

H. - Velay: een album voor het vulkanisme

door Joke Stemvers-van Bommel

De Velay is een uitgestrekt vulkanisch gebied ten oosten, zuidoosten en zuiden van Le Puy-en-Velay. Het is niet een massief met een duidelijk centrum, maar het bestaat uit door breuken gescheiden eenheden met een al of niet duidelijk eigen karakter. Deze vaagheid in de definiëring van wat de Velay eigenlijk is komt ook tevoorschijn in de beschrijvingen die in de Franse literatuur in omloop zijn. In een van de vrij recente samenvattingen (Le Volcanisme en France, 1990, R. Brousse en C. Lefèvre) worden drie provincies onderscheiden:

- I. Velay: het vulkanisme van de rift van de Haute-Loire in het gebied van Le Puy;
- II. Devès: het vulkanisme met spleeterupties op de horst tussen de Loire en de Allier;
- III. Ardèche (Bas-Vivarais): het zeer recente en zeer plaatselijke vulkanisme aldaar.

De Devès is al besproken in hoofdstuk G, daarom komen hier achtereenvolgens de Velay in engere zin en de Bas-Vivarais aan bod.

De vulkanische Velay kan in vier delen worden opgedeeld (afb. H-1):

- A. Het Bekken van Le Puy,
- B. het Bekken van Emblavès,
- C. het Plateau van de Haut-Velay, en
- D. de Slenk van de Boutières.

Het vulkanisme van de Velay kan ook op grond van de ouderdom van zijn opeenvolgende fasen worden onderscheiden. Daarbij kun je in grote lijnen wel een zekere ontwikkeling in de uitgetreden vulkanische gesteenten opmerken. Deze ontwikkeling loopt van oost naar west en omvat achtereenvolgens:

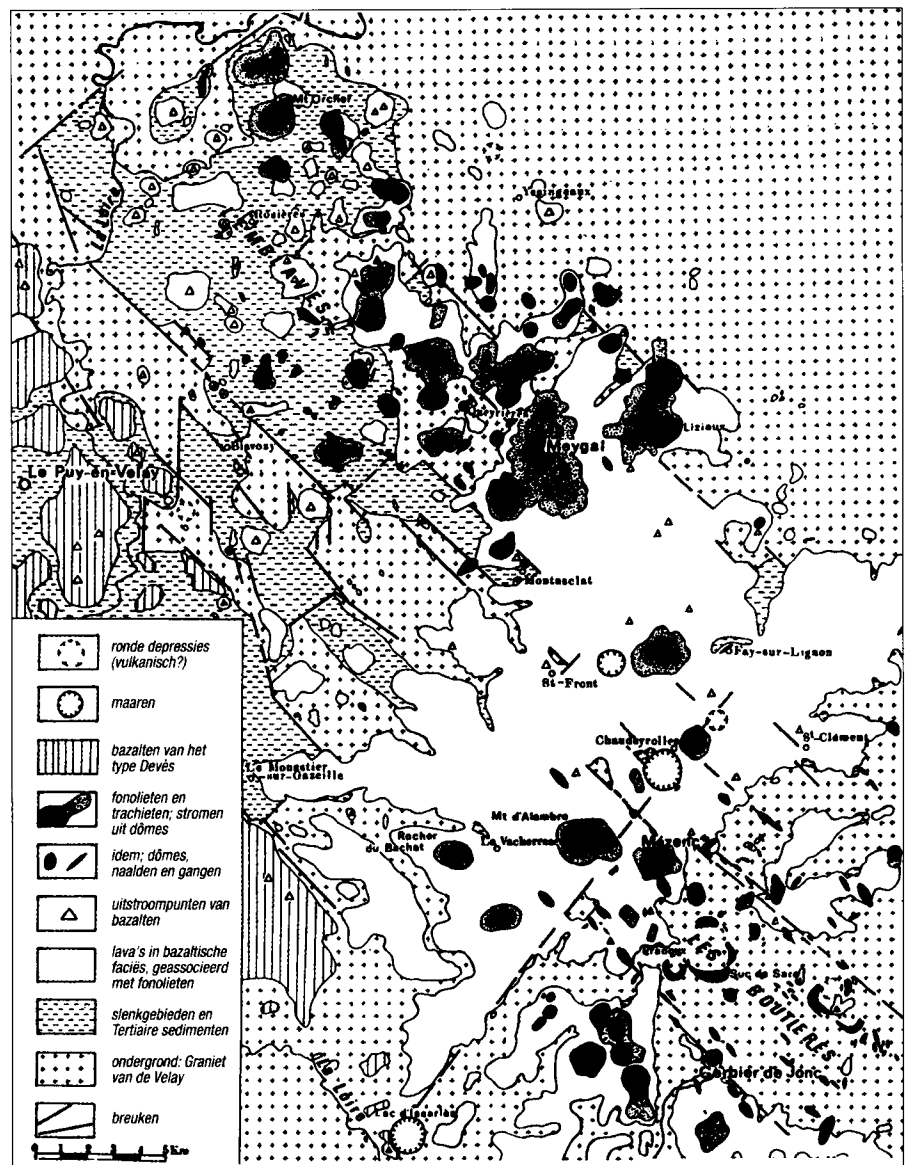
- I. Miocene bazalten (slechts hier en daar);
- II. Pliocene series van vulkanische complexen, namelijk trachieten; andesieten; bazalten en fonolieten. Het meest opmerkelijke is het grote aantal fonolietvoorkomens; hierdoor is de Velay uniek.
- III. basanitische breksies uit het Villafrancien (Onder-Pleistoceen), zoals de beroemde rotsen van Le Puy, en vele bazaltstromen in de Devès, met als gemeenschappelijk kenmerk de talloze peridotietknollen. Ook erupteerden vele maaren;
- IV. Pleistoceen vulkanisme met vooral bazaltische lavastromen die rivierbeddingen vulden, vooral in het zuiden (Bas-Vivarais).

We zullen, vooral via foto's, proberen enkele prominente voorkomens te verduidelijken. Het werd een heel album en de verleiding was groot nog veel langer door te gaan: de vulkanische Velay is onuitputtelijk. De Velay zal volgens de eerdergenoemde

geografische "eenheden" worden benaderd. Deze eenheden worden door belangrijke breuken in de ondergrond van elkaar gescheiden. Zie afb. H-1.

Het Bekken van Le Puy-en-Velay

Samen met de Emblavès vormt het Bekken van Le Puy een slenk (door breuken omgeven inzinking), waar de granitische ondergrond een eind is weggezonden. In dit laaggelegen gebied ontstonden meren en in het Eoceen en Oligoceen vond dan ook sedimentatie plaats van meer-afzettingen, o.a. arkoses. Volgens noordwest - zuidoost verlopende breuklijnen, ongeveer evenwijdig aan de riftkanten, verhief zich in het midden van deze slenk een opwelling. Het resultaat was de vorming van een horst: de Horst van Chaspinhac. Hierdoor kwam de onderliggende graniet (de "granite de Velay") weer aan de oppervlakte. Zo ontstond de driedeling van de Bekkens van Le Puy en Emblavès en de Horst van Chaspinhac. De graniet van Velay is



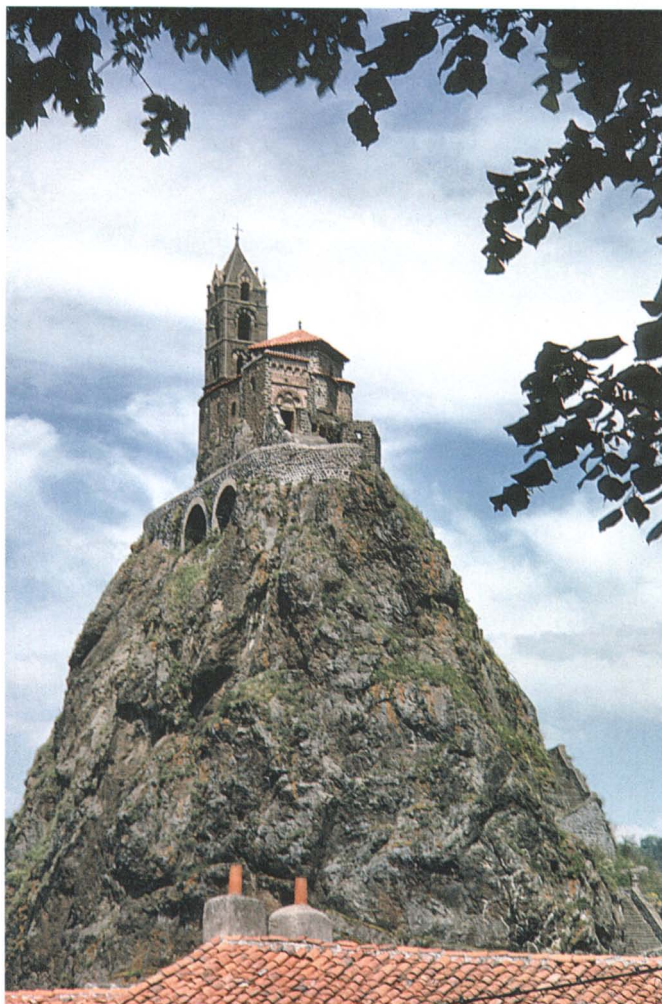
Afb. H-1. Vulkanisch-tektonische kaart van de oostelijke Velay (naar J. Mergoil, 1971)

goed te zien langs de weg Vorey - Le Puy (D 103), o.a. bij Lavoûte-sur-Loire.

In het zuidoosten worden deze structuren onderbroken door het Plateau van de Haut-Velay. Dit is een vrij vlak gebied waarover dikke lavastromen over de ondergrond zijn uitgevloeid. Aan de zuidoostkant van dit plateau ligt het verlengde van de noordwest - zuidoost lopende breukzone van Le Puy – Emblavès. Daar vinden we de Slenk van de Boutières, die begrensd wordt door breuken die dezelfde richting hebben als die van de Bekkens van Le Puy en Emblavès. Ook de Coiron ligt in het verlengde van een van deze breuken (zie hoofdstuk J). Zo wordt de vulkanische Velay in grote lijnen verdeeld in een noordwestelijk deel (met o.a. Le Puy, Yssingaux met de vele sucs, en de Meygal); een middendeel (vooral gekenmerkt door bazaltplateaus met enkele grote maaren: Saint-Front; Chaudeyrolles, Issariès, en de Mézenc), en een zuidoostelijk deel, met vulkanen als de Suc de Touron, Gerbier de Jonc en de ringintrusie Suc de Sara.

Na een onderbreking werd in het Bekken van Le Puy in het Pliocene-Pleistoocene de sedimentatie weer voortgezet. In deze tijd heerste er een enorme vulkanische activiteit, waardoor veel bazalten en basanieten werden gegenereerd; dit materiaal was echter niet gedifferentieerd (er zijn dus bijvoorbeeld geen fonolieten of trachieten).

