

inhoud:

FRANKRIJK, geologisch gezien	81	Boekbesprekingen	99
Insluitsels in edelstenen	84	Herfst(prikkel)draden	101
Directed Panspermia	87	Inzetdoosje voor Micromounts	101
Micromounts	93		
Musea:		Bijlagen:	
Geol. Afd. Drents Museum Assen	95	GEA-mededelingen, Kringmededelingen (gele bijlage)	
Prepareren van fossielen	97	Geologische kaart van Frankrijk, (briefkaart voor pagina 83)	
T.U. Clausthal	99		

FRANKRIJK: geologisch gezien

door Prof.dr. A.Brouwer

Frankrijk bezit niet alleen een rijk geschakeerde geologische bouw, maar demonstreert die bouw ook voor de oppervlakkige toeschouwer zo duidelijk in een grote verscheidenheid van landschappen als in weinig andere landen het geval is. In het groot gezien kunnen drie bouwelementen worden onderscheiden: (1) brokstukken ("massieven") van oude gebergten (Auvergne, Bretagne, Ardennen, Vozezen), (2) een jong plooingsgebergte, de Alpen, in het zuidoosten, met daarbij aansluitend de boog van het Jura-gebergte, en (3) tussen deze oude en jonge gebergten in enkele jonge, tektonisch slechts weinig gestoorde bekkens (bekken van Parijs, bekken van Aquitanië).

In het zuiden nemen de Pyreneeën, waarmee het Iberische schiereiland als het ware aan Frankrijk vastgeklonken zit, een bijzondere plaats in: met zijn hoge toppen en steile hellingen ziet het er jong uit - het maakt een alpiene indruk -, maar in wezen is het eveneens een oud gebergte dat door opheffing een verjongd aanzien heeft gekregen.

Al die oude gebergten bestaan uit gesteenten van paleozoïsche ouderdom. Zij maken deel uit van een ingewikkeld systeem van plooigebergten, dat in het laatste deel van het Paleozoïcum is ontstaan. Let men niet alleen op de ouderdom van de gesteenten, maar ook op de wijze waarop zij geplooid zijn, dan kan men er de overblijfselen van drie ketens in herkennen. Tot de noordelijke keten, die ongeveer oost-west loopt, behoort een nog net binnen Frankrijk liggend stukje van de Ardennen. Naar het oosten zet deze keten zich voort in de Rijngebergten, naar het westen verdwijnt zij onder de jonge afzettingen van het bekken van Parijs, prikt daar bij Boulogne nog net even doorheen, en komt dan in het zuidwesten van Engeland weer te voorschijn (fig. 1).

Mogelijk zou ook het noordelijk deel van het Armoricaanse massief (een geologische term voor het paleozoïsche gebied van Bretagne en omgeving) hiertoe moeten worden gerekend. Een tweede keten loopt in noordwest-zuidoostelijke richting. Hiertoe behoren het grootste deel van het Armoricaanse massief en een deel van het Centrale plateau (Auvergne met uitlopers).

Tenslotte is er een derde keten met een meer zuidwest-noordoostelijk lopende richting. Men vindt deze in het oostelijk deel van het Centrale plateau en in de Vozezen. Zij zet zich voort in het Zwarte Woud en in Bohemen. Ook hier is de positie van de Pyreneeën weer niet direct duidelijk. Mogelijk lagen zij aanvankelijk tegen het Centrale plateau aan. Paleomagnetische gegevens laten er weinig twijfel over bestaan dat het Iberische schiereiland sinds het midden van het Mesozoïcum een draaiing van ca. 30° tegen de wijzers van de klok in heeft ondergaan. Geologisch vertonen de Pyreneeën overeenkomst met de zuidelijke uitlopers van het Centrale plateau (Montagne Noire), zoals de voortzetting van de Pyreneeën in Spanje, het Cantabrische gebergte, overeenkomst vertoont met het Armoricaanse massief.

De overblijfselen van deze oude gebergten hebben twee belangrijke kenmerken gemeen: zij bestaan alle uit gesteenten van paleozoïsche ouderdom, en hebben in het laatste deel van het Paleozoïcum (Karbon en Perm) hun definitieve tektonische structuur gekregen. Voor het overige zijn er verschillen van gebied tot gebied, zowel wat de samenstellende gesteenten als wat oudere tektonische bewegingen betreft.

