

dorpje La Petite Verrière passeert u een brug over de Chaloire. De storthopen van de mijn liggen enkele honderden meters verder, rechts van de weg.

3. Fossiel hout bij l'Orme

Fossiel hout, met een mooie tekening, kan worden gevonden op de velden ten oosten van het dorpje l'Orme, een paar kilometer ten noorden van Autun, aan de N 494. Bij het station van l'Orme steekt u de spoorlijn over en gaat u links een landweggetje op (bij voorkeur te voet). Op de velden aan weerszijden van de weg kunnen gemakkelijk stukken fossiel hout worden gevonden. Voorwaarde is uiteraard wel, dat de oogst van het land is.

4. Les Molerats

Op de storthoop van een mijn die van 1961-1963 in bedrijf is geweest kan een groot aantal mineralen worden gevonden, waaronder enkele bijzonder interessante. Dit geldt vooral het loodarsenaat prixiet, dat zijn naam ontleent aan het nabijgelegen dorpje St-Prix. Prixiet vormt gele naaldjes, die een zijdeglans vertonen; het is een variëteit van mimetesiet. Afb. D-5. Verder wordt op deze storthoop violet en geel gekleurde fluoriet, galeniet, pyromorfiet (een loodfosfaat), malachiet, azuriet en chrysocolla gevonden. Les Molerats is vanuit St-Prix te bereiken via de D 179 naar La Croisette. Na ongeveer een halve km neemt u links de CV 7 richting Chanson. Ongeveer 1 km na het dorpje bereikt u, na een riviertje te zijn overgestoken, een bosrand. Van hieraf kunt u links, op een afstand van enkele honderden meters, de storthoop zien liggen.

Dichtbij St-Prix, aan de D 260, ligt de fluorietmijn l'Argentolle, waar ook een grote verscheidenheid aan mineralen voorkomt,

waaronder heel fraaie, door hematiet rood gekleurde kwarts. Helaas wordt slechts zelden toestemming gegeven om op de storthopen te zoeken.

5. Carrière de Prézin

Deze groeve, waar nu steenslag voor de wegenbouw wordt gewonnen, ligt ongeveer 2 km ten zuidoosten van St-Prix, aan de linkerkant van de D 179. Mineralen die hier gevonden kunnen worden zijn: kwarts, calciet, galeniet, pyriet, fluoriet, malachiet en damouriet (een lichtgekleurde glimmer).

Als u eens iets anders wilt dan mineralen zoeken, dan kunt u bosbessen gaan plukken in de omgeving van Le Haut Folin, de hoogste berg van de Morvan. Grotere bosbessen dan die hier als regel volop kunnen worden geplukt heb ik nergens gevonden. Centraal in de Morvan gelegen verblijfplaatsen zijn o.m. Château-Chinon en Les Settons. Laatstgenoemde plaats ligt aan een meer en is daarom een ideale plek om met kinderen te kamperen.

LITERATUUR

Geologische kaarten (1/50.000 of 1/80.000) Avallon, Château-Chinon en Autun;

topografische kaarten(1/200.000): Michelin nr. 65 en 69, en de Atlas Routière de France van Michelin.

Een nuttig boekje is: Géologie Buissonnière en Morvan, door J.P. Adolphe en J. Desmanèges-Lorenz, uitg. BRGM, met vele mineralen-vindplaatsen, waaruit ook ik heb geput.

Ressources Minérales du Massif Central, uitg. BRGM, ca. 200 pag. is de legenda in boekvorm bij een geologische kaart 1/20.000, waarop alle mineralen- vindplaatsen in de Morvan zijn aangegeven.

De Cevennen

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

Een onderdeel van het Hercynisch gebergte

De Cevennen zijn een ZW-NO verlopend gebergte, dat de zuidoostelijke rand van het Massif Central vormt. Afb. E-1. De hoge delen hebben een uitgesproken reliëf door een wirwar van bergkammen. De lage delen zijn heuvelachtig. Door de Alpine bewegingen in het Tertiair werd het Cevennen "blok" opgeheven en iets gekanteld. De hellingen aan de oostkant zijn daardoor nog steeds steiler dan die aan de westzijde. De rivieren aan de oostflank, zijrivieren van de Rhône, hebben een zeer sterk verval en een grote eroderende kracht.

