

# De Boules van St. André-de-Rosans (Hautes-Alpes, Fr.)

door Joke Stemvers-van Bommel (tekst) en Piet Stemvers (foto's)

Frankrijk houdt nooit op je te verbazen. Deze keer was het in Saint André-de-Rosans, waar we opeens een merkwaardige steen zagen, vlak tegenover de Mairie, tussen het oorlogsmonument en een paar bankjes. Afb. 1.

Een knots van een steen was het, helemaal glad en rond, als door een reuzehand geslepen. In de tuin aan de overkant van de straat lag er nog een, en zo bleken er hier en daar in het dorp nog meer van die bollen te vinden. Ging het hier om een merkwaardige hobby – of toch om een natuurlijk fenomeen?



Afb. 1. 'Boule' op het dorpsplein van St. André-de-Rosans.

Inderdaad komt in de omgeving van Saint André-de-Rosans, dat we verder maar SAR zullen noemen, een geologische bijzonderheid voor die wel niet uniek is, maar toch zeldzaam genoeg om er meer van te willen weten. En zo bleven we een weekje bij SAR hangen om naar 'boules' te zoeken.

SAR is een klein dorp in de Baronnies, in het dept. Hautes-Alpes, vlakbij de grens met het dept. Drôme. Het ligt even ten zuiden van de weg D994: Serres – Nyons, enkele kilometers ten zuidoosten van Rosans, een wat grotere plaats aan de D994.

Komend vanaf Serres heb je de Dauphiné-Alpen achter je gelaten en ben je in het aanzienlijk minder ruige gebied van de Baronnies gekomen, waar al langs de weg prachtige ontsluitingen van de regelmatig gelaagde afzettingen uit het Vroeg-Krijt en, meer westelijk, uit de Juraperiode te zien zijn. Het hele gebied, tot Nyons toe, is als een groot geologisch park en van een harmonieuze schoonheid.

## Een geologisch kader

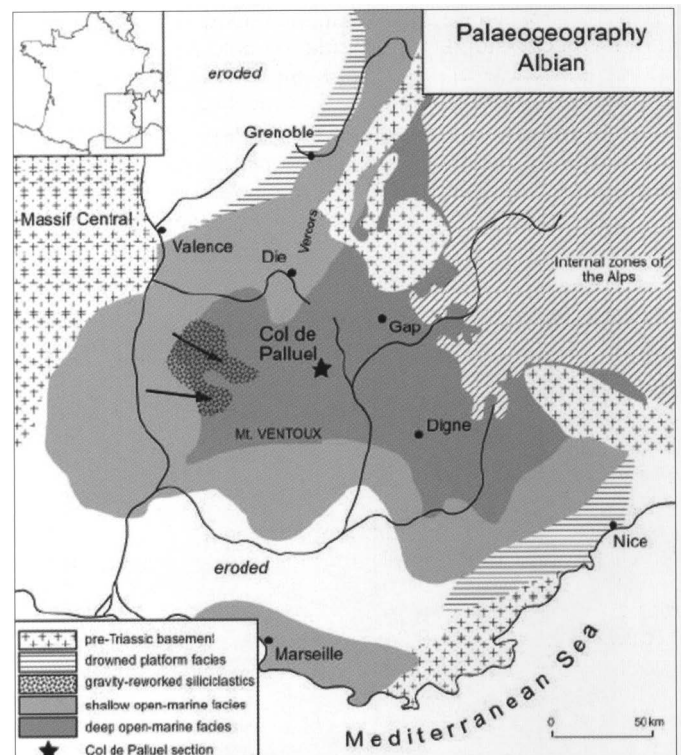
Geologisch gezien maakt het gebied deel uit van de zogenaamde *Fosse Vocontienne* ("Vocontisch Diep"), een uitgestrekt en open marien bekken aan de westelijke rand van de Tethys, de oceaan die destijds het toenmalige Europa van Afrika scheidde. De Alpen, nu verder naar het oosten, bestonden nog niet. In het westen lag het vasteland: het Massif Central. In het Vocontien-bekken werden lange tijd overwegend kalkige en mergelige sedimenten afgezet; de kalken zijn merendeels lichtgeel tot bruinig van kleur. Onder mergels verstaan geologen kleirijk sediment dat een zeker kalkgehalte heeft. Het kalkgehalte daarin wordt vooral bepaald door de kalkige skeletjes van marien plankton. In de omgeving van Rosans hebben deze strak gelaagde Krijtfor-