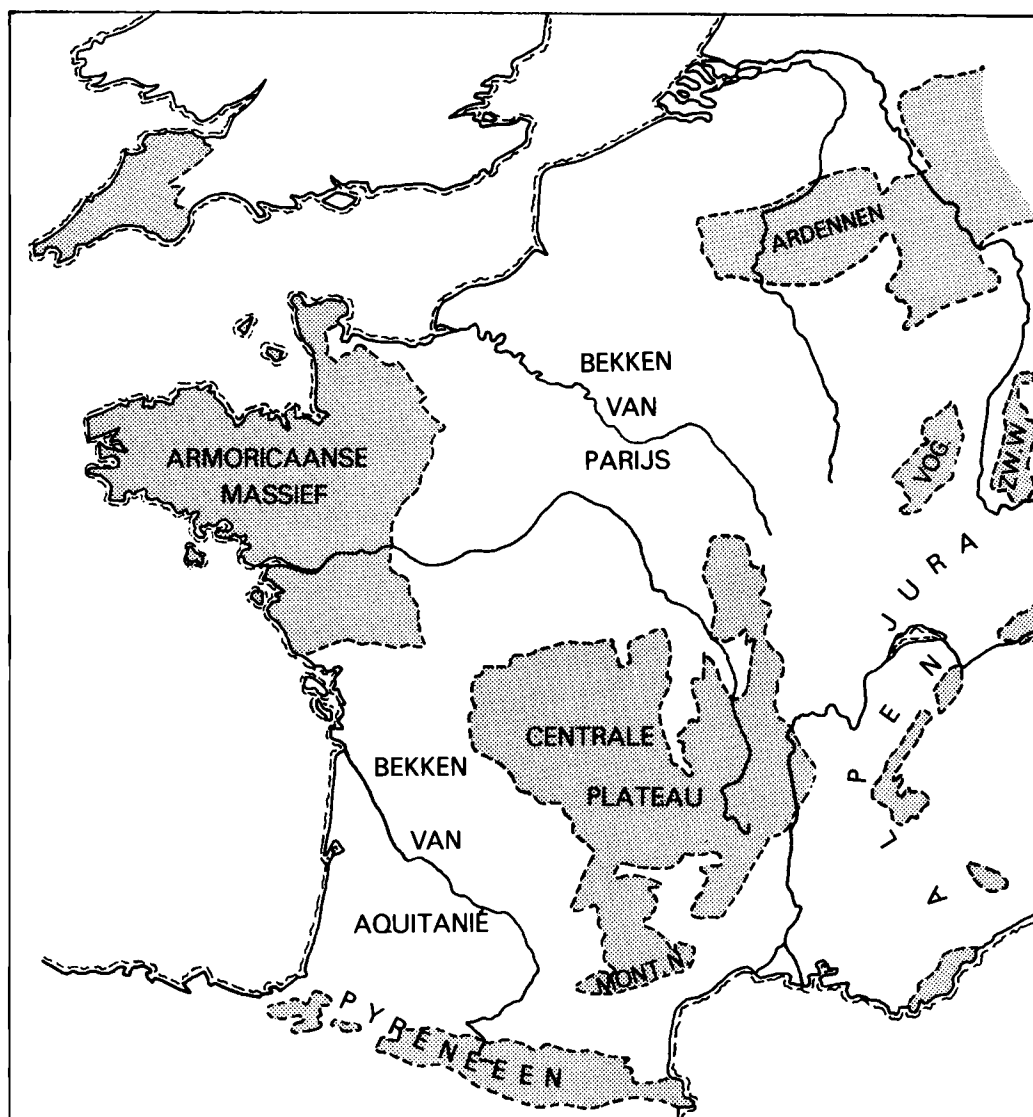
De Ardennen bestaan uit nauwelijks metamorfe sedimenten. Zulke sedimenten vindt men ook in het Armoricaanse mas-