De waterscheiding van de Cevennen ligt asymmetrisch en oostelijk van het midden. Westelijk daarvan watert het gebied af naar de Atlantische Oceaan. Hoewel ook aan deze kant het verval soms aanzienlijk is, zijn de hellingen en gorges niet van die orde van grootte als aan de andere kant.

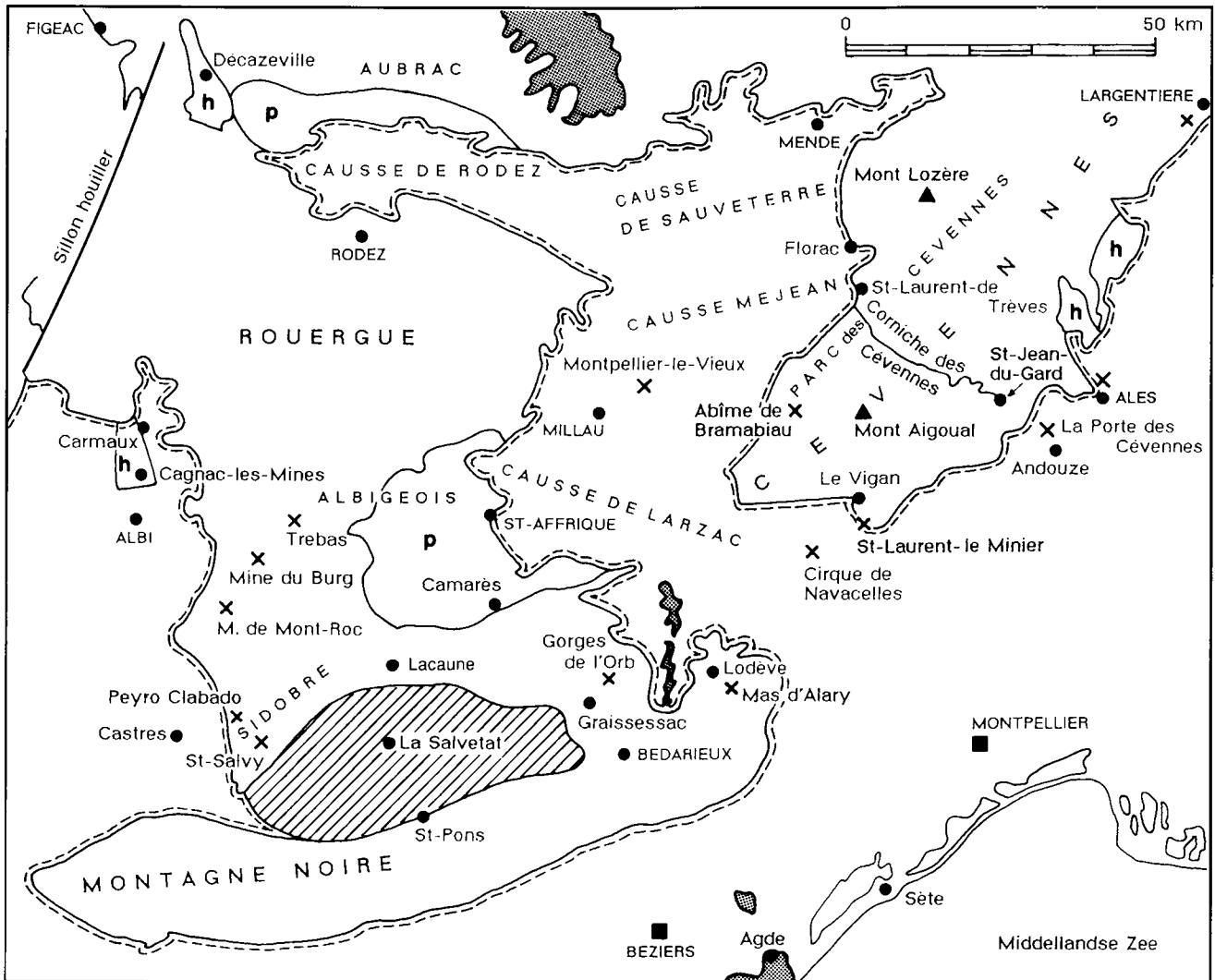
De Cevennen gaan aan de westelijke zijde over in het plateau van de Causses, die voornamelijk uit Jurakalken bestaan. Afb E-2 Het kristallijne Cevennen-gebergte wordt aan de oostkant door een smalle strook kalkig Mesozoïcum begrensd; dit wordt door diepe kloven doorsneden, o.a. bij Andouze en Saint-Hippolyte-du-Fort.

