

LITERATUUR

J.-C. Fischer: Fossiles de France et des régions limitrophes; Masson, Paris 1980, 444 p. (bijna 200 p. met afbeeldingen van honderden fossielen).

Ch. Pomerol: France géologique, grands itinéraires; Masson, Paris 1980; 254 p. (bevat een algemene inleiding en een gekleurde geologische overzichtskaart 1 : 2 500 000). Behalve deze twee delen bevat de reeks "Guides géologiques régionaux" (de bekende smalle rode boekjes) afzonderlijke delen over ca. 20 streken van Frankrijk: zeer bruikbaar en warm aanbevolen.

C. Lorenz: France, Belgique, Luxembourg; Dunod, Paris 1980; 640 p. Dit is een van de vier delen in de reeks "Géologie des pays européens".

A. Aurtan & J. Dercourt: Évolutions géologiques de la France; BRGM Mémoire. 107, Orléans 1980, 351 p.

Naast geologische kaarten op verschillende grotere schalen (o.a. 1 : 50 000) is er een zeer bruikbare geologische kaart van Frankrijk in twee bladen (noord en zuid): de Carte géologique de la France, schaal 1 : 1 000 000, uitgave BRGM.

¹⁾ Dikwijls worden de termen "hercynisch" en Hercyniden" gebruikt. Deze termen, afgeleid van de Latijnse naam van de Harz, werden door L. von Buch ingevoerd, en hadden oorspronkelijk betrekking op een bepaalde tektonische richting. Later is de term "hercynisch" ook in andere betekenissen gebruikt, o.a. als faciës-term (hercynische faciës naast rijnse faciës). Als algemene term voor het bovenpaleozoïsche orogeen in Europa verdient de door

R. Suess ingevoerde term "variscisch" (met Varisciden) de voorkeur. Deze term is afgeleid van "Curia Variscorum", Curia in het land der Varisken, de plaats Hof in Beieren, gelegen op de rand van het Boheemse Massief.

²⁾ Flysch en molasse zijn oorspronkelijk stratigrafische termen uit de Alpen. Het zijn afzettingen die in nauw verband staan met de processen van orogenese (deformatie van de korst) en gebergtevorming (opheffing van de keten). Dientengevolge worden de termen tegenwoordig in andere orogenen gebruikt, onafhankelijk van hun ouderdom. Een flysch-faciës staat in verband met toenevend onderzees reliëf tijdens de aan de gang zijnde orogeenetische bewegingen. Het kunnen turbidieten zijn, bestaande uit gegradeerde lagen (waarbij in iedere laag de korrelgrootte van grof aan de basis naar fijn aan de bovenkant afneemt). Een molasse-faciës dankt zijn ontstaan aan erosiemateriaal dat uit een jong gebergte, na het orogeen paroxisme, wordt afgevoerd. Het grootste deel van de molasse, die zowel onder continentale als onder mariene omstandigheden kan ontstaan, ligt dan ook buiten het gebergte, in het voorland. Naar hun samenstelling kunnen flysch en molasse zeer gevarieerd zijn: van kleien tot conglomeraten, de laatste vooral in de molasse.

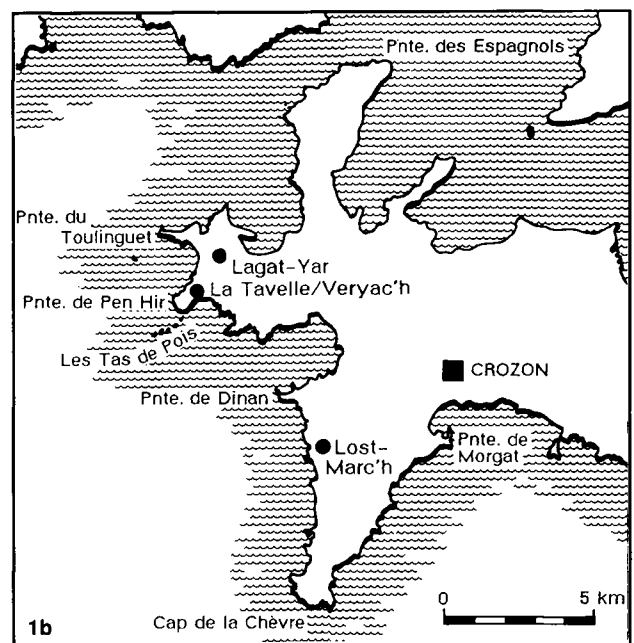
³⁾ Onder epirogenetische bewegingen verstaat men verticale bewegingen. Zulke op- en neergaande bewegingen van de bodem, al dan niet samen met bewegingen van het zeeniveau, beïnvloeden de waterdiepte en de ligging van de kustlijn. Daardoor kunnen zij het sedimentbeeld veranderen, of tot onderbrekingen van de sedimentatie, soms met erosie, leiden.

Bretagne

door W.C.P. de Vries en
J. Stemvers-van Bommel

Bretagne is een van de meest geliefde vakantiegebieden van Frankrijk. Het is speciaal in trek bij zeegenieters, en die zijn er vele. Vooral in augustus zijn de kusten druk bezocht; auto's snorren overal rond, en niet zo zachtjes. U zult uzelf een groot plezier doen, de tijd voor een bezoek zorgvuldig uit te zoeken, zodat u op uw gemak de vele geologisch interessante punten kunt bekijken. En die liggen niet alleen aan de kust, zoals we zullen zien. In het binnenland liggen verscheidene bijzondere mineralenvoorkomens; enkele ervan hebben zelfs wereldfaam. Op afb. B-1, a en b zijn de in de tekst genoemde lokaties aangegeven.

Het Bretonse binnenland heeft uitgestrekte bossen en weidevelden, het landschap is ruig, de bodem is er vrij arm aan voedingsstoffen. De bevolkingsdichtheid is er dan ook niet zo groot als bijvoorbeeld in de kalkige delen van Normandië. De huizen zijn veelal gebouwd van donkere gesteenten met vaak ruwgevormde leistenen als dakbedekking. De oorzaak van de achtergebleven agrarische welvaart is gelegen in de ondergrond van Bretagne, en ook van de Vendée, die vooral uit granieten, schisten, kwartsieten bestaat, gesteenten die bij verweering een zure, arme bodem geven die veelal net goed genoeg is voor een extensieve veeteelt.



Afb. B-1. Kaartje van Bretagne met de genoemde lokaties. a: overzicht; b: Presqu'île de Crozon.

Geologische bijzonderheden

Het Armoricaans Massief: een Hercynisch gebergte

De meeste gesteenten in Bretagne, de Vendée en een groot deel van Normandië hebben een hoge ouderdom; ze zijn in het Paleozoïcum ontstaan of zelfs nog eerder, in het Precambrium. (Zie voor de gebruikte namen voor perioden en etages Tabel I op pag. 4). De genoemde gebieden vormen samen een geologische eenheid: het Armoricaans Massief (afb. A-1), één van de delen van de Europese Hercynische (Variscische) gebergteketen.

Bretagne is een afgesleten fragment van het Hercynisch gebergte. De bewegingen die tijdens de Hercynische gebergtevormende fase in Bretagne optraden zijn sterk geweest, vele gesteenten werden sterk gemetamorfiseerd.

