Utrecht University Library
Partner in Science
Universiteit Utrecht

Geologisch-pertographische onderzoekingen in het granietmassief van Llés-Aristot in de oostelijke Spaansche Pyreneeën

https://hdl.handle.net/1874/302641

GEOLOGISCH-PETROGRAPHISCHE ONDERZOEKINGEN IN HET GRANIET-MASSIEF VAN LLÉS-ARISTOT IN DE OOSTELIJKE SPAANSCHE PYRENEEËN

Diss. Utrecht gu 1929

GEOLOGISCH-PETROGRAPHISCHE ONDERZOEKINGEN IN HET GRANIET-MASSIEF VAN LLÉS-ARISTOT IN DE OOSTELIJKE SPAANSCHE PYRENEEËN

PROEFSCHRIFT

TER VERKRIJGING VAN DEN GRAAD VAN DOCTOR IN DE WIS- EN NATUURKUNDE AAN DE RIJKS-UNIVERSITEIT TE UTRECHT, OP GEZAG VAN DEN RECTOR-MAGNIFICUS DR. A. A. PULLE, HOOGLEERAAR IN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE, VOLGENS BESLUIT VAN DEN SENAAT DER UNIVERSITEIT TEGEN DE BEDENKINGEN VAN DE FACULTEIT DER WIS- EN NATUURKUNDE TE VERDEDIGEN OP **MAANDAG 2 DECEMBER 1929**, DES NAMIDDAGS **4 UUR**

DOOR

PIETER MELLE ROGGEVEEN
GEBOREN TE AMSTERDAM

BIBLIOTHEEK DER
RIJKSUNIVERSITEIT
UTRECHT.

AAN MIJN OUDERS
EN MIJN AANSTAANDE VROUW

Bij de voltooiing van mijn proefschrift maak ik gaarne van de gelegenheid gebruik U, Hoogleeraren der natuurphilosophische faculteit, die tot mijn wetenschappelijke vorming hebt bijgedragen, mijn dank te betuigen.

Gij, Hooggeleerde BROUWER, verdiepte mijn inzicht in tektonische vraagstukken.

In het bijzonder U, Hooggeleerde RUTTEN, Hooggeachte Promotor, ben ik grooten dank verschuldigd. Gij hebt mij door Uw onderwijs in de geologische wetenschappen een buitengewoon grondige opleiding gegeven. Gij waart het, die mijn aandacht gevestigd hebt op de problemen der contactmetamorphose, welke ik tot onderwerp van mijn proefschrift gekozen heb. Het is mij een groot genoegen te kunnen verklaren, dat de thans voltooide studiën mijn belangstelling voor de geologische wetenschap nog meer hebben aangewakkerd. Den steun, dien ik bij de totstandkoming van dit proefschrift van U mocht ondervinden, stel ik op zeer hoogen prijs.

Velen hebben op eenigerlei wijze voor mij den thans afgelegden weg naar mijn promotie-dag geëffend. Hier zij slechts genoemd mijn collega A. J. PANNEKOEK, die veel zorg aan de correctie der drukproeven besteedde, en vooral ook J. VAN DIJK, bediende van het Geologisch Instituut, die met bekwame hand de kaart en vele afbeeldingen vervaardigde.

Tenslotte wil ik nog dank brengen aan talrijke Spanjaarden van allerlei rang en stand, die door hun prettigen, vriendschappelijken omgang mijn Spaanschen studie-tijd tot een zeer aangename gemaakt hebben.

INLEIDING.

Gedurende den zomer van 1928 werden door mij geologische opnamen verricht in een granietgebied, gelegen in het Spaansche gedeelte der Oostelijke Pyreneeën en wel in het Noordoosten der provincie Lérida, direct ten Zuiden van het staatje Andorra (zie overzichtskaartje fig. 1). Het dal der Rio Segre vormt ongeveer de zuidgrens van den graniet. Kortheidshalve zal voortaan dit granietmassief aangeduid worden als Llés-Aristot massief.

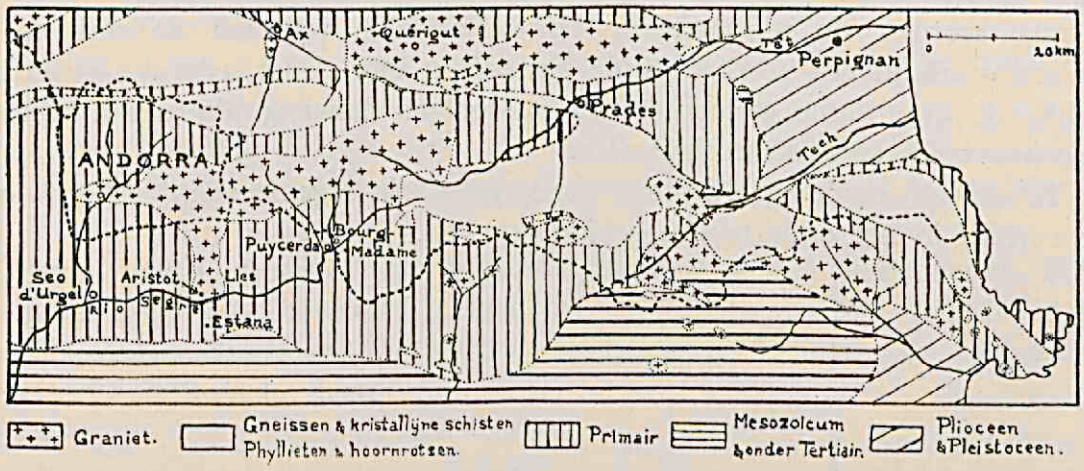


Fig. 1. Geologisch overzichtskaartje der oostelijke Pyreneeën. Vereenvoudigd naar de Fransche geologische overzichtskaart 1 : 1.000.000 (1905). In het gebergte is jong Tertiair en Quartair niet aangegeven.

Het doel der karteering was in het bijzonder, om de contactwerking van den graniet te bestudeeren. Voor deze studie was dit gebied zeer geschikt en wel om de volgende redenen. De graniet-omgrenzende gesteenten, welke alle sedimenten van palaeozoischen ouderdom zijn, bestaan uit schalies, kwartsieten en kalken. Men kan hier dus de contactmetamorphose bij chemisch zeer verschillende gesteenten onderzoeken. Gunstig is verder, dat regionale metamorphose in dit gebied onbelangrijk is en de sediment-tektoniek weinig ingewikkeld. Zeer bevorderd wordt ook een goede orientatie in de contactverschijnselen door het nabijgelegen zijn van granietgebieden in de Fransche Pyreneeën, waarvan LACROIX omstreeks 1900 de contactverschijnselen onderzocht heeft, welk onderzoek zeer belangrijke en interessante resultaten opleverde. De contactwerking is daar zeer intensief, vooral in het massief van Quérigut, op een afstand van slechts 35 km van het Llés-Aristot massief verwijderd. Reeds was bekend, dat de contactmetamorphose in het thans door mij onderzochte gebied niet zeer sterk is. Bij de opname kon dus tevens getracht worden de oorzaken van

die intensiteitsverschillen op te sporen. Tenslotte was een nieuwe geologische karteering in dit rijk ontsloten terrein loonend, daar de vroegere opnamen slechts konden geschieden aan de hand van slechte topographische kaarten, en thans van de zeer goede, nieuwe Spaansche stafkaart kon worden gebruik gemaakt. De eenige goede geologische kaart van dit gebied (die van MENGEL, opgenomen voor den Franschen geologischen dienst) verliest door haar slechten topographischen ondergrond zeer sterk aan bruikbaarheid.

De resultaten der bewerking worden in een geologisch en een petrographisch gedeelte medegedeeld. Het geologisch gedeelte begint met opgave van de tot nu toe verschenen litteratuur over de geologie van het Llés-Aristot massief. Vervolgens worden de stratigraphie en de resultaten der opname aan de hand der nieuwe geologische kaart besproken. Daarna wordt iets over de tektoniek van het gebied medegedeeld en de resultaten van diaklaasmetingen gegeven.

In het petrographische gedeelte vindt men de beschrijving van de stollingsgesteenten, dan een korte beschrijving der niet-metamorphe sedimenten. Vervolgens worden de contactgesteenten behandeld, waaraan aansluitend de schaars voorkomende sterk hybride gesteenten en de door sediment-assimilatie afwijkende granitische gesteenten. Hierna volgen dan nog algemeene beschouwingen over de contactverschijnselen.

In een kort aanhangsel worden tenslotte enkele algemeene inlichtingen over het verblijf in het onderzochte gebied gegeven.

GEOLOGISCH GEDEELTE.

LITTERATUUR.

De geologische litteratuur over het onderzochte gebied is weinig omvangrijk. Hieronder volgt opgave van die geschriften, welke mededeelingen bevatten omtrent het Llés-Aristot gebied.

DUROCHER. Essai sur la classification du terrain de transition des Pyrénées. Annales des Mines, 4me série, t. VI, 1844.

NOBLEMAIRE. Etude sur les richesses minérales du district de la Seu d'Urgel. Annales des Mines, 5me série, t. XIV, 1858.

LEYMERIE, A. Récit d'une exploration géologique de la vallée de la Segre. Bull. Soc. géol. de la France, 2me série, t. XXVI, 1869.

VIDAL, L. M. Geologia de la provincia de Lérida. Bol. Com. Mapa geol., t. II, 1875.

MALLADA, L. Explicacion del mapa geologico de España, t. I, II & III. 1895, '96 & '98.

MENGEL, O. In: Comptes rendus des collaborateurs pour la campagne de 1907—1912. Bull. de la Carte géol. de la France, Nos. 119, 122, 126, 128, 132 & 133.

MENGEL, O. & BERTRAND, L. Notice explicative de la feuille de l'Hospitalet. (Feuille 256 de la Carte géol. de la France, 1912).

Behalve in bovengenoemde litteratuur, vindt men meer algemeene stratigraphische gegevens in:

ROUSSEL, J. Etude stratigraphique des Pyrénées. Bull. Carte géol. de la France, No. 35, 1894.

ROUSSEL, J. Tableau stratigraphique des Pyrénées. Bull. Carte géol. de la France, No. 97, 1904.

CAREZ, L. La géologie des Pyrénées françaises. Fascicule IV: Feuille de l'Hospitalet. Mém. Carte géol. de la France, 1906.

FAURA Y SANS, M. Sintesis estratigrafica de los terrenios primarios de Cataluña. Memoria doctoral, Madrid 1912—1913.

SEDIMENTGESTEENTEN.

Stratigraphisch Overzicht. Het Llés-Aristot gebied is gelegen in het zuidelijk gedeelte der centrale zone der Pyreneeën, welke in hoofdzaak uit praevariscische gesteenten bestaat. Iets zuidelijker treden spoedig slechts jongere gesteenten op. Deze vormen daar een tot 2600 m. hooge keten, de Sierra de Cadi, die ongeveer oost-west verloopt. De stratigraphische serie, voorkomende in dat gedeelte der Pyreneeën, waarin het Llés-Aristot gebied gelegen is, is als volgt samengesteld (zie vnl. Notice expl., feuille l'Hospitalet):

PRAEPALAEOZOICUM: Gneissen en kristallijne schisten. Volgens sommigen zouden deze gesteenten ook jonger kunnen zijn. CAREZ b.v. meent, dat zij slechts een sterk-metamorphe facies van het prae-variscische palaeozoicum vormen (1906, pag. 1975). Anderen (b.v. ROUSSEL) geven echter het voorkomen eener discordantie aan tusschen deze gesteenten en het

PALAEOZOICUM: *Cambrium*. Volgens BERTRAND en MENGEL behooren hiertoe zijdeglanzende en sericiet-schisten, die zich dus kenmerken door een, in de hoogere deelen der palaeozoische serie ontbrekende, regionale metamorphose. Fossielen zijn in deze gesteenten niet gevonden. Het is dan ook niet zeker, of de basis dezer formatie van cambrischen, dan wel van onder-ordovicischen ouderdom is. Waarschijnlijk zonder discordantie volgt hierop:

Siluur.

Ordovicien. Voornamelijk bestaande uit leiige en kwartsitische gesteenten, soms met een conglomeratisch niveau. Fossielen zijn uit het Ordovicien bekend.

Gothlandien. In hoofdzaak uit kolige leien en schalies bestaande. Met graptolieten.

Devoon. Kalken met kleiige intercalaties. Soms met fossielen.

Carboon.

Dinantien. Schalies, conglomeraten, zandsteenen met kalkinschakelingen. Dat deze sedimenten slechts tot het Dinantien behooren en niet ten deele jonger zijn, is alleen zeker voor die gebieden, waar tevens niet-variscisch geplooid Stéphanien discordant het oudere palaeozoicum bedekt. Daarom behoort het variscisch geplooide carboon van het Llés-Aristot gebied tot het Dinantien, want iets zuidelijker komt aan den voet der Sierra de Cadi op verschillende plaatsen postvariscisch, fossielhoudend Stéphanien voor. Noordelijker echter, op Fransch grondgebied, vertegenwoordigen bovengenoemde gesteenten ook het bovenste gedeelte van het Carboon, waarop dan nog concordant het Onder-Perm volgt. Eerst daarna vond de plooiing plaats.

Discordantie

Stéphanien. Zie boven.

Perm. In het zuiden volledig, in het noorden ontbreekt het Midden-Perm (zie boven).

MESOZOICUM: *Trias.*

Jura. Hiervan treedt slechts de onderste Lias op. De Midden- en Boven-Jura was een tijdperk van regressie.

Krijt. De regressie hield stand ook nog gedurende het onderste gedeelte van het Krijt. Het Senoon is echter aanwezig.

KAENOZOICUM: De alpine plooiing vond voornamelijk plaats in het onderste Tertiair, tengevolge waarvan het jongste Eoceen en het Oligoceen ontbreken. De bewegingen duurden echter nog tijdens het geheele Tertiair voort en ook thans zijn deze gebieden nog niet in rust.

In het door mij onderzochte Llés-Aristot gebied komen, behalve onbelangrijke quartaire en jong tertiaire afzettingen, die hier niet besproken zullen worden, slechts gesteenten voor van palaeozoischen ouderdom en wel: Siluur (Ordovicien en Gothlandien), Devoon en iets Carboon (uitsluitend Dinantien).

Vooreerst zullen deze formaties uitvoerig behandeld worden, waarbij echter de contactmetamorphe gesteenten buiten beschouwing gelaten zullen worden.

Ordovicien. In het onderzochte gebied komen geen volledige ontsluitingstracé's door deze formatie voor. Verder stroomafwaarts langs de Rio Segre is echter een goed profiel ontsloten. MENGEL (camp. 1909) vermeldt vanaf Seo de Urgel, oostwaarts langs de Segre gaande, de volgende gesteenten: Vooreerst gebandeerde schalies (basis van het Ordovicien [1])). Vervolgens zijn ontsloten dikke conglomeraatbanken met kiezelige componenten, die afwisselen met zandige en violette, zijdeglanzende leien en schalies. Op deze gesteenten liggen groenige schalies met crinoiden-stelen.

Daarboven ligt een niveau van grauwacken met *Orthis actoniae,* waarna dan het Gothlandien volgt. De dikte van het Ordovicien wordt niet door MENGEL opgegeven, maar uit de oude profielen van dit tracé, door DUROCHER en LEYMERIE afgebeeld, blijkt deze dikte waarschijnlijk meer dan 2000 m. te bedragen. Ook ROUSSEL (1904) schat de dikte van deze formatie op verschillende duizenden meters.

Zooals reeds gezegd, ontbreken in het Llés-Aristot gebied groote duidelijke dwars-profielen. Er zal dus volstaan worden met enkele opgaven te doen omtrent den aard der gesteenten in de diverse Ordovicien-terreinen van het onderzochte gebied.

Ordovicien langs de oostgrens van den graniet. Gewoonlijk vindt men direct onder het Gothlandien de kwartsitische grauwacken van het bovenste Ordovicien goed ontsloten. Zoo onder anderen ten zuiden en oosten van Martinet, verder onder de Gothlandien-band der Turó Negre keten. Het Ordovicien van de ruïne S. Martin bestaat voornamelijk uit hetzelfde gesteente. Ook in de omgeving der Sierra de Sta. Ana en om den Pelat de Talltendre is deze kwartsitische grauwacke ontsloten.

Vanaf de Gothlandien-grens ten noorden van den zooeven genoemden Pelat de Talltendre, gaande in de richting van den Carabasa, treft men onder anderen de volgende gesteenten aan: kwartsitische zandsteenen, soms met een enkel stuk

---

[1]) MENGEL's basis van het „Silurien moyen".

fijn-conglomeratisch gesteente, van hier tot in XLIII. 63 NE [1]), daarna schalies, soms echter ook weer kwartsieten.

Deze schalies met de meer kwartsitische inschakelingen blijven aanhouden tot in XLVII. 62. Vervolgens treden in XLVIII. 62 en XLIX. 62 voornamelijk grijze leien op. Hierin is vaak een zoo regelmatige druksplijting ontwikkeld, dat het zeer moeilijk valt in het terrein de sedimentgelaagdheid te bepalen. Noordelijk daarvan treedt dan weer kwartsiet op in L. 62. Vandaar in de richting naar La Carabasa komt weer grijze lei voor. De weinig geprononceerde top, genaamd La Carabasa, bestaat uit zwak metamorphe gesteenten, bijvoorbeeld sericiet-vlekhoornrots, welke soms sterke detailplooiing vertoont.

Ordovicien ten zuiden van den Roch del Aguila. Ook hier vindt men vaak, grenzend aan het Gothlandien, de grauwacke-kwartsieten. In XIII. 39 NE vindt men aan de Gothlandien-grens kwartsietbanken, afgewisseld met schalieinschakelingen. Meer naar het zuid-westen (b.v. in XII. 37) komt hetzelfde voor; hier echter zijn de zandsteenen ook eenigszins schisteus. Daarnaast treden fijnconglomeratische gesteenten op. Gezien het feit, dat op deze plaats geen Gothlandien gevonden werd, bestaat er eenige mogelijkheid, dat de Devoon-Ordovicien-grens hier tektonisch is. Hierop kunnen tevens de abnormale hellingen in het Ordovicien van dit gebied wijzen.

Langs het pad in XII. 38. 37 en 36. vindt men kwartsitische zandsteenen en veel, ten deele violette en ook groene, soms iets kwartsitische, leiige schalies.

Langs den grooten Segre-weg in XV. 39 zijn groengrijze, schistige kwartsieten ontsloten.

In het dalletje ten zuiden van Musa, in XVII. 41 SE en XVI. 42 komt een merkwaardige, meestal donkerzwarte, sterk verbrokkelde schalie voor, die aan het graniet-contact ontsloten is, echter zonder een spoor van metamorphose te vertoonen. De graniet is hier door een breuk van de sedimenten gescheiden. Deze schalie vertoont veel overeenkomst met sommige Gothlandien-gesteenten en is door MENGEL dan ook als zoodanig gekarteerd. Op grond van de volgende feiten heb ik echter gemeend dit gesteente voor Ordovicien te moeten houden: Deze schalies zijn nooit sterk kolig, gelijk dergelijke gesteenten van het Gothlandien meestal zijn. De facies verschilt duidelijk van de nabijgelegene, zekere Gothlandien-gesteenten. Zoo vindt men b.v. bij XIV/XV. 41 E fijne, zwarte, leiige schalies met vrij talrijke graptolieten, en enkele kalkige bankjes, terwijl bovengenoemd gesteente fossielloos is en in het geheel geen kalkige tusschenlagen bevat. Wanneer men de Gothlandien-strook van de zooeven genoemde fossielvindplaats meer oostwaarts vervolgt, zet deze zich voort naar het tektonische graniet-

[1]) De plaatsbepaling geschiedt hier en in het vervolg door opgave van de coördinaten, welke op de geologische kaart van het Llés-Aristot gebied aangegeven zijn. Ieder vakje van dit coördinaten-net is 250 m. in het vierkant en wordt eventueel door opgave van NE, SE, SW en NW weder in vier kleinere vierkantjes verdeeld. Plaatsen, gelegen op de grenslijnen dezer kleine, niet op de kaart geteekende, vierkantjes, worden aangegeven door de coördinaten van het vakje, waarin ze gelegen zijn met de aanduiding N, E, S of W. Plaatsen op de grenslijn van twee vakjes gelegen worden aangeduid door de coördinaten van de aangrenzende vakjes, b.v. XI/XII. 4, XV. 52/53. Hierbij kan verder nog onderscheiden zijn N, S of E, W.

contact in XVI. 43, aan den noordkant voortdurend begrensd door de bovenordovicische grauwacke-kwartsieten; er vindt dus geen afbuigen in noordelijke richting van het Gothlandien naar de zwarte schalie in het Musa-dalletje plaats, zooals MENGEL dit aangeeft. Tenslotte nog grenst deze niet aan een kwartsietniveau. Al deze omstandigheden maken het waarschijnlijk, dat de zwarte schalies tot het Ordovicien behooren. Trouwens, dergelijke Gothlandien-achtige schalies werden ook in het Ordovicien ten noorden van de hoeve La Bastida (XXXIII. 62) aangetroffen, waar zij dicht onder het kwartsietniveau liggen en duidelijk afwijken van de iets zuidelijker voorkomende Gothlandien-gesteenten. Ook in XI. 52 werden eenigszins gelijke gesteenten aangetroffen.

De rug in XVIII. 39 wordt gevormd door het kwartsiet-niveau. Ook is dit goed ontsloten onder het Gothlandien ten noorden van het dorp Bar (XV. 31).

Ordovicien ten noordoosten van Arseguell. Dit bestaat uit kwartsieten, schistige kwartsieten en ook wel schalies. De kwartsieten worden meermalen direct onder het Gothlandien aangetroffen.

Ordovicien ten zuiden van Vilanova. Dit bestaat uit schalies en kwartsitische gesteenten.

Ordovicien-gebied van den berg Punso. Hiervan is slechts het meest zuidelijke gedeelte bezocht. Ook daar vindt men onder het Gothlandien het kwartsietniveau, bijvoorbeeld op den Coll de Caralt.

Ordovicien-conglomeraten zijn in het onderzochte gebied zeldzaam. Hierboven werden reeds enkele vindplaatsen van fijne conglomeratische gesteenten genoemd. In de omgeving van punt XXXV/XXXVI. 59/60 werden grovere conglomeraatstukken, ongetwijfeld uit de directe omgeving afkomstig, aangetroffen. Bij de voorgaande bespreking der Ordovicien-gesteenten is nog geen melding gemaakt van het voorkomen van kalkige sedimenten. Kalkige gesteenten van wellicht ordovicischen ouderdom werden aangetroffen in: XXVII. 55, XVIII. 51 en 52, XXXIV, 59 SW, XXVIII, 56 SE, XI. 52 NE en XIV. 33 NE. Op al deze plaatsen zijn die gesteenten echter vrij sterk metamorph. Hun samenstelling doet vermoeden, dat het oorspronkelijk voornamelijk kleiige kalksteenen geweest zijn. Gegeven het feit, dat ze meermalen dichtbij het Devoon gelegen zijn, zou men aan den ordovicischen ouderdom dezer gesteenten kunnen twijfelen. Wat betreft het voorkomen in XVIII. 51 en 52 (goed ontsloten langs het bevloeiingskanaaltje) is de silurische ouderdom echter zeer waarschijnlijk, want ten eerste vindt men iets zuidelijker reeds granaathoudende cordieriet-biotiet hoornrotsen, wier granaat-gehalte reeds op een zeker kalkgehalte wijst en die tusschen normale ordovicische hoornrotsen voorkomen, en ten tweede scheidt een vrijwel overal goed ontsloten Gothlandien-band op de westelijke flank der Turó Negre keten de bovengenoemde kalkige gesteenten van het Devoon. Ook de gesteenten van XIV. 33 NE en XI. 52 NE zijn duidelijk geassocieerd met typische Ordovicien-gesteenten. Hetzelfde is ook wel het geval met hetgeen voorkomt in XXVII. 55 en XXVIII. 56 SE; echter zou het hier ook mogelijk zijn, dat een smalle, ondiepe Devoon-syncline doorliep tot aan het graniet-contact. Opgemerkt moet worden, dat begrenzende Gothlandien-sedimenten hier niet aangetroffen werden, hetgeen echter geen zwaarwegend argument tegen

devonischen ouderdom van deze metamorphe gesteenten mag zijn, daar het tot zeer geringe breedte uitwiggen, door tektonische oorzaak, van het Gothlandien meermalen voorkomt. Twijfelachtig is ook de ouderdom van het gesteente in XXXIV. 59 SW.

Van het Ordovicien in het Llés-Aristot gebied kan dus gezegd worden, dat het bovenste niveau steeds uit kwartsitische grauwacken bestaat. De oudere Ordovicien-gesteenten zijn schalies, soms eenigszins leiig; verder ook komen er kwartsitische gesteenten en een enkele maal conglomeraten voor. Er zijn aanwijzingen, dat er in de hoogere deelen van het Ordovicien kalkige inschakelingen kunnen voorkomen.

In het Ordovicien van het onderzochte gebied werden slechts enkele dubieuse fossielresten aangetroffen. Opgave van fossiel-inhoud van naburig Onder-Siluur vindt men bij Roussel (1894), maar vooral bij Carez (1906).

Gothlandien. In haar meest karakteristieke ontwikkeling bestaat deze formatie uit zwarte schalies en leien, die zacht en sterk kolig zijn, zoodat zij zwart afgeven. Mengel (camp. 1909) vermeldt, dat het Gothlandien in de omgeving van Martinet bestaat uit kolige schalies, soms met pyrietconcreties en kalkinschakelingen met *Orthoceras*, terwijl aan de Devoon-grens volgens M. vrij constant een phtaniet-laag voorkomt. Een dergelijk gesteente trof ik slechts zelden duidelijk aan (b.v. in XVII. 54). De koligheid der zwarte Gothlandienschalies is soms zoo sterk, dat de bevolking meent, met steenkool te doen te hebben. Dergelijke schalies schijnen iets brandbaar te zijn. Er komen ook wel minder sterk kolige gesteenten voor, bijvoorbeeld de grijze, fijne Gothlandienschalies in IX. 16 en 17. Soms bevatten de gesteenten een weinig kwarts, zoo o.a. de graptolietenhoudende leien van XI. 52 S.

Meermalen vormen de Gothlandien-banden depressies in het terrein, bijvoorbeeld ter weerszijden van de Segre bij XIV. 40, ook ten zuiden van den Punso, etc. De formatie is echter niet dik genoeg om grooten invloed op het topographisch relief uit te oefenen.

Meermalen komen er bronnen voor in het Gothlandien-niveau: b.v. NW. van den Pelat de Talltendre (XLI. 63 SW), S. van den Punso (XXXVIII.15 NE, XXXVII. 20/21 S), etc. De Devoonkalken zijn dus beter water-doorlaatbaar dan de silurische gesteenten.

De dikte van het Gothlandien is gering, in het algemeen minder dan 25 m. Als gevolg van de geringe vastheid harer gesteenten en het gelegen zijn tusschen veel hardere niveau's (n.l. de kwartsieten van het Boven-Ordovicien en de Devonische kalken), is de oorspronkelijke dikte van het Gothlandien door tektonische invloeden dikwijls gewijzigd. Dergelijke wijzigingen bestaan uit wegpersing van materiaal op sommige plaatsen, dat zich in andere, minder sterk samengedrukte gedeelten verzamelt. Zoo vindt men b.v. het Gothlandien bij XV. 41/42 S (op den kam tusschen het Musa beek-dalletje en het Segre-dal) gereduceerd tot 2½ m dikte. Het uitgestrekte Gothlandien-veld ten westen van Toloriu is zeer waarschijnlijk een anticlinaalkop, waarin zich materiaal van de flanken verzameld heeft.

Het Gothlandien bevat op verschillende plaatsen fossielen. Reeds langen tijd is bekend de Gothlandien-fauna van Estana, gelegen aan den voet van de noord-helling der Sierra de Cadi (zie overzichtskaartje, fig. 1, pag. 5). Deze fossielvindplaats is ongeveer 6 km ten zuiden van den rand der geologische kaart gelegen in de voortzetting van de meridiaan-strook 38. Deze fauna is gevonden door ROUSSEL en gedetermineerd door CH. BARROIS. Verder vermeldde MENGEL (camp. 1907) een graptolieten-vindplaats bij Prullans en een tusschen Martinet en Montella. Dit laatste voorkomen trof ik eveneens aan. Ik vond verder een aantal andere graptolieten-voorkomens. Hieronder volgt opgave van de thans bekende vindplaatsen met vermelding van bijzonderheden.

I. Bij XI. 52 S. Dit is de door MENGEL reeds aangetroffen vindplaats. Zij is gelegen direct aan het steile voetpad, dat van Martinet naar Montella opstijgt, aan den westkant van een hoeve, die op het boven-ordovicische kwartsiet-niveau ligt. Het fossielhoudende gesteente is een iets kwartshoudende, grijszwarte sericiethoudende lei. Sommige laagjes bevatten zeer talrijke graptolieten, die echter zeer slecht geconserveerd zijn. Soms liggen ze eenigszins evenwijdig in het gesteente.

II. Bij XLI. 44 E. Deze vindplaats is vrijwel in het centrum van een kamzadel gelegen. Hier werd een enkele graptoliet aangetroffen, die, hoewel slecht, iets beter bewaard was, dan die van de vorige vindplaats.

III. Bij XIV/XV. 41 E. Deze vindplaats is gelegen op de zuidoost-helling van een dalletje. De conservatie-toestand der fossielen is slecht.

IV. In XIV. 31 en XV. 31 werden in het Gothlandien langs het pad ten noorden van het dorp Bar op verschillende plaatsen graptolieten gevonden.

V. Op meerdere plaatsen in het Gothlandien-gebied ten westen van Toloriu komen graptolieten voor:

   a. In XIII. 26 en 27. Een nogal rijke vindplaats is gelegen ten zuiden van de zuidelijke rijwegbocht, ten westen van Toloriu. De fossielen zijn hier iets beter bewaard en de fauna schijnt talrijke soorten te bevatten.

   b. In XIV. 24 komen op verschillende plaatsen slecht geconserveerde graptolieten voor. Ook in de contactmetamorphe vlekschisten werden nog enkele onduidelijke graptolieten-resten gevonden.

Slechts van vindplaats V.*a* was het mij mogelijk enkele graptolieten te determineeren. Deze fossielen zijn *Rastrites Linnaei* BARR. en waarschijnlijk *Monograptus Halli* BARR. Van deze vindplaats V. *a* werden door mij ongeveer 10 soorten verzameld. Behalve bij de twee zooeven genoemde, was het echter onmogelijk tot eenigszins zekere determinaties te komen, daar het materiaal te weinig talrijk was en de conservatie-toestand niet zoodanig, dat de exemplaren voor een niet-specialist voldoende kenmerken voor goede determinaties opleveren.

Een fossiellijst van de fauna van Estana vindt men bij ROUSSEL (1904). Een algemeene opgave van Gothlandien-fossielen, in de omgevende Pyreneeën aangetroffen, vindt men bij ROUSSEL (1894) en CAREZ (1906). Speciaal

een opgave van Gothlandien-graptolieten, in de Pyreneeën gevonden, benevens stratigraphische beschouwingen, geeft BARROIS [1]).

Orthoceras-resten werden slechts zelden in het Gothlandien aangetroffen, wel echter verschillende malen in de basale deelen van het Devoon (zie aldaar). Op de Sierra de Sta. Ana (XXXII. 58 N.) werden in kolig zwarte kalkstukken, aan den rand van een uit Gothlandien bestaanden akker, *Orthoceras*-resten aangetroffen, waarnaast tevens crinoiden-stelen en problematica voorkomen. Een merkwaardige, afwijkende fauna werd gevonden in Gothlandien-achtige gesteenten in XVI. 24 NE, ten zuidwesten van Pont de Bar. Men vindt hier kolige schalies, waarin een enkele kalkbank. Hooger volgt hierop een circa 2 m. dikke bank van hardere, grijzige schalies, die fossielhoudend zijn; daarop liggen enkele kalkbanken, waarna nog een, enkele meters dikke, partij van zachte, grijze, onregelmatige schalies volgt. Deze zijn bedekt door kalken, die zich voortzetten in de Devoon-kalken van het omringende gebied. Al deze gesteenten vertoonen geen spoor van contactmetamorphose. Dit profiel is ontsloten in den oostelijken wand van het dalletje, over een hoogte van ongeveer 30 m. Iets meer noordelijk trof ik in het zooeven genoemde fossielhoudende gesteente een nogal rijke fauna aan. Een aantal *Phacops*-achtige trilobieten, een paar brachiopoden, crinoidenstelen, een gastropode en andere fossielresten werden hier verzameld. De conservatie-toestand van deze fossielen is redelijk. Determinatie ervan heeft nog niet plaats gehad. Het moet waarschijnlijk geacht worden, dat de fossielhoudende gesteenten tot de overgangslagen tusschen Gothlandien en Devoon behooren, wanneer althans niet de basis van het bovenliggende kalkpakket nog van gothlandischen ouderdom is (zie bij Devoon).

Devoon. Het Devoon bestaat bijna uitsluitend uit kalksteenen. Zeer dikwijls komen er in deze kalken schalie-laagjes voor. Deze zijn meestal zeer dun, maar geven door hun optreden vaak een duidelijke gelaagdheid aan de kalk. Soms zijn deze schalie-laagjes dikker (b.v. enkele cm.), en kunnen dan door de verweering uitgepraepareerd worden, doordat de kalk ertusschen spoediger verdwijnt. Dit komt vooral voor in den graniet-contacthof, waar deze laagjes door de metamorphose harder zijn geworden, terwijl ze soms ook primair eenigszins kiezelig kunnen zijn en daardoor resistenter. De schalie-laagjes zijn wellicht oorzaak, dat de kalken zeer intensieve detailplooiing kunnen vertoonen. Slechts door de mogelijkheid van differentieele bewegingen langs de veelvuldige schalielaagjes kon waarschijnlijk een dergelijke plooiing goed plaats vinden. Niet altijd verloopen de dunne schalie-laagjes evenwijdig; er komen ook gesteenten voor, waarin dunne schalie-laagjes kleine kalkknollen omsluiten. Dit ziet men bijvoorbeeld bij de vaak rood gekleurde, echter ook grijze, kalken in XII. 44 en XIII. 44. MENGEL (camp. 1912) [2]) geeft aan, dat het Midden-Devoon rose en groenige,

---

[1]) CH. BARROIS, Distribution des graptolites en France. Annales de la Soc. géol. du Nord, t. XX, 1892. (Met opgave van de litteratuur over de verschillende soorten).

[2]) In de ,,notice explicative'' van het oostelijk aansluitend blad der Fransche geologische kaart, het blad Prades (1925), vindt men een sterker gedetailleerde indeeling van het Devoon, door MENGEL en BERTRAND opgesteld.

schistige kalken bevat. Het Boven-Devoon bestaat volgens hem uit grijze kalken en rose of bruingeel gevlekte kalksteenen [1]).

In het algemeen is het lastig in het complex van Devoon-kalken afdeelingen te onderscheiden. De zooeven vermelde roodgekleurde en meer grijze kalken met de kalkomringende schalie-laagjes in XII. 44 en XIII. 44 behooren zeer waarschijnlijk tot het Boven-Devoon. Dergelijke gesteenten zijn in het onderzochte gebied veel minder talrijk dan de kalken met de regelmatige, evenwijdige schalie-laagjes. Begeleidende gesteenten van de zooeven genoemde Boven-Devoonkalken zijn: grijze kalksteenen met meer evenwijdige schalie-laagjes, verder ook zeer schistige kalk (XIII. 44 E).

De dikte van het Devoon kan in het gekarteerde terrein niet berekend worden, want ten westen van Martinet op de twee eenige plaatsen, waar Carboon in het Llés-Aristot gebied voorkomt, maakt de aanwezigheid van breuken het onmogelijk de Devoon-dikte uit profielen te construeeren. Roussel (1904) vermeldt voor de dikte van het Devoon uit de omgeving van Ax (Pic d'Ourthiset) 2 à 3000 m. Eenigszins nauwkeurige gegevens omtrent de Devoon-dikte in de omgeving van het Llés-Aristot gebied ontbreken. Het is waarschijnlijk, dat die dikte meer dan 700 m. bedraagt. Een dergelijke dikte toch bereikt het, niet door Carboon bedekte, Devoon reeds ongeveer in het kalkgebied van Vilanova-Roch Beneido.

Fossielen werden in het Devoon van het onderzochte gebied slechts schaars aangetroffen. Op circa 2 km afstand in westnoordwestelijke richting van Vilanova vond ik in een uitsluitend uit grijze Devoon-kalken bestaand terrein vrij talrijke *Orthoceras*-resten. Tevens werd hier een *Stromatopora*-achtig organisme aangetroffen. Bij III 6/7 N. werd een blok grijze, bitumineuse kalksteen gevonden, dat talrijke *Orthoceras*-resten bevatte. Beide vindplaatsen, maar wel vooral de eerstgenoemde, wijzen met groote waarschijnlijkheid op het voorkomen van *Orthoceras* in het Devoon. De tweede vindplaats is zeer dicht bij het Gothlandien gelegen. Wellicht behoort het fossielgesteente der eerste vindplaats eveneens tot de basale deelen van het Devoon. Ook zou het natuurlijk mogelijk zijn, dat de basis van het dikke kalken-pakket nog tot het Gothlandien behoort.

De boven-devonische kalken van XII. 44 en XIII. 44 bevatten waarschijnlijk kleine Goniatieten. Een enkele maal werden in het Devoon van het onderzochte gebied crinoiden-stelen aangetroffen, b.v. in XIII. 29 N.W.

Durocher (1844) vermeldt uit de kalken, dicht ten oosten van de Gothlandien-grens bewesten Vilanova, een vondst van een trilobiet en een brachiopode. Zonder verdere determinatie achtte hij dit bewijzend voor den silurischen ouderdom van die kalksteenen. Mallada (1896) hield het kalkgebied van Vilanova en meer westelijk daarvan eveneens voor silurisch, en wel op grond van het voorkomen van *Orthoceras*-resten (wellicht van dezelfde vindplaats, waar ik de hiervoren genoemde Orthoceraten aantrof). Dezelfde opvatting vindt men bij Leymerie (1869). Ook Vidal (1875) meende, dat een deel der kalken van het Llés-Aristot gebied silurisch zijn. Mengel echter houdt deze kalken, boven

---

[1]) „griottes".

het Gothlandien-schalie-niveau gelegen, voor uitsluitend devonisch. Karakteristieke fossielen, welke den onderdevonischen ouderdom der, direct op het ,,zwarte'' Gothlandien gelegen, kalken zouden kunnen bewijzen, heeft hij niet gevonden. In het kalksteen-pakket van het blad Prades (opnamen van BERTRAND en MENGEL), dat oostelijk aan het blad l'Hospitalet aansluit, is *Spirifer cultrijugatus* gevonden, welk fossiel wijst op het voorkomen van Eifélien (zie Note explic. feuille de Prades, 1925). Onder dit gesteente wordt daar nog opgegeven het voorkomen van Coblentzien en Gedinnien, waarin echter geen gidsfossielen worden aangegeven. De grens van Gedinnien en Gothlandien wordt ook hier aangenomen samen te vallen met de grens van kalk en zwarte schalie. ROUSSEL (1904) geeft van verschillende plaatsen in de Fransche Pyreneeën fossielhoudend Gedinnien (,,calcaires et schistes'') aan [1]), echter vermeldt hij tevens het soms voorkomen van dolomitische kalksteenen van boven-gothlandischen ouderdom, boven de graptolieten-houdende schalies en leien. BARROIS vermeldt geen fossielen van boven-gothlandischen ouderdom (Boven-Wenlock en Ludlow) in de Pyreneeën. Uit de mij bekende gegevens is het dus niet mogelijk zekerheid te verkrijgen of de grens tusschen Devoon en Gothlandien al of niet samenvalt met de grens van kalk met zwarte schalie en lei. Het zou kunnen zijn, dat de determinatie van de, door mij ten zuidwesten van Pont de Bar aangetroffen, fauna (XVI. 24 NE) hieromtrent nieuwe resultaten kan opleveren. Eenvoudigheidshalve zal ik hier steeds het geheele kalksteen-pakket als devonisch beschouwen.

Carboon. Zooals reeds bij het korte stratigraphische overzicht vermeld is, behoort het Carboon van het Llés-Aristot gebied geheel tot het Dinantien. Daar het Carboon in het gekarteerde gebied slechts zoo schaars voorkomt, zal eerst nog iets medegedeeld worden omtrent de Dinantien-gesteenten uit de omgeving van het iets meer oostelijk gelegen Bellver [2]). Aan den grooten rijweg, westelijk van deze plaats, vindt men zwartgrijze schalies, soms met zandige tusschenschakelingen en een enkel bankje van een fijn conglomeratisch gesteente. Ten noorden van de hoeve Simeón, ongeveer 6 km oostelijk van Martinet [2]), vindt men een eenigszins geleidelijken overgang van Devoon naar Carboon. De basis van het Dinantien bevat in de onderste niveau's, naast conglomeraten en schalies ook nog kalkbankjes en kalkige knolletjes-schalie. ROUSSEL (1904) vermeldt plantenresten uit het carboon van Bellver. Van andere plaatsen vermeldt hij onder-carbonische gidsfossielen.

Het kleine Carboon-voorkomen in XV. 42 en 43 bestaat uit de volgende gesteenten: donkere schalies, soms glimmerhoudend, verder conglomeraten. Deze bevatten voornamelijk kwarts-rolsteentjes, soms ook meer heterogeen materiaal, o.a. gneissachtige gesteenten. Ik trof hier ook rolsteenen aan van een kwartsporphyr en een granitisch gesteente [3]). MENGEL (camp. 1912) vermeldt het

---

[1]) Bij CAREZ vindt men de gesteenten van twee der drie, door ROUSSEL opgegeven vindplaatsen, echter tot jongere étages van het Onder-Devoon gebracht.

[2]) Buiten de oostgrens der geologische kaart gelegen.

[3]) Dit is echter een kataklastisch, van den normalen Llés-Aristot graniet afwijkend, gesteente.

voorkomen van granitische rolsteenen in de Dinantien-conglomeraten van Bellver.

Ook in het Carboon van X. 45 treden conglomeraten op. Dit Carboon werd echter niet verder onderzocht, daar het van geen belang is voor de bestudeering van contactverschijnselen, want metamorphose ontbreekt in dit gebied. Misschien komen in de conglomeraten van dit Carboon kalkrolsteenen voor, dit is echter niet met zekerheid vastgesteld.

STOLLINGSGESTEENTEN.

Graniet. Over den aard der granitische gesteenten zal hier slechts weinig medegedeeld worden. In het petrographische gedeelte vindt men een gedetailleerde beschrijving.

De graniet van het Llés-Aristot massief is in het algemeen een normale biotiet- of hoornblende-biotiet-graniet. In het westelijke gedeelte van het massief treedt de graniet echter overwegend op in een microgranitische facies, dus als porphyrisch granitisch gesteente met een fijnkorrelige grondmassa. Een scherpe grens tusschen deze gesteenten en de normale graniet kan in het terrein niet aangegeven worden. Deze bestaat ook waarschijnlijk niet, want overgangstypen werden meermalen aangetroffen. In het oostelijk gedeelte van het massief zijn microgranieten zeldzaam, soms treden ze daar als gangen in den normalen graniet op. De microgranitet in het westen bevat dikwijls zeer talrijke insluitsels. Deze hebben ongeveer de samenstelling van normale granieten, echter met een iets afwijkende structuur. In het oostelijk deel van het massief komen op enkele plaatsen dioriet en voor, b.v. ten noorden van Llés in XXXVI. 44 en XXXVII. 44.

Ganggesteenten. Er komen in hoofdzaak twee typen van ganggesteenten in het Llés-Aristot massief en de omringende sedimenten voor: aplitische en lamprophyrische ganggesteenten.

Aplitische ganggesteenten. Men kan in deze groep verschillende typen onderscheiden. Bovendien zij opgemerkt, dat er ook pegmatitische aplieten voorkomen, terwijl grove pegmatieten vrijwel ontbreken. Tot aplitische ganggesteenten worden ook gerekend zeer kwartsrijke gangen van (vermoedelijk) eruptieve herkomst, die op verschillende plaatsen in het oostelijk contact-gebied aangetroffen werden. In de sedimenten komen vrijwel geen aplitische gesteenten meer voor op grooter afstand dan 200 m. van den graniet. Dit is dan gemeten horizontaal; de afstand gemeten loodrecht op het contactvlak van den graniet is geringer. Voor het voorkomen van aplitische gangen zie men behalve de geologische kaart, ook lijst III, pag. 46; zeer talrijk komen ze vooral voor in het contactgebied van het beneden Llosa-dal. De gangdikte wisselt tusschen enkele centimeters tot weinige meters.

Lamprophyrische ganggesteenten. Hiertoe behooren donker-groenige of grijszwarte ganggesteenten, die talrijk voorkomen (zie lijst II, pag. 44). Ze hebben nogal verschillende samenstelling, zijn al of niet porphyrisch, vormen echter een duidelijke groep van basische ganggesteenten tegenover de zure, aplitische groep. De dikte der gangen wisselt van weinig centimeters tot wel 7 m.; verder treden er ook grootere, niet duidelijk gangvormige partijen van dergelijke lamprophy-

rische gesteenten in den graniet op (in de lijst aangeduid als ,,massa''). In de omringende sedimenten vindt men lamprophyrische gangen tot op veel grooteren afstand van den graniet; ten noordoosten van S. Martin aan den grooten rijweg (in XV. 56 NE) trof ik een lamprophyrgang aan in het Gothlandien, op een horizontalen afstand van circa 1400 m. van den graniet verwijderd, terwijl de werkelijke afstand waarschijnlijk nog wel duizend meter bedraagt (aangenomen dat de algemeene helling van het contactvlak van den graniet ongeveer 60° is). Het voorkomen van donkere ganggesteenten in het Llés-Aristot massief was reeds lang bekend. Voor het eerst vindt men het vermeld bij LEYMERIE (1869), die een dergelijk gesteente aantrof in de omgeving van Pont de Bar. MALLADA trof tusschen Pont de Bar en S. Vicens een gesteente aan, dat hij vermeldt als ,,un dique verdoso, piroxenico probablemente'', waarmede zeker gedoeld wordt op een lamprophyrische gang. MENGEL duidde eerst deze gangen aan als ,,micro-granite à facies verdâtre de porphyrite'' (camp. 1909), later als porphyrieten (camp. 1912).

Behalve deze twee voornaamste groepen van ganggesteenten, treden er ook nog schaarsche gangen op van andere samenstelling (men zie hiervoor het petrographisch gedeelte).

Ouderdom van den graniet. MALLADA (1895) vermeldt, dat de Llés-Aristot graniet jonger is dan het Onder-Carboon. Dit denkbeeld is door M. FAURA Y SANS[1]) zonder aanvoering van motieven overgenomen. MENGEL (camp. 1909, 1912) meent, dat de graniet midden-devonisch is, op grond van de volgende twee feiten: 1° Noch het Dinantien, noch het Boven-Devoon, ten westen van Martinet, vertoonen contactmetamorphose in de omgeving van den graniet; tevens zijn er daar geen eruptieve gangen in aangetroffen. 2° MENGEL heeft granitische rolsteenen in de conglomeraten van het Dinantien bij Bellver gevonden. (Ik trof eveneens enkele granitische rolsteenen ten westen van Martinet aan). Tegen deze opvatting zijn echter verschillende bezwaren in te brengen. T e n e e r s t e: Het sub-1° genoemde is gemakkelijk te verklaren door het optreden van de breuk tusschen graniet en sedimenten. Voor de argumentatie van deze breuk zie men het tektonische hoofdstuk, pag. 31. Hier moge slechts opgemerkt worden, dat in dit gebied ook Onder-Devoon en Siluur geen contactmetamorphose vertoonen, noch eruptieve gangen bevatten. T e n t w e e d e: Wanneer de graniet inderdaad midden-devonisch was en deze graniet als rolsteenen in de Dinantien-conglomeraten van Bellver zou voorkomen, zou dit niet anders mogelijk zijn, dan tengevolge van orogenese[2]) en denudatie in het Devoontijdperk. Dit nu is zeer onwaarschijnlijk, daar bij Bellver een geleidelijke overgang van Devoon naar Carboon aangetoond is (zie pag. 16), terwijl bij Martinet aanwijzingen voor een discordante basis van het Dinantien niet aangetroffen

---

[1]) M. FAURA Y SANS, Das Alter der Granitgesteine Kataloniens. Zeitschrift d. deutschen geol. Gesellsch. 1924.

[2]) Deze orogenese zou zoo sterk geweest moeten zijn, dat de graniet op enkele plaatsen tot boven het zeeniveau opgeheven zou zijn. Het opheffingsbedrag zou men dan zeker op minstens 500 m. moeten stellen.

werden, door MENGEL trouwens ook niet vermeld worden. Ook wordt door MENGEL geen lacune in de Devoon-afzettingen aangegeven. Ten derde: In Andorra geeft L. BERTRAND wel contact-metamorphose van Carboon door de noordelijke voortzetting van den Llés-Aristot graniet aan. Hierdoor wordt het tevens onmogelijk, dat de granitische rolsteenen in de Dinantien-conglomeraten van Bellver en Martinet (zie pag. 16) uit dit gedeelte van den graniet afkomstig zijn.

MENGEL's meening, dat de graniet midden-devonisch is, acht ik om al deze redenen in het geheel niet bewezen en zeer waarschijnlijk onjuist. Een post-dinantische ouderdom van den graniet is op grond van bovengenoemde feiten vrijwel zeker. ROUSSEL (1894) en MALLADA geven aan, dat er in de Pyreneeën ook oud-palaeozoische granietmassieven voorkomen (b.v. de graniet van de Maladeta). Uit dergelijke granieten zouden eventueel de rolsteenen in het Dinantien afkomstig kunnen zijn.