De noordelijke en noordwestelijke begrenzing van de Cevennen is niet duidelijk gedefinieerd. Vaak wordt noordwaarts het hele oostelijke Paleozoïsche plateaugebied, tot bij St-Etienne toe, tot de Cevennen gerekend en rusten westwaarts de vulkanen van de Haute-Vivarais (Mézens, Gerbier de Jonc) op nog tot de Cevennen gerekende granieten. Het gedeelte ten N van het dal van de Ardèche is een golvend plateau, terwijl ten zuiden van deze rivier de Cevennen een duidelijk bergland vormen. Om dit bergland is het ons hier begonnen.

De gesteenten die we in een groot gedeelte van de Cevennen vinden zijn - we zagen het al eerder in het Massif Central - schisten, gneizen en ook veel granieten. Het zijn sterk metamorfe of opgesmolten gesteenten, ontstaan uit oorspronkelijke zand- en kleilagen. Aangezien deze gesteenten worden gevormd onder condities die op een diepte van rond de 20 km heersen, moet er inmiddels een pakket gesteentelagen van minstens die dikte zijn verdwenen!

Mesozoïcum

De verwerking en erosie van het Hercynisch gebergte vond plaats gedurende de laatste tijdvakken van het Carboon en gedurende het Perm. Wat overbleef was een vlak, net boven zee uitstekend gebied. Pas in veel latere tijd, tijdens de Jura-periode (170 miljoen jaar geleden), overstroomde de zee dit afgevlakte Cevennengebied opnieuw. Het grootste deel ervan bleef bedekt door een ondiepe zee tot aan het einde van het Krijt; een enkel gebied, zoals de streek van de Mont-Lozère, vormde lange tijd een



Afb. E-1. Kaartje met de in dit artikel genoemde plaatsen en lokaliteiten.

breuken, zijn "kort" geleden ontstaan, hun scherpe vormen en steile dalwanden geven aan dat het nog jonge structuren zijn. Uit de vormen van het landschap is af te leiden, dat de opheffende bewegingen in verscheidene perioden zijn opgetreden. De Cévennes zelf, bv. de "Corniche des Cévennes", tonen op vele plaatsen vlakke landoppervlakken tussen de diepe rivierdalen. Het oppervlak van de kristallijne Cévennes is blijkbaar, geologisch gezien kort geleden, een vlak plateau geweest. De hoogste punten van de Cévennes, de Mont-Lozère en de Mont-Aigoual, bestaan uit kristallijne gesteenten: graniet, gneis en schist. Ook hier vinden we duidelijke vlakke topgedeelten. Op deze toppen hebben zeer waarschijnlijk eens de kalksteenlagen uit Jura en Krijt gelegen.

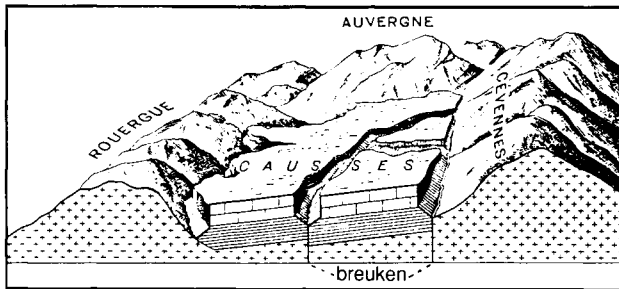
De recente geologische geschiedenis die de huidige landschappen vormde heeft zich waarschijnlijk als volgt voltrokken. De kristallijne "ondergrond" van de Cévennes was aan het begin van het Tertiair bedekt door een vele honderden meters dik pakket van kalksteenlagen. Het land werd als een koepel opgeheven; van de hoogste gedeelten werden door vertering en erosie de kalkgesteenten verwijderd.

