

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

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

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

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

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

LITERATUUR

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

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

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

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

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

De Morvan

door W.C.P. de Vries

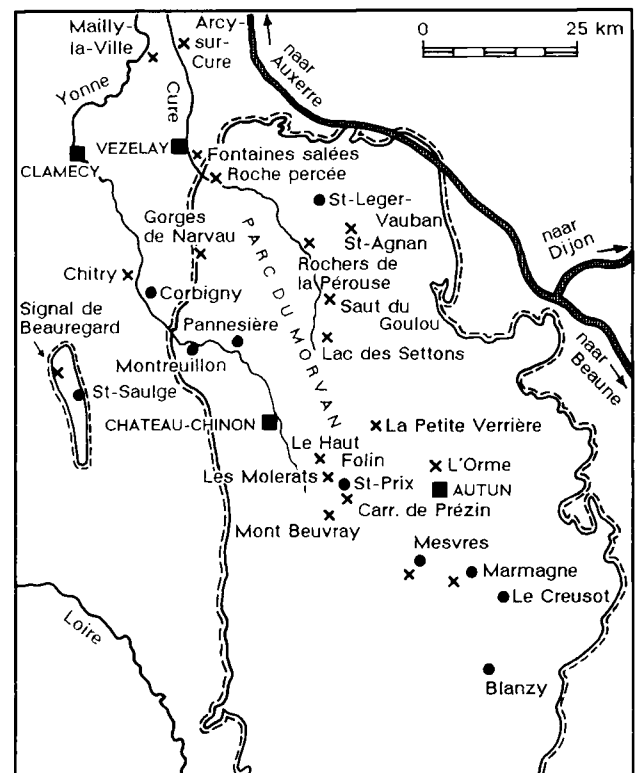
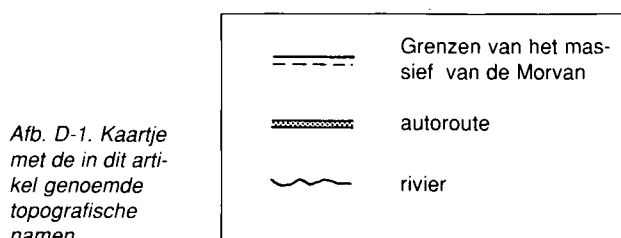
De Morvan is een uit het landoppervlak oprijzende, sterk beboste bult met eromheen een golvend, open, sterk gecultiveerd landschap dat gedeeltelijk behoort tot Bourgondië, de landstreek aan de noordoostelijke punt van het Massif Central. De Morvan is een heuvelland, maar bij nadere beschouwing wel een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

