

Van west naar oost kunnen wij de volgende zones onderscheiden:

Migmatieten Lage gneiss s.s. Ogengneiss	Lage-complex van PARGA
Lineaire gneiss Graniet gneiss	*complejo antiguo* van PARGA
Amfiboliet	lopoliet van PARGA

De migmatieten zijn een groep gesteenten, waarvan de oorspronkelijke sedimentaire afkomst duidelijk is, getuige o. a. het voorkomen van sillimaniet. Dit mineraal wijst tevens op de vrij hoge graad van metamorfose, nl. katazonaal. Hoewel op vele plaatsen nog micaschisten als relicten en banden in deze gesteenten aanwezig zijn, is door posttectonische kristallisatie het migmatietkarakter dikwijls verloren gegaan en zijn richtingloze kwartsdiorieten gevormd.

De Lage-gneiss is een vrij grofkorrelig gesteente, bestaande uit leucocrate gneissen met veel muscoviet.

Van west naar oost gaande verandert het karakter van deze gneissen enigszins. In het westen is de structuur niet lineair, maar schisteus, terwijl het metasomatische karakter vrij duidelijk is, getuige het voorkomen van geplooide schistbanden.

Dicht bij de ogengneisszone zijn de Lage-gneissen meer lineair, terwijl ze bovendien veel homogener zijn. Ter hoogte van Lage en ten westen van Corme komen zeer veel pegmatieten voor, die voor een belangrijk gedeelte "replacement" pegmatieten zijn, daar ze bij scheef snijdende gangen geen offset vertonen, of zeer onregelmatige vormen hebben en dan soms uit slechts één groot kristal bestaan met alle overgangen naar grotere lichamen.

Enkele amfibolieten, meestal geboudineerd, werden in de Lage-gneiss gevonden.

De ogengneissen zijn eveneens lineaire gneissen en vormen als zodanig een overgang van de Lage- naar de lineaire gneissen van PARGA's *complejo*.

Het verschil met de Lage-gneiss ligt voornamelijk in de grotere afmeting

van de veldspaten, maar overigens zijn de mineralogische en structurele eigenschappen gelijk.