maties plaats gemaakt voor blauwgrijze badlands: verweerde overwegend mergelige afzettingen, doorsneden door diepe erosiegeulen en hier en daar onderbroken door een horizontale, kalkige band. Deze zachtere afzettingen vormen hier de bovenste etages van het Vroeg-Krijt: het Aptien en Albien.

Wie op excursie is geweest bij Wissant zal zeker bekend zijn met Albien-lagen, waaruit immers aan zee die mooie gepyritiseerde ammonieten rollen.

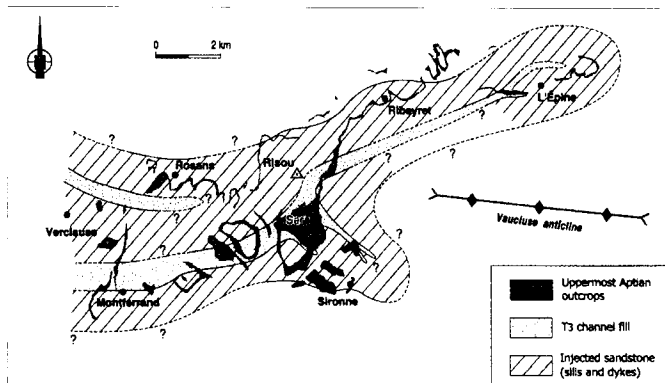
Het wijde, vrij vlakke gebied bij Rosans is goed te overzien. Hier en daar steken heuvels omhoog, vaak met een licht gekleurde top, die uit harder gesteente bestaat en de verweering heeft tegengehouden. Deze hardere gesteenten zijn de resten van een zandig pakket, dat daar plaatselijk werd afgezet aan het eind van het Aptien. De daaropvolgende Albien-lagen zijn weer overwegend kleiïg/mergelig. Waar deze ontsloten zijn, zijn ze als *badlands* uitgevoerd en op het oog niet van die uit het Aptien te onderscheiden.

In het Onder-Krijt was de omgeving van Rosans, als onderdeel van het Vocontische bekken, een gebied waar veel afbraakproducten afkomstig van het aangrenzende vasteland (Massif Central) zich ophoopten. Dit sediment bleef in eerste instantie op de shelf liggen, maar wanneer het aldus opgebouwde sedimentpakket onder invloed van de zwaartekracht en eventuele tektonische bewegingen instabiel werd, werden delen ervan in zogenaamde troebelingsstromen naar de diepe bekkendelen verplaatst. Deze manier van massatransport van sediment naar de diepzee komt zeer veel voor, ook in de huidige oceanen en hun randbekkens. De zo gevormde turbidieten zijn in het Vocontische bekken in het gebied van Rosans terug te vinden, tot op zo'n 80 km van de bekktrand. Zie afb. 2A.



Afb. 2A. Ligging van het Vocontische Bekken tijdens het late Onder-Krijt, geplot op de recente geografie van Zuidoost-Frankrijk.





Afb. 2B. Ligging van de zandgeulen in het gebied van Rosans. SAR = St. André-de-Rosans. Uit Friès en Parize, 2003.

Turbidieten zijn doorgaans onderdeel van een grootschalig systeem van sedimentwaaiers die het sediment vanaf de shelf naar de diepzee voeren (zgn. *submarine fans*). Binnen deze sedimentwaaiers horen ook geulcomplexen. Deze kunnen zich uitschuren in het onderliggende sediment, maar worden weer opgevuld als de sedimentaanvoer zich geleidelijk verplaatst. Deze geulcomplexen zijn doorgaans nogal zandrijk, zo ook in het gebied van Rosans. Ze vormen nu massieve zandsteeneenheden en omdat ze harder zijn dan hun kleiige en mergelige omgeving liggen hun ontsluitingen er veelal aan het oppervlak of in de taluds van wegen.