Er dient nog op een, geheel van de vorige afwijkende, ouderdoms-bepaling, door MENGEL [1]), van een graniet-massief, gelegen in de oostelijke Fransche Pyreneeën, gewezen te worden. Deze graniet, direct ten noorden van het oostelijk gedeelte van den Quérigut-Millas graniet gelegen (zie overzichtskaartje, fig. 1, pag. 5), is volgens MENGEL van jong-mesozoischen ouderdom [1]). Hij vermeldt, dat deze graniet op verschillende plaatsen gesteenten, tot het Aptien en Albien behoorende, contact-metamorph heeft veranderd. Dezelfde meening werd overigens in 1891 en 1894 reeds door ROUSSEL [2]) uitgesproken. Wanneer inderdaad in de Pyreneeën granieten bestaan van post-palaeozoischen ouderdom, dan dient men met ouderdomsbepalingen van granieten der centrale Pyreneeën-zone, waar geen Mesozoicum voorkomt, voorzichtig te zijn, hoewel er zeker granieten van palaeozoischen ouderdom in de Pyreneeën voorkomen. Men krijgt echter den indruk, dat dikwijls de granieten voor jong-palaeozoisch gehouden worden, terwijl men door het ontbreken van Mesozoicum bij dergelijke granieten geen zekerheid heeft, dat ze niet jonger zouden kunnen zijn. ROUSSEL (1894) geeft echter daarom voor een aantal granieten slechts aan, dat ze jonger zijn dan Onder-Carboon (b.v. de granieten van Quérigut-Millas, Mont-Louis, Andorra [3])).

Er zijn echter meerdere geologen, die het bestaan van post-palaeozoische granieten in de Pyreneeën ontkennen, bij voorbeeld CAREZ (1906, pag. 2401), LACROIX [4]) enz. Wat den Llés-Aristot graniet betreft, is het niet mogelijk aan te geven of deze graniet palaeozoisch, dus boven-carbonisch of permisch, is, dan wel postpalaeozoischen ouderdom bezit. Graniet-rolsteenen worden door MENGEL noch uit post-variscische, palaeozoische, noch uit mesozoische conglomeraten vermeld. Aan den voet der Sierra de Cadi komen diverse effusief-gesteenten voor, die volgens MENGEL carbonisch, permisch, en onder-triassisch zijn. Op

[1]) MENGEL, Les tremblements de terre des Pyrénées-Orientales en 1922. Annuaire de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg, 1923.

[2]) J. ROUSSEL, Sur l'âge d'un granite porphyroide des Pyrénées-Orientales. C. R. Acad. Sciences. Paris, t. 112, pag. 1471.

[3]) Beide laatste granieten zijn de voortzetting van het Llés-Aristot massief.

[4]) A. LACROIX, Sur les granites prétendus post-secondaires de l'Ariège. C. R. Acad. Sciences. Paris, t. 112, 1891, p. 1468 (geen Jura-metamorphoseerende granieten).

het blad l'Hospitalet vindt men als jongste, door deze eruptiva nog doorbroken, afzetting het Dinantien aangegeven. MENGEL (camp. 1909) vermeldt ze echter ook in het Stéphanien, hetgeen overigens reeds aan NOBLEMAIRE (1869) bekend was uit de omgeving van Seo de Urgel. Wanneer men nu dit optreden van effusiva als nawerking van de graniet-intrusie meent te mogen beschouwen, zou men den Llés-Aristot graniet voor carbonisch kunnen houden. Ten slotte dient nog opgemerkt te worden, dat men de, buiten de Pyreneeën gelegen, katalonische granieten voor post-variscisch (post-culmisch) houdt [1]).

Ouderdom der ganggesteenten. Om verschillende redenen is het waarschijnlijk, dat de aplitische gangen van het Llés-Aristot massief in het algemeen vroegtijdig geïnjiceerd zijn en grootendeels ouder zijn dan de lamprophyren. Op enkele plaatsen kon geconstateerd worden, dat aplietgangen doorbroken worden door de basische ganggesteenten. Het tegenovergestelde werd nooit waargenomen. Een deel der aplieten is dus zeker ouder. Een wellicht veel algemeener bewijs voor het ouder-zijn der aplieten vindt men in het tektonische hoofdstuk aangegeven (zie pag. 34). Het komt mij voor, dat het, zoo streng tot den graniet en zijn onmiddellijke omgeving, beperkt zijn der aplieten eveneens een aanwijzing kan geven voor den relatieven ouderdom dezer ganggesteenten [2]). Lamprophyrische gangen werden op veel grooter afstand van den graniet nog aangetroffen (zie lijst II, pag. 44). Men zou kunnen meenen, dat dit een gevolg is van het veelvuldiger voorkomen der laatstgenoemde soort gangen ten opzichte van de aplieten. Dit acht ik echter onjuist: wanneer men het aantal der aplietgangen, die voorkomen in het graniet-begrenzende Ordovicien, voor het gebied 50—52, XIII—XX, vergelijkt met het eveneens daar voorkomende aantal lamprophyrische gangen, vindt men daar een zeer groote meerderheid van eerstgenoemde gangen (in de lijsten III en II, resp. pag. 46 en 44, is de verhouding van aplieten tot lamprophyren als 15 : 1). Oostelijk van deze strook werden geen aplieten meer aangetroffen, terwijl op respectievelijk 400, 750, 875, 1000 en 1400 m. afstand van den graniet daar nog wél lamprophyr-gangen voorkomen. Hieruit blijkt dus duidelijk de sterke beperking van het voorkomen der aplieten tot den graniet en zijn directe omgeving. Dat juist de aplieten in de sedimenten slechts tot op geringen afstand van den graniet voorkomen, kan verschillende oorzaken hebben. Het zou een gevolg kunnen zijn van het ontbreken van goed ontwikkelde splijtrichtingen in de sedimenten ten tijde der injectie. Het zou ook geweten kunnen worden aan een weinig krachtige injectie. De apliet-injiceering van de beneden-Llosa-contacten geven echter niet een dergelijken indruk. Men vindt hier vaak zich sterk splitsende aplietgangen, soms in fijne grillige snoeren de hoornrotsen doortrekkend (zie b.v. fig. 3, pag. 22). De aplietgangen hebben hier slechts weinig

---

[1]) W. SCHRIEL, Der geologische Bau des katalonischen Küstengebietes. Abhandl. d. Gesellschaft d. Wissenschaften zu Göttingen. Math. Phys. Klasse, Neue Folge, Band XIV, 1929.

[2]) De topographische afstand van aplietgangen, in den contacthof voorkomende, tot de graniet-grens bedraagt maximaal 200 m. Gemeten loodrecht op het contactvlak is de afstand nog geringer.

neiging tot overeenstemming, wat richting betreft, met de thans voorkomende diaklasen (vergelijk de betreffende aplietrichting-opgave van lijst III, pag. 46 met het diaklaas-diagram fig. 8). Ik acht vele aplieten geïnjiceerd ten tijde dat de graniet pas korten tijd stollende was, want men kan verwachten dat op dat oogenblik de gemetamorphoseerde, gerekristalliseerde contact-gesteenten weinig diaklasen bezaten, waardoor diep-doordringen belemmerd werd. Op plaatsen waar het neven-gesteente nog iets plastisch was ten gevolge van de hooge temperatuur, kon een grillige injiceering optreden. Dat deze gesteenten ten deele in half-plastischen toestand verkeerd hebben, blijkt uit de zeer intensieve detailplooiing die de hoornrotsen bij den graniet meermalen vertoonen; vooral is dit duidelijk bij gesteenten als afgebeeld in fig. 2, pag. 22, waarin zeer kwartsrijke, waarschijnlijk eruptieve gangetjes voorkomen, die vroegtijdig volgens de gelaagdheid geïnjiceerd zijnde, nu de detailplooiing duidelijk aangeven. Dit werd op verschillende plaatsen aan de oostelijke contacten gevonden. Wanneer deze gangen in genetisch verband staan met de apliet-gangen, dan is dit voorkomen nog een aanwijzing voor het vroegtijdig ontstaan der aplieten, n.l. tijdens de contactmetamorphose der sedimenten, dus zelfs, terwijl de graniet, althans gedeeltelijk, nog actief was. Om verschillende der reeds bovengenoemde redenen acht ik, zooals gezegd, de lamprophyren jonger dan de aplieten. Bij de behandeling der graniet-tektoniek kan hiervoor nog een argument aangevoerd worden. MENGEL (camp. 1912) houdt deze gangen voor boven-devonisch, zonder daarvoor argumenten aan te voeren.

DE CONTACTHOF.

Zooals reeds gezegd, zijn in het Llés-Aristot gebied slechts Siluur en Devoon contactmetamorph door den graniet veranderd. Een uitvoerige bespreking der contactverschijnselen vindt men in het petrographische gedeelte. Hier worden slechts enkele hoofdzaken medegedeeld.

De contact-werking van den graniet is niet zeer intensief, gelijk MENGEL (camp. 1909) reeds vermeldde. Tot kalksilicaat-hoornrots veranderde devonische kalken komen in het algemeen tot op een afstand van hoogstens 20 m. van den graniet voor. Echter kunnen deze gesteenten ook bijna geheel ontbreken en kunnen aan het contact vrijwel alleen kristallijne kalken met contactmineralen optreden. Verder van den graniet verwijderd neemt de hoeveelheid contactmineralen af en verdwijnt tenslotte ook langzamerhand de sterkere kristalliniteit der kalksteenen. Een eenigszins scherpe grens van den contacthof valt hier niet aan te geven. Men kan echter zeggen, dat op een afstand van 500 m. van den graniet in het algemeen niets meer van contactmetamorphose der kalksteenen te bemerken is, tenzij men kan aannemen, dat de werkelijke afstand tot den graniet veel geringer is. De silurische schalies en grauwacke-kwartsieten zijn aan het granietcontact over een breedte van circa 200 m. veranderd in hoornrotsen. Verder van het contact herkrijgen de gesteenten langzamerhand hun normalen habitus. De schalies zijn echter nog ver van het contact veranderd in vlekschisten. Daar deze vlekking gemakkelijk te constateeren is, kan men hier een scherpere grens van den contacthof bepalen dan bij de devonische kalk-

steenen. Aan de oostelijke granietcontacten vindt men zwak-gevlekte gesteenten nog tot op een afstand van ongeveer 750 m. van den graniet (terwijl het contactvlak hier steil helt, en dus de werkelijke afstand tot den graniet van deze gesteenten weinig minder bedraagt). Opmerkelijk is de geringe contact-metamorphose van het Ordovicien ten noorden van Arseguell, in het zuidwesten van het gebied.

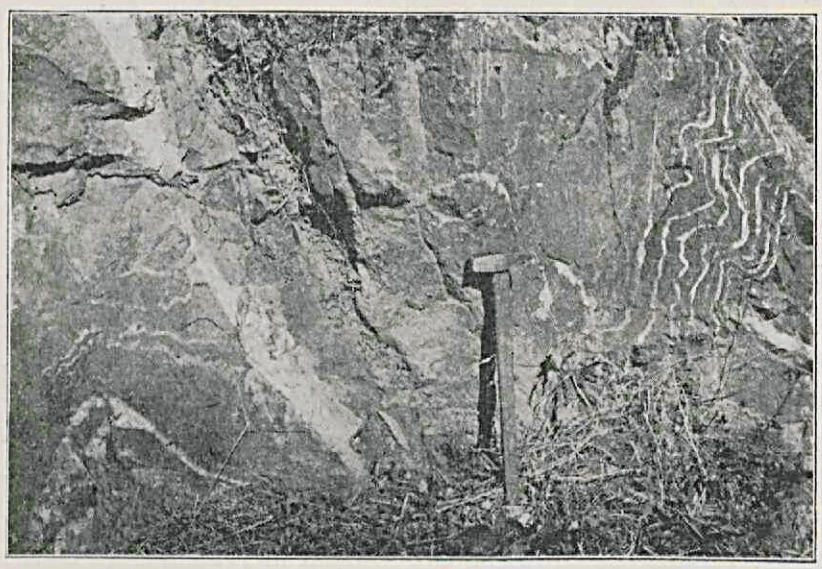


Fig. 2. Geïnjiceerde hoornrots van het oostelijk granietcontact (in XX. 51 NE). De breede gang links is een apliet. Rechts ziet men de detailverplooiing der hoornrots fraai aangegeven door kwartsgangetjes. Zie tekst, pag. 21.

De graniet zelf vertoont slechts op kleine schaal geringe, maar belangwekkende, veranderingen, welke met waarschijnlijkheid wijzen of kunnen wijzen op invloed van sediment-assimilatie (b.v. cordieriet-graniet, pyroxeen-graniet, calciet-graniet enz.). Deze g e r i n g e invloed van de sedimenten op den graniet vormt

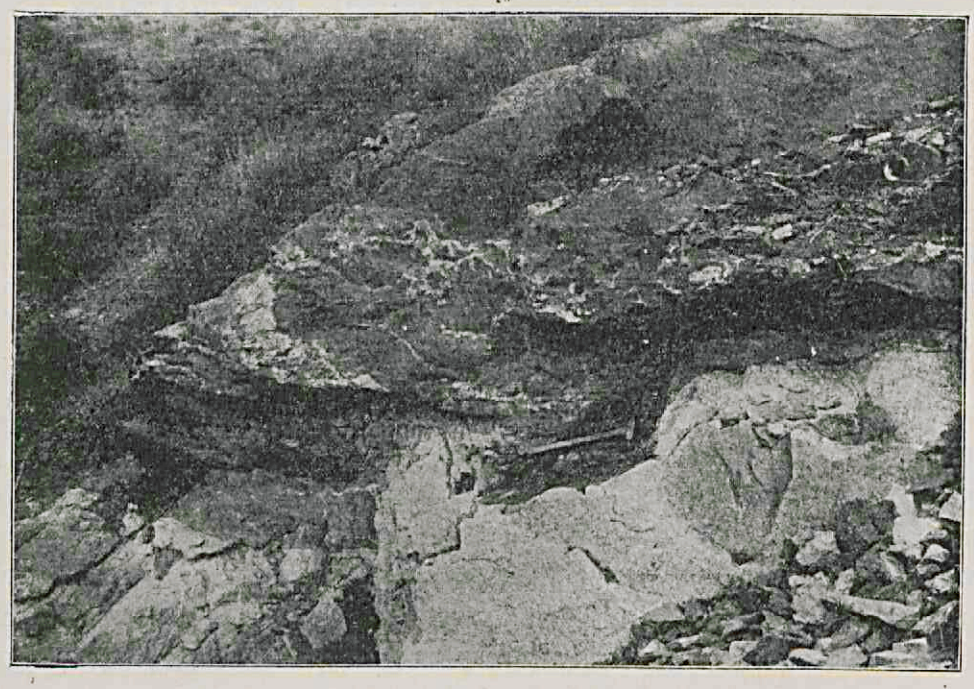


Fig. 3. Graniet-hoornrots-contact ten zuidwesten van Martinet (in XI. 49 NE). De geveldspatiseerde hoornrots is intensief doordrongen met voornamelijk fijne, onregelmatig verloopende, aplietsnoeren.

een scherpe tegenstelling tusschen den Llés-Aristot graniet en den, door LACROIX[1]) beschreven, graniet van Quérigut-Millas.

DE GEOLOGISCHE KAART.

De Spaansche geologische kaarten, waarop het Llés-Aristot gebied afgebeeld is, geven de geologie van dit gebied zeer gebrekkig weer, zoo b.v.: Mapa geologico de España, 1 : 400.000. 1873. Vrijwel onveranderd vindt men dezelfde voorstelling terug op een overzichtskaart: Mapa geologico de España 1 : 1.000.000, formada por las Comisiones de Ingenieros de minas etc. Publicado por el Instituto Geologico. Madrid 1919.

De Fransche geologische overzichtskaart 1 : 1.000.000 van 1905 geeft eveneens een, in vele punten, foutief beeld van het gebied. Al de bovengenoemde kaarten geven een onnauwkeurige begrenzing van den graniet aan, terwijl de determinatie der formaties in het algemeen onjuist is. In zooverre komen ze echter met de werkelijkheid overeen, dat alle sedimenten voor prae-mesozoisch worden gehouden. In 1912 is verschenen het blad l'Hospitalet der Fransche geologische kaart, 1 : 80.000 (feuille 256), waarvan het Spaansche gedeelte opgenomen is door O. MENGEL. De geologische kaart, die hier van het Llés-Aristot gebied gegeven wordt, is een zeer belangrijke verbetering ten opzichte van de oudere kaarten. Dit is de eerste kaart, die het resultaat is van gedetailleerde terreinopnamen in dit gebied. De groote onnauwkeurigheid der topographie van het Spaansche gedeelte van het blad l'Hospitalet vermindert in niet geringe mate de bruikbaarheid van deze, in het algemeen goede, opname. Deze onnauwkeurigheid maakt het meermalen onmogelijk er de werkelijkheid uit te herkennen[2]).

Thans kon de opname geschieden aan de hand van de nieuwe, zeer goede Spaansche stafkaart: Mapa militar de España, 1 : 100.000; Publicado por el deposito de la Guerra. Hojas 86 y 62, Seo de Urgel, 1920[3]). Dit is een kaart met hoogtelijnen om de 50 m. De topographie der thans vervaardigde geologische kaart is ontleend aan deze nieuwe topographische kaart[4]). De jong-

[1]) A. LACROIX, Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. Bull. Carte géol. de la France, Nos. 64 et 71 (1898, 1900).

[2]) Om een enkel voorbeeld te noemen: Op MENGEL's kaart bedraagt de afstand tusschen Martinet tot de mond van de Rio Aransa en vandaar tot het graniet-sediment-contact (een gemakkelijk te bepalen grens) respectievelijk 2000 en 150 m., terwijl in werkelijkheid deze afstanden 625 en 1300 m. bedragen. De mondingen der Llosa- en Bestanis-beek bevinden zich in plaats van 950, slechts 40 m. van elkaar verwijderd op MENGEL's kaart.

[3]) Van deze kaart verschijnen detailbladen op schaal 1 : 20.000, Carta topográfica militar met hoogtelijnen om de 20 m. Detailbladen van het blad Seo de Urgel, die op het Llés-Aristot gebied betrekking hebben, zijn: Bescaran, Llés, Ellar, Seo de Urgel, Montella en Bellver. Hiervan zijn slechts de bladen Bescaran en Bellver tot nu toe verschenen.

[4]) Er werd van deze stafkaart een photographische vergrooting vervaardigd ongeveer op schaal 1 : 25.000. Hiervan werd een calque met de voornaamste topographie gemaakt. De hoogtelijnen werden slechts om de honderd meter behouden. In deze calque werd de geologie ingeteekend. Het kaart-cliché is ongeveer een verkleining op 3/5 van deze calque. Opgemerkt moet worden, dat, bij de vergrooting ontstaan zijnde, randverteekening, (die echter zeer gering was) in de kaart ook aanwezig is. Enkele nieuwe wegen zijn naar eigen opname ingeschetst (b.v. de nieuwe rijweg van S. Vicens naar Castellnou).

tertiaire en quartaire afzettingen, die slechts weinig voorkomen in het onderzochte gebied, zijn niet ingeteekend, maar afgedekt gedacht. De voornaamste veranderingen, die de thans vervaardigde geologische kaart ten opzichte van MENGEL's kaart vertoont, afgezien van vele afwijkingen, die grootendeels zeker te wijten zijn aan de onnauwkeurige topographische kaart, waarvan MENGEL gebruik moest maken, zullen thans besproken worden.

Veranderingen, de verspreiding der sedimenten betreffende:

1. Ten noordoosten van Roch Beneido komt in de omgeving van XXIII. 8 aan de granietgrens nog iets metamorph Gothlandien en Ordovicien voor.
2. Ten zuiden van Vilanova komt Siluur voor, dat op het blad l'Hospitalet ontbreekt. In die omgeving vindt men echter door MENGEL Carboon (Dinantien) aangegeven, wanneer althans de onnauwkeurige topographie hier niet misleidend is. Het door mij ten zuiden van Vilanova aangetroffen Siluur bestaat zoowel uit karakteristiek Gothlandien als Ordovicien (zie ook pag. 11). De ligging der sedimenten wijst hier ook op het optreden van een anticlinale.
3. Op de kaart van MENGEL vindt men bij Arseguell een Ordovicien-gebied aangegeven, dat direct, zonder Gothlandien-tusschenschakeling, aan het Devoon grenst. Iets ten noorden daarvan komt volgens MENGEL aan het granietcontact voornamelijk Gothlandien voor. Ik trof hier overal Gothlandien aan als normale begrenzing van het Ordovicien-gebied. Slechts in XI.17 treedt waarschijnlijk een tektonische Ordovicien-Devoongrens op. Ten westen van Arseguell komt geen Ordovicien meer voor aan het granietcontact, doch slechts Devoon. Verder acht ik het waarschijnlijk, dat Arseguell reeds geheel op Devoon gelegen is, ontsluitingen zijn er echter schaarsch.
4. Ten zuidwesten van Bar komt, tegen den graniet aan, nog iets Gothlandien voor (XVI. 24 NE), waarvan reeds bijzonderheden vermeld zijn bij de bespreking der Gothlandien-fossielvindplaatsen.
5. Benoorden Toloriu komt geen Gothlandien meer voor, gelijk MENGEL dat aangeeft.
6. Bewesten Pont de Bar vindt men, iets ten zuidoosten van de rijweg-brug over de Segre, aan het graniet-contact nog eenig metamorph Gothlandien en Ordovicien ontsloten.
7. In het gebied bezuiden den Roch del Aguila komt geen geïsoleerd Gothlandien-anticlinaaltje voor, zooals MENGEL dat aangeeft.
8. De Gothlandien-strook, die de oostelijke begrenzing van het Ordovicien ten zuiden van de Roch del Aguila vormt, loopt regelmatig in ongeveer noordoostlijke richting tot aan het graniet-breukcontact door en buigt niet op den noord-oever der Segre noordwaarts, in de richting van Musa af. Zie hiervoor pag. 10.
9. Ten zuidwesten van Martinet komt op den linker Segre-oever aan het granietcontact nog iets Ordovicien voor (vnl. metamorphe grauwacken), waar MENGEL slechts Devoon aangeeft. Overigens komen er op de Fransche kaart nog verschillende andere onjuistheden in de omgeving van Martinet voor, terwijl de grove topographische fouten het geheel zeer onduidelijk maken.
10. MENGEL teekent ten westen van Ardobel een, tot aan het graniet-contact doorloopende, Devoon-synclinale, met Gothlandien afscheiding van het Ordovicien (gedeeltelijk is dit echter door plioceen bedekt). Zooals reeds gezegd (zie pag. 11) acht ik het mogelijk, dat inderdaad daar nog Devoon aan het graniet-contact voorkomt. Van Gothlandien heb ik echter geen aanwijzingen gevonden.
11. Een, door MENGEL tusschen den Pelat de Talltendre en de hoeve La Bastida aangegeven, Devoon-bevattende synclinale acht ik niet aanwezig. De verspreiding der formaties is daar overigens in vele punten anders dan op de Fransche kaart.

Veranderingen, de begrenzing van den graniet betreffende:

Ook hierbij is het vaak moeilijk de onjuistheden, ontstaan door de slechte topographische kaart, van werkelijke fouten of onvolledigheid te onderscheiden.

1. De graniet-Devoon grens in het gebied van den Roch Beneido is niet een ongeveer noord-zuid verloopende, rechtlijnige grens, gelijk MENGEL dit aangeeft, maar vertoont een oostwaartsche uitbochting van meer dan 1 km.
2. Ten oosten van de brug over de Segre van den rijweg naar Arseguell bevindt zich een, zich ongeveer 500 m. voortzettende, uitlooper van graniet, aan de contacten waarvan, hoogerop in het zich daar bevindende dalletje, ertsen voorkomen.
3. De graniet-De voongrenzen in het gebied ten westen van den Roch del Aguila verloopen geheel anders, dan MENGEL dit aangeeft. Zoo komt hier bijvoorbeeld een geïsoleerde kalkschol voor op den graniet (in XVIII—XX, 32—33), verder bevindt zich ten zuid-westen van de westwaartsche voortzetting van den Roch del Aguila-kam een, ongeveer 1 km lange, graniet-strook.
4. Op den rechteroever der Rio de Llosa komt bij Martinet nog Ordovicien voor. De hooger-gelegen huizen van het dorp Martinet zijn voor een deel op ordovicische hoornrotsen gebouwd. Volgens MENGEL bestaat de rechter-Llosa-oever daar slechts uit graniet. Ook het grensverloop, noordelijker in dit dal, is op de Fransche kaart onduidelijk en ten deele onjuist aangegeven.
5. In XXI. 53 SE bestaat een geïsoleerd granietvoorkomen in het Ordovicien, dat door MENGEL niet is aangegeven.
6. In XLIV. 62 bestaat iets dergelijks, echter met dioritische gesteenten.
7. Het grens-verloop in het boven-Llosa dal is anders dan MENGEL dit aangeeft: Het Ordovicien komt hier niet meer tot bij het riviertje voor, want de graniet-grens is hoog tegen den oostelijken dalwand gelegen.

Veranderingen, de breedte van den contacthof betreffende:[1])

1. De breedte van den contacthof in de omgeving van Arseguell is veel te groot aangegeven door MENGEL. Er werd hier geen enkel voorkomen van zichtbaar-metamorph Ordovicien aangetroffen.
2. Ten zuidwesten van Pont de Bar werd reeds het ontbreken van contactmetamorphose in het Gothlandien vermeld (zie pag. 14), terwijl MENGEL het wel aangeeft.
3. Langs de graniet-grens, van ongeveer ten zuiden van Musa tot het Carboon-gebied aan den linker Segre-oever, ten oosten van de Torrente Bestanis gelegen, vindt men geen contact-verschijnselen in de sedimenten. Op MENGEL's kaart vindt men een smallen contacthof aangegeven. Dit bevreemdt temeer, daar MENGEL verschillende malen op het ontbreken van contactverschijnselen in het Carboon en Boven-Devoon gewezen heeft en hieraan nogal verstrekkende conclusies verbindt (zie pag. 18).
4. Gelijk reeds opgemerkt is, kan men in de omgeving van La Serre nog duidelijke contact-metamorphose van het Ordovicien waarnemen (b.v. vlekschisten in XX. 56). Bij MENGEL vindt men den contacthof in dit gebied veel smaller aangegeven.

Tenslotte zij nog het volgende omtrent de nieuwe kaart van het Llés-Aristot gebied vermeld:

Het verloop der graniet-sediment grenzen is grilliger, dan op de kaart aangegeven is. Een nauwkeuriger vaststellen zou echter zeer veel tijd geëischt hebben en een afbeelden van kleinere details zou bezwaarlijk worden. Het zuidelijk gedeelte van het gekarteerde gebied is het meest intensief onderzocht, gelijk reeds uit de op de kaart aangegeven waarnemingen blijkt [2]). Grenzen, die niet met zekerheid vastgesteld zijn, zijn met een gebroken lijn aangegeven (- - - -).

---

[1]) Zooals reeds gezegd (zie pag. 21) is het vaststellen van de contacthofgrens in het Devoon zeer lastig. Daarom is het bij het Devoon slechts mogelijk breedte-verhoudingen van den contacthof te vergelijken.

[2]) Hiervan dient men zich ook rekenschap te geven, wat betreft de verspreiding der gangen in het massief. In het zuiden was het niet mogelijk, al deze gangen in kaart te brengen. Men zie echter hiervoor de lijsten op pag. 44—47.

De contacten, noordelijker dan XXXVII. 26, werden niet bezocht. Het verloop van den Gothlandien-band ten zuidoosten van het Ordovicien-gebied bij Arseguell is niet precies vastgelegd. In het gebied XIV, XV. 23, 24. kunnen zeker nog verbeteringen in mijn opname aangebracht worden.

Langs het pad van La Serra naar Casa Ambret bevindt zich in XXIII. 54 en omgeving veel graniet-puin. MENGEL heeft dit gekarteerd als glaciale afzetting. Gezien echter het feit, dat hier vrijwel niets anders aanwezig is dan graniet en zoowel ten noorden als ten zuiden op dezelfde hoogte slechts hoornrotsen voorkomen (vast gesteente) en geen granietpuin, acht ik het niet geheel zeker of deze verzameling van, deels zeer groote, granietblokken inderdaad ,,plaatsvreemd'' is.

TEKTONIEK.

De sedimenten van het Llés-Aristot gebied zijn zoowel variscisch als alpidisch geplooid [1]). Daar de variscische plooiing in dit gebied plaats gehad heeft na het Dinantien en vóór het Stéphanien, behoort ze tot de sudetische of/en de asturische phase volgens STILLE's indeeling. Dit komt overeen eenerzijds met de variscische plooiing in het Plateau Central, de Montagne Noire en het massief van Mouthoumet [2]) (ten noordwesten van Perpignan), anderzijds met die in de kustgebergten van Catalonië, wijkt echter af van de plooiingsphasen in het noordelijk deel der oostelijke Pyreneeën (Ariège).

Daar in het Llés-Aristot massief postvariscische, praealpidische sedimenten niet voorkomen, kan over den aard van elk der twee hoofd-plooiingen afzonderlijk weinig medegedeeld worden. Er zal volstaan worden met iets over de alpidische plooiing in het zuidelijk aansluitende gebied te vermelden. De strekking der postvariscische sedimenten is daar in het algemeen ongeveer oost-west. MENGEL (zie o.a. Note expl. 1912) vermeldt, dat aan den noordelijken voet der Sierra de Cadi verschillende opschuivingsvlakken voorkomen, welke een oost-west strekking bezitten, en zoowel zuid- als noordwaarts kunnen hellen, waarbij zoowel het primair op de jongere sedimenten kan geschoven zijn, als omgekeerd. Over het bedrag dezer opschuivingen wordt niets vermeld, groot schijnt het echter niet te zijn.

Aangaande de strekking der variscische kustgebergten van Catalonië, vermeldt SCHRIEL [3]), dat deze van Barcelona tot aan de Pyreneeën in het algemeen oost-west is. In den Montagne Noire is deze strekking ongeveer N. 60 E [4]). Het is dus waarschijnlijk, dat de oorspronkelijke variscische strekking in de Pyreneeën slechts weinig van de alpidische strekking heeft kunnen afwijken.

Afwijkingen van de oost-west strekking komen in het Llés-Aristot gebied

---

[1]) Zie b.v. H. STILLE, Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, Borntraeger, 1924. De variscische plooiings-phasen, die STILLE voor de Pyreneeën vermeldt, zijn niet van toepassing op het Llés-Aristot gebied, wel op de Ariège.

[2]) E. HAUG, Traité de Géologie, t. II. Colin, Paris 1908—1911.

[3]) W. SCHRIEL, Der geologische Bau des katalonischen Küstengebietes. Abhandl. d. Gesellschaft d. Wissensch. zu Göttingen, Neue Folge, Band XIV, 1929.

[4]) ED. SUESS, La face de la terre. Tome III. 2me partie, pag. 535 (trad. par EM. DE MARGERIE. 2me tirage 1921).

op vrij veel plaatsen voor. Dergelijke abnormale richtingen zijn waarschijnlijk het gevolg van de nabijheid van den graniet, waardoor tijdens een der twee plooiingen dergelijke afwijkingen licht ontstaan kunnen zijn.

Er zullen nu voor de diverse formaties enkele karakteristieke bijzonderheden vermeld worden:

Ordovicien. Op een bijzonderen vorm van plooiing in het Ordovicien aan het graniet-contact werd reeds gewezen (zie pag. 21 en fig. 22). Dergelijke sterke detailplooiing in de sterk-metamorphe hoornrotsen is ongetwijfeld tijdens de metamorphose ontstaan, want daarna was dit in de massieve gesteenten zeker niet mogelijk. Het is voorts onwaarschijnlijk, dat deze detailplooiing vroeger zou hebben plaats gehad, want ze werd nergens anders dan aan het contact en nooit in niet sterk metamorphe gesteenten van dergelijke samenstelling aangetroffen. In het boven-ordovicische grauwacke-kwartsiet niveau zijn soms schalie-inschakelingen aanwezig. Vooral is dit het geval langs de zuid-oostgrens van het Ordovicien-gebied ten zuiden van den Roch del Aguila. Eigenaardig is in dit gebied de richting der talrijke, regelmatige druksplijtingsvlakken in deze schalie-banken ten opzichte van de gelaagdheid. In XIII. 39 NE is de ligging der lagen bijvoorbeeld 52.25 SE [1]) en de schistositeit 152.26 NE. Een dergelijke druksplijtings-richting is bezwaarlijk in dit gebied te begrijpen. VAN HISE's en LEITH's [2]) ideeën zijn hier niet toe te passen, wanneer we hier althans met een normalen vleugel van een anticlinale te maken hebben. Evenmin valt een verklaring te geven voor de volgende waarnemingen in XII. 37 SW: gelaagdheid 170.35 W. en druksplijting ongeveer 75.46 W. Voor laatstgenoemde plaats werd echter reeds gewezen op de mogelijkheid van een tektonische complicatie (zie pag. 10), die, wanneer zij inderdaad aanwezig is, aansprakelijk gesteld zou kunnen worden voor de afwijking in het wetmatig verband tusschen druksplijting en plooien, zooals dat door LEITH vastgesteld is. In de contacthoornrotsen is het dikwijls onmogelijk de gelaagdheid van het Ordovicien te bepalen. Eveneens is dit het geval voor de lei- en schalie-gesteenten, die zeer regelmatige splijtrichtingen bezitten.

Gothlandien. De invloed der tektoniek op de dikte van het Gothlandien werd reeds besproken (zie pag. 12). In profiel 4 van figuur 4 vindt men een doorsnede van de Gothlandien-anticlinale van Toloriu. De overhellende bouw dezer anticlinale [3]) heeft bij zijn totstandkoming wellicht nog het toe-„vloeien" van het zachte dun-leiige materiaal uit de flanken naar den kop bevorderd. Een gevolg van de geringe vastheid van het Gothlandien is tevens het verloren gaan van regelmatige gelaagdheid in de sterk verbrokkelde leien.

Devoon. Het Devoon is meermalen vrij intensief detail-verplooid. Hierover werd reeds op pag. 15 gesproken. Soms is er ook verplooiing op iets grooter schaal. Zoo b.v. aan den grooten Segre-rijweg, iets westelijk van de westgrens

---

[1]) Het azimuth wordt aangegeven door opgave van het aantal graden, dat deze richting van het noorden verwijderd is over het oosten tellende: 45 = NE, 90 = E, 135 = SE.

[2]) C. K. LEITH, Structural Geology, pag. 155—157, 183. Colt & Co. N. York 1923. Revised Edition.

[3]) Zie de sediment-metingen op de kaart.

der kaart (bij km.-paal 140), waar kleine liggende plooien e.d. voorkomen. NOBLEMAIRE (1858) geeft trouwens reeds sterke detail-plooiing in de kalkgesteenten van dit gebied aan. Ingewikkeld verplooid is ook het Devoon direct ten westen van Arseguell, verder de kalken van den Serrat de la Matesa, enz.

In de profielen (fig. 4) [1]) vindt men doorsneden door de sedimenten van verschillende gedeelten van het Llés-Aristot gebied. Men ziet daaruit, dat de plooiing in het algemeen weinig intensief is. Opmerkelijk is de geringe plooiing van de sedimenten op den graniet.

Vorm van het graniet-massief. Zooals vooral uit de profielen 1, 2, 3 en 4 blijkt, is in het westelijk deel van het Llés-Aristot massief het bovenvlak van het granietlichaam ontsloten. Men kan daar waarnemen, dat b.v. het Devoon van de Sierra del Tossal, de sedimenten van den keten der Pla de Llet en van den Punso, het zuidelijk deel der Sierra Curna, op den graniet gelegen zijn. Het contactvlak tusschen graniet en sedimenten vertoont hier vrijwel steeds geringe hellingen. Dit kan men vaststellen deels uit directe metingen, beter nog uit het grens-verloop tusschen graniet en sediment, dat vaak min of meer de hoogtelijnen volgt (zie de kaart). Slechts de hoogste deelen van het gebergte bestaan hier uit sediment. Ten gevolge hiervan was het mogelijk het oppervlak van het granietmassief in de profielen nauwkeurig aan te geven. Opgemerkt moet worden, dat daarentegen de graniet ten westen van Arseguell wel steile contactvlakken schijnt te bezitten. Verschillende malen werd dit direct waargenomen, terwijl verder het grens-verloop op steile contactvlakken wijst.

In het oosten schijnen de contacten in het algemeen steil te zijn. Vrijwel steeds vindt men hellingen grooter dan 60°. Hier vindt men dan ook nergens geïsoleerde sedimentresten nog op den graniet liggen. Eenigszins is dit nog misschien het geval voor het gebied in den omtrek van LXI. 54, waar het onderzoek echter niet voldoende was om de structuur geheel te leeren kennen.

MENGEL (camp. 1912) geeft aan, dat ook bij de grens van Andorra (in het noordelijk, niet meer geologisch opgenomen, deel mijner kaart) de hoogste toppen bestaan uit sediment, hetwelk den graniet slechts oppervlakkig bedekt. Op het blad l'Hospitalet vindt men hier sterk contactmetamorph Siluur aangegeven. Wanneer deze gesteenten inderdaad op den graniet gelegen zijn, dan is het oppervlak van het granietmassief daar ongeveer gelegen op 2600 m. hoogte.

Resumeerend kunnen we zeggen, dat het oppervlak van den Llés-Aristot graniet van het zuid-westen langzaam opstijgt in noord-oostelijke richting [2]). Tot welke hoogten de graniet in het oostelijke deel van het massief gereikt heeft, is niet uit te maken; gezien de steile contact-wanden echter zeker aanmerkelijk hooger dan het tegenwoordig topographisch oppervlak.

Breuken. Op de nieuwe geologische kaart van het Llés-Aristot gebied

---

[1]) In de profielen is de hoogte-schaal abusievelijk 1/5 grooter, dan de lengte-schaal. Deze verteekening is hier echter niet hinderlijk daar de tektonische lijnen niet ingewikkeld zijn.

[2]) De stijging bedraagt gemiddeld vanaf het Segre-dal beneden S. Vicens tot aan de contact-grens bij de Tossa plana de Llés 7°. Tot aan het contact van den Pla-de-Llet keten is dit bedrag iets meer dan 10°.

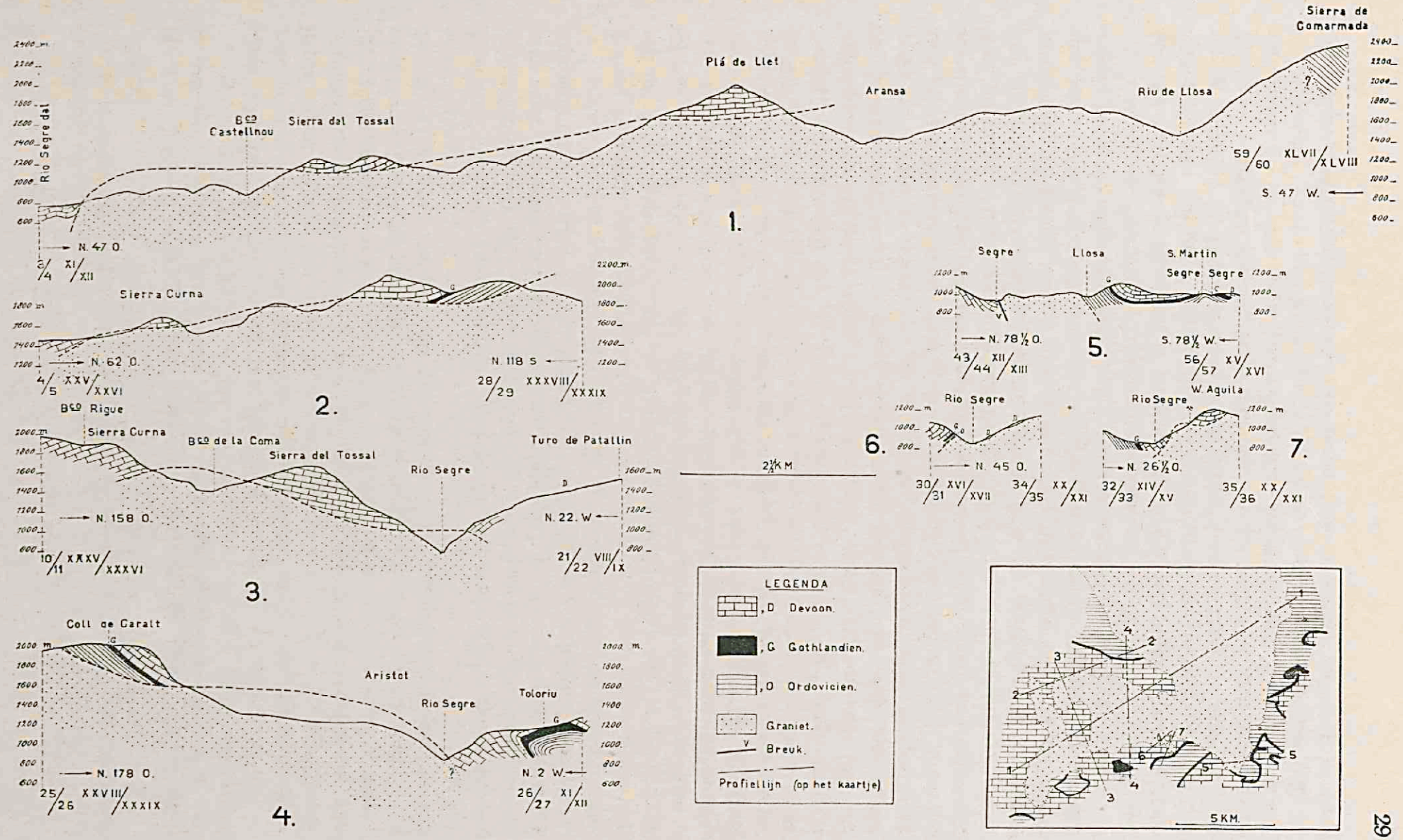


Fig. 4. Profielen door het massief van Llés-Aristot. De plaats der eindpunten van de profielen is vastgesteld door opgave van punten in het coördinaten-net der geologische kaart.

vindt men verschillende breuken aangegeven. Deze zullen hier besproken worden.

Breuk XIII. 46—XIX. 38. Gelijk reeds werd medegedeeld (zie pag. 18) vindt men in de, aan deze breuk grenzende formaties geen contact-metamorphose en ontbreken daar eruptieve gangen. In de omgeving van XVIII/XIX 39 W komen aan de breukgrens eigenaardige, rose en groenige breccieuse gesteenten voor. Bij het microscopisch onderzoek bleek dit gesteente (D. 11207 [1])) een sterk breccieuse structuur te bezitten. Er treedt veel fijnkorrelige veldspaat in op; het bevat verder ook verbrokkelde granaat, en er komen talrijke, met calciet gevulde, barsten in voor. Dit is dus een gesteente, dat door het optreden van de breuk breccieuse structuur verkregen heeft, maar dat tevens duidelijk contactmetamorph is, terwijl meer zuidoostelijk van deze vindplaats iedere aanwijzing van contactmetamorphose ontbreekt. Terwijl daar dus het bedrag der verschuiving zoo groot is, dat thans niet-metamorphe gesteenten aan den graniet grenzen, is het verschuivingsbedrag hier reeds zoodanig verminderd, dat contact-gesteenten nog bij den graniet voorkomen. De ontsluitingen zijn meer noordelijk van den Roch del Aguila te schaarsch, om te kunnen constateeren, waar tenslotte volledige uitwigging van deze breuk plaats vindt. Het zuidoost-einde bereikt den zuid-oever van de Segre waarschijnlijk niet meer, want in X. 46 treft men nog contact-verschijnselen aan. In XVI. 43 SW vindt men de breuk fraai ontsloten in een klein ravijntje. Hier vertoont het breukcontact aan de zuidwest-zijde, achtereenvolgens van noordwest naar zuidoost gaande: kwartsieten van het Boven-Ordovicien, dan zwarte leiige schalies met een inschakeling van kalksteenen, welke tezamen het Gothlandien vormen, daarna onder-devonische kalken. De richting van het verschuivings-vlak, hetwelk goed te bepalen is bij de grens van kwartsiet en graniet, bedraagt ongeveer 115.75 NE. De graniet is dicht verdiaklaasd.

Breuk XVI.43—XIV.42. Deze breuk eindigt noordoostelijk waarschijnlijk in de vorige. In het zuidwesten is zij op den zuidelijken Segre-oever niet meer aanwezig en wigt dus waarschijnlijk uit in het Segre-dal. Noordelijk van het breukvlak liggen oudere devonische gesteenten, zuidelijk ervan Boven-Devoon („griottes") en Dinantien. Deze breuk was reeds aan MENGEL bekend (camp. 1909).

Breuk XVI. 24 NE. Op het bestaan dezer breuk werd reeds gewezen op pag. 14. Direct bij den graniet ontbreekt reeds elk spoor van metamorphose in het Gothlandien en er komen geen eruptieve gangen in voor. Het ontbreken van contact-metamorphose kan hier als zekere aanwijzing voor een verschuiving gelden, daar toch in het naburige Gothlandien van XIV. 24 nog contactmetamorphose is waar te nemen tot op ongeveer 500 meter van het contact. Een zuidelijker voortzetting van deze breuk is mogelijk, maar mij onbekend.

Breuk XII.14—XI.17. Over den geheelen afstand vindt men in het Ordovicien langs deze breuk geen spoor van contact-metamorphose, noch van eruptieve gangen. In XII. 16 NE vindt men tusschen den graniet en het Ordo-

---

[1]) Nummer van microscopisch praeparaat der verzameling van het Mineralogisch-Geologisch Instituut te Utrecht.

vicien een enkele-meters-breede, puinrijke zone, welke het verschuivings-vlak aangeeft. De meest oostelijke voortzetting is niet geheel zeker te constateeren, wegens gebrek aan goede ontsluitingen.

Breuk XVII. 52 NE. Dit is een klein, onbelangrijk breukje, met gering bedrag. Men vindt hier Devoon (ten noord-oosten) grenzen aan Boven-Ordovicien kwartsieten.

In X. 51 treft men nog enkele geringe verschuivingen aan met een horizontaal bedrag van ongeveer 10 m. De breukvlakken zijn ongeveer 180.90.

Tektoniek van diaklasen en gangen in den graniet.

Met het doel iets over de tektoniek van den graniet te leeren kennen, verrichtte ik waarnemingen omtrent de richtingen van de diaklasen en gangen, in het graniet-massief aanwezig. Nergens werd in den graniet strekking waargenomen, d.w.z. een gericht-zijn der mineralen aangetroffen. In de lijsten, beginnende op pag. 37 zijn de metingen vermeld met opgave van de coördinaten der vindplaatsen. De metingen zijn alle ten opzichte van het magnetische N. georienteerd. Bij de karteering gaf ik in mijn notities door uitroepteekens de mate van talrijkheid en regelmatigheid der diaklasen aan [1]). In de tabel van fig. 5 vindt men een samenvatting van de diaklasen, lamprophyren en aplieten in den graniet ten zuiden van lijn XL voorkomende. (Het gebied, noordelijker hiervan gelegen was te schaars met waarnemingen bedekt, om het in de verdere beschouwingen te betrekken). Hiertoe werden de waarnemingen verdeeld in 9 strekkings-groepen [2]), n.l. bij elkaar gevoegd alle metingen met strekkingen van 1 tot 20, idem van 21 tot 40, 41 tot 60, enz. met als laatste groep metingen met strekkingen van 161—180 [3]). Ieder van deze 9 strekkingsgroepen werd weder onderverdeeld in 9 afdeelingen volgens de richting en grootte van de hellingen der waarnemingen, tot iedere groep behoorende. Deze afdeelingen zijn de volgende: 2 groepen voor hellingen van 0—20° voor 2 tegengestelde hellingsrichtingen, idem voor 21—40, 41—60 en 61—80. Voor hellingen grooter dan 80 in een strekkingsgroep zijn de waarnemingen voor tegenovergestelde richtingen samengeteld tot een afdeeling. Deze samentellingen

Strekking en Hellings-richting

Helling	1-20 W.	1-20 E.	21-40 W	21-40 E.	41-60 W	41-60 E	61-80 N.	61-80 S.	81-100 N.	81-100 S	101-120 N	101-120 S.	121-140 E.	121-140 W.	141-160 E.	141-160 W	161-180 E.	161-180 W
0-20.		1			3		2	1	3	1		2	2	3	2		2 1	2
21-40	2 1	1 1	8	8	6 1	7	11	10	9	15	8 1 1	4	15 1	7	8 2	2 1	10 5	
41-60	10 2	21 9	15	14 1	29 1 1	13	37	11	24	21	16 2 1	24 1 1	20 2	9	37 10 2	16 1	56 24 2	12 3
61-80	11 1	12 2	20 1	14 1	19	4 1	29	16	22 1	16 1	13 1	6	15 2 1	4	57 14 3	10	42 8	13
81-90-81	25 1		26 2		18		15 1		16		10 2		8 4		22 5 3		35 4 1	

Fig. 5. Tabel van diaklaas- en gang-metingen in den Llés-Aristot graniet (ten zuiden van strook XL van het coördinatennet der geologische kaart). Zie tekst, pag. 32. De strekkingen zijn magnetisch aangegeven.

---

[1]) Zoo b.v. is een diaklaasrichting, die omstreeks 10 maal waargenomen werd in een ontsluiting van 5 meter lengte, met 2 uitroepteekens aangegeven.