Door de intensieve samenplooiing werd de aardkorst veel dikker; aan de onderzijde werden vele gesteenten zo sterk verhit dat zij smolten. Grote massa's gestold magma vinden wij nu in Bretagne terug als granietmassieven. Ook vulkanische gesteenten zijn aanwezig. Behalve stollingsgesteenten zijn ook metamorfe gesteenten belangrijk. Hieronder vallen gneizen en schisten met hun kristallijne structuur, maar er zijn ook formaties met schalies, leisteen of zandsteen, die nog duidelijk hun sedimentaire oorsprong verraden en soms nog fossielen bevatten.

Mesozoïcum en Tertiair

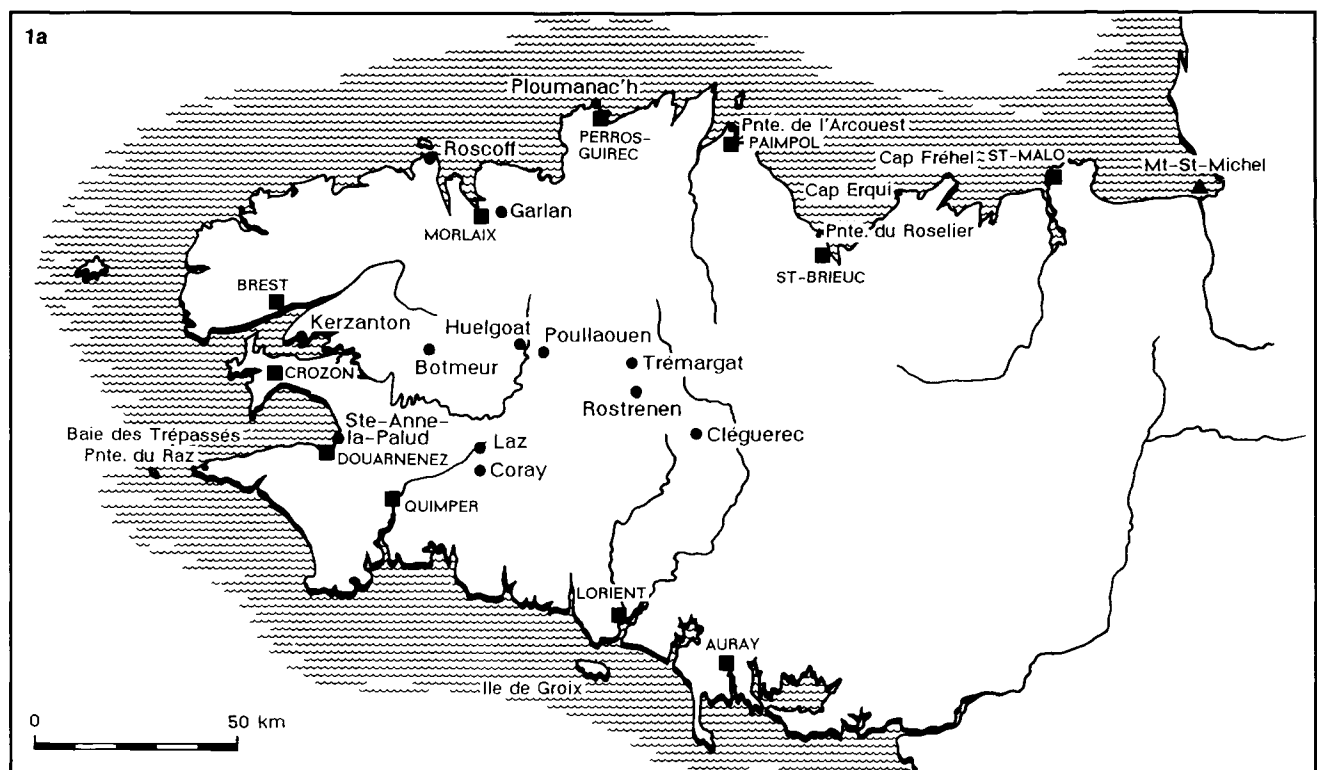
Het Armoricaanse deel van het Hercynisch gebergte is in de periode na de gebergtevorming intensief verweerd en geërodeerd. De overgebleven erosievlaakte is tijdens de Juraperiode waarschijnlijk gedeeltelijk of helemaal onder water verdwenen. De uitbreiding van de zee in Jura, Krijt en Tertiair is niet bekend, evenmin als de soort afzettingen die er werden afgezet, omdat op grote delen van het Armoricaans Massief nu geen Posthercynische sedimenten meer aanwezig zijn. De serie gesteenten uit Jura tot en met Tertiair is waarschijnlijk honderden meters dik geweest. In het Armoricaanse gebied zijn deze bedekkende gesteentelagen nu verdwenen. Dit wegvoeren van deze jongere formaties door verwerking en erosie vond plaats tijdens perioden dat het gedeelte

van de aardkorst van Bretagne een opheffende beweging maakte. Een belangrijke fase van deze opheffing viel in het Tertiair, waarschijnlijk in het Mioceen en Pliocceen. Het is mogelijk dat deze beweging een uitloeiisel was van de Alpine gebergtevormende bewegingen in Zuid-Europa.

Kwartair: de periode van de vorming van het landschap

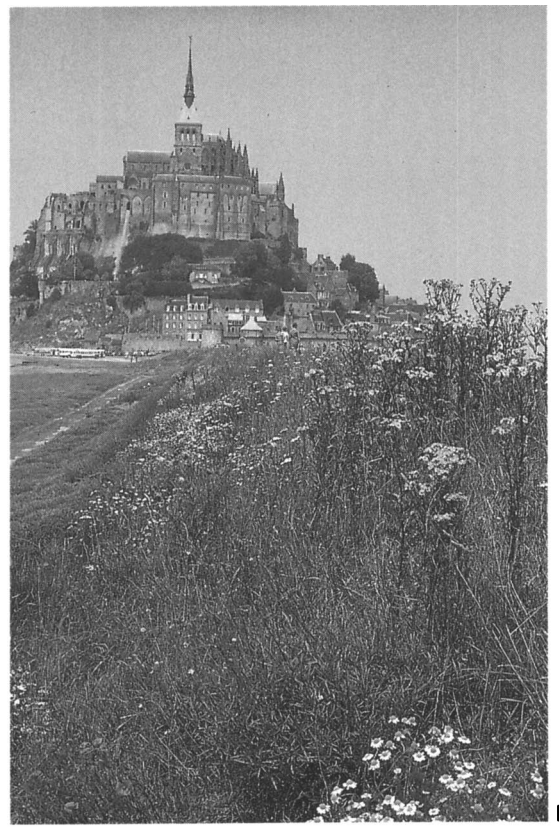
De beweging van Bretagne is echter niet beperkt gebleven tot het late Tertiair. Ook heden ten dage zijn er duidelijke bewijzen voor recente opheffende bewegingen. Dit wordt fraai geïllustreerd aan onder meer de westelijke kustgebieden van Bretagne. Hier zien wij op vele plaatsen een opvallend vlak landoppervlak, begrensd door steile kustkliffen. Dit vlakke landoppervlak vertegenwoordigt een erosievlaakte en zeer waarschijnlijk een onderzees erosievlaak. De rotsige zeebodem is door de golven en stromingen in een zeer ondiepe zee tot een dergelijk vlak gebied afgeschaafd. Het is een erosievlaakte op strandniveau: een uitgestrekt abrasievlaak. Duidelijk is aan vele kusten van Bretagne te zien, dat dit abrasievlaak nu op 50 tot 60 m boven zeeniveau ligt. Afb. B-2. Dit oppervlak wordt genoemd het "oppervlak van Sainte-Anne-la-Palud", naar een plaatsje ten NO van Douarnenez. Aan de voet van het kustklif is daarbij zichtbaar dat de zee nu opnieuw met de vorming van een volgend, dus veel lager gelegen abrasievlaak bezig is. Deze heeft daarvoor nog weinig tijd gehad, het recente abrasievlaak is nog maar lokaal aanwezig en nog smal. Ook aan een hier en daar voorkomend terrasvormig keienniveau is te zien, dat het strand in de loop van de jongste geologische tijden is gerezen. Afb. B-3.

