





Afb. B - 1. Een van de hoogste toppen van de Picos de Europa (ten oosten van Oviedo) is meer dan 2500 m hoog en ligt 25 km van de kust van de Golf van Biscaje verwijderd. De berghellingen zijn dan ook zeer steil. Door de grote regenval is er een rijke flora.

Afb. B - 2. Windmolens op de Meseta. De eindeloze vlakten van La Mancha (Nieuw-Castilië) hebben een Mesozoïsche ondergrond.

hoogvlakte wordt zowel aan de noord- als zuidzijde begrensd door een laaggelegen gebied, resp. de depressie van de Río Ebro en die van de Río Guadalquivir, waarachter grote gebergte-gordels oprijzen: de Pyreneeën en de Betische Cordilleren. Een karakteristiek punt van Iberia is de cirkel van kustgebergten die de hoogvlakten omsluiten: in het noorden het Cantabrisch gebergte, in het oosten het Catalaans kustgebergte en in het zuiden strekt zich vlak langs de kust de Sierra Nevada uit met zijn hoogten van meer dan 3000 m op enkele tientallen kilometers van de kust. De rivieren die in de gebergten ontstaan overwinnen op korte afstanden enorme hoogteverschillen; vele rivieren zijn woeste stromen met een enorme erosiekracht, die vaak diepe kloofdalen maken. Afb. B - 1.

De bodems van Iberia zijn ruwweg in drie soorten te verdelen. Arme, zure bodems met een hoog kiezelzuurgehalte vinden we op de oude, geplooid en gemetamorfoseerde gesteentecomplexen, zoals die van de Variscische oftewel Hercynische gebieden van de Meseta. Kalkige bodems zijn te vinden op de Mesozoïsche formaties, die dan ook veelal uit kalkige gesteenten bestaan; kleiige bodems zijn veelal ontwikkeld op de jongere, Tertiaire sedimenten van de vlakten van de twee Castiliën, van de Río Ebro en de Río Guadalquivir en de jonge bekkens in de Betische Cordilleren. Hier vinden we cuesta- en mesa-landschappen; in de zachtere gesteenteformaties zijn op uitgebreide schaal badland-landschappen ontwikkeld.

### De grote morfo-structurele eenheden

De gordel van gebergten die zich uitstrekt langs de kuststreken wordt voornamelijk gevormd door de Alpine gebergten. We vinden hier een hoog reliëf, steile hellingen en diepe valleien. Kalkgesteenten vormen een belangrijk deel van de gesteenteformaties van deze gebieden.

Daarnaast zijn er de oude massieven, golvende heuvel- tot lage berggebieden die overeenkomsten vertonen met de oude massieven van Midden-Europa, zoals het Massif Central en de Vogezen. Het Variscische massief, waarin ook veel oudere gesteenteformaties aanwezig zijn van Caledonische en/of Precambriëse ouderdom, neemt de westelijke helft van het Iberisch Schiereiland in. We vinden hier over grote oppervlakten granieten en andere kristallijne gesteenten, zoals schisten en gneizen.

De bergrug van de Sierra de Gredos en Guadarrama, die de vlakke gebieden van de beide Castiliën scheidt, is een tussenbreuken opgeheven strook van de aardkorst. De gesteenten zijn gneizen en granieten; het is een grote horst, die aan het einde van het Tertiair en in het Kwartair zijn opheffende beweging heeft ondergaan en die dus geen relatie tot een gebergtevormende beweging heeft.

De jong-Tertiaire bekkens zijn het derde type van structurele elementen die karakteristieke landschappen vormen. Het zijn relatief laaggelegen gebieden, waar in het jongste deel van het Tertiair de zee aanwezig was. Dit zijn de uitgestrekte, vlakke gebieden van Oud- en Nieuw-Castilië (afb. B - 2), de dalen van de Río Ebro en de Río Guadalquivir en de vlakke gebieden die liggen tussen de bergruggen van de Betische Cordilleren. Karakteristiek zijn de ongeconsolideerde sedimenten, waarvan de lagen nog vrijwel horizontaal liggen; de meeste sedimenten zijn van Mioceen ouderdom. De jongste in zee gevormde sedimenten in deze jonge bekkens vinden we in de depressie van de Río Guadalquivir en in de vlakke gebieden tussen de bergruggen van de Betische Cordilleren (de 'Intra-Montane bekkens' van Granada, Guadix, Sorbas, enz.). De zee heeft zich nog lange tijd, tot in het Plioceen, met wisselend succes in deze gebieden kunnen handhaven.

Aan het einde van het Mioceen vindt er een algemene peneplainisatie plaats. Dit vlakke oppervlak ligt nu in vele gebieden op vele honderden meters (bv. op meer dan 700 m) boven zeeniveau, een bewijs van de snelle opheffende bewegingen van grote delen van Iberia gedurende het laatste deel van het Tertiair en het Kwartair.

Een opvallende grenslijn is de zuidelijke begrenzing van de Meseta. Gaande over de vlakten van de Meseta naar het zuiden stijgt het landoppervlak langzaam tot plaatselijk boven de 1500 m en vormt een west-zuidwest - oost-noordoost gerichte heuvelrug: de Sierra Morena. De zuidrand van de Sierra Morena is veel duidelijker: een opvallend rechte lijn van een vrij steile wand vormt de zuidgrens. Dit is de breuklijn van de depressie van de Río Guadalquivir. Ten noorden van de breuk vinden we de kristallijne, Variscische gesteenten van de Meseta, ten zuiden liggen jong-Tertiaire en Kwartaire afzettingen van vele honderden meters dikte op een serie van Triadische gesteenten, die op hun beurt weer liggen op het kristallijne, Variscische complex, dat tussen de twee en drie kilometer lager ligt dan in de Sierra Morena.

