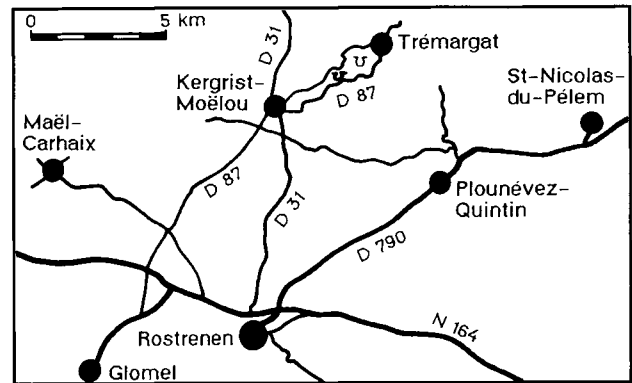


goed uitgekristalliseerde micromineralen voor, waaronder het meest in het oog springend (zet dan ook maar een veiligheidsbril op): albiet, kwarts, orthiet, muscoviet, biotiet, chloriet, aegirien, toermalijn, beryl, autuniet, torberniet, adulaar, hyaliet en bertrandiet.

*) Le Cahier des Micromonteurs, secretariaat AFM: c/o Jean-Claude Leydet, 2 Avenue de la Porte des Lilas, 75020 Parijs, Frankrijk. Jaarabonnement 1991: 150 FF.

Afb. B-19. De ligging van de groeves tussen Kergrist-Moëlou en Trémargat.



Het Massif Central

door W.C.P. de Vries

Het Massif Central is een belangrijk fragment van de Hercynische gebergtekets van Europa. Zie afb. C-1a en C1b. Tijdens de vorming van dit gedeelte van het gebergte werden de gesteenten sterk beïnvloed door plooiing en metamorfose. Het is op het ogenblik een plateau, een opgeheven schiervlakte, die nu op een hoogte ligt die varieert van 800 tot 1200 meter. Deze opheffing is - geologisch gezien - kort geleden gebeurd: in het Plio-Pleistoceen.

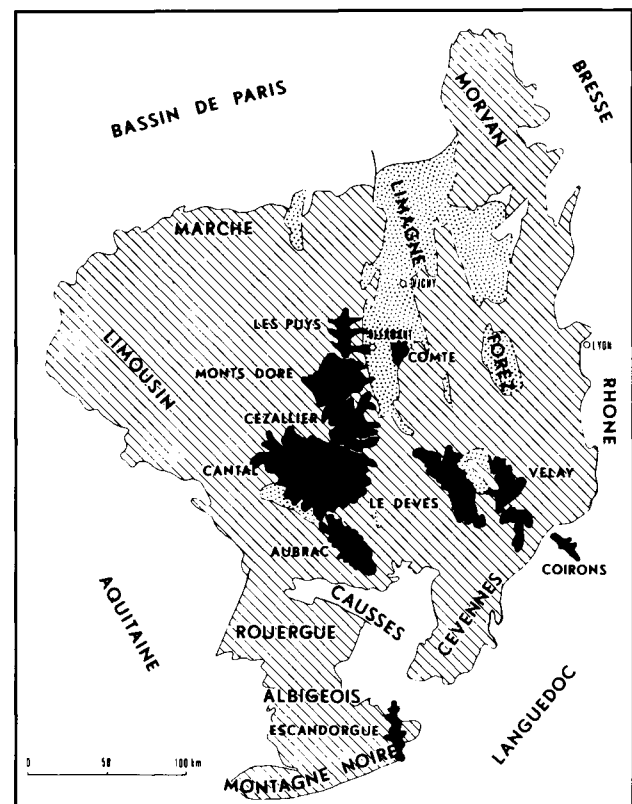
De geologische geschiedenis van het Massif Central is ingewikkeld. Gesteenten en structuren zoals we die nu zien zijn het resultaat van de Hercynische (Variscische) orogenese, maar waarschijnlijk is het overgrote gedeelte van het massief opgebouwd uit de romp van één (of mogelijk meer dan één) ouder gebergte, dat voor een deel ontstond in het Precambrium. Dit is de oude kern van het Massif Central, waar hoog-metamorfe gesteenten als gneizen en granietmassa's overheersen. Deze granieten hebben over het algemeen een Hercynische ouderdom: tussen de 320 en 312 miljoen jaar; ze zijn dus in de loop van het Namurien (Onder-Carboon) ontstaan. Zie de Stratigrafische tabel op pag. 4.