De recente opheffing heeft ook als resultaat gehad, dat de rivieren in het gebied meer kracht hebben gekregen. Door het toenemende hoogteverschil wordt de erosiekracht versterkt; vele rivieren hebben zich kunnen insnijden in de vlakte en dit proces is in Bretagne in de loop van de tijd zo ver gevorderd, dat de rivieren nu dalen hebben ingeslepen in de oude ondergrond van het Hercynische gesteentecomplex. Zij stromen nu vaak in nauwe dalen met steile wanden. Hierdoor zijn een aantal spectaculaire kloofdalen ontstaan. Als men uit een rivierdal omhoog klimt naar de rand van de helling dan is de overgang van de steile dalhelling naar het vlak golvende plateau-landschap zeer opvallend. Een "nieuw" verschijnsel zijn ook de eilandjes voor de kust. Ooit





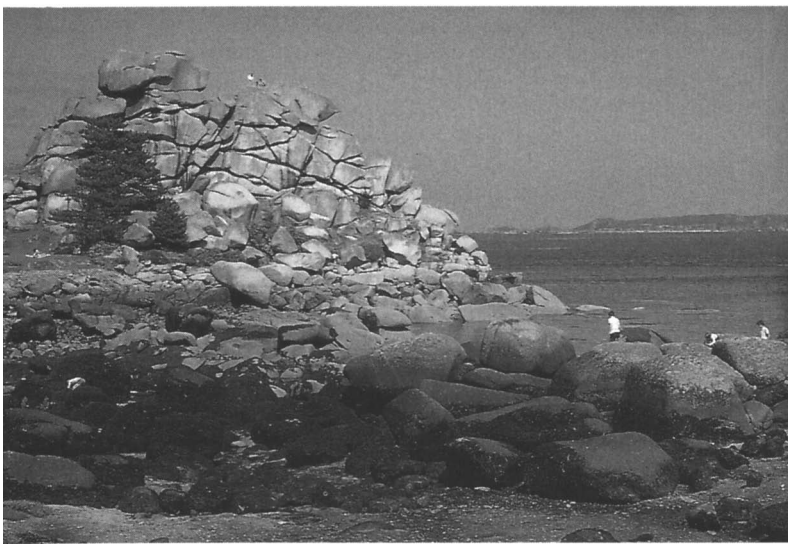
B - 2



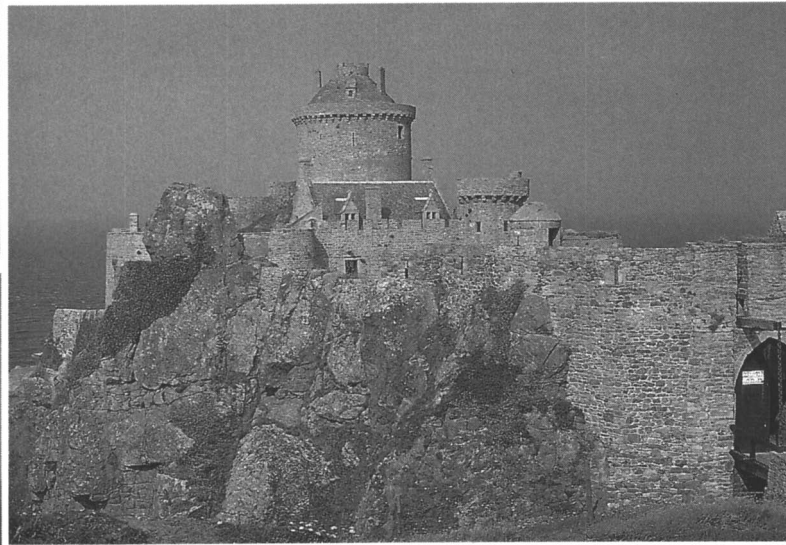
B - 9



« B - 3



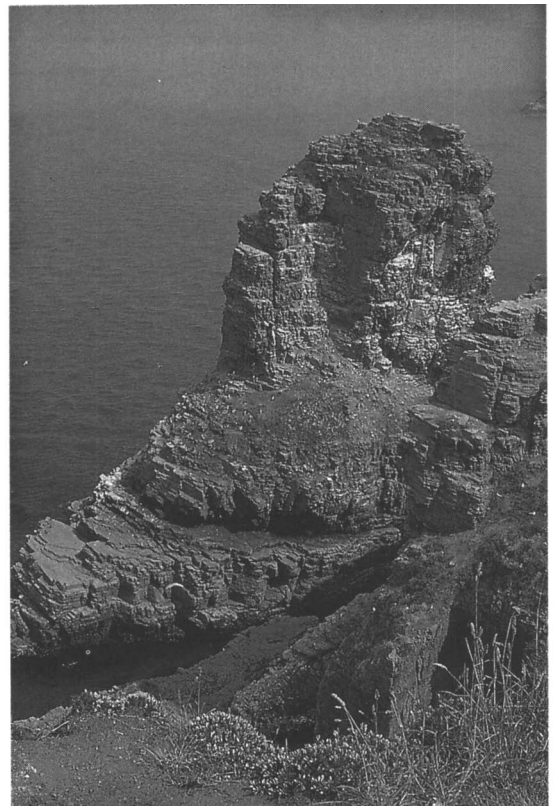
« B - 5



B - 10



B - 7



B - 11

Afb. B-2. Vlak landoppervlak van Bretagne, aan zee begrensd door steile kustkliffen. Vanaf de noordpunt van Cap Fréhel naar het ZW gezien.

Afb. B-3. Keienstrand, in recente tijden gerezen - en inmiddels weer aan afbraak onderhevig. Baai aan de zuidkant van de Pointe de Dinan.

Afb. B-5. "Tor" met afgeronde granietblokken, typisch voor de omgeving van Ploumanac'h bij Perros Guirec.

Afb. B-7. De sectie van het Siluur (Wenlock) bij Veryarc'h (Presqu'île de Crozon) waar veel graptolieten uit de Monograptus-groep voorkomen.