[2]) Ook deze indeeling is nog volgens de magnetische strekkingen

[3]) Zie pag. 27, noot 1.

zijn zoowel geschied voor de diaklaas-metingen, als voor die der lamprophyren en die der aplieten (voor ieder afzonderlijk). In de samenstelling van fig. 5 vindt men telkens het aantal diaklasen van een afdeeling op den bovensten regel van ieder vakje, voor de aplieten op den ondersten regel en voor de lamprophyren op den middelsten regel. Voor de berekening der diaklasen zijn voor iedere onderafdeeling de uitroepteekens eveneens samengeteld en de helft van dit aantal bij de overeenkomstige diaklasen-aantallen gevoegd. Hiermede is m.i. de waardeering dezer uitroepteekens wel in overeenstemming gebracht met de enkelvoudige diaklaas-metingen. Voor het gebied ten zuiden van XL vindt men in de tabel ruim 1000 diaklaas-metingen, 109 lamprophyr- en 29 aplietmetingen.

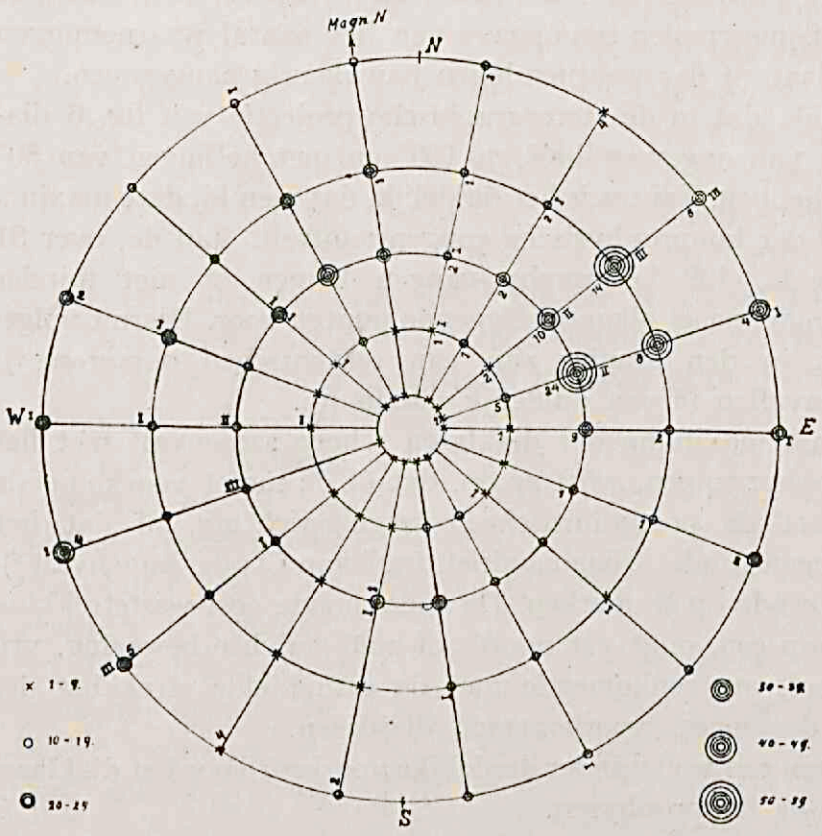


Fig. 6. Stereographische projectie van de diaklaas- en gangmetingen, vermeld in de tabel van fig. 3. Tientallen diaklasen zijn met gelijke signatuur aangegeven (zie legenda terzijde van de projectie). Zie tekst, pag. 33.

Ter verkrijging van een goed overzichtelijk beeld van al deze waarnemingen heb ik voor ieder der, op bovengenoemde wijze verkregen, 81 afdeelingen het gemiddelde van strekking en helling aangenomen en de hiermede overeenkomende 81 vlakken in fig. 6 in stereographische projectie afgebeeld door hun poolpunten in te teekenen. Het aantal diaklasen bij ieder gemiddelde behoorende, is aangegeven, zooals in de legenda terzijde van de projectiefiguur vermeld is: de projectie-punten met de talrijkste cirkeltjes omgeven, duiden op de grootste aantallen diaklaasmetingen. Met arabische cijfers vindt men naast ieder projectiepunt aangegeven het aantal lamprophyrgangen, dat in dien stand waargenomen werd, voor de aplieten hetzelfde, echter met romeinsche cijfers. Deze stereographische projectie van diaklaas- en gangrichtingen biedt, wat nauwkeurigheid en overzichtelijkheid betreft, belangrijke voordeelen boven andere methoden.

Oudere auteurs beeldden slechts de strekkingen van dergelijke metingen in een zoogenaamde ,,roos'' af. Uit een centraal punt werden b.v. de strekkingen van gangen uitgezet, en langs deze werd in verhouding aangegeven de lengte,

waarover iedere strekking voorkomt [1]). Later werd deze methode verbeterd, b.v. door S. VON BUBNOFF [2]); deze beeldt in een ,,roos'' niet de strekkingsrichtingen maar de hellingsrichtingen b.v. van diaklasen af, geeft frequentie-verhoudingen in plaats van lengteverhoudingen en duidt met verschillende signaturen hellingssterkten aan, waaronder de duidelijkheid van de voorstelling echter lijdt. Soms geeft hij bovendien nog het aantal waarnemingen aan. In de hierboven gegeven stereographische projectie kan men echter veel meer waarnemingen ongedwongen weergeven en verkrijgt men een juister en duidelijker beeld. Overigens wordt in publicaties aangaande dergelijke tektonische onderwerpen dikwijls zeer weinig medegedeeld omtrent het feitenmateriaal, waarover men beschikt heeft. Zoo ontbreekt zelfs meermalen een opgave van het aantal waarnemingen en zelden worden de plaatsen der waarnemingen nauwkeurig aangegeven.

Men ziet gemakkelijk, dat in de stereographische projectie van fig. 6 diaklasen met strekkingen van ongeveer 140° en 160° en met hellingen van 50° en 70° NE de overhand hebben. Tevens is het duidelijk, dat men bij deze maxima ook het grootste aantal der lamprophyrische gangen aantreft. Van de, over 81 projectiepunten verspreide, 109 lamprophyr-gangen komen er niet minder dan 56 op de vier genoemde, naast elkander liggende punten voor. Hieruit volgt:

1. Deze diaklasen in den graniet zijn van tektonischen oorsprong [3]): daarop wijst hun samenvallen in een duidelijk maximum.

2. Het feit, dat het maximum der diaklasen scherp samenvalt met het maximum in de lamprophyrgangen, wijst er op, dat óf de meest voorkomende strekking samenvalt met de postgranitische bewegingsrichting, óf dat het maximum met een zoogenaamde ,,diagonaalrichting'' van CLOOS samenvalt [4]). Hierover is nog het volgende op te merken. De heerschende oost-weststrekking van het gebergte wijst op een, ongeveer noord- of zuid-gerichte beweging, vrij goed, hoewel niet geheel, overeenkomende met de gemiddelde strekking der lamprophyrgangen en der meest voorkomende diaklasen.

De aplieten vertoonen een veel minder duidelijke voorkeur voor het diaklaasrichting-maximum dan de lamprophyren.

Ik acht het mogelijk, dat dit een gevolg is van den grooteren ouderdom der aplieten ten opzichte van de lamprophyren. Hiervoor werden reeds eerder argumenten aangevoerd (zie pag. 20). Terwijl de lamprophyrische gesteenten bij voorkeur in de bovengenoemde diaklasen omhoog gedrongen zijn, waren deze diaklasen ten tijde der aplieten-injectie nog gering ontwikkeld en tevens waarschijnlijk minder geopend. Op grond hiervan mag men misschien besluiten, dat

---

[1]) b.v. H. CLOOS, Der Mechanismus tiefvulkanischer Vorgänge. Vieweg, Braunschweig 1921. pag. 22.

[2]) Zie b.v. S. v. BUBNOFF. Die tektonische Stellung des Triberger Granitmassives. Neues Jahrb. f. Mineralogie usw. Beilage Band LV, Abt. B. 1926. Enkele hoofdrichtingen in den graniet vindt men hier ook in stereographische projectie afgebeeld (geen afbeelding der waarnemingen echter in deze projectie).

[3]) Hierbij dient echter opgemerkt te worden, dat de diaklasen waarschijnlijk aangelegd worden als krimpscheuren, maar dat deze zich slechts goed konden ontwikkelen in richtingen, die daarvoor in verband met den druk, gunstig waren (CLOOS, 1922).

[4]) CLOOS, zie noot 1 (pag. 21).

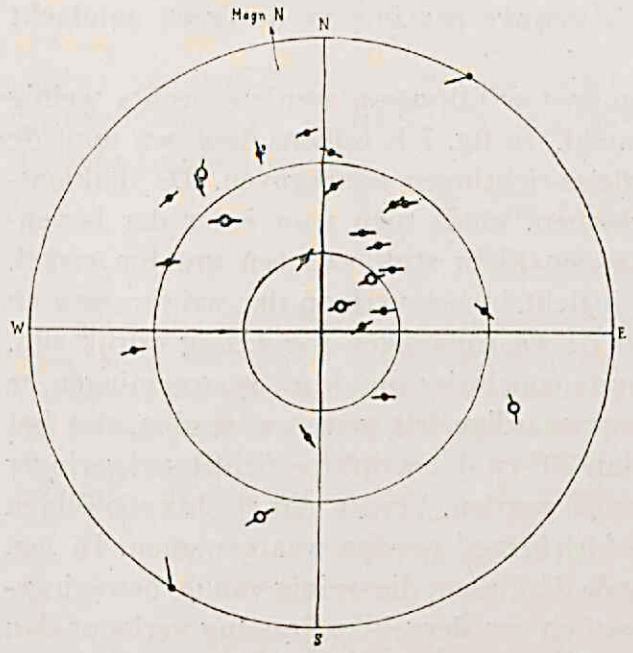


Fig. 7. Stereographische afbeelding van wrijfkrassen en hun diaklasen, waargenomen in den graniet (zie lijst IV, pag. 47). De waarnemingen, waarvan de wrijfkras-inrichtingen door cirkeltjes voorgesteld zijn, zijn gelegen westelijk van de meridiaan-strook 15 der geologische kaart. De overige waarnemingen zijn allen oostelijk van strook 31 gelegen. Zie verder tekst, pag. 36.

in het Llés-Aristot gebied de aplieten in het algemeen ouder zijn dan de lamprophyren. Daar de apliet-gangmetingen in den graniet echter niet zeer talrijk zijn, dient men deze conclusie niet als geheel bewezen te beschouwen. Overigens vermelden Cloos en anderen [1]) eveneens dergelijke feiten uit Duitsche eruptief-gebieden.

In de stereographische projectie van de diaklaasvlakken vindt men nog twee, veel kleinere maxima aangeduid, met een gemiddelde richting van 60. 50 NW en 90.50 S. Wanneer deze geringe maxima inderdaad eenige beteekenis mochten hebben, dan dient er op gewezen te worden, dat de centra der drie genoemde maxima-gebieden ongeveer 90° van elkaar verwij-

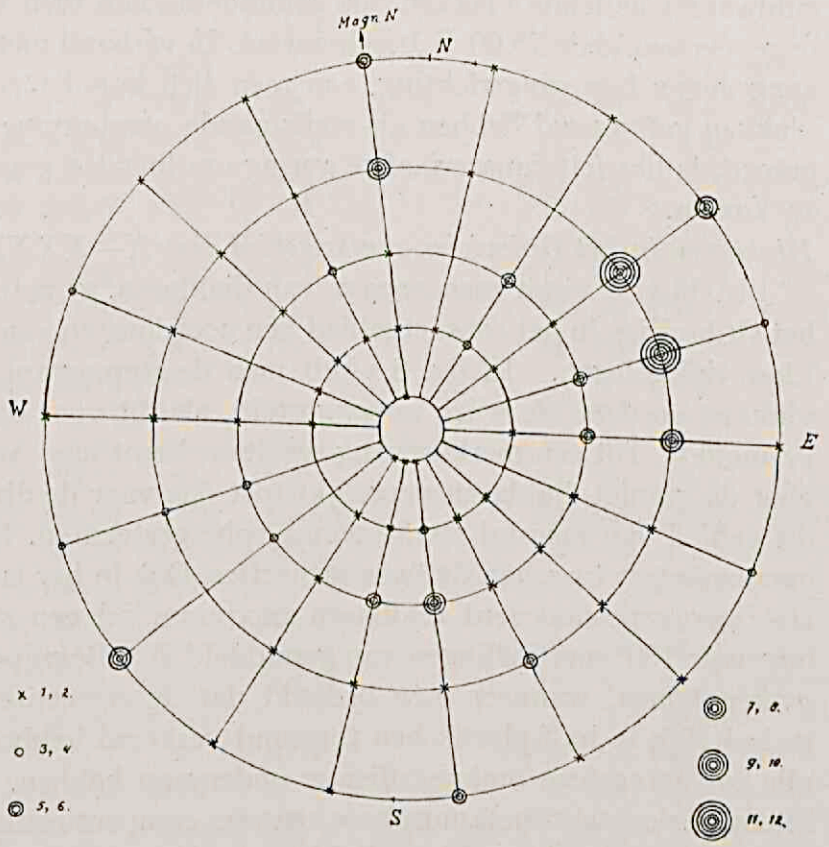


Fig. 8. Stereographische projectie der diaklaasvlakken in het contactmetamorphe Ordovicien van X—XXX, 50—56. Voor het aantal waarnemingen, zie legenda terzijde van de projectie. Zie tekst, pag. 36.

---

[1]) H. Cloos. Der Mechanismus usw. (zie noot 1, pag. 34), pag. 79.

H. Cloos. Ueber Ausbau und Anwendung der granittektonischen Methode. Abhandlungen der preussischen geol. Landesanstalt, Heft 89, 1922, pag. 5. (Tektonik und Magma, herausgeg. v. H. Cloos, Band I).

H. Stenzel. Tektonik des Lausitzer Granitmassivs. idem, Heft 96. 1924, pag. 9 (Tektonik u. Magma, Band II).

derd liggen. Er zal hier echter aan de geringe maxima verder geen aandacht besteed worden.

Waarnemingen omtrent diaklasen met wrijfkrassen werden slechts weinig verricht. In lijst IV vindt men ze vermeld. In fig. 7 is telkens door een punt de stereographische projectie dezer wrijfkras-richtingen aangegeven. De diaklaasvlakken, waar deze krassen op voorkomen, vindt men voor ieder der bovengenoemde richtingen aangegeven door een klein stuk van een grooten cirkel. Hierdoor verkrijgt men een duidelijk inzicht in het verloop der wrijfkrassen en van de bijbehoorende diaklasen. Daar de waarnemingen zoo weinig talrijk zijn, is het niet mogelijk, voldoend gegronde conclusies uit deze waarnemingen te trekken. Slechts moge hier op het merkwaardige feit gewezen worden, dat het grootste deel der richtingen steiler is dan 30° en dat wrijfkras-richtingen geringer hellende dan 20° vrijwel niet waargenomen werden. Verder, dat slechts zoo zelden wrijfkrassen op de diaklasen der ,,hoofdrichting'' werden waargenomen. In een normaal geval toch vindt men juist op de diaklasen, die weinig van de bewegingsrichting afwijken, de meeste wrijfkrassen en een dergelijke krassing verloopt dan meestal in weinig hellende richtingen. De waargenomen wrijfkrassen van den Llés-Aristot graniet wijzen veel meer op steiler bewegingen. Er kan opgemerkt worden, dat de gemeten wrijfkrassen hoofdzakelijk gelegen zijn in vrij steil zuidwaarts hellende vlakken (als gemiddelde kan men voor 19 der 25 metingen ongeveer een vlak 75.60 S beschouwen). In verband met de, door de wrijfkrassen aangegeven bewegingsrichting, zou men zich kunnen voorstellen, dat dergelijke vlakken gefungeerd hebben als steilstaande opschuivingsvlakken. Echter, zooals gezegd, is het feitenmateriaal te gering om hier tot goed-gefundeerde conclusies te komen.

Diaklasen in het Ordovicien-contactgebied van X—XXX, 50—56.

In lijst V vindt men opgave van diaklasen, gemeten in de hoornrotsen van het Ordovicien in het contactgebied, ten noordoosten van Martinet in het beneden-Llosa dal gelegen. In fig. 8 vindt men de stereographische projectie van deze vlakken op dezelfde wijze samengesteld, als dit voor de granietdiaklasen reeds vermeld is. Tot een merkwaardig resultaat komt men, wanneer men het diagram voor de graniet-diaklasen vergelijkt met dat voor de diaklasen, voorkomende in dit gebied van meestal sterk-metamorphe gesteenten. Er is een zeer opvallende overeenkomst tusschen de twee projecties. Ook in het laatste diagram vindt men een zeer geprononceerd diaklasen-maximum bij een strekking van gemiddeld ongeveer 160° met hellingen van gemiddeld 70°. Begrijpelijk wordt een dergelijke overeenkomst, wanneer men bedenkt dat de gesteenten van dit contactgebied gedeeltelijk in half-plastischen toestand verkeerd hebben (zie pag. 21) en dat zij alle een intensieve omkristallisatie ondergaan hebben. Hierdoor was er dus na afloop der contact-metamorphose een zeer compact complex gesteenten ontstaan, waarin de bewegingen een diaklasen-net konden aanleggen, geheel overeenkomend met dat van den graniet.

WAARNEMINGEN VAN DIAKLASEN EN GANGEN.

Alle strekkings-metingen zijn georienteerd t.o.v. het magnetische Noorden. De declinatie is 10° westelijk; van de strekkings-getallen moet dus bij de herleiding 10° afgetrokken worden.

Lijst I.

Graniet-diaklasen.

In de drie eerste kolommen van onderstaande lijst zijn de coördinaten der vindplaatsen aangegeven (zie hiervoor de verklaring op pag. 10, noot 1. Met m wordt het midden van een coördinaat-vakje aangeduid). Daarna is de strekking (zie pag. 27 noot 1), vervolgens het bedrag der helling en de hellingsrichting van de diaklasen aangegeven. Voor de beteekenis der uitroepteekens, zie pag. 32. Voor waarnemingen op dezelfde vindplaats betrekking hebbende, worden slechts éénmaal de vindplaats-coördinaten opgegeven.

X	6	SW	15.63	W!!!
IX	6	SW	8.52	W!!
XIII	7	S	73.42	N!!!
XII	7	NE	85.53	N!
XII	7	NE	40.27	NW!!
XI	7	SE	85.43	N!!!
			145.40	SW!!
			167.53	NE!
X	7	NE	10.90	!!!
			63.31	NW!!
XIII	8	NE	130.57	NE!!
XI	8	m	105.18	S!!
XI	8	NW	20.70	W!!
VI	8	SW	130.48	NE!!
VI	8	SE	115.58	N!!!
XXIV	9	NW	156.90	!!
XVIII	9	SE	117.37	S
XIII	9	NE	87.57	N!!
XIII	9	NE	50.70	NW!
XIII	9	N	35.37	NW
XI	9	W	5.81	W
XI	9	SE	79.55	N!!
XI	9	SE	100.20	N!!!
			169.52	W!!!
X/XI	9	E	155.50	SW!!
X	9	NE	180.5	W
			180.90	
VII	9	SW	40.85	NW!!
VII	9/10	S	157.84	NE!!!
			72.77	S
VII	9/10	S	162.85	NE
XXIV	10	NW	55.74	SE!
			107.63	N!!!
XXIV	10	SW	157.57	NE!!!
XXIII/XXIV	10	m	25.67	E!!
XVIII	10	SW	3.53	E!!!
			142.52	SW!
XVIII/XIX	10/11		74.40	NW!!
XVIII	10	SW	83.83	S
			100.69	S
XIII	10	NW	50.87	NW!
			105.45	N!
VIII	10/11	N	172.85	E!!
VIII	10	SW	55.27	NW!!!
VIII	10	N	75.63	SE!!
			178.42	E!!
VIII	10	NE	5.85	E!!!
			70.43	NW!!
XX	11	NE	45.40	NW!!!
XIX	11	NE	2.58	E!!
XII	11	SW	2.88	W!!!
XII	11	SW	105.50	N!
XII	11	SW	180.55	E
XII	11	SW	176.81	E!!
XI	11	SW	170.73	NE!!!
XI	11	SW	10.85	E!!!
			130.14	NE!
XI	11	SW	5.84	E!!
XI	11	SW	87.30	N!!
XI	11	SE	25.70	E!!
XXVI	12	NE	20.57	W!!
XXVI	12	S	47.52	NW
			112.52	S
XXIV	12	SW	20.55	W
XXIII	12/13	N	45.43	NE!!
XXII	12	W	63.43	NE!!!
			80.60	S!!
XIII	12/13	S	166.55	SW
XI	12	SW	160.90	S!!
XI	12	SW	160.65	NE!!
XI	12	W	90.80	S!!
			170.48	E!
			180.85	W!!!
XXVII	13	S	27.65	NW!!
			130.33	NE!!
XXVII	13	SW	115.55	S!!

XXVII	13	SW	173.38	E!!
XXVII	13	SW	135.50	NE!!!
			180.65	W!!
XXVI/XXVII	13	W	65.90	!!
			155.63	NE!!
XXIII	13	SW	5.52	E
XXIII	13	SW	178.53	NE!!
XXII	13	SW	2.43	E!!!
XXII	13	SW	178.58	NE!!
XXII	13	NW	170.53	NE!!!
XXI	13	SW	155.52	NE!!
XXI	13	W	145.40	NE!
XXI	13	NW	40.40	NW!
			107.70	N!!
XX	13	N	25.35	SE!
XIX	13	SE	5.60	E!
XIX	13/14	S	60.48	NW!!
XIX	13	SE	23.56	SE!!
XIX	13	SE	127.27	NE!!!
XIX	13	SE	55.54	NW!!!
XIX	13	SE	47.56	NW!!
XIX	13	SE	65.47	NW!!
			165.57	NE!!
XV	13/14	m	148.62	SW!!
			148.90	SW
XV	13	SE	10.58	W!!
XV	13	SE	170.90	!!
XIV	13/14	S	2.90	!!
XIV	13	SE	162.84	W!
XIII	13	SW	17.68	NW
XIII	13	S	90.75	N!
XXVIII	14	SW	120.60	NE
XXVIII	14	E	90.60	NE
XIX	14	SW	170.40	E!!
XIX/XVIII	14	W	65.50	NW!!!
			165.76	W!
XVIII	14	NW	47.50	NW!!!
XVIII	14	NW	95.43	N!!
XVIII	14	NW	5.48	E!!!
			162.53	SW!
XVIII	14	N	174.53	E!!!
XVIII	14	SW	50.48	SE!!
XVIII	14	W	25.39	E
XVIII	14	NW	127.35	NE!!!
XVIII	14	NW	46.42	NW!!!
XVIII	14	NW	61.64	NW!!
XVIII	14	SE	93.87	N!!
XVIII	14	SW	5.53	E!!
			23.82	NW!!!
			28.25	NW!!
XVIII	14	SW	16.76	E!!!
XVII	14	NE	85.77	N!!
XVII	14	SW	12.47	W!
			23.50	SE!!!
XVII	14	SW	85.90	!!
			173.50	W!!
XVII	14	SW	95.77	N!!!
XVII	14	SW	25.90	!!
XVII	14	SW	3.88	E!!
			93.44	N!
			96.90	!!
XVII	14	SW	13.90	!!!
			80.90	!!
XVII	14	NE	75.85	N!!
XV	14	NW	38.33	SE!!
			90.33	S
			176.90	!!
XV	14	NW	48.40	NW!
XV	14	NW	180.60	W!!!
XV	14	N	160.65	NE!!
XV	14	NW	172.50	E!!
XV	14	NW	165.90	!!!
XV	14	NW	46.40	SE!
XV	14	SE	7.75	E!!
XIV	14	SE	180.75	E!!
XIV	14	N	83.84	N!!
XIII	14	NE	110.40	!!
XIII	14	SE	25.90	!!
XII	14	NE	26.72	E!!
XII	14	NE	21.72	W!
			170.20	E!!
XII	14	N	4.88	W
XII	14	SW	143.22	NE!!!
			173.63	W!!!
XXVIII	15	SW	172.52	NE!!!
XXVIII	15	W	30.57	SE!!
XXVIII	15	NE	165.42	NE!!
XV	15	S	17.62	E!!!
			97.33	N!
XV	15	SE	106.63	S!!
XII	16	E	179.43	E!!
XII	16	E	45.steil	!!!
XII	16	E	45.90	!!!
			140.35	NE!!!
XVII	17	SE	22.73	W!
			158.43	NE!!
XVII	17	SW	26.85	E
XVII	17	SW	20.87	W!!
XII	17	NW	107.65	N!!!
			134.30	SW!!
XII	17	SW	50.83	NW!!!
XVIII	18	SE	95.85	N!!!
XVIII	18	SE	95.60	N!!!
XVII	18	N	8.68	E!!
XXIII	19	NW	75.57	SE
XXIII	19	SE	32.90	!!
			112.32	N!!!
XXII	19	S	102.65	N!!!

XIX	19	SW	132.31	NE
XIX	19	NE	150.50	NE
XIX	19	N	133.48	NE
XX	20	NE	5.87	W!!
XXV	21	SE	90.46	S!!!
XXIV	21	NE	165.58	NE!!
XXIV	21	N	140.60	NE
XXIV	21	SE	168.56	NE!!!
XXIII	21	NE	95.44	S!
			98.45	N!!!
XXIII	21	SW	70.31	S!!!
			100.83	N!!
			170.85	W!!
XXI	21	SW	135.40	NE!!!
XVII	21	W	90.62	N!
XXIV	22	SW	180.52	E!!!
XXIII/XXIV	22	W	170.60	E!!!
XXIII	22	N	95.38	S!!
			179.90	!
XXIII	22	W	157.44	NE!!!
XX	23	NE	140.35	NE
XVIII	23	NE	56.33	SE!!!
XVI/XVII	24	m	40.87	NW!!!
			45.54	SE!!
			122.66	NE!!
XVI	24	N	28.70	W!!!
			100.40	S!!
XVIII	25	E	140.50	NE!!!
XXIII	28/29	S	77.56	NW!!
			82.53	S!
			175.73	NE!!
XXIII	29	S	30.52	NW!
			100.56	S!!
XXIII	29	SW	42.83	NW!!
			124.60	NE!!
XXIII	29	SW	138.52	NE!!
XXIII	29	SW	95.61	N!!
XXIII	29	SE	73.62	NW!!
XXII/XXIII	29	E	55.55	NW!!
XXII	30	SW	25.50	E!!
			150.48	SW!!!
XXII	30	W	60.70	NW!!
			129.47	SW!!
			178.73	NE!!!
XXII	30	NW	16.62	E!!
			80.72	N!!
XXIII	31	SE	180.90	!!
XXI	31		33.70	SE!
			46.73	NW
			95.70	N
			103.55	S!
XXI	31		42.60	NE!!
XX	31	NW	55.55	NW
			75.37	S
			143.75	NE
XVIII	31	SW	47.60	NW!!
			130.90	!!
			172.25	E!!
XVIII	31	SW	43.76	NW!
			110.90	!
			167.47	NE!
XVIII	31	SW	108.57	S!!
XXIII	32	NE	50.70	NW!!
			150.45	NE!!
XXIII	32	SW	152.42	SW!!
XVIII	32	NE	2.90	
			57.27	SE
			93.85	S
XXIII	32	NE	85.steil	!!
XXIII	32/33	N	5.59	E!
XXIV	33	NE	98.63	N
XX	33	NE	73.19	N!!!
XX	33	E	127.11	S!!
			147.37	NE
XX	33	SE	43.73	SE!!
			124.46	SW!!
			128.42	NE!!
XIX	33	NW	52.60	NW!
XIX	33	SE	25.53	SE!!!
XIX	33	E	46.48	SE!!
XIX	33	NE	72.83	S!
			95.27	S!
			127.48	NE!!
XIX	33	NW	25.84	W!!
			80.65	S
			100.steil	!
XIX	33	SE	63.78	NW!!
			90.18	N
XIX	33	N	54.19	NW!!!
			85.77	S!
XVIII	33	NW	110.steil	
XVIII/XIX	33	E	39.39	SE!
			72.75	N!
			162.80	W!
XVIII	33	SE	67.50	NW!
			87.50	S!
			137.72	NE!!
XVIII	33	E	81.50	N!!
			100.44	S!
XVIII	33	NW	76.33	S!!
			131.73	N!!
XXXIV	34	SE	146.45	NE!!
			146.62	SW!
XXIV	34	SW	180.55	NE!!
XXIV	34	SW	55.65	NW
XXIII	34	NE	30.77	SE
			165.30	NE
			170.57	W

XXIII	34	NE	50.70	NW!!
			120.47	NE!!
XXIII	34	NE	23.32	E!!
XXIII	34	NE	95.62	N!!
XXIII	34	SE	63.55	NW
			110.55	N
XVIII	34	SW	55.28	SE!
			62.60	NW!
			160.57	W!
XVIII	34	NW	75.33	SE!!
			126.65	NE!
XVIII	34	N	153.36	NE!!!
XVIII	34	NW	6.36	E!!!
XVIII	34	NE	75.steil	!
XVIII	34	SE	7.35	E!
			70.85	N!!!
			87.30	S!
			167.77	NE
XVIII	34	SE	62.80	NW!!!
			90.26	S!!
			170.82	W!
XVIII	34	SE	31.43	SE!!!
			62.60	NW!!!
			125.88	SW!
XVIII	34	SE	63.66	NW!!!
			105.48	S!!
XVIII	34	S	64.59	NW!!!
			82.42	S!!
XVII	34	NE	53.33	SE!!
			63.68	NW!!!
			150.75	NE
			180.steil	
XVII	34	NE	22.79	NW!
			82.37	S
			139.63	NW!
XVII	34	m	23.83	W
			152.80	NE!
			165.58	SW
XVII	34	NW	55.90	
			105.41	S
			137.32	S
			154.64	NE!
XXIV	36	SE	63.65	N!
			80.56	N!
			85.42	S!
			115.42	S
			162.55	E!
XXIII	36	SE	53.65	NW
			75.7	S
			85.47	S
			120.43	S
			165.7	SW
XXII	36	SW	105.33	N!!!
XXIII	37	NW	70.40	S
			140.33	NE
XXII	37	NW	180.55	E!
			73.70	N
			100.50	S
XXI	37	W	17.20	E
			45.66	NW
XX	37	N	95.62	S
			177.73	W
XX	37	SE	38.45	NW!
			75.60	S!
XX	37	NE	80.80	N!!
			125.47	NE
			167.steil	W
XX	37	NE	180.75	W!!
XX	37	N	65.50	NW
			155.47	NE!!
			155.65	W!!
XX	37	N	42.32	NW
XX	37	N	170.75	E
			180.90	!
XIX	37	NE	35.75	SE
			118.55	N
XIX	37	NE	27.62	SW!
			90.63	S!
XXII	39	SW	60.steil	!
XIX	39/40	S	135.47	SW!
			145.55	NE!
XIX	39	SE	42.45	SE
			90.63	S!
			170.90	
XIX	41	E	160.75	NE
XXXVIII	42	NE	50.90	!
			60.73	NW!
XXXII	42	SE	50.46	NE!
			70.55	S!
			158.70	NW!
XVIII	42	NW	65.60	NW!
			107.53	S
			170.85	W!
XXXI	43	E	55.23	NW!
XVII	43	SE	80.65	S!
XVII	43	SE	135.17	NE!
XVI	43	SE	125.75	NE!
XXXVII/XXXVIII	44	m	85.55	S!
XXXVI	44	S	50.53	SE
			53.73	SE
			54.53	NW!
XXXVI	44	SE	63.47	NW!
			100.68	S!
			137.70	NE!
XXXIV	44/45	m	5.67	W
			65.37	NW
XXXIV	44	NE	80.35	N
			135.81	NE!!!

XXXI	44	W	150.37	NE!!
			150.65	NE!!
XXX	44	SE	70.55	S
			135.30	NE
			160.75	NE
XXV	44	SW	45.65	NW
			155.72	NE!
XXV	44	SW	100.70	S!
			165.75	NE!!
			180.48	W!
XXV	44	SE	73.55	S!
			155.60	NE!!
XXIV	44	NE	166.75	NE!
XXIV	44	N	150.50	SW!
			160.63	NE!!
XXI	44	SW	26.80	E
XXI	44	NE	165.steil	NE
XX	44	NE	40.65	NW
			165.70	NE
XVII	44	NE	55.90	
			65.58	S!
			150.70	NE
XXXIV	45	SE	70.76	S
			133.75	NE
XXVIII	45	NE	33.42	NW
			157.20	NE
XXVIII	45	NE	52.55	NW
			157.60	NE!!
XXIV	45	E	65.47	NW
			150.75	NE
XX	45	SW	58.58	SE!
XIX	45	SE	40.50	NW!
XIX	45	N	55.55	SE
XIX	45	NW	40.30	NW
XVI	45	SE	157.51	NE!
XVI	45	SE	160.steil	NE
XV	45	NW	17.32	E
			75.75	S
			160.58	NE
XV	45	SE	5.40	W
XV	45	N	55.51	SE
			99.22	N
			153.85	E!
XV	45	NW	93.51	S
			125.80	SW
			142.87	NE
			145.75	NE
			152.67	NE
XV	45	SW	90.40	S
			103.80	N
			150.67	E
XXXVI	46	NW	85.57	N!!
XXXVI	46/47	N	27.73	W!!
XXIV	46	NE	35.72	NW!

			80.66	S!
			147.43	NE!
XXIII	46	SE	10.80	E!
XX	46	SE	42.55	NW!
			170.63	NE!
XIX	46	SW	164.70	NE!
XVIII	46	NW	38.63	NW!
XVIII	46	SE	160.50	NE!
XVIII	46	m	38.55	NW!
			89.49	S!
			150.57	NE!!
XVII	46	SW	117.53	N!
XVII	46	SE	95.78	N!
XVI	46	NE	169.54	NE!!
XVI	46	S	97.68	N!
XVI	46	m	95.73	N!
XVI	46	NW	102.38	N!
			157.68	NE!
XVI	46	NW	164.70	NE!
XV	46	SE	166.66	NE
XV	46	E	170.63	NE!!
XV	46	NE	143.63	NE
XV	46/47	S	160.63	NE!
XIV	46	m	170.55	NE
XIV	46	NW	15.40	E
			22.steil	E
			76.73	N
			148. zeer steil	
XIV	46	SW	5.43	W
			70.63	N
			155.77	NE
			165.53	E!
XIV	46	SW	180.66	E
			63.58	S
			80.60	N
			138.65	SW
XIV	46	NW	33.75	W
			77.55	N
			170.62	E!
XIV.47 XV.47 XV.46			17.41	W
			105.60	S
			40.51	N
			65.45	S
			105.35	N
			65.64	S
			27.85	SE
			50.47	SE
			150.73	NE
			125.40	SW
			180.70	E
			105.80	N
			163.65	E
			155.70	E
			15.80	W

			100.40	S
			165.70	E
			45.55	NW
			145.80	NE
XIV	46	NE	105.50	S
			158.67	NE
XIII	46	SE	40.47	SE
			70.60	N
			130.50	SW
XIII	46	NW	2.60	E
			70.67	N
			140.16	SW
XIII	46	NW	85.43	N
			102.60	S
			163.58	NE
XIII	46	NW	10.75	W
			110.87	S
XXV	47	W	170.78	NE!
XXV	47	N	30.55	NW!
			70.85	N!
XXIV	47	N	155.88	NE!!
XXII	47	E	40.78	NW!
			153.70	NE!!
XXII	47	NE	160.73	NE!
XXII	47	NW	167.65	NE!!
XXIII	47	SE	175.63	NE!
XVI	47	W	157.63	NE!
XIV	47	NW	125.37	S!!
			161.72	NE!!
XIV	47	SW	152.62	NE!!
XIV	47	NW	95.65	S!
XIV	47	NW	40.50	NW!
			162.56	NE!
XIV	47	NW	176.65	E!
XIV	47	NW	25.82	NW!
			105.55	N!
XIV	47	NW	150.65	NE
XII	47	SE	17.35	SE
			60.70	N
			133.65	SW!
XXXVI	48	SW	153.55	NE!!
XXXVI	48	SE	30.55	NW!
			90.55	S!
XXII	48	SW	159.47	NE
XXII	48	SW	90.57	S
			90.80	S
			160.88	NE!!
XXI	48	NW	150.82	NE!!
XXI	48	SW	95.80	N!
			170 72	NE!
XIV	48	SW	56 50	NW!
XIII	48	NW	38 61	NW!!
XII	48	NE	22.82	E
			60.43	N
			121.55	SW
XII	48	NW	20.67	NW
			86.27	N
			120.53	S
XII	48	NW	5.54	E!
XII	48	SE	142.55	SW!!
XXIX	49	NE	115.57	S!
XXIX	49	NW	66.64	S
			95.36	N
XVII/XVIII	49	W	155.70	NE
XVII	49	SW	95.77	N!!
XIV	49	NE	45.67	NW!
			117.47	S!
			149.60	NE!
XIII	49	NE	117.57	S
XII	49	SE	15.36	W!
			100.65	S!
			110.65	N!
XII	49	SE	90.44	N
			112.60	S
			173.46	E
XII	49	SW	5.57	E
			90.44	N!
			125.77	SW
XII	49	SW	30.57	NW
			37.45	NW
			45.67	NW
			110.50	S
XI	49	NE	70.45	N!
			110.85	N!
			155.53	NE!
XI	49	NE	40.55	NW!
			103.38	S!
			163.38	NE!
XI	49	NE	105.40	S!
			106.55	N!
			160.90	!
XI	49	NE	90.55	N
			90.72	S
			106.63	S
XXXVII	50	SW	65.37	NW!!
XVIII	50	SE	160.85	NE
XVIII	50	SE	5.90	!
			77.47	S!
			150.55	NE!
XVII	50	NE	65.90	
XVII	50	SW	90.67	S!
			170.56	NE!
XVII	50	SW	145.60	NE
XVI	50	W	5.70	W
XVI	50	NW	150.70	NE
XVI	50	NW	5.95	
XV	50	SW	132.38	SW
			155.44	NE

XV	50	SW	40.75	SE
			100.35	S
			123.60	S
XV	50	SW	117.45	S
XV	50	NW	72.22	S
LXI	51	SW	90.steil	
			180.steil	
LVI	51	SW	30.steil	
XXI	51	NW	73.62	S!
			167.50	E!
XXI	51	NW	172.60	E!!
XXI	51	NE	103.65	N
XX/XXI	51	E	70.45	N!
			150.75	NE!!
XX	51	S	55.43	NW
			145.65	NE!
XIX	51	N	180.30	W
			143.77	SW!
XIX	51	N	37.55	NW
			55.55	SE
			170.67	E
XVIII	51	E	180.85	W
			82.85	S
XVIII	51/52	N	10.75	E
			105.75	S
			145.45	SW
XVIII	51	SE	95.90	
			162.65	SW
			170.53	E
XVII	51	S	50.steil	SE!
			160.53	NE!
			180.48	E
XVII	51	SW	140.55	SW
			165.40	NE!!
XVI	51	NW	120.54	S!
			152.65	NE!!
XVI	51	NW	40.70	NW!
			110.83	S
			171.75	W!
XVI	51	NW	42.steil	!
			97.75	N!
			150.20	NE!
LII	52	NW	65.steil	!!
			90.50	N!
LII	52	NW	90.80	!!
			90.60	N!
LI	52	SE	90.60	N
XLVIII	52	N	5.85	W!
			77.75	S!
XLVIII	52	NE	70.steil	N!
XXIII	52	SE	145.55	SW!!
XXII	52	NW	90.36	S!
			93.45	N!
			158.78	NE!
XXII	52	N	100.32	N!!
			113.65	S!!
XXII	52	SW	160.67	NE!!
IL	53	SW	100.47	N!
			100.60	N!
XXV	53	SE	25.87	W!
			90.20	S!
			143.90	!
XXIV	53	NE	120.90	!
XXIV	53	NE	50.20	NW
			63.65	S!
			117.90	
XXIV	53	NE	5.65	W!
			75.70	S!
XXIV	53	SW	135.80	SW!
			160.80	SW!
XXIV	53	S	5.70	W
			19.45	E
			75.80	N!!
			88.60	N!!
XXIV	53	NE	155.80	NE!
XXIII	53	NW	30.23	NW
			77.65	N!
			123.77	NE!
			165.55	NE!
XXXI	55	SW	35.83	SE!
			40.70	SE
			70.83	N
			74.25	N!!
			158.43	SW!
XXIX	55	N	75.30	N
			100.34	S
XXIX	55	SW	180.84	W
			88.37	N
			97.45	S
			110.34	N
XXIX	55	W	177.65	E!
XXVIII	55	E	25.40	E

Lijst II.

Lamprophyren in graniet en sedimenten.

De eerste drie kolommen vermelden de vindplaatsen (zie bij lijst I). In de vierde kolom vindt men, wanneer de gangen in de sedimenten voorkomen, aangeduid of ze Ordovicien (Or), Gothlandien (Go) of Devoon (De) doorbreken. In de vijfde kolom is voor vele gangen de dikte in centimeters ongeveer aangegeven. Wanneer er verschillende gangen direct bij elkaar, in dezelfde richting verloopende, voorkomen, zijn de verschillende dikte-cijfers naast elkaar in de vijfde kolom opgegeven. Hierna volgt voor vele gangen opgave van de richting waarin zij verloopen. Met „massa" worden grootere partijen van lamprophyrisch gesteente aangeduid, welke geen duidelijken gangvorm bezitten, of waarvan deze niet werd geconstateerd.

XXIV	9	NW		100.	
VII	9	SW			
XVIII	10	SW		140.	5.65 E
XXXI/XXXII	11	m	De	100.	
XXXI	11	NW	De		
VIII	11	SE	De		
XXIV	12	N	De		
XXIV	12	NW	De		
XXIV	12/13	S			
XXIV	12/13	S			
XXIV	12/13	N	De		
IX	12	NE	Or		
XXIII	13	SW			
XXIII	13	SW			178.53 NE
XXII	13	SW			12.45 SE
XXII	13	SW			2.43 E
XXII	13	SW		25.	178.58 NE
XXII	13	W			
XXII	13	NW		25.	170.53 NE
XXII	13	NW		120.	170.50 E
XXII	13	NW			
XXI	13	NW			
XX	13/14	S		75.	150.37 NE
XX	13	SE		100.	150.37 NE
XX	13	SE		100.	140.34 NE
XX	13	E			
XX	13	NE		25.	140.34 NE
XX	13	NE			
XX	13	NE		25.	169.65 NE
XIX	13	SE			
XIX	13	SE			180.36 E
XIII	13	SW			massa
XX	14	SW			165.42 NE
XX	14	SW			
XX	14	SW			
XVIII	14	N		5.	
XVIII	14	SE		80.	170.63 NE
XVIII	14	SW		30.	180.53 E
XVIII	14	SW		15.	
XVII	14	SW			13.48 E
XVII	14	SW			13.48 E
XVII	14	W		100.	178.63 NW
XVII	14	N			
XXVIII	15	NE			165.42 NE
XX	15	S	De		
XIX	15	NE	De		
XIX	15	NE	De		
XIX	15	NE	De	50.	165.65 NE
XVII	15	NW			180.53 E
XVII	15	m			vlak
XVII	15	NW		5.3.5.	vlak
XVII	15	NW		50.	
XVII	15	NW			vlak
XX	16	W	De	170.	
XIII	16	NE	De		143.
XIII	16	SE	De		
XVII	17	SE			
XVII	17	NE		90.	23.85 E
XVII	17	S		125.	156.45 NE
XVII	17	SE		160.	175.55 E
XVII	17	SE		100.	98.66 N
XVII	17	SE			
XVII	17	SE		35.	171.55 NE
XVII	17	SW		300.	
XXXIII	18	NW	De		155.56 NE
XXV	20/21	S			170.50 NE
XX	20	SW		35.	115.32 NE
XX	20	SW		15.	125.34 NE
XV	20/21	S			30.23 NW
XV	20	SE	De		
XXIV	21	NE			165.58 NE
XXIV	21	NW		400.	180.35 E
XXIV/XXV	21	W			166.53 NE
XXIV	21/22	S			
XXIV	21	E		40.25.	176.38 NE
XXIII	21	NW			135.60 NE
XXIII	21	N			
XXI	21	NW		100.	50.40 NW
XXIV	22	SW			180.52 E
XXIV	22	SW			180.45 E
XXIII	22	NE			180.70 E
XXII	22	N			
XXII	22	SE		25.	135.46 NE

XXII	22/23	S		70.	175.75 E
XXII	23	SW			175.75 E
XXII	23	SW			
XIV	23	SE	Go		
XV	23	SE	Go		
XV	24	SE	Go		
XV	24	S	Go		
XIV/XV	24	E	Go		113. steil
XIV	24	SE	Go	135.	
XXIII	28	S			
XXIII	29	SW		60.	
XVIII	29	SW			
XXII	30	NW			180.65 E
XXII	31	W		40.	110.47 N
XVIII	31	S			
XVIII	31	SW			135.82 SW
XVIII	31	SW			112.75 SW
XXIII	32	NE		15.	160.75 NE
XXIII	32	SW			
XXIII	32	SW		150.	155.68 NE
XXIII	32	SW		100.	180. steil
XXIII	32	NE			10.53 E
XXIII	32	NE			
XXIII	32	NE			175.30 E
XXIII	32	NE		150.	180. steil
XXIII	32	NE		20,60.	180. steil
XXIII	32	NE			85. steil
XXXV	33	NW			40.90
XXIII	33	N			145. steil
XXIII	33	NW			140. steil
XIX	33	N			
XIX	33	N			
XXIII/ XXIV	34	E		80.	5.60 E
XXIII	34	NE			150.55 NE
XXIII	34	NE			5.60 E
XXIII	34	NE			155.63 NE
XXIII	34	SE			5.43 E
XXII	34	SE		200.	170.—
XXII	34	SE			
XXII	34	NE			175.58 NE
XXII	34	NE			175.58 NE
XXII	34	NE			
XXII	34	NE			
XIX	34	NE	De		150.73 NE
XIX	34	NE	De		135.—
XXXIII	35	E		200.	150.—
XXII	35	SE			
XXXII	36	NE			68.—
XXXII	37	W			80.—
XXXI	37	SE			90.—
XXX	37	NE			110.—
XXIX	37	NE			150.—
XXI	37	NE		150.	120.80 N
XXI	37	W			108.60 N
XIX	37	NE			
XIX	37	NE			
XIX	38	NW			
XIX	38	SE			
XIX	38	NW			
XIX	39/40	S			
XIX	39	SE			140.45 NE
XIX	39	S			
XVIII	40	NE		25.	110. steil
XVIII	40	NE		75.	170.—
XVIII	40	NW			150. steil NE
XVIII	40	NE		30.	145. steil
XX	41	N			130.—
XVII	41	N		300.	
XVII	42	SE			
XVI/XVII	42	E		35.	145.—
XVI	42	NE			massa
XVI	42/43	N			137. steil W
XXXI	43	N			
XVII	43	SE		50.	147.77 NE
XVII	43	SW			
XXXVII/ XXXVIII	44	m		500.	
XXXV	44	SE			
XXXI	44	NW			
XXXI	44	NW			
XX	44	NE		8.	160.55 NE.
XVIII	44	SW			145.45 NE
XVIII	44	SW			140.75 NE
XVII	44	E			130.77 NE
XXXIII	45	NW		400.	138.75 NE
XXVIII	45	NE		13.	10.30 E
				40.	157.60 NE
XXVIII	45	NE		5.	160.45 NE
XVI	45	NW			160.50 NE
XXVIII	45	NW			massa
XXVIII	46	SW			
XXVII	46	NE			
XXVII	46	NW			massa
XXIII	46	SE		10.	153.85 NE
XXII	46	NE		20.350.	165.85 NE
XX	46	SE		400.	175.83 W.
XV	46	SE		15.	166.66 NE
XV	46	SE			
XV	46	NE			170.60 NE
XV	46	NE			143.63 NE
XV	46	NW			157.70 E
XV	46	SE			161.60 NE
XV	46	SE		50.	
XIV	46	NE			130.60 NE
XIV	46	NW			157.60 E

			100.	148	
XIV	46	NW		zeer steil	
XIV	46	SW	75.	180.66 E	
XIV	46	NW	100.	170.62 E	
XIV.47, XV.47, XV.46.				145.80 NE	
				150.55 E	
				157.40 W	
				163.65 E	
				165.45 E	
XXI	47	NW		massa	
XX	47	NE/NW		massa	
XX	47	SW	25.	163.54 NE	
XX	47	SW	300.	163.54 NE	
XIV	47	NW		150.70 NE	
XIV	47	SW		152.62 NE	
XIV	47	m	100.		
XIV	47	NW		162.56 NE	
XIV	47	NW		150.65 NE	
XII	47	SE De	6.70.6.	178.43 E	
X	47	NW De		170. steil	
XXII	48	S		160.62 NE	
XX	48	NW	100.		
XX	48	NW	60.	160.67 NE	
XIV	48	SW			
XII	48	NW	150.	23.66 SE	
XII	48	NW	700.	28.60 SE	
XII	48	NW		6.75 E	
XXXVI	49	NE		170.50 NE	
XX	49	NE			
XVIII	49	SW			
XVII	49	S	100.	180.—	
XVI	49	NW	75.	143.—	
XVI	49	NW		170.—	
XIII	49	NE	125.	170. steil	
XVII	50	NE		150.70 NE	
XVI	50	SW		145.42 NE	
				177.20 E	
XVI	50	W		5.70 W	
XVII	51	SW			
XVI	51	NW		152.65 NE	
XVI	51	SW Or	200.		
XVI	51	NW		180.—	
XXIII	52	NE	300.	175. steil	
					NE
XXX	53	NE			
XXII	53	S			
XXI	54	NE Or		180.— E	
XX	54	W De		173.40 E	
XVII	54	NE Go		160.50 E	
XV	54	SE De		70.27 S	
XXIX	55	N			
XXIX	55	SW			
XXIX	55	SW		138.90	
XIX	55	SW Go			
XV	56	NE Go	200.	125.55 NE	
XLIV	62	SW			

Lijst III.