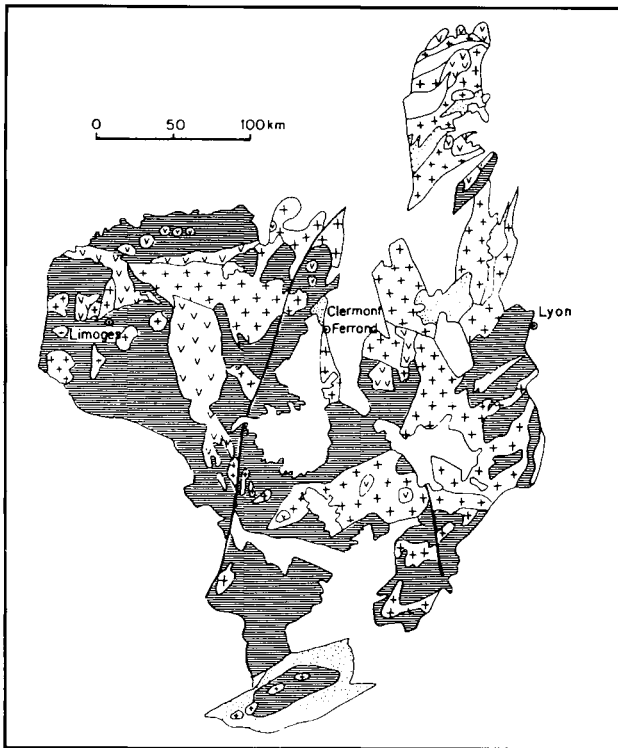
In deze periode valt de Sudetische fase van de Hercynische plooiing, toen in Midden-Europa een machtig gebergte van Alpine allure oprees. De Hercynische invloed is groot geweest, ook de oudere gesteenten en structuren zijn sterk veranderd, de Hercynische metamorfose heeft in veel gebieden de resultaten van een vorige fase voor een groot deel uitgewist. Daarom vinden we veel Hercynische ouderdommen in gesteenten die veel ouder kunnen zijn. De geschiedenis van het massief is dan ook bijzonder moeilijk te ontrafelen.

Afb. C-1a. Kaartje van het Massif Central met de verschillende deelgebieden. Gearceerd: de Hercynische sokkel; wit: Mesozoïsche en Tertiaire afzettingen; zwart: Tertiaire en Kwartaire vulkanen; gestippeld: Oligocene sedimentatiebekkens.

Oude gesteenten schrijven de geschiedenis

Aan de zuidelijke rand vinden we een strook minder hoog-metamorfe gesteenten, zoals schisten en fyllieten, waarvan een deel van Cambro-Silurische ouderdom is. In deze serie zijn sporen van Caledonische bewegingen te vinden. Het zuidelijkste gedeelte van het massief, de Montagne Noire, bestaat uit een metamorfe kern, de Agout Dome, omringd door series niet-metamorfe sedimenten die ouderdommen hebben van Cambrium tot en met Dinantien (Onder-Carboon). Deze gesteenteserie toont slechts zwakke bewegingen in Caledonische tijd: het Llandellien ontbreekt. Deze bewegingen staan niet in verband met gebergte-





Afb. C-1b. De kristallijne gesteenten van het Massif Central (naar J. Didier en J. Lameyre, 1969, uit: J.M. Peterlongo, *Massif Central*, uitg. Masson et Cie, Parijs, 1976). Zie ook C-1a..

wit:	sedimentaire en vulkanische gebieden, jonger dan Onder-Carboon
gestippeld:	niet-metamorfe gebieden, ouder dan Boven-Carboon
gearceerd:	metamorfe gesteenten: schisten, gneizen, migmatieten, anatexieten
+ + +	granodiorieten en monzonitische granieten
v v v	tweeglimmergranieten
	Bij de tot +++ en vvv behorende gesteenten komen zowel intrusieve als anatexitische vormen voor.

vorming; het kunnen langzame verticale bewegingen zijn geweest in de orde van grootte van de huidige daling van Nederland en het omringende Noordzee-gebied. Dit zijn zogenoemde epeirogenetische bewegingen.

Ook in de Morvan en de Charollais, aan de noordzijde van het Massif Central, vinden we gesteenten die aan de metamorfose zijn ontsnapt; deze dateren uit het Boven-Devoon.