Afb. B-9. Mont-Saint-Michel vanaf de dam die het eilandje met het vasteland verbindt.

Afb. B-10. Fort-La-Latte, ten ZO van Cap Fréhel.

Afb. B-11. Voor de uiterste punt van Cap Fréhel ligt La Fauconnière, een rots uit roodachtige, gelaagde zandsteen: grès rouge.

maakten zij deel uit van het vasteland, maar door de immense kracht van de golven is alles wat tussen hen en de huidige kust ligt weggeslagen. Dit proces gaat steeds door: de afstand tussen eiland en kust geeft aan, hoe veel de zee al minstens heeft gewonnen. Zie de voorplaat.

En dan zijn er nog de ria's, uit de schoolboeken bekend, maar hier in het echt. Het zijn langgerekte, breed uitlopende riviermondingen. Tijdens de laatste koudeperiode van de Pleistocene IJstijd konden de rivieren zeer uitgebreide dalstelsels uitslijpen, omdat het zeeniveau sterk gedaald was. Toen de zeespiegel weer steeg liepen de benedenloopse gebieden onder water; zij vormen nu de brede estuaria, die vooral aan de zuidkust van Bretagne op veel plaatsen te vinden zijn.

"Tor's"

Een typerende erosievorm in Bretagne verdient speciale vermelding: de afgeronde granietblokken, "wolzakken" genoemd. Deze komen voor in hele velden - soms alsof zij zijn opgestapeld - en bereiken soms enorme afmetingen. "Asterix en Obelix" en hun tijdgenoten hebben dankbaar gebruik gemaakt van deze kolossen van keien voor het oprichten van de megalieten en de bouw van de dolmen (hunebedden), die in groten getale het Bretonse landschap sieren. Deze verweringsvorm van graniet ontstaat, doordat het zure regen- en grondwater langs de diaklazen naar binnen loopt en daar door chemische reacties de graniet verweert. Langs de kruisingen van diaklaasvlakken zal de verwerking sneller gaan dan langs de vlakken zelf en zo zullen de tussen de diaklazen liggende massieve blokken steeds verder worden afgerond. De verweerde graniet wordt verkruid tot een soort grof zand, dit zal worden weggespoeld en zo komen de overgebleven blokken, de wolzakken, tevoorschijn.

De verwerking tot tor's gebeurt niet onder het huidige gematigde

klimaat. Het is een vorm van chemische verwerking die tamelijk hoge temperaturen nodig heeft en dit verwerkingstype is daarom karakteristiek voor subtropische omstandigheden. De afgeronde blokken en de stapels ronde granietballen, de tor's, zijn ontstaan in een periode dat het klimaat veel warmer was. Deze verweringsvormen zijn een relict uit hetzij een der warme interglaciale perioden tijdens de Pleistocene IJstijd, hetzij uit het Tertiair. Afb. B-4 en B-5.

Gesteenten, mineralen, fossielen

Granieten en metamorfe gesteenten

Tijdens de Hercynische gebergtevormende periode zijn vele gesteenteseries kilometers diep in de aardkorst weggezonden en werden enorme massa's gesteenten opgesmolten. Dit magma is in de aardkorst omhooggekomen en stelde daar als grote granietmassieven. Door de verwerking en erosie van vele kilometers gesteenteformaties boven deze dieptegesteenten zijn deze in de loop van de tijd aan het aardoppervlak gekomen.

In Bretagne komen verschillende typen van granieten voor; een bekende soort is de rose graniet die op vele plaatsen aan de noordkust aan de dag treedt. Op veel plaatsen liggen enorm grote afgeronde granietblokken, die vaak de meest fantastische vormen hebben. Afb. B-5. De kaliveldspaat is in deze graniet rose gekleurd. (Een graniet bestaat, globaal genomen, voor 30 % uit kwarts, voor 30 % uit kaliveldspaat, voor 30 % uit een lid van de plagioklaasgroep (natrium-calcium-veldspaten), voor 10 % uit glimmer.)

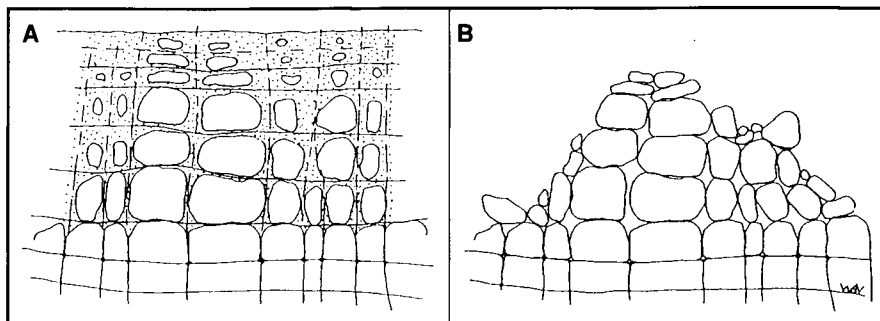
Ook zijn er grijze granieten, fijn- en grofkristallijne granieten, porfirische granieten (met zeer grote kaliveldspaten, tot 10 cm toe), één- en tweeglimmergranieten (met muskoviet en/of biotiet) en vele variaties en combinaties. Behalve granieten zijn er ook bijv. granodiorieten, waarin het aandeel van de kaliveldspaat lager ligt ten gunste van de plagioklaas. Een bijzonder verweringsbestendig gesteente is de "kersanton" of kersantiet, een lamprofier (ganggesteente) met witte plagioklaas en donkere biotiet en hoornblende. Deze werd gebruikt voor de beeldengroepen van de "calvaires", die in vele Bretonse stadjes bij de kerk hun plaats hebben. Het herkomstgebied van de kersantiet is Kerzanton, een schiereilandje in de Rade de Brest tussen Plougastel en Daoulas. De opsomming van dieptegesteenten is hiermee lang niet volledig.

Granietmagma heeft een vrij hoge temperatuur, deze is minstens 750 °C. Bij het binnendringen in het omringende, bestaande gesteente van de aardkorst, het zogenoemde "nevengesteente", zal dit worden verhit. Uit de gesteentesmelt komen ook grote hoeveelheden chemische stoffen in het nevengesteente terecht. Door deze processen zal het nevengesteente worden beïnvloed en veranderd. Dit type van metamorfose, dat voornamelijk wordt veroorzaakt door de hitte van het magma, is de thermische metamorfose. Dit proces heeft in de bestaande gesteenten van het Bretonse Hercynische gebied: in leien, schisten en kwartsieten, een aantal karakteristieke mineralen gevormd, onder meer granaat, andalusiet en stauroliet, die vaak in fraai gekristalliseerde vorm voorkomen en intensief worden gezocht door vele mineralenliefhebbers uit de gehele wereld. Zij worden verderop nader bekeken.

Afb. B-4. Vorming van een "tor"

A. Graniet wordt langs de diaklazen verweerd. Onderaan: niet verweerde graniet met zijn diaklaasysteem. Naar het aardoppervlak toe gaande worden de fragmenten van de graniet steeds kleiner.