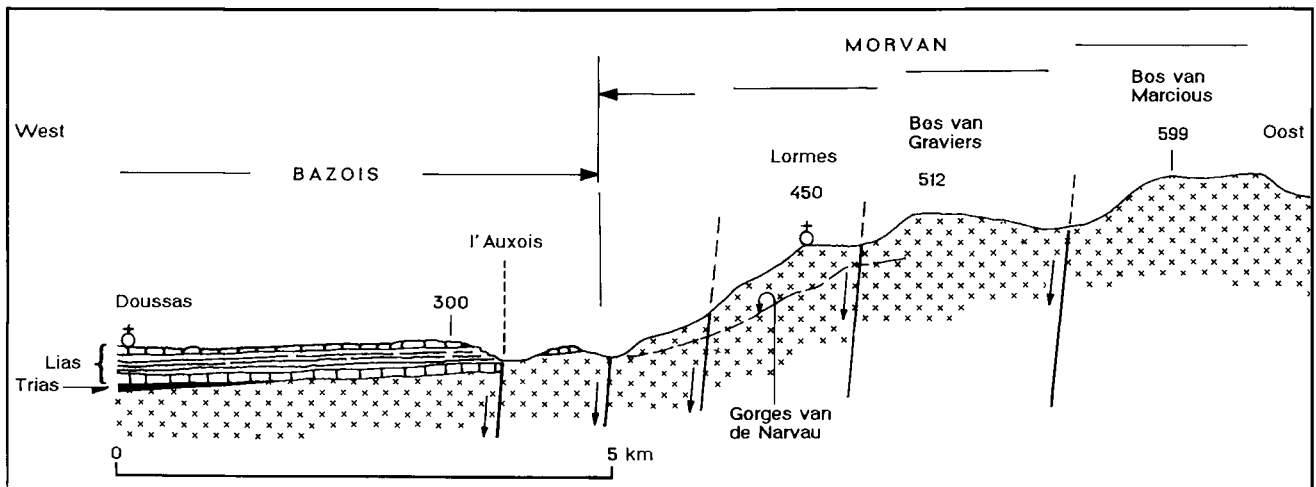
De geologie van de Morvan

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

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

De Morvan bestaat gedeeltelijk uit gesteenten die tijdens de





Afb. D-2. Vertikale breukbewegingen zorgden voor een opheffing van de Morvan van honderden meters.

Hercynische gebergtevorming sterke veranderingen hebben ondergaan: metamorfe gesteenten als leien, schisten, gneisen en granieten. De op deze basis of sokkel van het afgesloten Hercynische gebergte afgezette Mesozoïsche formaties zijn verdwenen. Alleen langs de randen van de Morvan vinden we ze nog. Een reeks breuken in de aardkorst, die zo'n 30 miljoen jaar geleden ontstond, is hier verantwoordelijk voor. Langs die breuken werd de Morvan als een groot blok opgeheven.

De spronghoogte (de afstand die het ene blok ten opzichte van het andere opgetild is) bedraagt vele honderden meters (zie afb. D-2). Deze opheffende beweging is overigens nog steeds aan de gang.

Het landschap van de Morvan

De hoge delen van de Morvan zijn nu door verweering en erosie verdwenen. We vinden de jongere gesteentelagen, die mogelijk eens een veel grotere uitbreiding hadden en misschien zelfs de gehele Morvan bedekten, alleen nog langs de randen. De Morvan is dus te zien als een eiland van kristallijne gesteenten met een ouderdom die hoger is dan het Midden-Carboon, omgeven door vlakke lagen jongere sedimentaire gesteenten uit het Perm en jongere perioden. Deze geologische structuur is bepalend geweest voor de ontwikkeling van het landschap en had daarmee rechtstreeks invloed op de geschiedenis, het sociale leven en de economie van het gebied.

De geologische en landschappelijke gesteldheid maakt cultivatie van het centrale deel van de Morvan moeilijk. Mede daarom is de Morvan een bosgebied gebleven en lange tijd een belangrijke bron van brandhout voor Parijs geweest. Het hooggelegen gebied vangt veel water op en vormt zo een immens waterreservoir, een echt waterpaleis, zoals men er zelf zegt. Het is een gebied van bronnen, die overal ontspringen, zelfs nabij de hoge toppen. De randen van de Morvan bestaan uit kalkige en mergelige gesteenteformaties, die de overgang vormen naar de Auxois, de Avallonnais, de Bazoïis en de Bourgogne. De vegetatie wordt duidelijk kalkminnend. Weiden en akkerbouw karakteriseren het gebied en omdat het klimaat er aanzienlijk minder hard en streng is dan in de hoger gelegen gedeelten vinden we er ook wijngaarden.

Landschappelijk kunnen we de Morvan scheiden in twee delen: de Grand- of Bas-Morvan, waarin de hoogtes variëren van 250 tot 400 m en de Haut-Morvan, waar de heuvels tot 500 à 900 m reiken, met als hoogste punt de Haut-Folin. De glooiende heuvels van dit hoge deel worden doorsneden door een veelheid van dalen en snelstromende beekjes. Een aantal grote rivieren van Bourgondië ontspringen in de Morvan: bijv. de Cure, de Yonne en de Canche.