In de deze zandsteen bevinden zich plaatselijk, geconcentreerd in bepaalde niveaus, grote, ronde bolvormige lichamen: de *boules* van dit verhaal.

Een reconstructie van de ligging van de zandgeulen in de omgeving van Rosans geeft afb. 2B. Zie voor de topografie van het gebied o.a. de Michelin-atlas 1: 200.000, bv. Editie 2006, pag. 248.

### Boules als attractie

Bij nader onderzoek bleek dat de boules vooral voorkomen in de buurt van St. André-de-Rosans. Ze zijn daar bijvoorbeeld in het wegtalud ontsloten, o.a. vlak ten N van SAR aan de D949, maar vooral langs de D425, die naast de Mairie van het plaatsje naar het NW loopt, de markante berg Risou passeert en bij de Col de Palluel op de hoofdweg (D994) uitkomt. Afb. 3 geeft een indruk van de boules aan de D425, ongeveer 2 km vanaf SAR.



Maar er moesten nog meer van die boules zijn, getuige een infobord in de omgeving, waarvan afb. 4 een fragment geeft. Hierop worden ze *Oeufs de dinosaures*, dinosaurus-eieren genoemd!



Afb. 4. Fragment van een kaart op een infobord: het pad naar de bollen, hier dinosaurus-eieren genoemd. Enkele wegnummers zijn inmiddels veranderd.



Afb. 5. Uitzicht vanaf de Serre d'Autruy naar het ZO. Veel scherven liggen rondom; rechtsonder diaklazen: barsten in de zandstenen ondergrond.

We stopten in de scherpe bocht linksonder het wegnummer D425 op afb. 4 en speurden met de verrekijker het heuvelachtige landschap af. In de verte zagen we inderdaad veel grote, bruine bollen liggen. Maar hoe er te komen? Vlakbij, bij paaltje D425,3, loopt een berijdbaar zandpad schuin omlaag. Beneden, bij een beekje, kun je goed parkeren en vandaar te voet verder gaan, de andere kant van het dal omhoog, via een akkertje met roestig prikkeldraad, door wat bossages, en dan ben je op het schuin liggende, vrij platte en kale oppervlak van het zandstenen 'geulcomplex'. Dit pakket loopt verder omhoog tot 859 m en heeft de naam Serre d'Autruy. De top is begroeid met dennebomen, maar verder is de zandsteen kaal en plaatselijk bezaaid met scherven van uit elkaar gevallen bollen. De berg eindigt abrupt in een ravijn, het uitzicht is er prachtig (afb. 5).

Afb. 3. Boules in het talud van de D425 ten NW van SAR. De zandsteenlagen om de boules zijn omhooggedrukt.





Afb. 6. Twee uitverweerde boules.

Her en der liggen de bollen, vaak grotendeels uitverweerd, van meter-groot tot decimeter-klein. Soms zijn ze tot concentrische schillen verweerd, die weer verder versplinteren (afb. 6).

De massale aantallen scherven vertellen niet hoe ze zijn ontstaan: de plek is een toeristische bijzonderheid geworden (al staat er niet eens een bordje naartoe). Vandalisme is niet uitgesloten. Zelfs is van vrij platte schaaldelen een huisje gebouwd!

Natuurlijk maakten we foto's en verzamelden monsters van de diverse aspecten. Want er was heel wat te zien. Allereerst de boules zelf. Deze leken van een ander materiaal dan het omringende sedimentgesteente, ze waren harder, ook don-



Afb. 7. IJzerrijke laagjes om de kern van een boule.



Afb. 8. Tot concentrische schillen verweerde bol, de schalen in scherven gebroken.

kerder en bruiner, inwendig soms zelfs met smalle, donkerbruine schillen (afb. 7). Vele waren verweerd, de verwerking verliep vaak concentrisch (afb. 8).

Het moedergesteente is een zandsteen, die overwegend uit middelgrote tot fijne kwartskorrels bestaat. Het heeft een groenig tot bruinig oppervlak, maar is daaronder veelal uitgesproken groen. Naderhand bleek glauconiet daarvan de oorzaak te zijn. Zie afb. 9.