Gesteenten van het Dinantien zijn op veel plaatsen aanwezig, vooral in het noordoostelijk gedeelte van het massief. Belangrijk is dat het Viséen volledig aanwezig is met als laatste serie de zogenoemde 'Tufs anthracifères': vulkanische gruisafzettingen met inschakelingen van sedimenten, die zijn afgezet in een zeer uitgestrekte waddenzee. Er groeiden soms bossen, waarvan dunne steenkoollaagjes getuigen.

Namuriën en het grootste deel van het Westfalien ontbreken. Tijdens dit tijdsinterval, en waarschijnlijk vooral tijdens het Namuriën, vonden de grote bewegingen plaats die het gebergte schiepen. Pas aan het einde van het Westfalien en in het Stéphanien komt de sedimentatie in het gebergtegebied weer op gang. We vinden in de brede dalen van het reeds gedeeltelijk afgesloten gebergte de zogenoemde 'intramontane bekkens', waarin door rivieren de afbraakproducten van het gebergte werden afgezet; ook vinden we conglomeraten en zandsteenafzettingen met kleischalies. Deze bekkensafzettingen bevatten veel steenkoollagen. In de dalen waren er vaak uitgestrekte moerassen, waarin tropische wouden groeiden met de bekende Carboonplanten: varens, wolfsklauwen en paardestaarten. In tegenstelling tot de steenkoollafzettingen in de noordelijke steenkoolgordel (van Engeland naar het oosten) zijn de lagen in deze bekkens zeer dik, maar hebben een geringe horizontale verspreiding.

Deze steenkoolbekkens tonen de invloed van sterke bewegingen, die vooral langs breuken op de grens Carboon-Perm plaatsvonden. Deze breukbewegingen worden samengevat als de zogenoemde Saalische fase van de Hercynische orogenese. Als afsluiting van de Hercynische geschiedenis vinden we de Permische gesteenten van het bekken van Autun, van Bourbon-l'Archambault ten westen van Moulins en van St-Affrique ten noorden van de Montagne Noire. Ook deze gesteenten zijn afgezet in dalende bekkens die begrensd werden door breuken.

De gesteenten van het Massif Central zijn door de Hercynische orogenese grotendeels sterk geplooid. We vinden plooistrukturen in alle denkbare grootten. Er komen plooien voor van kilometer-

grootte, die echter in het terrein niet te traceren zijn, want daarvoor is een grootschalig regionaal-geologisch inzicht noodzakelijk. Waarschijnlijk komen er ook grote, liggende plooien voor die vele kilometers groot zijn.

Een opvallende structuur van het Massif Central is de 'Sillon houiller', de 'Carboonslenk', die het massief in tweeën deelt. De Sillon heeft duidelijk de structuur van een grote slenk die ontstaan is door verticale breukbewegingen. Net als in de andere 'intramontane' bekkens van het massief, konden er telkens weer dichte wouden groeien. Het bekken is aan het einde van het Carboon sterk beïnvloed door bewegingen die de oorspronkelijke vorm en structuur grotendeels vernietigd hebben. Een zeer belangrijk punt is het verschil in de bouw van de beide delen van het Massif Central langs de Sillon. De strekking van de structuren, van gesteentelagen en plooien, in het westelijk gedeelte is noordwest-zuidoost. De structuren van dit gedeelte zijn rechtstreeks te vervolgen in het Armoricane Massief van Bretagne. Het oostelijk gedeelte heeft een zuidwest-noordoostelijke strekking en het vervolg van de structuren van dit gedeelte vinden we in de Vogezes. De grote V-vorm van het massief kan alleen ontstaan zijn als de twee gedeelten op de een of andere wijze ten opzichte van elkaar van plaats zijn veranderd: zijn verschoven of zijn gedraaid. De beweging is waarschijnlijk voornamelijk horizontaal gericht geweest, maar een duidelijk beeld heeft men nog niet.

Afbraak en hernieuwde opbouw

In de loop van het Boven-Carboon en het Perm wordt het Hercynische gebergte afgebroken. Aan het begin van het Mesozoïcum vinden we in plaats van het gebergte een mogelijk zwak golvende erosievlakte, een schiervlakte, die voor een groot gedeelte nog verder, zij het langzaam, zal worden vervalst tijdens de Trias- en zelfs de Jura-periode. Ondanks de veranderingen die sindsdien zijn opgetreden is op veel plaatsen in het Massif Central deze Hercynische erosievlakte nog te zien.