De Bas-Morvan is gedeeltelijk opgebouwd uit kristallijne gesteenten,

zoals graniet en rhyoliet, maar het bevat ook sedimenten, zoals de zandsteen en kleilagen rond Autun. De beekjes zijn aangegroeid tot rivieren, die soms brede vlakten gevormd hebben. De bodem is geschikt voor grasland en landbouw, waardoor er veel meer mensen kunnen leven dan in de Haut-Morvan, waar bosbouw en veeteelt de schaarse bronnen van inkomsten vormen.

Geologie onderweg

Het landschap heeft in de Haut-Morvan (in het zuiden) een sterker reliëf dan de gebieden rond St-Brisson (in het midden) en Vézelay (in het noorden). Dit heeft te maken met de verschillende gesteenten die we in deze drie gebieden aantreffen, maar ook met een sterkere opheffing van het zuidelijk deel van de Morvan. In de zuidelijke Morvan vinden we een enorme verscheidenheid aan granieten, vulkanische en metamorfe gesteenten. Zo is de Mont Beuvray voor een deel opgebouwd uit vulkanische gesteenten, met name tuffen, uit de Devoonperiode.

De bewegingen in de ondergrond zijn ervoor verantwoordelijk, dat het gesteente sterk doorsneden is met barsten (diaklazen), waarlangs een hete, waterige oplossing circuleerde, waarin vele mineralen opgelost waren. De mineralen die bij afkoeling in de barsten kristalliseerden zijn van groot belang omdat hier, onder meer, metaalartsmineralen en mineralen als fluoriet en bariet bij zijn. In de groeven rond St-Prix en La Petite Verrière, resp. ten W en NW van Autun (zie kaartje van afb. D-1) kunnen we veel van deze mineralen vinden, vaak met prachtige kleuren. De groeve van St-Prix is een mangaangroeve geweest. Meer hierover vindt u in het artikel "Mineralen zoeken in de Morvan".

De mineralisaties komen niet alleen in de Morvan-sokkel voor, maar ook aan de randen ervan, in de eerste niveaus van de sedimentaire bedekking. Dit is o.a. het geval ten westen van Corbigny. Bij Chitry (Carrière de Chaumot) dagzoomt een gesilicificeerde dolomiet met fluoriet, bariet, sfaleriet en galeniet. Vele eeuwen is hier uit de galeniet zilver gewonnen.

Overigens is de Morvan ook één van de belangrijkste leveranciers van uranium voor de Franse nucleaire industrie. Frankrijk is de zesde uraniumproducent ter wereld. Met name rond Château Chinon, waarvan president Mitterrand nog eens burgemeester was, zijn een aantal mijnen waar vooral pekblende (uraniumoxide) onder economisch moeilijke omstandigheden gewonnen wordt. In een granietgroeve bij Marmagne, ten ZO van Autun, werd het gele uraniummineraal autuniet voor het eerst gevonden.

In het noordelijk deel van de Morvan, rond St-Brisson en St-Léger-Vauban, treffen we voornamelijk drie soorten gesteenten aan: gneis en twee soorten graniet. Op het eerste gezicht lijken de twee granieten veel op elkaar. Bij nader inzien bevat de ene graniet echter twee bladvormige mineralen (glimmers): zilvertkleurige muscoviet en zwartglanzende biotiet. Dit gesteente is de zo-



Afb. D-3. De "Roche percée" bij Pierre Perthuis is een prachtig voorbeeld van rivier-erosie. Behalve de poortvormige opening zijn er kolk-gaten in de rotswand. Deze verschijnselen dateren uit de tijd, dat de dalbodem veel hoger lag - de bedding van de Cure ligt nu in de diepte, links op de foto.

genoemde tweeglimmergraniet, de "Granite de la Pierre qui Vire", te vinden rond het meer van St-Agnan en bij St-Brisson. Bij dit meer van St-Agnan zijn in de graniet soms rozetjes te vinden van zwarte, naaldvormige toermalijn. De andere graniet, die voorkomt in het gebied rond Marigny l'Eglise, bevat slechts één glimmer: de zwarte biotiet. De twee typen van graniet tonen verschillen in hun texturen. Er zijn binnen eenzelfde granietmassief zowel grof-kristallijne als zeer fijnkristallijne gedeeltes aanwezig. De verschillen in kristalliniteit zijn te wijten aan de snelheid van de afkoeling van het magma waaruit de gesteenten zijn ontstaan.