De opheffing stopte en het gehele gebied werd geërodeerd tot een vlakke. Deze vlakke bestond nu uit kristallijne gesteenten, omringd door de kalksteenformaties. Deze erosievlaakte, die op een veel lagere hoogte lag dan tegenwoordig, ontstond aan het einde van het Tertiair. Over deze vlakke stroomden trage, meanderende rivieren in zeer ondiepe beddingen.

landrug. Het klimaat tijdens Jura en Krijt was tropisch, in de zee groeiden algen- en koraalriffen. Zo werd het oude Hercynische gebied bedekt met een serie kalksteenlagen. De fossiele overblijfselen van de organismen die de kalksteen hielpen opbouwen kunnen we terugvinden op de kalkplateaus ten westen van het Hercynische, kristallijne gebied van de Cévennes (de Causses).

Tertiair en Kwartair

Ten gevolge van opheffende bodembewegingen van de Cévennes, waardoor grote hoogteverschillen ontstonden, kregen de rivieren een groot verval; zij gingen daardoor sneller stromen en vormden diepe dalen. De rivierkloven, die vaak samenvallen met



Afb. E-2. Driedimensionaal landschapsprofiel van de Cévennes, de Causses en de Rouergue (ZW-Massif Central).

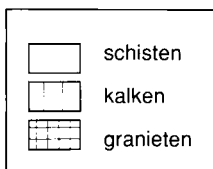
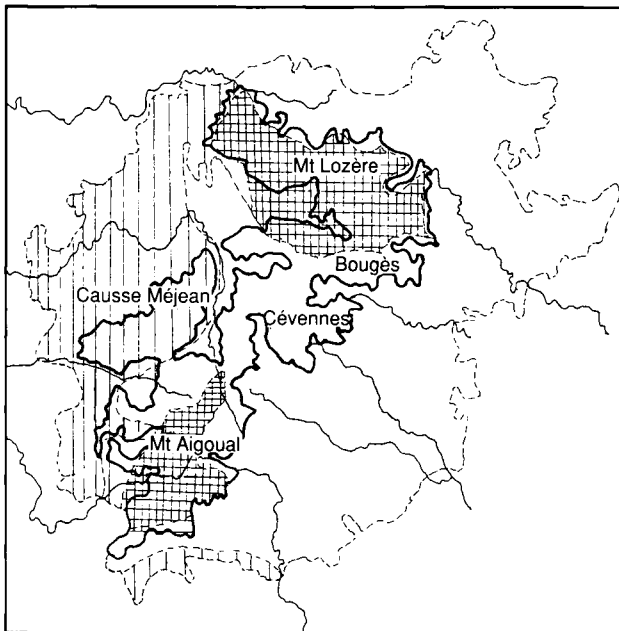
Een nieuwe fase van opheffing van het Cévennes-plateau viel in het Plioceen en het Kwartair. Deze opheffende beweging gaat heden nog door en wel met enkele centimeters per eeuw.

Door de opheffing van vele honderden meters werd het "Haute plateau des Cévennes" tot zijn huidige hoogte opgeheven. Daardoor konden de rivieren over een grote eroderende kracht beschikken; zij stromen snel en hebben zich vele honderden meters diep met adembenemende "gorges" in het plateau ingesneden.

Landschapsvormen

Landschappelijk bestaan er in het Cévennes-gebied grote tegenstellingen.