De gesteenten die tijdens het Mesozoïcum werden gevormd staan in sterk contrast met die van het Hercynisch beïnvloede gebied. De Mesozoïsche gesteenten zijn sedimenten, waarvan de veelal duidelijke gelaagdheid op de meeste plaatsen nog horizontaal ligt. Dit bewijst dat er sinds de vorming van deze sedimenten op de Jurassische of Cretaceïsche zeebodem weliswaar opheffende bewegingen hebben plaatsgevonden, maar dat deze bewegingen zeer gelijkmatig zijn geweest en zeker niet in de orde van grootte van die welke bij een gebergtevorming optreden. Reeds in een zeer vroeg stadium in de Onder-Trias (Bontzandsteen) begint de zee het vlakke gebied te overstroom. De zee komt uit het zuiden en spreidt zich dan vanuit het huidige oostelijke Pyreneeën-gebied langzaam in westelijke en noordelijke richting uit. Vooral in de Languedoc zijn er dikke Triadische sedimenten te vinden. De zee was nog maar heel ondiep, telkens werden er grote gebieden van de open zee afgesloten, het water verdampte en zo ontstonden evaporieten, bv. gipsafzettingen. De kustlijn lag aan de zuidzijde van het Massif Central, o.a. rond Florac. We vinden hier resten van het toenmalige rolfstrand terug, dit dateert deels uit de Trias maar de conglomeraatlaag is opgenomen in het basisconglomeraat die de overstroming tijdens de Lias vertegenwoordigt.

Aan het begin van de Jura worden er grotere gedeelten van het

vroegere Hercynische gebergtegebied overstroomd en nu verdwenen er ook grotere gedeelten van het Massif Central onder water. De overstroming is mogelijk doordat er dalende bewegingen van de aardkorst optreden. Deze bewegingen gaan niet gelijkmatig, er ontstonden zeearmen waarin vrij dikke sedimentseries konden worden gevormd, terwijl in andere gebieden slechts weinig sedimenten werden afgezet. Veel Mesozoïsche gesteenten, en dan vooral beperkt tot de Jura, vinden we aan de zuid- en zuidoostelijke rand van het massief in de zogenoemde Causses. Hier ontstond een breed bekken, een dalend gebied van rond de 100 km breedte, waarin voornamelijk kalkige gesteenten werden afgezet. De zee is in dit gebied altijd ondiep gebleven: er zijn sedimentaire structuren die wijzen op de vorming in zeer ondiep water, zoals stroomribbels. Er komen zelfs pootafdrukken van Dinosauriërs voor die eens over de vlakte van kalkmodder hebben gelopen.

In het centrum bedroeg de daling tijdens de Jura ongeveer 1500 m. De precieze grenzen van dit bekken zijn nu veelal niet meer zichtbaar. Op een enkele plaats is er nog een kustlijn te vinden. In het algemeen is de uitbreiding van deze golf echter niet bekend, omdat veel gebieden door jongere breukbewegingen zijn beïnvloed. Daarnaast hebben we te maken met de opheffende bewegingen van veel jongere tijd, waardoor veel sedimenten zijn verdwenen; vaak is het niet meer te achterhalen of bepaalde gebieden eens door Mesozoïsche sedimenten bedekt waren.

Dit verhaal geldt voor alle randgebieden van het Massif Central, dat gedurende een groot deel van de Jura waarschijnlijk toch nog gedeeltelijk landgebied gebleven is. De zee heeft aan alle kanten het massief omringd en telkens delen in bezit proberen te nemen. Een bekend voorbeeld van het voorkomen van een kustlijn is dat van de noordwestelijke punt van de Morvan, waar bij Mailly-le-Château een dik koraalrif uit het Callovien (Midden-Jura) te zien is.

De geschiedenis gaat gedurende het gehele Mesozoïcum met weinig variaties voort. Ook in het Krijt probeert de zee nog altijd met min of meer wisselend succes het Massif Central in bezit te nemen. De zee heeft daarbij tijdens het Boven-Krijt het meeste succes en de uitbreiding van de - opnieuw zeer ondiepe - zee is dan het grootst.

De zee trekt zich aan het begin van het Tertiair weer sterk terug en deze terugtrekking is nu definitief. Vele van de huidige Hercynische gebieden waren in het Tertiair niet door de zee bedekt.