In het Bekken van Le Puy liggen enkele van de bekendste vulkanen van Auvergne. Het zou niet misstaan om bijvoorbeeld



Afb. H-2. De neck van Rocher d'Aiguilhe, met de église Saint-Michel, Le Puy.

de Rocher d'Aiguilhe, met zijn église Saint-Michel bovenop, als symbool voor heel Auvergne te nemen. Afb. H-2. Deze neck is een van de bekende punten van Le Puy, evenals de Rocher Corneille, de vulkaan La Denise, de Orgues d'Espaly en de Rocher de Polignac.

Het is waarschijnlijk, dat als er in een gebied van horsten en slenken depressies zijn, deze door meren zullen worden ingenomen. Wanneer het magma zich langs de breuken een weg omhoog baant en met water in contact komt, zal dit vulkanisme een explosief karakter hebben. Vulkaanpijpen, gevuld met breksies van vulkanisch en ondergrond-materiaal komen dan ook veel in het Bekken van Le Puy voor, al of niet door de erosie aangegrepen.

Zo kan van een intrusie alleen de pijp zijn overgebleven, zonder dat deze (nog) een bovengronds deel heeft. Of er verheft zich wèl een bovengronds deel van een pijp: een neck, waarvan het omringende gesteente is weggeërodeerd. Ook is een lavameer mogelijk, die nu als een geïsoleerde tafel is overgebleven. Uiteraard kunnen langs deze hydromagmatische weg ook maaren ontstaan.

Het Bekken van Le Puy heeft van deze mogelijkheden mooie voorbeelden. Eerst bekijken we enkele toeristische trekpleisters in en om Le Puy.

Rocher d'Aiguilhe

Een 82 meter boven de omgeving uitstekende piramide, met daar nog bovenop de Romaanse kapel Saint-Michel uit de 10de tot 12de eeuw, (afb. H-2), bestaat uit een breksie van basaniet,



Afb. H-3. De bazaltische breksie van de Rocher d'Aiguilhe.

met fragmenten van de granitische en sedimentaire ondergrond, in een okerkleurige matrix met glasachtige basaltische korrels, doorsneden met gangen tot 40 cm dik (afb. H-3). Het oorspronkelijke omringende vulkaanlichaam is door erosie verdwenen.

Rocher Corneille

Deze nu ontmantelde vulkaanpijp staat in de buurt van de Rocher d'Aiguilhe, maar is met zijn 130 meter hoogte en brede voet (250 x 80 meter) heel wat groter. Een 16 meter hoog, metalen Mariabeeld staat op de top van de pijp. Deze bestaat eveneens uit gelaagde basanitische breksie.

De orgelpijpen van de Espaly en de vulkaan La Denise

De Orgues de l'Espaly zijn de zijkant van een bazaltische gang. De verticale zuilen inspireerden tot hun wat sacrale bijnaam; voor een bezoek aan dit echt heel fraaie fenomeen moet iets worden betaald.

Gedeeltelijk zijn de zuilen gerangschikt als in een boeket, waaruit naar vele kanten de bloemen steken. Deze modificatie heet in de Franse terminologie een *entablement*. Zie afb. IV.

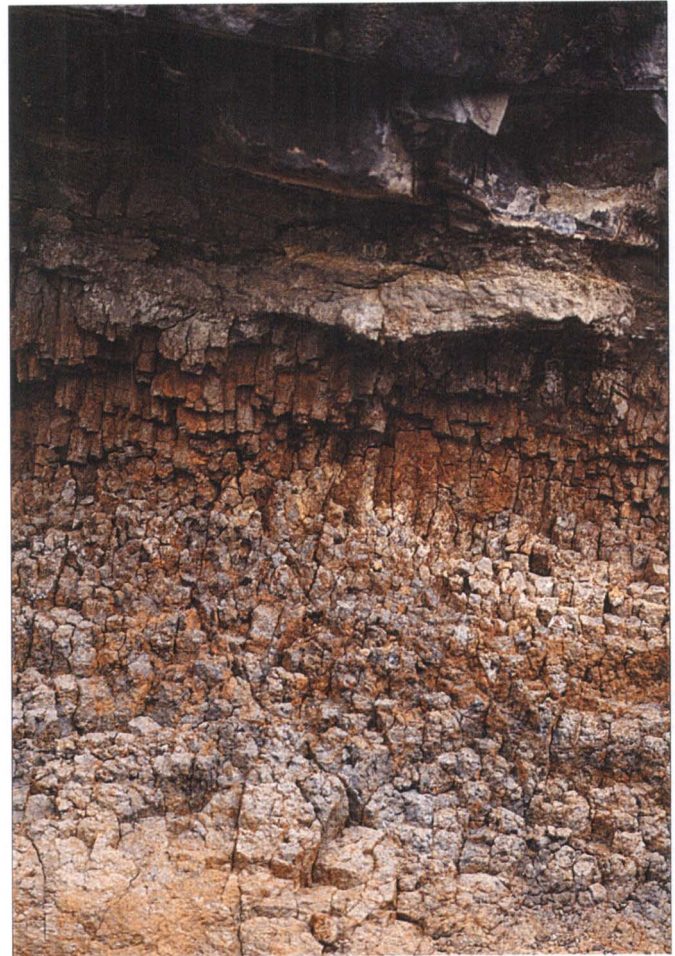
In de omgeving staat de vulkaan La Denise. De eerste twee uitbarstingen van La Denise waren hydromagmatisch, waardoor een maar werd gevormd. In deze vlakke krater kwam de eigenlijke vulkaan tot ontwikkeling. Deze is van het Stromboli-type, met lagen van slakken en spoelvormige bommen afgewisseld door intrusies van lava. In de Denise wordt in groeven *pouzzolane* gewonnen, het veelgezochte product voor wegverharding en dergelijke. Dit slakkenmateriaal ligt op basanitische breksies uit het Villafranchien, die de onderbouw van de vulkaan vormen. De winning van *pouzzolane* is tegenwoordig niet overal meer vanzelfsprekend: natuurorganisaties verheffen hun stem tegen de verruïning van al te veel markante vulkaancomplexen en hebben hier en daar succes met de uitbreiding van het beschermde natuurareaal.

Rocher de Polignac

Deze lijkt plat, tafelvormig, een erosierest (omgekeerd reliëf), maar is dit niet. In werkelijkheid zijn het okerkleurige, breksieuze massa's, die als een halve ring om een later in het midden geïntreerde, door calciet grijs gekleurde pijp staan. Op deze centrale pijp van glasachtige basanietbreksie staat een kasteel, waarvan de muren een tafelvormig idee geven. Afb. H-4.

Kleiprisma's

Boven de meander van de Loire bij Farges, aan de D 54 ten westen van Coubon, bij Le Puy, is langs de weg een plaatvormige bazaltintrusie met peridotietknollen te zien, die over een kleiafzetting is gestroomd. De kleilagen zijn hierdoor gestoord, maar het contact is ook sterk verhit en gebakken, waarbij prisma's van klei zijn ontstaan, à la bazaltzuilen, maar fijner, zo'n 5 cm dik. De klei behoort tot het Villafranchien. Afb. H-5. Hetzelfde verschijnsel doet zich voor o.a. bij Murat, Cantal.



Afb. H-5. Kleiprisma's onder ingedrongen bazalt aan de D 54 boven Farges, ten westen van Coubon bij Le Puy.

Rijdend door het Bekken van Le Puy zijn op diverse plaatsen prachtige vergezichten op vulkanen in de omgeving te zien. Opvallend zijn de ronde, koepelvormige bergen in het oosten, in de Emblavès.

Het Bekken van de Emblavès

Met een onderbreking van de granitische Horst van Chaspinhac zet het sedimentaire bekken van Le Puy zich in noordoostelijke

richting voort in de Emblavès. De slenk werd gedempt met Eoceen en Oligoceen materiaal. Hierin kwamen enkele vulkanen tot ontwikkeling, vooral in het Mioceen. Deze zijn in de loop van de tijd ontmanteld: hun tefrasedekking is verdwenen en alleen de harde gesteenten zijn bewaard. Dit zijn vooral domes van fonoliet, die *sucs* genoemd worden. Zij hebben een markante, ronde vorm. Afb. H-6. De grootste van deze domes is de Meygal (1436 m), ook wel Grand Testavoyre genoemd, die van ver te zien is (afb. H-14). Bekend waren de



Afb. H-4. Rocher de Polignac. De rechte bovenkant suggereert een omgekeerd reliëf, maar wordt veroorzaakt door de muren van het kasteel!



H-6



H-8



Afb. H-6. Gezicht op de sucs van de Emblavès bij Yssingeaux.

Afb. H-7. Meygal, le Lac Bleu.

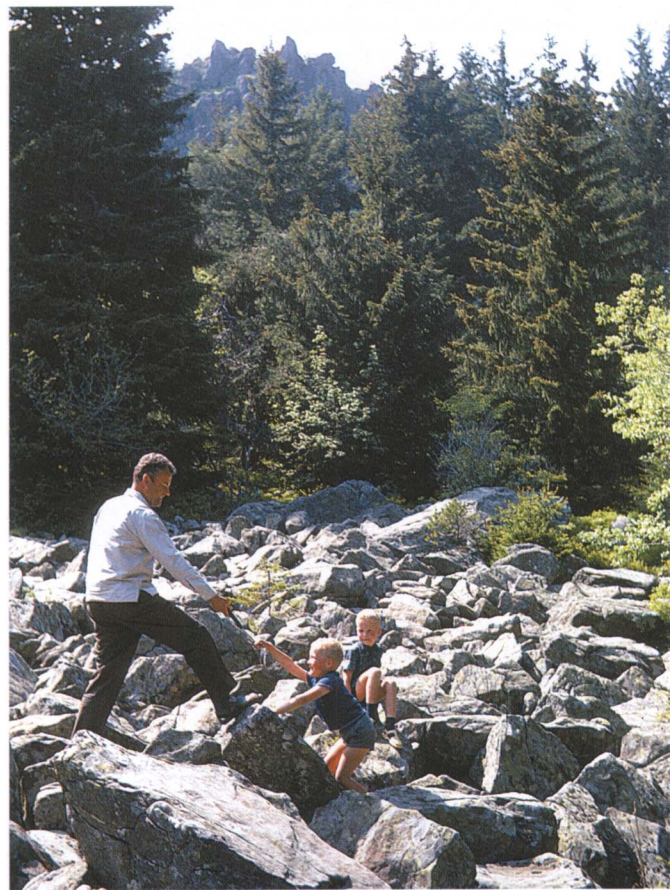
Afb. H-8. Meygal: sparrenkegel.