## Karstverschijnselen

Als kalkgesteenten aan het oppervlak komen worden deze opgelost door het regenwater. Ook ondergronds wordt kalksteen opgelost. Kalksteen lost niet zonder meer op in water; kalksteen is zelfs uitstekend bestand tegen zuiver water, dat zal kalk niet kunnen oplossen. De oplossende werking van regenwater is te danken aan de aanwezigheid van opgelost koolzuur, ontstaan door opgenomen CO<sub>2</sub> (koolzuurgas) uit de atmosfeer. Daarnaast kan de zure werking van het grondwater nog veel sterker zijn; grondwater kan, naast koolzuur, andere zuren bevatten, zoals humuszuren. Deze zure oplossing van regen- of grondwater kan de kalk uitstekend de baas en kalksteen kan, geologisch gezien, zeer snel worden opgelost.

Het oplossen van kalkgesteente gaat vaak het meest effectief langs barsten in het gesteente, hier verzamelt het aflopende regenwater zich. Een kalkgesteente is een hard en zeer bros materiaal dat snel breekt bij een vrij geringe spanning in de aardkorst. Een kalkgesteente is dan ook vrijwel altijd op intensieve wijze doorzet met barsten en scheuren: de diaklazen. Dit zijn de plaatsen waar water naar binnen sijpelt; de diaklazen worden door de oplossende activiteiten van het water sterk verbreed. Zo ontstaat een zeer onregelmatig oppervlak, doorzet met systemen van vele oplossingsgeulen met ertussen vaak scherpgerande kalkrichels. Een dergelijk "karren"-oppervlak is niet bepaald comfortabel om over te lopen. Afb. B - 3.



Afb. B - 3. Troosteloos, verkarst landschap met karren bij Zafaraya, tussen Granada en Malaga.

De kalk lost niet alleen op langs de diaklazen, ook het water dat over het oppervlak loopt zal de kalk oplossen. Op het oppervlak van een massieve kalk zonder diaklazen vormt het aflopende water smalle oplossingsgeultjes. Deze geultjes of groeven, die enkele centimeters breed worden, kunnen in grote aantallen naast elkaar voorkomen; zij zijn gescheiden door scherpe randjes. Afb. B - 4.

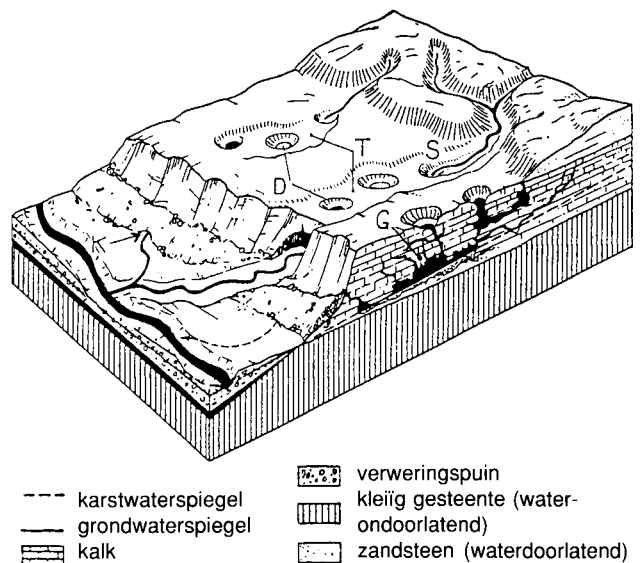
De oplossing van kalk is een vorm van chemische verwerking. Chemische reacties verlopen sneller bij hogere temperatuur, in het warme Mediterrane klimaat zijn veel karstverschijnselen dan ook fraai ontwikkeld. Er bestaan uitgestrekte gebieden waar de kalkgesteenten aan het oppervlak liggen. In deze gebieden zijn de karstverschijnselen uitmuntend te zien; u wordt in veel streken niet gehinderd door vegetatie die deze prachtige structuren aan ons oog zou kunnen onttrekken: vegetatie werd in veel gebieden reeds lang geleden gedienselijk verwijderd. Afb. B - 5.

Naast het oplossen van kalksteen is ook het omgekeerde proces van groot belang: het neerslaan van kalk uit de oplossing. We hoeven hierbij niet alleen te denken aan de vorming van de kalksinterafzettingen uit warme bronnen, zoals in het Yellowstone Park in de Verenigde Staten of in Turkije. Ook bij lagere temperaturen kan kalkneerslag ontstaan.



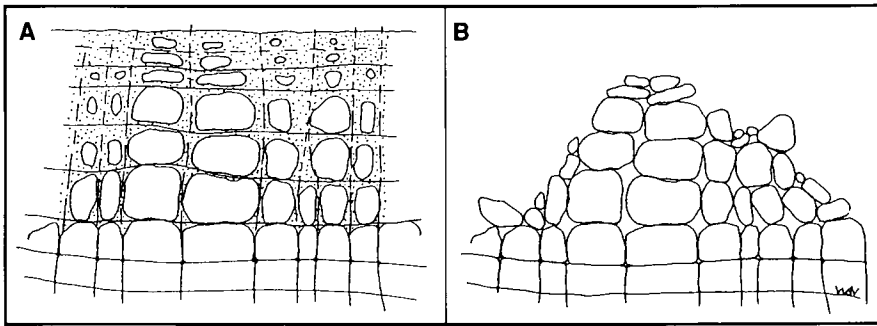
Afb. B - 4. Oplossingsgroeven bij Ubrique, in de omgeving van Ronda, W van Granada.