Allereerst het eigenlijke massief: het ruige noorden en oosten rondom de Mont-Lozère en de Mont-Aigoual met de Corniche des Cévennes. Het granietgebied van de Mont-Lozère rijst op tot rond de 1700 m hoogte. Het gesteente toont zijn karakteristieke "wolkzak"verwerking. Het massief ligt bezaaid met grote, ronde granietblokken ("Chaos de Granite"). De scherpe kammen en steile hellingen in het gebied van de schistgesteenten in het zuiden van de Cévennes worden veelal bedekt door dichte bossen van tamme kastanjes. Deze "broodbom" van weleer werd aangeplant en verschaftte voedsel aan de arme bevolking. De huizen zijn er



Afb. E-3. Gesteenten in het Parc National des Cévennes.

gebouwd van de plaatselijk aanwezige materialen: muren van gestapelde platte natuurstenen, met kleine openingen en met grijze, glanzende schistplaten gedekte daken. Overal zien we de "fraisses": lage stenen muurtjes, trappewijs tegen de heuvels gebouwd om de erosie tegen te gaan.

In dit zuidelijke massief vormt de Mont-Aigoual (1569 m), als een eiland van graniet temidden van de schisten, de hoogste top.

Een heel ander type landschap vormen de "Causses" ten westen van de Hercynische Cévennes. De plateaus bestaan uit kalksteen, dolomiet en mergel, zij geven een desolate indruk. Ze worden doorsneden door breuken waarin zich de diepe erosie-canyons vormden van de Tarn, de Dourbie en de Jonte.

Spectaculair zijn de verschillende karstverschijnselen: grotten, dolines en het karrenoppervlak. Hier ontstonden de meest wonderbaarlijke natuurlijke kunstwerken, zoals de zogenoemde "ruïnesteden", waarvan Montpelier-le-Vieux het bekendste voorbeeld is.



Afb. E-4. Het landschap van de hoge Cévennes vanaf de Mont-Aigoual, met de vele kammen, toppen en diepe dalen.

De Causses zijn gebieden van droogte en eenzaamheid. Water zakt snel en diep weg in de kalksteenformaties, het landoppervlak is kurkdroog en draagt een karakteristieke vegetatie, die aangepast is aan deze harde wereld. Het is een gebied dat voor de mens nauwelijks bruikbaar is; slechts enkele schapen kunnen hier leven. Alleen in dolines, waar het regenwater de weinige grond bijeengespoeld heeft, kan landbouw worden bedreven en zo staan we, temidden van de kale, troosteloze steenwoestenij, tot onze verbazing soms plotseling voor een volmaakt rond akkertje, gelegen in een depressie in het landoppervlak.

De gesteenten van de Cévennes (afb. E-3)

Schisten

In het nationale park van de Cévennes kunnen we vele variëteiten van schisten tegenkomen. Een schist is een metamorf gesteente, oorspronkelijk een kleipakket, dat door de hoge temperatuur en druk waaraan de formatie tijdens de vorming van het Hercynisch gebergte heeft blootgestaan, veranderd is van textuur en mineralogische samenstelling. De schisten van de Cévennes zijn rijk aan glimmers, die de gesteenten een glanzend uiterlijk geven. De glimmers zijn plaatjes, die vaak in één richting georiënteerd liggen. Hierdoor krijgt het gesteente zijn plaatvormige, "schisteuze" uiterlijk. We kunnen de zilverglanzende plaatjes herkennen van muscoviet; daarnaast is er een diepzwarte, glanzende glimmersoort: biotiet. Soms zijn de schisten groen gekleurd door het groene glimmerachtige mineraal chloriet.

Granieten

De hoogste delen van de Cévennes (Mt-Lozère; Mt-Aigoual) zijn opgebouwd uit graniet. Zie afb. E-4. Hier treffen we binnen eenzelfde granietmassief zowel grofkristallijne als zeer fijnkristallijne



Afb. E-5. Voetafdruk van een dinosauriër bij St-Laurent-le-Trèves, in lagunaire Hettangien-afzettingen (Onder-Jura). Ongeveer maat 43. Er zijn ook afdrukken van voeten met vijf tenen en van een ronde, olifantachtige voet met een doorsnee van ongeveer 10 cm.

over 200 km² uit. In dit belangrijke koolvoorkomen is de exploitatie echter moeilijk. Op enkele plaatsen gebeurt de winning in de openlucht, zoals bij *Mercoirol*, ca. 12 km N van Alès, ten O van de D 906.

