

Koninklijke badlands, de Bardenas Reales van Navarra

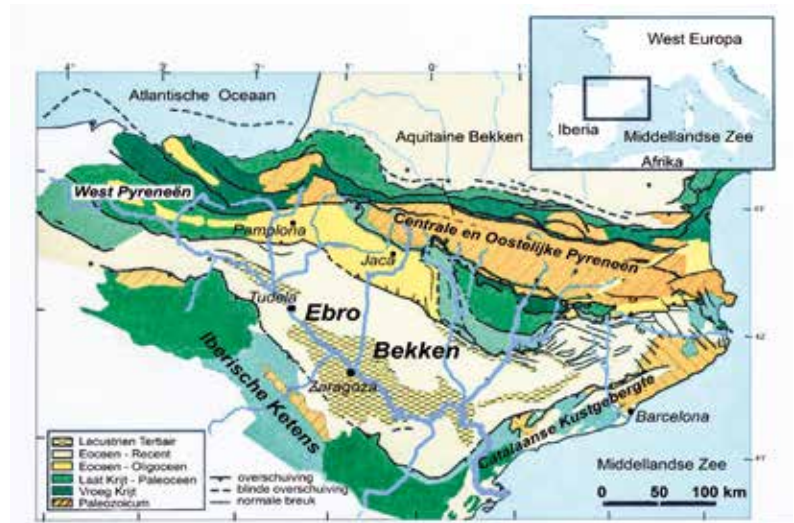
door Anne Rutger Fortuin

anne.fortuin@casema.nl

De Spanjereiziger die per auto de Pyreneeën oversteekt, op Pamplona aanstuurt en van daar de snelle route zuidwaarts kiest over Autopista AP15, bij Tudela de Ebro oversteekt en dan richting Zaragoza aanhoudt (AP 68), geniet vast van een aangename route, maar mist een heel apart landschap dat zich noordelijk van de Ebro-stad Tudela (afb. 1) uitstrekt. Geologische en morfologische aspecten van dat kale, woestijnachtige landschap wil ik hier toelichten. Al kun je het gebied in kwestie makkelijk per auto bereiken, eigenlijk is het meer een mooi natuurgebied om eens rustig per fiets of te voet te verkennen, om zo intenser te genieten van het aparte landschap. Vanuit het noorden, komend met de auto, sla je de AP 15 af bij Valtierra en volg je borden naar het Parque Natural de Bardenas Reales de Navarra, het uiteindelijke doel (afb. 2). Ongeveer 10 km oostelijk van Valtierra is bij het begin van het park een bezoekerscentrum, dat je alleen al niet moet missen vanwege de routeinformatie. Vanwege de diversiteit aan bijzondere biotopen wordt het landschap beschermd en in 2000 verkreeg het de status van UNESCO Biosfeer Reservaat. Het idee om tijdens één van onze Spanje-vakanties dit gebied aan te doen, kwam enkele jaren geleden door een Ansichtkaart van goede vrienden. Het zijn kampeerders, die altijd fietsen meenemen op hun trektochten en fietsend de Bardenas doorkruist hadden. Enthousiast stuurden ze een Ansichtkaart van het iconische bergje “Cabezo de Castildetierra” (afb. 3), met achterop de toevoeging gepend dat dit gebied vast en zeker op mijn warme belangstelling zou kunnen rekenen. Kortom, de Bardenas kwam op onze “te bezoeken” lijst, maar dan wel per auto. Mijn geliefde kan door haar handicap niet fietsen.

Tussen Ebro en Aragón

De Bardenas Reales liggen in de zuidoosthoek van de provincie Navarra. Het woord ‘Bardenas’ betekent letterlijk “laagland waar



schapen grazen”; ‘Reales’ verwijst naar “koninklijk”. Het betreft dan ook een voormalig koninklijk landgoed. Er zijn geen nederzettingen in het park, maar wel is er een afgeschermd stuk militair schietterrein en zijn er akkers. Deze Bardenas is qua oppervlak even groot als onze Noordoostpolder, maar is langgerekt en strekt zich over een lengte van ruim 30 km

▲ 1. Geologische overzichtskaart van het Ebro Bekken en zijn drainagepatroon, plus de omringende gebergtes: de Pyreneeën naar het noorden en westen, de Iberische Ketens naar het zuiden en het Catalaanse Kustgebergte bij de oostkust (naar Garcia-Castellanos et al., 2003). De Bardenas Reales liggen ten noorden van Tudela, tussen de Ebro en de daar samenkomende Aragón.