Bij het verdampen van water zal de opgeloste kalk neerslaan en kalkkorsten vormen, zoals de druipsteenformaties in een grot. De neerslag van kalk wordt daarbij wel bevorderd door een hogere temperatuur, doordat het water sneller zal verdampen. Dit is vooral van belang voor verschijnselen die zich op het Iberisch Schiereiland ook aan het landoppervlak afspelen. Tijdens een hevige en kortstondige regenbui, karakteristiek voor het Middellandse-Zee klimaat, wordt er door het regenwater dat op de warme kalksteenrotsen valt, relatief snel en veel kalk opgelost. Deze kalkoplossing loopt dan de heuvelhelling af; het gesteente koelt echter niet zo snel af en het water zal op het warme gesteenteoppervlak verdampen. Door de verdamping wordt de hoeveelheid opgeloste kalk in het water te groot en zal er kalk neerslaan.



Afb. B - 5. Diverse karstverschijnselen.

G = grot; T = droog dal; S = verdwijn gat; K = karstbron.



Afb. B - 6. Vorming van een "tor"

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

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

Op veel plaatsen op het Iberisch Schiereiland kunnen we op de hellingen van heuvels en bergen kalkkorsten tegenkomen die soms bestaan uit enkele decimeters dikke, fraai evenwijdig gelamineerde kalk"sinter"lagen. Soms heeft de neergeslagen kalk het gesteentepuin aan de voet van een helling op uitgebreide wijze verkit, gecementeerd, en zijn er dikke, verkitte breccielagen ontstaan. De op deze wijze aan het oppervlak gevormde kalk"sinter"-afzettingen worden in Iberia "Caliche" genoemd.

Algemene oppervlaktekenmerken van kalksteenlandschappen zijn:

- het ontbreken van een systeem van afvoer van regenwater over het landoppervlak, er zijn geen of weinig rivieren en oppervlaktewater is schaars;
- het voorkomen van onderaardse grotten en gangenstelsels, soms met stromend water;
- de aanwezigheid van bronnen met een soms zeer grote capaciteit; zij worden gevoed door onderaardse waterlopen. Deze karstbronnen liggen veelal aan de randen van het kalkgebied, aan de voet van bergen, enz.;
- naast het "karren"-oppervlak vinden we in vele karstgebieden verschillende typen van depressies in het landschap. Deze depressies kunnen sterk uiteenlopen in grootte, vorm en diepte, al naar gelang hun vormingsgeschiedenis:

- Door de onderaardse oplossing van de kalksteen ontstaan oplossingsholten of grotten. Instorting van deze oplossingsholten veroorzaakt depressies en gaten in het landoppervlak.

- Aflopend water zal zich op bepaalde plaatsen verzamelen, de kalk zal op deze verzamelplaatsen sneller worden opgelost door de grote hoeveelheid water.

Op deze wijze kan een laagte of een gat ontstaan in het landoppervlak, soms is het de toegang tot een grot. Ook kan hierdoor een stuk vruchtbaar land ontstaan. Water dat een dergelijke depressie in loopt zal zand en klei aanvoeren; vooral klei, die bij oplossing van kalk achter blijft. De meeste kalkgesteenten bevatten altijd wel een kleine hoeveelheid klei en soms ook zand als "verontreiniging". Een depressie waarin zich klei en ook zand verzamelt, heeft dan een vlakke bodem van kleiige grond. Heeft deze depressie relatief kleine afmetingen, bv. enkele tientallen meters in doorsnede, dan wordt hij een doline genoemd. Een depressie van grotere afmetingen, bv. van enkele kilometers doorsnede, heet een polje. Een kenmerk van doline en polje is dat deze depressies geen natuurlijke afvoer kennen, het regenwater dat van alle zijden wordt aangevoerd zakt door de kleilaag weg in de kalk en wordt dan onderaards door de vele barsten in de kalk afgevoerd. De kleilaag kan zo ondoorlaatbaar zijn dat er zich een moeras vormt of zelfs een meertje.

Door poljes waarvan de oppervlakte ligt op het niveau van de grondwaterstand kan een karstrivier stromen, deze komt als bron aan de voet van de omringende bergwanden te voorschijn en verdwijnt soms in de vlakke van de polje of ergens aan de voet van de bergrand. Zo'n karstrivier voert lemig materiaal aan en zet dat als vruchtbare ooylem langs de oevers af. Dergelijke poljes zijn centra van bewoning geworden. Andere daarentegen staan voortdurend onder water of zijn gedeeltelijk moerassig.

Aan het ontstaan van de boven beschreven karren kunnen planten te pas komen. Dit gebeurt waar de kalksteenformatie niet vrij aan de oppervlakte heeft gelegen, maar werd bedekt door een laag grond. Bomen en planten brengen de "stofwisselings-zuren" in de grond die het oplossen van de kalksteen versnellen. Het bizarre reliëf van het steenoppervlak kan aldus worden "voorgevormd". Op het moment dat de humuslaag verdween als gevolg van bv. boskap of het te intensief weiden van vee, komt dit karrenoppervlak aan het oppervlak. Het oplossingsproces wordt dan door het regenwater voortgezet. Dit soort "voorbereiding" is echter geen noodzaak.

Vele dolines zijn vegetatiekundig bijzonder interessant, vooral ook omdat de bodems meestal uit ontcalcite leem bestaan. Tussen van een verder kalkminnende vegetatie vormen dolines vaak refugia voor zuurminnende (acidofiele) planten. Bovendien zijn dolines verzamelplaatsen voor koudeminnende planten: vooral in uit de wind liggende trechters vindt 's nachts een grote mate van uitstraling plaats en de koude lucht blijft erin hangen. Een groot verschil in bodems en klimatologische omstandigheden binnen een beperkt gebied, een zekere kleinschaligheid, is kenmerkend voor karstgebieden.