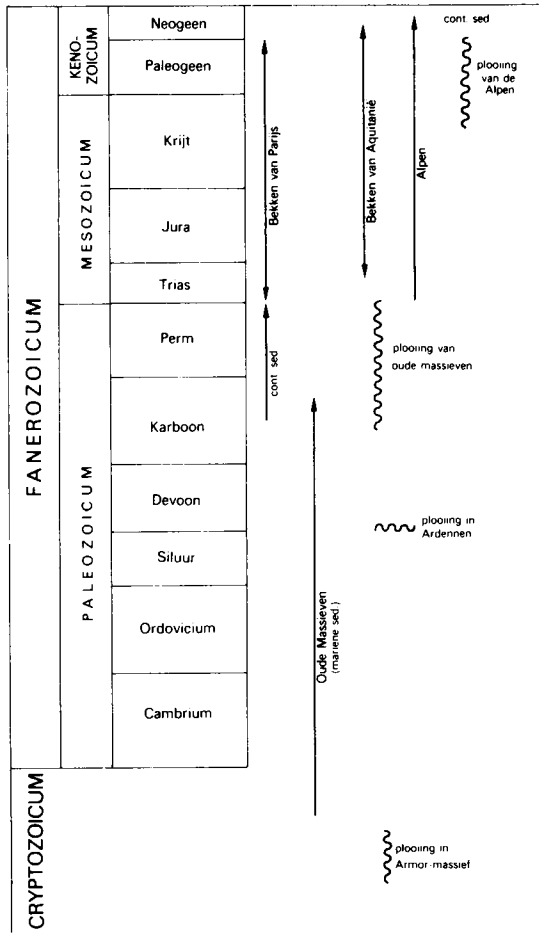
sief en in de Vogezen. Maar deze twee gebieden hebben daarnaast meer metamorfe gesteenten, en ook allerlei intrusieve gesteenten, zoals graniet. Metamorfe gesteenten, dikwijls in de vorm van gneisen, en granieten vormen het grootste deel van het Centrale plateau. Stratigrafisch is er, met uitzondering van de Montagne Noire in het zuiden, dan ook weinig van bekend. Geheel in het zuiden bestaan de Pyreneeën ook weer grotendeels uit weinig metamorfe sedimenten, al komen er ook enige belangrijke granietintrusies voor. Uit structureel oogpunt wijken de Ardennen in zoverre af, dat het Devoon er met een duidelijke hoekdiscordantie op Onder-Paleozoicum rust. Dit wijst op predevonische tektonische bewegingen, die veel beter uit Groot-Brittannië en Scandinavië bekend zijn en daar als caledonisch worden aangeduid. In de rest van Frankrijk is van zulke caledonische bewegingen weinig te bespeuren. In het Armoricaanse massief zijn onder het Paleozoicum nog cryptozoische gesteenten bekend. Hun structuur wijst op precambriëse tektonische bewegingen. Radiometrische ouderdomsbepalingen laten zien dat in het Armoricaanse massief en in het Centrale plateau een deel van de metamorfose van onderpaleozoïsche ouderdom moet zijn.

Paleozoïsche sedimenten, van cambrische tot karbonische ouderdom, zijn wijd verbreid in Frankrijk, en wijzen er op dat op zijn minst grote delen van het land onder een,

meestal ondiepe, zee waren bedekt. Een bevredigende paleogeografische rekonstruktie van de opeenvolgende stadia van de ontwikkeling is nog niet goed mogelijk. Wel is duidelijk dat al deze gesteenten na het Devoon door aanzienlijke bewegingen in de aardkorst werden samengeschoven in een aantal geplooidde ketens. Deze bewegingen begonnen in het Karboon en zetten zich tot in het Perm voort. Het gevolg was dat de zee in de loop van het Karboon verdreven werd. Waar na het Onder-Karboon nog sedimentatie plaats vond, ontstonden continentale sedimenten in depressies van het jonge gebergte. De vele kolenbekkentjes van het Centrale plateau zijn daar voorbeelden van.

Deze tektonische bewegingen in het laatste deel van het Paleozoicum, als variscisch of hercynisch aangeduid, vormen de slotfase van een lange paleozoïsche geschiedenis. Tegelijkertijd schiepen zij het algemene raam waarin het volgende hoofdstuk van de geschiedenis zich afspeelt. De opheffing waarmee de variscische bewegingen gepaard gingen, leidde tot krachtige erosie. De sedimentatie was hoofdzakelijk continentaal, zoals de Trias, die aan de westkant van de Vogezen over grote uitgestrektheid aan de oppervlakte komt. Een marien gedeelte in de Trias (Muschelkalk, Calcaire coquillier) weerspiegelt een transgressie van de zee uit het zuiden. Via de Bourgondische straat in het noordoosten van Frankrijk werd het Germaanse bekken