◀ 2. Topografische kaart, die de omvang en ligging van het park tussen de Ebro en Aragón aangeeft. Diverse fiets-, wandel- en autoroutes door het park worden op deze kaart aangegeven. Deze kaart, getiteld “Parque Natural de Bardenas Reales de Navarra, Reserva de la Biosfera” is verkrijgbaar in het bezoekerscentrum.

uit tussen de rivieren Ebro in het zuiden en de Aragón in het noorden (afb. 2). Dit droge laagland - met hoogtes variërend tussen 280 en 650 m - ligt in de regenschaduw van de Pyreneeën en heeft een semi-aride mediterrane klimaat. Dit klimaattype, gekenmerkt door hete zomers, krachtige winden en met af en toe heftige stortregens, resulteert op de kleirijke, Mioceen ondergrond in flinke erosie. Met name het middele deel levert een kaal en woest landschap op, dat weinig Europees aandoet. Soms doet het een beetje denken aan landschappen op het droge Colorado Plateau in Utah. Het zijn inderdaad de erosievormen die het landschap zo anders maken en daarom ook de aandacht van zowel geomorfologen als landschapsfotografen weten op te wekken. Inmiddels is het ook door Spaanse touroperators ontdekt die hun klanten graag een woestijnervaring willen meegeven.

Ebro Bekken

Het omvangrijke laagland dat zich uitstrekt tussen de Pyreneeën in het noorden en de Iberische ketens in het zuiden staat bekend als het Ebro Bekken (Afb. 1). Naar de Baskische kust toe wordt de afstand tussen deze hoofdstructuren steeds kleiner; het bekken verbreedt zich naar het zuidoosten tot het uitloopt op het Catalaanse kustgebergte. De vorm van het bekken is dus wat driehoekig, waarbij de grootste breedte ca. 150 km is. De rivier de Ebro vormt de hoofdafwatering en voert grote hoeveelheden sediment af richting Middellandse Zee, zoals te zien is aan de omvangrijke Ebro-delta met

zijn submariene voortzetting. Voordat de oer-Ebro gedurende het Laat-Mioceen kans zag om door het Catalaanse kustgebergte heen te breken, was het Ebro Bekken een omvangrijk afvoerloos (endorheïsch) bekken, waar zich de afbraakproducten van de omringende gebergtes konden ophopen in alluviale fans, grote meren en moerassen. De grovere materialen hoopten zich vooral op aan de randen, terwijl zand en klei de centrale delen van het bekken bereikten. Daar strekten zich grote meren uit. Bij

indamping kwam het daar vaak tot neerslag van kalk en gips. Dit laatste vond vooral plaats tijdens de vroegere bekkenstadia.

Een afvoerloos bekken ontstaat

De vorming van het Ebro-voorland begon al tijdens het Paleoceen door inzakking van de aardkorst als gevolg van de groei van de omringende gebergtes onder invloed van compressie. Deze compressieve bewegingen waren al in het Laat-Krijt ingezet als gevolg van een tegen de wijzers van de klok in gerichte draaiing van Iberia bij de botsing met de Europese korst. De Golf van Biskaje opende zich hierbij. Tot het Laat-Eoceen was er nog een oost-west verlopende zeestraat aanwezig tussen de eerste Pyreneeën-plooiën en de Iberische landmassa. Daarna, tijdens het Oligoceen, bereikte het bekken het stadium van een zogeheten 'afvoerloos bekken', een sedimentatiebekken dat niet in verbinding staat met de zee. Deze volledige insluiting als gevolg van nieuw reliëf was een gevolg van de laatste fase van compressieve bewegingen tussen de elkaar naderende noordelijke en zuidelijke plooi gordels.

Uiteindelijk zijn zowel de Pyreneeën als ook de Iberische ketens elk over zo'n 20 km over hun voorland heen geschoven, zodat het huidige bekken feitelijk aanzienlijk smaller is dan op het moment dat het van de wereldzee werd afgesloten. Het Ebro Bekken wordt dan ook begrensd door deze tektonische structuren (afb. 1).