Afb. H-9. Forêt de Meygal: stenenrivier van na de IJstijd omlaaggestorte fonolietblokken.

grote *lauzières*: groeven waar de fonoliet van de Meygal werd gewonnen. Dit gebied is te bereiken door bij Boussulet aan de D 15 naar het noorden af te slaan. De exploitatie is nu gestopt, maar men heeft er een toeristisch getint natuurpark aangelegd, waar het een en ander zichtbaar is gebleven. Een diepe put is omgevormd tot een schilderachtig meer, het Lac Bleu, afb. H-7. Het fonolietgesteente heeft een wittige verweringsrand; doorgeslagen is het grijsgroen, met fenokristen van voornamelijk hauyn, sanidien, augiet.

Door de spijtrichting van de gerichte platte veldspaten splijt het gesteente gemakkelijk in plaatjes, die als *lauzes* (dakpannen van fonoliet) gebruikt werden. Deze zijn tegenwoordig in onbruik geraakt - niet in het minst door hun enorme gewicht.

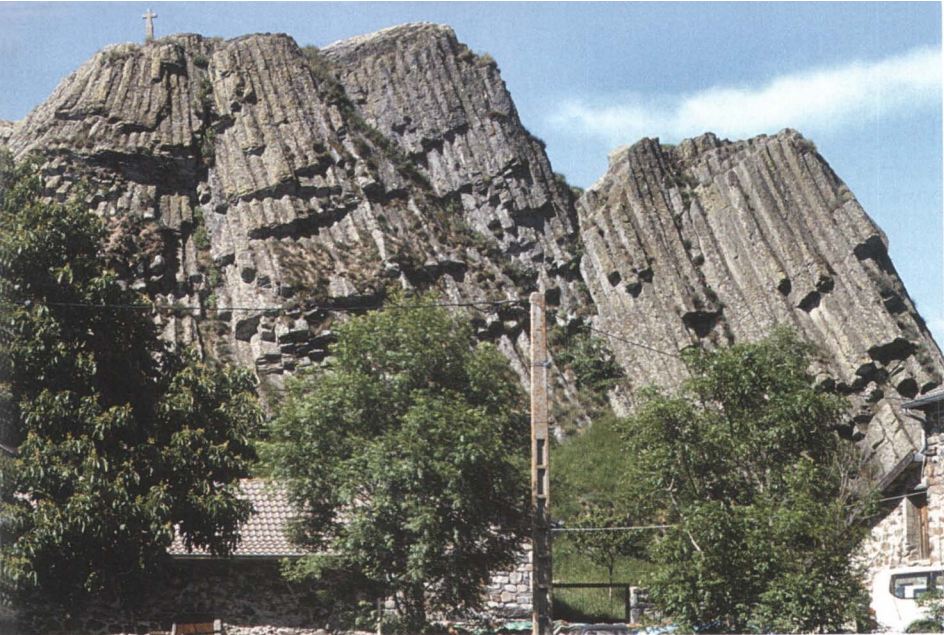
Een groot deel van het Meygal-gebied wordt bedekt door bos, vooral sparren (afb. H-8). In de IJstijden lagen op bergen als de Meygal en de Mézenc korte gletsjers, waarop zich puin ophoopte. Dit werd van de omringende hellingen losgemaakt door *gelifractie*, vorstverwerking. Dit puin werd samengehouden door ijs als bindmiddel en schoof als lobben of tongen bergafwaarts. Na het smelten van deze gletsjertongen bleven de rotsblokken



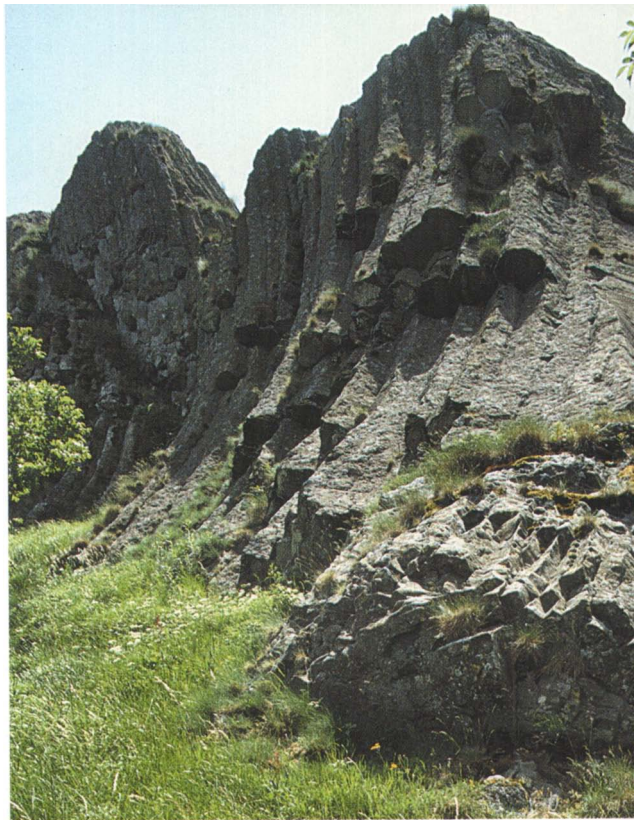
H-9

als stenenrivieren achter. Dit is in de Velay, vooral aan de westkant van de Meygal, een bekend periglaciaal verschijnsel (afb. H-9).

Ten noorden van de Meygal ligt een charmant vulkaantje, dat van Queyrières. Het ligt middenin het plaatsje, het geheel ligt op een heuvel (afb. H-10 en H-11, ook op afb. H-6 te zien). Het is een bazaltische neck, geheel uit zuilen bestaand. De lava drong de klei ter plaatse binnen, koelde af vanaf de buitenkant en vormde prisma's loodrecht op het afkoelingsvlak. Later erodeerde de klei en bleven de zuilen over. Bij de voet liggen deze bijna horizontaal, meer naar boven toe staan ze steeds steiler. In het



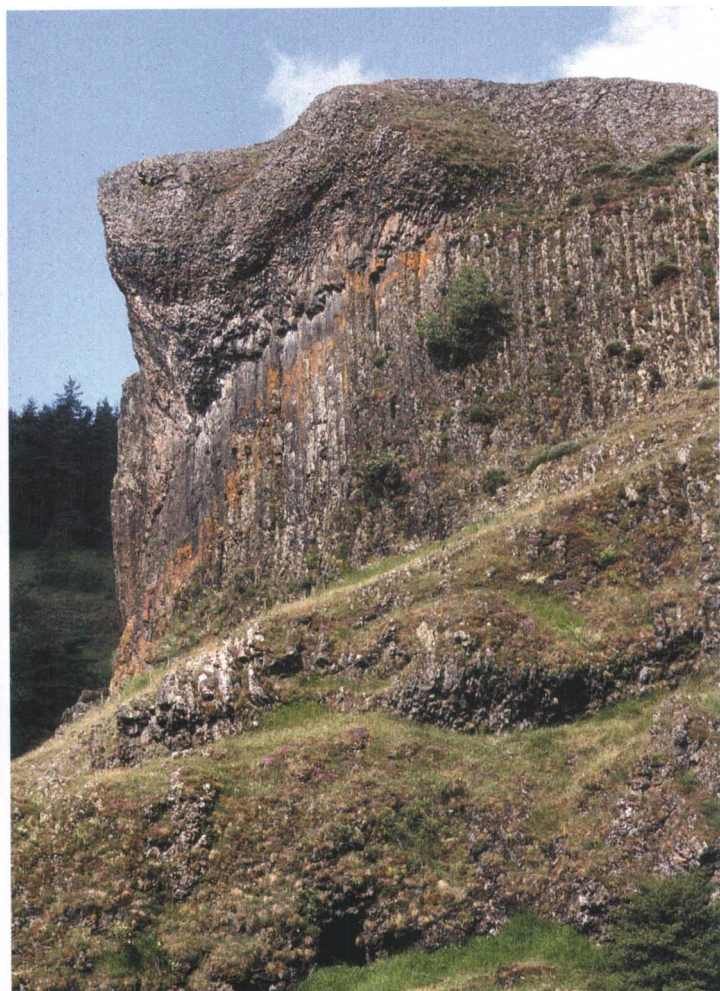
H-10



H-11



H-12



H-13

Afb. H-10. De vulkaan van Queyrières.

Afb. H-11. Schuine zuilen van de vulkaan van Queyrières.

Afb. H-12. Vindplaats van augietkristallen bij Montbusat, ten zuiden van de Lizieux. Vanaf de D 15 en daarna de D 47 is dit plaatsje te bereiken. Boven Montbusat staat een kleine bazaltvulkaan. De uitgeworpen producten zijn

tot een okergele tuf gecompacteerd; hierin zitten veel losse augietjes, ook vertweelind, van ca. 1 cm. De tuf is ontsloten tegenover de laatste huizen van het gehucht, in het talud van de weg. De gele afzetting loopt door; ook bij het kruispunt een eindje verderop zijn de kristallen te vinden (foto).

Afb. H-13. Suc d'Eynac ten zuidwesten van Saint-Pierre-Eynac.

centrum bleef het magma het langst heet en steeg het verste omhoog. De opstijging verliep in drie fasen - vandaar de telescopische opbouw.

Er zijn nog wel kleinere vulkanen dan deze, ze passen in een flinke achtertuin, zoals eentje in de buurt van Baraque aan de D 15. Met zijn schuine zultjes lijkt het op een pagode.

Een aantrekkelijke suc om te beklimmen is de Lizieux, vanwaar je een prachtig uitzicht hebt.

In de buurt ligt het gehucht Montbuzat, waar in de okerkleurige tuffen gave augietkristallen van ongeveer 1 cm kunnen worden gevonden, ook vertweelingd. Afb. H-12.

In de buurt van het mooi gelegen Saint-Julien Chapeuil ligt Saint-Pierre d'Eynac tussen de vulkanen. Zijn noordkant wordt gevormd door een hoge fonolietstroom met zuilen, een wit Mariabeeld staat bovenop. Zulke mooie orgelpijpen van fonoliet zie je niet vaak.

Meer zuidwestelijk, richting D 15, ligt de Suc d'Eynac boven het gelijknamige gehucht. Dit is een zeer fraaie vulkaan met grootse zuilenformaties, gedekt door een enorme muts van warrige bazaltprisma's. Afb. H-13.