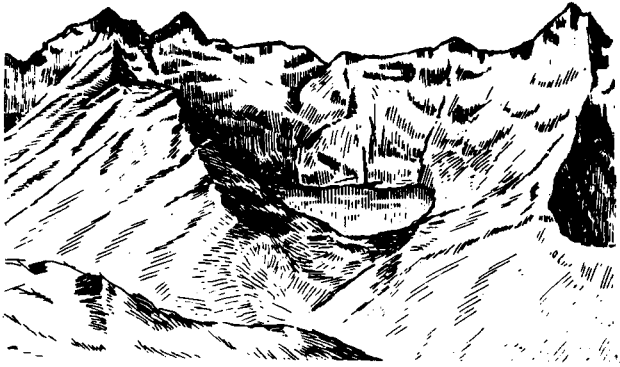
Al de genoemde verschijnselen die betrekking hebben op het oplossen van kalkgesteenten en ook het weer neerslaan van kalk uit een oplossing, worden samengevat onder de naam "karstverschijnselen", genoemd naar het Karst Plateau in het noorden van Joegoslavië, nabij Triëst.

## Graniet als wolzakken

Vele granietgebieden in de warme klimaatzones kennen als zeer kenmerkende landschapsvorm verspreid liggende, ronde keien, die vele meters groot kunnen zijn. Ook zijn er stapels van deze afgeronde blokken van graniet. Deze ronde granietballen worden



Afb. B - 7. Wolzakken in het granietgebied van de Extremadura West-Spanje).



Afb. B - 8. Het kaarmeer Ibón del Pecico nabij de Frans-Spaanse grens in de Centrale Pyreneeën (ongeveer Z van Lourdes, Fr.).

wolzakken genoemd; stapels van deze wolzakken worden ook "tors" genoemd. Afb. B - 6, E - 1. Deze verweringsvorm van graniet ontstaat doordat langs barsten in de graniet, de diaklazen, het altijd zure regenwater (door opgenomen CO<sub>2</sub> uit de atmosfeer) en grondwater (door humuszuren) naar binnen loopt. Hierdoor zal het gesteente vooral langs de diaklazen ververen, waarbij chemische reacties de hoofdrol spelen. Op kruisingen van diaklaasvlakken zal zich nog meer water kunnen verzamelen en zal de verwerking nog sneller gaan. Zo zullen de delen tussen de diaklazen van alle kanten worden aangepakt, doch vooral langs de randen en op de hoeken. Zo worden de brokken steeds verder afgerond. De verweerde graniet wordt verkruimeld tot een soort grof zand, dit zal worden weggespoeld en zo komen de overgebleven blokken te voorschijn. Zie afb. B - 7. De verwerking tot wolzakken of tor's gebeurt niet onder het huidige gematigde klimaat van Nederland. Het is een vorm van chemische verwerking die hogere temperaturen nodig heeft en dit verwerkingstype is karakteristiek voor subtropische omstandigheden. In grote gebieden van de westelijke helft van het Iberisch Schiereiland is de wolzakverwerking prachtig te zien.

## Effecten van de Pleistocene IJstijd

Iberia neemt door zijn positie een intermediaire plaats in tussen de gebieden (1) in Noord- en Centraal-Europa, die duidelijk de invloed van de grote landijskappen hebben ondergaan doordat zij òf op uitgebreide schaal werden bedekt door het landijs, òf waren onderworpen aan glaciële tot peri-glaciële condities van het pool- en toendraklimaat langs de randen van de ijskappen, en (2) de meer zuidelijk gelegen streken waar een sterke toename van de neerslag voorkwam: de pluviale perioden in Noord-Afrika. De meeste Iberische gebergten hebben, gezien hun zuidelijke ligging, relatief weinig te lijden gehad van de Pleistocene vergletsjering. Een uitzondering vormen de Pyreneeën waar zich een grote ijskap heeft gevormd en vele dalgletsjers tientallen kilometers ver naar het zuiden afdaalden in de rivierdalen. Naast prachtige voorbeelden van gletsjerdalen zien we in de Pyreneeën vele cirques, waarin vaak "ibons", kaarmeertjes, aanwezig zijn. Afb. B - 8. De sneeuwgrens daalde tijdens de glaciële perioden tot rond de 2050 m in de oostelijke Pyreneeën en tot 1850 m in het westelijke deel, waarbij in het Cantabrisch gebergte kleine dal- en kaargletsjers voorkwamen tot rond de 1300 m hoogte. De sneeuwgrens, die nu nog maar net de toppen van de Picos de Europa raakt, lag hier tijdens de glaciële perioden op rond de 1500 m hoogte. Opvallend is de helling van het vlak van de hoogte van de sneeuwgrens. Aan de oostelijke, Mediterrane zijde van de Pyreneeën lag deze tijdens de glaciële perioden op rond de 2000 m hoogte, terwijl aan de westelijke zijde van de Cantabrische ketens de sneeuwgrens daalde tot minder dan 1400 m hoogte. Dit komt overeen met een gemiddelde jaartemperatuur die 5°C lager was aan de noordwestelijke punt van Iberia dan in het kustgebied van Catalonië.

In het noordwestelijk gedeelte van de Iberische ketens komen kaarnissen voor in de Sierra de la Demanda op rond de 1700 m

hoogte en op 1950 m hoogte in de Macizo del Moncayo. In de sierra's van het 'Sistema Central': die van de Gredos, de Guadarrama en het Portugese deel, de Serra de Estrela, kwamen kleine ijsgebieden voor waarvan gletsjers tot op 1650 m hoogte afdaalden.