De paleogeografische ontwikkeling van het Ebro Bekken, inclusief het verloop van de sedimentatie, heeft alles te maken met de tektonische bewegingen. In tijden van sterkere bodemdaling nam de sedimentaanvoer toe en groeiden alluviale sedimentwaaiers verder uit naar het bekkencentrum en drongen daar de verbreding van de meren terug. Omgekeerde ontwikkelingen deden zich ook voor. De dikte van de post-Oligocene sedimentstapel bedraagt tot enkele duizenden meters. We laten deze sedimentaire ontwikkelingen voor wat ze zijn en beperken ons nu tot de Midden-Mioceen sedimenten die in de Bardenas dagzomen en als de Tudela Formatie bekend zijn.

Wel moeten we even stilstaan bij de gevolgen van het doorbreken van het Catalaanse kustgebergte door de oer-Ebro, ergens tijdens het Laat-Mioceen. Op dat moment sloeg de erosie, die nu extra kansen kreeg door het wegvallen van de bekkendaling, definitief toe. Immers, de combinatie van sterk verminderende compressieve krachten en het zeewaarts afvoeren van de dagzomende sedimenten zorgden voor ontlasting van

▼ 3. De Cabezo de Castildetierra is een opvallende en in fotografisch opzicht aantrekkelijke aardpi-ramide omdat het als erosierestant in een vrij kale omgeving staat. In de rechterwand (midden-boven) is goed te zien hoe de in geulen afgezette lagen snel kunnen uitwiggen.





de korst onder het bekken, die daardoor geleidelijk terugveerde. Inmiddels is veel van het jongste Mioceen en jonger afgevoerd naar zee. Berekeningen door de Spaanse geofysici Daniel Garcia-Castellanos en Juan Cruz Larrasoña (2015) komen uit op een isostatische opheffing tot 600 m voor het bekkencentrum.

Tudela Formatie

De in het park dagzomende Tudela Formatie is weinig vervormd, al is er wel degelijk sprake van zwakke plooiing, met name in het noordelijk stuk. Deze formatie, die tot 600 m dik is, bestaat overwegend uit gelaagde, kleirijke, veelkleurige afzettingen. Met name de tinten violet, roze, grijs, gelig, oker en wit zijn veelvoorkomend (afb. 4). Deze laatste kleur zie je vooral bij kalkige inschakelingen en gipslagen. Kalkbanken kunnen tot 2 m dik zijn en liggen ingeschakeld in de zachtere kleiige lagen. Deze lacustriene kalken bevatten de resten van gastropoden, ostracoden, charophyten en vstanden en soms worden ook resten van amfibieën en reptielen gevonden. De zandrijke lagen zijn vaak dun, dan

wel ontwikkeld als ingeschakelde geulafzettingen. Zoals reeds opgemerkt gaat het om overwegend fijnkorrelig sediment dat werd afgezet in de uiteinden van alluviale sedimentwaaiers, die dit uit de Pyreneeën afkomstige materiaal leverden aan een wisselend patroon van rivieren, moerassen en meren. De ouderdom van de afzettingen in de Bardenas is tegenwoordig goed bekend en ligt rond de 19-20 miljoen jaar (Vroeg-Mioceen). Dit met name dankzij de studie van kiezen van knaagdieren, samen met magnetostratigrafische gegevens en de correlatie met een goed gedateerde aslaag en de astronomisch getunede polariteitschaal voor het Neogeen (Ruiz-Sanchez et al., 2012).

Landschap met aardpiramides

Op basis van de landschapsvormen onderscheidt men drie regio's. De Bardena Blanca is daarvan het centrale en meest laag gelegen deel. Naar het noorden volgt El Plano, dat gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van oude rivierterrassen en pedimenten (licht aflopende vlakken, ontstaan door erosie van de ondergrond en

▲ 4. Deze heuvelflank toont goed het zachte, veelkleurige uiterlijk van de Tudela Formatie. Met name de wat verharde zandsteenlagen springen eruit.



◀ 5. Tele-foto van een kenmerkend stuk Bardenas landschap. Op de voorgrond vlakke badlands, afgewisseld met akkerland. Op de achtergrond een hoger gelegen erosievlak, top van een tafelberg en vermoedelijk afgedekt door een oud pediment. De steile heuvelflank is deels begroeid. Het hoogteverschil tussen voor- en achtergrond is in de orde van 80-100 m.