B. Bij wegspoelen van het verweringsgruis blijft de vele meters hoge stapel "wolzakken" achter, de "tor".





Afb. B-6. Steilstaande laag met onderzees afgezette kussenlava uit het Ordovicium. Lostmarc'h (Presqu'île de Crozon), aan de zuidkant van de kaap.

Tijdens de Hercynische gebergtevormende fase is op grote schaal regionale metamorfose opgetreden; er zijn ook sporen gevonden van oudere metamorfe fasen, die dateren uit het Precambrium. Gesteenten die ontstaan zijn door de combinatie van hoge temperatuur en grote spanningen in de aardkorst komen in grote verscheidenheid voor, zoals gneizen, schisten, migmatieten.

Vulkanische gesteenten

In oude tijden (Precambrium, Paleozoïcum) is ook vulkanisme, op grote schaal en in verschillende vormen, opgetreden. Hoewel de vulkanieten doorgaans niet aan metamorfe invloeden zijn onderworpen, zijn zij vaak nog als zodanig herkenbaar. Zij spelen een belangrijke rol in de ontrafeling van de plaatverschuivingen, die ook tijdens het Paleozoïcum en daarvoor plaatsvonden. Vooral aan de kusten, o.a. bij Lannion, Paimpol, St-Brieuc, zijn nog resten van bazaltisch vulkanisme uit het Precambrium te zien, bijvoorbeeld als bazaltstromen met kussenlava. Bij Erqui en Lostmarc'h is de ouderdom van soortgelijke vulkanieten Ordovicium. Afb. B-6.

Sedimenten

Ondanks de metamorfose waaraan ook de sedimenten onderhevig waren, zijn hier en daar nog duidelijk als zodanig herkenbare afzettingsgesteenten ontsloten. Door hun grotere zachtheid is de vorm van de kustlijn sterk beïnvloed: de Rade de Brest en de Baie de Douarnenez in het westen en de baai bij Mont-St-Michel in het oosten zijn grote inhammen door erosie van Briovérienschisten ontstaan, de vele rotsige kapen bestaan uit resistenter materiaal.

Waar sedimenten uit het Paleozoïcum goed bewaard zijn gebleven kunnen hier en daar fossielen worden aangetroffen. Dit is mogelijk op bv. het schiereiland van Crozon, waar in Silurische leien soms graptolieten voorkomen (afb. B-7). De Ordovicische en Devonische grauwwacken en schalies kunnen o.a. trilobieten en brachiopoden bevatten.

Geologische excursiepunten

De kustlijn van Bretagne is vele honderden kilometers lang, lang genoeg voor tientallen interessante lokaties. We zullen ons hier moeten beperken tot een excursietocht langs de kust met hier en daar een halteplaats, en tot enkele stops in het binnenland, om daar naar mineralen te zoeken. Uitgebreidere gegevens zijn in de literatuur te vinden. Een goede topografische kaart is tijdens deze tochten **onmisbaar**. In de Atlas Routier van Michelin, op schaal 1 : 200.000, staan zo goed als alle hier genoemde plaatsen en groeven - en nog ettelijke meer - aangegeven. Voor de 85 FF (f 30) die deze atlas kost kunt u in heel Frankrijk, en dus ook in de andere in deze uitgave behandelde Hercynische gebieden terecht! Op de kaartjes van afb. B-1 staan de vermelde lokaties voor een eerste oriëntatie aangegeven. De genoemde plaatsen zijn ook uit toeristisch oogpunt aantrekkelijk. Heeft u zich een goede reisgids aangeschaft, dan geniet u dubbel. Denk eens aan de vele megalithische overblijfsels (en dat zijn niet alleen menhirs), aan de prachtige calvaires in de schilderachtige stadjes, aan de trotse kastelen en de onneembare vestingen. En steeds is er de zee, met zijn eeuwige wind en golven.

Langs de kust: geologie-pur-sang

Mont-Saint-Michel. Deze heeft alles erop en eraan om het grote toerisme te trekken. Al bent u niet geïnteresseerd in souvenirwinkeltjes, toch gaat u er vast heen om het te zien, al was het alleen maar om de unieke ligging: de kerk en het klooster op een kleine intrusie van lichtgekleurde graniet, met een metamorf contact van harde hoornrots in de tamelijk zachte Precambriësche Briovériëngesteenten. Het eilandje is met een dam (weer) met het lage vasteland verbonden. Afb. B-9.

Fort-La-Latte. ZO van Cap Fréhel. Dit fort ligt op een Precambriësche granodioriet. In de omgeving liggen donkergekleurde vulkanieten, die door de metamorfose in amfibolieten zijn overgegaan. Afb. B-10.

Cap Fréhel. Voor deze imposante kaap ligt de reusachtige rots La Fauconnière, waar een enorme meeuwenkolonie huist. Het gelaagde gesteente is "grès rouge", een roodachtige zandsteen, waarvan de ouderdom door het ontbreken van goede gidsfossielen vaag blijft. Men houdt het op Paleozoïsch, mogelijk Ordovicisch. Zie afb. B-11 en B-2.

Sables d'Or. In de zandsteen komen hier en daar diabaasgangen voor.

Erqui. In de omgeving wordt de "grès rouge" geëxploiteerd. Cap Erqui bestaat uit conglomeraat en basische vulkanieten van waarschijnlijk Ordovicische ouderdom.

Pointe du Roselier, ten N van St-Brieuc. Op de punt zijn zwarte, vulkanische stromen te zien met zeer mooie kussenlava, hier Precambriësch van ouderdom. Een formatie met kussenlava toont aan, dat deze lava onder water werd afgezet. Ondanks de metamorfose in amfiboliet is de structuur nog goed te herkennen.

Pointe de l'Arcouest, bij Paimpol. Hier is het gesteente een porfirische granodioriet.

Ploumanac'h, bij Perros-Guirec. De rode graniet heeft hier "tor's" gevormd, afb. B-5. Deze zijn goed te zien aan de "Corniche", een van de weinige stukken kust, waar geen bordjes "propriété

privée" staan. Interessant in dit gebied zijn drie succesievelijke intrusies van graniet in het Laat-Carboon, tezamen omhooggekomen met donkere stollingsgesteenten.

Roscoff. Deze plaats is wereldwijd beroemd om zijn biologisch onderzoeksinstituut met aquaria. Het strand is zeer de moeite waard wegens zijn prachtige wierzones. Onder de gesteenten van het strand is een graniet met veel aders. Hierin zitten grote kristallen en zonnen van zwarte toermalijn.