Adouze. De "Rocher d'Adouze" bestaat uit gelaagde en sterk geplooid Jurakalken. De rivier de Gardon heeft deze rotsformatie stroomopwaarts voorbij de stad in een diepe gorge doorsneden. Deze nauwe doorgang en toegang tot het gebergte met zijn achterland noemt men "la Porte des Cévennes".

Corniche des Cévennes, van St-Jean-du-Gard naar Florac (of vice versa), via de 260, later D 9. Deze "hoge weg" volgt over een grote afstand een kam van het gebergte. Deze prachtige route geeft een goed beeld van het Cevennen-landschap door zijn geweldige uitzichten.

Vanaf St-Jean-du-Gard (D 907, na enkele km D 260) omhoog gaande, passeert u rechts ontsluitingen van de gneis van Peyrolles, die verderop, na enkele breukcontacten, overgaat in de Cevennen-schisten. Deze worden hier en daar door kwartsieten doorsneden. Een eind voorbij Col de St-Pierre gaat de Corniche hoog boven de dalen aan weerszijden. De kriskras door elkaar

gedeelten aan. De verschillen in kristalliniteit zijn te wijten aan de snelheid van de afkoeling van het magma waaruit de gesteenten zijn ontstaan. Rond de Mont-Aigoual vinden we bijv. vele centimeters grote veldspaatkristallen in de graniet: de "dents de cheval". De graniet toont op een aantal plaatsen de typische wolkzak-verwerking.

Her en der over de Cévennes verspreid liggen verlaten mijntjes, waarin in vroeger jaren erts en mineralen werden ontgonnen.