Aplieten in graniet en sedimenten.

De wijze van opgave komt geheel overeen met die van Lijst II (zie aldaar).

XVI	8	E			
XXIII	12	NE			
XVIII	18	E	3.		
XXIII	31	SE		110.35 N	
XXII	31	NW	15.	110.45 N	
XXIII	32	m	10.	60.65 SE	
XXIII	33	N			
XVIII	33	NE			
XVIII	34	NW		65.—	
XVII	34	NE			
XXXIV	35	SW	80.	70.—	
XXXII	36	NE			
XX	41/42	N		163.—	
XXXVIII	42	NE	10.	140.63 NW	
XIX	42	NE		67.90	
XXIX	44	NE	20.	5.45 W	
XX	45	SW		175.60 W	
XXXVI	46/47	N		27.73 W	
XXIII	46	SE	8.		
XV	46	SW	3.	150. steil	
XIV	46	NW		160.75 E	
XIV	46	NE		180.85 E	
XIII	46	NW	5.	145.77 NE	
XXI	47	NW	50.		
XX	47	SW	10.	163.54 NE	
XXII	48	SW	20.3.	160.88 NE	
XII	48	NW			
XII	48	NW		90.70 S	
XII	48	SE		142.55 SW	
XII	48	S Or			
XII	48	W De			
XVII	49	NW		180.45 W	
XVII	49	SW			
XVII	49	S	100.	180.—	
XVII	49	S	100.		
XV	49	SE	15.	10.70 W	

XIV	49	NE		2.15.	143.53	NE	XV	50	SE	Or				
XIV	49	SE		30.	150.	steil	XV	50	SE	Or	3.	40.35	NW	
XIII	49	NE			138.—		XIV	50	SE	Or		115.73	N	
XIII	49	NE		1.	5.	steil	XIV	50	NE	Or	20.	110.50	S	
XIII	49	NE			170.	steil	XIV	50	NE	Or		40.	steil	
XII	49	SE			15.36	W	XVII	51	SW					
XI	49	NE	Or		5.25	W	XVI	51	NW			152.65	NE	
XI	49	NE			55.47	NW	XVI	51	NW					
XXX	50						XVI	51	SW	Or				
XVIII	50	SE					XVI	51	SW	Or		150.45	NE	
XVII	50	SW			180.60	W	XVI	51	SW	Or		8.55	E	
XV	50	SW			155.44	NE	XVI	51	SW	Or				
XV	50	SW			125.20	S	XXI	52	NW	Or				
XV	50	SW			117.45	S	XXI	52	SW	Or		165.—		
XV	50	NW			110.32	N	XIX	52	NW	Or		108.63	S	
					170.43	W	XIX	52	NW	Or				
XV	50	SE	Or		135.53	S	XXIX	55	N					
XV	50	SE	Or				XXIX	55	SW					
XV	50	E	Or				XXIX	55	NE	Or	20.	139.42	E	
XV	50	NE	Or	125.										

Lijst IV.

Diaklasen met wrijfkrassen in den graniet.

In deze lijst worden op dezelfde wijze als dit in lijst I geschied is, de vindplaatsen en de diaklaasvlakken aangegeven. Door de achterste reeks cijfers met azimuth-indices, wordt de richting der wrijfkassen op de daarvóór aangegeven diaklasen aangeduid. Hiertoe is vermeld het aantal graden, dat de hoek tusschen wrijfkras-richting en strekkings-richting der diaklaas bedraagt, terwijl de windrichting aangeeft, naar welke zijde zich de scherpe hoek tusschen diaklaas-strekking en wrijfkras-richting opent.

XI	7	SE	145.40	SW!!	30	NW	XXV	44	SE	73.55	S!	45	W	
XVIII	10	SW	83.83	S	80	W	XIV	46	SW	155.77	NE	25	SE	
XXVI	12	S	47.52	N	30	NE	XIII	46	SE	40.47	SE	0		
			112.52	S	50	E	XVI	47	W	157.63	NE	60	NW	
XVIII	14	NW	78.78	S	65	W	XXXVI	48	SE	90.55	S!	70	W	
XV	14	NW	172.50	E!!	30	S	XXII	48	SW	90.70	S	60	W	
XVIII	32	NE	57.27	SE	55	SW	XII	48	NW	120.53	S	40	W	
			93.85	S	65	W	XI	49	NE	90.72	S	25	E	
XIX	33	NW	80.65	S	60	W				106.63	S	35	E	
XVII	34	NW	137.32	S	60	SE	XV	50	NW	72.22	S	70	E	
XIX	39	SE	170.90		25	S?	XXI	51	NE	103.65	N	65	W	
XXXVI	44	S	50.53	SE	50	SW	XXXI	55	SW	40.70	SE	70	SW	
			53.73	SE	40	SW				70.83	N	75	SW	

Lijst V.

Diaklasen in het Ordovicien van het contact-gebied X—XXX, 50—56.

De opgave van vindplaats en richting der diaklasen geschiedt op dezelfde wijze als in lijst I. Slechts is hier vóór het strekkings-getal vermeld door L?, dat het opgegeven vlak eventueel gelaagdheid van het gesteente aangeeft, dat dit echter ook een normale diaklaas kan zijn.

XV	50	E		30.90	!
				138.58	NE!
				163.77	W
XIII	50	NE	L?	10.40	E
XI	50	SE	L?	145.65	NE
XI	50	SE		17.73	E
XX	51	SE		145.70	NE!
XX	51	SE		38.67	NW
				50.33	SE
				67.75	S
				95.57	S!
XX	51	SE		55.57	SE
				67.75	SE
				70.60	SE
				95.45	S
				170.45	E
XIX	51	N	L?	90.60	S
				165.45	NE
XVIII	51	SE	L?	5.37	E
XVIII	51	SE	L?	5.70	W
XVII	51	S	L?	120.50	S
XVI/XVII	51	m	L?	97.73	N!!
				167.65	SW!
XVI	51	NW		97.75	N!
XVI	51	S	L?	8.55	E
				20.80	E
				40.35	NW
				143.57	SW
XV	51	W		13.steil	
				92.47	S
				105.28	N!
				138.44	NE!!
XIV	51	SE	L?	140.60	NE
XIII	51	N	L?	16.45	E
XIII	51	N	L?	13.40	E
XIII	51	N	L?	162.62	N
XIII	51	N		21.85	W
				70.55	S
				120.55	N
X	51	NE		83.steil	S!
				130.8	SW!
				150.55	SE!
XXII	52	SW		5.77	E!!
				50.20	NW
				100.60	S!
XXII	52	SW		7.77	E!!
				103.47	S!!
				160.steil	NE!!
				165.67	NE!!
XXII	52	SW		42.88	NW
				90.40	S
				160.73	NE
XXI	52	NW		132.46	SW
				161.66	E
XX	52	E	L?	92.steil	
				165.55	E!!!
XX	52	SE		180.55	E!!
				157.50	SW!
XIX	52	NW	L?	27.76	E
				63.45	NW
				108.63	S
XIX	52	NW		43.47	NW
				100.67	S
				4.70	E
XIX	52	NW		13.80	E!
				82.64	N!
				88.15	S!
XIX	52	NW		180.65	E
				81.83	S
XIII	52	SW		105.50	S
XIII	52	SW		170.73	E
			L?	173.50	W
XIII	52	SW	L?	107.63	N
XI	52	NW	L?	13.40	W
				67.90	
XI	52	NE	L?	85.27	S
XI	52	NW		97.90	
				104.6	S
XI	52	NW		42.71	NW
				112.80	N
XI	52	m		30.steil	
XI	52	m	L?	143.47	SW
XI	52	m	L?	75.65	N
X	52	NE		110.70	NE
				120.65	SW
XVIII	53	NW	L?	90.35	S
XIV	53	SW		165.76	E!
XIV	53	SW		82.25	S
XIV	53	SW	L?	158.75	NE
XIV	53	SW	L?	180.65	E
				13.48	W
				95.85	S
XI	53	NW		112.58	S
XI	53	NW		100.65	N
XI	53	NW	L?	165.45	SW
XI	53	NW	L?	70.70	S
XXIV	54	NE		64.60	NW
				147.90	
XXIV	54	SE		20.75	W!
				77.33	N
				155.75	NE!!
XXIII	54	NE		40.22	NW!
				40.73	SE!
				154.80	NE!!
XXII	54	m		85.17	N
				167.83	SW!!
XXII	54	NW		88.43	N!
				153.83	SW!!!

XXI	54	NE	78.36	N
			143.30	NE
XXI	54	S L?	88.55	S
XXI	54	NE	78.36	N!
			143.30	NE!
			165.63	W!
XXX	55	SE	67.55	N!!
			119.27	S!
			141.85	NE!!
			145.82	NE!!!
XXX	55	SE	129.81	S!!
XXIX	55	NE	139.42	E
XXVI	55	W	85.85	S
			162.57	E
XXI	55	NE	61.67	SE
			3.49	W
XXI	55	NW	25.50	SE
			136.36	NE
XIX	55	SE L?	170.55	E
XIX	55	SE L?	15.22	W
		L?	110.36	S
XXIX	56	SW	159.65	NE!!
XXIX	56	NE	127.50	NE!!
XXIX	56	NE	90.64	N
			175.73	E!!
XXIX	56	SE L?	23.50	E
XXIX	56	S	77.21	S
XXIX	56	S L?	147.45	NE
XXVIII	56	NE	147.75	NE
XXI	56	NW L?	92.40	S
XXI	56	NW	98.steil	NE
			135.35	NE

PETROGRAPHISCH GEDEELTE.

STOLLINGSGESTEENTEN.

Algemeen voorkomen van granieten en microgranieten. Zooals reeds in het geologisch gedeelte vermeld is, bestaat het massief van Llés-Aristot voornamelijk uit granitische en microgranitische gesteenten: uit graniet bestaat vrijwel het geheele gedeelte ten oosten van de meridiaanstrook 25, westelijk daarvan overheerschen veelal de microgranieten, hoewel er in dit gebied ook nog wel normale granieten voorkomen (zoo vooral in de meer oostelijke helft van dit massiefgedeelte). De uiterste zuidwestelijke voortzetting van het massief, ten zuiden van de Rio Segre, westelijk van Arseguell, bestaat geheel uit microgranitische gesteenten. Op de kaart zijn de vindplaatsen, waarvan microgranieten microscopisch onderzocht zijn, met een M-teeken aangegeven. Wegens eigenaardigheden, hieronder bij deze gesteenten besproken, is het in het veld niet steeds eenvoudig, dergelijke gesteenten van normale granieten te onderscheiden. Daarom is het niet mogelijk een juiste begrenzing van deze twee gesteente-typen in te teekenen, terwijl dit overigens ook moeilijk is als gevolg van het voorkomen van overgangstypen.

Graniet. De graniet van het Llés-Aristot massief is een normaal type van middelmatige korrelgrootte. De algemeene kleur van het gesteente is lichtgrijs. Strekkings-textuur werd nooit waargenomen. De structuur is niet porphyrisch. De hoofdbestanddeelen zijn macroscopisch goed te onderscheiden. De veldspaat is meestal wit ondoorzichtig. Er komen zoowel granieten voor met biotiet als uitsluitend donker bestanddeel, als zulke met daarenboven meer of minder hoornblende. Direct aansluitend aan deze gesteenten werden op enkele plaatsen ook kwartsdiorieten aangetroffen, terwijl schaars ook dioriet-achtige gesteenten voorkomen.

De mineralen, die in den graniet voorkomen, zijn de volgende: kwarts, orthoklaas, plagioklaas, biotiet, hoornblende, apatiet, zirkoon, titaniet, erts, orthiet, verder secundaire veranderings-mineralen, zooals chloriet, sericiet, enz. Tenslotte bevatten enkele granieten nog toermalijn en muscoviet. Aard en voorkomen der graniet-mineralen zullen nu vermeld worden door bespreking hunner microscopische kenmerken [1]).

---

[1]) De D-nummers in de beschrijvingen geven de nummers aan der microscopische praeparaten verzameling van het Mineralogisch-Geologisch Instituut te Utrecht. Achter het D-nummer vindt men meestal tevens de vindplaats opgegeven door opgave der coördinaten (zie pag. 10, noot 1).

Beschrijving der microscopische kenmerken der mineralen in den graniet.

Kwarts. De kwarts is met den orthoklaas het laatst uitgekristalliseerd. Een enkele uitzondering hierop schijnt echter wel eens voor te komen; zoo treft men b.v. in D. 11047 (XXXVII. 52) [1]) een kwarts-kristal aan, welks grootste helft idiomorph in perthitische orthoklaas steekt, terwijl het overige gedeelte de idiomorphie van een biotiet-basis onderbreekt. Zelden komt kwarts in plagioklaas voor, vertoont dan echter geen idiomorphie (b.v. D. 11033, XVI. 50/51 S.). Meermalen vertoont de kwarts idiomorphe begrenzingen ten opzichte van orthoklaas (b.v. duidelijk in D. 11045, in welk praeparaat echter ook wel iets orthoklaas in kwarts ingesloten voorkomt). Bij dergelijke idiomorphie vertoont de kwarts meestal bipyramidalen vorm, soms met kort prisma [2]). Micropegmatische vergroeiingen van kwarts met orthoklaas komen weinig voor. Alle andere bestanddeelen van den graniet kunnen in den kwarts voorkomen. Vloeistof-insluitsels van allerlei vorm, met of zonder gas-bel, zijn steeds aanwezig. Soms vormt de kwarts groote, uitgestrekte, grillige individuen tusschen de overige bestanddeelen (b.v. D. 11085. XVII. 49 S.W.). De kwarts vertoont meestal geringe drukverschijnselen. Unduleuse uitdooving ontbreekt vrijwel nooit. Verder treden vaak beginnende kataklastische structuren op, in D. 11044 b.v. vrij sterk, meestal echter niet zeer belangrijk. Vloeistof-insluitsel-streepen loopen in zulke gebroken kwartsen vaak ongestoord in de verschillende deelen door. Als derde soort van drukverschijnselen treedt meermalen een meestal zwakke tweelings-streping op [3]). Hierbij ziet men, soms talrijke, smalle, evenwijdige lamellen, die een gering uitdoovings-verschil ten opzichte van het overige deel van het kwartskristal vertoonen. Deze verschillend uitdoovende deelen vertoonen echter unduleuse overgangs-uitdoovingen. Duidelijk is deze tweelings-streping b.v. in D.11035 en 11037 [4]). Het uitdoovings-verschil kan ongeveer 10° bedragen.

Orthoklaas. Gelijk reeds bij kwarts gezegd werd, behoort de orthoklaas met den kwarts tot de laatste uitkristallisaties van het graniet-magma. Idiomorphie ontbreekt vrijwel steeds. Wel meermalen in kwarts ingesloten. Een enkele maal vormt orthoklaas uitgestrekte individuen tusschen de overige mineralen. Tweelingsvorming is schaarsch. Sericitisatie ontbreekt, meestal fijnstoffig door fijne insluitseltjes. Microperthiet komt veel voor, soms in geringe hoeveelheid. Meestal is de albiet in den orthoklaas verdeeld als kleine, talrijke onregelmatige vlekjes. Soms komen echter regelmatige, evenwijdige albitische lamellen in den orthoklaas voor. (b.v. D. 11084). Behalve door de afwijkende uitdoovingsstand, zijn de albitische gedeelten van den perthitischen orthoklaas te herkennen aan den

---

[1]) Zie pag. 50, noot 1.

[2]) MALLADA (1895) vermeldt, dat de kwarts in contact-nabije granieten in de Pyreneeën ,,corroe los cristales de feldspato," waarmee wellicht op de idiomorphie van kwarts t.o.v. orthoklaas gedoeld wordt. LACROIX (Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact. Premier mémoire: Les contacts de la Haute-Ariège. 1898. No. 64 Bull. Carte géol. France) vermeldt afgeronde kwartskorrels in mikroklien en anorthoklaas in den graniet van Quérigut.

[3]) H. ROSENBUSCH: Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine. 1ste Hälfte. 4. Aufl., Stuttgart 1907. pag. 41.

[4]) Dit gesteente is afkomstig uit de nabijheid van de breuk in XVI. 43 SW.

hoogeren brekings-index t.o.v. hun omgeving. Meermalen vertoont orthoklaas een, in het algemeen weinig sterke, unduleuse uitdooving. Sterk is deze echter in D. 11048.

De hoeveelheid orthoklaas kan in de granitische gesteenten afnemen en zoo overgangen naar kwartsdiorieten doen ontstaan. Mikroklien komt nooit voor, ook niet in andere gesteenten van het massief.

Plagioklaas. Idiomorph ten opzichte van kwarts en orthoklaas. Ook tegenover biotiet kan iets van den eigen vorm van plagioklaas behouden zijn. Wat de vertweelinging betreft zij slechts vermeld, dat tweelingen volgens de albiet-wet verreweg het meest voorkomen. Naast deze polysynthetische veellingen treedt vaak nog een enkelvoudige tweeling volgens de Karlsbad-wet op. Periklien-wet tweelingen zijn in het geheel niet zeldzaam. Er werd niet getracht, minder frequente tweelings-vormen te determineeren, daar het vaststellen van enkele zeldzamer vergroeiings-wijzen geen petrographische waarde heeft. Bijna altijd vertoont de plagioklaas zonairen bouw en wel zoodanig, dat steeds de buitenrand de meest zure samenstelling heeft. Men kan zeggen, dat de plagioklasen van het centrum naar buiten toe in het algemeen zuurder samenstelling verkrijgen, waarbij echter dikwijls verschillende terugslagen naar basischer compositie kunnen plaats vinden, die soms zoo sterk zijn, dat er buiten de kern zones kunnen voorkomen, die de kern in anorthiet-gehalte overtreffen. Soms kunnen er wel meer dan tien van dergelijke oscillaties in samenstelling voorkomen, vóór dat de zuurgraad van den rand bereikt wordt (zie b.v. D. 11036, XVIII/XIX 51 W., D. 11038, XXIV. 47 NW., enz.). Deze oscillaties zijn echter lang niet alle sterk. Uit de maximale uitdoovings-hoeken, gemeten in de symmetrische zone bij albiet-wet-tweelingen, bleek meermalen, dat de sterkst basische plagioklaaszones ongeveer de samenstelling van labrador bezitten (uitdoovings-hoek circa 30° t.o.v. de trace van het tweelingsvlak), vaker echter overeenkomen met labrador-andesien. Aan de peripherie bereiken de plagioklasen oligoklaas- of albiet-oligoklaas-samenstelling (symmetrische uitdoovingen maximaal 4 tot 14 graden, welke uitdoovings-richting aan de andere zijde van de hoofdzone-richting gelegen is als de desbetreffende richting in de basische kern). De samenstelling der plagioklasen in de biotiet-granieten eenerzijds en in de hoornblende-biotiet-granieten anderzijds vertoonen geen essentieele verschillen.

De plagioklasen zijn soms zeer sterk gesericitiseerd, geheel ontbreekt sericiet wel nooit. In het algemeen treedt sericitisatie het eerst op in de meest basische zones der plagioklasen, zoo, b.v. bij de recurrentie-vertoonende, soms slechts in enkele smalle basische schalen. Zelfs bij zeer intensieve sericitisatie is toch meestal de allerbuitenste zoom der kristallen nog onveranderd. Behalve deze kleurlooze glimmer-aggregaten, kunnen verder nog secundair in plagioklaas optreden epidoot en soms ook calciet. Aan orthoklaas grenzende, treden meermalen duidelijke myrmekiet-randjes om den plagioklaas op. Vaker ziet men echter in plaats van typischen myrmekiet slechts geringe uitlobbingen van den plagioklaas-rand aan de orthoklaas-grenzen. Antiperthiet komt in verschillende praeparaten op geringe schaal voor. De lage brekings-index maakt de kleine orthoklaas-vlekjes gemakkelijk herkenbaar.

Drukverschijnselen bij plagioklasen zijn schaarsch.

Biotiet. Als regel goed idiomorph: meestal idiomorphe basis, meermalen ook goed ontwikkelde prisma-vlakken. De verhoudingen ten opzichte van hoornblende, worden bij de behandeling van dat mineraal besproken. Het pleochroisme is normaal: van donkerbruin tot licht gelig-bruin. Buigingen der biotieten komen meermalen voor. Zeer vaak is de biotiet veranderd. Bij deze veranderingen treden de volgende mineralen op. Chloriet: hierbij kan men dikwijls onderscheiden een type, dat anomale, blauwige interferentiekleuren vertoont bij gekruiste nicols, terwijl een ander type meer geel-bruinige, en ook wel groenbruinige kleuren geeft. Het eerste type heeft een positief, het tweede een negatief hoofdzone-karakter. Het pleochroisme van den chloriet gaat van donkergroen en groen (voor een straal, trillende in de hoofdzone) tot lichtgroen of lichtbruin (voor een straal, trillende loodrecht op de hoofdzone-richting). Meermalen treedt epidoot secundair in den biotiet op. Soms is deze citroengeel getint. Vaak komen er in den biotiet talrijke fijne naaldjes voor, welke voornamelijk evenwijdig aan de basis van den biotiet gelegen zijn. Waarschijnlijk is dit sageniet. Met deze sageniet-vorming gaat meestal een verbleeking van de biotiet-kleur gepaard. Dikwijls treft men als secundair product, evenwijdig aan de biotiet-basis liggende, lensjes van een meestal heldere substantie aan. Dergelijke ,,lensjes'' tusschen de biotiet-plaatjes vertoonen soms een dubbelbreking ,welke ongeveer met die van kwarts overeenkomt. Soms is deze dubbelbreking echter aanmerkelijk hooger en dan doet de substantie wel eens aan epidoot denken [1]). Pleochroitische hofjes komen om zirkoon zoowel in den frisschen, onveranderden biotiet als in den gechloritiseerden voor.

Hoornblende. Reeds werd opgemerkt, dat in een aantal granieten geen hoornblende voorkomt. De hoornblende vertoont meestal duidelijke idiomorphie ten opzichte van den plagioklaas, dit in scherpe afwijking met den amphibool der hieronder te bespreken dioritische gesteenten. Met biotiet behoort de hoornblende tot de oudste uitkristallisaties van den graniet. In verschillende praeparaten werden aanwijzigingen gevonden, dat de hoornblende iets ouder is dan de biotiet. Men vindt dan idiomorphie van den hoornblende, waar deze aan biotiet grenst. Meermalen komt echter ook het tegenovergestelde voor. In D. 11032 komen vergroeiingen voor van hoornblende met biotiet. Men kan zeggen, dat biotiet en hoornblende in deze granieten een grootendeels gemeenschappelijk kristallisatie-traject hebben bezeten, dat echter in het algemeen de hoornblende wellicht iets eerder is begonnen met uitkristalliseeren. Tweelingen van hoornblende komen meermalen voor. De kleur van den hoornblende is eenigszins wisselend: behalve groene, komen er ook meer bruinig getinte kristallen voor.

---

[1]) In Rosenbusch-Mügge, Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien (Stuttgart, 1925) vindt men vermeld (pag. 577): ,,Gleichzeitig'' (tijdens chloritiseering) ,,scheiden sich dann gern zwischen den Blättern des Biotits linsenförmige Massen von Carbonaten, die mit Quarz und Eisenerzen gemengt sind, ab; oder aber statt der Carbonate und des Quarzes tritt unter den gleichen Verhältnissen Epidot auf.'' Waarschijnlijk wordt hiermede op dergelijke secundaire uitscheidingen gedoeld, als ook hierboven aangegeven zijn.

Men kan het volgende pleochroisme-schema samenstellen:

n_α. Licht geelbruin.	n_β. Bruin-groen.	n_γ. Donker groen.
Licht groenbruin.	Groen.	Blauwig groen.
Licht groen.		

Pleochroitische hofjes komen soms voor.

Apatiet. Over het voorkomen van apatiet is niets bijzonders mede te deelen. Een kleine hoeveelheid apatiet-zuiltjes en korrels komt constant voor.

Zirkoon. Zirkoon komt meestal in geringe hoeveelheid voor. Reeds werd het voorkomen van pleochroitische hofjes om zirkoon in biotiet vermeld.

Titaniet. Dit mineraal komt schaars in de normale granieten voor. Vrij veel titaniet bevat D. 11089 (XVIII. 33 NE), doch wellicht moet dit in verband gebracht worden met de nabijheid van het kalkcontact, waar titaniet als contact-mineraal in kleine hoeveelheden meermalen voorkomt.

Erts. Het dikwijls aanwezig zijn van leukoxeen, secundair uit erts ontstaan, wijst op een vaak aanwezig titaan-gehalte van dit erts. Erts-korrels zijn meestal slechts in geringe hoeveelheid in den graniet voorhanden. Ze komen meestal voor bíj en ín de donkere mineralen.

Orthiet. Dit mineraal is niet zeldzaam in de granieten van het Llés-Aristot gebied [1]) en treedt ook in andere stollingsgesteenten van dit gebied meermalen op, zoo b.v. in de microgranieten. Het komt echter steeds slechts in schaarsche kristallen voor. De begrenzingen zijn voornamelijk idiomorph. Soms treden tweelingen op volgens (100). Het pleochroisme is duidelijk: n_α gelig bruin, $n\beta$ donkerbruin (roodachtig), n_γ vaalbruin. Soms (D. 11071) vertoont de orthiet een lichtbruine kern in een donkerbruinen rand.

Als *secundaire vormingen* komen in den graniet plaatselijk nog voor, behalve de secundaire producten van de hierboven behandelde mineralen: epidoot, chloriet, calciet, etc. Soms komen dergelijke mineralen in dunne gangetjes in den graniet voor. Ook kwarts kan zoo optreden. Enkele der onderzochte granieten geven blijk van pneumatolytische beïnvloeding. Zulke gesteenten werden aangetroffen in de nabijheid van de contacten. Zoo vond ik in een graniet van XVI. 50/51 S grove schub-waaiers van lichte glimmer verspreid in den plagioklaas, terwijl dezelfde glimmer ook als dunne snoertjes in den kwarts optreedt. D. 11130 (omgeving van XVIII. 33) is een praeparaat van een toermalijn-bevattenden graniet. Tevens komt in dat praeparaat iets prehniet voor. Beide mineralen zijn waarschijnlijk secundair. De toermalijn (blauw en bruin) is niet idiomorph.

Als men de granieten onderscheidt in hoornblende-vrije, hoornblende-armere en hoornblende-rijkere, blijkt daarmee niet samen te gaan een bepaalde relatie met de hoeveelheden kwarts, orthoklaas en plagioklaas. Er werd een enkel granitisch gesteente gevonden, waarin kwarts geheel ontbreekt (D. 11097). Dit gesteente werd echter aangetroffen aan een kalkcontact (XVII. 34 S) en vertoont afwijkende kenmerken, welke waarschijnlijk het gevolg zijn van

---

[1]) O.a. in de graniet-praeparaten D. 11025, 11047, 11048, 11052, 11054, 11056, 11071, 11073, 11074, 11075 komt orthiet voor.

beinvloeding door het contact. Daarom zal dit syenietachtige gesteente hier niet verder besproken worden.

Kwartsdiorieten. Granitische gesteenten zonder, of met zeer weinig, orthoklaas werden op enkele plaatsen in het E. van het massief aangetroffen. Vindplaatsen zijn: XXI. 51 NE, XI. 49 NE, XVI. 51 NW, XIV. 50 NW, XVII. 34 NW, enz. Ze komen voor direct naast de gewone granieten zonder scherpe scheiding en zijn als onder-type van deze te beschouwen. Het bestaan van overgangs-typen kan men in de microscopische praeparaten vaststellen door het voorkomen van slechts kleine hoeveelheden orthoklaas in sommige granieten. Anderzijds komen er ook granieten voor, die weinig plagioklaas bevatten en veel kwarts en orthoklaas (b.v. D. 11105). Het is niet zeker, of dergelijke verschillen in samenstelling van gesteenten der graniet-„familie" genetisch verband houden met het contact, omdat de afwijkingen zeer plaatselijk en in het geheel niet over grootere afstanden identiek zijn. Men is geneigd, dit veel eerder als normale, aan den graniet eigen, variaties te beschouwen, welke men in ieder granietmassief kan verwachten, want, al zijn de bovengenoemde vindplaatsen van kwartsdiorieten alle op niet grooten afstand van het contact gelegen [1]), er zijn geen duidelijke aanwijzingen, dat deze gesteenten door sediment-assimilatie ontstaan zouden zijn. Ook is dit niet het geval bij de hoornblende-granieten, die overigens door het geheele massief verspreid voorkomen.

De mineralen in de kwarts-diorieten vertoonen geen aparte, nog niet bij de granieten vermelde, bijzonderheden. Ook de samenstelling der plagioklasen verschilt weinig van die der granieten. Oscillatorische zonaire bouw treedt evenzeer op. In D. 11106 is de meest basische samenstelling van zulke plagioklaas ongeveer die van labrador, terwijl de randen ongeveer uit oligoklaas bestaan. Soms kan men van de kwarts-diorieten de plagioklaas-samenstelling niet meer bepalen, tengevolge van intensieve sericitisatie (b.v. D. 11104).

Diorieten. Dioritische gesteenten werden op verschillende plaatsen in het massief aangetroffen. Een aantoonbaar verband van deze gesteenten met sediment-assimilatie aan de graniet-contacten ontbreekt. Het meest uitgebreide voorkomen is wel dat van XXXVI. 44 en noordelijker daarvan. Hoe de verhoudingen van dit gesteente zijn ten opzichte van den aangrenzenden graniet, kon niet vastgesteld worden. In XLIV. 62 SW komt in het Ordovicien een geïsoleerde ontsluiting van een eenigszins fijnkorrelig dioritisch gesteente voor. In XXIX. 59 N en XXVII. 57 NW werden losse stukken dioriet, uit de directe omgeving afkomstig, aangetroffen. Tenslotte werden in de omgeving van XXIII. 34 NE, onscherp van den graniet afgescheiden, dioritische insluitsels aangetroffen.

---

[1]) Overigens dient hierbij opgemerkt te worden, dat van de contacten het grootste aantal praeparaten onderzocht is, waardoor de kans kwartsdiorieten van daar aan te treffen veel grooter was, dan in het overige gedeelte van den graniet, temeer nog, daar deze gesteenten macroscopisch geheel op normale granieten gelijken. Zie echter ook pag. 78.

Deze dioriet zijn grijze gesteenten met veel donkere bestanddeelen. Een enkele maal treden er duidelijk herkenbare hoornblende-naalden in op, die b.v. in de gesteenten uit de omgeving van XXIII. 34 NE meer dan 1 cm lang zijn; verder bevat een gesteente van XXXVI. 44 NE hoornblende-kristallen van ongeveer ½ cm lengte.

Kwarts en orthoklaas, meestal in geringe hoeveelheden, komen in deze gesteenten voor als laatste uitkristallisaties tusschen de overige mineralen. Dikwijls zijn ze micropegmatitisch met elkaar vergroeid. Vooral opvallend in deze gesteenten is de hoornblende. Deze is steeds talrijk. Dikwijls zijn de kristallen xenomorph ten opzichte van plagioklaas. Er komt zoowel bruine als groene hoornblende voor. De bruine overheerscht echter. Waarschijnlijk is dit de oudste hoornblende, want deze vormt meestal de idiomorphe kern, waaromheen vaak de groene hoornblende, veel minder fraai begrensd, afgezet is [1]). De twee hoornblenden vertoonen dan dezelfde optische oriëntatie. Het pleochroisme van den bruinen hoornblende is als volgt: n_α: lichtbruin, n_β: bruin, n_γ: donkerbruin. De groene hoornblende vertoont overeenkomstige nuances in groen. De biotiet, die in sommige der dioriet oorspronkelijk vrij veel aanwezig was, is geheel veranderd. Bij deze veranderingen treden vrijwel dezelfde mineralen op als reeds bij den granitischen biotiet behandeld zijn. Secundaire epidoot is soms talrijk. De plagioklasen zijn in het algemeen sterk gesericitiseerd. Zij zijn zonair gebouwd. Het is vooral vanwege de talrijkheid der donkere mineralen en hun veelvuldige xenomorphie ten opzichte van den plagioklaas, dat ik deze groep gesteenten tot de afzonderlijke groep ,,dioritische gesteenten'' gebracht heb. Ook de kwarts en orthoklaas met hun micropegmatitische vergroeiingen, als laatste rest-kristallisatie optredend, vertoonen een habitus, welke typisch is voor basische gesteenten.

Micrograniet. Alle hierboven behandelde gesteenten vertoonen structuren, aan diepte-gesteenten eigen. Er komen echter granitische gesteenten voor, welke neiging vertoonen tot het vormen van een tweede generatie van mineralen. Dit zijn gesteenten, welke overgangen vormen naar de, vooral in het westelijk (zuidwestelijk) gedeelte van het Llés-Aristot massief voorkomende, micrograniet. Deze micrograniet verschillen slechts wat structuur, niet wat bestanddeelen betreft, van de normale granieten. De porphyrische structuur komt tot stand door de geringe afmetingen der mineralen der tweede generatie en niet door een, de graniet-componenten in afmetingen overtreffende, eerste generatie. Het quantum eerstelingen is meestal groot, overtreft meermalen dat van de grondmassa. Hierdoor is de porphyrische habitus van deze gesteenten meestal weinig opvallend en gelijken vele micrograniet sterk op normale granieten. De algemeene kleur komt ook vaak overeen met die der granieten, soms echter zijn ze donkerder (vooral de grondmassa-rijkere typen).

Phenokristen. Als phenokristen in den micrograniet treden op: plagioklaas (steeds), biotiet (bijna steeds), kwarts (dikwijls) en hoornblende (soms). Or-

---

[1]) Ook gaat de bruine hoornblende soms over in den groene.

thoklaas komt wel eens voor in grootere individuen, vertoont echter nooit eigen vorm, behalve soms in overgangstypen naar normale granieten (D. 10999, XIII. 9. NW).

De kwarts-phenokristen vertoonen meermalen geheele of gedeeltelijke idiomorphie, en wel bipyramidalen vorm (zoo b.v. in D. 11011). Er kunnen insluitsels in optreden b.v. van biotiet, ook — merkwaardigerwijze — soms van orthoklaas, (b.v. in het zooeven genoemde praeparaat D. 11011, ook in D. 10993), verder ook grondmassa-insluitsels. Meermalen zijn de plagioklaas-phenokristen zonair gebouwd en treden tevens daarbij oscillatorische samenstellings-schommelingen op, gelijk bij de granieten hierboven beschreven is. Basischer samenstelling, dan ongeveer die van andesien, schijnt bij de plagioklasen der microgranieten zelden of nooit op te treden. Soms is de plagioklaas onherkenbaar gesericitiseerd. De biotiet vertoont als phenokrist meermalen goed ontwikkelde begrenzingen (zie b.v. D. 11011). Plagioklaas (idiomorph) kan soms in de biotiet-phenokristen voorkomen, b.v. in D. 11005. De biotiet kan dezelfde veranderingen vertoonen als in den graniet.

De (groene) hoornblende-phenokristen vertoonen meestal slechts weinig fraaie idiomorphie (zie b.v. D. 10995).

Grondmassa. De grondmassa vertoont meermalen een structuur, gelijk bij de normale granieten voorkomt, natuurlijk echter van veel fijnere samenstelling. Biotiet en plagioklaas der grondmassa zijn voornamelijk idiomorph ten opzichte van de overige componenten. Soms is de kristallisatie-volgorde echter minder duidelijk. Meermalen zijn kwarts en orthoklaas micropegmatitisch vergroeid (b.v. in D. 11010, 11006, 10989, enz.). De orthoklaas is dikwijls perthitisch. De samenstelling van den plagioklaas in de grondmassa der microgranieten komt in het algemeen ongeveer overeen met die der phenokristen. Accessoria (zooals apatiet, zirkoon, enz.) komen normaal voor in geringe hoeveelheden.

Vele, bij de graniet-beschrijving reeds vermelde, kenmerken vertoonen ook de microgranieten. Zoo komt ook wel eens muscoviet en toermalijn in deze gesteenten voor. Tenslotte zij nog opgemerkt, dat in vele der onderzochte microgranieten schaarsche orthiet-kristallen werden aangetroffen, welke hier op gelijke wijze optreden als in de granieten. Als biotiet aan orthiet grenst, ziet men om den orthiet een pleochroitisch hofje optreden [1]).

Overgangs-typen naar normale granieten zijn gekenmerkt door een grover en schaarscher worden der grondmassa. Zulke gesteenten werden b.v. aangetroffen in XII. 16 NE (D. 11023), VII. 9 SE (D. 11018), enz.

Oostelijk van den meridiaan van Aristot werden nog op verschillende plaatsen microgranieten aangetroffen. Zoo werden microgranitische gesteenten gevonden op verschillende plaatsen in het contact-gebied ten westen van den Roch del Aguila en wel in XIX. 33 N en SE (D. 11014 en 10988), aan den zuidoever der Segre in XVIII. 31 SW (D. 11019). Op al deze plaatsen schijnt de microgranieten geleidelijk in normale granitische gesteenten over te gaan. De

---

[1]) Praeparaten van microgranieten, waarin orthiet werd aangetroffen zijn o.a. D. 11002, 11003, 10994, 10992, 10993, 10988, 11024.

macroscopische habitus dezer gesteenten is vrijwel normaal granitisch.

Tenslotte moge hier nog vermeld worden het voorkomen van gangen met een microgranitische samenstelling op verschillende plaatsen in het oostelijk gedeelte van het massief van Llés-Aristot. Enkele praeparaten hiervan zullen kort besproken worden.

D. 11020 (XXI. 41 NW). Microgranitisch ganggesteente met sterk overheerschend phenokristen-percentage ten opzichte van de fijnkorrelige grondmassa.

D. 11022. (XIX. 42 NE). Microgranitisch gesteente in het Devoon-contactgebied, met eenigszins afwijkende structuur. Het gesteente is rijk aan grondmassa, terwijl het verschil in afmetingen tusschen haar componenten en de phenokristen weinig sterk is.

D. 11024. (XIX. 35 N). Dit is een normale microgranıet, echter merkwaardig ten gevolge van het optreden van bronziet. Deze komt als phenokristen voor. Meestal is de bronziet echter sterk veranderd in aggregaten van actinolieten, serpentijn e. d., met bruinkleuring door een limoniet-achtige substantie. In de kern dezer pseudomorphosen vindt men dikwijls nog resten van den bronziet. Het gesteente is macroscopisch vrij duidelijk porphyrisch. De algemeene kleur is donkerder dan van den graniet.

Of de, in den normalen graniet voorkomende, microgranitische ganggesteenten, geologisch identiek zijn met de microgranieten in het westen, is niet vast te stellen. Ik acht het echter niet waarschijnlijk om de volgende reden. De plaatsen, waar in het gebied microgranieten aangetroffen zijn, zijn alle direct onder het dak van het graniet-massief gelegen, want als zoodanig toch is het, in de westelijke helft van het gebied ontsloten, massief-gedeelte te beschouwen. (Men zie hiervoor, in het hoofdstuk Tektoniek, de bespreking van den vorm van het graniet-massief, en de profielen op pag. 29). M. i. is de microgranıet daar slechts een facies van den normalen graniet, welke ten gevolge van snellere afkoeling daar een porphyrische structuur verkregen heeft. Dieper onder het massief-dak treft men dergelijke gesteenten niet meer aan. Uit deze suppositie kan men de regionale verspreiding der microgranieten goed verklaren. De microgranieten in het westen zijn, volgens deze opvatting, synchroon met den normalen graniet in het oosten, en zijn dus niet vergelijkbaar met de jongere microgranıet-gangen in den oostelijken graniet. Wél bij den westelijken microgranıet behoort waarschijnlijk een, in het Devoon van V. 11 NW voorkomende, **kwartsporphyr** met zeer fijnkorrelige grondmassa en minder talrijke phenokristen, dan in den naburigen microgranıet voorkomen. Dit gesteente is, ten gevolge van nog snellere afkoeling, nog sterker porphyrisch geworden, dan de microgranıet.

Behalve hier, werd in het onderzochte gebied nog slechts één voorkomen van kwartsporphyren aangetroffen: aan het pad, dat van de hoeve la Bastida zuidwaarts in de richting van Ardobel leidt, vindt men in XXXII. 61 SE en verder zuidelijk, over een afstand van circa 100 meter, een sterk veranderde grijsbruine kwartsporphyr ontsloten (D. 11208). Het is een sterk gesericitiseerd gesteente met een zeer fijnkorrelige grondmassa. De biotiet- en veldspaat-

phenokristen zijn geheel omgezet. De vaak sterk gecorrodeerde kwarts-phenokristen zijn soms kataklastisch verbroken. In het praeparaat komt een insluitsel van een kwartsrijke hoornrots voor, dat waarschijnlijk uit het graniet-begrenzend Ordovicien is meegevoerd tijdens de injectie van den gang. Welke ouderdom deze kwartsporphyr ten opzichte van de andere stollingsgesteenten bezit, is mij onbekend.

Insluitsels in de granitische gesteenten.

Hier worden insluitsels behandeld, waarvan het onmogelijk is, ze in verband te brengen met sediment-assimilatie, en waarvan een samenhang met andere contact-verschijnselen niet valt te constateeren, wat niet wil zeggen dat eenig verband met het naburige sediment in het geheel niet bestaat. Insluitsels welke wél duidelijk verband met bovengenoemde verschijnselen vertoonen, worden bij de bespreking der contactmetamorphose behandeld.

Reeds werden vermeld insluitsels van *dioritische samenstelling*, waarvoor contact-samenhang niet te constateeren is (pag. 55).

„Poikilitische" insluitsels van granitische samenstelling met groote kwartsen en orthoklasen. Dit schijnt een vrij goed te definieeren groep van uiterst merkwaardige insluitsels te zijn, welke op talrijke plaatsen, echter nooit in groote hoeveelheid, voornamelijk in het oostelijk deel van het massief voorkomen. Het zijn licht-grijze, fijnkorrelig-granitische insluitsels met meestal afgeronden vorm en zelden van meer dan hoofdgrootte, waarin men macroscopisch echter meermalen reeds de groote, heldere orthoklaas-individuen, waarin andere componenten gelegen zijn, kan onderscheiden. Soms hebben dergelijke insluitsels een porphyrischen habitus, als gevolg van het optreden van porphyrische, witte plagioklasen en grootere biotiet-kristallen naast de fijnere. Vindplaatsen van typen dezer groep zijn: XIV. 46 NE, XXIV. 53 NE, XVII. 49 NW, XVIII. 51 NW, XXXII. 52 (porphyrisch), XXXIV. 44 NE (idem), enz. Van déze en andere vindplaatsen werden insluitsels microscopisch onderzocht. In deze gesteenten is vooral de kwarts en de heldere orthoklaas merkwaardig. Deze treden op in vaak zeer groote, doorzeefde individuen (b.v. in D. 10961 bereikt de kwarts een maximale afmeting van ½ cm, de orthoklaas ¼ cm, in D. 10965 komt zelfs orthoklaas van 1½ cm voor). In deze bestanddeelen liggen de overige mineralen, die, soms van geringe afmeting zijn (in D. 10965 bezitten de plagioklaas en de zeer talrijke biotiet zelden afmetingen grooter dan 0.04 cm). Wanneer deze betrekkelijk groot zijn, worden de kwarts en de orthoklaas in grillige, soms onderling afgescheiden, velden versneden, waarvan men echter het bij-elkander behooren door middel van gelijktijdige uitdooving gemakkelijk kan constateeren. Zoowel kwarts als orthoklaas kunnen unduleus zijn (b.v. D. 10964). In sommige insluitsels is de kwarts schaarsch, in andere de orthoklaas. De plagioklaas is meestal goed idiomorph, vertoont meermalen zonairen bouw en bezit in het algemeen ongeveer de samenstelling van oligoklaas. In twee generaties treedt hij op in D. 10965, waar men aan de grenzen met orthoklaas iets myrmekiet kan waarnemen. Soms is de plagioklaas sterk gesericitiseerd. De soms talrijke, meestal geringe afmetingen bezittende, biotiet is als regel fraai idiomorph.

In vrij veel dezer onderzochte insluitsels treedt hoornblende op (zoowel groene als bruine). Apatiet is niet zeldzaam, zirkoon en erts wel. In D. 10962 en 10965 komt iets orthiet voor, in het laatste praeparaat een pleochroitisch hofje veroorzakend in biotiet.

„Donkere" insluitsels. Een andere groep van insluitsels kan men in het westen van het massief onderscheiden. Daar treft men in den microgranniet vaak grijze, meestal eenigszins fijnkorrelige insluitsels van allerlei afmetingen aan, welke op meerdere plaatsen zeer talrijk zijn, soms zelfs zoo talrijk, dat de microgranniet in de minderheid is ten opzichte van het quantum insluitsels. Plaatsen, waarvan de hier behandelde insluitsels onderzocht werden, zijn o.a. de volgende: XVII. 17/18 N, XVIII. 18 SE, XVII. 21 SW, XII. 17 NW. Meermalen kan men in de handstukken het voorkomen van pyriet vaststellen.

Bij microscopisch onderzoek blijken deze insluitsels in het algemeen een groot gehalte aan donkere mineralen te bezitten. Zoowel hoornblende als biotiet komen voor. Pyroxeen werd in deze insluitsels niet aangetroffen. De donkere mineralen komen meestal voor in vrij kleine individuen, welke dikwijls goede idiomorphie vertoonen. Een uitzondering hierop komt echter wel eens voor, b.v. in D. 10979 vertoonen de biotiet en de hoornblende zeer grillige omgrenzingen. De hoeveelheid kwarts is in het algemeen niet groot; het gehalte is steeds minder dan in een normalen graniet. De soms iets perthitische orthoklaas is meermalen slechts vrij weinig aanwezig (b.v. D. 10975, 10976). De plagioklaas is meestal vrij goed idiomorph. Zonaire bouw werd meermalen geconstateerd (b.v. D. 10976). Meermalen is de plagioklaas gesericitiseerd. In het algemeen schijnt de plagioklaas zuur te zijn; in D. 10976 zijn de kernen echter basisch, bezitten ongeveer de samenstelling van labrador. Apatiet komt vrij veel voor. In een enkel praeparaat vindt men pyriet (b.v. D. 10974). Orthiet-kristallen werden aangetroffen in D. 10974, 10976 en 10978.

Tenslotte zij nog vermeld een merkwaardig insluitsel, dat aangetroffen werd in XVII. 14 SE. Het is een licht-grijs gesteente, dat gemakkelijk verbrokkelt, als gevolg van het optreden van groote dunne biotiet-platen, die in allerlei richtingen het gesteente doorsnijden (de doorsnede van dergelijke biotiet-platen bedraagt soms ongeveer 1 cm). Het slijpplaatje D. 10984 vertoont, afgezien van de doorsneden door dezen biotiet, een vrij normalen granitischen bouw. Er treden nogal veel apatiet-naalden in op. Tenslotte komt nog gelimonitiseerde pyriet en iets titaniet in dit insluitsel voor.

Aplitische ganggesteenten [1]). Apliet-gangen komen in het geheele granietmassief voor. Het meest talrijk werden ze echter in het oostelijk gedeelte aangetroffen. Op hun talrijkheid in het contact-gebied van de beneden-Llosa bij Martinet werd reeds gewezen (zie pag. 20). Voor opgave van vindplaatsen zie men lijst III, op pag. 46; ook op de kaart zijn er een aantal aangegeven. Er komen verschillende typen van aplieten voor, waarvan er hier een aantal besproken zullen worden.

Kwarts-orthoklaas-aplieten. Deze komen voor o.a. in X. 5 SE (D. 11122)

[1]) Zie ook in het geologische gedeelte pag. 17.

en IX. 5 NE (D. 11123). De kleur van deze gesteenten is rose-achtig. Ze bestaan uit:

Kwarts, soms met veel vloeistof-insluitsels. Unduleuse uitdooving, kataklastische structuur en soms ook tweelingsstreping [1]) komen voor.

Orthoklaas: soms iets idiomorph, een enkele maal vertweelingd, soms zoodanig perthitisch dat in de ingesloten plagioklaas albietwet-tweelingen waarneembaar zijn (D. 11122). De orthoklaas kan dicht-stoffig zijn. Kwarts en orthoklaas kunnen elkander insluiten, ten deele ook micropegmatitisch vergroeien.

Kwarts-orthoklaas-albiet-aplieten. Deze werden aangetroffen in XI. 49 NE (D. 11119), XII. 17 (D. 11118). Deze, meestal grijswitte gesteenten komen overeen met de vorige; echter treedt hier albitische plagioklaas op, welke slechts weinig idiomorphie vertoont. In deze gesteenten werd verder soms iets biotiet aangetroffen. D. 11120 (XIX. 55 NW), 11121 (XII. 48 SE) en D. 11116 (X. 6 SW) zijn dergelijke aplieten, echter met fijne micropegmatitische vergroeiingen van kwarts en orthoklaas. In D. 11121 komt een enkele bipyramidale kwarts in een omhulling van micropegmatiet voor. In verschillende van deze gesteenten werd orthiet gevonden (D. 11120 en 11121).

D. 11117 is een *Albiet-apliet* met slechts weinig kwarts. Afwijkend is de talrijke, kleine sphaerolieten vormende, primaire chloriet. Om zirkoon treden hierin pleochroitische hofjes op. Titaniet komt vrij talrijk in dit gesteente voor.