Glauconiet is een zogenaamd autigeen mineraal, dat wil zeggen dat het ter plaatse in het sedimentaire milieu gevormd kan worden als de omstandigheden daarvoor gunstig zijn. Het is een kleimineraal dat kan ontstaan uit gesedimenteerde biotiet en bevat driewaardig ijzer:  $\text{KMg}(\text{Fe,Al})(\text{SiO}_3)_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ . Het wordt meestal als gelklontjes ter grootte van zandkorrels neergeslagen kort na afzetting van het omringende sediment. Glauconietvorming vindt uitsluitend plaats in marien milieu onder condities van langzame sedimentatie bij matige diepte. Op zijn beurt verweert glauconiet tot limoniet: goethiet -  $\text{FeO}(\text{OH})$ . Het ligt voor de hand aan te nemen dat er veel limoniet bij de vorming van de boules werd opgenomen. Zie afb. 7.

Uiteraard dringt de vraag zich op: waar komen de boules vandaan?

De dino's buiten beschouwing gelaten is hun vorming te zoeken in het ontstaan van concreties. Zie kader.

## Concreties

Concreties zijn harde, compacte, over het algemeen sferische (bolvormige) massa's, waarvan de samenstelling sterk verschilt met die van het omringende gesteente, waarvan ze scherp zijn afgezonderd. Ze zijn gevormd door precipitatie uit een waterige oplossing en bevatten bestanddelen van het omringende gesteente of een cement, zoals silica (vuursteen), calciet, dolomiet, ijzeroxide, pyriet, gips. De grootte varieert van een erwit tot bollen van > 3 meter. Concreties in zandsteen worden na de afzetting gevormd door cementatie van zandkorrels.

Concreties zijn een algemeen verschijnsel, al blijven grote lichamen wel uitzonderlijk. Fameus zijn de gigantische *canonballs* van centraal Kansas, USA, die tot bijna 6 meter in diameter gaan. Ook de boulders van Moeraki, aan een strand aan de oostkant van het Zuidereiland van Nieuw-Zeeland, zijn bekende, toeristische, attracties, die 2,2 meter halen.





Afb. 9. Concentrisch verweerde boule, ca. 1,25 m in doorsnee, in het landschap. Duidelijk zijn de diaklazen in de ondergrond.

Uit de definitie van concreties is het beeld van onze boules duidelijk te herkennen. Maar het bewijs werd geleverd door een paar druppeltjes zoutzuur. De glauconitische zandsteen bruiste niet bij het opbrengen van 10% zoutzuur, maar toen een stukje schaal van een bol aan de beurt was bruiste dit uitbundig! Calciet, of tenminste een carbonaat, was daarmee aangetoond en dit zal het bindmiddel van de concretie zijn. Eigenlijk helemaal niet zo bijzonder als je je bedenkt dat deze zanden ingebed liggen tussen kalkrijke afzettingen. Weliswaar zijn er nu in geen velden of wegen kalkgesteenten op deze kale berg te zien, maar ver weg zijn ze niet. Onze aandacht viel op de vele diaklazen, min of meer regelmatige scheuren in het omringende gesteente, die hier overal het oppervlak doorsnijden. Wijde diaklazen bleken vaak opgevuld door harde zandstenen 'voegen'. Zie bijvoorbeeld afb. 5, rechtsonder. Ook deze voegopvullingen bleken wel te bruisen met zoutzuur, waarmee een opstijgen van carbonaathoudend water vanuit een kalkhoudende ondergrond wel heel aannemelijk wordt. Afb. 10.



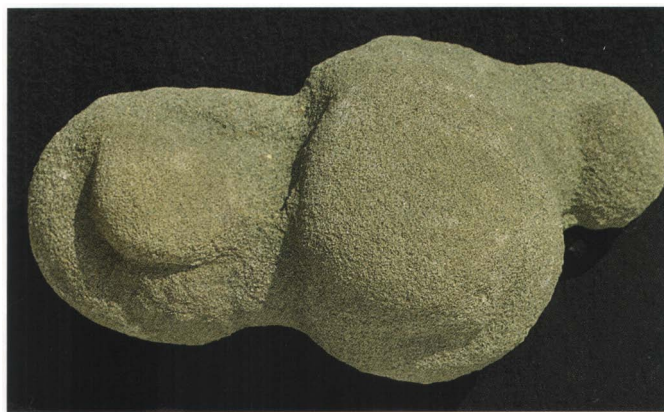
Afb. 10. Opvullingen van een diaklaas: concreties van zandsteen en uit de ondergrond opgestegen carbonaat. De langste meet 85 x 23 x 12 mm.