De graniet toont op een aantal plaatsen de typerende wolkzakverwering: door de barsten (diaklazen) in het gesteente dringt het regenwater binnen en tast het langs die diaklazen aan. De kernen van de blokken blijven gespaard. Als het verweerde gesteentemateriaal wegspoelt, blijven ze als een hoop grote, ronde stenen liggen. Een fraai voorbeeld van wolkzakverwering is de Chaos d'Uchon: geweldige stapels van ronde blokken. (Zie ook het Bretagne-artikel.)

Het Massif Saint-Saulge is een horst, geïsoleerd liggend in de Lias-mergels van de Prairie du Bazois. Het is een deel van de Hercynische sokkel die, langs N-Z verlopende breuken, in het Tertiair is opgeheven. Er zijn granietgroeven en prachtige uitzichtpunten.

In het natuurgebied "Parc du Morvan" hebben de Yonne, de Cure en hun zijrivieren een dicht net van schilderachtige valleien, gorges, watervallen en depressies (nu reservoirs) uitgeslepen. Er zijn talrijke mooie ontsluitingen van granieten en gneizen, zoals bij de Gorges de Narvau, Rochers de la Pérouse, Rochers du Chien, Sault du Goulou en aan de rotsige oevers van de meren van St-Agnan, Crescent, Chaumeçon, les Settons en Pannesière. De gneis van St-Léger-Vauban is een zeer hoog-metamorfe gesteente. Oorspronkelijk was het een zand- en kleipakket, dat door zeer hoge temperatuur en druk, waaraan het tijdens de Hercynische gebergtevorming heeft blootgestaan, veranderd is van textuur en mineralogische samenstelling. Het is een hard gesteente met lichte (kwartsrijke) en donkere (glimmerrijke) banden. Gneis wordt bij zo'n 650 °C gevormd.

Paleozoïsche sedimenten

Het bekken van Autun is een van de weinige plaatsen in Europa waar het onderste deel van het Perm goed ontsloten is en dat daarbij goed dateerbaar is door zijn rijkdom aan fossielen. Autun is daarom het stratotype ("typevindplaats" van gesteenten) voor de eerste etage van het Perm: het Autunien. Een belangrijke collectie planten-, vissen- en amfibieënfossielen uit het Perm, een beroemde insectenverzameling uit het Carboon en autunien uit de omgeving zijn te bezichtigen in het Musée d'Histoire Naturelle d'Autun. In de omgeving van de stad liggen twee grote stortho-

pen, afkomstig van de exploitatie van bitumineuze leien uit het Autunien, waaruit men meer dan een eeuw lang olie heeft gedestilleerd.

Langs de grote depressie tussen Chagny en de Loire ligt een belangrijk kolenbekken uit het Carboon. Bij Blanzay (Montceau-les-Mines) is de kolenexploitatie nog actief; er zijn putten te Darcy en Roselay en nieuwe vondsten zijn gedaan. Ook bij Epinac-les-Mines wordt nog anthraciet gemijnd. De exploitatie is gestopt bij o.a. Le Creusot, St-Bérain-sur-Dheune en Montchanin. Te Blanzay is een mijnmuseum.

Pierre Perthuis

De rivier de Cure, die in de Morvan ontspringt, heeft een diep dal uitgeslepen in de granieten van Pierre Perthuis en de kalken van Vézelay. Een typisch jong rivierdal met zijn steile wanden en V-vormige doorsnede.