Figuur 2

tijdelijk een binnenzee. Veel groter werd de invloed van de zee pas met het begin van de Jura-periode. Uit de Tethys-oceaan, waaruit later ook de Alpen ontstonden, spreidde een nieuwe transgressie zich over een groot deel van Frankrijk uit. Slechts kleine stukken van het intussen al sterk geërodeerde variscische gebergte bleven er boventuit steken. In deze rustige ondiepe zee, met een rijke fauna, werden vooral kalk- en kleisedimenten afgezet, al zijn er langs de randen van de oude blokken hier en daar ook wel zandige inschakelingen. Met allerlei schommelingen bleef deze zee bijna tot het einde van de Krijt-periode bestaan. Een aanzienlijke tijdelijke regressie trad op in het Onder-Krijt, zodat dit vooral in het noorden veelal door continentale afzettingen, de zogenaamde Wealden, is vertegenwoordigd. De grote transgressie in het Boven-Krijt leidde tot de afzetting van de bekende witte krijtgesteenten.

Enige opheffing van de oude blokken (Armoricaans massief, Centrale plateau, Vogezen) nam langs hun randen ook de jongere afzettingen mee. De oude blokken werden door erosie gedeeltelijk van de jonge afzettingen ontdaan. Het gevolg was ook dat vooral in het bekken van Parijs, dat grotendeels door zulke oude blokken omringd is, de jurasische en cretaceïsche afzettingen nu min of meer kransvormige dagzomen vertonen. Tegen het einde van de Krijt-periode trok de zee zich uit een groot gedeelte van Frankrijk terug. De zee die daarna in het bekken van Parijs terugkeerde, kwam nu uit het Noordzee-bekken in het noorden. De afzettingen ervan, zand, klei en kalk, bedekken het centrale deel van het bekken van Parijs (Ile-de-France). In het zuiden bedekte de zee het bekken van Aquitanië en de hele strook aan de noordkant van de Pyreneeën. Omstreeks de overgang van Paleogeen naar Neogeen verdween de zee voor goed uit beide bekkens.

Figuur 3: Verkleinde geologische kaart van Frankrijk

Plaats om de geologische kaart van Frankrijk in te plakken.

Frankrijk kreeg daarmee goeddeels zijn huidige contouren. Alleen in het zuidoosten was de ontwikkeling nog volop aan de gang (zie fig.2).

Alpen

In het zuidoosten ligt binnen de Franse grenzen nog een deel van de Alpen, een gebied met een heel andere geschiedenis dan de rest van Frankrijk. Na het Paleozoïcum maakte dit gebied deel uit van de rand van een oceaan, de Tethys, die verder oostwaarts Europa van Afrika scheidde. De sedimenten die hier ontstonden verschillen in vrijwel ieder opzicht van wat gelijktijdig in de rest van Frankrijk werd afgezet. Tegenover de grote uitgestrektheid van uniforme sedimenten in de bekken van Parijs en Aquitanië, die ondiepe platteën weerspiegelen, vinden we, vooral na de Trias, in de Alpen niet alleen een veel grotere verscheidenheid, maar ook sedimenten die ten dele diepere zeeën vertegenwoordigen. Dit laatste geldt met name voor het binnenste gedeelte van de Alpenboog. Een zekere mate van overeenkomst met sedimenten, die thans in de oceanen ontstaan, is soms onmiskenbaar. Dit wordt nog versterkt door de aanwezigheid van vulkanische gesteenten, die op onderzeese erupties wijzen.

In tegenstelling tot de stabiele bekken hebben we hier te doen met een mobiele gordel in de aardkorst. Deze mobiliteit ging na het Krijt naar een hoogtepunt. De hele sedi-

mentstapel werd in grote plooiën in elkaar gedrukt. In de vorm van liggende plooiën werd het sedimentpakket in westelijke en noordwestelijke richting over elkaar heengeschoven (dekbladen). Ook de oudere ondergrond van de Tethys-sedimenten raakte daarin betrokken. Delen daarvan zijn nu nog gemakkelijk te herkennen in de massieven van Mercantour, Pelvoux, Belledonne, Mont Blanc en Aiguilles rouges. Aan het einde van het Paleogeen moet een groot deel van de Alpen boven water hebben gelegen. Opheffing met krachtige erosie gepaard gaande, schiep het karakteristieke alpiene reliëf van een jong gebergte.