In de Lage-gneiss komen een aantal posttectonische, vermoedelijk intru-

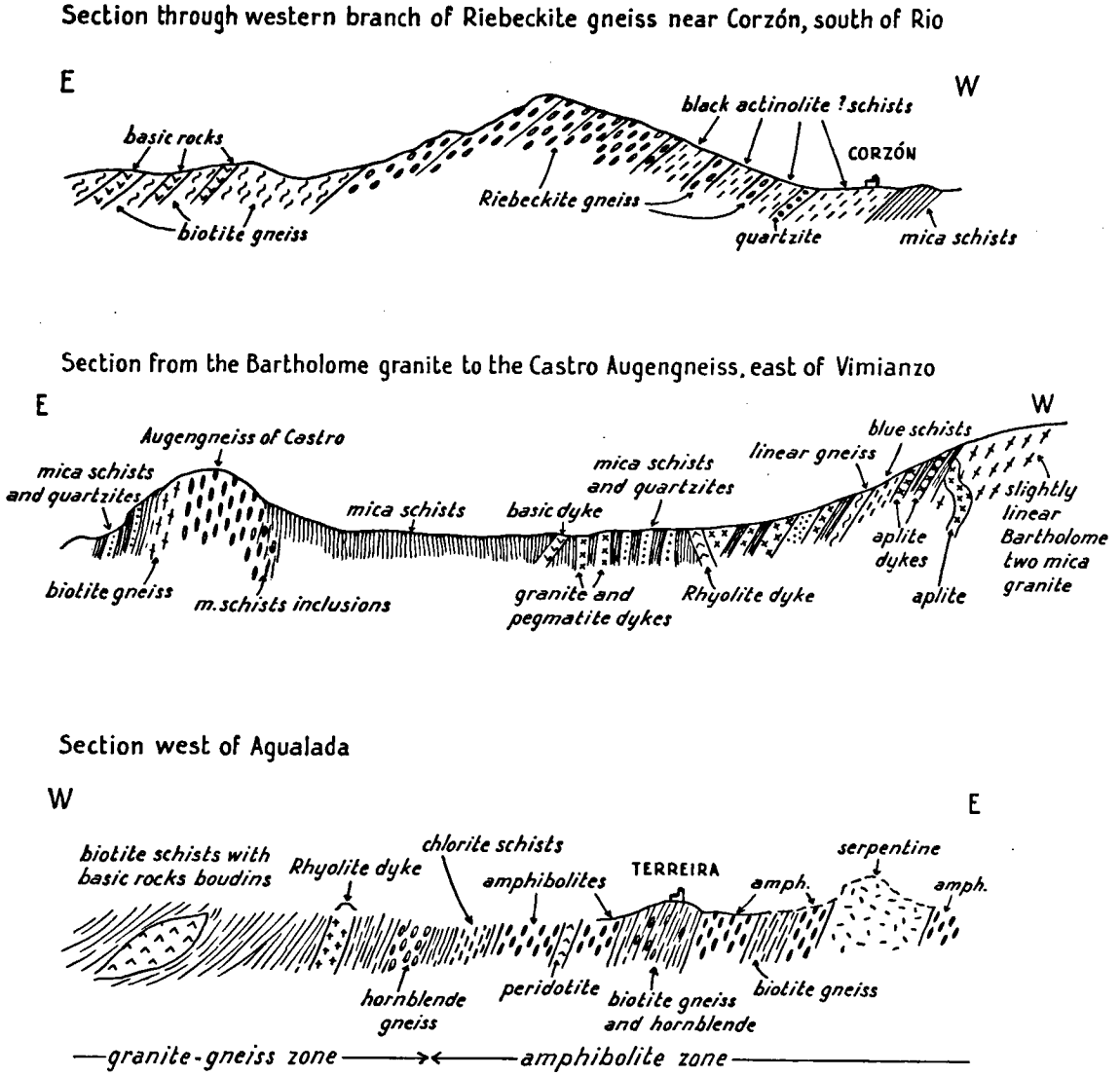


Fig. 6. Drie detailprofielen van overgangszones tussen gesteentegroepen in Galicië.

sieve granieten voor, die in enige typen onderverdeeld kunnen worden. Aplieten in gangen, sills of kleine massieven zijn op een aantal plaatsen te vinden. De Bartholomé-graniet behoort o. a. bij deze aplitische, vrijwel ongerichte variëteit.

Een tweede type, het zg. Ruñatype, is minder zuur, en is gekenmerkt door grote kaliveldspaatfenocristen en het voorkomen van biotiet en muscoviet. Deze graniet komt eveneens als gangen en massieven voor, en is dikwijls duidelijk discordant t. o. v. het nevengesteente. Vaak liggen de fenocristen evenwijdig aan het contact.

Een derde type is de Trabagraniet, een biotietgraniet, die geheel discordant in de Lage-gneissen ligt.

Een verschijnsel, dat in alle tot de Lage-groep behorende gneissen kan optreden, is een roodkleuring, die steeds tezamen voorkomt met de omzetting van biotiet in chloriet, of soms in hematiet. Microscopisch blijkt, dat tevens alle veldspaten gealbitiseerd zijn, terwijl dikwijls de kwarts is verdwenen. De roodkleuring wordt veroorzaak door zeer fijnverdeeld erts in de veldspaat. Determinatie van dit erts is tot dusver niet gelukt, maar niet onmogelijk is, dat het hematiet betreft.

De lineaire gneissgroep (PARGA's *complejo antiguo*) is een zeer variabele eenheid, zoals o. a. duidelijk uit het kustprofiel bij Malpica blijkt. Naast zure gneissen en schisten komen veel basische gesteenten voor, die in het veld dikwijls de indruk gaven groenschisten te zijn, waarin soms granaten als relicten voorkomen. Microscopisch bleken dit evenwel vaak geen groenschisten te zijn, maar richtingloze, mesozonale hoornblendegesteenten, die ontstaan zijn uit andere gesteenten, waarvan de juiste aard nog niet bekend is, maar die soms de indruk geven van eclogieten.

Ook in de lineaire gneissen zelf is dikwijls een mesozonale statische omzetting waar te nemen, die soms het gehele gesteente in een granoblastische massa heeft veranderd, hoewel macroscopisch weinig veranderingen te zien zijn. Verder zuidwaarts bij Corzon komen riebeckietgneissen in deze zone voor.

Plaatselijk vindt men in de lineaire gneisszone richtingloze granieten, bv. bij Puente Ceso en ten E van Malpica.

Ten oosten van de lineaire gneissen bevindt zich een groep granitische gneissen, vrij veel gelijkend op de Lage-gneiss, maar met veel basische gesteenten als boudins of in lagen. Deze granitische gneissen gaan over in een zone, bestaande uit basische gesteenten, amfibolieten, peridotieten, gabbro's, etc. (PARGA's lopoliet).

De gesteenten, die macroscopisch op amfibolieten gelijken, blijken microscopisch helemaal niet zo sterk gedeformeerd te zijn. Ze hebben evenals sommige basische gesteenten uit de lineaire gneisszone een belangrijke statische fase van rekristallisatie in de mesozone.

De grens van de amfibolietzone met de granietgneisszone is niet een abrupt contact, aangezien in de gneissen amfibolieten voorkomen en in de amfibolietzone micaschisten en hoornblendegneissen, die tezamen sterk geplooid zijn.

De drie bijgevoegde profielen (fig. 6) geven een beeld van een gedeelte van de lineaire gneisszone, van het oostelijke gedeelte van de Lage-groep en van de grens granietgneiss en amfibolietzone.

Lijst van publikaties van de hand van onze groep verschenen in 1955—1956

KANIS, J., 1956. Geology of the eastern zone of the Sierra del Brezo. Leidse Geol. Med. v. 21, p. 377—445.

PARGA-PONDAL, I., 1956. Explication del mapa geologico de la provincia de la Coruña with an English summary. Leidse Geol. Med. v. 21.

SITTER, L. U. DE, 1956. Orogeny and magmatic activity in the Paleozoic of the Pyrenees. Geol. & Mijnbouw, 18e jrg., p. 87—93.

SITTER, L. U. DE, 1956. A cross section through the Central Pyrenees. Geol. Rundschau, v. 45, p. 214—233.

SITTER, L. U. DE, 1956. Voorlopige resultaten van de kartering in N. Spanje verkregen in 1955. Leidse Geol. Med. v. 21.

ZWART, H. J., 1956. Apropos des migmatites pyrénéennes. Bull. Soc. géol. de France (6e série) t. VI, p. 49—56.