Maar wat zeker zo boeiend is, is het contact van de granieten met de daarop liggende zanden en kalken uit de Trias-periode, 5 km ten ZO van Vézelay. De vallei van de Cure, nog breed waar hij door de Liasmergels bij St-Père stroomt, vernauwt zich plotseling bij Pierre Perthuis. Dit is een prachtig oud dorpje met een fraaie Romeinse brug en de overblijfselen van een fort. Hier vinden we de "Roche Percée": een natuurlijke brug, uitgeslepen door de Cure (zie afb. D-3). Te zien zijn de graniet en de basis van de sedimentaire bedekking van de Morvan, maar daar is wel het één en ander mee gebeurd. De talrijke kwarts-, fluoriet- en barietkristallen getuigen van een silicificatie en mineralisatie van het sediment. Deze moeten jonger dan Trias zijn en zijn waarschijnlijk het gevolg van oplossing en transport van de mineralen uit de oude, Hercynische sokkel.



Afb. D-4. Koraalkolonie in rifkalk; Jura-periode; omgeving Mailly-le-Château.

Enkele kilometers noordelijker eindigt het Hercynisch massief. We vinden er kalken uit de Jura: Vézelay is daarop gebouwd. Fossielen getuigen van de zee die het land overspoelde, bijvoorbeeld de oester *Gryphaea arcuata*. De streek vormde destijds de zuidrand van een grote, warme binnenzee, waarvan de diepste delen bij Parijs en Londen lagen (het Bekken van Parijs). De zee heeft waarschijnlijk het gehele Morvan-gebied bedekt, maar erg diep is deze zee nooit geweest: niet meer dan enkele tientallen meters. Waarschijnlijk was het een uitgestrekte lagune, steeds afgeschermd van de open zee door barrièreriffen, zoals die ten noorden van Vézelay te vinden zijn. In het landschap zien we zwakke cuesta's: iets steilere delen in het landschap die verraden waar hardere kalklagen aan de oppervlakte komen. Ze begrenzen de brede dalen en de hogere kalkplateaus.

Het kalkgebied bij Arcy-sur-Cure

Ten noorden van de Morvan, bij Arcy-sur-Cure, kunnen we nog daadwerkelijk barrièreriffen zien, die hier ooit in zee gelegen heb-

ben. Het zijn imposante, massieve, metershoge kalkwanden, die vrijwel uitsluitend zijn opgebouwd uit kolonievormende koralen. Sommige daarvan zijn meters in doorsnee. In een wand van een groeve ten zuiden van Mailly-le-Château is dit prachtig te zien. Afb. D-4.

Iets verderop vinden we het riffront: dat deel van het rif dat aan de open-zee kant lag en waar de golven voortdurend tegenaan beukten. Het is een soort kalkpuin, waarin koraalkolonies in allerlei posities door elkaar liggen. Richting open zee (het noorden) kunnen we goedgelaagde kalkbanken zien, die op iets grotere diepte in open zee afgezet zijn. Fossielen zijn daarin nauwelijks te vinden, maar het geeft ons wel een idee van de opbouw van het toenmalige zeegebied.

LITERATUUR

P. Rat e.a.: Bourgogne - Morvan, serie Guides Géol. Régionaux, uitg. Masson, Parijs, 1972.

J.P. Adolphe en J. Desmanèges-Lorenz: Géologie buissonnière en Morvan, uitg. B.R.G.M., Orléans.

Mineralen zoeken in de Morvan

door C.D. van Loon

De Morvan is niet alleen mineralogisch, maar ook landschappelijk een interessant gebied met veel ruige natuur. Dit van oorsprong Hercynische bergland is geërodeerd tot een zacht glooiend landschap, met alleen in het midden enkele hogere toppen, tot 900 m. De Morvan bestaat grotendeels uit graniet. Daarnaast komen gesteenten voor als rhyoliet (ten NO van Château-Chinon) en gneis (ten Z van Avallon). Lood-, ijzer- en zinksulfiden, bariet, fluoriet en uranium zijn de belangrijkste mineralen die er ooit gedolven en zijn. Thans wordt alleen nog fluoriet gewonnen. Behalve de hier genoemde komen nog tientallen andere mineralen in de Morvan voor.