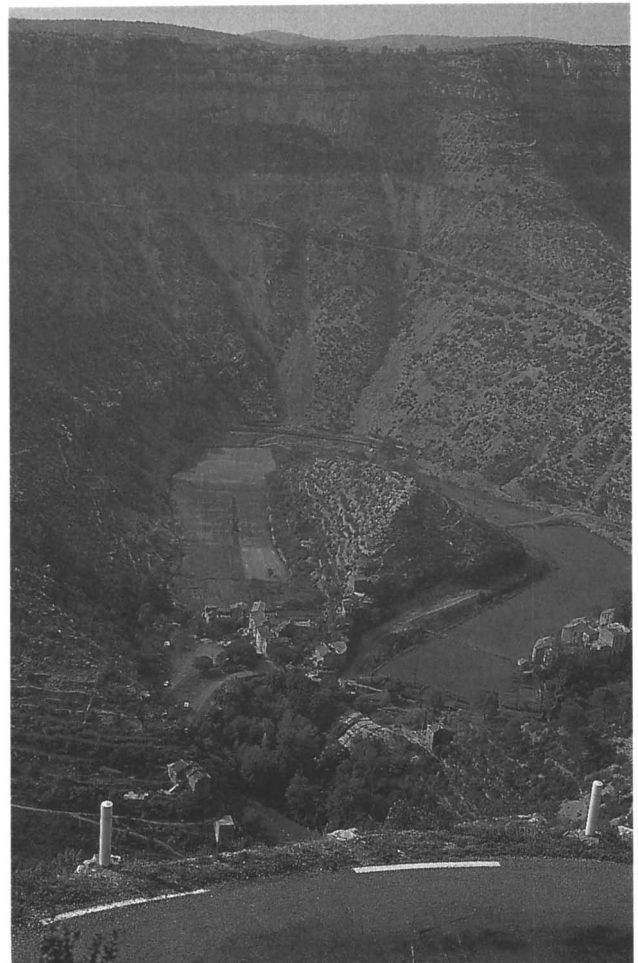
Kalksteen en dolomiet

De Mesozoïsche kalken bevinden zich ten westen van het nationale park van de Cévennes. Ze manifesteren zich voornamelijk als uitgestrekte kale, droge vlakten, doorsneden door enkele rivieren, die in spectaculaire kloven (gorges) stromen. In de kalkgesteenten kunnen we fossiele schelpresten aantreffen. Het meest imposante van de kalkplateaus (de causses) is ongetwijfeld de karst met zijn vele vormen die erin voorkomen, bijv. de druipsteengrot van Dargillan, de mooie Aven Armand en de reusachtige uitgeslepen dalen van de rivieren de Tarn en de Jonte. De half-open grot "L'Abîme de Bramabiau" laat ons versteld staan van de creatieve oplossende werking van het water. Bij een bezoek aan de kristallijne Cévennes zal de reiziger zeker ook déze natuurwonderen in zijn reisplan willen opnemen!

Op weg langs geologische hoogtepunten (zie kaartje E-1)

Largentière. Hier is een lood-zilvermijn, die al in de 9^e eeuw in exploitatie was. Het erts komt voor in zandstenen van de Trias.

Alès. Het steenkoolbekken van Alès uit het Stéphanien (Boven-Carboon) wordt sinds de 13^e eeuw geëxploiteerd. Het strekt zich



Afb. E-6. De meander van de Vis: Cirque de Navacelles, vanaf het uitzichtpunt aan de D 713, naar het zuiden gezien. De rivier heeft vroeger een cirkelvormige bedding met steile wanden in het kalkplateau uitgeslepen. De rotsformatie binnen de "lus" werd uiteindelijk doorbroken. Nu stroomt de rivier via een waterval rechtstreeks naar het westen; de oude bedding is nu bouwland.

liggende toppen en kammen aan beide kanten van de route zijn indrukwekkend. Zie ook afb. E-4.

Bij Pompidou gaan de schisten over in kalken. Dit komt door een breuksysteem, waardoor in het O een deel van de sokkel is opgeheven ten opzichte van Juralagen (waaruit o.a. de Can de l'Hospitalet bestaat). Kristallijn gesteente en Jura-afzettingen liggen nu ongeveer op hetzelfde niveau.

Tijdens de afdaling zijn o.a. links de Mont-Aigoual en rechts de Mont-Lozère te zien, de laatste met zijn vlakke top: de bovenkant van de oude schiervlakte.

Bij *Saint-Laurent-de-Trèves* zijn ontsluitingen van Hettangien-kalken (Lias, Onder-Jura). In het gehucht is een voetpad omhoog naar een plateau, aangeduid met een klein bordje: "Traces de Dinosaurés". In de vlakke, grote steenplaten op de top zijn duidelijke sporen van enkele soorten dinosauriërs te zien (afb. E-5). Vanaf dit punt hebt u een fraai uitzicht naar de vlakliggende Juraformaties van de Causse Méjean en de vallei van de Tarnon. Na verdere afdaling van de D 9 passeert u nog even een deel van de oude sokkel. Via de D 907 bereikt u Florac. In dit schilderachtige stadje bevindt zich o.m. een inlichtingenbureau van het Parc National des Cévennes. In dit park ligt o.a. de

Mont-Lozère, 1699 m hoog, bestaande uit graniet en schisten. Er is een prachtig uitzicht te genieten. De hoeveelheid regen die er jaarlijks valt is echter groot: 2,5 m, zodat u geluk moet hebben. Hetzelfde geldt voor de *Mont-Aigoual*, die 1567 m hoog is. De graniet waaruit deze berg bestaat heeft grote kristallen van veldspaten en kwartsen. Verder zijn er Paleozoïsche schisten. Zie afb. E-4.

Saint-Laurent-le-Minier, ten Z van le Vigan. In de buurt ligt Les Malines, een lood-zilver-zinkmijn. Deze exploitatie ligt juist even buiten het Paleozoïsche gebied, maar de mineralenassociatie komt overeen met die uit het Hercynisch massief. Men exploiteert er sfaleriet en galeniet in de conglomeraten uit de Trias en de dolomieten uit het Bathonien (Midden-Jura). Zie het artikel "Les Malines, een lood-zinkmijn in Zuid-Frankrijk".