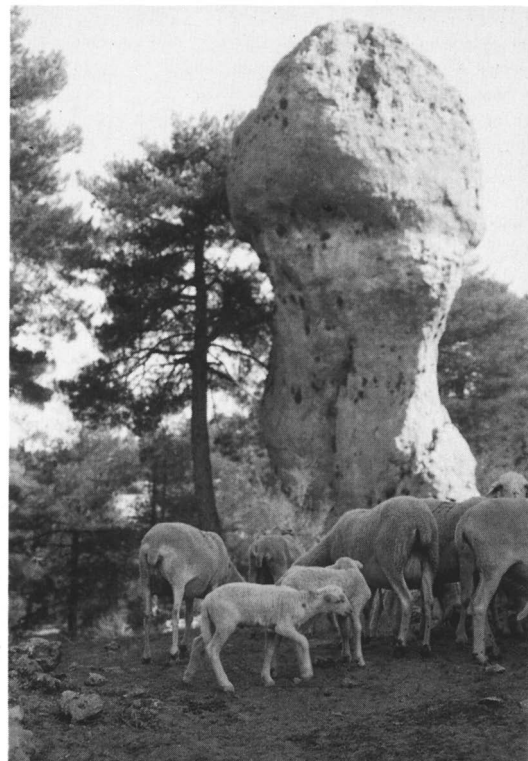
Verder vinden we alleen nog in het verre zuiden van Iberia de sporen van vergletsjering: in de Sierra Nevada. De toppen liggen nu onder de sneeuwgrens, maar tijdens de glaciële perioden lag de grens van de eeuwige sneeuw op rond de 2500 m hoogte en het grootste deel van de centrale koepel van de Sierra Nevada was bedekt door een ijskap. We vinden de sporen van kleine dalgletsjers; de meest in het oog vallende glaciële vormen zijn die van een aantal kaargletsjers op de hogere delen van de noordelijke hellingen van het massief.

## Winderosie scheidt een "Betoverde Stad"

Tenzij u het ongeluk heeft gehad een echte stofstorm mee te maken, is het moeilijk om zich te realiseren hoe enorm groot de capaciteit van de wind is om fijn materiaal te vervoeren. Het fijnste stof dat door de wind tijdens een storm wordt opgenomen gaat zo hoog de lucht in, dat het rond de gehele aarde kan zweven alvorens weer op het oppervlak terug te vallen. Wat wij merken van de grote stofstormen in de zandwoestijnen is het fijne, rode stof, dat ook wel in Nederland neervalt.

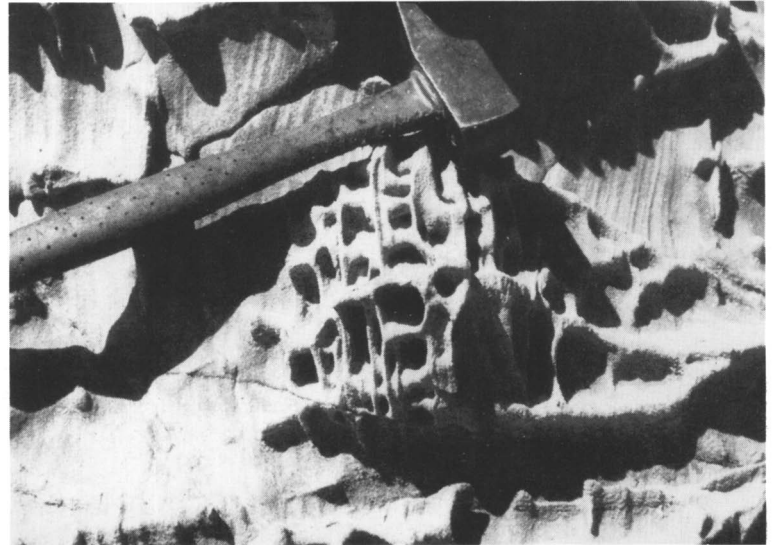
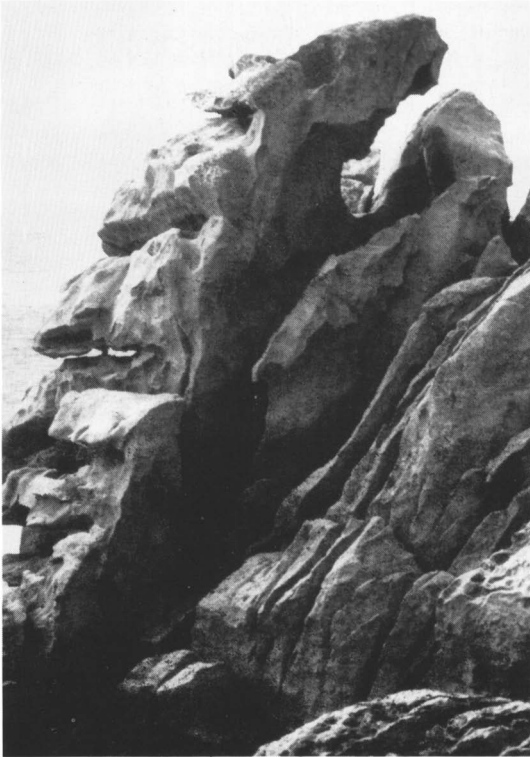
Hoewel de mogelijkheid van de wind om sedimentdeeltjes te vervoeren een interessant studieobject is, is de wind van weinig belang als eroderende kracht, vooral in vergelijking met stromend water en schuivend ijs. De wind is slechts in staat om fijne zandkorrels, kleiner dan ongeveer 0,15 mm, deeltjes van silt- en van klei-grootte, te transporteren.