Pegmatieten zijn zeldzaam in het onderzochte gebied. Wel komen meermalen *pegmatitische aplieten* voor, met welken naam aplitische gesteenten aangeduid worden, welke op grooter schaal pegmatitische vergroeiingen vertoonen, waarbij de componenten nochtans niet de grofheid van ware pegmatieten bezitten. D. 11133 (X. 12 NE) is b.v. een dergelijk gesteente, dat behalve kwarts en orthoklaas ook iets albiet bevat. In dit praeparaat komen verder nog gedeelten voor, welke bestaan uit calciet, kwarts en chloriet. Dergelijke vormingen worden echter eerst later behandeld (pag. 107).

Toermalijn-aplieten en andere toermalijn-gangen. D. 11131 (XVI. 51 W) is een toermalijn-apliet, bestaande uit kwarts, orthoklaas, zure, iets zonaire, plagioklaas met weinig sericiet, verder weinig biotiet en tenslotte toermalijn. Deze komt in onregelmatige verspreiding door het geheele gesteente voor. Geen fraaie idiomorphie, echter geen xenomorphie ten opzichte van andere mineralen. Pleochroisme van de, vaak zonair verschillend gekleurde, kristallen: O donkerbruin of donkerblauwig, E respectievelijk bruin en bruinig-blauw.

In het zuidwestelijk gedeelte van het Llés-Aristot massief zijn toermalijngangen niet zeldzaam. Men vindt er bijvoorbeeld goed ontslotene, als zwarte, fijnkristallijne snoeren, langs den grooten rijweg in XII. 7 [2]); verder treft men hen dikwijls aan in de meest zuidwestelijke massief-voortzetting, ten zuiden van de Rio Segre. Dergelijke toermalijn-gangetjes zijn dun; meestal bedraagt

---

[1]) Zie de beschrijving van kwarts in graniet, pag. 51.

[2]) Abusievelijk zijn enkele dezer toermalijn-gangen op de kaart in dit quadrant aangeduid als lamprophyrische gangen.

de dikte niet meer dan 1 cm, maximaal werd gevonden ± 4 cm; dikwijls bezitten ze slechts een breedte van enkele millimeters. Aan deze toermalijn-gangen grenzend vindt men vaak een breedere zone, welke bestaat uit een aplitisch gesteente, dat meestal de samenstelling heeft van een albiet-kwarts-apliet (b.v. D. 11126, 11127). Naast den toermalijn treedt in D. 11126 nog veel kwarts op. Het centrale gedeelte van dit gangetje bestaat uit kwarts en fijne aggregaten van toermalijn, terwijl aan de randen de toermalijn in grootere kristallen voorkomt, vaak met kleurlooze kern in een bruinen rand (pleochroisme: O donkerbruin, E lichtbruin). Naast dit toermalijn-kwarts-gangetje komt er in het praeapraat nog een zeer smal gangetje voor, hetwelk in hoofdzaak uit grootere toermalijn-kristallen bestaat. In beide genoemde praeparaten treedt zoowel in de gangetjes, als in het aplitische nevengesteente een kleine hoeveelheid van zoogenaamde eruptieve calciet op (zie hieromtrent pag. 107). Op verschillende plaatsen in het aplitische nevengesteente merkt men kleine hoeveelheden van donkere rutielzuiltjes op. In den aangrenzenden graniet treedt naast de gangen nog toermalijn op in onregelmatige verspreiding.

Over het voorkomen van zeer kwartsrijke gangetjes van vermoedelijk eruptieve herkomst, welke aangetroffen werden op verschillende plaatsen in het sterk metamorphe Ordovicien langs de oost-grens van den graniet, werd reeds iets medegedeeld in het geologische gedeelte (pag. 21). Deze vormingen zullen eerst bij de bespreking van de contact-metamorphose in het Ordovicien behandeld worden (pag. 79).

Lamprophyrische ganggesteenten.

Tot de groep van lamprophyrische ganggesteenten behooren grijze, groengrijze, soms bruinig-grijze, meestal fijnkorrelige, dikwijls porphyrische gesteenten, welke meestal gangvormend in het graniet-massief en zijn omgeving voorkomen. Voor hun verspreiding zie men de kaart en tevens lijst II (pag. 44), waar een aantal vindplaatsen opgegeven zijn. Geologische bijzonderheden werden reeds in het geologisch gedeelte vermeld (pag. 17). De lamprophyrische ganggesteenten zijn in het massief van Llés-Aristot veelvuldiger dan de aplitische gangen. Zoo zijn ze vooral in het westen veel talrijker: b.v. zijn ze daar in de omringende sedimenten niet zeldzaam, terwijl aplieten daar uiterst zelden voorkomen.

Zooals reeds hierboven gezegd is, zijn vele dezer ganggesteenten porphyrisch. Vooreerst zullen de phenokristen van deze gesteenten besproken worden. Er komen als zoodanig voor: kwarts, plagioklaas, anorthoklaas, pyroxeen, hoornblende en tenslotte zijn er nog geheel veranderde phenokristen. De afmetingen dezer phenokristen bedragen meestal slechts weinige millimeters, een enkele maal iets grooter (maximaal 1 cm).

Kwarts. In vrij veel der onderzochte gesteenten komen groote kwartsen voor, welke echter volgens vele petrographen (b.v. ROSENBUSCH) in lamprophyren niet den naam van phenokrist (of eersteling) mogen dragen. Deze kwarts vertoont vaak min of meer duidelijk bipyramidalen vorm (D. 10761, 10766, 10776, enz.). Als druk-verschijnselen kan de kwarts unduleuse uitdooving, kataklastische structuur en tweelings-streping (zie pag. 51) bezitten. Vloeistof-

insluitsels komen algemeen voor, soms met beweeglijke gas-bel. Soms komt een enkel zirkoon-naaldje in de kwarts voor. De grondmassa kan den kwarts duidelijk corrodeeren. Van sommige grondmassa-achtige insluitsels kan men in de praeparaten samenhang met de grondmassa buiten den kwarts niet constateeren, echter kan deze verbinding toch wel bestaan hebben. De kwarts is meestal omgeven door een, van de grondmassa duidelijk afwijkende, zone. Deze zones vertoonen verschillende samenstelling. Wellicht bestonden alle oorspronkelijk uit kleurloozen monoklinen pyroxeen, gelijk men thans nog in verschillende, in het algemeen de minst veranderde, gesteenten aantreft (D. 10766, 10768, 10789, 10790, 11211, e. a. [1]). Het kunnen kleine prismatische kristallen zijn, welke met hun toppen soms iets in den rand van den kwarts dringen; soms bezitten ze meer isometrischen vorm. Ook kunnen om den kwarts randen van een groenen, soms vezeligen amphibool optreden, waarnaast een enkele maal nog iets pyroxeen kan voorkomen. Laatstgenoemde bezit dan echter geen frisschen habitus (zie D. 10756). Waarschijnlijk ontstaat de hoornblende om den kwarts in deze lamprophyren uit bovengenoemden pyroxeen. Vaak treden in de randzones om de porphyrische kwartsen chloritische mineralen, carbonaten, fijne kleurloozen glimmer en soms ook iets epidoot op [2]). In gesteenten, waar dergelijke mineralen om den kwarts voorkomen, werd geen pyroxeen waargenomen, hetzij als gevolg van veranderingen, hetzij door reeds oorspronkelijk ontbreken van pyroxeen. Soms kan men in den kwarts een smallen peripheren rand onderscheiden van het centrum. Deze rand is dan stoffig vergeleken bij het heldere, overige deel. De rand vormt echter één individu met de kern (zie D. 10776, 10778, 10789, 10766, 10754, 11211). Becke [3]) neemt aan, dat deze kwarts der lamprophyren oorspronkelijk omgeven was door een glashof, welke later geassimileerd is onder verder-groeiing van den kwarts en de randmineralen, ten gevolge waarvan nu de rand-mineralen (in ons geval: pyroxeen) in den buitensten rand van den kwarts kunnen steken. De breedte van dergelijke periphere kwarts-zones bedraagt omstreeks 0.03 mm. De breedte der, om dezen kwarts gelegen, randen wisselt in de praeparaten ongeveer tusschen 0.02 (D. 10761) en 0.10 mm (D. 10778). (Om de grondmassa-insluitsels in den kwarts werden nooit rand-zones geconstateerd).

Wat den oorsprong van dezen kwarts in de lamprophyren betreft, vermeldt Rosenbusch, dat hij dezen kwarts afkomstig acht uit het nevengesteente. Het gang-magma kan natuurlijk tijdens de injectie stukken hiervan opgenomen hebben en zoodoende zou men ook hieruit afkomstige kwarts-fragmenten thans in de lamprophyren kunnen aantreffen. Door den magma-stroom kunnen ze een eindweegs meegevoerd zijn en behoeven ze op de plaats, waar ze zich

---

[1]) In deze praeparaten komt eveneens op andere plaatsen deze pyroxeen voor, hetzij in de grondmassa, of ook als phenokristen.

[2]) Chloriet in D. 10778, carbonaten in 10761, 10786, 10778, kleurlooze glimmer in 10754 etc.

[3]) F. Becke, „Ueber Quarzfremdlinge in Lamprophyren." Tschermak's mineralogische und petrographische Mitth., Band 11, 1890. (De genese van dezen kwarts wordt daar niet behandeld.

ten slotte bevinden, niet uit het direct aangrenzende gesteente afkomstig te zijn. Ook in den vierden druk van ROSENBUSCH' „Elemente der Gesteinslehre" (1923), bewerkt door OSANN vindt men nog de opvatting, dat kwarts, plagioklaas en ten deele ook hoornblende en biotiet, als pseudoporphyrische bestanddeelen der lamprophyrische ganggesteenten, afkomstig zijn van „zerspratzten Tiefengesteins-brocken" (pag. 324). GOLLER [1]) meent, dat de idiomorphe kwartsen, welke hij meermalen in de lamprophyren uit den Vorspessart aantrof, afkomstig zijn uit den eruptie-haard van het ganggesteente zelf. Volgens GOLLER onderscheidt deze kwarts zich gemakkelijk van kwarts uit het nevengesteente afkomstig, door het steeds ontbreken van idiomorphie in de laatste groep. In 1875 beschreef G. v. RATH [2]) uit Saksen (Tannenbergstal) lamprophyrische gangen met insluitsels o.a. van kwarts, orthoklaas, en plagioklaas. Hij wist, wat betreft den kwarts en den orthoklaas, de herkomst uit het nevengesteente van deze insluitsels zeer waarschijnlijk te maken. De herkomst van den plagioklaas moest volgens hem gezocht worden in gesteenten, welke door de lamprophyren op een dieper niveau doorbroken zijn. De kwarts vertoont daar nimmer idiomorphe begrenzing, terwijl het voorkomen van reactie-randen om den kwarts niet vermeld wordt. HARKER [3]) vermeldt, dat er in de lamprophyren twee soorten van groote kwartsen voorkomen, wellicht is hij dus een meening toegedaan, welke eenigszins met de zooeven vermelde van GOLLER overeenkomt. Deze opvatting, dat er twee soorten van kwarts-„phenokristen" in lamprophyren kunnen optreden, schijnt ook mij de juiste. Wanneer men dit aanneemt, kan men in zulke gesteenten dus veronderstellen aan te treffen:

1. Kwarts uit het nevengesteente afkomstig, hetzij uit de directe omgeving, hetzij uit grootere diepte. Dergelijke kwarts zal nooit idiomorphen vorm bezitten. Wanneer zij slechts korten tijd in het gangmagma vóór de stolling ingesloten waren, zullen dergelijke fragmenten waarschijnlijk weinig aangesmolten zijn, hun scherp-hoekigheid behouden hebben en geen reactie-rand bezitten. Wanneer zij echter langen tijd in het vloeibare gangmagma aanwezig geweest zijn, zal wél corrosie hebben kunnen plaats vinden, zullen daardoor de hoekige vormen meer afgerond zijn geworden en zal zich een reactie-rand hebben kunnen vormen.

2. Kwarts, reeds aanwezig in het lamprophyr-magma vóór de opstijging. Hij is dan mogelijkerwijze in de diepte onder afwijkende omstandigheden ontstaan, daar kwarts overigens weinig past in het normale beeld der lamprophyrsamenstelling. De idiomorphe vorm, zooals die door GOLLER van den kwarts uit de Vorspessart-lamprophyren o.a. beschreven is, en welke ik ook meermalen in de lamprophyrische gesteenten van het Llés-Aristot massief aantrof, schijnt mij een overtuigend bewijs, dat dergelijke kwartsen geen vreemde elementen

---

[1]) E. GOLLER, Die Lamprophyrgänge des südlichen Vorspessart. Neues Jahrb. f. Mineralogie, usw., Band VI, 1889.

[2]) G. v. RATH, Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellschaft, 1875. pag. 402.

[3]) HARKER, Introduction à l'étude des roches. (Fransche vertaling, Béranger. Paris, 1902).

zijn, later opgenomen uit doorbroken gesteenten. Trouwens de talrijke vermeldingen van het voorkomen van groote kwartsen in lamprophyrgesteenten zijn toch wel eenigszins gedwongen verklaard, wanneer men steeds aanneemt, dat al zulke kwarts uit doorbroken gesteenten afkomstig is.

Volgens de hierboven medegedeelde opvatting vindt men dus twee genetisch verschillende soorten van groote kwartsen in lamprophyren: n.l. kwarts afkomstig uit doorbroken gesteenten én kwarts, reeds vóór de injectie in het lamprophyrmagma aanwezig. De eerste soort kan men herkennen, doordat deze kwartsen nog weinig of niet door corrosie afgerond zijn en een reactie-rand nog ontbreekt. Eventueel zijn zij ook te herkennen door hun verband met nevengesteente-insluitsels. Een voorbeeld van dergelijken kwarts is het voorkomen in de gangen van Tannenbergstal (G. v. Rath).

Kwarts van de tweede groep is slechts te herkennen, wanneer hij idiomorphen (bipyramidalen) vorm of resten van een idiomorphe begrenzing vertoont. Kwarts echter, die niet idiomorph is, noch aan bovengenoemde kenmerken der eerste groep voldoet, kan zoowel tot de eerste als tot de tweede soort behooren: het kunnen resten zijn van reeds oorspronkelijk aanwezigen kwarts of wel het zijn fragmenten uit het nevengesteente, welke langeren tijd in de lamprophyr-smelt vertoefd hebben, en daardoor, tengevolge van corrosie en reactie-rand-vorming hun oorspronkelijke karakteristika van ,,zerspratzt'' nevengesteente verloren hebben.

Als een enkel voorbeeld moge hier vermeld worden, dat in D. 10786 (XXIV. 34 S) een granitisch insluitsel aanwezig is, aan welks rand kwarts, grenzende aan den gang, geenerlei reactie-rand bezit, dat verder los in den gang, kwartsen voorkomen mét, echter ook een enkele zonder reactie-rand. Terwijl de genese van den kwarts met de reactie-zone hier onzeker is, daar idiomorphie ontbreekt, acht ik den kwarts zonder rand zeker afkomstig uit nevengesteente.

Plagioklaas. Plagioklaas komt in veel porphyrische lamprophyren van het Llés-Aristot gebied als phenokrist voor. De samenstelling dezer plagioklasen is dikwijls ongeveer die van oligoklaas-albiet. Basischer veldspaten komen in verschillende praeparaten voor: b.v. D. 10756 vertoont porphyrischen plagioklaas, wiens kern ongeveer de samenstelling van andesien-labrador bezit, welke naar den rand toe overgaat in oligoklaas-albiet. Samenstellings-oscillaties kunnen bij dezen zonairen bouw optreden. Meermalen zijn de plagioklasen zoo sterk veranderd, dat men hun samenstelling niet meer bepalen kan. Overigens treedt vrijwel steeds min of meer sterke sericitisatie op, waarbij dikwijls zonaire verschillen in intensiteit wijzen op oorspronkelijke samenstelling-verschillen in den plagioklaas. De grovere glimmer-schubjes in den plagioklaas van D. 10776 zijn wellicht van pneumatolytische herkomst, waarbij tevens iets kwarts voorkomt. Verder kunnen in den plagioklaas nog secundair optreden: chloriet, epidoot, calciet. Primaire insluitsels zijn zeldzaam (in D. 10755 b.v. bruine hoornblende). Meestal bezitten de plagioklaas-phenokristen goede idiomorphe begrenzing. Duidelijke corrosie werd nergens opgemerkt. Naast tweelingen volgens de albiet-wet komen vaak ook Karlsbad-tweelingen voor.

Anorthoklaas. Enkele malen werd anorthoklaas als phenokrist in de donkere

gangen aangetroffen, n.l. in D. 10764 (XII. 47 SE) en in D. 10788 (XXIII. 32 SW). Karakteristiek voor dit mineraal is de lage lichtbreking, de geringe assenhoek (door middel van de ,,Fedorow-methode'' werden assenhoeken gevonden van ongeveer 51° en 55°), verder de vaak optredende ruit-vorm der phenokristen. De splijting is weinig duidelijk in de praeparaten. Ingesloten kan soms iets hoornblende voorkomen. Secundair treedt er weinig sericiet en chloriet in op. In D. 10788 komen naast dezen anorthoklaas nog sterk gesericitiseerde plagioklaas-phenokristen voor.

Orthoklaas werd nooit in phenokrist-vorm aangetroffen.



Fig. 9. In chloriet en calciet (gestippeld) veranderde phenokristen, voorkomende in lamprophyren. n°. 1 komt voor in D. 10771*a*, de grootste doorsnede bedraagt 0.015 cm. n°. 2 in D. 10777, doorsnede 0.05 cm. n°. 3 in D. 10786, doorsnede 0.10 cm. n°. 4 in D. 10761 doorsnede 0.15 cm. n°. 5 in D. 10771*a*, doorsnede 0.2 cm.

Pyroxeen. Pyroxeen-phenokristen werden in de onderzochte lamprophyren weinig aangetroffen (enkele gesteenten, waarin ze voorkomen zijn D. 10766, XV. 54 SE, D. 10779, XVII. 17 SW, enz.). Deze kleurlooze monokline pyroxenen zijn soms vertweelingd. Hun idiomorphie is niet zeer volkomen.

Hoornblende. In D. 10788, een zeer hoornblende-rijk gesteente, komen enkele kleine phenokristen voor van dezen bruinen hoornblende.

Veranderde phenokristen. Gechloritiseerde phenokristen komen veel voor. Voor een deel van hen acht ik het mogelijk, dat ze misschien ontstaan zijn uit olivijn (b.v. in D. 10761, 10766, 10776, 10777, 10786). Want de chloriet-pseudomorphosen vertoonen voor een deel min of meer duidelijk olivijn-achtigen vorm (fig. 9). Merkwaardig is een skelet-achtige pseudomorphose in D. 10771*a* (zie fig. 9, n°. 5). Deze secundaire chloriet vertoont blauwige en groenig-blauwe interferentie-kleuren en bezit een optisch positief karakter voor zijn hoofdzone-richting. Andere gechloritiseerde phenokristen vertoonen vormen, welke op ontstaan uit biotiet wijzen. Bij deze vindt men in de praeparaten vaak strepige insluitsels, evenwijdig aan de lengte-richting. Bij dezen chloriet treft men dikwijls groen-geel-bruine interferentie-kleuren aan en het optisch hoofdzone-karakter van dergelijken chloriet is negatief (zie b.v. D. 10787). Naast den chloriet treedt in de groep van gechloritiseerde phenokristen meermalen calciet op (b.v. D. 10790, 10786, enz.). Soms komt er ook een geelachtig, eenigszins sphaerolitisch mineraal voor, dat een lageren brekings-index dan chloriet en een lage dubbelbreking bezit. Waarschijnlijk is dit serpentijn (D. 10768). Ook epidoot werd verschillende malen als secundair product in deze veranderde phenokristen aangetroffen. Tenslotte zij nog vermeld het voorkomen van isotrope of bijna isotrope, sterk licht-brekende korrels in den chloriet van verschillende lamprophyren (b.v. in D. 10779, vergelijk ook D. 10784).

In D. 10778 komen phenokristen voor, welke geheel overgegaan zijn in calciet. De vorm van sommige hunner herinnert eenigszins aan olivijn.

Er werd reeds vermeld, dat een aantal der onderzochte lamprophyren niet

porphyrisch zijn (b.v. D. 10753, 10767, 10770, enz.). De porphyrische typen zijn echter veel talrijker. De *niet-porphyrische lamprophyren* en de *grondmassa der porphyrische* zullen nu behandeld worden.

Kwarts komt in circa 50 % der onderzochte praeparaten voor. Dikwijls is deze slechts in geringe hoeveelheid aanwezig (b.v. D. 10790), soms echter iets talrijker (D. 10761 b.v.), steeds xenomorph (laatste uitkristallisatie). In verschillende gesteenten werd orthoklaas aangetroffen (b.v. D. 10767, 10771, 10777, 10770, enz.). De plagioklasen zijn hier meest nogal zuur. Soms zijn ze echter basischer, zoo b.v. in D. 10768, waar ze dezelfde samenstelling als de phenokristen bezitten, n.l. labrador-andesien, met zonairen bouw. De plagioklaas vertoont meermalen smallen lat-vorm (b.v. D. 10792, 10772, 10777). Biotiet is bijna altijd geheel gechloritiseerd, op dezelfde wijze als dit reeds bij de veranderde biotiet-phenokristen behandeld werd. Onveranderde biotiet komt b.v. nog in D. 10791 voor. Zoowel bruine als groene hoornblende treden op (veel b.v. in D. 10761, 10788, 10791, enz.). De bruine hoornblende is waarschijnlijk de oudste, gelijk ook bij de behandeling der diorieten vermeld werd (pag. 54). Ook hier treft men omgroeiing van bruinen hoornblende door groenen aan (b.v. in D. 10755). Veel vaker dan als phenokrist, vindt men monoklinen pyroxeen in de grondmassa der porphyrische lamprophyren. Ook in de niet-porphyrische gesteenten werd verschillende malen pyroxeen aangetroffen (pyroxeen-rijke praeparaten zijn b.v. 10753 en 10784). Dit mineraal is soms eenigszins grijs-violet getint. Accessoria (apatiet, erts) zijn in wisselende hoeveelheden aanwezig. In sommige gesteenten is de apatiet vrij talrijk (b.v. D. 10767, 10783).

De lamprophyren zijn weinig frissche gesteenten; secundaire mineralen komen veel voor. Reeds hierboven werd o.a. gewezen op chloritisatie en sericitisatie van sommige bestanddeelen. Secundaire mineralen, die door hun optreden de gesteenten min of meer sterk veranderd hebben, zijn chloriet, sericiet, calciet, epidoot [1]), prehniet (b.v. D. 10764, 10771, 10784, 10753, enz.).

Verschillende malen werd geconstateerd, dat de randen der gangen fijner kristallijn zijn dan de centra. Glazigheid der grondmassa werd een enkele maal aangetroffen, en wel in een gang, voorkomende in het Devoon van XV. 20 SE, waarvan vooral de rand glas-rijk is (D. 10782). Verschillen in samenstelling tusschen rand en centrum werd bij één der bovengenoemde anorthoklaas-lamprophyren aangetroffen. De grondmassa van het randgesteente bevat zeer veel kleine hoornblende-zuiltjes, terwijl het centrum veel minder hoornblende en daarnaast talrijk pyroxeen bevat [2]).

De samenstelling van de gesteenten, welke hier tot de groep der lamprophyren gebracht zijn, is nogal wisselend. Zoo zijn er gesteenten, welke veel pyroxeen bevatten, andere welke vooral rijk aan hoornblende zijn, enz. Tot deze groep zijn ook gebracht gesteenten, die men, wanneer dergelijke typen alleen gevonden waren, waarschijnlijk niet tot de lampropyren gebracht zou hebben.

---

[1]) In D. 10771 komen epidoot-vlekken voor, waarvan een enkele orthiet insluit.

[2]) D. 10764 is een praeparaat van den gangrand, D. 10763 van het centrum. De rand van dezen gang bevat vrij veel prehniet.

Zoo b.v. het gesteente van D. 10782 en 10781 [1]) (XV. 20 SE). Hierin treft men slechts herkenbare phenokristen van zuren plagioklaas aan, terwijl de grondmassa, welke ten deele glazig is, zeer weinig donkere bestanddeelen bevat. Het handstuk vertoont in dát deel van den gang, dat verder van het contact met den kalksteen verwijderd is, bovendien donkere phenokristen. De zooeven genoemde samenstelling werd echter slechts in dit voorkomen aangetroffen en is dus uitzondering, maar wel komen er andere gangtypen voor, die wèl, zij het slechts schaars, donkere mineralen bevatten. Ook dergelijke typen zijn zeldzaam (b.v. D. 10778, 10787, resp. voorkomend in XVII. 17 SW en XXIII. 33 NE). Deze gesteenten vormen overgangen van het eerstgenoemde type naar de groote massa van normaler lamprophyren. Karakteristiek voor deze laatste gesteenten is vooral het groote gehalte aan donkere bestanddeelen, speciaal in de grondmassa. Eigenaardig is echter het dikwijls voorkomen van zure plagioklasen als phenokristen (zie pag. 65). Dit is een kenmerk, dat afwijkt van hetgeen men als regel bij de lamprophyren aantreft.

Ook het optreden van anorthoklaas (zie pag. 65) is afwijkend. De beide gangen met anorthoklaas zijn gekenmerkt door hun zeer hoornblende-rijke grondmassa en zijn dus toch wel echte lamprophyren.

Vele der onderzochte gesteenten vertoonen dus afwijkingen van hetgeen men als regel met den naam van lamprophyr bestempelt. Van een verdere onderscheiding van deze verzameling van lamprophyren in gesteente-typen, die zeker voor een deel nieuw zouden moeten zijn, zag ik af, omdat de gesteenten in het algemeen zoo sterk veranderd zijn. Nieuwe typen toch mag men niet opstellen indien de conservatie-toestand zoodanig is, dat deze de determinaties onzeker maakt.

Tenslotte zij nog vermeld, dat bij enkele, buiten den contacthof doorloopende lamprophyr-gangen contactverschijnselen werden waargenomen in de aangrenzende sedimenten. Deze veranderingen zullen later genoemd worden.

In XVII. 17 S aan den grooten rijweg, werd een duidelijke, enkele cm breede, veranderde granietzoom aangetroffen langs den buitenrand van een lamprophyr-gang. De graniet (D. 10854) bleek hier sterk geëpidotiseerd en geprehnitiseerd te zijn. Of deze verandering inderdaad synchroon is met den lamprophyr, is mij niet bekend. Nergens anders heb ik een dergelijke verandering kunnen waarnemen.

Olivijnbasalt. Zeer eigenaardig is het voorkomen van een olivijnbasalt in het massief van Llés-Aristot. Slechts op één plaats werd een dergelijk gesteente aangetroffen en wel even ten zuiden van Musa in XXI. 44 NW, langs het pad, dat van Musa naar Martinet voert. Het is een zwart-violet, fijnkorrelig gesteente met kleine olivijn- en plagioklaas-phenokristen. De maximale uitdooving in de symmetrische zone en de brekingsindices der plagioklaas-phenokristen wijzen op een basische-labrador-samenstelling van dezen veldspaat. De uiterst fijnkristallijne grondmassa bestaat uit plagioklaas-latjes, talrijke korrels van waar-

---

[1]) Beide praeparaten zijn van den rand van denzelfden gang vervaardigd.

schijnlijk monoklinen pyroxeen, en nog iets olivijn (aangetoond door gelatineering met HCl en daaropvolgende kleuring). Tenslotte zij nog vermeld erts, dat in dit gesteente zoowel voorkomt als talrijke, zeer fijne korrels, echter ook wel als iets grootere kristallen. Het gesteente is zeer frisch, in tegenstelling met de boven-behandelde lamprophyren. Slechts zelden zijn de olivijnen iets veranderd. De ouderdom van dezen merkwaardigen enkeling is mij onbekend.

CONTACTGESTEENTEN.

CONTACTMETAMORPHOSE VAN ORDOVICIEN-GESTEENTEN.

Onveranderde sedimenten. Wat betreft den aard der onveranderde sedimenten zij verwezen naar het medegedeelde over het Ordovicien in het geologisch gedeelte (zie pag. 9). Er komen in deze formatie zoowel kleiige (vooral schalies, maar ook leien) als grovere, kwartsrijke sedimenten (kwartsieten, en grauwacke-kwartsieten) voor. Behalve deze twee groepen van gesteenten, zijn er in het Ordovicien nog allerlei gesteenten, welke intermediaire samenstellingen bezitten. Dat zijn dus zandige schalies of leien en kleiige kwartsieten. Het mogelijke voorkomen van kalkhoudende sedimenten in het Ordovicien is reeds eerder besproken (pag. 11). Onveranderd werden dergelijke sedimenten echter niet aangetroffen [1]). Mineralogisch bieden de niet-metamorphe kleiige en kiezelige sedimenten weinig bijzonders. Slechts zij opgemerkt, dat in de onveranderde sedimenten nooit veldspaat aangetroffen werd. Het cement der kwartsrijke gesteenten kan bestaan uit fijneren kwarts, sericiet, soms met kolig stof, enz.

Contactmetamorphe sedimenten. De belangrijkste Ordovicien-contacten zijn gelegen langs de oostgrens van den graniet. Wel vindt men elders hier en daar Ordovicien grenzende aan den graniet, maar dan zijn de contact-verschijnselen daar gering, of zelfs geheel afwezig (breuk-contacten), of de sterker-contact-metamorphe Ordovicien-terreinen zijn zeer weinig uitgestrekt. Nogmaals dient opgemerkt te worden, dat van het Ordovicien-contactgebied van den berg Punso slechts het allerzuidelijkste gedeelte bezocht is [3]). Van de oostelijke Ordovicien-terreinen is het contact-gebied ten noorden van strook XXXVIII veel minder intensief onderzocht dan het zuidelijker gedeelte. De contact-grens van den graniet met de sedimenten van het Ordovicien is steeds scherp. Hoewel er gesteenten optreden, welke zeker een stoftoevoer uit het magma ondergaan hebben, zijn ook deze contact-gesteenten nog duidelijk te onderscheiden van den aangrenzenden graniet. De graniet bevat aan deze oostelijke contacten wel duidelijk-herkenbare exogene insluitsels, maar in het algemeen zijn deze schaarsch, gelijk alle insluitsels in het oostelijk gedeelte van het granietgebied.

De graniet kan met apophysen en gangen in de contact-sedimenten dringen. Deze strekken zich echter in het algemeen weinig ver uit. In XXI. 53 treft men

---

[1]) Misschien komen dergelijke gesteenten voor op de oostelijke hellingen van den Carabasa.

[2]) Voor enkele algemeene gegevens omtrent den contacthof zie men pag. 21.

[3]) De breedte van den contacthof benoorden den Punso is dus hypothetisch.

een relatief groote apophyse aan, welke, geheel door Ordovicien omringd, in een klein dalletje ontsloten is. De intensieve apliet-injectie van het oostelijk contactgebied werd reeds vermeld (zie pag. 20). „Lit-par-lit" injectie treedt slechts zelden op. Overal, waar de graniet het Ordovicien beïnvloed heeft, vindt men aan de contacten de gesteenten gemetamorphoseerd tot massieve hoornrotsen, waarin het dikwijls onmogelijk is de oorspronkelijke gelaagdheid van de sedimenten te herkennen. Vandaar, dat het helaas in het terrein zeer lastig en meestal zelfs onmogelijk is, om bepaalde Ordovicien-lagen vanaf niet- of weinig-metamorphe gebieden te vervolgen naar meer graniet-nabije zones van den contacthof.

Als eerste groep van contactmetamorphe Ordovicien-gesteenten zullen besproken worden:

Vlekschisten [1]). Reeds werd vermeld, dat men bij de leien en schalies de contact-metamorphose op veel grooter afstand van den graniet nog kan waarnemen, dan dit bij gesteenten van andere samenstelling het geval is. Reeds op grooten afstand van het contact (maximaal werd geconstateerd 800 m.) ziet men in dergelijke gesteenten een geringe vlekking optreden, terwijl men op dergelijke contact-afstanden in kwartsieten en kalken geen veranderingen kan waarnemen. Dichter bij den graniet wordt de vlekking duidelijker; op enkele honderden meters van het contact zijn de gesteenten nog sterker veranderd en daarbij massiever geworden, inzooverre, als hun gemakkelijke splijtbaarheid verdwenen is. Ze verkrijgen den habitus van hoornrotsen. Er is tusschen deze gesteenten en de, verder van het contact verwijderde, slechts een quantitatief, geen qualitatief verschil in contact-mineralen. Meestal vertoonen de gesteenten, bij de groep van vlekschisten behoorende, donkerder vlekken in een lichtere tusschenmassa. De gemiddelde afmetingen der vlekken bedraagt ongeveer 1 mm. Men vindt b.v. donker-bruine vlekken in een licht-bruin gesteente, zwarte in een grijzen schist, enz. Een enkele maal vond ik lichte vlekken en een donkere tusschenmassa (D. 11174).

Hieronder volgt opgave van vindplaatsen, vanwaar o.a. vlekschisten onderzocht zijn. Tevens is hierbij aangegeven op welken afstand deze plaatsen ongeveer van den graniet verwijderd zijn.

LII. 61 NE.	800 m. (D. 11174).	XVIII. 52	200 m. (D. 11146, 11167, 11170).
XLI. 60 NE.	500 m. (D. 11177).	XIII. 52	500 m. (D. 11147, 11173).
XX. 56 S.	750 m. (D. 11181).		
XI. 50 SE.	200 m. (D. 11148, 11169).	XIII. 52/51 m.	400 m. (D. 11186).

De gesteenten van deze groep, welke minder dan 300 meter van den graniet verwijderd voorkomen, bezitten meestal vlekhoornrots-habitus.

Bij het microscopisch onderzoek van deze gesteenten-groep blijken de vlek-

---

[1]) Opgemerkt dient te worden, dat in het algemeen onder vlekschisten („Fleckschiefer") zoowel metamorphe schisten verstaan worden, wier vlekken uit minder metamorphe gesteentesubstantie bestaat dan de tusschenmassa, als ook andere, waar deze vlekken juist groote nieuwkristallisaties bevatten.

ken minder omgekristalliseerde deelen te zijn ten opzichte van de tusschenmassa. Een uitzondering op dezen regel wordt hieronder vermeld. De vlekken bezitten bijna altijd een kolige pigmenteering, vertoonen verder in de zwak-metamorphe vlekschisten ongeveer de samenstelling van de onveranderde kleiige sedimenten. De tusschenmassa is grover kristallijn. Door het optreden van groveren muscoviet en biotiet is de oorspronkelijke samenstelling veranderd. In het algemeen vertoonen deze mineralen weinig-duidelijke idiomorphie (in D. 11177 is de biotiet soms idiomorph). Tusschen deze componenten der tusschenmassa vindt men soms iets fijnen kwarts. Fijn erts komt dikwijls in deze gesteenten voor. Soms ziet men praeparaten van vlekschisten fijn doorspikkeld met leukoxeen-achtige korreltjes (D. 11170). Gelijk reeds vermeld werd, zijn de vlekken in D. 11174 lichter dan de tusschenmassa. In de laatste komen fijne, evenwijdige, door kolig stof gepigmenteerde laagjes voor. Merkwaardig is het, dat deze als het ware opzij gedrongen zijn door de vlekken.

Vlekken met een eenigszins afwijkende structuur komen o.a. voor in D. 11169 en 11170. Hierin bestaan de vlekken grootendeels uit muscoviet, die in elke vlek stoffige, parallele aggregaten vormt. In de verschillende vlekken zijn deze muscovieten niet gelijk georiënteerd, zoodat hier dus geen sprake is van een gerichtheid van muscoviet-schubjes ten gevolge van druk. Misschien is deze „vlek-vullende" muscoviet als pseudomorphose van andere contact-mineralen op te vatten (cordieriet?).

In D. 11148 vindt men biotietrijke snoertjes, met kwarts en iets muscoviet. Ook treedt daarin zeer schaarsche plagioklaas op. In D. 11173 komen biotietrijke evenwijdige snoertjes voor.

Hoornrotsen in hoofdzaak bestaande uit kwarts, cordieriet en biotiet, soms met muscoviet. Dit zijn massieve hoornrotsen, welke bruingrijs, bruin, donkerbruin, zwartgrijs, soms ook eenigszins violet getint zijn. In het algemeen zijn de vindplaatsen van deze gesteenten beperkt binnen een strook tot 200 meter van het graniet-contact. Noordelijk in het oostelijke contactgebied kan de afstand vrij veel grooter zijn; zoo vindt men b.v. langs den weg van Ardobel naar Caborriu nog zelfs hoornrotsen tot op een afstand van circa 400 m. van den graniet, terwijl de contactvlak-helling daar waarschijnlijk overeenkomt met die van het meer zuidelijk gelegen gebied in het beneden-Llosa dal.

Deze gesteenten vertoonen dikwijls het, voor hoornrotsen typische plaveiselmaaksel („Pflasterstruktur"). Ze zijn fijnkorrelig. De cordieriet is als regel geheel gepinitiseerd, d.w.z. in onregelmatige aggregaten van een fijnen lichteglimmer overgegaan. Deze veranderings-producten zijn vaak eenigszins geel getint (men treft o.a. lichtgele, geelgrijze en groeniggrijsgele aggregaten aan). De cordierieten vertoonen naast normale kenmerken (optische oriënteering, karakter der dubbelbreking, assenhoek, karakter der hoofdzone, splijting, overgang in piniet) verschillende afwijkende bijzonderheden. Vrij dikwijls bezit deze cordieriet abnormale lichtbreking, welke iets sterker kan zijn dan die van kwarts. Ook de dubbelbreking kan hooger dan normaal worden [1]). Steeds bezit de on-

---

[1]) Dergelijke cordieriet vindt men zeer fraai in D. 11266. De cordieriet komt hier voor

veranderde cordieriet een zwak gele tint. Idiomorphie van cordieriet ten opzichte van kwarts werd meermalen waargenomen, dikwijls ziet men ook kwarts-korrels in den cordieriet ingesloten. Soms treedt een duidelijke, echter schaarsche, splijting volgens (001) in de idiomorphe kristallen op. Pleochroitische hofjes werden nooit in den cordieriet waargenomen. De piniet-pseudomorphosen kunnen regelmatiger zijn; bij een dergelijke verandering kan men soms (D. 11162) het oorspronkelijk voorkomen van vrij groote, doorzeefde cordieriet-individuen vaststellen. Het gehalte aan cordieriet is als regel groot in deze groep van hoornrotsen.

In wisselende hoeveelheden komt biotiet voor. Dikwijls is deze veranderd: b.v. door sageniet-uitscheiding, hetgeen vaak met bleeking gepaard gaat. Soms is de biotiet gechloritiseerd. De biotiet kan in de hoornrotsen eenigszins idiomorphie vertoonen. Kleine biotiet-kristalletjes zijn dikwijls ingesloten in kwarts, ook meermalen in cordieriet (b.v. in D. 11266).

De kwarts is in deze hoornrotsen meestal talrijk. Als regel treedt hij op als isometrische korrels. Ook kan kwarts in de andere mineralen ingesloten voorkomen.

Verschillende der onderzochte handstukken bevatten muscoviet. Reeds macroscopisch kan men de lichte-glimmer schubjes in die gesteenten waarnemen. In de praeparaten onderscheidt deze muscoviet zich meestal gemakkelijk van de fijne, meestal stoffige piniet-aggregaten door helderheid, afmetingen en voorkomen.

Verder treden er in deze groep van hoornrotsen nog erts, apatiet, zirkoon en toermalijn op, de laatste drie steeds in zeer geringe hoeveelheid. Kleine ilmeniet-korrels zijn dikwijls geheel of gedeeltelijk in leukoxeen overgegaan. In sommige der contact-gesteenten is zirkoon niet zeldzaam (b.v. in D. 11155). Vóór het plaatsvinden der contactmetamorphose was zirkoon zeker niet zoo talrijk aanwezig. Ook apatiet komt als contactmineraal in geringe hoeveelheid in deze hoornrotsen voor (betrekkelijk talrijk in D. 11254). In D. 11182 is een enkel kristalletje van bruinen toermalijn aanwezig.

Hoornrotsen in hoofdzaak bestaande uit kwarts, cordieriet, biotiet en doorzeefde granaat-kristallen. Dit zijn grijs-zwarte hoornrotsen met rose vlekken, ten gevolge van het optreden van geïsoleerde granaat-kristallen, welker doorsnede enkele mm, maximaal ongeveer ½ cm, bedraagt. Dergelijke gesteenten werden slechts aangetroffen in XVI. 51 op verschillende plaatsen langs het bevloeiingskanaaltje op geringen afstand van het contact.

De granaat (waarschijnlijk almandien) is in de praeparaten zwak rose gekleurd. De kristallen zijn sterk doorzeefd met kwarts. De, in de directe omgeving van den granaat voorkomende, biotiet is steeds sterk veranderd en wel

---

in, ten opzichte van kwarts, idiomorphe kristallen. Ten deele is de cordieriet hier niet gepinitiseerd en vertoont een gele tot oranje kleur. De optische oriënteering is normaal, n_α is scherpe bisectrice van een assenhoek van ongeveer 40°. De dubbelbreking is iets sterker dan van den aangrenzenden kwarts. De hel-gele en oranje kleur is zeker secundair ontstaan. Men ziet een dergelijke kleuring, naast dergelijken cordieriet, ook in kwarts-barsten optreden. De brekingsindex kan bij deze oranje-kleurige kristallen stijgen tot circa 1.58.

gebleekt en gesagenitiseerd. Ook treedt er soms chloriet om den granaat op (D. 11158) en verder vindt men daar vaak muscoviet-blaadjes. Het plaveiselmaaksel van deze vrij grove hoornrotsen is zeer fraai. De cordieriet is een enkele maal niet gepinitiseerd (in D. 11143 werd de assenhoek bepaald op circa 70°, n_α is scherpe bisectrix). Idiomorphie is zelden aanwezig. In D. 11143 komt kleurlooze, frissche cordieriet voor, omgeven door een gelen rand. Sommige deelen hiervan zijn sterk oranje-geel gekleurd en daarin ontbreekt meermalen dubbelbreking [1]). In dergelijke kristallen kan men tevens vaak een begin van piniet-vorming waarnemen. Ook zijn er cordieriet-kristallen, die in een, evenwijdig aan den cordieriet-basis geroiënteerden, glimmer schijnen overgegaan te zijn. Hierin treedt een, anders steeds ontbrekend, pleochroisme op: voor stralen, welke evenwijdig aan de basis trillen, vertoont de glimmer een lichtgele tint, bij draaiing om 90° wordt zijn kleur bruinig-geel.

Bij den granaat ontbreekt cordieriet vrijwel geheel. Biotiet treedt daar soms nog wel op, dan echter meestal sterk veranderd. Idiomorphie ontbreekt meestal bij biotiet. In den, als regel isometrischen, kwarts is meermalen biotiet ingesloten, soms ook cordieriet. Omgekeerd komt kwarts echter ook wel in cordieriet en biotiet voor. Wat betreft erts (ilmeniet, vaak met leukoxeen), apatiet en zirkoon geldt hetzelfde als reeds bij de vorige groep van hoornrotsen opgemerkt werd.

Andalusiet-houdende hoornrotsen. Op een aantal plaatsen langs het oostelijke graniet-contact werden andalusiet-houdende hoornrotsen aangetroffen. Talrijk komen ze echter niet voor. Vindplaatsen, waarvan deze gesteenten onderzocht zijn, zijn o.a. de volgende: LXIV. 59 E, XXVII. 57 NW, XXI. 53, XIX. 52 SW, XVIII. 52 N, XIII. 50 NE, enz. Als regel zijn deze hoornrotsen beperkt tot een strook van ongeveer 150 m. om den graniet. Ten NNW van Ardobel is deze afstand grooter. Deze hoornrotsen zijn meestal licht-grijze of licht-bruine gesteenten. In een aantal van hen is de andalusiet beperkt tot bepaalde laagjes, waartusschen geen andalusiet optreedt. Een dergelijke gelaagdheid is soms macroscopisch zeer duidelijk waarneembaar, zoo b.v. in het gesteente van D. 11151 (XVIII. 51 SE), waar slechts andalusiet voorkomt in grijze laagjes, welke afwisselen met meer bruin-getinte, die geen andalusiet bevatten. De andalusiet-houdende hoornrotsen bestaan verder uit: kwarts, cordieriet, biotiet en muscoviet, welke steeds in vrij groote, echter wisselende, hoeveelheden aanwezig zijn. Verder treden in geringe quantiteit op: erts (ilmeniet, dikwijls met leukoxeen), zirkoon, apatiet en meermalen ook iets toermalijn.

De hoeveelheid andalusiet is in het algemeen gering, slechts de gesteenten van D. 11152 (XXI. 53) en D. 11153 (XXVII. 57 NW) bevatten vrij veel andalusiet. De andalusiet is meestal niet of zeer weinig veranderd. Er kan een, aan den rand beginnende, sericitisatie optreden (b.v. D. 11165). De andalusiet komt voor als korrels, meestal echter als zuilvormige kristallen, soms ook als, in het praeparaat geïsoleerde, deelen, die echter door hun gelijke oriënteering onderlingen samenhang bewijzen. In D. 11152 komen smalle sphaero-

---

[1]) Isotrope overgangsstadia van cordieriet treden slechts zelden in de hoornrotsen op.

litische waaiers van andalusiet voor, welke een lengte van 1½ cm. in dit praeparaat bereiken. Meestal bezitten de kristallen een onvolkomen idiomorphie. Kwarts kan ingesloten voorkomen. Het pleochroisme is: n_α rose, vlekkig rose, n_β en n_γ kleurloos of zeer licht groenig.

Herkenbare, ofschoon meestal geheel gepinitiseerde cordieriet is vaak aanwezig in deze hoornrotsen. Soms is het onmogelijk, uit de fijne glimmer-aggregaten nog de oorspronkelijke aanwezigheid van cordieriet met zekerheid vast te stellen. De biotiet is meestal veranderd (b.v. gebleekt en gesagenitiseerd, enz.). De hoeveelheid van biotiet is meest niet zeer groot. Kwarts is in wisselende hoeveelheden aanwezig. Behalve als secundaire fijne aggregaten, treedt lichte glimmer ook soms talrijk op als grootere schubjes, welke meermalen reeds macroscopisch in de gesteenten opvallen. Men vindt dergelijken muscoviet dikwijls in de andalusiet-houdende laagjes, welke verder vooral uit kwarts, andalusiet en minder talrijke biotiet en cordieriet kunnen bestaan (D. 11165). Het voorkomen van ilmeniet, apatiet en zirkoon wijkt niet af van dat in de reeds besproken hoornrotsen. In een aantal der andalusiet-bevattende hoornrotsen komen schaarsche toermalijn-kristalletjes voor (pleochroisme: O bruin, E lichtbruin tot kleurloos).

Veldspaat-houdende Hoornrotsen. Bij de hierboven behandelde groepen van hoornrotsen komen ook veldspaathoudende voor, welke thans besproken zullen worden.

V e l d s p a a t h o u d e n d e V l e k h o o r n r o t s e n. Bij het microscopisch onderzoek bleken een aantal vlekhoornrotsen veldspaat te bevatten. Macroscopisch gelijken deze gesteenten sterk op de vlekhoornrotsen, welke bij de behandeling der vlekschisten genoemd zijn. Het zijn donkerbruin-gevlekte bruine of donkergrijs-gevlekte grijze, soms ook eenigszins violet getinte hoornrotsen. Deze gesteenten werden o.a. gevonden in: XVIII. 52 W (D. 11180), XI. 49 NE (D. 11178, 11179, 11253), XI. 50 SE (D. 11145, 11171, 11184); bovendien werd in XVI. 36 een dergelijk gesteente los aangetroffen, hetwelk daar zeker uit de nabijheid afkomstig is. De maximale afstand van dergelijke gesteenten tot het contact bedraagt ongeveer 125 meter (vindplaats XI. 50 SE). De vlekken dezer gesteenten bestaan dikwijls uit groote glimmer-pseudomorphosen naar cordieriet. In al deze gesteenten treft men in de tusschenmassa meer of minder fijnkorreligen veldspaat aan, terwijl daar tevens fijnkorrelige kwarts voorkomt. Men vindt zoowel plagioklaas als orthoklaas. Duidelijke idiomorphie van deze veldspaten komt niet voor; kwarts kan ingesloten zijn. De fijnheid en de schaarschte maken het dikwijls moeilijk, de samenstelling van den plagioklaas te bepalen. Soms werd geconstateerd, dat de brekingsindex wijst op oligoklaas-albiet-samenstelling, echter schijnt ook wel meer basische plagioklaas voor te komen (andesien-labrador). Dikwijls kan men in den plagioklaas tweelingslamellen waarnemen. De veldspaat in deze gesteenten vertoont nooit kenmerken, welke er op wijzen, dat dit mineraal injectief in deze gesteenten is afgezet.

Van de reeds behandelde g r a n a a t h o u d e n d e c o r d i e r i e t-b i o t i e t-k w a r t s-h o o r n r o t s e n bevat een enkele ook veldspaat (D. 11143),

en wel vooral vrij veel orthoklaas. Soms is deze orthoklaas iets fijn-perthitisch. Plagioklaas komt in geringe hoeveelheid op verschillende plaatsen in het praeparaat voor, dikwijls ten deele gesericitiseerd. Waarschijnlijk bezit deze plagioklaas zure samenstelling. Idiomorphie van den veldspaat ontbreekt ook in dit gesteente. Toevoer langs injectieven weg kan niet geconstateerd worden.