In het begin van het Tertiair moet het Massif Central er als een vlakgeërodeerde schiervlakte hebben uitgezien. In het Oligoceen was er weer opheffing van het gebied, waardoor de erosie weer toenam. Opnieuw ontstonden er breuken, horsten werden opgeheven en slenken zonken weg. Hierdoor zijn ook Carbonische koollagen weggezaakt en aldus bewaard gebleven. De belangrijkste slenken zijn die van de Limagne en de Forez; het gebied van de Limagne zakte meer dan 2½ km! De dalingsbekkens werden gevuld met dikke lagen kalk, klei, zand en mergels; deze afzettingen zijn in de Limagne meer dan 1800 m dik.

Via de breuken begon in het Oligoceen in het gebied van de Limagne een periode van vulkanische activiteit. In het Mioceen, Pliocene en ook het Pleistoceen kreeg het vulkanisme in het Massif Central zijn grootste uitbreiding. De grote vulkanen Cantal en Mont-Dore ontstonden in het tijdsverloop van Mioceen tot Vroeg-Kwartair. Ook de vulkanen van Velay, Aubrac, Cézalier, Coirons en Escandorgue dateren uit deze tijdvakken.

In het Midden-Pleistoceen was er weer een opheffing van het Massif Central, de Causses stegen eveneens. De waterlopen gingen een nieuw patroon volgen en bestaande dalen werden verdiept. De opheffing was het sterkst in het oosten en zuiden. Daar ontstond de steilkant van de Cévennes, met een jong afwateringssysteem naar de Rhônevlakte en daarmee naar de Middellandse Zee. Het overgrote deel van het massief watert echter af op de Atlantische Oceaan: Allier en Loire ontspringen in het ZO-deel van het massief.

Tijdens de Riss- en Würm-glacialen in de Pleistocene IJstijd werden de hoge toppen van de Mont-Dore en Cantal bedekt door gletsjers: rondom deze vulkanen komen nu nog morenes voor. De jongste geschiedenis van het Massif Central wordt geken-

merkt door hernieuwd vulkanisme. In de periode van 100.000 tot ongeveer 7.000 jaar voor heden ontstonden de bijna 100 vulkanen van de Puys de Dôme en de Chaîne des Puys. De vele thermale bronnen van Auvergne zijn de laatste activiteit van het vulkanisme. Dat er ooit weer nieuwe vulkanische activiteiten zullen optreden is zeker niet uitgesloten.