Cirque de Navacelles. Deze is gelegen in de erosie-canyon van de Vis, ten Z van le Vigan, bij la Baume-Oriol. Deze Cirque is een driesterren-voorbeeld van een doorsneden meanderbocht met een omloopberg. Vanaf het Causses-plateau heeft u hier een prachtig gezicht op. Afb. E-6.

De *Abîme de Bramabiau*, de pseudo-ruïnestad *Montpellier-le-Vieux*, en natuurlijk de *Gorges du Tarn* met hun 400 - 600 m hoge kalkwanden zijn enkele van de vele natuurwonderen in het Causses-gebied.

Wie de Gorges du Tarn stroomafwaarts volgt, komt uiteindelijk in een ander deel van het Massif Central terecht: de Albigeois, aan de zuidwestkant van het massief.

LITERATUUR

G. Rouire en C. Rousset: Causses, Cévennes, Aubrac; serie Guides Géologiques Régionaux, uitg. Masson, Parijs, 1973. Gorges du Tarn - Cévennes - Bas Languedoc. Guide Vert; uitg. Michelin, 1970.

Les Malines, een lood-zinkmijn aan de Cevennen-rand

door H. van Dennebroek

De lood-zinkmijn "Mine des Malines" is gelegen bij het plaatsje Saint-Laurent-le-Minier in het departement Gard. Met behulp van de Michelinkaart nr. 80 of Atlas routier France van Michelin, blad 156, is de weg naar de mijn goed te vinden. Vanuit Ganges neemt u de D 25 naar het zuiden. Na ongeveer 10 km komt de afslag naar St-Laurent-le-Minier. Na dit plaatsje rijdt u nog 3 km verder; aan het einde van het dal komt u vanzelf bij de mijn. Hier staan de bedrijfsgebouwen en ook het mijnbureau. Afb. E-7. Wij hebben de mijn diverse malen bezocht maar kregen geen toestemming om op de storthopen te gaan zoeken.

In 1981 werd de toegangsweg aan de overkant van de openbare weg verlengd. Het doel hiervan was om met mijnvoertuigen naar de andere kant van de berg te kunnen rijden, waar het mijncomplex zich voortzet. Tijdens de aanleg werden grote hoeveelheden vers gesteente aangevoerd. Hierin konden wij rijke vondsten doen. Hoe nu de situatie ter plaatse is, weet ik niet. De mijn is nog steeds in werking en via Franse beurzen bereiken regelmatig mineralen uit Les Malines de verzamelaars. Op de Nederlandse mineralenmarkt komt uit Les Malines maar weinig materiaal. Wij vonden de volgende mineralen:

Sfaleriet, (Zn,Fe)S, bruine, roodbruine, rode en gele kristallen, gemiddeld 2 - 3 mm groot. Een enkele keer hebben we een kristal van 6 mm grootte gevonden. De sfaleriet is vaak op witte dolomiet gegroeid; deze combinatie maakt de vondsten erg attractief. Als begeleider treedt meestal chalcopyriet op, soms markasiet of pyriet. Afb. E-8.

Bariet, BaSO₄. Eenmaal troffen we een handstuk met heldere barietkristallen, verder hebben we bariet alleen als massieve,

vuistgrote brokken gevonden. In een holte in een van deze barieten troffen we kristallen van azuriet, Cu₃(CO₃)₂(OH)₂, en cerussiet, PbCO₃, aan. De kristallen waren minder dan 1 mm groot, maar onder de stereomicroscoop schitterend om te zien.

Dolomiet, CaMg(CO₃)₂, komt voor in holtes van enkele centimeters grootte in een donkergrijs moedergesteente. De dolomietkristallen zijn 2 - 3 mm groot en vormen de ondergrond voor de



Afb. E-7. "Les Malines", situatie 1976. Midden op de voorgrond een deel van de flotatie. Wat hoger op de helling en meer naar achteren een ouder deel van de mijn.