Veel sterker geveldspatiseerde gesteenten werden ook aangetroffen. De vindplaatsen hiervan zijn aan de directe contacten gelegen, waar echter een dergelijke sterke veldspatiseering lang niet overal behoeft voor te komen. Veldspaat kan zelfs ontbreken in de direct aan den graniet grenzende gesteenten (b.v. D. 11159 uit XVI. 51). Deze sterk veldspaathoudende gesteenten sluiten zich bij exogene insluitsels in den graniet aan, welke zeer veel overeenkomst met de graniet-begrenzende hoornrotsen vertoonen. Vooreerst zullen die gesteenten besproken worden, wier veldspaat-optreden niet op een directe injectie wijst. Zulke gesteenten komen o.a. voor in XVII. 51 (D. 11263), XXIX. 55 N (apliet-contact. D. 11259), XI. 49 NE (D. 11185, 11244), enz. Exogene insluitsels met dergelijke samenstelling werden b.v. aangetroffen in XVIII. 51 SE (D. 11243) en LXV. 60 SE. Een voorkomen van dergelijke gesteenten vindt men afgebeeld in fig. 3 (pag. 22): de hoornrotsen, welke daar ook als exogene insluitsels in den graniet voorkomen, zijn sterk geveldspatiseerd, soms ook door injectie.

Behalve veldspaat treedt in deze gesteenten op: biotiet, cordieriet en kwarts, en verder nog diverse mineralen in geringe hoeveelheden. Zoowel plagioklaas als orthoklaas komen voor. Macroscopisch kan het voorkomen van veldspaat in de hoornrotsen in het algemeen niet vastgesteld worden. De plagioklaas vertoont soms eenige idiomorphie. Biotiet en ook cordieriet vertoonen soms eigen vorm ten opzichte van plagioklaas, ook kunnen deze mineralen ingesloten voorkomen. Tweelings-lamelleering komt dikwijls voor. Soms zijn de plagioklasen zonair gebouwd (zoo b.v. in D. 11242, 11243); ook sericitisatie komt voor. De samenstelling werd in D. 11263 en 11243 bepaald op andesien-labrador. De orthoklaas vertoont dikwijls iets perthitische structuur. Kwarts, biotiet en cordieriet vertoonen dezelfde eigenschappen als reeds bij de vorige groepen van hoornrotsen medegedeeld zijn. Slechts D. 11185 vertoont nog enkele vermeldenswaardige bijzonderheden. Dit gesteente bestaat uit veel orthoklaas, schaarsche plagioklaas, weinig kwarts, veel biotiet (vnl. niet-idiomorph), verder cordieriet, iets muscoviet, enz. Bijzonder voor dit gesteente is echter het optreden van onregelmatige korrels korund. Soms is deze korund van lichtblauw tot blauw pleochroitisch. Verder treft men hier en daar kleine, groene, isotrope, sterk lichtbrekende korrels van spinel in het praeparaat aan. Een eenigszins overeenkomend gesteente werd ook gevonden als insluitsel in den graniet van XVIII. 32 NE (D. 10959). Waarschijnlijk is dit een, uit het Ordovicien afkomstig, exogeen insluitsel. Grootere en kleinere perthitische, xenomorphe orthoklaas-kristallen vormen de hoofdmassa van dit gesteente. In het praeparaat kan men constateeren, dat de orthoklaas alle overige bestanddeelen als insluitsels kan bevatten. Misschien is een zeer geringe hoeveelheid kwarts aanwezig. De talrijke cordieriet, welke weinig idiomorphie vertoont, is dikwijls veranderd in lichte glimmer-aggregaten; ook komen ongeveer isotrope overgangs-stadia

voor. Grovere zoowel als fijnere biotiet is talrijk. Deze is bijna nooit veranderd, bezit meestal idiomorphen vorm, en bevat pleochroitische hofjes. Korrels van een groenen spinel zijn talrijk, veel menigvuldiger dan in het zooeven besproken gesteente. Soms vertoonen ze eenigszins eigen vorm. Een van donkergroen tot bleekgroen pleochroitische toermalijn is op verschillende plaatsen in het praeparaat aanwezig. Vrij veel korrels en kleine kristallen van een sterk lichtbrekend, kleurloos mineraal komen voor. Het is waarschijnlijk 2-assig met vrij grooten assenhoek, met + karakter, ten opzichte van de splijting iets scheef uitdoovend, met negatief optisch karakter der splijtingszone. De dubbelbreking is circa 0.030—0.040. Dit mineraal kon niet verder bepaald worden.

V e l d s p a a t h o u d e n d e h o o r n r o t s e n, d o o r i n j e c t i e o n t s t a a n. De hierboven behandelde veldspaathoudende-hoornrotsen bezitten geen kenmerken welke duidelijk wijzen op een toevoer van dezen veldspaat langs injectieven weg. Er werden echter ook wel hoornrotsen aangetroffen, waarin men een dergelijken toevoer goed kan constateeren, voorkomende b.v. in XI. 49 NE. In de praeparaten (b.v. D. 11144) ziet men eruptief-snoertjes verloopen, van minder dan 1 mm breedte. In D. 11144 bestaan deze snoertjes voornamelijk uit orthoklaas, welke ten deele sterk perthitisch is. Verder komen daar voor: kwarts, sterk gechloritiseerde biotiet en ook schaarsche idiomorphe plagioklaaskristalletjes. Verder zijn er in dit praeparaat vlekken, welke geïsoleerd zijn van de injectieve snoertjes, maar geheel dezelfde samenstelling als deze bezitten. Buiten deze snoertjes en vlekken, bevat het hoornrots-gesteente slechts weinig veldspaat en bestaat daar in hoofdzaak uit zeer talrijken biotiet (voornamelijk frissche) en kwarts.

Sterk hybride contact-gesteenten. Er werden op verschillende plaatsen langs de oostgrens van den graniet gesteenten verzameld, die bij het microscopisch onderzoek een zoodanige samenstelling blijken te bezitten, dat het niet mogelijk is uit te maken, of ze tot de metamorphe sedimenten, of tot den graniet behooren. Deze gesteenten bevatten n.l. zoowel hoornrots- als granitische mineralen; ook wat structuur betreft treedt tweeslachtigheid op. Macroscopisch zijn het grijze hoornrotsen, echter met een eenigszins granitischen habitus. Dergelijke gesteenten zijn weinig talrijk en nemen slechts een zeer ondergeschikte plaats onder de contactgesteenten in. Vindplaatsen, waarvan dergelijke gesteenten onderzocht werden, zijn de volgende: LXV. 60 SE (D. 11250), XVI. 51 N (D. 11249, 11273) en XXII. 51 SE (D. 11298).

D. 11250: Xenomorphe kwarts komt vnl. voor als groote, unduleuse kristallen. De gepinitiseerde cordieriet is idiomorph tegenover kwarts, en kan door dezen ingesloten worden. De biotiet, welke meestal gechloritiseerd en gesagenitiseerd is, vertoont fraaie idiomorphie ten opzichte van den kwarts, waarbij de prisma-vlakken van den biotiet dikwijls nog goed ontwikkeld zijn. Ook komt biotiet in kwarts ingesloten voor. Het praeparaat bevat vrij veel plagioklaas in groote kristallen, welke meest grof sericitisch zijn. Hun samenstelling is ongeveer albiet-oligoklaas. Behalve de fijnere lichte glimmer, komt ook vrij veel grovere muscoviet in het praeparaat voor.

D. 11249: Hierin komt de kwarts vooral in kleinere kristallen voor. Een

enkele vertoont soms een eenigszins idiomorphen vorm (bipyramidaal). In tegenstelling met het vorige praeparaat is het hier de kwarts, die idiomorphie ten opzichte van cordieriet en biotiet kan bezitten. Isometrische kwarts-korrels ziet men b.v. zeer duidelijk de biotiet-omtrekken inbochten. Behalve sterk gesericitiseerde plagioklaas treedt ook nog iets onveranderde albiet op. Grootendeels is de veldspaat veranderd in fijne aggregaten van kleurloozen glimmer. Hun vorm lijkt veel op dien van cordieriet. Daarvan zijn ze echter te onderscheiden, doordat de glimmer-aggregaten van den veldspaat veel fijner zijn en er dikwijls nog onveranderde resten in aanwezig zijn. Verder treedt plaatselijk vrij veel orthoklaas op.

D. 11273 gelijkt veel op het vorige gesteente. Hier treft men meermalen bipyramidalen kwarts aan.

D. 11298 bevat dezelfde componenten als de vorige gesteenten, echter is hier de veldspaat fijnkorreliger.

Afwijkingen en bijzonderheden in samenstelling en structuur der granitische gesteenten aan de Ordovicien-contacten. Bij de hoornrots-contacten kan men dikwijls waarnemen, dat mineralen uit de hoornrots in den graniet geïmigreerd zijn, hoewel de grens van eruptief en sediment scherp is.

Dikwijls treft men in de contact-begrenzende eruptiva c o r d i e r i e t aan, daar waar de contact-randen der hoornrotsen zeer cordieriet-rijk zijn (b.v. D. 11263). De cordieriet is daar bijna steeds sterk gepinitiseerd. Het mineraal treedt op in geïsoleerde, dikwijls vrij goed idiomorphe kristallen, ook wel in kleine klonten van meerdere individuen. Waarschijnlijk is de cordieriet in deze contact-eruptiva niet oorspronkelijk, want men ziet verschillende stadia, waarbij men de cordieriet als het ware uit de hoornrots in den graniet ziet overgaan. Vindplaatsen van cordieriet-houdend dieptegesteente, welke alle direct aan het contact liggen, zijn o.a. XXX. 55 NE (D. 11261), LXIV. 59 SW (D. 11272), LXV. 60 SE (D. 11242), XVIII. 51 SE (D. 11297), XVII. 51 (D. 11263), XVI. 51 (D. 11159), enz. In het westen, in XXIII. 9, werd ook een fijnkorrelig granitisch gesteente met cordieriet gevonden aan de grens van het kleine metamorphe Ordovicien-voorkomen aldaar (D. 11245).

In de hierboven genoemde gesteenten treft men ook soms b i o t i e t, uit de hoornrots afkomstig, aan.

Merkwaardig is het voorkomen van andalusiet in een muscoviet-rijk en toermalijn-bevattend granitisch injectie-gangetje in XXI. 52 SE (D. 11260). De a n d a l u s i e t (van rose tot kleurloos pleochroitisch) treedt hierin voornamelijk op in onregelmatige randen tusschen en bij zure plagioklasen. Groote kristallen ontbreken, het zijn in hoofdzaak verzamelingen van kleine korrels. In het begrenzende hoornrots-gesteente treden grootere andalusiet-kristallen op.

Opvallend voor de granitische gesteenten van de directe contacten, is het nogal dikwijls ontbreken van orthoklaas (in vier van de zooeven genoemde zeven contact-eruptiefgesteenten-praeparaten komt geen orthoklaas voor). Misschien is dit een verschijnsel, dat in eenig verband met contact-werking staat (zie ook pag. 55). Nogmaals dient er echter op gewezen te worden, dat de

basischere gesteenten, de diorieten, van het Llés-Aristot massief in het geheel niet aan contact-deelen van den graniet gebonden zijn.

De contact-eruptiva bezitten soms vrij veel muscoviet, waarschijnlijk van pneumatolitische herkomst.

De structuur der dieptegesteenten van de oostelijke Ordovicien-contacten wijkt niet of weinig af van die der contactverwijderde granieten. Wellicht is de neiging tot idiomorphie van den kwarts hier iets sterker dan in het overige gedeelte van den oostelijken graniet. In D. 11261 kan men idiomorphie van kwarts ten opzichte van plagioklaas waarnemen. De kwarts heeft ongeveer bipyramidalen vorm. Dergelijke structuur-verschijnselen zijn wellicht het gevolg van afwijkende physische omstandigheden, gelijk deze ook, en in sterkere mate optraden tijdens de stolling van het westelijke gedeelte van het massief (zie pag. 58).

Kalkige metamorphe gesteenten van mogelijk ordovicischen ouderdom. Het geologische voorkomen werd reeds op pag. 11 besproken. Hier zal iets over de samenstelling van deze gesteenten vermeld worden. Ze vallen geheel buiten het type der hierboven besproken contact-gesteenten. Onderling vertoonen echter een aantal van deze gesteenten veel overeenkomst. Fijnkorrelige orthoklaas- en pyroxeen-rijke hoornrotsen werden onderzocht van XI. 52 NE, XVIII. 51 en 52, XXVII. 55 NW, XXXIV. 59 SW en XIV. 33 NE. Dergelijke contact-gesteenten werden nooit in ontwijfelbaar Devoon aangetroffen, wat dus, met hun voorkomen in het terrein, wel eenigszins op hun silurischen ouderdom wijst. Het zijn gesteenten, die in hoofdzaak uit fijnkorreligen orthoklaas en diopsidischen pyroxeen bestaan; daarbij komt nog fijne muscoviet voor. Er treden dikwijls grover kristallijne vlekken in op, waarin men verschillende mineralen aantreft, welke in de overige gesteente-deelen in het algemeen niet voorkomen, b.v. granaat, calciet, kwarts, prehniet, een enkele maal ook vesuviaan (D. 10899); verder treden er ook grootere diopsied-kristallen op. Een enkele van deze gesteenten bevat een geringe hoeveelheid van zuren plagioklaas (D. 10905). Soms is korrelige epidoot aanwezig, welke ook dunne snoertjes in de gesteenten kan vormen (D. 10906). Biotiet komt wel eens voor. Titaniet en erts zijn in steeds kleine hoeveelheden aanwezig.

Kwartsrijke gangetjes in den oostelijken contacthof. Op verschillende plaatsen werden langs het oostelijke granietcontact in het Ordovicien kwartsrijke gangetjes aangetroffen. Ze zijn meestal minder dan 1 cm breed. Ze werden gevonden in XVI. 51 NE, XX. 51 NE, XVIII. 51 SE en nog op enkele andere plaatsen. Op deze vindplaatsen vindt men ze volgens de gelaagdheid in de soms sterk detail-verplooide hoornrotsen aanwezig. Een fraai voorbeeld van dergelijke gangetjes vindt men in fig. 2 (pag. 22). Al de vindplaatsen zijn dicht bij het granietcontact gelegen. De gangetjes bestaan voornamelijk uit kwarts. Zeer merkwaardig is het, dat de kwartskristallen dikwijls zeer goeden idiomorphen (bipyramidalen) vorm vertoonen (b.v. D. 11265). De bipyramiden sluiten dan dicht aan elkander, de geringe tusschenruimte bestaat uit fijnen muscoviet. Soms is daar ook iets

chloriet aanwezig. Steeds bevat de kwarts van deze gangetjes veel vloeistof-insluitsels met gasbellen. Apatiet-korrels en kleine biotietkristallen kunnen in den kwarts voorkomen. Tusschen den kwarts treft men soms cordieriet en biotiet in enkele kristallen of kleine aggregaten aan. Aan de randen der gangetjes kunnen de bestanddeelen van de hoornrots (vooral cordieriet) idiomorph in den kwarts steken. In XXVII. 57 NW werden in een niet-verplooide hoornrots enkele kwarts-gangetjes aangetroffen van een overeenkomstige samenstelling; hierin echter ontbreekt ieder spoor van idiomorphie bij den kwarts (D. 11160). De hierboven besproken kwarts vertoont als regel drukverschijnselen: unduleuse uitdooving, kataklastische structuur en tweelingsstreping komen dikwijls voor[1]). Soms vertoont de hoornrots langs de gangetjes een, iets van het overige gesteente afwijkende, samenstelling (b.v. D. 11266 is daar soms rijk aan muscoviet). De detailgeplooide hoornrotsen vertoonen thans geen splijtbaarheid meer volgens hun gelaagdheid. Wanneer de kwartsgangetjes eruptief zijn ontstaan (waarop zou kunnen wijzen de aanwezigheid van muscoviet en apatiet, de idiomorphie van den vloeistof-insluitselrijken kwarts) dan moet hun injectie vóór het einde der contactmetamorphose plaats gevonden hebben, want anders is de voorkeur voor de gelaagdheid als injectie-vlak onbegrijpelijk.

Algemeene beschouwingen over de contactmetamorphose der Ordovicien-gesteenten. De graniet van Llés-Aristot heeft het Ordovicien aan zijn contacten veranderd in vlekschisten en hoornrotsen, waarin de volgende contact-mineralen aangetroffen zijn: [2])

Biotiet	Orthoklaas
Muscoviet	Plagioklaas
Cordieriet	Ilmeniet
Andalusiet	Apatiet
Granaat (Almandien?)	Zirkoon
Kwarts	Korund
Toermalijn	Spinel

Op verschillende plaatsen zijn sterk metamorphe kalkige gesteenten aangetroffen, welke mogelijk tot het Ordovicien behooren. In deze gesteenten treden ook op: biotiet, muscoviet, kwarts, orthoklaas, plagioklaas. Extra komen er verder in voor:

Diopsied	Grossulaar	Titaniet
Prehniet	Epidoot	

Het is zeker, dat er bij de contactmetamorphose in dit gebied soms stoftoevoer plaats gehad heeft. Hierop wijst het optreden van injectie-gesteenten, verder het voorkomen van hybride gesteenten. Deze nemen echter, wat betreft quantiteit een geringe plaats in onder de contact-gesteenten van het Ordovicien.

---

[1]) D. 11270 is een praeparaat van een sterk verplooid, apatietrijk gangetje. Het vertoont een samengedrukte plooi met sterke vergruizing harer elementen. Er verloopen talrijke, fijne kwartssnoertjes, voornamelijk rechtlijnig, door het gangetje, die zich in de hoornrots niet voortzetten.

[2]) Wat mineralogische samenstelling betreft, zijn de exogene insluitsels in den graniet identiek met de sterk metamorphe Ordovicien-gesteenten van deze contacten.

Of bij de vorming der overige contactgesteenten ook stoftoevoer een rol gespeeld heeft, is niet met zekerheid uit te maken. Chemische analyses kunnen hierover geen licht verschaffen voor dit gebied. Men zou dan de samenstellingen van niet-contactmetamorphe gesteenten met die van wel veranderde moeten vergelijken. Voor een dergelijke analyse-vergelijking mag men slechts gebruik maken van gesteenten, welke oorspronkelijk, vóór de contactmetamorphose, identiek waren. Daar het echter in het Ordovicien van het Llés-Aristot gebied, niet mogelijk is in het terrein bepaalde niveau's tot aan den graniet te vervolgen (o.a. omdat de metamorphose het meestentijds onmogelijk gemaakt heeft de sediment-gelaagdheid te bepalen, de tektoniek zoo onrustig is en verder geen groote complexen van ordovicische gesteenten een constante samenstelling bezitten) kunnen vergelijkbare metamorphe en niet-metamorphe gesteenten niet herkend worden en kan vergelijking van gesteenten-analyses hier dus geen resultaten opleveren voor de vraag van het al of niet bestaan van stoftoevoer uit den graniet.

Wat betreft het optreden van veldspaat in het contactmetamorphe Ordovicien moge het volgende opgemerkt worden. In de contactmetamorphe kleiige en kwartsitische sedimenten om den graniet van Quérigut heeft LACROIX [1]) het op groote schaal voorkomen van veldspaat vastgesteld. Hij onderscheidt daarbij de gesteenten als ,,leptynolites feldspathisés par injection" en ,,leptynolites feldspathisés par imbibition". In de eerste groep van gesteenten is dus veldspatisatie ten gevolge van injectie opgetreden, wat men in de praeparaten aan het voorkomen van injectie-snoertjes kan vaststellen. Het meest voorkomende type van de tweede groep beschrijft hij als een gesteente ,,qui possède exactement la même structure que les schistes simplement micacés, mais dans lequel apparaissent des grains de feldspath (orthose, plagioclases) qui ont la même structure que ceux de quartz . . ." [2]). Deze ,,imbibitie-leptynolieten" gelijken voor een deel sterk op de, door mij in den contacthof van den Llés-Aristot graniet aangetroffen, veldspaathoudende gesteenten [3]). Dat er in den contacthof van het massief van Quérigut inderdaad veldspaat-imbibitie vanuit den graniet heeft plaats gevonden, en dat dus alle veldspaat, welke in die contact-gesteenten optreedt, door stoftoevoer is ontstaan, gelijk LACROIX aanneemt, is echter in het geheel niet bewezen. ERDMANNSDÖRFFER [4]) heeft het bestaan van uitsluitend veldspaat-leverenden stoftoevoer, gelijk LACROIX dit aanneemt, in contacthoven betwijfeld. Overigens is de mogelijkheid van veldspaat-nieuwvorming in contacthoven zónder dat stoftoevoer plaatsgevonden heeft, dus uitsluitend ten gevolge van omkristallisatie, door V. M. GOLDSCHMIDT bewezen. Deze heeft met behulp van analyses kunnen aantoonen, dat in het Christianiagebied veldspaat-houdende hoornrotsen zonder

---

[1]) A. LACROIX: Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact (premier mémoire). Les contacts de la Haute-Ariège. Bull. Carte géol. de la France, No. 64, 1898.

[2]) Loc. cit. pag. 8/9.

[3]) Het was mogelijk dit vast te stellen door vergelijking met prof. LACROIX's praeparaten, waarvan mij de bestudeering welwillend toegestaan werd. Vergelijk voor de structuur dezer gesteenten ook LACROIX (1898) Planche I, fig. 1.

[4]) O. H. ERDMANNSDÖRFFER: Petrographische Untersuchungen an einigen Granit-Schieferkontakten der Pyrenäen. Neues Jahrb. f. Mineralogie, usw. Beil. Bd. 37, 1914.

magmatischen stoftoevoer door contactmetamorphose ontstaan zijn uit gesteenten van de klei-mergel reeks [1]). Typen van veldspaat-houdende contact-gesteenten, die LACROIX aanduidt als ,,leptynolites feldspathisés par imbibition'', zouden dus in principe even goed zonder stoftoevoer ontstaan kunnen zijn. In dergelijke gesteenten zonder injectieverschijnselen kan m.i. alleen de chemische analyse over het al- of niet-bestaan van stoftoevoer beslissen.

De contact-gesteenten van het Ordovicien in het Llés-Aristot gebied kunnen alle [2]) ondergebracht worden in de klassen I, II en III van GOLDSCHMIDT's indeeling (1911), welke opgesteld is voor contactmetamorphe gesteenten, welke zonder stoftoevoer ontstaan zijn uit kleiige tot mergelige gesteenten [3]). Deze indeeling is onafhankelijk van het SiO_2-gehalte. Zeer SiO_2-arme kleigesteenten echter leveren bij de contactmetamorphose spinel en korund. Voorbeelden van zulke gesteenten in het onderzochte gebied werden hierboven behandeld (D. 11185 en 10959, zie pag. 76).

CONTACTMETAMORPHOSE VAN DE GOTHLANDIEN-GESTEENTEN.

De samenstelling der onveranderde sedimenten werd reeds in het geologische gedeelte (pag. 12) behandeld. De Gothlandien-gesteenten nemen slechts een geringe plaats in den contacthof in. Karakteristiek voor den contacthof dezer formatie is het optreden van grijze en zwarte chiastoliethschisten. Dergelijke gesteenten werden b.v. aangetroffen bij den Coll de Caralt, bewesten Toloriu, in XX. 54, enz. De chiastolieth treedt in deze gesteenten op soms als zeer fijne, tot 1 cm lange naalden, soms ook als kleine sphaerolieten en schoven. Soms zijn de gesteenten lei-achtig, zoo b.v. vindt men in XX. 54 NE het metamorphe Gothlandien plaatselijk ontwikkeld als grijszwarte lei-gesteenten, waarin lange, smalle chiastolieth-naaldjes als doffe streepjes op de glanzende lei-vlakken opvallen. De chiastolieth is meestal geheel veranderd in muscoviet, soms echter ook nog frisch. De kolige substantie in den chiastolieth kan schaarsch zijn, zoodat er dan beter van andalusiet-schisten gesproken kan worden. De fijne schistmassa is steeds zeer dicht kolig, dikwijls komt er veel sericitische substantie in voor. In de contact-gesteenten treden soms kwarts-snoertjes op, terwijl ook kwarts-rijke laagjes waargenomen werden (D. 11289). D. 11192, een praeparaat van een sphaerolitische-chiastoliet schist uit XV. 24 S, bevat uiterst talrijke fijne rutiel-naaldjes. In een gesteente van het Gothlandien in XIV. 24, dus iets verder van het contact verwijderd, een leiig gesteente met witte vlekken (waarschijnlijk door omzetting van de chiastolieth-sphaerolieten ontstaan) werden ook rutielnaaldjes aangetroffen. Daar zijn ze echter veel kleiner. In de onderzochte niet-metamorphe Gothlandien-gesteenten werden ze niet aangetroffen. Enkele metamorphe gesteenten, van vermoedelijk gothlandischen ouderdom, zijn zeer rijk

[1]) V. M. GOLDSCHMIDT: Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Vidensskabsselskapet Skrifter, Kristiania 1911 (Math.-Nat. Klasse. 1. Bind, 1912).

[2]) Uitgezonderd de kalkige contactgesteenten van eenigszins dubieusen ouderdom, de granaat-houdende cordieriet-biotiet-kwarts hoornrotsen, de injectie-gesteenten en de hybride gesteenten.

[3]) De hyperstheen-houdende, hoogere klassen komen niet voor.

aan groveren muscoviet (b.v. D. 11195 uit XVI. 51 SE). De chiastolieth, welke in deze gesteenten geheel veranderd is, is nog duidelijk herkenbaar door, den oorspronkelijken vorm aangevende, kolige pigmenteering. In D. 11198, van het Gothlandien in XXIII. 8 afkomstig, komen idiomorphe toermalijn-kristallen voor van circa ½ mm lengte (pleochroisme: O oranje-bruin, E zeer licht bruin). Veldspaat werd in de verzamelde contact-metamorphe Gothlandien-gesteenten niet aangetroffen.

Aan het contact van een lamprophyr-gang in XVII. 54 NE bevat het Gothlandien veel andalusiet.

CONTACTMETAMORPHOSE VAN DEVOON-GESTEENTEN.

Onveranderde sedimenten. In het geologische gedeelte is de petrographische samenstelling van het niet-metamorphe Devoon reeds besproken (zie pag. 14). Bij het microscopisch onderzoek blijken de kalksteenen in het algemeen fijn- tot dicht-kristallijn te zijn. Soms treft men er, meestal onherkenbare, fossielresten in aan. Behalve de dunne kleiige-inschakelingen in de kalksteenen, zijn deze gesteenten weinig verontreinigd: het gehalte aan kleiige bestanddeelen is gering, iets kwarts komt soms voor, enkele gesteenten zijn donker gekleurd door kolige verontreiniging.

Contactmetamorphe sedimenten. Wij kunnen in den Devoon-contacthof verschillende intensiteitsgraden van metamorphose onderscheiden. Er komen kalksteenen voor, welke alleen van de niet-metamorphe verschillen door hun grootere kristalliniteit. Andere kristallijne kalken bezitten daarenboven een wisselende hoeveelheid van contact-mineralen, terwijl tenslotte zeer dicht bij den graniet de kalksteenen dikwijls veranderd zijn in kalksilikaathoornrotsen. Vooreerst zullen die gesteenten besproken worden, welke minder sterk veranderd zijn en die dus gekenmerkt worden door een verhoogde kristalliniteit en een, in het algemeen gering gehalte aan contact-mineralen, die echter ook geheel ontbreken kunnen. Tot de groep der kalksilikaathoornrotsen zijn gesteenten gebracht, die voor ongeveer de helft of meer in contact-mineralen omgezet zijn.

Kristallijne kalksteenen met een gering gehalte aan contact-mineralen. Deze gesteenten gaan geleidelijk over in niet-metamorphe Devoon-gesteenten, naarmate men zich verder van het contact verwijdert. Dikwijls is de calciet van deze weinig-veranderde gesteenten grover kristallijn, dan die van de niet-metamorphe. De afmetingen der calcieten zijn zeer verschillend, zelden zijn ze echter grooter dan ½ cm. Dicht aan de contacten behoeft geen grove kristalliniteit op te treden. Verschillende malen werden daar kristallijne kalksteenen met contact-mineralen aangetroffen, wier calcieten kleiner zijn dan enkele millimeters. Meermalen kan men reeds macroscopisch in de kristallijne kalksteenen het voorkomen van contact-mineralen vaststellen [1]). Soms zijn deze eenigszins in laagjes geconcentreerd.

De contact-mineralen, die in de kristallijne kalksteenen aangetroffen werden,

[1]) Wanneer het gehalte aan contactmineralen gering is, kan men ze gemakkelijk verzamelen door het gesteente met HCl te behandelen.

zijn de volgende: granaat, vesuviaan, diopsied, prehniet, amphibool, kwarts en glimmer.

De calciet vertoont dikwijls tweelingslamelleering en unduleuse uitdooving. Merkwaardig is het somtijds optreden van kleine rhomboëdervormige calciet-kristalletjes in grooteren, onregelmatigen calciet (D. 10793). In den regel treedt de dikwijls aanwezige granaat op in onregelmatige kristallen. Er werden echter ook kristallijne kalken met idiomorphen granaat aangetroffen, o.a. in XXXIII. 18 en vooral in het contactgebied XXVII—XXX, 5—6. Hierin treft men idiomorphe, roodbruine granaat-rhombendodecaëders aan, welke ongeveer een doorsnede van ½ cm kunnen bezitten, meestal echter kleiner zijn. Deze granaat is dikwijls uitgeweerd uit de kristallijne kalk. Meestal vertoonen ze dan onregelmatige, kleine holten, welke oorspronkelijk met calciet gevuld waren, hetgeen men nog in de microscopische praeparaten van frisscher gesteenten kan waarnemen. Een enkele maal werd vesuviaan in de kristallijne kalken aangetroffen (D. 10929). Dit mineraal vertoont meestal geen goede idiomorphie. Monokline, kleurlooze pyroxeen werd nogal vaak in de kristallijne kalken waargenomen. Men vindt dezen diopsied in kleine, korte zuil-vormige kristalletjes in den calciet ingesloten (b.v. D. 10949). Prehniet werd verschillende malen in deze gesteenten gevonden, soms onregelmatig daarin verspreid (D. 10935). In D. 10938 komt in een vrij grooten prehniet calciet ingesloten voor. Groene hoornblende (van blauwgroen tot lichtgroen pleochroitisch) werd in verschillende kristallijne kalksteenen gevonden (b.v. D. 10936). Het zijn kleine zuiltjes, welke, wat afmetingen betreft, met diopsied overeenkomen (lengte b.v. 0.01 cm). In D. 10936 en 10943 werden ook zuilvormige kristalletjes van bijna kleurloozen amphibool aangetroffen (pleochroitisch van kleurloos tot lichtgroen). Waarschijnlijk is dit actinolieth. Een enkele maal komt in de kristallijne kalken een weinig kwarts voor. Iets muscoviet werd gevonden bij den granaat in D. 10931. Verschillende der onderzochte kristallijne kalksteenen vertoonen veel contact-mineralen in dunne laagjes. Bij een aantal van dergelijke gesteenten zijn het de oorspronkelijk kleiige, dunne (b.v. millimeter-dikke) laagjes, welke meer contact-mineralen dan het kalkige nevengesteente bevatten. D. 10934 is b.v. een praeparaat van een dergelijk gesteente. De kleiige laagjes bevatten hier veel granaat, pyroxeen en prehniet. In het kalkige gedeelte ontbreken deze mineralen vrijwel geheel, men treft er slechts een smal prehniet-snoertje in aan. Soms bevinden de contact-mineralen zich wel voornamelijk in laagjes, maar is het niet mogelijk, deze als oorspronkelijk kleiige tusschenschakelingen in den kalksteen te herkennen (b.v. D. 10941).

Hieronder volgen de vindplaatsen van de gesteenten, welke zoo juist in den tekst genoemd zijn. Tevens is hun topographische afstand tot het graniet-contact vermeld.

D. 10817	circa	50 m.	XXVIII. 7.	D. 10936	circa 250 m. X. 46/47 N.
D. 10929	enkele	m.	XVIII. 34 SW.	D. 10943	,, 250 m. XII. 4 N.
D. 10949	,,	m.	XXI/XXII. 19 W.	D. 10931	enkele m. XVII. 34 NW.
D. 10935	circa	500 m.	XIX. 53/54 S.	D. 10934	circa 125 m. XVI. 52 SW.
D. 10938	lamprophyr-contact		XI. 48 NE.	D. 10941	,, 50 m. X. 13 NW.

MINERALOGISCHE SAMENSTELLING VAN STERK-CONTACTMETAMORPHE DEVOON-KALKSTEENEN.																																
		(•) WEINIG • VRIJVEEL •! ZEERVEEL																										(•) ZEER WEINIG • WEINIG •! IETS MEER						
PRAEPARAAT NUMMERS	COÖRDINATEN DER VINDPLAATSEN	CALCIET (• WEINIG + MEER > DOOR DE HELFT OMGEVEN DOOR DE HELFT OF MEER VORMEND)	GRANAAT	VESUVIAAN	MONOKLIENE PYROXEEN	EPIDOOT O ORTHIET •	WOLLASTONIET	PREHNIET	AMPHIBOOL	KWARTS	ORTHOKLAAS	PLAGIOKLAAS (ZURE)	GLIMMER (KLEURLOOZE O GEKLEURDE • SECUNDAIRE c PRIMAIRE c)	CHLORIET	ERTS	OPAAL	TITANIET (MET LEUKOXEEN)	APATIET
D. 10894	XXVII – XXX. 6	•	•			o!				•					•			(•)	
D. 10895	XXVII – XXX. 6					o!				•					•			(•)		•				
D. 10896	XXVII – XXX. 6	+	•	(•)		o!		•		(•)					•			(•)		•				•
D. 10884	X. 5 SE	•	•!	•														c		(•)				
D. 10885	X. 5 SE	+	•!	•																				
D. 10886	X. 5 SE	•	•	•																				
D. 10887	IX/X 5 E		•!	•!						(•)														
D. 10881	V. 8 SE	+	•							•					•				•					
D. 10877	VII. 8 SW	>	•	•																				
D. 10878	VII. 9/10 S	+				o! (•)				•!										(•)		•!		
D. 10879	VII. 9/10 S	+	•	•!		(•)				(•)?					c!									
D. 10880	VII. 9/10 S	+				o!				•												•		
D. 10882	VII. 9/10 S	+	•	•						•					(•)									
D. 10914	VII 9/10 S	+	•!						(•)	•										•!				
D. 10883	VIII. 10 SW	>		•				•!				(•)								•				
D. 10883A	VIII. 10 W	>	•							•					•!					•				
D. 10872	VII. 10 SW	+	(•)	•		o!														(•)				
D. 10874	VII. 10 SW	>		•																	•			
D. 10875	VII. 10 SW	>	•	(•)																	•			
D. 10876	VII. 10 SW	>	•	•																(•)				
D. 10871	VII. 10 SW	+		•!																				
D. 10870	VII. 11 SW	+	•!							•					(•)									
D. 10868	XI. 12 S	+	•!							•					(•)					•				
D. 10856	XVII. 15/16 N	•	•	•!								(•)	(•)							•				
D. 10869	XIX. 17 S	•								•!					•!					•				
D. 10909	XIX. 17 S	•	•		•!										(•)							(•)		
D. 10908	XIX. 17 SE	+			•!	o				•					•!									
D. 10853	XIX. 17 S	>				o!				(•)					•							(•)		
D. 10918	XIX. 17 S	+								•!					c!	•		•						
D. 10911	XIX. 17 S	+	•!						(•)	•!					•					•!				
D. 10890	XXXIII. 18 SE	+	•	•	•/•			•			•									•				
D. 10888	XXI/XXII. 19 W	•	(•)							•					(•)					•				
D. 10889	XXI/XXII 19 W	•			•!	o! •				•					o + c							•		(•)
D. 10867	XIX. 19	>	•!							•					•!									
D. 10857	XIX. 19	•	•!		•					(•)														
D. 10858	XIX. 19	+	•!		•	o			(•)	(•)					•!	•								
D. 10859	XIX. 19	•	•		•!					(•)					•!									
D. 10860	XIX. 19	+	•		•!					•					•	•								
D. 10861	XIX. 19	>				o! •				•					•	(•)				•!				
D. 10862	XIX. 19	•	•!		•!					•					•!	(•)								
D. 10863	XIX. 19	•	•!		•!					(•)					•!									
D. 10864	XIX. 19	•	(•)		•!					(•)					•									
D. 10865	XIX. 19	+			•					•					•	•!								
D. 10866	XIX. 19	+	•		(•)?					•!					•									
D. 10825	XIX 19	>				o (•)				•					•! o! c!					•!				
D. 10920	XIX. 19	•	•!	(•)					(•)		•				•! o!									
D. 10855	XVI. 21 E	+	•!	(•)		(•)				•														
D. 10822	XVIII. 31 S	+	•!		•					•												(•)		
D. 10844	XVII. 32 E	>	•!	•						•		(•)?			(•)									
D. 10923	XX. 33 SE	+	•		•					•					(•)	(•)								
D. 10842	XX. 33 SE		•!		•																			
D. 10843	XX. 33 SE	+	•!							(•)		•			(•)									
D. 10850	XX. 33 SE		•!		(•)					(•)					(•)									
D. 10851	XX. 33 SE	>	•!																					
D. 10835	XX. 33 SE	+	•!							•					(•)									
D. 10836	XIX. 33 NE		•!		•!	(•)									•	(•)								
D. 10838	XIX. 33 N	•			•!	•									(•)									
D. 10837	XIX. 33 N	•			•!	•									•									
D. 10839	XIX. 33 N		•		•	•																		
D. 10840	XIX 33 NE		•!		(•)					(•)					(•)									
D. 10852	XIX 33 NE	>	•	•!						•														
D. 10848	XVIII. 33 NE	•	•	•!								•			(•)									
D. 10848	XVIII 33 NE	+	•!		•							(•)			(•)							(•)		
D. 10847	XVIII 34 NE	•	•!		(•)					(•)														(•)
D. 10819	XVIII 34 SW	+	•	•		o						•			(•) c									
D. 10824	XVII/XVIII 34 W	>			•! (•)														(•)					
D. 10823	XVII. 34 NW	+	•	•				•																
D. 10822		•	•	•!				•!																
D. 10826	XVII. 34	+		•!																				
D. 10827	XVII. 34	+	•!	•!					•!															
D. 10828	XVII 34		•!	•	•																			
D. 10834	XIX 35 N	+	(•)	•!				•																
D. 10845	XVII 35 NE	+	•!	•	•										(•)									
D. 10846	XVI/XVII 35 W	•	•!		•																			
D. 10920	XII 48 SE	•	•	•	(•)				(•)	(•)														
D. 10924		•	•!	•!	(•)					•														

Fig. 10.

Kalksilikaathoornrotsen.

Zooals reeds gezegd, worden tot de groep van de kalksilikaathoornrotsen gesteenten gebracht, welke voor de helft of meer dan de helft uit contactmineralen bestaan. Als vaste gesteenten werden deze slechts in de directe omgeving van den graniet aangetroffen. De vindplaatsen en de mineralogische samenstelling van een groot aantal der onderzochte kalksilikaat-hoornrotsen vindt men aangegeven in de tabel van fig. 10. Uit deze tabel blijkt, dat de mineralogische samenstelling nogal sterk wisselt. Een algemeene regionaal-wetmatige verdeeling is er niet uit te herkennen; de samenstelling van sterk-metamorphe kalkige gesteenten van dezelfde vindplaats kan sterk wisselen zonder dat het mogelijk is, hiervoor een grond te vinden in de chemische samenstellingen van de oorspronkelijke gesteenten. Vrijwel alle vindplaatsen van kalksilikaathoornrotsen zijn minder dan 20 meter van den graniet verwijderd. Meestal komen ze alleen vlak bij het contact voor; dikwijls treden op enkele meters van het contact reeds geen kalksilikaathoornrotsen meer op. Het kan zelfs voorkomen, dat de kristallijne kalken met klein gehalte aan contact-mineralen slechts door een bandje van kalksilikaten, nauwelijks ter breedte van 1 cm, gescheiden zijn van den graniet (XIX. 19). Direct ernaast kunnen er echter weer meters-dikke kalksilikaathoornrots-ban-

ken voorkomen. Kalksilikaathoornrots-schollen kunnen in den graniet ingesloten zijn; men treft ze daar echter slechts schaars aan. Enkele vindplaatsen zijn b.v. XIX en XX. 33, waar vooral granaatrotsen in den graniet ingesloten voorkomen (de, westelijk daarvan voorkomende, op de kaart aangegeven kalkmassa is niet sterk veranderd; waarschijnlijk behoort deze tot het normale dak van het graniet-massief). Ook in den graniet dicht bij het contact van VII. 9/10 S komen kalksilikaathoornrots-insluitsels voor. Wat betreft de macroscopische kenmerken der kalksilikaathoornrotsen moge het volgende vermeld worden. De, dikwijls massieve, granaatrotsen zijn bruin tot roodbruin gekleurd. Het voorkomen van pyroxeen in deze gesteenten is dikwijls door het voorkomen van groene vlekken waarneembaar. Idiomorphie van den granaat is slechts weinig aanwezig. Vesuviaanrotsen kunnen een bruinroode tot wijnroode kleur vertoonen (D. 10824). In VII. 9/10 S werden donker-zwavel-gele kalksilikaatrotsen gevonden, welke in hoofdzaak uit granaat en vesuviaan bleken te bestaan (D. 10882). Epidootrotsen kunnen een geelgroene tint hebben (D. 10878, 10880); andere vertoonen meer een groene-grijszwarte kleur (b.v. het fijn-kristallijne gesteente D. 10895).

Op vrij veel plaatsen werden aan de graniet-Devoon-contacten zoogenaamde skarn-gesteenten aangetroffen. Deze zijn gekenmerkt door het optreden van kalk-ijzersilikaten: b.v. kalkijzergranaat of andradiet, en hedenbergiet (zie ook pag. 87). Vooral het laatstgenoemde mineraal treedt veel op. De meestal donkergroene hedenbergietrotsen werden o.a. aangetroffen in: XXIX. 6, XII. 17, XXII. 19 SE, XIX. 19, XIX. 33 N, XIX. 33 SW, enz. Al deze vindplaatsen zijn direct aan het graniet-contact gelegen. Vaak komen hierbij ertsen voor; er treedt voornamelijk magneetkies op. Soms komt er veel pyriet voor (XII. 17). Goed ontsloten zijn vooral de ertsen in XVIII. 34 NE en XIX. 33 SW [1]). Deze erts-massa's zijn tusschen graniet en metamorphe kalk gelegen. Bij het eerstgenoemde voorkomen vindt men een lensvormige magneetkies-massa, welke ongeveer 5 m. lang en 2 m. breed is (gemeten evenwijdig en loodrecht op het contactvlak). Op sommige plaatsen heeft men getracht de ertsen te ontginnen, hetgeen echter mislukt is tengevolge van de beperkte hoeveelheid erts en ongunstige economische factoren.

Hoewel er bij de behandeling der mineralogische samenstelling der kalksilikaathoornrotsen veel feiten omtrent de structuur dezer gesteenten medegedeeld worden, zal hier, ten behoeve der overzichtelijkheid, eerst iets over de structuur der voornaamste typen vermeld worden.

De granaat in de granaatrotsen kan optreden in groote onregelmatige partijen, waartusschen hier en daar calciet aanwezig kan zijn. Ten opzichte van dezen calciet en andere mineralen (kwarts, glimmer, enz.), welke op dezelfde wijze in den granaatrots aanwezig kunnen zijn, vertoont de granaat idiomorphie. In de minder massieve granaatrotsen komen min of meer idiomorphe granaatkristallen geïsoleerd, of in groepen vereenigd, met dezelfde mineralen voor. De vesuviaangesteenten vertoonen een, met die der granaatrotsen overeenkomende, structuur. Ook in de pyroxeen-rotsen zijn de meestal zuilvormige pyroxeen-kristallen idio-

[1]) Jaime Gali uit Bar maakte mij op deze ertsen opmerkzaam.

morph ten opzichte van calciet, kwarts, enz. De epidoot-rijke gesteenten bezitten steeds fraai idiomorphe epidootkristallen. Massieve epidoot-rotsen werden niet aangetroffen; in deze gesteenten is meestal vrij veel calciet en kwarts aanwezig, welke den, soms smal-zuiligen, idiomorphen epidoot insluiten. De afmetingen van den epidoot in dergelijke gesteenten zijn meestal niet grooter dan 1 mm.

Mineralogische samenstelling der kalksilikaathoornrotsen.

Veel beter dan bij de Siluur-gesteenten, kan bij de Devoon-contactmetamorphe sedimenten een uitgebreide bespreking van de mineralen plaats vinden. Dit is vooral het gevolg van de veel grootere afmetingen der in deze metamorphe gesteenten optredende contactmineralen. Bij de bestudeering der mineralen zijn vooral de onderstaande werken geraadpleegd.

A. LACROIX. Minéralogie de la France et de ses colonies. T. I—V, 1893—1913. Paris.

V. M. GOLDSCHMIDT. Die Kontaktmetamorphose im Kristianiagebiet. Mineralogischer Teil. Skrifter Videnskapsselskapet Kristiania 1911. Math.-Nat. Klasse, 1. Bind. pag. 227.

ROSENBUSCH-MÜGGE. Mikroskopische Physiographie der petrographisch wichtigen Mineralien. Stuttgart 1925.

Granaat. In de contact-metamorphe Devoon-gesteenten komen granaten voor, welke behooren tot de mengkristallen-reeks tusschen grossulaar $Ca_3Al_2Si_3O_{12}$ en andradiet $Ca_3Fe_2Si_3O_{12}$. Van deze reeks treden voornamelijk Al-rijke verbindingen op. Fe-rijke typen moeten na smelting magnetische korrels opleveren. Dit werd nooit gevonden.

V. M. GOLDSCHMIDT vond in het Christiania-gebied in de kalksteenen op sommige plaatsen aan de contacten een metamorphose, waarbij vooral kalk-ijzersilikaten gevormd waren. Deze contact-gesteenten, de z.g. skarnen, zijn door pneumatolytischen toevoer vanuit het magma ontstaan. Het zijn gesteenten, welke voornamelijk bestaan uit andradiet en hedenbergiet, en die verder dikwijls ertsrijk zijn. Dergelijke gesteenten komen ook in den kalkcontacthof om den graniet van Llés-Aristot voor. Het voorkomen werd reeds vermeld, zie pag. 86. Ik acht het mogelijk, dat de granaten in deze gesteenten Fe-rijk zijn, dus meer andraditische samenstelling bezitten, ook al was het niet mogelijk dit mineraal tot magnetische korrels om te smelten.

In ongeveer $^3/_4$ van het onderzochte aantal der sterk-metamorphe kalkgesteenten werd granaat aangetroffen. Een groot aantal van deze gesteenten bestaat zelfs in hoofdzaak uit granaat, meermalen slechts met een gering gehalte aan andere mineralen. Voor de mineraal-paragenesen van granaathoudende kalksilikaathoornrotsen zie men de tabel van fig. 10.

Wat betreft de kleur van den granaat in de microscopische praeparaten, vermeldt GOLDSCHMIDT, dat deze onafhankelijk is van de chemische samenstelling. In de skarn-gesteenten van het Llés-Aristot gebied ziet men echter dikwijls geligen of groen-geligen granaat (D. 10911, 10912, 10914, enz.), terwijl in de andere gesteenten een dergelijke kleur van den granaat hoogst zelden

voorkomt. Mogelijk, dat hier dus toch wel eenig verband tusschen deze kleur en het Fe-gehalte bestaat. In een aantal praeparaten vertoont de granaat een licht bruingele tint. In D. 10821 komt donkerbruine granaat voor.

Dikwijls vertoonen de granaten anomale dubbelbreking. Men kan onderscheiden totale anomalie, zonaire anomalieën, terwijl verder nog schaars roostervormige anomalieën optreden (zie ROSENBUSCH-MÜGGE, GOLDSCHMIDT, LACROIX, enz.). Volgens KLEIN [1]) zijn de anomale dubbelbrekings-verschijnselen afhankelijk van den uiterlijken vorm en onafhankelijk van het chemisme. Volgens LACROIX zouden de anomalieën bij deze granaten voornamelijk optreden bij de Ca-rijke typen. GOLDSCHMIDT daarentegen meent, dat deze verschijnselen het sterkst optreden bij de sterkst isomorph-gemengde termen der grossulaar-andradiet reeks. Die granaten, welke ongeveer de samenstelling van grossulaar of andradiet bezitten, zouden in het algemeen minder neiging tot anomale dubbelbreking vertoonen. Onder totale anomalie wordt verstaan een dubbelbreking van het geheele kristal, waarbij weer vier typen onderscheiden kunnen worden, en wel het octaëder-, het rhombendodecaëder-, het ikositetraëder- en het hexakisoctaëder-type. Bij deze vier typen bestaat het granaat-kristal respectievelijk uit 8, 12, 24 of 48 dubbelbrekende, verschillend georiënteerde pyramiden, wier gemeenschappelijke top in het centrum van het kristal ligt en wier grondvlak respectievelijk een octaëder-, rhombendodekaëder-, ikositetraëder- of hexakisoctaëder-vlak is. Dientengevolge ziet men in praeparaten van dergelijke granaat-kristallen een verschillende veld-oplichting van deelen van één kristal. In fig. 11a (pag. 89) is een snede door een granaat met totale anomalie volgens het rhombendodecaëder-type afgebeeld, welke voorkomt in praeparaat D. 10858. Voor de verschillende gedeelten, welke in de figuur aangeduid zijn door de cijfers 1 tot 5, is de ligging der optische elementen bepaald [2]).

In onderstaande tabel vindt men de hoeken tusschen richtingen van de kleinste brekings-indices ($n_\alpha = k$) in de verschillende sub-individuen en hetzelfde voor de richtingen met de grootste brekingsindices ($n_\gamma = g$) aangegeven. Het

k^1/k^2	62½°	g^4/g^5	60°
k^1/k^4	59°	g^1/g^2	57°
k^1/k^5	61°	g^1/g^4	60°
k^4/k^5	61°	g^1/g^5	59°
k^4/k^3	60°	g^3/g^2	62°
k^3/k^2	59°	g^3/g^4	60°
k^4/k^2	89½°	g^1/g^3	90°
k^1/k^3	90°	g^2/g^4	90°

blijkt nu zeer duidelijk, dat de anomalie van dit granaat-kristal een voorbeeld is van het rhombendodecaëdrische type. Bij dit type n.l. vindt men n_α loodrecht op

---

[1]) C. KLEIN. Göttinger Nachr. 1882. N. Jahrb. 1883, I & 1895, II. Sitz. Ber. Bayr. Akad. Bd. 34, 1894.