De wijze van transporteren heeft overeenkomsten met die van water. Het fijnste materiaal wordt hoog de lucht in meegenomen en zeer ver weggevoerd. Een resultaat is dat de wind het sediment sorteert: het aandeel van fragmenten van kleigrootte in windafzettingen is opvallend laag.



Afb. B - 9. La Ciudad Encantada, oftewel de door winderosie Betoverde Stad in de Montes Universales.





Afb. B - 10. Tafone aan de Spaanse Atlantische kust bij Baroña, ten N van Vigo (Galicia). Wind en zout water verwerken de granietblokken tot wonderlijke gedrochten.

Afb. B - 11. Honingraat-verwerking aan het strand bij Tarifa, bij de uiterste Spaanse zuidpunt, ZW van Gibraltar.

Grotere korrels, tussen de 0,15 en 2 mm groot, vormen de bodemlading. Zij rollen voort over het oppervlak of bewegen zich stuitend voort; deze springende, stuitende beweging wordt saltatie genoemd. De salterende korrels komen veelal niet hoger dan 1,5 tot 2 m boven de grond en in een zandstorm is de bovengrens van de laag salterende zandkorrels soms duidelijk te zien. Kameel en dromedaris zijn uitstekend aangepast aan dit geologisch verschijnsel: hun kop bevindt zich boven het niveau van de meeste zandkorrels.

De wijze van zandtransport door saltatie geeft de wind zijn voornaamste eroderende kracht. Met de vliegende zandkorrels bombardeert de wind het gesteenteoppervlak dat daardoor wordt gezandstraald; de korrels of kristallen van het oppervlak worden versplinterd en uit het gesteenteverband weggerukt. Doordat de zandstraalwerking voornamelijk effect heeft op de eerste paar meter van een gesteentewand, ontstaan overhangende wanden met nisvormige holten. Indien het gesteente ver uit elkaar staande diaklazen bevat zullen er paddestoelvormige rotsen ontstaan, soms in hele rijen.

In Spanje zijn mooie voorbeelden van winderosie te vinden in de Montes Universalis, zoals in de toeristische Ciudad Encantada (Betoverde Stad), afb. B - 9. Ook op andere plaatsen, zoals in de Serranía de Cuenca, rond 35 km ten noordoosten van Cuenca, komen deze verschijnselen voor. Deze landschapsvormen zijn waarschijnlijk ontstaan tijdens een der glaciële perioden van de Pleistocene 'Ijstijd', toen in grote delen van Iberia peri-glaciële condities voorkwamen, waarbij de wind vrij spel had in de kale gebieden.

### Tafones

Winderosie speelt ook een rol bij de "tafones". Dit zijn grotvormige verweringsvormen, die voorkomen op hellingen in kustgebieden waar het gesteente is blootgesteld aan de zoute wind. Zij ontstaan bij de combinatie van winderosie en chemische verweringsreacties door zout en vocht, die door de zee worden aangevoerd. De tafones komen in grote aantallen voor op Corsica, waar de naam voor deze structuren vandaan komt. Ook op enkele plaatsen langs de kusten van Iberia zijn ze te zien, bijv. in Galicia. Zie afb. B - 10.

### Honingraatverwerking

Eenzelfde verschijnsel op kleine schaal is de honingraatverwerking. Hierbij wordt het gesteente door wind, zout en vocht geërodeerd, waarbij harde, dunne laagjes als randjes blijven staan. Deze randjes vertegenwoordigen de opvulling, bijv. door calciet of kwarts, van diaklazen in het gesteente. Een mooi voorbeeld kunt u tegenkomen op het strand ten westen van de "Punt van Europa", bij het stadje Tarifa aan de Straat van Gibraltar. Afb. B - 11.

### De invloed van de mens

De mens heeft gedurende duizenden jaren het landschap van het Iberisch Schiereiland sterk veranderd, waarbij de natuurlijke vegetatie vrijwel volledig is verdwenen. In veel gebieden is het



Afb. B - 12. "Badlands" in de Betische Cordilleren: Rambla Grande. Men probeert het land opnieuw in cultuur te brengen; hier met amandelpiantages.

zelfs niet bekend wat de samenstelling van de oorspronkelijke 'climax'-vegetatie is geweest. In het algemeen zijn er verscheidene typen van gedegradeerde vegetaties voor in de plaats gekomen. De menselijke invloed is in vele Mediterrane gebieden veel intensiever dan in de noordelijker gelegen gematigde klimaatsgebieden, mede omdat de bewoning van vele Mediterrane gebieden veel ouder is dan die in noordelijker landen.

De koudeperiodes van het Pleistoceen hebben weinig invloed op de menselijke bewoning gehad, omdat in deze streken de glaciële perioden het karakter hadden van pluviale perioden, waarbij de invloed van de grotere regenval belangrijker was dan die van de lagere temperaturen. Daarnaast is het karakter van het Mediterrane klimaat zodanig dat regeneratie van verwoest bos heel moeilijk is. Door het verwoesten van de vegetatie vallen de beschermende rol voor de bodem en de regulerende invloed op het klimaat weg. Het klimaat wordt extremer, er treden de karakteristieke Mediterrane stortbuien op die snel leiden tot intensieve erosie van de bodem. Vooral de huidige 'badlands' in onder meer de intramontane bekkens van de Betische Cordilleren van Zuid-Spanje waren vroeger zeer vruchtbare gebieden, die nu voor niet veel méér dienen dan het houden van een relatief klein aantal schapen. Afb. B - 12.