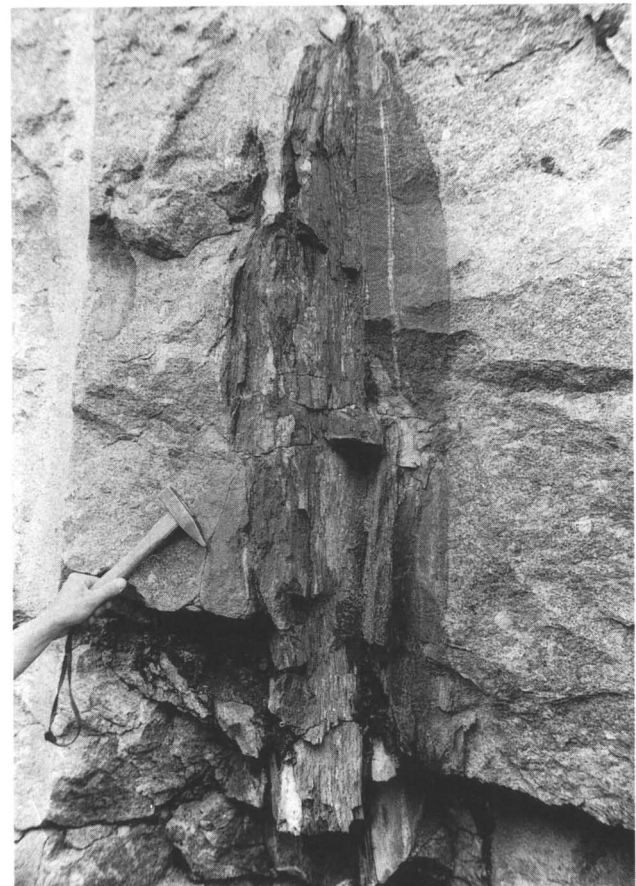
De gesteenten

Schoolvoorbeelden van de metamorfe serie

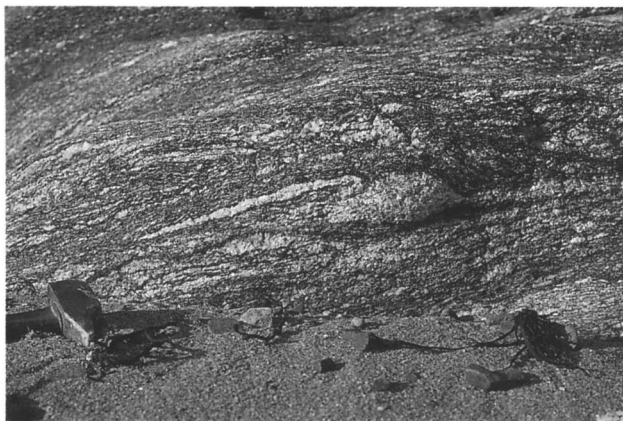
Het Massif Central wordt ingedeeld in drie eenheden: 1. het Hercynisch massief; 2. de Mesozoïsche en Tertiaire afzettingen; 3. de Tertiaire en Kwartaire vulkanieten. Wij zullen ons voornamelijk beperken tot de oudste eenheid.

In het Hercynische Massif Central overheersen metamorfe en plutonische gesteenten. Het Massif Central heeft een grote rol gespeeld, en doet dit op heden nog altijd, bij het verkrijgen van kennis over metamorfe processen en wel vooral die, welke uitgaan van kleiige en zandige sedimenten. In en rond het Massif Central zijn namelijk op een bijzonder illustratieve wijze alle overgangen aanwezig tussen de verschillende stappen, die een toenemende metamorfose van deze sedimenten laat zien: van schalie naar leisteen, fyllic, glimmerschist, gneis, migmatiet en granitische gesteenten. De 'School van Clermont-Ferrand' heeft dan ook een zeer belangrijke rol gespeeld in de grote controverse die nog altijd de geologische wetenschap verdeeld houdt: het granietprobleem.

Het Massif Central is dé plaats gebleken waar een doorlopende zonering van toenemende graad van metamorfose kon worden vastgesteld. Uitgaande van de laag-metamorfe leisteen (de zogenoemde epizone van metamorfose, ofwel epimetamorfe gesteenten) volgt de sericiet-chlorietfyllic of sericiet-chlorietschist en daaruit de glimmerschist met biotiet en muscoviet. Zie afb. C-2.



Afb. C-2. Biotietschist als inluitsel in graniet. Groeve bij stuwwaer bij Lapalisse (Cévennes).



Afb. C-3. Gneis. Herkomst: kust van de Vendée, Armoricaans massief.

Dan zijn we aangeland in de zone van middelmatig-sterke metamorfose (mesozone). In de hoog-metamorfe zone, de catazone, gaan in de schist de lichtgekleurde, soms vierkante kristallen van veldspaat groeien en ook kwarts kristallen groeien uit. Vaak is duidelijk te zien dat de glimmerbandjes door de groeiende veldspaat opzij gedruwd worden. Zo ontstaat een gesteente dat bestaat uit lenzen van kwarts en veldspaat, waar de bandjes van glimmer omheen golven. Dit is ogengneis. Zie afb. C-3.

We vinden gneizen met verschillende mineralen, zoals biotiet en muscoviet, soms met cordiëriet. In een volgend stadium ontstaan er in de gneis centimeter- tot vele decimeters dikke banden, die het uiterlijk hebben van graniet. Deze gesteenten, die banden van een granitische samenstelling tussen de gneisgedeelten vertonen, heten migmatieten. Zie afb. C-4. In een volgende fase gaan migmatieten over in graniet. Afb. C-5.

Hoewel veelal de term graniet onmiddellijk wordt geassocieerd met stollingsgesteente - dus het ontstaan door afkoeling uit een smelt, een magma - is er in dit licht gezien dus ook een andere ontstaanswijze van graniet mogelijk, en wel als eindproduct van een zeer sterke metamorfose. Een punt dat vóór dit metamorfe ontstaan van veel granieten in het Massif Central spreekt is, dat er toch bij goede beschouwing een, zij het vaak nauwelijks zichtbare, evenwijdige structuur zichtbaar is.