Dit proces van concretie-vorming gaat kennelijk nog steeds door. We vonden aan het gesteenteoppervlak enkele grillig gevormde 'poppetjes' van glauconietzandsteen, groen en wel en zich, behalve door hun grotere hardheid, niet onderscheidend van hun omgeving. Ook deze bruisten met zoutzuur. Afb. 11.

Microscopisch onderzoek is nodig om de calciet ook te zien. Via een eenvoudig korrelpreparaat van een boule-monster konden we onder de polarisatie-microscoop inderdaad carbonaatkristallen waarnemen.

Een preparaat van een poppetje leverde geen zichtbaar

bewijs. Mogelijk is de carbonaat nog te 'jong', te klein, om met de beschikbare microscoopvergroting te kunnen worden aangetoond.



Afb. 11. 'Poppetje' van glauconietzandsteen, waarin het materiaal gedeeltelijk in een concretie is overgegaan. Afm. 10,5 x 5,5 x 4 cm.

Nog even terug naar de kale berg met zijn boules, onder de warme Zuid-Franse zon. Veel planten groeien hier niet, de zandsteen is geen goede voedingsbodem. Wel zitten er veel rondachtige, witte plekken op het oppervlak. 'Korstmos zeker', dachten we. Tot opeens opviel dat dit korstmos dan toch wel agressief was en het groenigbruine zandsteenoppervlak deed schilferen en afbladderen, waardoor een verse, groene glauconietkleur zichtbaar werd. Afb. 12 A en B. Door krabben met de hamer kwam maar moeizaam wat materiaal vrij, dat voorzichtig werd opgevangen. Het was zeer hard en helemaal niet organisch zacht. Op de foto's zijn (afb. 12B rechtsonder bv.) minieme helderwitte plekkjes te zien, naast de veel grotere crèmekleurige plakpaten. Het materiaal van de witte plekkjes bleek naderhand onder de microscoop organisch te zijn, maar de harde afgekrabde korreltjes van de plakpaten bestaan voornamelijk uit kwarskristallen. In witte plekken op een gesteentemonster dat door ons is meegenomen kon thuis duidelijk chalcedoon worden waargenomen.