Het Plateau van de Haut-Velay

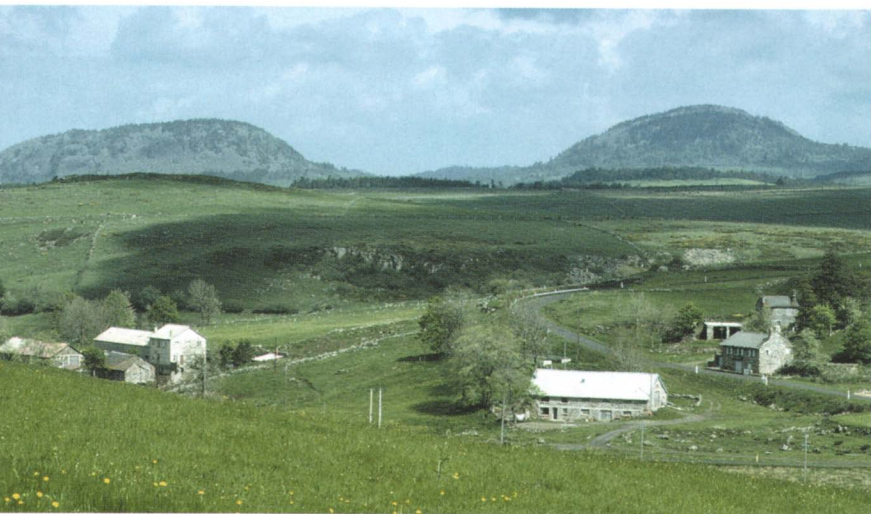
De Haut-Velay ligt tussen de Meygal in het noorden en de Mézenc in het zuiden. Het is een hoogvlakte waar in het Mio-

ceen vele bazaltstromen zijn uitgevloeid over de Hercynische granitische ondergrond. Iets jonger zijn uitbarstingen van gedifferentieerde lava's, o.a. fonoliet. Ook zijn er enkele maaren gevormd.

De autochtone bevolking is er de laatste tientallen jaren sterk afgenomen. Over het hooggelegen, vrij vlakke land kan de "burle" ijzig blazen, maar op mooie dagen heeft het gebied grote charmes, vooral na een nadere kennismaking. Afb. H-14 en H-17. Het Lac de Saint-Front is wel het bekendst. Het is een ovaal maar, 700 x 500 m, met daarin een rond meer, dat ter wille van het toerisme in niveau verlaagd is. Afb. H-15.

Vanaf Roffiac, dat een eindje noordoostelijk van het maar ligt, loopt een voetpad naar Les Roches, waar noseaanfonoliet dagzoomt. Blokken ervan zijn ook wel omlaaggerold, tot aan het maar. Niet erg spectaculair maar wel merkwaardig is de Pipe de Bournac, afb. H-16, die vanaf het gehucht Bournac (vanaf St.-Front 4 km over de D 39, dan rechtsaf) te zien is.

Deze explosiepijp heeft een basanitische explosiebreksie opgeleverd, waarin veel bestanddelen uit de mantel (peridotiet: Iherzoliet) en diep korstmateriaal is opgenomen (xenolieten van diverse aard, granieten, anatexieten, charnockieten). De pijp is niet uitverweerd en heeft nog grotendeels zijn mantel van tefra behouden. Het explosiemateriaal is vanaf Bournac (een boerderij) gemakkelijk bereikbaar, het zit in tufruggen op de helling of ligt er los. Er liggen ook veel zwart-glimmende amfiboolkristallen (kaersutiet) van 1 - 2 cm tussen.



H-14



H-15



H-16

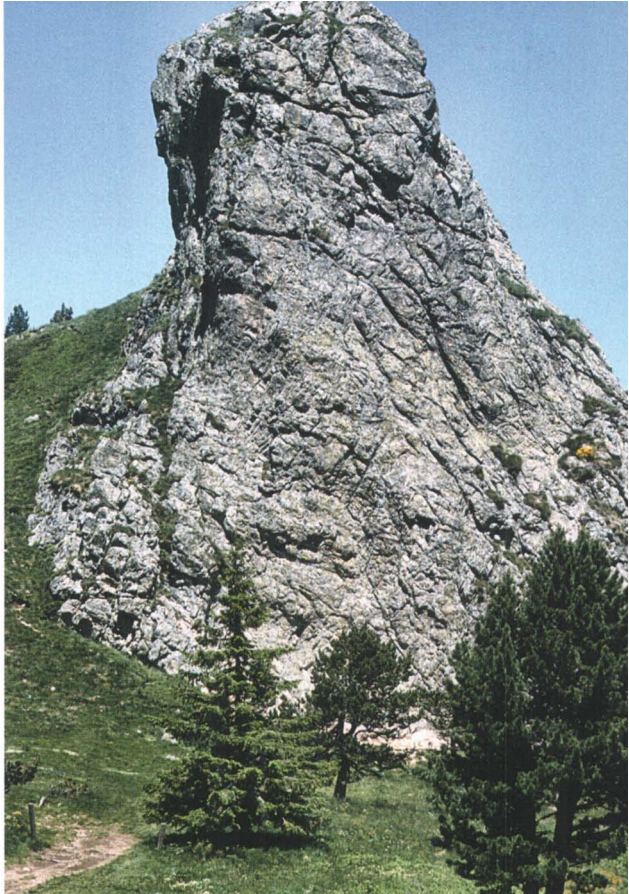
Afb. H-14. Landschap in de Haut-Velay met Meygal (links) en Pic de Lizieux, vanaf het Lac de Saint-Front.

Afb. H-15. Lac de Saint-Front.

Afb. H-16. De pijp van Bournac, ten westen van het Lac de Saint-Front.



H-17



H-18



H-20

H-21 (onder)



H-19



Afb. H-17. Maar van Chaudeyrolles.

Afb. H-18. Dent de Mézenc, van kwarts-trachiet.

Afb. H-19. De Mézenc vanaf Saint-Clément.

Afb. H-20. Uitzicht vanaf Saint-Clément naar de hoge sucs van de Slenk van de Boutières. Achteraan: Gerbier de Jonc; rechts ervoor: Suc de Sara.

Afb. H-21. Cirque des Boutières, met een vulkanische serie.

Het Maar van Chaudeyrolles ligt tussen Fay-sur-Lignon en de Mont Mézenc, bij het schilderachtige plaatsje Chaudeyrolles. Het is een wijde depressie, 1 km in doorsnee, begroeid met veel gras; er werd (wordt nog?) turf gewonnen. Het maar wordt ontwaterd door een beek, de Salin; deze vormt ook een waterval, die enkele van de bazaltdekens van het plateau doorsnijdt: de Cascade de Chant-Merle. (Afb. H-17, hierop is rechts achteraan de Dent de Mézenc te zien).

Het hoogtepunt van de Haut-Velay is zeker de Mézenc. Ga je vanaf Chaudeyrolles over de D 274 naar de Mézenc dan passeer je de Dents de Mézenc. Van deze twee "tanden" is de rechtse het meest opmerkelijk. Afb. H-18. Hij bestaat uit kwarts-trachiet (in deze contreien een zeldzaamheid); deze is in verse toestand blauwachtig grijs, maar verweert gemakkelijk naar geelgrijs. Rechts onder deze Roche Pointue, zoals hij ook wel heet, loopt een weg naar een oude groeve in een granitisch gesteente. De Mézenc is vanaf La Croix de Peccata (1564 m) gemakkelijk te beklimmen (1753 m, uitzicht!). Afb. H-19. Hij bestaat uit groengrijze fonoliet; fenokristen, als ze al te zien zijn, zijn voornamelijk hauyn, sanidien, augiet.

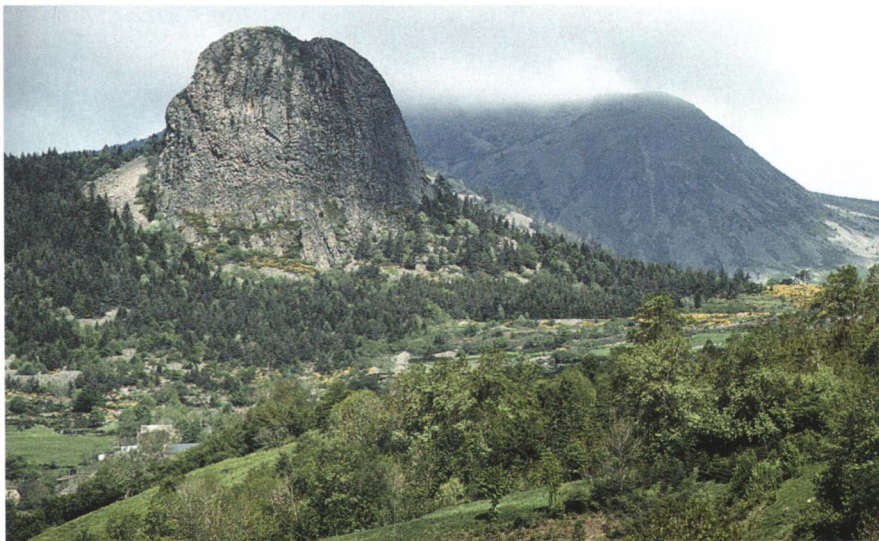
Via het wintersportoord Les Estables is nog een bezoek aan de Mont d'Alambre mogelijk, maar het landschap is er door zijn nieuwe bestemming niet op vooruitgegaan.

Bij Saint-Clément, in de zuidoost-hoek van dit Velay-deel, is het uitzicht wél prachtig. (Afb. H-20, hierop kijken we naar het zuiden, richting Slenk van de Boutières.)

Vanaf Saint-Clément kun je de D 247 naar Saint-Martin de Valamas nemen voor een heel mooi gezicht op een profiel van het vulkanische plateau. De eerste vier kilometer passeer je 13 lavalagen voor je, iets vóór Orcelas, de ondergrond van migmatitische graniet bereikt. Het is een zeer smalle weg, niet op een drukke zondag doen! De 13 lagen liggen boven elkaar, elke laag (eruptie) eindigt met een slakkenlaagje. De onderste laag is basanitisch, de hoogste, bij Saint-Clément, is een mugeariet (trachyandesiet). Dank zij de insnijding van het riviertje de Saliouse is hier een doorsnee door het vulkanische lagenpakket mogelijk.

De Slenk van de Boutières

Zoals gezegd is de Slenk van de Boutières de voortzetting van de Bekkens van Le Puy en Emblavès. Hier liggen enkele hoge toppen met markante voorkomens. Anders dan de meer noordelijke bekkens is de slenk van de Boutières niet met sediment gevuld. De granitische ondergrond komt direct aan de oppervlakte en is - mits ontsloten! - te zien. Het vulkanisme vormt geen aaneengesloten bedekking, zoals bij de Haut-Velay. Er zijn diverse sucs van fonoliet, maar de erosie heeft hier tot op grote diepte ingegrepen, zodat er "wortels" van het vulkanisme zijn blootgelegd.



Afb. H-23. Suc de Touron vanaf La Croix des Boutières.

Afb. H-24. Suc de Sara, overzicht.