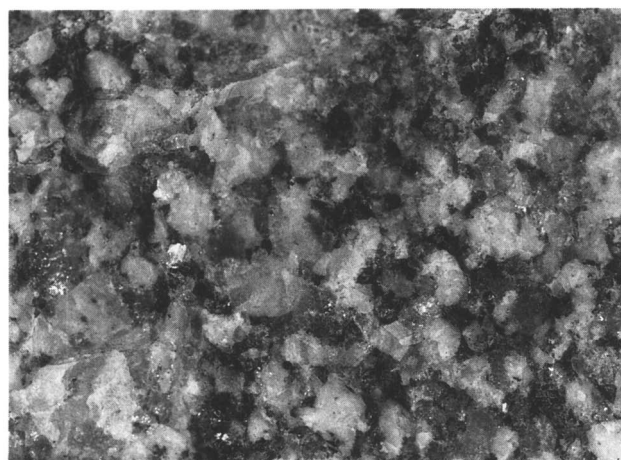
Alle metamorfe processen, van de vorming van lei tot en met gneis, zijn processen die zich voltrekken doordat chemische bestanddelen zich in het vaste gesteente hergroeperen. Kleimineralen veranderen in glimmers, waarbij een belangrijke verandering is de onttrekking van water uit het kleimineraal. Ook de volgende stappen in de metamorfe reeks zijn het resultaat van verschuiving van chemische bestanddelen in het vaste gesteente.



Afb. C-4. Migmatiet met "basic front"; beeldbreedte ongeveer 30 cm. Rouergue, ZW-Massif Central.

Deze zijn veelal reeds in het gesteente aanwezig of kunnen gemakkelijk door het circulerende hete water worden aangevoerd. Dit laatste geldt voornamelijk voor het element natrium, dat nodig is voor de groei van de veldspaatkristallen van de gneis. Je kunt je voorstellen, dat de groei van de veldspaat- en kwartskristallen in de gneis zo ver door zal gaan dat de oorspronkelijke schisteuze structuur, die nog overgebleven is van de glimmerschist-fase, steeds verder zal verdwijnen. Zo zal uiteindelijk een stadium bereikt worden waarbij de glimmerpartijen tussen de veldspaat- en kwartskristallen hun samenhang verloren hebben en de gneisstructuur verloren gaat.

Voor de overgang van gneis naar graniet is een slechts geringe verandering in de chemische samenstelling nodig. Voor de veldspaatgroei is toevoer van het element natrium nodig. Dit is altijd in het grondwater aanwezig; de meeste sedimenten worden op de zeebodem afgezet en het sediment is dus altijd verzadigd met zout water (zout: voornamelijk NaCl). Voor het verloop van het proces dienen magnesium en ijzer te worden afgevoerd. Dit afvoeren gaat vaak niet veel verder dan enige centimeters. In veel migmatieten is te zien, dat deze elementen zich concentreren langs de granitische bandjes in de vorm van een concentratie van biotiet. Deze concentratie van een donkergekleurd mineraal langs de granitische bandjes noemt men het "basische front". Afb. C-4. Het verschijnsel is in veel migmatieten te zien, zowel in het Massif Central als op andere plaatsen; zelfs in Nederland: aan zwerfstenen!



Afb. C-5. Graniet van de Velay uit de omgeving van Chamalières bij Le Puy. De Granite du Velay is over het algemeen anatexitisch. Beeldbreedte: 30 mm.

De metamorfe en kristallijne gebieden van het Massif Central zijn economisch gezien van groot belang, omdat de belangrijke vererfsingen er grotendeels aan deze gesteenteformaties gebonden zijn. Hierop komen we nog nader terug.

Afzettingen van oud tot jong

Pre-Hercynische sedimenten. Er zijn maar enkele voor-Hercynische afzettingen niet of weinig door metamorfose veranderd. Aan de zuidkant van de Montagne Noire komt een bijna complete serie Paleozoïcum voor: Cambrium tot en met Onder-Carboon. Er zijn o.a. conglomeraten, zandstenen en kalken. In het noorden, in de Morvan, komen in enkele kleine gebieden afzettingen voor van Bovendevoonische en/of Ondercarbonische ouderdom.

Post-Hercynisch Paleozoïcum. Na de Hercynische orogenese, na het ontstaan van de vele breuksystemen en bekkens in het Boven-Carboon, werd een aantal van deze lokale bekkens gevuld met zoetwater-afzettingen, vaak met koollagen ertussen ('bassins houillers'). De plantenafzettingen werden gevormd in het Stephanien (Boven-Carboon) en Autunien (Onder-Perm). Eveneens uit het Autunien dateren bitumineuze leien met visresten (omgeving van Lodève en Autun). Het bekken van St-Etienne is het belang-

rijkste kolengebied - het Stephanien is genoemd naar de oude naam voor deze plaats. Uit het Saxonien (Midden-Perm) overheersen rode continentale zanden en kleien, die plaatselijk een grote dikte kunnen bereiken, zoals in de Albigeois in het ZW van het massief.