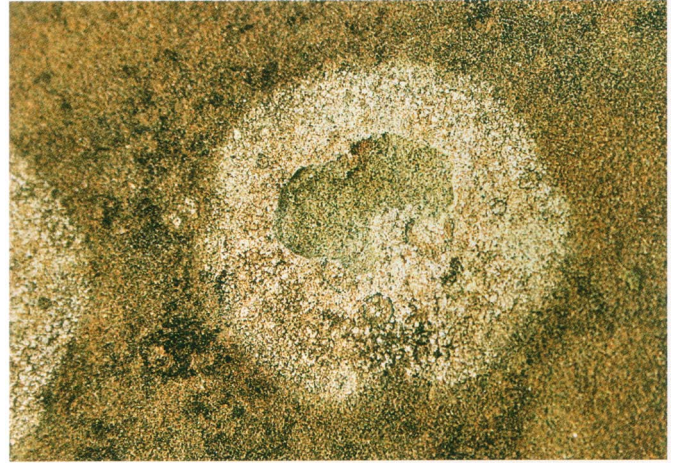
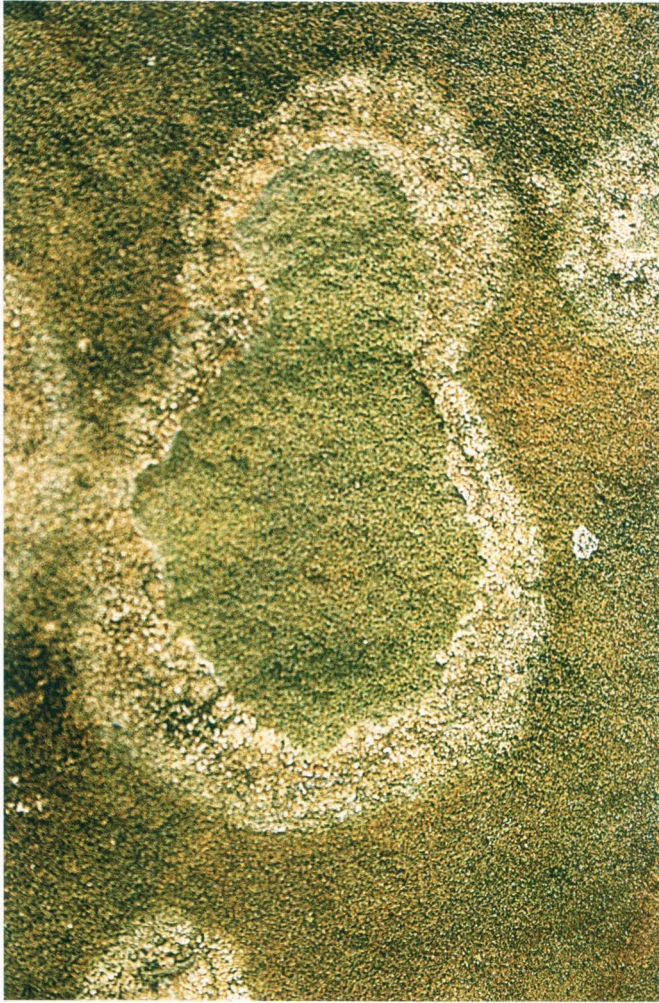
De zon daalde – een koude herfstwind stak op, we moesten onze laatste ontdekking afbreken. Een nacht op de kale berg was geen goed idee. Zo blijft er nog zeker één raadsel over om je over te verbazen. Een goede reden om verder te zoeken.

## Géoportail is op het net!

Tijdens het schrijven van dit artikel probeerden we [www.géoportail.fr](http://www.géoportail.fr) maar weer eens: de Franse tegenhanger van Google Earth. Deze was vorig jaar kortstondig operationeel, maar moest snel worden teruggenomen omdat de site de enorme toeloop niet aankon.

Nu dus wel, en het resultaat is verbluffend. Bij ingeven van de zoeknaam Rosans verschijnen direct twee opties: Rosans en Saint André-de-Rosans. SAR kiezen. Bij inzoomen van de optie 'cartes' (IGN-kaarten van 1 : 25.000) verschijnt ten oosten van SAR een rode ster met 'Boules de grès' (zandsteenbollen) op de Serre d'Autruy. Scroll je naar de optie 'Photos aériennes' dan zie je hetzelfde beeld van de kaart, maar nu als landschap van bovenaf, met de wegen, voetpaden, het kale zandsteenplateau met beboste top, en erachter het ravijn met de terres noires (badlands) aan de overkant. In één woord: geweldig! De beelden zijn nu nog uitsluitend in 2D, maar in de loop van 2007 zullen ze ook in 3D te zien zijn.





*Afb. 12 A. (links) Op korstmos lijkend gesteenteoppervlak, dat evenwel uit kristallijne kwarts bestaat. Binnen de lichte krans is de onverweerde, groene glauconietzandsteen te zien. Afmeting ca. 15 cm.*  
*Afb. 12 B. (boven) Ook hier geen korstmos maar grove kwarts om de onderliggende glauconietzandsteen. Afm. ca. 10 cm.*

*Met hartelijke dank aan Dr. A.R. Fortuin voor steun, aanvullingen en correcties en voor het aandragen van toepasselijke literatuur.*

### **Literatuur**

- G. Friès en O. Parize: Anatomy of ancient passive margin slope systems: Aptian gravity-driven deposition on the Vocontian palaeomargin, western Alps, south-east France. In: *Sedimentology* (2003) 50, 1231-1270.
- J. Debelmas: *Alpes du Dauphiné. De Nyons à Serres*, p.144-145. Guides Géologiques Régionaux, Masson et Cie, 1983.