[2]) Mijn collega, W. NIEUWENKAMP, had de vriendelijkheid deze bepalingen voor mij te verrichten volgens een door hem gevonden, nog niet gepubliceerde, methode, waarmede de ligging der optische symmetrie-vlakken zeer nauwkeurig bepaald kan worden.

het rhombendodecaëder-vlak en n_γ evenwijdig aan de lange diagonaal van dit vlak geplaatst. Dit is ook hier het geval. Ter vergelijking is in fig. 11*b* een reconstructie van het kristal gegeven, waarvan in fig. 11*a* de onderzochte doorsnede is afgebeeld. Men ziet nu gemakkelijk dat de gevonden hoeken in het algemeen zeer goed met de theoretisch bij het rhombendodecaëdrische type te verwachten waarden overeenkomen. In de stereographische projectie vallen de projectie's van de volgende richtingen ongeveer met elkaar samen:

k^1 met g^3	k^3 met g^1
k^2 met g^4	k^4 met g^2

Ook dit komt alles goed overeen met de eigenschappen van dit type van totale anomalie. In de individuen 1 en 5 konden de assenhoeken goed bepaald worden. 2 V bedraagt daar respectievelijk 74° en 75½°, terwijl in beide n_γ scherpe bisectrix is. Het optisch karakter van dezen granaat is dus positief. In het kleine sub-individu 3 kon slechts een dubieuse bepaling geschieden, waarbij een assenhoek van 90° gevonden werd. GOLDSCHMIDT en LACROIX geven aan, dat de granaat met dit dubbelbrekingstype een optisch negatief karakter bezit. Volgens LACROIX wisselen daarbij de assenhoekswaarden tusschen 56° en 90°. De hierboven vermelde assenhoek van circa 75° en het positief karakter der dubbelbreking, voorkomend bij een onmiskenbare representant van granaat met anomalie van het rhombendodecaëder-type, zijn eigenschappen, welke tot nu toe onbekend voor dezen granaat waren. Wel vindt men bij ROSENBUSCH-MÜGGE vermeld, dat, wanneer naast de rhombendodecaëder-vlakken ikositetraëder-vlakken optreden, er een positieve dubbelbreking optreedt. Dit is hierboven echter zeker niet het geval. Bij verschillende andere granaten van diverse gesteenten, welke waarschijnlijk ook tot dit type van totale anomalie behooren, werd ook positieve dubbelbreking geconstateerd (D. 10863, 10879). Granaten met anomalieën van ingewikkelder typen komen waarschijnlijk wel eens voor.

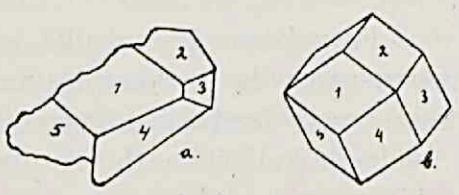


Fig. 11.

Soms kan men in de velden van granaten met totale anomalie een roosterachtige dubbelbreking waarnemen (D. 10863). LACROIX en GOLDSCHMIDT vermelden dergelijke structuren. Volgens den laatste zou deze dubbelbreking door afkoelingsspanningen ontstaan zijn.

Zonaire anomalie treedt op in banden, welke evenwijdig zijn aan den kristalomtrek. Er kunnen soms talrijke, in andere gevallen enkele, anisotrope zones, voornamelijk in het periphere gedeelte van granaat-kristallen, aanwezig zijn. Bij deze zonaire anomalie dooven de deelen der zones volgens hun lengterichting recht uit. Er vindt dus geen gelijktijdige uitdooving plaats van een geheele dubbelbrekende zone. Ook hier bepaalt dus de kristal-vorm de veldverdeeling der anomalie. Zooals gezegd, dooven de zone-gedeelten recht uit. Hun optisch zonekarakter is positief. Deze anomalieën komen o.a. voor in den granaat van D. 10867, 10912, 10830, 10881, enz. De sterkte der dubbelbreking kan in verschillende zones van hetzelfde kristal zwakker en sterker zijn. Evenals bij de totale anomalieën

kan hier de dubbelbreking soms iets grooter zijn dan die van kwarts. Wanneer bij vóórt-durenden groei nieuwe vlakken aan het granaat-kristal zijn opgetreden, kunnen de anomale buitenste zones niet meer evenwijdig zijn aan de meer centrale anomale zones. Soms zijn andere mineralen tusschen van elkaar gebarsten zones van den granaat gedrongen. (D. 10912).

De granaat kan idiomorphie vertoonen ten opzichte van calciet (als regel), kwarts, glimmer- en chloriet-aggregaten, veldspaat, prehniet, vesuviaan en erts. Xenomorphie van granaat werd enkele malen opgemerkt en wel tegenover monokline pyroxeen en vesuviaan. Zeer dikwijls werd waargenomen, dat granaat calciet, vesuviaan en pyroxeen insluit. Verder vindt men ook ingesloten in granaat, echter veel minder dikwijls: chloriet en glimmer, kwarts, erts, wollastoniet en hoornblende. Snoertjes van calciet en prehniet kunnen den granaat doorbreken.

Vesuviaan. In talrijke sterk-metamorphe kalksilikaathoornrotsen komt vesuviaan voor. In sommige van deze gesteenten komt dit mineraal in groote of zeer groote hoeveelheid voor. De mineralogische samenstelling van vesuviaanhoudende kalksilikaathoornrotsen vindt men in de tabel van fig. 10.

In een aantal praeparaten vertoont de vesuviaan splijting. Deze is voornamelijk ontwikkeld volgens de prismatische zone, een enkele maal treedt daarnaastschaarsche basale splijting op (D. 10901). Meermalen ontbreekt regelmatige splijting.

Dikwijls is de vesuviaan kleurloos, soms licht geelbruin of iets rose getint. Slechts in één praeparaat (D. 10824) vertoont de vesuvianen (sterk met calciet doorzeefd) gering pleochroisme: E (evenwijdig aan de kristallographische c-as) zeer lichtgroen, O zeer licht rose.

Meestal is de vesuviaan in deze gesteenten optisch 2-assig met positief karakter der dubbelbreking. Ook LACROIX vermeldt, dat een dergelijke afwijking van de normale eigenschappen bij vesuviaan dikwijls voorkomt. Vrij zelden trof ik optisch 1-assige vesuviaan met negatieve dubbelbreking aan. In D. 10901 werd de assenhoek bepaald op circa 40°. De dubbelbreking bij de vesuvianen vertoont vrij veel verschillen. Soms komen normale interferentie-kleuren voor, hetgeen niet steeds gepaard gaat met optisch 1-assigheid. Dikwijls treden anomale interferentie-kleuren op. Hierbij kan men onderscheiden kleuren, karakteristiek voor vesuviaan, welke een positief hoofdzone-karakter bezit, en andere, die gepaard gaan met optisch negatief hoofdzone-karakter.

Hoofdzone — (n_α is c): geelbruin, groenbruin, groenig-grijs, donker groen.
Hoofdzone + (n_γ is c): paars, violetrood, donkerblauwig.

Ook bij normale, grijs interfereerende kristallen is het optisch hoofdzone-karakter negatief. Interferentie-kleuren van de twee verschillende typen kunnen in een onregelmatige verdeeling in één kristal naast elkaar optreden. Vaker echter komen zonaire interferentiekleur-verschillen voor. Zoo vindt men b.v. in D. 10826 dergelijke verschillen. In dit praeparaat treedt voornamelijk vesuviaan op, die violetblauwe interferentie-kleuren vertoont. In een, met calciet gevulde, ruimte steken echter enkele idiomorphe vesuviaankristal-toppen, die groenige, nog zonair in tint wisselende, interferentie-kleuren bezitten. Dergelijke zonaire verschillen

treden ook op in de praeparaten D. 10833, 10885, enz. Een merkwaardige verdeeling der twee vesuviaan-typen vertoont D. 10849. Hierin vindt men vesuviaan-kristallen met een periphere zone, die groengele interferentie-kleuren bezit. Ook het centrum bestaat uit dergelijken vesuviaan, welke in grillige, onregelmatige barsten in de breede midden-zone van paarse interferentie-kleuren vertoonenden vesuviaan binnendringt. Onregelmatige verdeeling van verschillende interferentiekleuren in vesuviaan-kristallen komt ook voor in de praeparaten D. 10822, 10824, enz. Deelen van eenzelfde vesuviaan-kristal, welke verschillende soorten van interferentie-kleuren vertoonen, dooven toch steeds gelijktijdig uit.

Het is dikwijls eenigszins lastig om, in de kalksilikaatrotsen den vesuviaan te onderscheiden van den anomalen granaat, wanneer deze mineralen minder fraai ontwikkeld zijn. Daarom zullen hier een aantal karakteristika opgesomd worden, welke de determinatie in dergelijke gevallen kunnen vergemakkelijken.

1. De brekingsindex van vesuviaan is circa 1,72, terwijl grossulaar een lichtbreking van ongeveer 1,76 bezit. In praeparaat. D. 10882 kan men door dit verschil in brekingsindex den vesuviaan gemakkelijk van den ingesloten en omliggenden granaat onderscheiden.

2. De lichte kleuring, welke vesuviaan dikwijls vertoont, kan soms een goed onderscheidingskenmerk ten opzichte van kleurloozen granaat bieden.

3. Nooit vertoont de granaat, wanneer anomaal dubbelbrekend, andere dan normale Newtonsche interferentie-kleuren. De vesuviaan daarentegen heeft dikwijls anomale kleuren (soms zeer zwakke).

4. De zonair-anomale granaat dooft in zijn geheel niet gelijktijdig uit, de vesuviaan wél.

5. Het onder (4) genoemde onderscheidingskenmerk kan niet gebruikt worden, wanneer slechts een klein gedeelte van een zonairen granaat in het praeparaat zichtbaar is en men dan een zonair dubbelbrekend gedeelte ziet, dat slechts evenwijdig is aan één omtrek-doorsnede van den granaat. Een dergelijke kristal-fragment kan moeilijk van normale interferentie-kleuren vertoonenden vesuviaan te onderscheiden zijn. Beslissend is echter dan het optisch zone-karakter: bij den „grijzen" vesuviaan is dit negatief, bij granaat is de richting der dubbelbrekende lamellen positief.

Dikwijls vertoont de vesuviaan in de metamorphe kalken idiomorphie ten opzichte van den calciet, soms ook ten opzichte van granaat (b.v. D. 10813), kwarts, veldspaat, prehniet en erts. Xenomorphie van vesuviaan werd soms waargenomen tegenover pyroxeen, wollastoniet en granaat. Ingesloten werden aangetroffen calciet, pyroxeen, kwarts, prehniet, granaat en wollastoniet.

Diopsied en *Hedenbergiet*. De chemische samenstelling van diopsied is $CaMgSi_2O_6$, die van hedenbergiet $CaFeSi_2O_6$. Tusschen deze twee verbindingen vindt men echter een continue reeks van mengkristallen. Microscopisch bepaalt men de samenstelling dezer monokline pyroxenen door meting van den hoek tusschen de grootste brekingsindex (n_γ) en de kristallographische c-as. Bij diopsied bedraagt deze hoek circa 38°, bij hedenbergiet ongeveer 50°, bij intermediaire samenstellingen worden tusschenliggende waarden gevonden. Met be-

hulp van de „Fedorow-tafel" werden een aantal pyroxenen in de sterk-metamorphe kalkgesteenten van het Llés-Aristot gebied bepaald:

D. 10821 (XVII. 34 S)	44°.
D. 10825 (XVII. 34 NW)	44°.
D. 10837 (XIX. 33 N)	48°, 50°.
D. 10863 (XIX. 19 E)	48°, 49°.
D. 10908 (XII. 17 SE)	48°.

Nauwkeurig zijn deze metingen waarschijnlijk niet, want het is dikwijls lastig de ligging van een vlak in de hoofdzone te bepalen (uit de snijlijn van een dergelijk vlak met het optische assenvlak, dat tevens het kristallographische symmetrie-vlak van den monoklinen pyroxeen is, bepaalt men de richting van de kristallographische c-as. Ook kan men hiervoor het vergroeiingsvlak van (001) tweelingen gebruiken. Hoeken, karakteristiek voor zuiveren diopsied, werden in de bovengenoemde praeparaten niet gevonden. In de hiervóór behandelde kalkhoudende gesteenten van kalkig Ordovicien (zie pag. 79) werden wel dergelijke pyroxenen aangetroffen (b.v. in D. 10818 werden hoeken van 39° en 40° gemeten). De gesteenten, in wier praeparaten de waarden n_γ : c van de pyroxenen 48° tot 50° bedragen, zijn typische hedenbergiet-rijke skarnen (zie pag. 86).

In vele der onderzochte metamorphe kalksteenen werd pyroxeen aangetroffen. Speciaal in de skarnen is echter de pyroxeen talrijk. Er komen daar zelfs verschillende malen vrijwel zuivere hedenbergiet-rotsen voor. Een fraai voorbeeld van dergelijke gesteenten vindt men aan het graniet-contact van XIX. 19. In enkele groenigbruine lensvormige massa's, welke maximaal een dikte van circa 1½ m. en een lengte van ongeveer 5 m. kunnen bezitten, treedt hier fraaie, stralige hedenbergiet op in kristallen, welke een lengte van meer dan 10 cm. kunnen bereiken. Meestal treft men in basale sneden door de pyroxenen behalve de (110) splijting, er ook nog een volgens (100) aan. Dikwijls ziet men in de praeparaten, dat kleine hoornblende-naaldjes als korte, onregelmatige kwastjes op de uiteinden der hedenbergiet-kristallen voorkomen (b.v. D. 10837, 10863, enz.). De hedenbergiet bezit vaak een zwak-groene kleur, is echter niet pleochroitisch. In D. 10869 vindt men pseudomorphosen van chloritische substantie en kwarts naar hedenbergiet, in D. 10858 van calciet. De pyroxenen kunnen idiomorphie vertoonen ten opzichte van calciet en kwarts (beide dikwijls), granaat, glimmer en chloriet. Xenomorphie werd waargenomen tegenover granaat. De pyroxeen kan ingesloten in calciet en granaat voorkomen.

Epidoot [1]). Slechts in kalkgesteenten, welke zeer dicht bij het graniet-contact voorkomen, werd epidoot aangetroffen. In de tabel van fig. 10 zijn een aantal van dergelijke gesteenten vermeld; tevens kan men zich daar op de hoogte stellen van de mineralogische samenstelling dezer epidoot-houdende gesteenten. Verschillende zijn rijk aan epidoot; zuivere epidoot-rotsen werden echter niet gevonden. In verschillende praeparaten werden bepalingen verricht omtrent

[1]) Zoisiet werd in de onderzochte gesteenten niet aangetroffen.

de grootte van den hoek tusschen de richting van den minimalen brekingsindex (n_α) en de kristallographische c-as (de kristallographische-c-as-richting wordt aangegeven door de snijlijn van een splijtvlak volgens (100) met het optische assenvlak). Er werd gevonden:

in D. 10896 circa -8° (in de kern is de hoek iets kleiner)
in D. 10878 ,, -6°
in D. 10888 ,, -8°

Wellicht wijzen deze iets te groote waarden op een gering Fe-gehalte van den epidoot (bij normalen epidoot is dit bedrag slechts -2 à -3 graden).

In D. 10896 is de kern van den epidoot wellicht iets Fe-armer.

Het pleochroisme van den epidoot is:

n_α vrijwel kleurloos, $n\beta$ licht groen-grijs, n_γ groen-geel.

Soms komen zonaire kleurverschillen voor, b.v. in D. 10878. Daar ziet men in een bepaalden tafelstand een lichtbruin-groene kern en buitenrand en een citroengele tusschen-zone. Een enkele maal treden zonaire dubbelbrekingsverschillen op, zoo b.v. in D. 10896. De epidoot-kristallen zijn meestal duidelijk volgens de kristallographische b-as gestrekt. Tweelingen volgens (100) komen schaars voor. De epidoot vertoont dikwijls idiomorphie ten opzichte van calciet (als groote kristallen tot 0.4 cm in D. 10896), kwarts en glimmer-aggregaten. In D. 10872 en 10873 (VII. 10 SW) komt waarschijnlijk epidoot voor, welke een afwijkende habitus bezit. Het zijn vrij groote, calciet-insluitende, onscherp begrensde individuen. Barsten in den epidoot kunnen met calciet gevuld zijn (D. 10888). Een enkele maal komen gangetjes van epidoot met iets calciet in de kalksilikaathoornrotsen voor (D. 10921 van XI. 21 W).

Orthiet. In verschillende praeparaten werd orthiet in geringe hoeveelheden aangetroffen. Dit mineraal komt vooral voor in de hedenbergiet-rijke gesteenten. In enkele praeparaten werd voor dezen orthiet de grootte van den hoek tusschen n_α en de kristallographische c-as bepaald. In D. 10837 werd gevonden ongeveer -38°. In D. 10879 vindt men een orthiet-kern in een epidoot-achtige omhulling. In de kern bedraagt de hoek circa -39°, in den rand van het kristal is hij slechts -11°. Iets dergelijks werd ook aangetroffen in D. 10861. Dergelijke zonaire samenstellingsverschillen kunnen soms door overgangen verbonden zijn. Orthiet is ook uit het Christiania-gebied door GOLDSCHMIDT in sterk-metamorphe kalksteenen beschreven. Daar zijn echter overgangssamenstellingen veel algemeener dan hier het geval is. GOLDSCHMIDT beschrijft deze mineralen dan ook onder den naam epidoot-orhiet. De orthiet in de sterk-metamorphe kalksilikaathoornrotsen vertoonen het volgende pleochroisme:

n_α licht beige, $n\beta$ en n_γ bruin (nogal donker bruin).

In D. 10878 vormt de orthiet een pleochroitischen hof in chloriet. Orthiettweelingen volgens (100) komen meermalen voor. De orthiet kan idiomorph ten opzichte van den hedenbergiet zijn.

Wollastoniet. Dit mineraal werd slechts zelden aangetroffen. Praeparaten en vindplaatsen zijn vermeld in de tabel van fig. 10, tevens vindt men daar de

mineraal-paragenesis van de wollastoniet-houdende gesteenten. In de praeparaten gelijkt dit mineraal soms sterk op een monoklinen pyroxeen, n.l. door ongeveer gelijke licht- en dubbelbreking, scheeve uitdooving en pyroxeenachtige splijting. Door de volgende eigenschappen is dit mineraal echter goed te herkennen:

1. Het optisch assenvlak ligt loodrecht op de strekkingszone (deze is evenwijdig aan de kristallographische b-as van het monokline kristal).
2. Het mineraal is optisch 2-assig met negatief karakter der dubbelbreking.
3. De sneden, welke pyroxeen-achtige splijting vertoonen, zijn ongeveer evenwijdig aan het optisch-assenvlak georiënteerd en vertoonen in tegenstelling met den monoklinen pyroxeen de hoogste interferentiekleuren in vergelijking met andere doorsneden.

Tweelingen volgens (100) komen voor. Idiomorphie treedt op ten opzichte van vesuviaan en calciet. Ingesloten werd wollastoniet aangetroffen in vesuviaan, granaat en calciet. Zelden komt vesuviaan in den wollastoniet voor.

Hoornblende. Hoornblende is in de kalksilikaathoornrotsen van het Llés-Aristot gebied steeds een zeer onbelangrijk mineraal. Reeds werd het voorkomen in hedenbergiet-gesteenten vermeld (pag. 86). De groene, soms blauwiggroene hoornblende is meermalen vezelig. Als naaldjes talrijk in kwarts ingesloten, komt hoornblende voor in D. 10911. In hetzelfde kwarts-individu verloopen ze ongeveer evenwijdig. Ze zijn van groen tot bijna kleurloos pleochroitisch. D. 10912 bevat iets meer hoornblende.

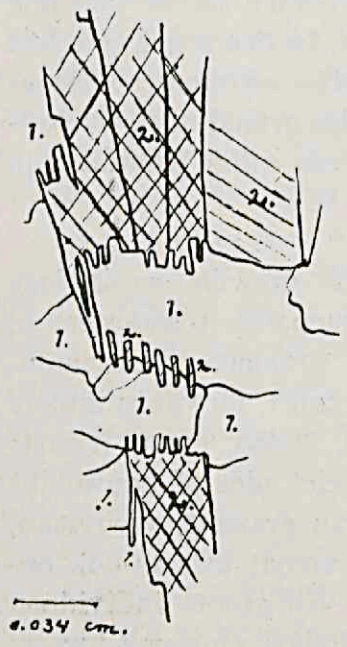
Calciet. In een aantal der sterk-metamorphe contact-gesteenten van het Devoon ontbreekt calciet geheel in de onderzochte praeparaten. Meestal komen echter ook in de kalksilikaathoornrotsen van het directe contact nog wel kleine hoeveelheden calciet voor. Men vindt deze dan in den regel als xenomorphe resten tusschen de nieuw-vormingen, b.v. ruimte-vullend tusschen pyroxenen, granaten, enz. Dergelijke calciet kan door verschillende andere mineralen vervangen worden, zoo b.v. door kwarts. Dit zal bij de desbetreffende mineralen besproken worden. Dikwijls is de rest-calciet zeer grof-kristallijn. Dergelijke groote individuen kunnen zich in de grillige ruimten tusschen de contact-mineralen vér voortzetten. De deelen van zulke kristallen kunnen in de praeparaten geheel van elkaar geïsoleerd zijn. Deze groote individuen kunnen ook spleten in contact-mineralen opvullen. De afmetingen van dezen groven calciet kunnen meer dan 1 cm bedragen (b.v. D. 10880). De calciet vertoont dikwijls een, vaak dichte tweelings-lamelleering volgens $(01\bar{1}2)$; daarbij treedt tevens meermalen undulcuse uitdooving van de calciet-kristallen op. Een eigenaardig, afwijkend pseudo-pleochroisme vertoont calciet in D. 10876. In een stand, waarbij de kleinste brekingsindex optreedt, is de calciet helder; bij 90° draaiing treden donkere onregelmatige vlekken op. Dit is waarschijnlijk hier het gevolg van het insluiten van opaal. In den stand met den grootsten brekingsindex van calciet, zal het groote verschil met opaal het optreden van totaal-reflectie bij de opaal-houdende calciet-gedeelten in de hand werken. Eigenaardig is ook het pseudo-pleochroisme van kleurloos tot bruin bij den calciet in D. 10888.

Men kan verschillende vormen van calciet in de sterk-metamorphe kalksilikaatrotsen onderscheiden, en wel korrelige (xenomorphe) en platige (idiomorphe). Deze vormen zijn echter door allerlei overgangen verbonden. De, nogal zeldzame idiomorphe calciet is ontwikkeld als, meestal vrij dunne, basale platen. Deze calciet kan idiomorph zijn ten opzichte van anderen calciet, van kwarts, van prehniet, enz. (D. 10819, 10843, 10864, 10882, enz.). Deze merkwaardige wijze van optreden doet meermalen sterk denken aan den calciet in contactgranieten welke later behandeld zullen worden. Ook is deze calciet dikwijls dicht vertweelingd volgens een stomp rhomboëder. De lengte-richting van het kristal deelt den scherpen hoek tusschen de soms gekruiste lamelleeringen middendoor. Schaarsche tweelingen volgens (001) treden ook op (D. 10864). De lengte-richting van dezen platigen calciet is positief en volgens deze richting treedt rechte uitdooving op. Er komt ook calciet voor, die de bovengenoemde idiomorphie mist, maar toch een strekking volgens de basis vertoont. Vaak treedt dergelijke calciet in verschillende, ongeveer evenwijdige individuen naast elkaar op. Terwijl er bij den grofkorreligen calciet wellicht in hoofdzaak een rekristallisatie ter plaatse geschied zal zijn, heeft er misschien bij de vorming van den idiomorphen calciet stofvervoer plaats gevonden. In den regel vertoont de calciet geen idiomorphie en kan vrijwel overal ingesloten voorkomen. Eigenaardig is het optreden van calciet ten opzichte van sommige granaten en pyroxenen in D. 10848. Van deze mineralen vindt men deelen van zelfde kristallen in groote calcieten gelegen.

Kwarts. In de kalksilikaathoornrotsen komt kwarts dikwijls op analoge plaatsen voor als calciet. Dit kan men in sommige praeparaten waarnemen, doordat in één gedeelte, tusschen de nieuwgevormde granaat-, vesuviaan-, pyroxeen-, of epidoot-kristallen, xenomorphe calciet voorkomt, terwijl in andere gedeelten op diezelfde wijze kwarts optreedt (D. 10859, 10889, enz.). Kwarts komt op dergelijke wijze voor in gesteenten, waarin calciet niet of nauwelijks meer aanwezig is. Kwarts is xenomorph ten opzichte van granaat, vesuviaan, pyroxeen en epidoot, en kan deze insluiten. Meermalen treedt kwarts ook onregelmatig in deze idiomorphe mineralen op, soms als vrij groote individuen met, in het praeparaat, van elkaar gescheiden deelen (D. 10847). Ook vult kwarts wel barsten in deze mineralen. De kwarts bevat dikwijls vloeistof-insluitseltjes, ook met gasbellen. De kwarts kan unduleus uitdooven, een enkele maal vertoont hij ook kataklastische structuur (D. 10881). Ook neemt men soms tweelingsstreping in den kwarts waar (D. 10889).

Dikwijls komen kwarts en calciet tezamen voor. Men kan dan zoowel kwarts ingesloten in den calciet aantreffen, als calciet in kwarts. De kwarts vertoont meermalen idiomorphie ten opzichte van den calciet. Deze idiomorphie kan zeer scherp zijn. Fraai vindt men ze b.v. ontwikkeld in D. 10835, waar de kwarts, xenomorph aan den granaat grenzend, idiomorph is ten opzichte van den grootkristallijnen calciet, welke de overblijvende ruimte tusschen de granaten vult. De kwarts vertoont hier prisma- en pyramide-vlakken. Ten deele fraaie idiomorphie vertoont ook de kwarts ten opzichte van calciet in het kwartsrijke praeparaat D. 10866.

Hoogst merkwaardig in dat gesteente is verder het gezamelijk optreden van kwarts met idiomorphen calciet (fig. 12). Men treft in dit praeparaat verschillende volgens de basis gestrekte, idiomorphe calcieten aan. Een der grootsten (lengte in het praeparaat 0,5 cm) wordt in het midden onderbroken door kwarts. De grens kwarts-calciet is echter geen eenvoudige lijn, want de calciet loopt nog iets door in den kwarts met kanteel-achtige voortzettingen. Deze calciet-kanteelen bezitten wisselende breedten, hun opstaande kanten zijn evenwijdig aan de basis van den grooten calciet, waarmee ze een geheel vormen. Dergelijke calciet-kwarts-grenzen komen aan beide zijden in de, den idiomorphen calciet onderbrekende, kwarts-kristallen voor. Ongeveer in het midden tusschen de, in het praeparaat gescheiden, deelen van den calciet merkt men, in den kwarts geïsoleerd, een aantal dunne doorsneden van calciet-plaatjes op, welke geheel dezelfde oriënteering bezitten als het groote calcietkristal. Dergelijk optreden van idiomorphen calciet met kwarts werd vaker waargenomen. Het is hier onmogelijk uit te maken in welke volgorde de mineralen uitgekristalliseerd zijn. Wellicht was de calciet het eerst aanwezig en heeft er pneumatolytische corrosie tijdens de kwartsvorming plaats gehad. In idiomorphen calciet van andere praeparaten werd wel eens een geringe hoeveelheid kwarts aangetroffen, welke als streep-vormige insluitsels, evenwijdig aan de basis van den calciet voorkomen (D. 10862, 10860, enz.). Dergelijke kwartsstreepjes dooven niet recht ten opzichte van hun begrenzing uit. Dit voorkomen is vergelijkbaar met het zooeven genoemde; de kwarts is hier slechts in veel geringer hoeveelheid aanwezig.



1 = kwarts, 2 = calciet.

Fig. 12.

De hierboven vermelde idiomorphie van kwarts tegenover calciet kan ook minder volkomen zijn; zoo vindt men soms gestrekte kwartsen, welke onregelmatige grenzen vertoonen, echter volgens hun lengte-richting recht uitdooven en optisch positief zijn, en dus wel een neiging tot eigen vorm bezitten (b.v. D. 10821).

Aan het graniet-contact in VII. 10 SW, langs het pad van Arseguell naar Vilanova werd in geringe hoeveelheid sphaerolitische kwarts, zoogenaamde ster-kwarts als spleetvulling in de sterk-metamorphe kalk-steenen aangetroffen. De kleur van deze spleetvul-lingen is zwavelgeel. Bij het microscopisch onderzoek (D. 10910) bleek dit gesteente in hoofdzaak te bestaan uit kleine-sphaerolieten-vormende kwartsen. De doorsnede van deze, dikwijls onsymmetrische, sphaero-lieten bedraagt zelden meer dan 0,5 mm. De kwarts bevat niet zeer talrijke vloei-stof-insluitsels, soms met gasbel. Tusschen den kwarts komt een geelgroene chlo-riet-achtige substantie voor.

Bij de bespreking van de hedenbergiet-rotsen werd reeds vermeld, dat deze verkiezeld kunnen zijn. Men vindt in deze gesteenten ook zeer kwartsrijke, wel-licht hydrothermale, gangetjes, welke in D. 10869 (XII. 17 S), naast kwarts bovendien nog calciet en magneetkies bevatten. De randen van dit, enkele mm-

breede, gangetje bestaan uit fijneren kwarts dan het meer centrale gedeelte, waar de kwartsen dikwijls ongeveer loodrecht op de gangrichting geplaatst zijn. De calciet komt hier veelal voor als kleine rhomboëders. Buiten den gangwand vindt men een zone in het verkiezelde en gechloritiseerde gesteente, welke rijk is aan onregelmatigen magneetkies.

Van dezelfde vindplaats is afkomstig het ertsrijke gesteente van D. 10911, waarin granaatcorrodeerende kwarts optreedt.

Aangaande de mate en het gezelschap waarin kwarts in de kalksilikaatrotsen voorkomt, vindt men inlichtingen in de lijst van fig. 10.

Veldspaat. In een klein deel der onderzochte kalksilikaatrotsen werd veldspaat aangetroffen, nooit echter in groote hoeveelheden. Al deze velsdpaathoudende gesteenten zijn in de directe nabijheid van de graniet-contacten gevonden. Zoowel orthoklaas als plagioklaas komen voor. De plagioklaas bezit steeds zure samenstelling en is wellicht meestal albiet (meermalen werd gevonden, dat de twee hoofdtrillingsrichting-brekingindices ongeveer gelijk en iets kleiner dan de lichtbreking der canada-balsem zijn). Voor den aard van enkele dier veldspaathoudende gesteenten en hun vindplaatsen zie men de lijst van fig. 10.

De orthoklaas komt dikwijls op dezelfde wijze als calciet en kwarts tusschen granaat en epidoot voor: xenomorph in ruimten tusschen deze mineralen. Goede idiomorphie van den orthoklaas ten opzichte van den calciet komt niet voor. Meestal is de grens tusschen deze twee mineralen onregelmatig. De orthoklaas is meestal vrij sterk stoffig. Dikwijls vertoont hij een pseudo-tweelings-habitus, hetgeen waarschijnlijk steeds berust op een perthitisch albiet-gehalte. Een zoodanige wijze van optreden treft men o.a. aan in D. 10849. In D. 10843 komt op dezelfde wijze albiet voor (misschien orthoklaas met zeer groot perthitisch-albietgehalte). Daarbij vindt men op dezelfde plaatsen in het gesteente calciet en ook kwarts. In D. 10819 vindt men, ten opzichte van de overige componenten, groote, onregelmatig begrensde orthoklasen, soms met een eenigszins unduleuse uitdooving, welke idiomorphen epidoot en calciet-plaatjes omsluiten. Smalle barsten in de idiomorphe mineralen kunnen in bovengenoemde veldspaathoudende gesteenten gevuld zijn met calciet en veldspaat. In onregelmatige, eenigszins laagvormige gedeelten van D. 10855 komt fijnkorrelige orthoklaas met fijnen chloriet en calciet voor. De tusschenliggende deelen bestaan voornamelijk uit granaat. In D. 10845 komt een gangachtig gedeelte voor, dat uit fijnen albiet en iets chloriet bestaat. Vooral voor het tweede gesteente acht ik het mogelijk, dat het gang-achtige gedeelte door injectie ontstaan is.

Prehniet. Prehniet werd in verschillende sterk-metamorphe gesteenten in groote hoeveelheid aangetroffen. Het is steeds, ook in fijne aggregaten, gemakkelijk van den, soms er vrij sterk op gelijkenden, muscoviet te onderscheiden, doordat het optisch hoofdzone-karakter negatief is. Dit onderscheidingskenmerk komt goed te stade in D. 10825 (XVII. 34 NW). Dit is een pyroxeenrijk gesteente. De pyroxeen treedt op in fraai idiomorphe kristallen, welke gelegen zijn in een fijn prehniet-aggregaat. Eén helft van het praeparaat blijkt echter, hoewel zeer

veel op het prehniet-houdende gedeelte gelijkend, een andere samenstelling te bezitten. Hier n.l. vindt men tusschen de idiomorphe pyroxenen fijne sericiet-aggregaten, waarin men bij nauwkeurige beschouwing nog iets onveranderden plagioklaas herkennen kan. Er zijn nog resten van enkele plagioklasen met albietwet-lamellen in de sericiet-aggregaten aanwezig. Uiterlijk gelijken deze aggregaten zeer veel op die van prehniet van het andere gedeelte van het praeparaat; het optisch hoofdzone-karakter doet ze echter gemakkelijk van elkaar onderscheiden. De sericiet-aggregaten zijn iets stoffiger, dan die van prehniet. De grens tusschen beide praeparaat-gedeelten is vrij scherp. Het gesteente is van het directe contact afkomstig. Wellicht dient men het pyroxeenrijke gesericitiseerde gesteente als contact-endomorph veranderden graniet te beschouwen. Zeer rijk aan prehniet is de kalksilikaatrots D. 10841. Hierin komen zoowel fijne prehniet-aggregaten voor, als gedeelten met groveren prehniet. De fijne aggregaten zijn stoffig tegenover den helderen, groven prehniet. Ingesloten komt veel pyroxeen voor, ook iets orthiet. Merkwaardig zijn de eenigszins mikroklien-achtige structuren, die in enkele weinig dubbelbrekende sneden van groveren prehniet tusschen gekruiste nicols zichtbaar worden. Bij ROSENBUSCH-MÜGGE worden dergelijke prehniet-anomalieën vermeld. Soms vertoont prehniet hier eenige idiomorphie tegenover calciet. Zeer fraai is het voorkomen van prehniet in het gesteente van D. 10883. Veel prehniet vindt men hier bij, in en om vesuviaan. De prehniet bereikt hier soms afmetingen van enkele millimeters. Op enkele plaatsen vindt men in prehniet-velden vesuviaan-korrels ingesloten, die groepsgewijs een identieke oriënteering bezitten. Er heeft hier verdringing van vesuviaan door prehniet plaats gehad: de vesuviaan vertoont soms duidelijke corrosie-vormen en zijn randen zijn dikwijls iets „rafelig". GOLDSCHMIDT vond in het Christianiagebied bij gesteenten met deze twee, chemisch nauw-verwante, mineralen dergelijke omzettingen. In hetzelfde praeparaat D. 10883 vertoont de prehniet soms sterk gebogen vormen (de richtingen der uiteinden van 1 individu kunnen meer dan 90° van elkaar afwijken). Veel minder talrijk dan in het overige gedeelte van het praeparaat is de prehniet tusschen den calciet. Fraai is daar het soms interstitieel optreden van prehniet tusschen dunne idiomorphe calciet-plaatjes. In de omgeving van den vesuviaan is het juist prehniet, die dikwijls idiomorphie ten opzichte van calciet vertoont. In enkele gesteenten werden dunne prehnietsnoertjes aangetroffen.

Glimmer en *Chloriet*. In de tabel van fig. 10 vindt men onderscheiden kleurloozen glimmer, gekleurde glimmers en hun secundaire chloritische producten, en tenslotte nog primaire chlorieten. Onder primaire chlorieten worden mineralen verstaan, die tijdens de contactmetamorphose direct als chloriet afgezet zijn. Een dergelijke chloriet is de zelden aangetroffen leuchtenbergiet: een chloriet met kwarts-achtige dubbelbreking, en optisch negatieve hoofdzone. Deze werd aangetroffen in D. 10819 en 10885 (zie tabel van fig. 10). In het eerstgenoemde praeparaat treedt dit mineraal tusschen granaat op, in het tweede als schubjes in calciet.

Voor andere chlorieten is de primaire aard dikwijls veel minder duidelijk en in veel gevallen niet waarschijnlijk. Vooral in de skarn-gesteenten komen dik-

wijls bruinige en meer groene glimmerachtige, ten deele chloritische, substanties voor. Men vindt deze mineralen in dergelijke gesteenten op dezelfde plaatsen, waar calciet en diens vervangers optreden. Ze treden daar op als soms zeer fijne schub-aggregaten, dikwijls ook in den vorm van kleine sphaerolieten. Ook komen ze veel voor in barsten en holten van pyroxeen, granaat, enz. Soms zijn het duidelijke glimmers, b.v. bruine biotiet in D. 10883. Van de groengekleurde is het echter dikwijls moeilijk uit te maken of men met glimmer of chloriet te maken heeft. De dubbelbreking kan daar de sterkte van die van glimmer bezitten; soms echter is deze meer chloritisch (het optisch hoofdzonekarakter is steeds positief). Daar er tusschen biotiet en chloriet hier allerlei overgangsvormen in de gesteenten optreden, komt het mij waarschijnlijk voor, dat ze althans grootendeels tot een oorspronkelijken biotiet-achtigen glimmer teruggebracht kunnen worden. Daar overigens de diverse aggregaten een, onderling geheel overeenkomend, optreden vertoonen, is van een verdere, m.i. kunstmatige, onderverdeeling afgezien. Zooals reeds gezegd, treden deze mineralen vooral in de skarnen op en zijn ze veelal op dezelfde plaatsen aanwezig als de calciet en diens vervangende, hierboven behandelde, mineralen. De glimmers komen hierin idiomorph voor en zijn waarschijnlijk bij de metamorphose laatgevormde mineralen. De centra der sphaerolitische aggregaten zijn soms tegen de wanden der, met de zooeven-genoemde mineralen gevulde, ruimten gelegen. Eigenaardig is het somtijds optreden van een concentrischen calcietband in de glimmerachtige sphaerolieten. Deze calciet, welke vaak uit één individu bestaat, verdeelt de sphaeroliet in een centraal en een peripheer gedeelte, welke door den calciet gescheiden zijn (b.v. D. 10863). In D. 10866 vindt men dit, terwijl daar het geheel in kwarts gelegen is. De sphaerolieten kunnen vrij scherp begrensd zijn, soms echter meer ,,rafelig''. Men kan als regelmatige begrenzing aantreffen een smalle zone, welke rijk aan erts-stof is (b.v. D. 10911). Zeer fraaie sphaerolietjes (doorsnede circa 0.1 mm) komen voor in den calciet van D. 10908. Deze groene sphaerolieten vertoonen smalle zone's met geringe dubbelbreking, terwijl verder de dubbelbreking vrij sterk is. Dientengevolge treden hier tusschen gekruiste nicols eigenaardige kleurschakeeringen op. Er kunnen in de glimmerachtige mineralen buigingen optreden. Dikwijls komen in de skarnen zeer dichte, fijne glimmer-aggregaten voor. In enkele gesteenten komt muscoviet voor. Deze treedt op dezelfde wijze op als de andere glimmer-mineralen, is echter veel minder talrijk, en uitsluitend tot de directe contacten beperkt (b.v. D. 10889).

Titaniet. In verschillende der kalksilikaathoornrotsen werd titaniet aangetroffen, echter steeds in geringe hoeveelheid. In het, reeds bij prehniet besproken, praeparaat D. 10825 treft men in het prehniet-rijke gedeelte titaniet aan. Soms vertoont deze eenigszins idiomorphen vorm; ook komen corrosiecontouren voor. Enkele stukken sluiten erts in. Verschillende epidoot-rijke gesteenten bevatten betrekkelijk veel titaniet (b.v. D. 10878, 10880, 10861). In dergelijke gesteenten vertoont titaniet dikwijls idiomorphie tegenover kwarts, calciet en ook epidoot. In alle drie mineralen kan titaniet ingesloten voorkomen. In D. 10889 komt vrij veel stoffige, leukoxeen-achtige titaniet voor.

Apatiet. In een aantal kalksilikaatrotsen werd apatiet in geringe hoeveelheid aangetroffen. Zoo b.v. in het epidoot-rijke gesteente D. 10878, waar apatiet voornamelijk idiomorph in kwarts ingesloten voorkomt als kleine kristalletjes. In D. 10889 werd een enkel apatiet-naaldje idiomorph in epidoot ingesloten gevonden. Het contact-gesteente D. 10896 bevat vrij veel apatiet, in fijnkorrelige opeenhooping voorkomend.

Opaal. Slechts in enkele kalksilikaatrotsen werd opaal aangetroffen: de gesteenten vindt men vermeld in de tabel op pag. 10. Opaal treedt o.a. hierin op als gangmineraal. In D. 10877 komt een gangetje voor van circa ½ cm breedte, dat voornamelijk uit opaal bestaat, welke ten deele anomaal dubbelbreekt, met positieve vezelrichting. Daarnaast treedt vrij veel calciet op. Ook komt opaal in onregelmatige partijen door het geheele gesteente voor. Soms is de opaal eenigszins bruin gekleurd (D. 10874).

Erts. In het algemeen zijn de kalksilikaatrotsen, welke niet behooren tot de groep der skarn-gesteenten, zeer arm aan erts. Hier moge slechts vermeld worden een calciet-rijke diopsied-granaat-rots met vrij talrijke zinkblendekorrels en iets magneetkies (D. 10821 van XVII. 34 S). In het praeparaat is een gangetje van circa 1 mm doorsnede aanwezig, dat voornamelijk uit fijne kwartskristallen bestaat, welke gedeeltelijk ongeveer loodrecht op de gangrichting gestrekt zijn. In een ander gedeelte van het praeparaat is de verspreiding van den kwarts meer diffuus over grootere breedte en bevat daar ook componenten van de normale metamorphe-kalk. De zinkblende is voornamelijk beperkt tot de directe omgeving van den kwarts, zoodat eenzelfde genese voor beide waarschijnlijk is. Dit is het eenige gesteente, waarbij in de microscopische praeparaten duidelijke zinkblende aangetroffen werd. Over het ertsvoorkomen in de zoogenaamde skarngesteenten kan het volgende gezegd worden (zie ook pag. 86). De volgende ertsen werden in en bij deze gesteenten aangetroffen:

Magneetkies: XXIX. 6 (weinig), XII. 17, XIX. 19, XXII. 19 SE, XIX. 33 SW, XVIII. 34 NE.

Pyriet: XXIX. 6, XII. 17, XIX. 33 SW.

Koperkies: XII. 17, verder op verschillende magneetkies-vindplaatsen in zeer geringe hoeveelheid.

Loodglans: XII. 17, XIX. 19.

Magnetiet: VII. 10 W.

Van de vindplaats XII. 17 werd reeds een magneetkies-houdend gesteente besproken op pag. 93. Dat gesteente (D. 10869) is verkiezeld en gechloritiseerd, terwijl naast en in een gangetje voornamelijk onregelmatige magneetkies optreedt. Reeds werd het vermoeden uitgesproken, dat deze veranderingen van het oorspronkelijk hedenbergiet-rijke gesteente waarschijnlijk ten deele van hydrothermalen aard zijn. Ook werd reeds vermeld het optreden van corrosie door kwarts van granaat in het erts-rijke gesteente D. 10911. In dit praeparaat, dat veel, ten deele idiomorphen granaat bevat, komt erts voor in onregelmatige partijen, in barsten van den granaat, xenomorph tusschen granaten. Bij dit erts

treden op sommige plaatsen chlorietachtige sphaerolietjes op. D. 10913 van dezelfde vindplaats is een sterk gechloritiseerd vesuviaan-rijk gesteente met veel magneetkies. De microscopische verschijnselen resumeerend, die het ertsvoorkomen van XII. 17 kenmerken, kunnen wij dus zeggen, dat er naast de verertsing tevens chloritisatie en verkiezeling der reeds contact-metamorphveranderde kalksteenen heeft plaats gevonden. Voor een aantal gesteenten dezer vindplaats is gedeeltelijk hydrothermale secundaire-verandering de meest waarschijnlijke. In ertshoudende gesteenten van andere vindplaatsen werden dergelijke verschijnselen niet of veel minder aangetroffen. Zoo vindt men b.v. in D. 10858 (XIX. 19) chloritisatie bij het optreden van magneetkies, echter ontbreekt hier kwarts, welke met die in de vorige gesteenten vergelijkbaar zou zijn. In D. 10860 vindt men magneetkies xenomorph tusschen den hedenbergiet; sporen van hydrothermale genese ontbreken. Het erts treedt hier op dezelfde plaats op als elders calciet en kwarts tusschen den hedenbergiet. In D. 10888 vindt men in een hedenbergietrots het erts als korrels voornamelijk tusschen, ten deele ook in, den hedenbergiet, welke het hoofdbestanddeel van het gesteente uitmaakt. Dit zijn waarschijnlijk pneumatolytische afzettingen. D. 10914 (VII. 9/10 S) is een contactgesteente, dat bestaat uit granaat (geel getint, meermalen idiomorph), calciet (vooral groot-kristallijne met strekking volgens de basis) en verder nog kwarts. Ten deele idiomorph treedt hierin magnetiet op. Loodglans en koperkies zijn slechts in geringe hoeveelheden aanwezig op de bovengenoemde ertsvindplaatsen. Terwijl de loodglans voornamelijk afzonderlijk gevonden werd, komt de koperkies dikwijls direct tusschen en bij den magneetkies voor. Pyriet is vooral talrijk in XII. 17. Het erts bezit veelal een cellige structuur en is waarschijnlijk ten deele van hydrothermalen oorsprong. Op enkele der erts-vindplaatsen werd een zeer geringe hoeveelheid zinkblende waargenomen.

Algemeene beschouwingen over de contactmetamorphose van de Devoongesteenten. De graniet van het Llés-Aristot gebied heeft het aangrenzende Devoon veranderd in kristallijne kalksteenen met meer of minder groot gehalte aan contactmineralen. Slechts dicht bij den graniet treft men kalksilikaathoornrotsen aan.In deze laatste gesteenten werden de volgende mineralen aangetroffen:

Grossulaar-Andradiet.	Kwarts.
Vesuviaan.	Orthoklaas.
Diopsied-Hedenbergiet.	Plagioklaas (zure).
Epidoot.	Titaniet.
Orthiet.	Apatiet.
Wollastoniet.	Opaal.
Prehniet.	Magnetiet.
Amphibool.	Magneetkies.
Glimmer.	Koperkies.
Chloriet.	Pyriet.
Calciet.	Loodglans.
	Zinkblende.

In de kristallijne kalken komen in hoofdzaak slechts de volgende contactmineralen voor: Granaat, Vesuviaan, Pyroxeen, Amphibool, Prehniet en Kwarts.

Voor de contactmetamorphe gesteenten van het Devoon is het gemakkelijker dan voor het Siluur uit te maken, of er bij de metamorphose stoftoevoer uit het magma heeft plaats gevonden. Voor de kalksilikaathoornrotsen is de vraag omtrent al of geen toevoer ongetwijfeld bevestigend te beantwoorden. De kalksteenen van het Devoon, welke steeds slechts een zeer ondergeschikt gehalte aan andere minerale stoffen bevatten, hebben onmogelijk een dergelijke stofomzetting kunnen ondergaan zonder een belangrijke toevoer van bestanddeelen uit het magma.

Enkele gesteenten-associaties, voorkomende aan het graniet-contact, mogen hier nog behandeld worden, als voorbeelden van de veranderingen, die de kalksteenen ondergaan hebben.

In XX. 33 SE verloopt het graniet-Devoon-contact op den rechter (westelijken) dalwand van een klein ravijntje. Het grens-verloop is vrij grillig. Het is ook hier, dat men dikwijls schollen van kalksilikaathoornrotsen (tot enkele meters groot) in den graniet ingesloten vindt. Men kan hier zeer goed waarnemen, hoe de weinig kleiig-verontreinigde kalksteenen van de westelijke helling der Aguila-keten naar het contact toe steeds grooter gehalte aan contactmineralen verkrijgen. Dit kan men zelfs met vrij groote zekerheid voor bepaalde lagen (ligging 123.30 NE) constateeren. Op ongeveer 15 meter afstand van den graniet treft men b.v. slechts een geringe hoeveelheid van contact-mineralen in den kristallijnen kalksteen aan. Vijf meter verder naar den graniet toe is er reeds een belangrijk gehalte aan granaat, terwijl nog dichter naar het contact de gesteenten spoedig in vrijwel massieve granaatrotsen zijn veranderd.