Op afb. D-1 zijn de plaatsen aangegeven, die in de nu volgende beschrijvingen genoemd zijn.

1. Les Fontaines Salées

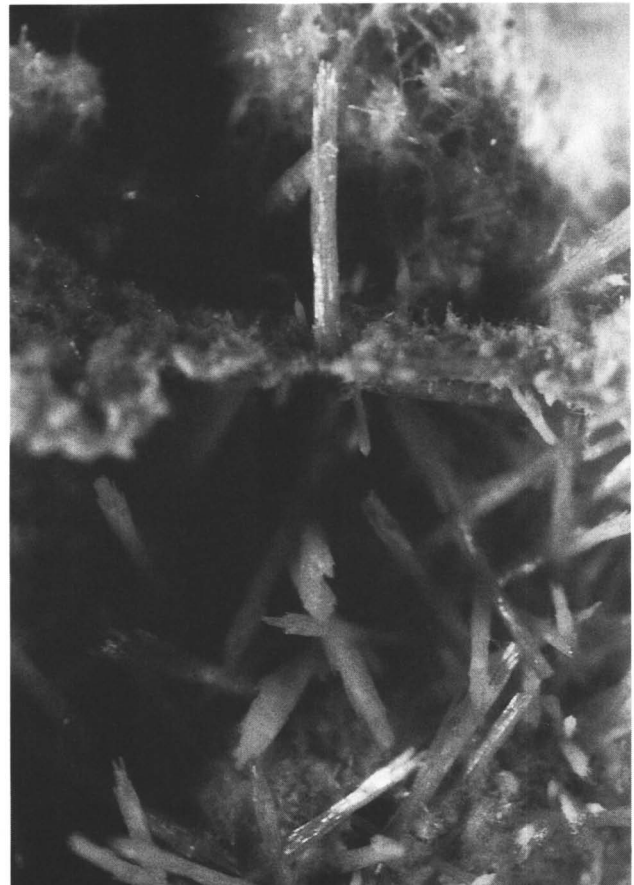
Les Fontaines Salées of "de Zoute Bronnen" bevinden zich in een archeologisch monument, dat uit de Gallo-Romeinse tijd dateert. Hier bevond zich oorspronkelijk een Gallische en later een Romeinse nederzetting. De plaats is thans vooral bekend om zijn bijzonder zoute bronwater (NaCl), dat vroeger in de Romeinse badhuizen werd gebruikt en nu nog steeds opwelt en geproefd kan worden.

U kunt Les Fontaines Salées bereiken door Vézelay via de N 457 in de richting van Avallon te verlaten. Bij het dorpje St-Père neemt u rechts de N 458, waarna de bronnen na ongeveer 2 km links te zien zijn.

2. La Petite Verrière

Bij La Petite Verrière ligt een grote storthoop van een inmiddels gesloten mijn, waar vooral fraai rose gekleurde bariet en groene fluoriet kan worden gevonden; de heldergekleurde blokken zijn vaak enkele decimeters groot. De fluoriet komt in verschillende vormen voor: in kubusvormige kristallen, naaldevormig, in banden tussen kwarts en massief. Verder komt hier galeniet en sfaleriet voor. Ook plaatvormige barietkristallen en soms het groene pyromorfiet kunnen worden aangetroffen.

Vanaf Château-Chinon neemt u de D 978 in de richting Autun. In La Celle-en-Morvan slaat u linksaf, de D 2 op. Direct na het



Afb. D-5. De zachtgele, naaldevormige kristallen van prixiëet. Prixiëet is een variëteit van mimetesiet: $Pb_3(AsO_4)_2Cl$. Hoogte beeldveld: 6 mm. Vindplaats: L'Argentolle bij St-Prix. Foto: P. Stemvers.