Mesozoïcum. Trias-afzettingen komen voor rondom het massief. In de Causses zijn dikke formaties uit de Jura bewaard gebleven; op het massief zijn door de erosie slechts schamele resten achtergelaten. Er zijn geen Krijtafzettingen bekend.

Kenozoïcum. Uit het Tertiair dateren de belangrijke dalingsbekkens van de Limagne (rondom Clermont-Ferrand) en de Forez. Ze zijn opgevuld met dikke continentale of zoetwater-afzettingen. Het Tertiaire en Kwartaire vulkanisme heeft enorme bazalt-, andesiet-, trachiet- en tuffformaties opgeleverd.

Van enkele deelgebieden van het Massif Central zullen we de Paleozoïsche hoogtoppen nader bekijken. Het onderwerp van deze uitgave: Het *oude* Frankrijk, legt ons hier beperkingen op. De interessante en spectaculaire jonge vulkanische gebieden

moeten ditmaal buiten beschouwing blijven. Deze bewaren we voor een volgende gelegenheid. Achtereenvolgens komen nu aan bod: de Morvan in het noorden; de Cévennen in het zuidoosten en de Albigeois/Montagne Noire in het zuidwesten.

LITERATUUR

Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français, door diverse auteurs, t.g.v. Symposium J. Jung; uitg. Plein Air Service, Clermont-Ferrand, 1971.

J.M. Peterlongo: Massif Central, serie Guides Géologiques Régionaux, uitg. Masson, Parijs, 1972 (rode gids).

G. Rouire en C. Rousset: Causses, Cévennes, Aubrac, serie Guides Géol. Régionaux, uitg. Masson, Parijs, 1973.

Y. Veyret-Mekdjian (coörd.) e.a.: Auvergne - Velay, Guides Géographiques Régionaux, uitg. Masson, Parijs, 1988 (groene gids).

H. Bril: Massif Central du Velay au Quercy; serie Découverte géologique, uitg. B.R.G.M.

De Morvan

door W.C.P. de Vries

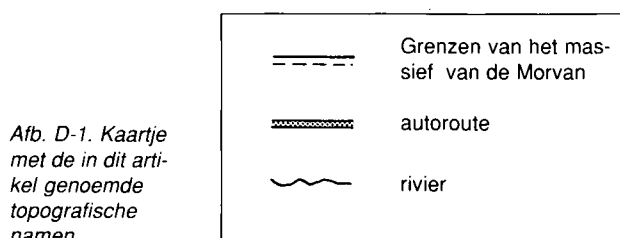
De Morvan is een uit het landoppervlak oprijzende, sterk beboste bult met eromheen een golvend, open, sterk gecultiveerd landschap dat gedeeltelijk behoort tot Bourgondië, de landstreek aan de noordoostelijke punt van het Massif Central. De Morvan is een heuvelland, maar bij nadere beschouwing wel een wat merkwaardig heuvelgebied: vele hogere gedeelten van het landschap tonen opvallend vlakke "plateau"-gebieden. In geologisch opzicht is de Morvan echter een gebergte: het is een deel van het Hercynisch gebergte van Midden-Europa. Ooit waren de toppen duizenden meters hoog, nu is de hoogste top nog maar 902 m. Zie voor de ligging van de genoemde lokaties afb. D-1.

De geologie van de Morvan

De Morvan is een "geologisch schiereiland", verbonden met het meer naar het zuiden liggende Massif Central, waarvan de geologische structuur een rechtstreekse voortzetting is (zie afb. C-1). Het gebied van het Massif Central werd tot een gebergte verheven rond 325 miljoen jaar geleden; het was een deel van de Hercynische gebergteketens. Dit gebergte viel gedurende het Perm ten offer aan de verwerende en eroderende werking van de natuur en werd afgebroken tot een net boven zee uitstekende schiervlakte. Deze vlakte daalde daarna langzaam, waardoor de zee nog in het Perm zich van het gebied meester maakte. Eerst

vormde er zich een waddegebied met uitgestrekte stranden, later werd de zee dieper en werden er kalken afgezet. In die zee die, met enkele onderbrekingen, tot en met het Krijt hier lag, leefden veel organismen waarvan we nu de overblijfselen in de vorm van fossielen terug kunnen vinden in de kalk-, zand- en kleilagen, die zich toendertijd in de zee afzetten.

De Morvan bestaat gedeeltelijk uit gesteenten die tijdens de



Afb. D-1. Kaartje met de in dit artikel genoemde topografische namen.