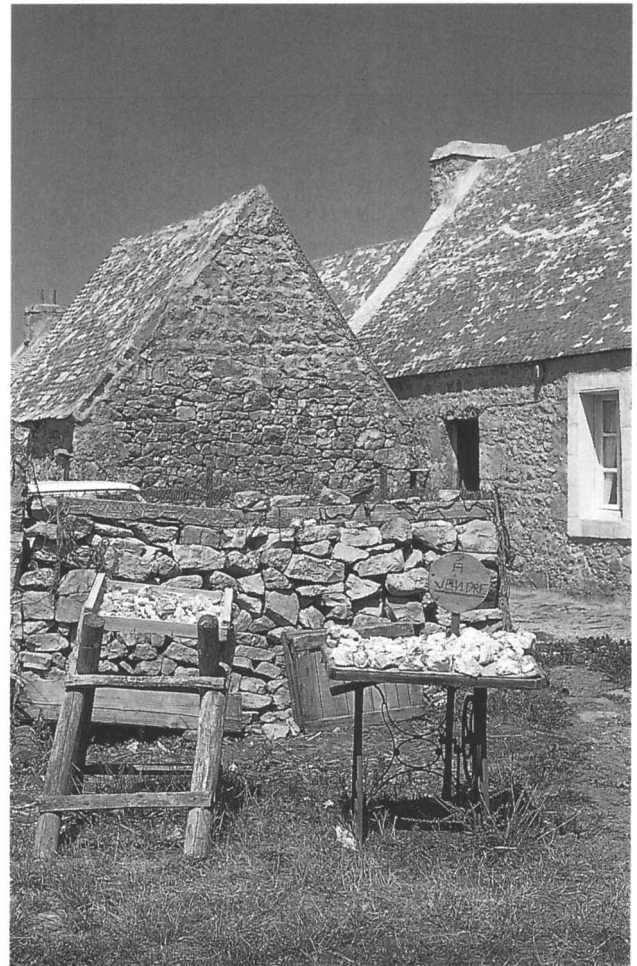
Presqu'île de Crozon (afb. B-1b)

Dit schiereiland, de middelste "lob" van West-Bretagne, heeft vele kapen en rotspunten, die veelal uit "grès armoricain" bestaan. Deze harde zandsteen, mogelijk een equivalent van de "grès rouge", stamt wellicht uit het Ordovicium. In Normandië ligt de grès armoricain op een serie Cambrische afzettingen, in de buurt van de *Pointe du Toulinguet* ligt hij, met een klein basisconglomeraat, op Briovérien-schisten (Anse de Porz Naye). De gebieden ten N en Z van het schiereiland van Crozon - nu zee - bestonden uit de gemakkelijk eroderende Briovérien-afzettingen. Behalve de *Pointe du Toulinguet* bestaan ook o.a. de *Pointe des Espagnols* (tegenover Brest), de *Pointe de Pen Hir*, *Pointe de la Tavelle*, *Pointe de Dinan*, *Cap de la Chèvre*, *Pointe de Morgat* en de bergtop aan het begin van het schiereiland, de *Menez Hom* (330 m) uit grès armoricain.

Pointe du Toulinguet. De gesteenten van de punt zelf bestaan uit de onderste lagen van de grès armoricain-formatie. Het onderste deel van deze formatie bevat ook schisteuze lagen, die zachter zijn dan de zandsteen; dit is aan het reliëf duidelijk te zien, o.a. vanaf Pen Hir. Het nabijgelegen Lagat-Yar is beroemd om zijn "alignements": een 140-tal menhirs zijn er in rijen opgesteld.

Pointe de Pen Hir is een van de machtigste kapen van Bretagne. De grès armoricain wordt in zee voortgezet in de vorm van een serie rotspunten: de Tas-de-Pois. Er is een vogelreservaat, waar o.a. jan-van-genten huizen. Zie de voorplaat.

Veryarc'h, bij de Pointe de la Tavelle. Vanaf het gelijknamige gehucht naar het strand afdalend, kunt u zowel links- als rechtsaf



Afb. B-12. In het dorpje Rostudel bij Cap de la Chèvre (Presqu'île de Crozon) wordt de amethyst te koop aangeboden, die in de omgeving voorkomt.



Afb. B-8. Graptolieten (grijswit) op grijszwarte lei bij Veryarc'h (afb. B-7). Lange, fragmentarische exemplaren: *Monograptus priodon* (meer dan 20 cm lang, breedte 3 mm). Compleet exemplaar in het midden (met nema, de uitstekende, buisvormige draad aan de bovenkant): *Monograptus cf. dubius*, afm. 24 x 2 mm. Ouderdom: Wenlock (Siluur). Beeldveld 45 x 45 mm.

weinig gemetamorfoseerde sedimentlagen met fossielen aantreffen. Zij beslaan de compleetste Bretonse sectie van het Ordovicium en het Siluur. In de literatuur worden van de westelijke falaisekant vele soorten trilobieten, ostracoden, tweekleppigen, brachiopoden genoemd. Langs het strand naar het oosten gaande zijn na enige tijd in de falaise zwarte Silurische leien te zien, die talloze graptolieten uit de *Monograptus*-groep bevatten (afb. B-7 en B-8).

Pointe de Dinan. Ook deze punt bestaat uit grès armoricain; uit de verte gezien lijkt het reliëf op een kasteel: het "Château des Géants", compleet met toegangbrug.

Lostmarc'h (Bretons voor "paardestaart"). Hier is het "oude" vulkanisme duidelijk te zien. Vanaf de parkeerplaats naar de punt passeert u eerst een dubbele aardwal: dit zijn resten van fortificaties uit de IJzertijd, want Lostmarc'h was een "cap barré". Afgedaald naar het strand hebt u aan de zuidkant een spectaculair gezicht op de onderzees afgezette lavastromen met kussenlava - de kussens compleet met glasachtige korst - waaruit de punt bestaat. Afb. B-6. Aan de noordzijde komt een dolerietbreksie voor, o.a. als rolstenen aan het strand: zwarte, hoekige gesteentebrokjes in witte kalk gevat. In kalkafzettingen tussen de vulkanieten moeten zelfs nog fossielen voorkomen.

Cap de la Chèvre, bij Rostudel. Ook hier bestaat de kaap uit grès armoricain. Er is een groots uitzicht op o.a. Pointe de Pen Hir. In de omgeving komt amethyst-kwarts voor, die soms langs de weg te koop wordt aangeboden. Afb. B-12.

Baie de Douarnenez.

Deze is uitgeslepen in weinig tegen erosie weerstand biedende gesteenten. Aan de zuidelijke kust, tussen Douarnenez en Pointe du Van, komt veel tonaliet voor. Dit kwarts-plagioklaas-biotiet-gesteente van Ordovicische ouderdom drong Briovérien-gesteenten binnen en is tijdens de Hercynische orogeenese tot een gneis gemetamorfoseerd.

Ste-Anne-la-Palud, aan de oostkant van de Baie de Douarnenez, gaf haar naam aan de oppervlakte van Ste-Anne-la-Palud, die 50 à 60 m boven de zeespiegel ligt. Dit is de normale hoogte van het Bretonse land.

Pointe du Raz. Dit is de uiterste westpunt van Bretagne, op het schiereiland ten Z van de Baie de Douarnenez. Wie volledigheidsshalve deze punt bezoekt, vindt er als gesteente een tamelijk lichte, middelkorrelige muscovietgraniet. Iets noordelijker ligt de *Baie des Trépassés*. Deze mooie baai is geologisch bekend omdat er kooladers uit het Stephanien (Boven-Carboon) dagzomen. Dit voorkomen werd in het binnenland, o.a. bij Cléden, in de 18^e en 19^e eeuw in mijnen geëxploiteerd, maar het was niet erg rendabel. Aan de N- en Z-kant van de baai is van dit Carboon nog iets te zien.