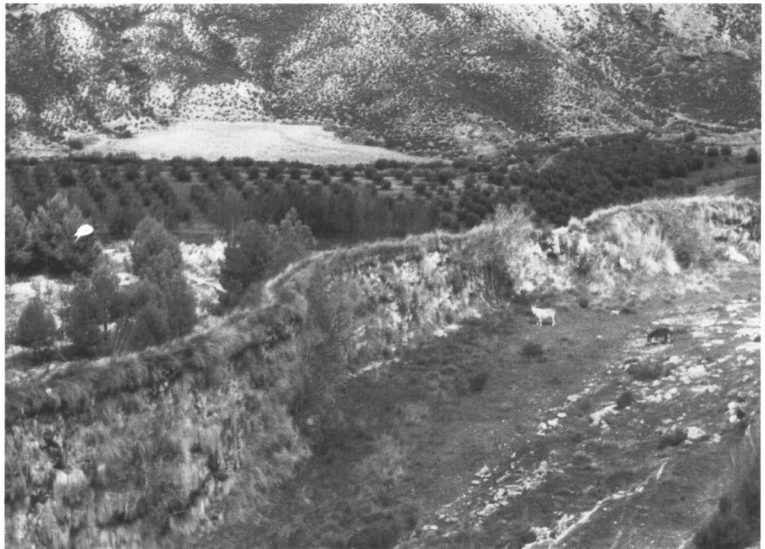
### "De muur" bij Balneario de Alicún de las Torres

De warme bronnen van Alicún liggen in het zuiden van Spanje, in het noorden van de provincie Granada, op rond 25 km ten noorden van de stad Guadix. Op de plaats waar de Río Fardes zich verenigt met de Río de Gorafe, ligt, enkele tientallen meters boven het punt van samenstromen, een plateau'tje van enkele honderden meters in doorsnede. Het is een zeer strategisch punt: naar het noorden kijken we uit over het grote rivierdal van de Río Fardes en op een der indrukwekkendste "badland"-gebieden, naar het zuiden ligt een tientallen kilometers lange vlakte die geleidelijk overgaat in de hellingen van de Sierra Nevada. Het plateau'tje van Alicún bestaat uit kalksteen en als we de steile wanden nader bekijken dan is het snel duidelijk dat we hier met kalksinterafzettingen te maken hebben: de kalk is zeer onregelmatig van bouw en op vele plaatsen zijn structuren als die van druipsteenvormingen te zien. In de randen van het plateau bevindt zich een serie kleine grotten en abri's, waarvan vele reeds in de Steentijd tot woonplaats voor mensen hebben gediend. Daarnaast is ook de strategische uitzichtpositie van het plateau veel volkeren zeer duidelijk geweest. Het plateau werd lange tijd bewoond, de sporen vinden we in een overvloed van potscherven. Deze laten een veelheid van primitieve en geavanceerdere technieken zien in het bewerken van de klei, het versieren van de voorwerpen en het bakproces. Daarnaast bevat het plateau een aantal hunebedden, gemaakt van metersgrote, platte kalksteenplaten. Één van de hunebedden bevat verscheidene kamers.

In een hoek van het plateau zijn vele warme bronnen, die sterk kalkhoudend water produceren. Het water komt naar boven langs een ongeveer noord-zuid lopende breuk, waarvan de breuklijn duidelijk in het landschap te zien is: het plateau wordt aan één zijde door een tientallen meters hoge, steile rotswand begrensd.

Op de bronnen is een hotel gebouwd met een medisch centrum, waar verscheidene aandoeningen met het mineraalhoudende water worden behandeld. Daarna wordt het water door een irrigatiegoot naar enkele boomgaarden geleid.

Het "wereldwonder" is ontstaan door de aanleg van de watergoot langs de voet van het plateau. Het water, dat afkoelt op zijn weg door de goot, zet grote hoeveelheden kalk af op de randen en de bodem van de goot. De hele goot bouwt zich op deze wijze steeds hoger op. Dit proces is aan de gang vanaf de dag dat de goot werd gegraven en duurt tot op de dag van vandaag voort. Afb. B - 13.



Afb. B - 13. De "muur" van Balneario de Alicún de las Torres: een door menselijk toedoen veroorzaakt fenomeen.

Zo ontstond een muur, die tot tien meter hoog is en een kilometer lang! De top van de muur is minder dan een meter breed, de basis enkele meters. Op de randen van de goot groeien veel planten en ook de wanden zijn bedekt met grassen, varens en mossen. Water dat langs de muur afdruipt bedekt de planten met een laagje kalk en zo bestaat de wand van de muur uit een verkalkte massa planten. Het plantenmateriaal vergaat en zo blijft er een netwerk van kalk achter waarin in de loop van de tijd steeds meer kalk wordt afgezet en die steeds massiever wordt. Er lopen op veel plaatsen verscheidene muren naast elkaar. Door aardbevingen, die in het zuiden van Spanje regelmatig voorkomen, is de muur in de loop der tijd op veel plaatsen gebroken, waarbij door de bewoners van het gebied een andere goot werd gegraven. Zo zijn er op enkele plaatsen vier muren naast elkaar te zien.

Op de plaatsen waar het water wordt afgetapt van de muur zijn dikke massa's kalksinter afgezet; waar het water langs goten naar beneden valt groeien dikke pollen mossen en allerlei algenkluiten die vele kleuren hebben. Dit machtige, half-natuurlijke natuurverschijnsel, dat uniek is in de wereld, moet u eens gaan bekijken!



Afb. B - 14. In de helling van een rivierdal tussen Guadix en Alicún zijn holwoningen: "cuevas", uitgegraven. Prehistorisch aandoende toestanden worden gecombineerd met modern wooncomfort. In de verte de besneeuwde toppen van de Sierra Nevada.