Afb. H-25. Situatieschets in de omgeving van Borée met de ringintrusies (naar J.M. Peterlongo, 1972)

Fijn gestippeld: fonoliet; grof gestippeld: tinguaïet.

Afb. H-26. Sponsachtige graniet; bij het contact van graniet en fonoliet is de kwarts van de graniet door de fonoliet opgenomen.

Afb. H-27. Suc de Sara: langs het pad onder de Sara naast het riviertje de Eysse is het hoekige voorkomen van de tinguaïet goed ontsloten.

Boutières

De Cirque des Boutières, een gletsjerkom van weleer, heeft de Roche de Cruzet in een steilwand ontsloten. Afb. H-21. Hierdoor wordt een imposante blik op het bazaltische profiel van de Velay verschaft. Een opeenstapeling van lavalagen is te zien langs de D 400, vanaf la Croix des Boutières omlaag.

Drie fonolietbergen

Aan de D 378, richting Borée, liggen drie opmerkelijke fonolietvoorkomens. Het eerste is "Punt 1380", dat omringd is door veel fonolietblokken (zie hieronder bij Suc de Sara). De volgende top is de Suc de Touron (afb. H-22), met zijn karakteristieke *pain-de-sucre*-vorm. De derde top, die iets verderop ligt, is ook een suc: de Roche de Borée; vlak voor het plaatsje Borée werd hierin een fonolietgroeve geëxploiteerd. Een monster daaruit is afgebeeld als gesteentefoto VIII.

Suc de Sara

Ten zuiden van Borée ligt de hoge (1520 m), driehoekige Suc de Sara (afb. H-23 en H-24). Deze maakt een groot deel van een ringintrusie uit; "Punt 1380" is een noordelijk deel van de ring. Een ringintrusie is waarschijnlijk een groot, trechtervormig complex bestaande uit stollingsgesteente, dat tot diep in de aardkorst reikt. De ringvorm is het beeld aan de oppervlakte, zoals dat op een kaart te zien is. Afb. H-25 geeft schetsmatig de vorm en de ligging langs het riviertje de Eysse weer.

De Sara heeft de vorm van een croissant: het middelste, dikke gedeelte ervan vormt de top van de driehoek. Deze machtige berg bestaat grotendeels uit tinguaïet: de fijnkorrelige tussenform van nefelien-fonoliet en nefelien-syeniet. Gesteentefoto IX. Het feit dat het gesteente fijnkorrelig is, en niet glasachtig en

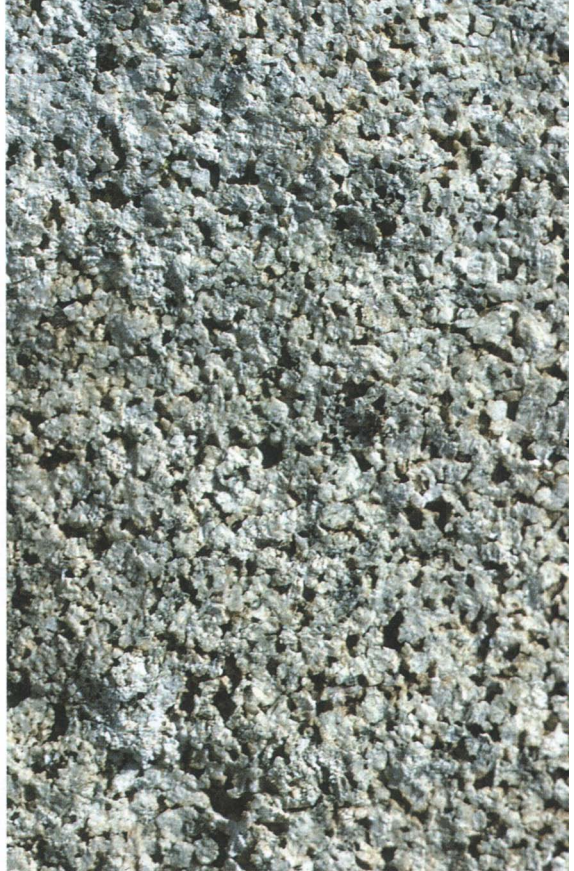
porfirisch, wijst erop dat de afkoeling langzamer is gegaan dan via een vulkanische vorming kan gebeuren. De Suc de Sara wordt dan ook beschouwd als een subvulkaanisch intrusielichaam, in de diepte gevormd en daar tijdens de afkoeling gebleven. Alleen door erosie kan het complex aan de oppervlakte gekomen zijn.

De tinguaïet bestaat uit ongeveer gelijkkorrelige kristallen van sanidien en nefelien, en uit naaldjes van aegirien (een natriumhoudende clinopyroxen) en aenigmatiet (een natriumhoudende amfibool). Naar de westelijke punt van de croissant toe wordt het gesteente plaatselijk verticaal doorsneden door dunne adertjes van groenzwarte aegirien; in zones waar de afkoeling sneller verliep verschijnt fonoliet. Hier en daar is het contact te vinden

Afb. H-22. Suc de Touron, omgeving Borée.



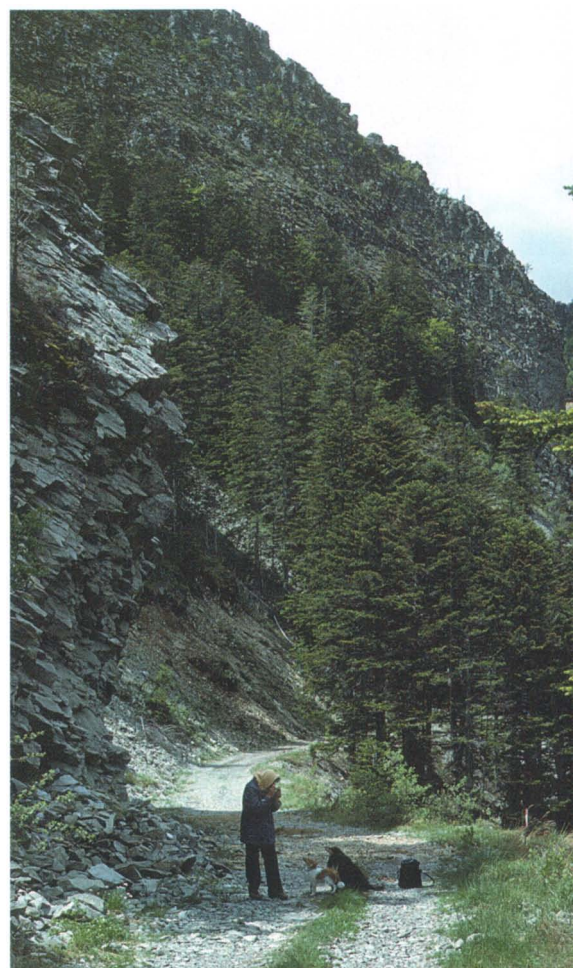
H-23



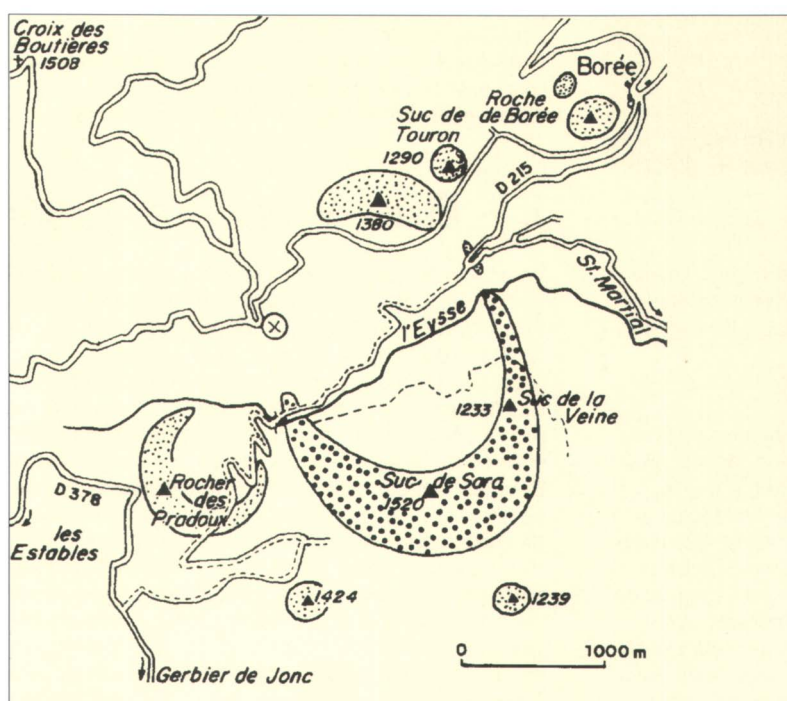
H-26



H-24



H-27



H-25

met de graniet uit de omgeving, die de ringintrusie zowel aan de binnen- als aan de buitenkant begrenst. Aan deze contacten is te zien, dat de onderverzadigde tinguaiet, of fonoliet waar aanwezig, de vrije kwarts in de graniet heeft geabsorbeerd; de glimmers zijn in een randzone omgezet in chloriet. De graniet heeft door zijn verlies aan kwarts een sponsachtig uiterlijk gekregen en bestaat nog voornamelijk uit veldspaten. Afb. H-26. Dit heet *episyenitisatie* en het product is een *episyeniet*. De Suc de Sara is van nabij te bekijken.

Een goed overzicht is mogelijk door bij het kruispunt D 400/D 378 even over een landweggetje rechtdoor te rijden tot een uitzichtpunt. Voor een bezoek vanaf richting Borée (D 215) het kaartje van afb. H-25 volgen. Bovenaan, waar het stippelweggetje zich afsplitst van de D 215, staat een verbodsbord voor auto's. Wie het er niet op waagt door te rijden, wandelt vanhier ruim een kilometer naar een bruggetje over de Eysse, waar je de tinguaiet met aegirienaders vindt en een pad om langs de Sara te lopen. Afb. H-27.



Afb. H-28. De markante top van de Gerbier de Jonc.

De nabijgelegen Rocher de Pradoux is een tweede ringintrusie, kleiner en hoger in de ondergrond gevormd dan de Sara. Het gesteente is een fonoliet met fenos van anorthoklaas. De begroeiing is er wel erg dicht.

Gerbier de Jonc

Dit is de markante spitse suc in het zuiden van de Velay en met zijn 1551 meter een van de hoogste. De top is van fonoliet, deze is door de omringende Miocene bazalten heengedrongen en steekt als een puntige kegel prominent omhoog. De fonoliet is afgekoeld in grove zuilen, die naar de top zijn gericht. Afb. H-28. Aan de zuidkant van de Gerbier de Jonc ontspringen de bronnen van de Loire, tussen de waterdoorlatende bazaltlagen en de impermeabele granitische ondergrond. Om de preciese plaats van de echte source heerst een ware cultus, deze plaats wordt door verscheidene grondbezitters opgeëist. De Gerbier de Jonc is dan ook een toeristisch punt, waar veel autobussen komen.