Grote hoeveelheden afbraakmateriaal (molasse) hoopten zich in een strook aan de buitenzijde van het gebergte op. Een bijzondere plaats neemt het Jura-gebergte in. De sedimenten er van, hoofdzakelijk Jura en verder Krijt, sluiten nauw aan bij die van het bekken van Parijs, maar een jonge plooiing is onmiskenbaar, zij het ook dat deze slechts licht en oppervlakkig is in vergelijking met de intensieve deformatie in de Alpen. Van de Alpen wordt het Jura-gebergte gescheiden door de molassestroeg, van het Centrale plateau door de voortzetting (o.a. in het bekken van Bresse) van de grote depressie van het Rhônedal.

Op het geologische kaartje (fig. 3) zijn de voorkomens van de sedimentaire gesteenten en van de metamorfe en stollingsgesteenten globaal weergegeven.

INSLUITSELS IN EDELSTENEN

door B.Krijger F.G.A.

Bij het determineren van edelstenen gaan we er in eerste instantie van uit dat de edelsteen in kwestie niet beschadigd mag worden door de onderzoeksmethode. Er zijn daarvoor in de loop der tijden een hele serie tests ontwikkeld die meestal berusten op de meting of de vaststelling van bepaalde optische eigenschappen zoals de brekingsindex, dubbelbreking, pleochroïsme en absorptiespectrum.

Een nadeel van het meten van dit soort eigenschappen is dat men er kostbare apparatuur voor nodig heeft die men helaas niet of nauwelijks met zich mee kan dragen. Bij de herkenning van insluitselels kan dit een geheel andere zaak zijn. Maar ook hier geldt dat men voor een nauwkeurig onderzoek moet beschikken over een goede microscoop. Bij voorkeur moet dit dan een binoculaire stereomicroscoop zijn eventueel uitgerust met polaroïdfilters. Door te polariseren kan men dan bepalen of de insluitselels enkel- of dubbelbreking vertonen. Van groot belang is de manier van verlichting die men gebruikt. Men kan werken met doorvallend of opvallend licht maar de meest ideale manier is gebruik te maken van een ringverlichting om de zgn. donkerveld belichting te verkrijgen. Soms verdient het aanbeveling om immersievloeistoffen te hanteren, zoals bromoform en methyleen iodide. De vloeistof moet dan een brekingsindex hebben die gelijk is aan die van de steen of die althans dicht benadert.

Het grote voordeel dat men verkrijgt is dat het verschil tussen brekingsindex van de steen en die van de lucht geheel of gedeeltelijk wegvalt zodat men beter in de steen kan kijken om daar de eventueel aanwezige insluitselels

te ontdekken en te bestuderen. Maar ook een microscoop met toebehoren kan men helaas niet altijd bij de hand hebben. Gelukkig kan de 10x loep hier vaak uitkomst brengen. Met een zekere dosis ervaring kan men een bepaalde edelsteen soms uitsluitend aan de hand van de insluitselels en andere interne kenmerken herkennen. Men kan echter niet alleen de natuurlijke edelstenen ontdekken maar ook de vele synthetische- en imitatiestenen waar de edelsteenwereld zo "rijk" aan is. Behalve bij de geslepen stenen kan de insluitseleldeterminatie ook van belang zijn bij het herkennen van ruwe mineralen die bijvoorbeeld afgerond zijn door een verweringsproces. Als voorbeeld zou hier kunnen dienen een afgerond stukje kleurloze topaas. Hoe moeilijk is het niet dit te herkennen als we er weinig of geen bepalingen met instrumenten aan kunnen doen. Maar bij het zien van de typische 2-fasen insluitselels door bijvoorbeeld een breukvlakje kan men met redelijke nauwkeurigheid aannemen met topaas te doen te hebben!

In de edelsteenhandel doet het wonderlijke zich voor dat sommige edelstenen meer gewaardeerd worden naarmate ze een bepaalde hoeveelheid of bepaalde soort insluitselels in zich dragen. Men schrijft een saffier wel eens hoger aan als deze een grote hoeveelheid insluitselels bevat van het mineraal rutiel die een naaldvormige habitus hebben. Een gevolg hiervan kan zijn dat door een speciale manier van reflecties de steen een zijdeachtige glans krijgt die men aanduidt met de Engelse naam "silk". Soms zijn de rutielnaalden zo veelvuldig aanwezig dat ze de oorzaak zijn van een ander lichtfenomeen n.l. het asterisme of stereffekt. Op cabochon geslepen stenen verschijnt dan bij een gunstige lichtinval (lieftst vanuit één punt zoals de zon) een zespuntige of in zeldzame gevallen een twaalf-