▲ 6. Een mooie combinatie van badlandvorming rond een aardpiramide.

opgebouwd uit los restmateriaal) van met name de Ebro en de zijrivier de Aragón. Het zuidelijke deel, La Negra, de zwarte Bardena, is donker door de sterke begroeiing met struikgewas en dennen. Dit deel is vooral vlak en rijk aan *caliche* bodems. Caliche, ook wel calcrete genoemd, is de in droge streken veel voorkomende kalkkorst die zich aan het oppervlak, of net daaronder, vormt door verdamping met uitloging van de ondergrond en neerslag van kalk uit verdampend vocht. De Bardena Blanca, dat meteen na het verlaten van het bezoekerscentrum oostwaarts volgt, krijgt de meeste aandacht van de ‘snelle’ toerist, zoals wij dat ook waren. Het is daar feitelijk een aaneenschakeling van ‘badlands’, het typische erosielandschap dat ontstaat bij de snelle erosie en afvoer van niet tot weinig verharde Tudela-sedimenten (afb. 5). Tussen deze badlands ligt het nodige akkerland in grillige patronen. De actieve erosie veroorzaakt soms scherp ingesneden afwateringsgeulen. Tafelbergjes vormen zich als een hardere laag langdurig weerstand kan bieden aan het erosiegeknabbel, maar waarbij de omringende lagen al verwijderd zijn. Als een plaatselijke verharding langdurig weerstand kan bieden vormen zich aardpiramides, oftewel “Demoiselles coiffées”. De mooiste aardpiramide van dit park is de al genoemde Cabezo de Castildetierra, terecht het veel gefotografeerde beeldmerk van de Bardenas (afb. 3).

Via Google zijn onder de zoekopdracht “bardenas reales de navarra” allerlei fraaie afbeeldingen van het landschap te bekijken. Zie dit verhaal dan ook vooral als een aansporing om zelf eens te gaan kijken en liefst op een wat uitgebreidere schaal dan wat wij per auto in een namiddag deden.

Europees erosielandschap

Ondanks het sukkeldrafje waarmee we met de auto het landschap verkenden werden toch enorme stofwolken opgeworpen. Dit deed ons denken aan een onvergetelijke en moeizame rit door het binnenland van Monument Valley, een andere woestijnachtige streek vol erosiefenomenen (zie mijn twee artikelen

over het Colorado Plateau onder ‘Meer lezen’). Eerlijk gezegd kan de Bardenas een vergelijking met de ultieme erosielandschappen van het Colorado Plateau niet doorstaan. Maar wat zou dat? Dit is ook indrukwekkend en nu eens in Europa. Het is goed dat er zorgvuldig met dit natuurschoon omgesprongen wordt en er een bezoekerscentrum is ingericht. Voordat wij ons als verstofte woestijnreizigers bij ons hotel zouden moeten aanmelden passeerden we een waterplaats waar we alvast het ergste stof van de auto afspoelden. Even later reden we alweer door groenere streken.

Alle foto's zijn van de auteur.

Geraadpleegde literatuur:

- Desir, G., Marin, C. and Guerrero, J., 2005. Badlands and Talus Flatirons in the Bardenas Reales Region. Field Trip Guide B3, Sixth Int. Conference on Geomorphology, Zaragoza, 37 p.
- Garcia-Castellanos, D. and Larrasoana, J.C., 2015. Quantifying the post-tectonic topographic evolution of closed basins: The Ebro Basin (northeast Iberia). *Geology*, 43 (8): 663-666.
- Garcia-Castellanos, D., Vergés, J., Gaspar-Escribano, J. and Cloetingh, C., 2003. Interplay between tectonics, climate, fluvial transport during the Cenozoic evolution of the Ebro Basin (NE Iberia). *Journal of Geophysical Research*, 108 (B7), 2347.
- Ruiz-Sánchez, F.J., Murelaga, X., Larrasoana, J.C., Freudenthal, M., and Garcés, M., 2012. Hypsodont Myomiminae (Gliridae, Rodentia) from five new localities in the Lower Miocene Tudela Formation (Bardenas Reales, Ebro Basin, Spain) and their bearing on the age of the Agenian-Ramblan boundary. *Geodiversitas*, 34(3):645-663.

Meer lezen:

- Anne R. Fortuin. Het Colorado Plateau – een geologisch wonderland (deel 1 en 2) in *Gea*, vol. 50 (4), 2017 en vol. 51 (1), 2018).
- www.bardenasreales.es