## Villanueva de las Torres

En als u dan toch in de buurt bent: in de jonge sedimenten van het "Post-tektonische Bekken" van Guadix kunt u, zoals op zoveel plaatsen in Zuid-Spanje waar Miocene en Pliocene sedimenten voorkomen, fossielen vinden: zeeëgels, terebratula's, pectens, enz. Een vindplaats ligt ten oosten van Villanueva de las Torres, een dorpje dat op een 8-tal km ten noorden van Alicún ligt. Als u Villanueva voorbij rijdt en het rivierdal aan uw rechter-

hand houdt, dan ziet u aan de overzijde van de rivier in de helling een okerkleurige laag als een wat donkerder gekleurde band lopen. Hij is hard en steekt als een steilwand uit de helling. Deze laag bevat de fossielen. Hij behoort tot de jongste sedimenten van het bekken en is van Pliocene ouderdom.

Dit is overigens een gebied waar nog veel mensen in holwoningen leven; deze zijn soms uiterst comfortabel! Afb. B - 14.

## Spaanse mineralen zoeken....en misschien ook vinden



Zoals in andere artikelen in dit nummer al is verteld, is Spanje rijk aan delfstoffen. Je zou denken, dat er dan ook volop goede vindplaatsen van mineralen moeten zijn, met overal storthopen, waar de meest interessante mineraalgezelschappen nog volop aanwezig zijn.

Zeker zijn er zulke goede stekjes geweest, en waarschijnlijk zijn er nog steeds enkele voorkomens, waar de plaatselijk aanwezige mineralenrijkdom nog niet zijn roem heeft overleefd. Maar in veel gevallen is het als met het gras en de overige flora: de te sterke begrazing heeft het land uitgeput en mineralogische badlands waren het resultaat.

Wanneer u mooie vitrinestukken zoekt: spaar u de moeite, de hitte en de dorst en koop ze op een mineralenbeurs. De meeste voorkomens zijn immers al lang bij ingewijden bekend, ze werden reeds in diverse tijdschriften gepubliceerd en zijn dan ook al door velen met een bezoek vereerd.

Voor wie inmiddels nog niet de moed in de schoenen is gezonken volgen hier toch een dertigtal vindplaatsen van voornamelijk

Vervolg op pag. 14.

*Beeldje van de fontein op het drukke, geanimeerde Domplein van Burgos, Noord-Spanje. De gewijde ruimten van gotische kathedralen, op elkaar gepakte toeristenwinkeltjes, een beschaduwde plein en koel water - dit is doorgaans niet de sfeer voor het mineralen- of fossielen-zoeken!*

### Bijschriften bij de kleurenfoto's

**I. Kleurloze fluoriet:**  $\text{CaF}_2$ , met inclusions van gele sfaleriet met pyriet. De fluoriet vertoont parallelgroei: evenwijdige kristalvlakken staan boven en naast elkaar. Bij de vorm van de kristallen overheerst de kubus, de hoeken zijn afgestompt door kleine vlakjes van de ikositetraëdervorm. Beeldhoogte 16 mm. Herkomst: Caravía (prov. Asturia), Noord-Spanje. Collectie: R. en P. Reiding.

**II. Geelbruine sfaleriet:**  $\text{ZnS}$ , de bekende doorschijnende "blende caramelada" van de zinkmijn Áliva in de Picos de Europa (prov. Cantabria), N-Spanje. De kristallen zijn zonair, de kristalvorm is tetraëdrisch. Beeldbreedte 16 mm. Collectie: H. van Dennebroek.

**III. Galeniet:**  $\text{PbS}$ . De zilvergrijze galeniet heeft combinaties van oktaëder- en kubusvlakken gevormd. Het witte mineraal is calciet. Beeldbreedte 19 mm. Herkomst: Minas de Reocin, Torrelavega (prov. Cantabria), N-Spanje. Collectie: H. van Dennebroek.

**IV. Pyriet:**  $\text{FeS}_2$ , met uitgerekte kubusvlakken, schuine oktaëdervlakken en kleine, driehoekige vlakjes van de pentagondodekaeder. Bovenop (niet zichtbaar op de foto) zit nog een klein,

vierkant kubusvlak. De overige kubusvlakken zijn gestreept; zij vertonen een voorkeursrichting in hun groei en zijn daardoor sterk verlengd. De oktaëdervlakken veroorzaken inspringende hoeken tussen de kristalindividuen, die in parallelgroei achter en naast elkaar liggen. Rechts onder is nog enig markasiet te zien. Het witte mineraal is dolomiet. Beeldhoogte 17 mm. Herkomst: Minas de Reocin, Torrelavega (prov. Cantabria), N-Spanje. Collectie: H. van Dennebroek.

**V. Azuriet:**  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ , blauw, deels als spitse kristallen, en malachiet:  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$ , groen, op crème dolomiet, die duidelijk gebogen vlakken heeft. Beeldhoogte 7 mm. Vergelijkbare, gehalveerde bolletjes in het handstuk blijken radiaalstralig te zijn. Herkomst: de reeds lang verlaten mijn La Profunda bij Cármenes (prov. León), N-Spanje. Collectie: P. en J. Stemvers.

**VI. Arsenopyriet:**  $\text{FeAsS}$ , groep met zilverwitte kristallen. Deze zijn evenwijdig aan de lengte-as gestreept. Beeldbreedte 17 mm. Herkomst: Mina de Panasqueira (prov. Beira Baixa), Midden-Portugal. Collectie: H. van Dennebroek.

Kleurenfoto's: P. Stemvers