Afb. H-29. In een groeve ten noorden van Mézilhac is het contact van de graniet met de vulkanische serie ontsloten.

Aan de westkant, bij een houtzagerij, is het rustig en het uitzicht veel beter.

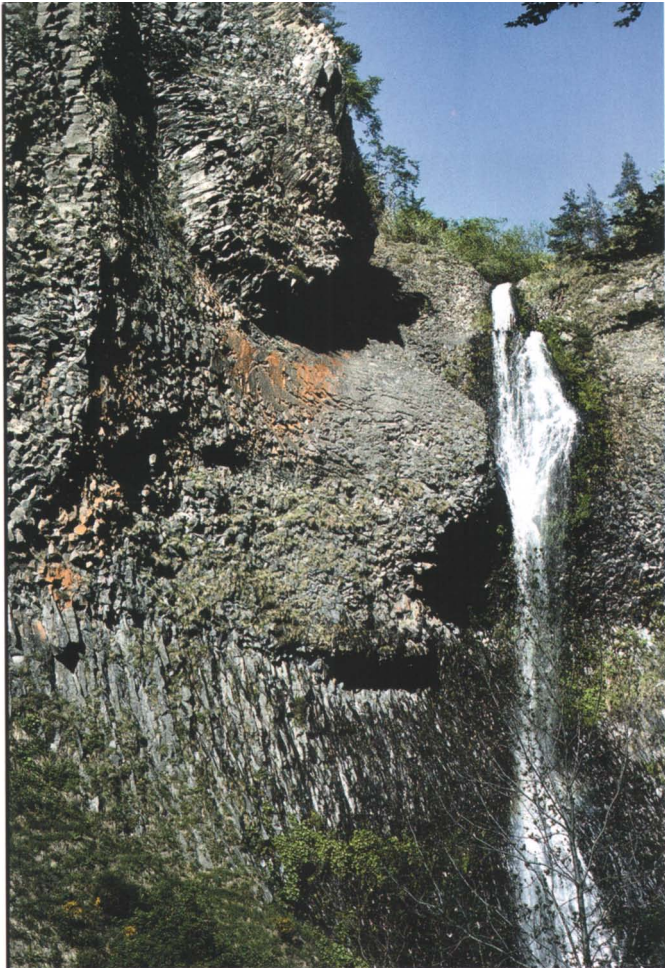
Contact met ondergrond

Het vulkanisme van de Velay zet zich naar het zuiden toe voort in dat van de Bas-Vivarais. Vanaf de Gerbier de Jonc is dat zuidwaarts over de D 378, dan linksaf (oost) de D 122 naar het skidorp Lachamp Raphaël. Wie de D 122 blijft volgen, bijvoorbeeld richting Privas, komt langs Mézilhac waar een groeve is, waar het contact voorkomt tussen de graniet van de ondergrond en tefra's, gevolgd door bazalt erboven. Het oppervlak van de graniet is roodachtig verkleurd door ijzerimpregnatie tijdens de verhitting door de bazalt. Afb. H-29.

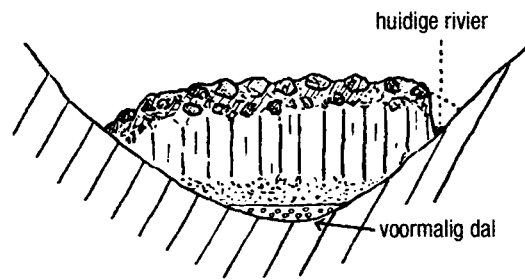
Ook elders is de ondergrond in combinatie met het vulkanische gesteente te zien: bij Rouveyre in de omgeving van Borée is een mooie gneis ontsloten, die vanuit het zuiden al van verre opvalt.

I. - Bas-Vivarais (Ardèche)

Vanaf Lachamp-Raphaël loopt de D 354 naar het zuiden. Eerst passeer je de Suc de Montivernoux (met drie kruisen op zijn fonoliettop) en daarna gaat het over de D 215 omlaag richting Cascade du Ray-Pic. Afb. I-1. Deze waterval is wel het meest bezochte en meest spectaculaire vulkanische fenomeen van de Bas-Vivarais. Vanaf de parkeerplaats is het een flinke maar mooie wandeling omlaag tot de onderkant van de hoge, indrukwekkende waterval. Deze is gevormd door het riviertje de Bourges, dat een diepe spleet in de lavastroom boven de waterval heeft uitgeslepen. Hierdoor is een imposante inking in de chaotische zuilenwaaiers van het *entablement* mogelijk. Het gesteente is een basaniet (onderverzadigde bazalt), met fenokristen van olivijn en augiet; er komen veel ronde insluitels van peridotiet in voor. De bazaltstroom zelf is afkomstig uit een *volcan égueulé* en is 21 km lang. Na de Ray-Pic gepasseerd te zijn is hij een eind niet zichtbaar; veel verder stroomafwaarts bij Pereyre is hij pas weer ontsloten. Bij de brug van Burzet is hij



Afb. I-1. Cascade de Ray-Pic.



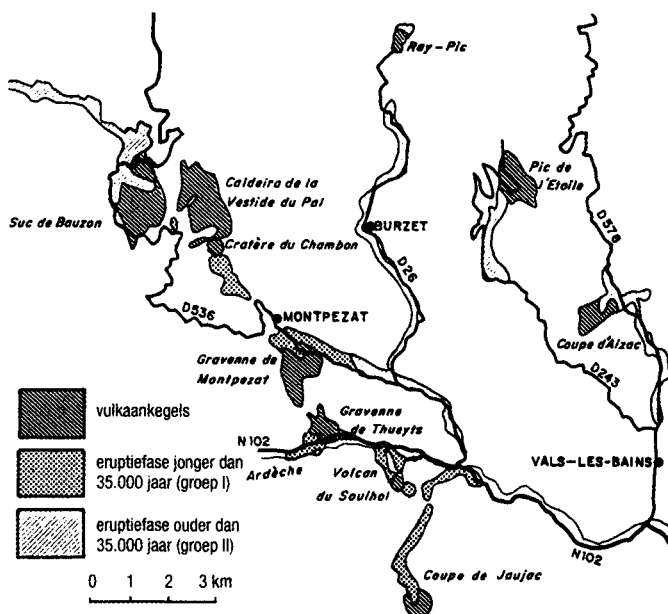
Afb. I-3. Schematische doorsnee door een lavastroom in een rivierdal. Bovenste laag: slakkenrijke bloklava; daaronder: massieve lava of lava in zuilenvorm; gestippeld: tefra; onderaan: alluviale afzetting.

Bas-Vivarais is ongeveer even oud als dat van de Chaîne des Puys, en is daarmee in de jongste periode van het Auvergne-vulkanisme ontstaan. Er zijn twee fasen geweest, die in twee verschillende paleomagnetische episodes vallen en op grond daarvan gedateerd kunnen worden. Groep I is jonger dan 35.000 jaar; groep II is ouder. Afb. I-2.

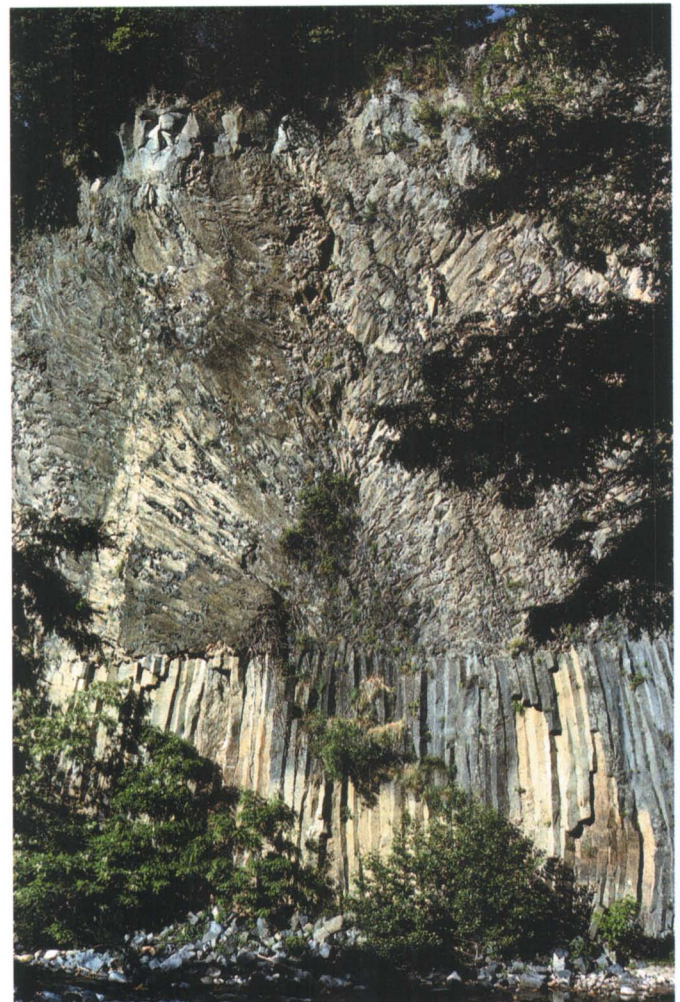
De vulkaankegels van de Bas-Vivarais zijn van het Stromboli-type, het zijn er een tiental. Het magma was zeer dunvloeibaar. Er komen in dit gebied sterke hellingen voor: de rivieren hebben een grote erosiekracht als gevolg van het Mediterrane klimaat. De uit de vulkanen gevloede lavastromen hebben op veel plaatsen diepe rivierdalen gevuld. De huidige rivieren hebben hun loop vaak naast deze bazaltstromen uitgesleten, zodat deze stromen op diverse plaatsen als lange zuilenrijen zichtbaar zijn. Afb. I-3.

goed te zien, nog steeds met zijn insluitsels. De lavastroom daalde verder in de toenmalige rivierbedding omlaag, tot in de bedding van de Ardèche toe.

De vulkanen van de Bas-Vivarais liggen tot enkele tientallen kilometers ten zuiden van de fonolieten en bazaltplateaus van de Velay. Hun lavastromen zijn in het bekken van de Ardèche gestroomd, behalve die van de Suc de Bauzon, die naar de Loire vloede. Ze zijn gevormd op een noordwest-zuidoost lopend breuksysteem, dat direct in het verlengde ligt van de recentste stromen in de Zuid-Devès en de slenk van le Puy. Ook het Maar van Issariès is hierop geopend. Het vulkanisme van de



Afb. I-2. Voorkomens van het vulkanisme in de Bas-Vivarais (naar E. Berger, 1975).