Als tweede voorbeeld zij vermeld het voorkomen der hedenbergietrotsen aan de graniet-contacten in XIX. 19. Van daar werd reeds het voorkomen van lensvormige massa's, in hoofdzaak uit hedenbergiet bestaande, vermeld (zie pag. 92). Ook werd er reeds op gewezen (pag. 85), dat zeer dicht in de nabijheid van dit voorkomen soms slechts een kalksilikaatbandje ter breedte van 1 cm tusschen graniet en kristallijnen kalk optreedt. De kristallijne kalken, welke op beide plaatsen aan de sediment-zijde der kalksilikaathoornrotsen grenzen, bevatten slechts een vrij geringe hoeveelheid van fijnkorrelige contact-mineralen, terwijl het aangrenzende kalksteen-gebied een homogene samenstelling bezit. Uit dit voorkomen blijkt dus ten duidelijkste, dat er stoftoevoer, met plaatselijk sterk wisselende intensiteit heeft plaats gehad. De grens tusschen hedenbergietrots en kristallijnen kalksteen is vrij scherp.

Tenslotte zij nog genoemd het contact-voorkomen in XXI/XXII. 19 W. Over een afstand van weinige meters treft men daar de volgende gesteenten aan: Kristallijn kalksteen met klein gehalte aan contactmineralen (D. 10949).
Hedenbergietrots met iets orthiet (D. 10888).
Epidoot-rijk gesteente met iets orthiet (D. 10889) [1].
Graniet.

[1] De mineralogische samenstelling van D. 10888 en 10889 vindt men in de tabel van fig. 10, pag. 85.

Terwijl de stoftoevoer uit het magma zich voor de kalksilikaathoornrotsen dus gemakkelijk laat bewijzen, is het veel minder eenvoudig, het al of niet bestaan van toevoer in de kristallijne kalksteenen met een gering gehalte aan contact-mineralen vast te stellen. De hoeveelheid van nieuw-vormingen in die gesteenten is n.l. dikwijls zoo gering, dat deze mineralen, welke in de niet-metamorphe kalksteenen ontbreken, gevormd zouden kunnen zijn alleen uit omkristallisatie der verontreinigingen, welke in die kalksteenen aanwezig waren vóór de metamorphose. Enkele waarnemingen geven aanwijzingen, dat de mogelijkheid bestaat, dat ook zonder stoftoevoer in de kalksteenen contact-mineralen kunnen optreden. In de eerste plaats dient hier gewezen te worden op het reeds vermelde (zie pag. 84) optreden van contact-mineralen in de dunne kleiige laagjes van de devonische kalksteenen. Het voorkomen van granaat, pyroxeen en prehniet, welke in deze laagjes in het kalksteengebied van XVI. 52 SW optreden op een afstand van circa 125 m. van het contact, is wellicht het gevolg van reacties der oorspronkelijke componenten van deze gesteenten. In het contactgebied van XXVIII. 6 en omgeving vindt men veel kristallijne kalksteenen, welke kleine idiomorphe granaatjes bevatten. Opmerkelijk is hier het feit, dat deze granaatjes voornamelijk uitgekristalliseerd zijn langs de zeer dunne schalie-laagjes dezer kalksteenen. Toch dient men met de beoordeeling der genese van deze gesteenten voorzichtig te zijn. Men kan hier niet met zekerheid tot de afwezigheid van stoftoevoer besluiten. Het zou namelijk ook mogelijk zijn, dat de toegevoerde stoffen juist bij de zeer dunne kleiige inschakelingen door reacties met de kalk de contact-mineralen zouden hebben doen ontstaan.

In elk geval heeft bij de contactmetamorphose in de Devoon-gesteenten een veel belangrijker stoftoevoer plaats gevonden dan in het Ordovicien, waar de mate van toevoer wel niet met zekerheid vastgesteld is, maar deze ongetwijfeld gering was. De oorzaak van dit belangrijke verschil in toevoer is de aard der kalkgesteenten. Bij de kalksteen-metamorphose kunnen gemakkelijk optredende reacties de bestanddeelen van het zure magma, welke in het contactsediment binnen dringen, binden.

Wat de kristallisatie-volgorde der mineralen van de kalksilikaathoornrotsen betreft, zij slechts het volgende opgemerkt. Het is zeer moeilijk de volgorde in deze gesteenten te bepalen. Idiomorphie is hier geen zekere indicator: A. In ouderen calciet treedt jonge, idiomorphe granaat op, hetgeen dus een voorbeeld is van „jonge" idiomorphie. B. De, tusschen dezen granaat gelegen, calciet kan later vervangen zijn door andere mineralen, welke idiomorphie ten opzichte van calciet kunnen vertoonen, echter xenomorph tegenover granaat kunnen zijn, b.v. glimmer, kwarts. Daar is dus de idiomorphe granaat de oudere ten opzichte van den kwarts. In het algemeen kan men zeggen, dat granaat, vesuviaan, pyroxeen en epidoot waarschijnlijk tot de groep van de vroegst gevormde contact-mineralen behooren. Calciet kan verschillenden ouderdom bezitten. De calciet der kalksilikaathoornrotsen kan tijdens de contactmetamorphose ter plaatse gerekristalliseerd zijn; ook is het mogelijk, dat er calciet-transport heeft plaats gehad. Het bestaan van dergelijk vervoer wordt vooral zeer duidelijk

bewezen door het optreden van hieronder te bespreken calciet-houdende stollingsgesteenten aan de Devoon-contacten.

De grens tusschen het contact-metamorphe Devoon en de granitische gesteenten van de contacten (hetzij van normale of afwijkende samenstelling) is steeds scherp.

Afwijkingen en bijzonderheden in samenstelling en structuur der granitische gesteenten aan de Devoon-contacten. Op een aantal plaatsen werden langs de Devoon-contacten in den graniet afwijkingen gevonden, welke verband houden met de samenstelling dezer contact-sedimenten. Dergelijke gesteenten zullen, hoewel slechts in gering aantal aanwezig, uitvoerig besproken worden, omdat hun optreden het bestaan van beïnvloeding der magma-samenstelling door de kalkige sedimenten voor het massief van Llés-Aristot bewijst.

Pyroxeen-houdende stollingsgesteenten. Een aantal malen werden aan de Devoon-contacten pyroxeen-houdende modificaties van den graniet aangetroffen. Steeds komen deze gesteenten direct aan de Devoon-contacten in den graniet voor.

1. D. 11233 (XIX. 33 N). Het handstuk, een granitisch gesteente met weinig donkere bestanddeelen, werd verzameld op kleinen afstand van een metersgroot kalksilikaathoornrots-insluitsel, welke soort van insluitsels hier meermalen in den graniet voorkomt. Het praeparaat vertoont een granitisch gesteente, dat vrij veel kleurloozen monoklinen pyroxeen bevat, welke als regel geen idiomorphie bezit, hetgeen belemmerd wordt door zuren plagioklaas, orthoklaas en kwarts.

2. D. 11232 (XXVIII. 6/7). Dit gesteente, dat eveneens een vrij normaal granitisch uiterlijk bezit, werd zeer dicht bij het kalksilikaathoornrots-contact gevonden. Het praeparaat is kwartsloos en bezit syenitische samenstelling. De structuur is iets porphyrisch. De begrenzing van den pyroxeen is onregelmatig. Bij den diopsied komt vrij veel titaniet voor.

3. D. 11235 (XVIII. 34 NE). Ook dit gesteente is dicht bij het Devoon-contact aangetroffen. Het is een grijs, vrij grofkorrelig gesteente. Het praeparaat vertoont een prehniet-rijken pyroxeensyeniet. De plagioklaas is albiet-oligoklaas. Sterk-veranderde biotiet komt voor. De vrij-talrijke pyroxeen-kristallen, welke afmetingen van 3 mm kunnen bereiken, zijn in dit gesteente dikwijls goed idiomorph. Prehniet komt veel voor, vooral in de omgeving van pyroxeen, die eigen vorm ten opzichte van prehniet vertoont. Een enkele pyroxeen bevat iets bruinen hoornblende.

4. In XXXIII. 18 SE werd aan het kalkcontact een pyroxeen-houdende hoornblende-dioriet aangetroffen (D. 11237). Het gesteente bezit een gering gehalte aan kwarts en orthoklaas, die meestal fijn-micropegmatitisch vergroeid zijn. Het gelijkt veel op sommige der vroeger beschreven dioritische gesteenten, welke geen duidelijk verband met contacten vertoonen (pag. 55), wijkt daarvan echter essentieel af door het dikwijls voorkomen van monoklinen pyroxeen als kernen in den bruinen, soms ook groenen hoornblende. De plagioklaas vertoont idiomorphie ten opzichte van de donkere bestanddeelen.

5. D. 11234 (XVI/XVII. 35 W) is een pyroxeen-rijke micrograniet, welke

aan de contactgrens met kalksilikaathoornrotsen gevonden werd. Het handstuk vertoont porphyrische veldspaten, welke niet grooter zijn dan enkele millimeters, in een fijne groenig-grijze grondmassa, die bij verwering bruingekleurd is. De zure plagioklaas-phenokristen (ongeveer oligoklaasalbiet) zijn dikwijls vrij sterk gesericitiseerd. Ze zijn zwak zonair gebouwd. Biotiet, soms geheel veranderd, komt schaars als phenokrist voor. De vorm van zijn randen kan sterk door de elementen van de grondmassa bepaald worden. De licht-groene monokline pyroxeen, welke aan één zijde van het praeparaat talrijk is in onregelmatige stukken (kalksilikaathoornrots-grens?), komt op verschillende plaatsen als phenokrist in den microgranıet voor. Ook hier zijn geen scherp-idiomorphe begrenzingen aanwezig. De fijnkorrelige grondmassa, waarin plagioklaas vrijwel ontbreekt, bestaat in hoofdzaak uit kwarts, orthoklaas en pyroxeen. Onregelmatige, kleine titaniet-korrels zijn vrij talrijk. Apatiet-zuiltjes komen hier en daar voor.

Al de hierboven behandelde gesteenten zijn typen, die, wanneer ze geen pyroxeen bevatten, vrijwel normale vertegenwoordigers der graniet-„familie" zouden zijn. Er komen echter ook stollingsgesteenten voor, welke behalve hun pyroxeen-gehalte nog andere abnormale kenmerken bezitten, hetzij wat betreft samenstelling, hetzij wat betreft structuur.

6. Zoo vertoont b.v. D. 10928 (in XVII. 34 NW, behoorende tot een injectief gedeelte in het contact, dat langs den grooten rijweg ontsloten is) verschillend samengestelde deelen, welke alle veel pyroxeen bevatten. Er is een deel van het praeparaat, waarin men de pyroxeen aantreft als porphyrische kristallen in een fijn prehniet-aggregaat. Een dergelijke structuur werd vroeger reeds vermeld in D. 10825 (zie pag. 97), welk gesteente aan dezelfde contactwand gevonden werd. In een gedeelte van dat praeparaat liggen de pyroxeenkristallen in een sterk gesericitiseerde massa van oorspronkelijk eenigszins granitische samenstelling. Een dergelijk, hoewel minder sterk gesericitiseerd gedeelte vertoont ook praeparaat D. 10928. Daarenboven treedt hier nog een deel op, dat uit groveren, frisschen orthoklaas en weer denzelfden pyroxeen bestaat, waarbij vrij veel titaniet voorkomt. De pyroxeen vertoont, vooral in het sericiet-rijke gedeelte, duidelijke corrosie-contouren. De grenzen tusschen de deelen zijn vrij scherp; soms worden ze gevormd door dunne prehnietsnoertjes. Uit het orthoklaas-rijke gedeelte treedt een dun gangetje in het „sericitische" deel.

7. Geheel andere typen van pyroxeen-houdende gesteenten aan de granietzijde van het contact vertoonen de praeparaten D. 11227 en 11221. Deze gesteenten werden aangetroffen tusschen Devoon en graniet in XII. 17 S, dicht bij het ertsvoorkomen. Ze zijn donker tot zwartgrijs van tint, fijnkorrelig met porphyrische veldspaten van enkele millimeters. De plagioklaas-phenokristen zijn zonair, met meestal sterk gesericitiseerde kern. Het fijnere gedeelte van deze gesteenten bestaat uit: plagioklaas, kwarts, orthoklaas, biotiet, diopsied, groenen hoornblende. De biotiet vertoont geen eigen vorm en is dikwijls grillig begrensd. De pyroxeen, voorkomend als onregelmatige korrels, is talrijk. Er zijn geen overgangen waarneembaar van dezen pyroxeen naar den, dikwijls vezeligen, groenen hoornblende, welke voornamelijk als zuilvormige kristallen optreedt.

Een dun, hoornblende-rijk snoertje verloopt door het praeparaat D. 11227. Erts en apatiet komen voor. Het gesteente herinnert eenigszins aan een lamprophyr. D. 10927 van dezelfde vindplaats is een, ten deele grover gesteente, echter met ongeveer dezelfde samenstelling. Hier ziet men echter overgangen van pyroxeen in een groenen, vezeligen hoornblende, terwijl ook sterk gecorrodeerde, grootere kristallen van pyroxeen optreden. Er komt verder prehniet en onregelmatige calciet in voor. Het handstuk, een grijs-gekleurd, eenigszins grofkorrelig gesteente, bevat vrij talrijke pyriet-cubi van enkele millimeters doorsnede.

8. Aan den geïnjiceerden Devooncontact-wand langs den rijweg op den rechter Segre-oever tusschen Areyns en Pont de Bar werd ook nog een pyroxeenhoudend gesteente (D. 11228) aangetroffen, dat een afwijkende structuur bezit. Men treft hierin meerdere-millimeters-groote orthoklasen en vooral kwartsen aan, die, met zeer onregelmatige begrenzingen, voorkomen tusschen de overige elementen van het gesteente. Dit herinnert dus eenigszins aan de structuren der „poikilitische" insluitsels in het oostelijk gedeelte van het massief van Llés-Aristot. De structuur en samenstelling echter verschilt er overigens van. Op beperkte schaal treft men micropegmatitische vergroeiingen van kwarts en orthoklaas aan. Opvallend is de uitgesproken idiomorphie van den zonairen plagioklaas ten opzichte van de overige mineralen. De meest basische samenstelling, die de plagioklaas bereikt, is circa die van andesien-labrodor. De groene, soms vezelige hoornblende kan idiomorphie vertoonen ten opzichte van biotiet, soms is deze er mede vergroeid. Slechts tegenover kwarts en orthoklaas bezit de biotiet idiomorphe begrenzingen. De niet talrijke, dikwijls stoffige, monokline pyroxeen is vaak xenomorph tegenover plagioklaas.

9. Terwijl al de hierboven genoemde gesteenten monoklinen pyroxeen bevatten, werd in XVII. 35 NE langs de grens van metamorphen kalksteen in een gesteente-band, welke eenigszins gelijkt op een fijnkorreligen dioriet, bronziet aangetroffen (D. 11220). Dit gesteente bestaat in hoofdzaak uit plagioklaas, bronziet, biotiet, kwarts en orthoklaas. De plagioklaas is talrijk. Hij kan een enkele maal eenige idiomorphie vertoonen tegenover den pyroxeen. De afmetingen der plagioklasen wisselen sterk, circa tusschen 0.1 en 1.5 mm. Zij zijn nogal sterk zonair gebouwd: de kern is ongeveer labrador, de rand oligoklaas-albiet. Kwarts en orthoklaas komen in geringe hoeveelheid als laatste uitkristallisaties voor. Zeer talrijk is de bronziet in dit gesteente. De afmetingen zijn zelden grooter dan ½ mm. Deze pyroxeen is iets pleochroitisch van iets rose tot kleurloos. n_γ is scherpe bisectrix. De kristallen zijn meestal idiomorph, ook ten opzichte van biotiet, waarin ze ingesloten voor kunnen komen. Dikwijls ziet men overgangen naar vezeligen hoornblende. De biotiet is xenomorph ten opzichte van plagioklaas en pyroxeen. Bij pyroxeen en biotiet is dikwijls erts aanwezig. Apatiet is schaarsch.

10. *Granaat-houdende stollings-gesteenten*. Slechts enkele malen werd aan de onmiddellijke contacten met het Devoon, granaat in den graniet aangetroffen. In XIX. 34 NW werd in een apliet-granitisch gesteente verbrokkelde granaat waargenomen, dicht bij een granaatrots-insluitsel in den graniet (D. 11229). De verbrokkelde granaat, welke ten deele een stoffig uiterlijk bezit, komt inge-

sloten in albiet („Schachbrett-albit") voor. Orthoklaas en kwarts ontbreken. Slechts in den granaat is iets kwarts ingesloten, daar vindt men ook een enkelen pyroxeen.

Calciet-houdende stollingsgesteenten. In vrij talrijke granitische gesteenten bij de Devoon-graniet-contacten werd calciet aangetroffen.

11. In D. 11230 (XVII. 35 NE) vindt men dezen calciet zeer typisch ontwikkeld, n.l. als zeer dunne basale platen, welke in het praeparaat smalstrepige doorsneden leveren, die tegenover alle andere componenten van het gesteente idiomorphie vertoonen (fig. 13). Het lichte aplitische-graniet-gesteente bestaat verder uit kwarts, orthoklaas en albiet voor een deel („Schachbrett-albit"), chloriet en prehniet. Zeer zwak dubbelbrekende chloriet, ten deele sphaerolitisch, komt veel in het praeparaat voor. Titaniet-korrels zijn niet zeldzaam. Dergelijke idiomorphie, welke sterke overeenkomst vertoont met den idiomorphen calciet van de kalksilikaathoornrotsen, treedt als regel in de calciethoudende granitische gesteenten van het massief van Llés-Aristot op. Zoo werd dit ook aangetroffen in de contact-granieten in XIX. 19, waarin de calciet zeer talrijk kan zijn: D. 11222 is een gesteente van het directe contact, waarvan het moeilijk is uit te maken of het een veranderd sediment- of granitisch-gesteente is. De platige calciet is daar zeer talrijk. Ook muscoviet, als schubjes en kleine sphaerolieten, en chloriet, als onregelmatige aggregaten, zijn veel aanwezig. Verder komt er kwarts voor, weinig zure-plagioklaas en veel kaolien, in gangachtige snoertjes, welke den calciet kunnen doorbreken. D. 11236, van dezelfde vindplaats, echter iets verder van het contact verwijderd, bezit duidelijken orthoklaas en albiet. De kaolien ontbreekt hier. De, als regel idiomorphe, calciet kan een enkele maal xenomorphie tegenover plagioklaas vertoonen. De kwarts is schaarsch in dit praeparaat. D. 11132 van dezelfde vindplaats bevat minder calciet en chloriet, en slechts weinig muscoviet. Kwarts vertoont hier een enkele maal idiomorphie ten opzichte van calciet. De, bij de kalksilikaathoornrotsen vermelde, kanteelvormige uiteinden van calciet worden ook in deze granitische gesteenten soms aangetroffen. Enkele andere vindplaatsen van calciet-houdende granitische gesteenten zijn de volgende: XVIII. 34 SW, XVII. 34. Opmerkelijk is het, dat vrij veel van deze gesteenten zeer weinig of geen kwarts bevatten, iets, wat nooit meer-naar-binnen in het massief opgemerkt werd (D. 11240, 11241, 11223, 11224, 11231, enz.). De calciet kan in deze gesteenten ook in minder eenvoudigen kristalvorm optreden, b.v. in D. 11241, waarin grofkristallijne calciet voorkomt, die soms kleine veldspaatkristalletjes omsluit, welke fraai idiomorph zijn. Ook in microgranitische gesteenten kan men aan de Devooncontacten calciet aantreffen, b.v. D. 10996 (VIII. 10 NE), waarin o.a. een vlek van grofkristallijnen calciet voorkomt, waarbij tevens sphaerolitische, fijne muscoviet optreedt.



Fig. 13.
1 = kwarts.
2 = albiet.
3 = calciet.

12. Tenslotte werd calciet ook meermalen als component van eruptieve

gangetjes aangetroffen. In den reeds vroeger behandelden pegmatitischen apliet D. 11133 (X. 12 NE) komen gangachtige gedeelten voor, welke bestaan uit kwarts, calciet, iets veldspaat en chloriet. De kwarts vertoont hier meermalen fraaie idiomorphie tegenover den vrij grof-kristallijnen calciet. De kwartsen vertoonen pyramidale en prismatische begrenzingsvlakken en bezitten geen regelmatige oriëntatie ten opzichte van het gangverloop. De grens van gang en nevengesteente is niet scherp; aan de randen vertoont het nevengesteente fijner micropegmatitische vergroeiing dan iets verder daarvan verwijderd.

Ook de toermalijn-houdende aplieten bevatten meermalen iets primairen calciet. Duidelijk is deze vooral in D. 11126 (X. 7). Een smal toermalijn-rijk gangetje bevat calciet als primair mineraal. Toermalijn, kwarts en veldspaat kunnen duidelijke idiomorphie tegenover dezen calciet vertoonen (zie ook pag. 62).

Overzicht der graniet-veranderingen aan de Devoon-contacten. In de bovenstaande bespreking zijn de volgende mineralen vermeld, welke abnormaal zijn in de samenstelling van den graniet en zijn variaties: Pyroxeen (monokline pyroxeen en bronziet), granaat, calciet, prehniet. Ook is in deze gesteenten het soms veel voorkomen van chloriet, muscoviet en titaniet abnormaal. Deze afwijkende bestanddeelen van de stollingsgesteenten treft men slechts aan in de onmiddellijke nabijheid der Devoon-contacten; slechts de calciet werd in enkele gevallen (toermalijn-rijke gangetjes) tot op enkele honderden meters van het contact in het graniet-massief gevonden. De genese van al deze mineralen en der afwijkende gesteenten is zeker niet steeds dezelfde geweest. Er zijn de volgende mogelijkheden, wat betreft de wijze van ontstaan:

A. De mineralen zijn langs mechanischen weg uit de contactmetamorphe Devoon-sedimenten in het magma opgenomen.

B. De afwijkende gesteenten waren oorspronkelijk metamorphe kalken, die echter, hetzij doordat zij als exogene insluitsels in het magma opgenomen werden, hetzij door hun ligging aan het onmiddellijke contact, een sterke stofwisseling met de omringende smelt konden ondergaan. Er kunnen daar dan mineralen optreden, welke een aanwijzing geven van het grootere Ca-gehalte in deze hybride gesteenten. Dergelijke mineralen kunnen resten van de metamorphe kalken zijn, of ze zijn bij omkristallisaties ontstaan.

C. Door stof-opname of afgifte is de samenstelling van het magma veranderd. Hiertoe kunnen ook de onder (B) genoemde gesteenten, voor zoover ze een groot gehalte aan granitisch materiaal bevatten, gerekend worden. Deze stof-opname in het magma behoeft echter niet ter plaatse geschied te zijn. Bij deze derde groep kan men zich denken, dat er mineralen voorkomen, welke uitsluitend uit opnieuw uitgekristalliseerd materiaal der contact-metamorphe Devoon-gesteenten zijn samengesteld, of andere welke uit een stof-combinatie van magma en metamorph sediment ontstaan zijn.

D. Het zou ook mogelijk zijn, dat de afwijkingen onafhankelijk van het contact, althans van de samenstelling van het contact-sediment, zouden zijn. Een zuiver physische invloed zou dan de ontstaans-oorzaak van de afwijkende gesteenten zijn.

E. De afwijkende gesteenten zouden ook absoluut onafhankelijk van het contact kunnen zijn ontstaan.

Ontstaanswijze, als bedoeld sub (E) is uitgesloten, omdat men de afwijkende gesteenten slechts aan de contacten vindt; ontstaanswijze, als bedoeld sub (D) is uitgesloten, omdat de gesteenten alleen aan de Devoon-contacten, nimmer aan de Siluur-contacten voorkomen.

Mechanische opname van contact-mineralen heeft zeer duidelijk plaats gehad in het sub (10) besproken granaat-houdende granitische gesteente. De onder (1) en (2) genoemde, dikwijls onregelmatige, pyroxeen zou misschien eveneens uit begrenzende kalksilikaathoornrotsen afkomstig kunnen zijn. De onder (7), (8) en (9) behandelde beschouw ik als gesteenten van het genetische type B met volledige omkristallisatie. Hun plaats aan de directe contacten maakt dit waarschijnlijk. Tot de gesteenten, welke uit een, tengevolge van stoftransport, gewijzigd magma ontstaan zijn, behoort misschien de onder (4) genoemde pyroxeen-dioriet. Een dergelijk ontstaan zou ook voor de syenitische stollingsgesteenten mogelijk geacht kunnen worden (D. 11232, 11235, 11240, 11241, 11223, 11224, 11231), welke alle onmiddellijk bij het contact voorkomen. Voor de calciet-houdende gesteenten, welke onder (11) genoemd zijn, acht ik het waarschijnlijk, dat deze calciet, na in het magma uit de Devoon-sedimenten opgenomen te zijn, later weer als calciet uitgekristalliseerd is. Zeer eigenaardig is echter de, zoo dikwijls optredende, idiomorphie van dezen calciet. Men is bij eruptief-gesteenten geneigd, idiomorphie als een bewijs van vroege uitkristallisatie te beschouwen. In verband echter met den aard van calciet, acht ik een primaire uitkristallisatie onwaarschijnlijk, althans geheel onverklaarbaar in het zure milieu van het granitische magma. Daarenboven duidt het sub (12) vermelde optreden in toermalijn-rijke gangetjes op een nog laat aanwezig zijn van calciet in het uitkristalliseerende magma. Zou hier geen pneumatolytische genese mogelijk zijn, waarbij idiomorphie op dezelfde wijze tot stand kwam, als b.v. bij pneumatolytischen muscoviet? Misschien geeft het soms tezamen voorkomen van calciet met muscoviet en chloriet een aanwijzing in die richting [1]).

Het is voor afwijkende granitische gesteenten, welke niet in duidelijk verband met de Devoon-contacten voorkomen, vaak moeilijk, dikwijls zelfs onmogelijk hun genese op te sporen. Zoo b.v. gelukte het mij niet zekerheid te verkrijgen omtrent den oorsprong der op pag. 60 behandelde „donkere" insluitsels, welke in het westelijk gedeelte van het massief zoo talrijk zijn. Gezien het feit, dat ze slechts in het westelijk terrein aangetroffen werden, waar voornamelijk Devoon-contacten optreden, is het niet geheel uitgesloten, mede gezien hun eenigszins (meer dan normaal granitisch) basische samenstelling, dat ze in eenigerlei verband tot de kalkgesteenten staan.

Calciet-rijke gangen in den graniet. In het westelijk gedeelte van het graniet-massief werden op verschillende plaatsen gangen, voornamelijk uit calciet bestaande, aangetroffen. Vindplaatsen van zulke gangen zijn o. a.:

---

[1]) Een uitvoerige discussie van primairen calciet in stollingsgesteenten vindt men bij W. C. Brøgger: Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes. *Skrifter Videnskapsselskapet Kristiania*, 1920. Matem.-Nat. Klasse, 2. Bind, pag. 334.

XVIII. 10 SE, XVII. 18 NW, XXII/XXIII. 31 E, XXIII. 32 SW.

Hun dikte is meestal geringer dan 10 cm. D. 11206 is een praeparaat van den gang, welke in XXIII. 32 NW aangetroffen werd. Het bestaat uit calciet en kwarts. De kwarts is in één gedeelte aanwezig als zeer fijne korrelige aggregaten, waartegenover de nogal grof-kristallijne calciet, welke het overige gedeelte van het praeparaat vormt, soms idiomorphie vertoont, hetzij in smalle naaldvormige doorsneden, of wel met rhomboëder-vorm. Zijn deze gangen wellicht als descensieve gangen te beschouwen? In het oosten van het massief werden ze nooit gevonden. Het zooeven behandelde voorkomen van zulk een merkwaardigen gang is circa 500 m. onder de Devoon-kalken in den graniet gelegen.

ALGEMEENE BESCHOUWINGEN OVER DE INTENSITEIT DER CONTACTMETAMORPHOSE IN HET MASSIEF VAN LLÉS-ARISTOT.

Wanneer men aard en intensiteit der contactmetamorphose in het massief van Llés-Aristot vergelijkt met die, welke optreedt in het door LACROIX [1]) onderzochte contact-gebied van den graniet van Quérigut (althans met het westelijk en zuidelijk gedeelte van den contacthof van dien graniet), vindt men een aantal essentieele punten van verschil. De onveranderde sedimenten zijn ook daar kleiige, kwartsitische en kalkige gesteenten (in de kalken komen echter belangrijker kleiige inschakelingen voor). De contactmetamorphose is er echter veel sterker dan in het door mij onderzochte gebied. Dit moge blijken uit het volgende:

A. De kleiige en kwartsitische sedimenten zijn dikwijls tot op grooten afstand van den graniet zeer sterk veldspaathoudend. Tot honderden meters van het contact kunnen veldspaat-rijke gesteenten optreden, die zoowel ,,injectie''- als ,,imbibitie''-leptynolieten zijn. Men vindt in dergelijke gebieden geen scherpe contact-grens; naar den graniet toe, vindt men een, steeds sterker wordende, granitisatie.

B. Ook de veranderingen der kalksteenen zijn zeer sterk. Vooral dient vermeld te worden de, soms belangrijke, veldspatisatie, die in deze gesteenten dikwijls plaats gehad heeft. Speciaal merkwaardig zijn de veranderingen, welke het magma door opname van kalkig materiaal ondergaan heeft. LACROIX kon aantoonen, dat door een dergelijke materiaal-opname de granitische samenstelling van het magma zoodanig beïnvloed werd, dat er aan de kalkcontacten steeds gesteenten van basische samenstelling voorkomen; dergelijke gesteenten zijn o. a. amphibool-granieten, diorieten, norieten, hoornblendieten en hoornblende-peridotieten. Waar hij in deze contact-gebieden kalkige insluitsels aantrof, zijn deze omgeven door zones van dergelijke gesteenten. Deze kunnen zich zelfs over meerdere honderden meters uitstrekken.

In het massief van Llés-Aristot daarentegen vinden wij het volgende:

A. Veldspaat-rijke gemetamorphoseerde kleiige en kwartsitische gesteenten zijn slechts tot op geringen afstand van het contact en lang niet overal aanwezig. Injectie-leptynolieten komen slechts op enkele plaatsen aan het onmiddellijk contact voor. De contact-grens is vrijwel steeds zeer scherp.

B. De veranderingen der kalksteenen tot kalksilikaathoornrotsen komen slechts dicht bij den graniet voor. De zelden aangetroffen veldspatisatie van deze gesteenten is slechts gering. Basische stollingsgesteenten aan de metamorphe

---

[1]) A. LACROIX. Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact, I & II. Bull. Carte géol. de la France, Nos. 64 en 71 (1898 en 1900).

kalksteen-grenzen treden schaars en slechts zeer dicht bij het contact op. Basischer gesteenten dan diorieten werden niet aangetroffen.

De contactmetamorphose in het massief van Llés-Aristot is dus veel geringer dan in het door LACROIX onderzochte gebied. Wij kunnen voor dit verschil in intensiteit verschillende oorzaken aangeven:

1. De, in het gebied van Llés-Aristot ontsloten, graniet is het dak van het granietmassief. Dat dit het geval is, kon zeer duidelijk aangetoond worden (zie pag. 28 en de profielen in fig. 4).

2. De microgranitische structuur van de stollingsgesteenten in het westen van het gebied wijst op een snelle afkoeling van het magma (zie pag. 58). Ook in het oosten van het graniet-gebied zijn aanwijzingen voor een snelle afkoeling voorhanden, zij het ook niet in die mate als in het Westen (zie pag. 79). De contactmetamorphose is daar in het oosten wellicht eenigszins intensiever, dan in het overige onderzochte gedeelte van den contacthof. Dit zou dan in verband kunnen gebracht worden met de iets diepere ligging ten opzichte van het dak in dit gedeelte van den graniet (zie pag. 28).

Het ,,klassieke'' zuiden en westen van den graniet van Quérigut vertoont de hierboven genoemde eigenschappen niet. Sedimenten, die daar in het granietterrein geïsoleerd voorkomen zijn geen graniet-bedekkend sediment, maar zijn geheel in den graniet ingesloten sediment-schollen.

Het gebied van Llés-Aristot geeft een fraai voorbeeld van een gematigde contactmetamorphose om het top-gedeelte van een graniet-massief, dat door snelle afkoeling van het magma uitgekristalliseerd is.

AANHANGSEL.

Voor hen, die het gebied van Llés-Aristot of omliggende streken willen bezoeken, kunnen de volgende inlichtingen van nut zijn:

1. Het gebied wordt het gemakkelijkst bereikt door middel van den nieuwen spoorweg Parijs, Toulouse, Ax-les-Thermes, Puycerda, Barcelona. Van Puycerda naar Seo de Urgel rijdt drie maal daags een autobus door het Segre-dal (zie het overzichtskaartje op pag. 5).

2. De ,,Fondas'' in de kleine plaatsjes zijn primitief, de niet veeleischende reiziger zal er echter zeker tevreden zijn. Enkele adressen, welke ik aanbevelen kan, zijn:

In Martinet: Fonda y Café, Francisco Campi. (Pension-prijs 8 pesetas).

In Bellver: Fonda y Café Viayna (Francisco Sirvent). (10 pesetas).

In S. Vicens; Balneario de S. Vicente, Seo de Urgel. (9 pesetas en hooger).

3. Door middel van een aanbeveling der hoteliers is het zonder veel moeite mogelijk bij boeren in kleinere plaatsjes onderdak te vinden. Zoo logeerde ik zeer tot mijn genoegen bij inwoners van Caborriu de la Llosa en Castellnou.

4. Het verdient aanbeveling bij geologische onderzoekingen voorzien te zijn van een vergunning, welke men bij de politie-autoriteiten te Barcelona moet aanvragen. Deze ,,permiso'' zal slechts gemakkelijk verkregen worden, wanneer men over b.v. consulaire aanbevelingen beschikt. (De Heer E. Beltram J. Manrique, Spaansch consul te Amsterdam, was zoo vriendelijk mij deze te verschaffen).



5. Topographische kaarten zijn o.a. verkrijgbaar aan het volgende adres:

Material Escolar y cientifico, S. A. Sucessora de J. Esteva Marata. Ronda Universidad 7, Barcelona. In het gebouw van de vereeniging ,,Centre Excursionista de Catalunya'' zijn alle kaarten ter inzage. Ook kan men hier allerlei inlichtingen verkrijgen.

Hiernaast vindt men een afbeelding van een zeer merkwaardig monumentje, dat ik aantrof op den kam van de Sierra de Sta.Ana in XXXIII.58 NE. Het zijn enkele vogelfiguren en een reeks eigenaardige letters, welke ,,en relief'' in enkele kalksteenen uitgebeiteld zijn. De landbevolking kende beteekenis noch herkomst dezer steenen. Kan iemand mij mededeelen, wat deze oude overblijfselen in die eenzame streek beduiden?

UTRECHT, 18 November 1929.

INHOUD.

INLEIDING 5

GEOLOGISCH GEDEELTE 7
Litteratuur 7
Sedimentgesteenten 7
Stratigraphisch overzicht 7
Ordovicien 9
Gothlandien 12
Devoon 14
Carboon 16
Stollingsgesteenten 17
Graniet 17
Ganggesteenten 17
Ouderdom van den graniet 18
Ouderdom der ganggesteenten 20
De Contacthof 21
De Geologische Kaart 23
Tektoniek 26
Waarnemingen van Diaklasen en Gangen 37

PETROGRAPHISCH GEDEELTE . . . . . 50—109
Stollingsgesteenten 50
Algemeen voorkomen van granieten en microgranieten 50
Graniet 50
Kwartsdiorieten 55
Diorieten 55
Microgranieten 56
Insluitsels in de granitische gesteenten 59
Aplitische ganggesteenten 60
Lamprophyrische ganggesteenten 62
Olivijnbasalt 68
Contactgesteenten . . . . . 70—104
Contactmetamorphose van Ordovicien-gesteenten 70
Onveranderde sedimenten 70
Contactmetamorphe sedimenten 70
Afwijkingen en bijzonderheden in samenstelling en structuur der granitische gesteenten aan de Ordovicien-contacten 78
Kalkige metamorphe sedimenten van mogelijk ordovicischen ouderdom 79

Kwartsrijke gangetjes in den oostelijken contacthof 79
Algemeene beschouwingen over de contactmetamorphose der Ordovicien-gesteenten 80
Contactmetamorphose van de Gothlandien-gesteenten 82
Contactmetamorphose van de Devoon-gesteenten 83
Onveranderde sedimenten 83
Contactmetamorphe sedimenten 83
Mineralogische samenstelling der kalksilikaathoornrotsen, Granaat 87, Vesuviaan 90, Diopsied en Hedenbergiet 91, Epidoot 92, Orthiet 93, Wollastoniet 93, Hoornblende 94, Calciet, 94, Kwarts 95, Veldspaat 97, Prehniet 97, Glimmer en Chloriet 98, Titaniet 99, Apatiet 100, Opaal 100, Erts 100.
Algemeene beschouwingen over de contactmetamorphose der Devoon-gesteenten 101
Afwijkingen en bijzonderheden in samenstelling en structuur der granitische gesteenten aan de Devooncontacten 104

ALGEMEENE BESCHOUWINGEN OVER DE INTENSITEIT DER CONTACTMETAMORPHOSE IN HET MASSIEF VAN LLÉS-ARISTOT . . . . . 111—112

AANHANGSEL 113

J. 2334.

RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET PÉTROGRAPHIQUES DANS LE MASSIF GRANITIQUE DE LLÉS-ARISTOT DANS LES PYRÉNÉES ESPAGNOLES ORIENTALES.

Le massif de Llés-Aristot est situé au sud de l'Andorre. Sa partie méridionale est à peu-près bornée par le rio Segre (fig. 1, page 5).

Le massif est composé d'un granite à grain normal, contenant toujours de la biotite, souvent de l'amphibole. Dans la région occidentale la structure devient microgranitique. A quelques endroits il y a des roches dioritiques. Leur répartition ne montre aucun rapport avec celle des sédiments calcaireux. Il n'est pas possible de démontrer l'origine d'enclaves qui sont souvent très abondants dans la partie occidentale du massif. Des enclaves qui proviennent apparemment des sédiments, sont restreintes à la proximité des contacts. Le granite et les sédiments adjacents sont traversés par de nombreux filons. Ce sont surtout des lamprophyres et des aplites. Les premiers forment un groupe de types assez divers, mais nous avons dû renoncer à déterminer plus spécialement ces roches parce qu'elles ont subi des altérations trop fortes. Il faut signaler la présence assez remarquable de phénocristaux d'anorthose dans quelques-uns de ces lamprophyres.

Le granite a métamorphosé à ses contacts les sédiments du palaeozoicum qui constituent tout le terrain autour du granite. Ce sont des couches d'âge silurien et dévonien [1]). Les petits affleurements du Dinantien dans le voisinage du granite ne montrent pas de phénomènes de métamorphisme, le Dinantien étant en contact anormal avec le granite par une faille. En Andorre le Dinantien est bien modifié par ce même granite (L. BERTRAND).

Le métamorphisme de contact est beaucoup moins fort autour du granite de Llés-Aristot que dans la partie occidentale et méridionale du massif de Quérigut (Haute-Ariège) dont les phénomènes de contacts sont tellement renommés par les études classiques de LACROIX (± 1900).

Les sédiments de l'Ordovicien (des schistes et des grauwackes) montrent des modifications tout au plus jusqu'à une distance de 800 mètres du granite. Ces schistes sont les plus sensibles au métamorphisme. Dans l'auréole métamorphique les roches ordoviciennes ont été modifiées surtout en schistes tachetés et en cornéennes (les minéraux de contact sont indiqués à page 80). Dans le voisinage du granite ils perdent parfois toute indication de stratification. C'est pourquoi il n'a pas été possible de suivre des couches spéciales non-modifiées

---

[1]) Quelques gîtes fossilifères dans le Gothlandien sont: XI. 52 S, XLI. 44 E, XIV/XV. 41 E, XIV et XV. 31, XIII. 26 et 27, XIV. 24, XVI. 24 NE (les endroits sont indiqués par leurs coordinats sur la carte).

jusqu'au granite. Il y a des cornéennes feldspathifères qui ne sont jamais plus éloignées du granite que de loo mètres. Généralement nous ne les avons trouvées que bien près du granite.

Parmi ces cornéennes feldspathifères il n'y en a qu'un très petit nombre qui présentent des phénomènes d'injection; on peut signaler avec certitude que celles-ci ont subi un apport de matières magmatiques.

Les schistes carburés du Gothlandien sont souvent modifiés en schistes à chiastolithe.

Les couches du Dévonien qui sont surtout composées de calcaires avec des intercalations très minces de schistes, ont été transformées en calcaires marmorisés, souvent avec des silicates de chaux accessoires. Ce n'est qu' à une petite distance du granite (généralement pas plus de 20 mètres) qu'il y a des roches constituées presque entièrement par des silicates de chaux.

Cependant on trouve, même dans cette zône, souvent des calcaires marmorisés, à une quantité subordonnée de minéraux de contacts, séparés du granite seulement par une bande de silicates d'une largeur de quelques millimètres. La composition d'un nombre de roches constituées essentiellement par des silicates de chaux est mentionnée dans le tableau de page 85 [1]); une énumération de tous les minéraux des calcaires métamorphiques se trouve à page lol. Pour la formation de ces types de roches un transport de matières magmatiques a été indispensable.

Il y a toujours une limite bien nette entre les sédiments métamorphiques et le massif. Cependant, aux contacts calcaireux on trouve quelquefois dans le granite des roches qui diffèrent du granite par leur composition qui est plus basique: elles peuvent contenir de la pyroxène et elles sont assez souvent privées de quartz, etc. Ensuite on trouve des granites qui contiennent du calcite en cristaux souvent idiomorphiques (aplatis suivant (oool), voir fig. 13, page 107) [2]). Aux contacts avec l'ordovicien le granite contient quelquefois de la cordiérite qui également provient probablement des roches métamorphiques.

La partie méridionale et occidentale du massif de Quérigut, étudiée par Lacroix, montre des phénomènes de modification de contact beaucoup plus intenses (feldspathisation, roches endomorphiques, etc.). Les causes de cette différence importante sont les suivantes.

1. Le granite qui affleure dans la région de Llés-Aiistot est la partie supérieure du massif granitique (voir la carte et les profils de page 29).

2. La structure du granite indique qu'un refroidissement assez rapide du magma granitique a eu lieu. La partie occidentale du massif (qui se trouve

---

[1]) Explication de quelques mots hollandais: praeparaatnummers = numéros des plaques minces; vindplaatsen = lieux; zeer weinig = très peu; weinig = peu; iets meer = un peu plus; meer = plus; ongeveer de helft van het praeparaat vormend = formant environ la moitié de la plaque mince; vrij veel = assez grande abondance; zeer veel = grande abondance; zure = acide; kleurloos = incolore; gekleurd = coloré; erts = minerai.

[2]) Dans les roches métamorphiques on trouve quelquefois des cristaux de calcite de forme semblable (fig. 12, page 96).

le plus près du toit du granite) est composée principalement par des roches micro-granitiques.

Il nous reste à dire quelques mots sur les renseignements que donnent les diaclases et les filons d'aplite et de lamprophyre sur la tectonique du granite.

Fig. 6. montre en projection stéréographique la distribution un peu schématisée des diaclases, des filons de lamprophyre et de ceux d'aplite selon leur direction et inclinaison [1]).

Les données sur les stries de friction sont représentées dans fig. 7 (page 35), et les valeurs des directions et inclinaisons des diaclases dans la zone des sédiments métamorphiques sont indiquées dans fig. 8. Il s'ensuit que cette zone se comporte conformément au granite sous les forces qui sont responsables pour la formation des diaclases.

---

[1]) Les cercles indiquent les nombres des diaclases, les chiffres arabes ceux des filons de lamprophyre et les chiffres romains les nombres des filons d'aplite.

STELLINGEN.

I.

De Balanidae kunnen phylogenetisch niet afgeleid worden van de Archaeostraca, gelijk RUEDEMANN dit aangeeft.
(Proceedings Nation. Academy of Sciences. Vol. 4, 1918).

II.

Groote kristallen van kwarts en veldspaat in lamprophyren zijn ten deele zeker niet als nevengesteente-fragmenten te beschouwen.

III.

Ten onrechte beschouwen OPPENOORTH en ZWIERZYCKI het voorkomen van een opgeheven schiervlakte in het bergland van Atjeh als een bewijs voor een oud-neogenen erosie-cyclus.
(Jaarb. Mijnwezen 1917. Verhandelingen I, 1918).

IV.

De verklaring van HARRIS voor het ontstaan van zoutkoepels is onjuist.
(Economic Geology, 1909).

V.

De trilobieten-poot vertoont zoowel in bouw als functie veel overeenkomst met dien van Phyllopoden.
(STORCH. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 125).

VI.

De tektoniek van contactmetamorphe sedimenten kan overeenkomst met die van stollingsgesteenten vertoonen.

VII.

De intensiteit der contactmetamorphose is afhankelijk van de diepte.

VIII.

CORRENS' verklaring van het ontstaan van kalksteen-verkiezelingen is waarschijnlijker, dan de opvatting, dat dergelijke veranderingen door alkali-silikaat-oplossingen zouden zijn ontstaan.
(CORRENS. Neues Jahrb. f. Mineralogie, usw. Beil. Bd. 52A, 1925).

STELLINGEN.

I.

De Balanidae kunnen phylogenetisch niet afgeleid worden van de Archaeostraca, gelijk RUEDEMANN dit aangeeft.
(Proceedings Nation. Academy of Sciences. Vol. 4, 1918).

II.

Groote kristallen van kwarts en veldspaat in lamprophyren zijn ten deele zeker niet als nevengesteente-fragmenten te beschouwen.

III.

Ten onrechte beschouwen OPPENOORTH en ZWIERZYCKI het voorkomen van een opgeheven schiervlakte in het bergland van Atjeh als een bewijs voor een oud-neogenen erosie-cyclus.
(Jaarb. Mijnwezen 1917. Verhandelingen I, 1918).

IV.

De verklaring van HARRIS voor het ontstaan van zoutkoepels is onjuist.
(Economic Geology, 1909).

V.

De trilobieten-poot vertoont zoowel in bouw als functie veel overeenkomst met dien van Phyllopoden.
(STORCH. Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 125).

VI.

De tektoniek van contactmetamorphe sedimenten kan overeenkomst met die van stollingsgesteenten vertoonen.

VII.

De intensiteit der contactmetamorphose is afhankelijk van de diepte.

VIII.

CORRENS' verklaring van het ontstaan van kalksteen-verkiezelingen is waarschijnlijker, dan de opvatting, dat dergelijke veranderingen door alkali-silikaat-oplossingen zouden zijn ontstaan.
(CORRENS. Neues Jahrb. f. Mineralogie, usw. Beil. Bd. 52A, 1925).

IX.

Stoftoevoer in veldspaat-houdende contactmetamorphe gesteenten, waarin injectie-verschijnselen ontbreken, kan slechts door chemische analyses bewezen worden.

X.

De afhankelijkheid van eigenaardigheden in de kristallisatie-volgorde der Schwarzwald-stollingsgesteenten van phasen der magmadifferentiatie is door VON BUBNOFF niet bewezen.

(Fortschritte d. Geologie u. Pal., Band VII, Heft 20. 1928).

GEOLOGISCHE KAART VAN HET LLES–ARISTOT GEBIED
(NE. DER PROVINCIE LÉRIDA. SPAANSCHE PYRENEEËN)

LEGENDA

- ONDER CARBOON.
- DEVOON.
- GOTHLANDIEN.
- ORDOVICIEN
- GRANIET.
- M MICROGRANITISCHE FACIES.
- D DIORITISCHE FACIES.
- GRANIET. CONTACTHOF.
- HELLING CONTACTVLAK.
- APLIETGANG MET METING.
- „ ZONDER „
- LAMPROPHYRISCHE GANG MET METING.
- LAMPROPHYRISCHE GANG ZONDER METING.
- SEDIMENTGELAAGDHEID.
- VERSCHUIVING.

2KM

LI L XLIX XLVIII XLVII XLVI XLV XLIV XLIII XLII XLI XL XXXIX XXXVIII XXXVII XXXVI XXXV XXXIV XXXIII XXXII XXXI XXX XXIX XXVIII XXVII XXVI XXV XXIV XXIII XXII XXI XX XIX XVIII XVII XVI XV XIV XIII XII XI X IX VIII VII VI V IV III II I

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66

LXV LXIV LXIII LXII LXI LX LIX LVIII LVII LVI LV LIV LIII LII LI L XLIX XLVIII XLVII XLVI XLV XLIV XLIII XLII XLI XL XXXIX XXXVIII XXXVII XXXVI XXXV XXXIV XXXIII XXXII XXXI XXX XXIX XXVIII XXVII XXVI XXV XXIV XXIII XXII XXI XX XIX XVIII XVII XVI XV XIV XIII XII XI X IX VIII VII VI V IV III II I

TOSSA PLANA DE LLES 2908
ESTANY DE CAN COLOME
SA DE COMA DE BACH
SA DE CAN COLOME
SIERRA DE COMAPEDROSA
LA CARABASA 2736
CLOT DE ADALT 2509
RIO LLOSA
RIO ARANSA
LA BARRA
2492 PUNSO
SA DE LAS TINAS
2139
2039 COLL DE CARALT
2144 PLA DELLET
ARANSA
VILIELLA
CABORRIU DE LA LLOSA
PELAT DE TALLTENDRE 2234
LA BASTIDA
C. AMBRET
SERRAT DE SA BANDA
LLÉS
ARDOBEL
PRUDANS
CASTELLNOU
SA DE LOS TOSSALS
ARISTOT
MUSA
1366 ROCH DEL AGUILA
TRAVESERAS
LA SERRA
ROCH BENEIDO 1581
PONT DE BAR
Bº S. VICENTE
RIO SEGRE
TOLORIU
BAR
CARREYRS
SERRAT DE LA MATESA 1318
MARTINET
S. MARTIN
MONTELLA
RIO DE RIUDOLAINA
TURO DE PATALLIN 1535
ARSEGUELL
VILANOVA
SA DE BRALDAMS
BIXACH
RIGUE
SA DE GUANA