Ile de Groix. Dit eiland voor de zuidkust heeft een interessante metamorfe geschiedenis, wat blijkt uit de lage-temperatuur/hogedrukmineralen, die er voorkomen. Onder de vele schisteuze gesteentetypen zijn glaukofaan-epidootschisten ("blauwschisten"), die op diverse punten in de falaises te zien zijn. In het zand van de stranden kunnen goede kristallen van de onderscheiden mineralen worden verzameld.

Overigens is het op mineralen bekijken van strandzand in Bretagne vaker een goed idee gebleken. Tot korrels goud toe worden er hier en daar in gevonden!

In het binnenland: enkele mineralen-oorden

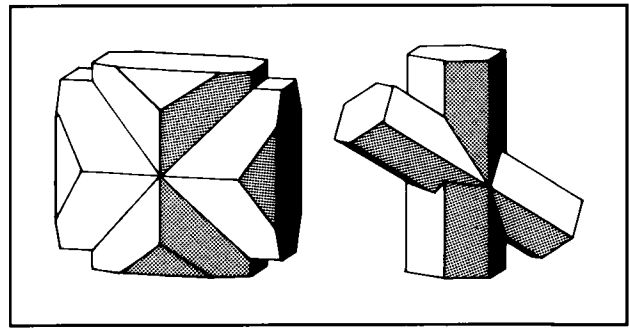
Wat de kusten van Bretagne geologisch zo aantrekkelijk maakt, is de prachtige ontsluiting van de formaties, waardoor als het ware een blik *in* de aardkorst geslagen kan worden. Dat heeft het binnenland tegen: het aantal ontsluitingen is door de bodem en de bodembedekking hoofdzakelijk beperkt tot steengroeven en steile wanden langs rivieren e.d. Gelukkig zijn er nogal wat steengroeven (raadpleeg de Michelin- of I.G.N.-kaarten!); deze liggen vooral in de granieten, ook wel in metamorfe gesteenten. De interessante mineralen die we er zouden kunnen vinden zitten dan ook over het algemeen in aders van de granieten, of zijn uitverweerd uit de schisteuze gesteenten. Verder komen er veel kwartsaders voor; de harde kwarts is verweringsbestendig en vormt ruggen in het landschap, die soms over vele kilometers te vervolgen zijn. In de aders is soms amethyst te vinden. Enorme brokken amethyst liggen onder meer ten oosten van Morlaix, in de wegbermen bij de gehuchtjes Sterven en Kerlan, die uit niet meer dan enkele boerderijen bestaan en waar u, voor u het weet, voorbij gereden bent.

Ook zijn er lood-zink-adern, geëxploiteerd in mijnen. Bretagne heeft een vrij uitgebreide mijnbouwactiviteit gekend. Er werd onder meer zilver gewonnen uit loodertsen. De ertsmijnen waar lood, zink, koper en zilver werden gewonnen, zijn alle sinds korte of lange tijd buiten bedrijf. Van enkele mijnen zijn nog de storthopen te vinden waar men het gesteentemateriaal uit de mijn neergooide. In deze storthopen zijn vaak nog stukjes van het erts te vinden met onder meer de ertsmineralen galeniet, sfaleriet, chalcopryiet en pyriet. Zie het artikel "De lood- en zinkertsen van Frankrijk".

We zullen enkele mineralenvoorkomens eens langsgaan. Zie kaartje B-1 en B-14.

Stauroliet

Een mineraal waarvoor Bretagne wijd en zijd bekend is, is stauroliet. De kristallen zijn vrijwel vierkant met een wybertvormige



Afb. B-13.. "Coisettes de Bretagne" - vertweelingde stauroliet-kristallen ($Fe_2Al_3Si_4O_{22}(OH)_2$).

doorsnede, de kleur is donkerbruin. In de kristallen is vrij veel kwarts ingesloten: tot 40 %, waardoor er variaties in de soortelijke massa zijn en de hardheid hoger is dan normaal voor stauroliet. De staurolietkristallen kunnen wel een afmeting van 20 cm bereiken. Soms zijn twee kristallen door elkaar heen gegroeid en is een kruisvormig tweelingkristal ontstaan. Deze "Coisettes de Bretagne" zijn wereldberoemd en vormen de pronkstukken van de collecties van vele musea en mineralenverzamelaars over de hele wereld. Afb. B-13.

De staurolietkristallen zijn goed bestand tegen verweringsprocessen. Het gesteente waarin de kristallen zich bevinden is een schist, die daarentegen vrij snel door de verwerking wordt aangepakt. De staurolietkristallen, veelal met een afmeting van enkele centimeters, komen in enorme hoeveelheden voor op akkers en velden, en in ravijntjes (vooral na regen). De voorkomens liggen in het gebied ten Z en ZW van Coray, o.a. bij: Coadry, la Grande Garenne, Restambert, Kergoaler, Ty-Louis, Quillien, Coat Spenn, Kerguélen, Kervéguen, Kerféot, Notériou, Kersést. Afb. B-14. Een welhaast verplicht punt om te bezoeken is Kersést. Langs de landweg die even ten westen van Coray van de D15 afsplitst zijn op veel plaatsen in de akkers grote aantallen staurolietkristallen te vinden, een enkele daarvan is een coisette de Bretagne. U rijdt de weg af totdat deze een holle weg wordt, aan beide kanten omzoomd door houtwallen en bomen. Na wat gegraveerd in de berm en afvoergoten langs de weg is de zeer zachte, fijnkristallijne glimmerschist of fyllic te zien. Het gesteente is zeer intensief verweerd tot een soort glimmerpoeder. In deze verweerde massa zitten veel staurolietkristallen, die hier dus "in situ" kunnen worden verzameld. Aan het eind buigt de weg naar rechts en in de bocht gaat een pad naar een boerderij die op een 200 m links van de weg ligt. Hier huist een boerenecht paar dat tot de meest treurige folklore van Bretagne kan worden gerekend, maar beroemd is over de gehele wereld: de bussen met Japanners rijen zich aaneen in de modder voor deze boerderij. Hier ligt de meest fantastische collectie aan "coisettes", tot enkele decimeters lang. De kristallen zijn te koop.

Beryl en apatiet

Vanaf Coray noordelijk, in de richting van Trégourez (D 36) gaande, komt u rechts, vóór de rivier de Odet, een afgeplatte granietkoepel tegen, die in Briovérien-schisten gedrongen is. Dit is de welbekende, 1000 x 750 m grote "granite du Menez-Gouaillou", waarin verscheidene groeven zijn aangelegd. De graniet is een fijnkorrelige biotiet-muscovietgraniet. Een van de toegangen ligt ± 800 m ZO van de Odet. Hier komen o.m. in kwartsadertjes groengele berylkristallen in straalvormige aggregaten voor. In adertjes met blauwgroene apatiet kan beryl voorkomen samen met arsenopyriet, molybdeniet, pyriet, en sfaleriet. Verder is uit deze graniet ook bertrandiet bekend, als verweringsproduct van beryl. Zie voor de ligging van de granietkoepel afb. B-14.