Afb. I-5. Omgeving van Jaujac. Het spectaculaire zuilenspel van een "entablement" in het rivierdal.



Afb. I-4. Bazaltische gang afkomstig van de vulkaan bij Jaujac, uitgestroomd in de bedding van de vroegere rivier, met twee lagen zuilen. Volgens het bord dat naast de parkeerplaats bij dit fenomeen is neergezet is deze "coulée basaltique" de mooiste van Europa. Deze is te vinden aan de D 5, tussen Jaujac en Pont-de-Labeaume, waar de ankaramiet door de huidige loop van de Lignon is ontsloten.

La Vestide du Pal is een caldera. In een eerste fase werd tijdens een explosie een ring van efflata gevormd. De tweede fase was de inzakking van een explosiekrater van 1,25 x 1,5 km met platte bodem. Tijdens de derde fase ontstonden drie *spatter cones* (slakkenschoorstenen); deze hebben een *pain-de-sucre*-vorm en zijn 35 tot 63 meter hoog. Ook zijn er nog twee Stromboli-type-vulkaantjes gevormd. De slakken bevatten veel flinke bommen – de grote zijn 15-20 cm - die in hun kern een peridotietknoel hebben.

Het complex is bereikbaar via de D 536. Waar de weg een haarspeldbocht maakt en de Fontolière kruist is bij de brug een weggetje naar het noordoosten. Als je dat inslaat is rechts het vulkaanlichaam van de Suc du Pal, rondom is de met gras en ander laag gewas begroeide calderavlaakte, waarin drie beboste vulkaankegeltjes staan.

Bij Jaujac heeft zich een vulkaan ontwikkeld die zijn lavastroom in de Lignon heeft uitgestort. De bazaltische stroom is vrij kort, 3,5 km, en 50 meter dik. Hij heeft een dubbele laag zuilen, boven elkaar. Deze stroom is over zijn hele lengte ontsloten; afb. I-4 en I-5. De lava is een ankaramiet, met kleine fenokristen van olivijn en augiet in een bruine, glasachtige matrix. Het is de jongste vulkaan van deze streek.

Ook bij Thueyts, aan de N 102 Aubenas - Pradelles, is een mooie bazaltzuilenwand. Richtingborden wijzen de weg naar dit zeer hoge zuilenprofiel, dat vanaf het wandelpad naast de rivier te zien is. In de buurt is ook een oppervlak met zeszijdige bazaltprisma's ontsloten, dat in navolging van eenzelfde fenomeen in Ierland, *Giant's causeway* genoemd wordt. Dichtbij de bazaltstroom is de schilderachtige Pont du Diable, waar de Ardèche zich wringt door een nauwe kloof van migmatiet.

Zoals de plaatsnamen eindigend op *Bain* al aangeven komen er in de Bas-Vivarais veel minerale bronnen voor; alleen al bij Vals-les-Bains zijn het er zo'n 150. Zij staan in verband met de breuken in de ondergrond en met het Kwartaire vulkanisme.

J. - Coiron

Het vulkanische plateau van de Coiron (ook wel de Coirons, meervoud) ligt aan de zuidoost-rand van het Massif Central, ten zuidoosten van de Velay. Door het voorkomen van enkele eruptiepunten tussen de Velay en de Coiron blijkt het verband tussen de twee gebieden. Het is een bazaltplateau van ongeveer 20 km lengte en 15 km breedte. De uitvloeingspunten van de lava's liggen op een breuk die in het verlengde ligt van die van de Velay (Mézens): grofweg op een lijn noordwest - zuidoost. De meest zuidoostelijke bazaltgangen liggen bij Rochemaure, vlakbij de westoever van de Rhône. Het hoogste punt van de Coiron is de Crête de Blandine in het noordwesten, die 1017 meter haalt. Anders dan veel andere van de hier beschreven vulkaangebieden liggen de vulkanische gesteenten van de Coiron niet op de kristallijne ondergrond van het Massif Central, maar juist ernaast, op een sedimentaire serie die van Trias tot Oligoceen reikt. Het vulkanisme bestaat voornamelijk uit bazaltlagen; ook werden efflata uitgeblazen of tefra afgezet met slakken en as. De tijd waarin het vulkanische geweld plaatsvond was Mioceen tot Villafranchien (Onder-Pleistoceen). Vooral in het Pliocene was er een sterke activiteit, met productie van omvangrijke lavastromen. Waarschijnlijk door de opheffing van het Massif Central boven de Rhône-vlakte-van-weleer hebben de waterlopen zich diep ingesneden. Hierdoor is het oppervlak van de Coiron sterk verkleind, mogelijk meer dan de helft. Het gebied heeft nu de vorm van een eikenblad, met gelobde randen.

De opheffing van het substraat veroorzaakte een aanzienlijk hoogteverschil tussen bazaltplateau en ondergrond, waardoor het reliëf werd omgekeerd: het oorspronkelijk laag gelegen vulkanische gebied kwam nu ver boven de omgeving te liggen. Het hoogteverschil tussen de meest oostelijke uitloper (Pic de Chenavari bij Rochemaure) en de Rhône, bijna 3 km verderop, bedraagt zo'n 425 meter. Op veel plaatsen vormen de randen steilwanden, bijvoorbeeld bij Mirabel, een plaatsje aan de zuidkant, dat aan zijn bazaltkliffen zelfs toeristische bekendheid dankt en er zowaar een ster in de Guide Vert mee heeft verdiend. Afb. J-1.

Bovenop het bazaltplateau zijn de hellingen daarentegen veel flauwer en de valleien zijn er golvend. Vulkanenpijpen zijn moeilijk te traceren. Ze steken weinig uit de omgeving omhoog, met uitzondering van de imposante neck van Sceautres, die op een "suikerbrood" lijkt, maar dan met een diameter van 200 meter. Afb. J-10.



J-1



J-2



J-3



J-4

J-5 (onder)



Afb. J-1. Mirabel, toren op bazaltstroom.

Afb. J-2. Gezicht op Saint-Laurent vanaf Mirabel, met erosieravijn vanaf bazaltplateau.

Afb. J-3. La Prade: hellende tefra-lagen, met afzettingen uit modderstromen.

Afb. J-4. Hellende "lahar"-laag bij la Prade.

Afb. J-5. La Prade: (staande) gangen en (liggende) plaat van bazalt, erboven tefra.

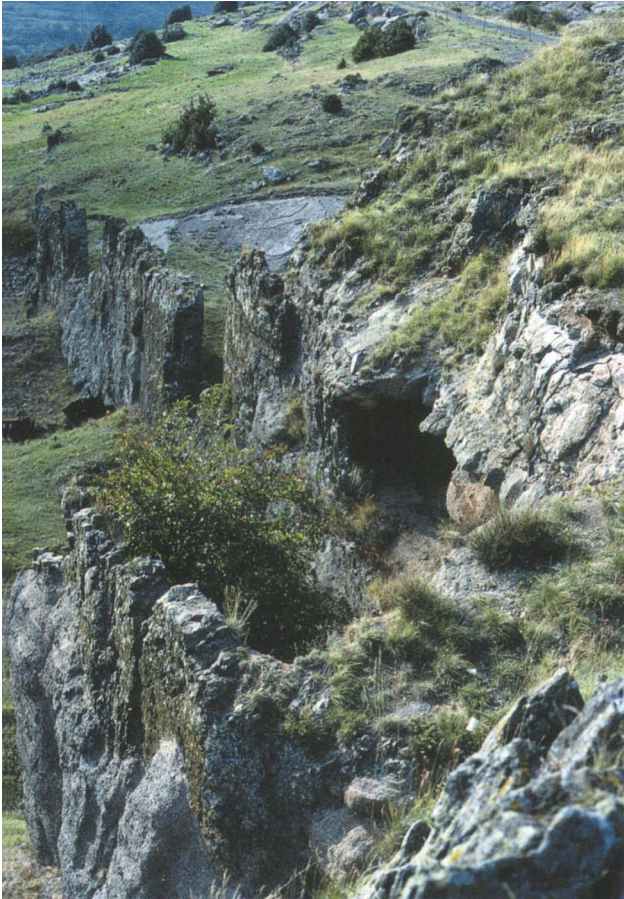
Mirabel

Vanaf de robuuste toren boven het plaatsje is er een mooi uitzicht richting Velay, Aubenas en het zuiden. Afb. J-1. De toren is het restant van een oud kasteel dat in 1628 tijdens de godsdienstoorlogen op last van Richelieu werd gesloopt. De imposante bazaltstroom waarop de toren staat is 25 meter hoog en bestaat uit drie duidelijke geledingen en een basis van blokkenlava; het geheel rust op Valanginien- (Onder-Krijt-)kalken. De geledingen zijn ontstaan tijdens de afkoeling van de bazaltstroom. Middenin zit de laag met duidelijke, fraaie zuilen, erboven en eronder zijn de zuilen onregelmatig, dik en grof. Het gesteente is een alkali-bazalt met veel holten. Tussen de onderscheiden lagen zitten dunne tussenlagen, die veel witte zeolieten bevatten. In de bovenste tussenlaag over-

Ook komen er gangen voor, die door de erosie van zachter nevenmateriaal vaak zijn uitverweerd en nu als rechte, verticale platen hier en daar als muren overeind staan.

Geologische halteplaatsen

Bij een rit door de Coiron is er volop gelegenheid van mooie vergezichten, aantrekkelijke landschappen en geologische bijzonderheden te genieten. We zullen er hier op een rondrit enkele bezoeken.