Granaat

Rostrenen ligt in de graniet van Rostrenen, die tot 15 cm grote alkalielvdsapaten bevat. In de omgeving van deze stad komen verscheidene mineralen voor.

Vanaf Rostrenen langs de D 764 zuidoost-waarts gaande, komt u vrij snel in een gebied waar aan de kant van de weg of op de velden blauwachtige kwartsietblokken liggen, waarin donkerrode granaatkristallen zitten. Het zijn rhombendodekaëders van 5 - 20 mm. Vooral 8,0 - 8,7 km vanaf Rostrenen (d.w.z. vanaf het Canal de Nantes à Brest tot vóór de kruising met de D 108, oostzijde) kan het zoeken op de heuvels en op en langs de velden profijtelijk zijn, zoals bij Rosquerriec bij de D 76.

Andalusiet, var. chialstoliet

Verder ZO van Rostrenen, bij Ste-Brigitte, komen de "Schistes d'Angers" voor. Dit is een blauwgrijze leisteen. Deze bevat plaatselijk grote andalusiet-kristallen, die een lengte tot 20 cm kunnen bereiken. De kristallen zijn wit tot lichtrose of lichtgrijs en hebben een zwarte kern; ze zijn vaak bedekt door een glimmerachtige verweringslaag. Deze andalusietkristallen met hun zwarte kern zijn een speciale variëteit, die "chialstoliet" wordt genoemd. Soms komt een merkwaardige associatie voor van dit metamorfe mineraal met Ordovicische fossielen, zoals brachiopoden en trilobieten - merkwaardig omdat de fossielen ontsnapt zijn aan de vernietigende effecten van de metamorfose. Wel moet bedacht worden, dat hier alleen een opwarming van het gesteente heeft plaatsgevonden en geen sterke drukverhoging.

Een plaats om dit te bekijken is: Ste-Brigitte, de D 15 a naar Cléguerec, bij het verlaten van Ste-Brigitte. Ook bij het Etang des Salles, ten N van Ste-Brigitte, aan de NO-kant van het meer, bijv. onder de kasteelruïne, in gesteenteblokken; en ten W van het meer.

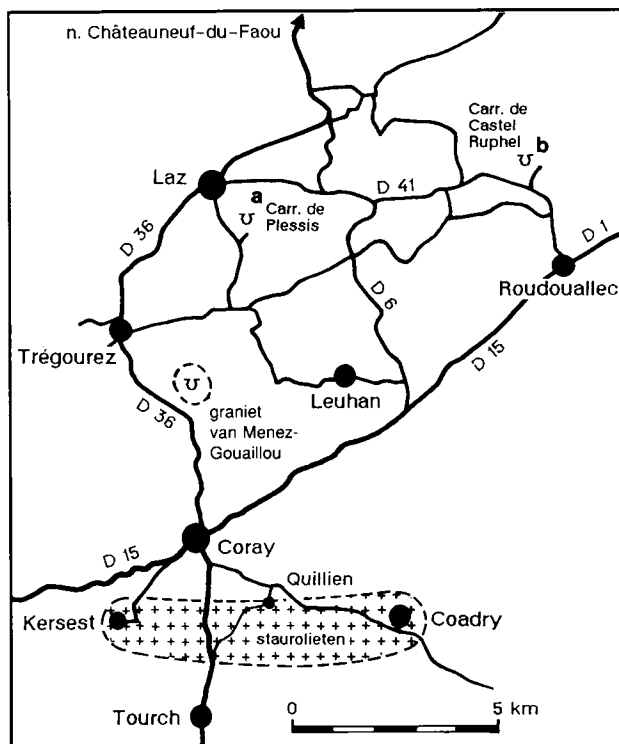
Verzamelen is mogelijk - na verkregen toestemming! - in een grote groeve ten ZW van Rostrenen: Guerphalès (Z van Glomel), waar 5 - 8 cm lange, wit tot rose chialstolieten zitten in een biotietischist uit het Midden-Ordovicium.

Kwarts

In veel groeven in kwartsieten en granieten worden regelmatig holten met onder meer kwartskristallen gevonden. U kunt het treffen dat er tijdens de exploitatie net een dergelijke holte is blootgelegd. Daarom is het de moeite waard om een van deze groeven, bv. die bij Loc-Envel, gelegen ten oosten van Morlaix, te bezoeken. Deze plaats lijkt trouwens zo uit de sombere Middeleeuwen weggelopen.

LITERATUUR

Babin, C. e. a., 1976: Lexique des Formations de l'Ordovicien Armoricaïn. Bull. Soc. Géol. et Min. de Bretagne. Brest.
 Durand, S. e. a., 1977: Bretagne. Masson, Paris. Dit is de onvolprezen "rode gids" uit de serie Guides Géologiques Régionaux (ed.: Ch. Pomerol)



Afb. B-14. Kaartje van de streek bij Coray waar veel uitverweerde staurolietkristallen voorkomen (+ + +); de graniet van Menez-Gouaillou en de kwartsietgroeven van Plessis en Castel Ruphel bij Laz. N.B.: In de graniet van Menez-Gouaillou liggen verscheidene groeven.

Pierrot, R. e. a., 1973: Finistère. Inventaire Minéralogique de la France, No.3. B.R.G.M., Service Géologique National. Orléans.
 Pierrot, R. e. a., 1975. Côtes-du-Nord. Inventaire Minéralogique de la France, No.5. B.R.G.M., Service Géologique National. Orléans.
 Cabanis, C., 1987: Découverte géologique de la Bretagne. CID Editions en B.R.G.M.
 Le Morbihan, dubbelnummer Inventaire Minéralogique de la France.
 Gourault, G., 1990/'91: La Province Plombo-zincifère Armoricaïne, in: Minéraux et Fossiles (3 afleveringen: dec.'90, jan. en feb. '91).

Enige vindplaatsen van micromineralen in Bretagne

door W.R. van den Berg

Het verkrijgen van recente en goede vindplaatsgegevens blijft voor actief zoekende mineralenliefhebbers van onmiskenbaar belang. Voor Franse vindplaatsen is hierbij een goede hulp het eenvoudig uitgevoerde driemaandelijkse tijdschrift Le Cahier des Micromonteurs van de Association Française de Microminéralogie (*). In vrijwel elk nummer wordt één Franse mineralenvindplaats meer of minder uitvoerig beschreven. Zo zijn de laatste jaren ook Bretonse groeves en storthopen beschreven, die voor de bezoeker aantrekkelijke mineralen kunnen opleveren. We zullen hier enkele vindplaatsen eens nader bekijken. Wel moeten we met nadruk stellen, dat de beschreven slakkenmine-

ralen zeer klein zijn: het zijn echt micromount-mineralen. Een goede loep is bij het zoeken dan ook een onmisbaar attribuut.

1. Le Huelgoat - Poullaouen

Op korte afstand van de oude mijn van Le Huelgoat ligt de zg. Fonderie, waar in vroegere jaren het uit de mijn afkomstige erts werd bewerkt. Van deze activiteiten getuigt nog een grote storthoop, waar slakkenmineralen gevonden kunnen worden. Deze plek is op het ogenblik dé slakkenvindplaats van Frankrijk.