J-6



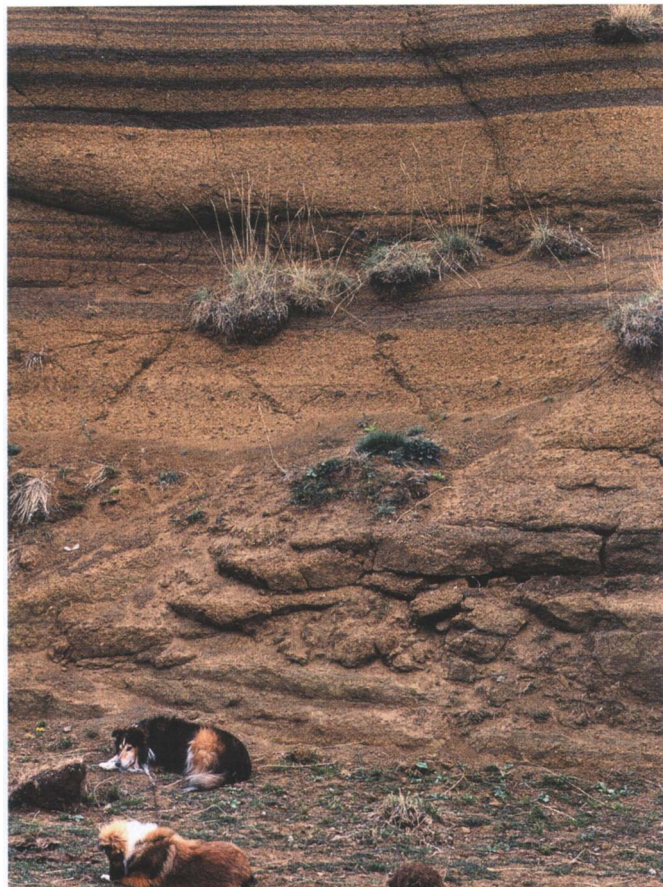
J-7



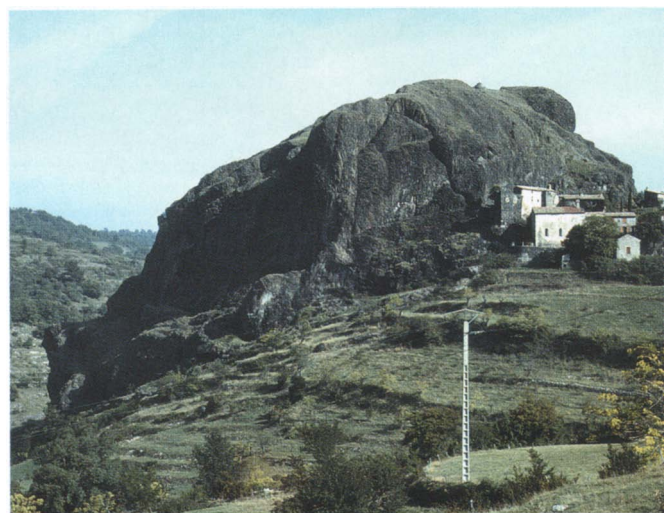
J-11



J-8



J-9



J-10

Afb. J-6. La Prade: de gangen vanaf de zuidkant.

Afb. J-7. La Prade: de bazaltplaat, erboven tefra.

Afb. J-8. La Prade: tefra met o.a. groene peridotietknol.

Afb. J-9. Horizontale aslagen bij Les Alligiers, omgeving Freyssenet.

Afb. J-10. De neck van Scautres.

Afb. J-11 . In de Coiron: eierleggende sabelsprinkhaan.

heerst het zeolietmineraal phillipsiet; in de onderste tussenlaag, boven de lavablokken aan de basis, is chabasiet te vinden.

Saint-Laurent-sous-Coiron

Dit schilderachtige oord is hemelsbreed dichtbij Mirabel gelegen, maar door een diep dal ervan gescheiden: Saint-Laurent ligt op een andere lob van het "eikenblad" van de Coiron. Zie afb. J-2.

Wie van oost naar west wil, merkt duidelijk de diepe ravijnen, die een verre omweg nodig maken. Van Mirabel naar Saint-Laurent gaande passeer je Darbres, ver het massief in.

Bij Darbres zijn twee maaren gevormd. Bij de vulkanische explosie is op de omgeving een rode aslaag neergedaald, die op veel plaatsen in de omgeving nog is terug te vinden. Dit is o.a. het geval bij Saint-Laurent. In de omgeving van deze plaats bevinden zich vier bazaltlagen; boven de eerste ligt de rode aslaag. De afzetting is ook wel aan de wegkanten te zien.

La Prade

Wie van Darbres naar Freyssenet rijdt vindt voor dit dorpje een weg naar links, richting TV-toren bij Col de l'Escrinet. Op deze weg rijd je bovenop het plateau: een zwak golvend, open landschap zonder beschutting in barre seizoenen – de leefomstandigheden zijn pover, maar het vulkanische landschap is nog grotendeels ongerept.

Ongeveer een kilometer voorbij la Prade – evenals zovele woonoorden in de Coiron maar enkele huizen groot – liggen rechts van de weg (naar het noordwesten gezien) rood-geelachtige tuflagen met lava-inschakelingen. Op deze lagen ligt veel lichter gekleurd, grofgelaagd materiaal. Deze laatste klastisch-vulkanische afzettingen bestaan o.a. uit een mengsel van as, hoekige gesteentebrokjes van verschillende herkomst, zoals kalksteen, zandsteen, metamorfieten, granieten en verweerde peridotietnodules. Volgens de Guide géologique régionale van de Causses, Cévennes en Aubrac, waarin veel gegevens over de Coiron staan vermeld, hebben deze afzettingen veel weg van vulkanische modderstromen. Afb. J-3 en J-4.

Aan de linkerkant van de weg, in een flauwe bocht, zijn twee rechtop staande, dunne gangen te zien, die uit de tefra steken. Boven deze gangen ligt een horizontale intrusieplaat van bazalt, die de beide verticale gangen verbindt. Afb. J-5, J-6 en J-7. Het vulkanische landschap wordt verder ingevuld door gele tuf, rode gebakken klei, bazalt met vastgebakken tuf, bommen en hier en daar een peridotietknol (afb. J-8).

Wie de weg vervolgt in de richting van de TV-toren, vanwaar een mooi uitzicht te genieten is, bereikt tenslotte de RN 104, bij de Col de l'Escrinet. Hier loopt aan de westkant van de hoofdweg, en evenwijdig aan deze, de breuk die het Massif Central scheidt van de sedimentaire ondergrond waarop de Coiron ligt (en die op deze plaats uit Calovien- (Midden-Jura-) mergels bestaat). Op en bij de col zijn diverse bazaltgangen te zien. Her en der liggen hoornblendekristallen in stroomgeultjes.

Sceautres

Bij het vervolgen van onze route keren we terug langs la Prade. In de omgeving van Freyssenet nemen we de weg die over het plateau loopt (D213/D263) richting Sceautres. Vóór Taverne, bij een kruispunt met bord Les Alligiers, is een mooie, horizontaal gelaagde tufafzetting, goed te zien in een kleine groeve langs de weg. Afb. J-9.

In het zuidoosten van het Coironplateau ligt het plaatsje Sceautres, op mergels van het Valanginien (Onder-Krijt). Het lijkt aangedrukt tegen een enorme rots, die het landschap beheerst. Dit is een neck: de opvulling van een vroegere pijp, waarvan het omringende vulkaanlichaam is verdwenen. De neck heeft de vorm van een langgerekte bult (*pain de sucre*) en steekt door de mergellagen heen. Afb. J-10. Het gesteente is volgens de literatuur een hawaiiïet, d.w.z. een olivijn-essexietbazalt, met grote augietkristallen en een glasachtige grondmassa.

Saint-Bauzile

Deze plaats wordt gedomineerd door een grote fabriek, waar

met vrachtwagens de grondstof uit een naburige groeve wordt aangevoerd. Dit materiaal is zuiverwitte diatomiet, die gewonnen wordt uit het Maar d'Andance even ten noorden van de Usine de Saint-Bauzile.

De explosiekrater ontstond in het Mioceen, zo'n 9 miljoen jaar geleden; het maar is ongeveer rond en heeft een diameter van circa 1,3 km. Op de ondergrond van Valanginien-mergels werden hyaloklastieten afgezet: sterk verglaasd, verbrokkeld materiaal uit de ondergrond; daarop liggen bazaltlagen, met kussen-lava's aan de basis. Het maar was gevuld met zoet water dat rijk was aan opgeloste kiezel. Hierin leefden diatomeeën; door hun kiezelskeletjes is een afzetting van 60 meter diatomiet opgebouwd. Af en toe werd een bazaltlaag tussengeschied, of een laag met slakken. Veel later werd het gehele complex door nieuwe bazaltlagen bedekt (één daarvan is op 6 Ma gedateerd). Door deze bedekking werd de zachte diatomiet tegen erosie beschermd.

Diatomiet bestaat uit de kiezelskeletjes van diatomeeën, 20 – 200 µm groot. In droge toestand is zuiver materiaal helderwit. De opbouw is poreus, 60 % bestaat uit water, dat bij de bewerking in de fabriek als stoom ontsnapt. Diatomiet wordt gebruikt in de voedingsindustrie o.a. als filtratiemiddel voor wijn, in de farmaceutische en cosmetische industrie, in de verfindustrie als vulmiddel voor bepaalde verfsorten en in de wapenindustrie als bindmiddel voor nitroglycerine in dynamiet.

De fabriek van Saint-Bauzile is de grootste nog werkende van Europa; een zusterbedrijf bevond zich bij Collandres, in de buurt van Riom-ès-Montagnes (in de Cantal). De exploitatie is daar in 1995 gestaakt. Wel nog actief is de groeve van Virargues-Foufouilloux bij Murat (Cantal), waar nog belangrijke reserves liggen.

In de diatomiet van Saint-Bauzile zijn vele fossielen geconserveerd. Er zijn veel afdrucken van bladeren (van soorten die op een warm klimaat wijzen), insecten, enkele kikkers en reptielen, veel vissen, een vogel, knaagdieren en zelfs een klein paardje gevonden.

Uiteraard is er voor deze fossielen, die zeer gaaf bewaard zijn, grote belangstelling. Toestemming om te gaan zoeken wordt echter door de exploitant, CECA S.A., niet gegeven en ook de arbeiders beschermen hun groeve met fanatisme. Wie zich bij de receptie van de fabriek aandient mag de mooie vitrines in de hal bekijken, maar wordt verder verwezen naar het Musée de Paléontologie in la Voulte-sur-Rhône (Ardèche), waar de paleontoloog Bernard Riou de Andance-collectie beheert. (Dit museum werd besproken in Gea 1997, nr. 2, pag. 67/68).

In totaal werden in de Boven-Miocene diatomietlagen van Saint-Bauzile zo'n 800 insecten gevonden, waaronder diverse nieuwe soorten. In 1999 werd er de oudst bekende cicade gevonden, die *Miocenoprazia grasseti* genoemd is. Deze grote cicade van 56 mm was bijzonder goed geconserveerd.



Literatuur

- Peterlongo, J.M., 1972. Massif Central. Guides Géologiques Régionales, Masson et Cie, Parijs.
Rouire, J. en C. Rousset, 1973. Causses, Cévennes, Aubrac. Guides Géol. Rég., Masson et Cie, Parijs.
Veyret-Merkdjan, Y. et al., 1988. Auvergne. Guides Géol. Reg., Masson et Cie, Parijs.
Brousse, R. en C. Lefèvre, 1990. Le volcanisme en France et en Europe limitrophe, Guides Géol. Rég., Masson et Cie, Parijs.
Le Groupe Géologique de la Haute-Loire, 1998. Le Volcanisme de la Haute-Loire, dans les pas de Louis Durand, Conseil Général de la Haute-Loire (Petit guide à l'usage du géologue amateur et du touriste).