

OROGENESE

Emile Gevers

In Nieuwsbrief 35 beschreef Lenie Huitzing, in haar artikel over de excursie naar de Vlaamse Ardennen welke belangrijke plooiingsfasen of orogenese hebben bijgedragen aan het ontstaan van de Ardennen. Onlangs vond ik een boek (zie referentie 1) waar een aantal aardige plaatjes instaan over orogenese en het bewegen van de aardschollen gedurende de laatste 500 miljoen jaar.

Wanneer er geen orogenese zou zijn, zouden alle landgebieden op aarde een schiervlakte worden door erosie. Zo is het centrale deel van Australië, dat een heel oude aardschol is zonder recente gebergtevorming, over enorme oppervlakten bijna volkomen vlak geworden.

Gebergten ontstaan door het botsen van aardschollen of platen (plaattektoniek). Als gevolg van deze bewegingen treden rek- en drukkrachten op tussen en binnen deze platen. Waar platen tegen elkaar botsen vormen zich gebergten; waar ze uit elkaar drijven, ontstaan oceanen. De schollen die botsen hoeven niet altijd te bestaan uit landschollen. Ook bij de botsing tussen oceaanschollen en landschollen ontstaan gebergten. Denk hierbij b.v. aan de Andes die ontstaat door de botsing van de zuid Amerikaanse schol tegen een schol van de Grote Oceaan (de Nazca schol).

Een plooiingsfase duurt vele miljoenen jaren; meestal begint een fase rustig, bouwt op en stopt plotseling. Maar gedurende een fase kunnen er ook verschillende heftige en minder heftige episodes voorkomen. In een plooiingsfase kunnen gebieden op vele honderden kilometers afstand de invloed van de botsing ondervinden. Zo kunnen we in de Ardennen ook de invloed vinden van de Alpine plooiing, terwijl de eigenlijke botsing ver in het zuiden plaats vindt. Naast horizontale plaatbewegingen komen er ook verticale bewegingen (breuken) voor. Er ontstaan dan laagtes of slenken waarin zich sediment kan afzetten. Zo bestaat de ondergrond van Nederland uit vele kilometers dikke afzettingsgesteenten. Zij zijn meestal in zee gevormd.

Voor onze gebieden zijn de volgende drie fasen van orogenese de belangrijkste en zijn aangegeven op de geologische tijdschaal van Tabel 1. :

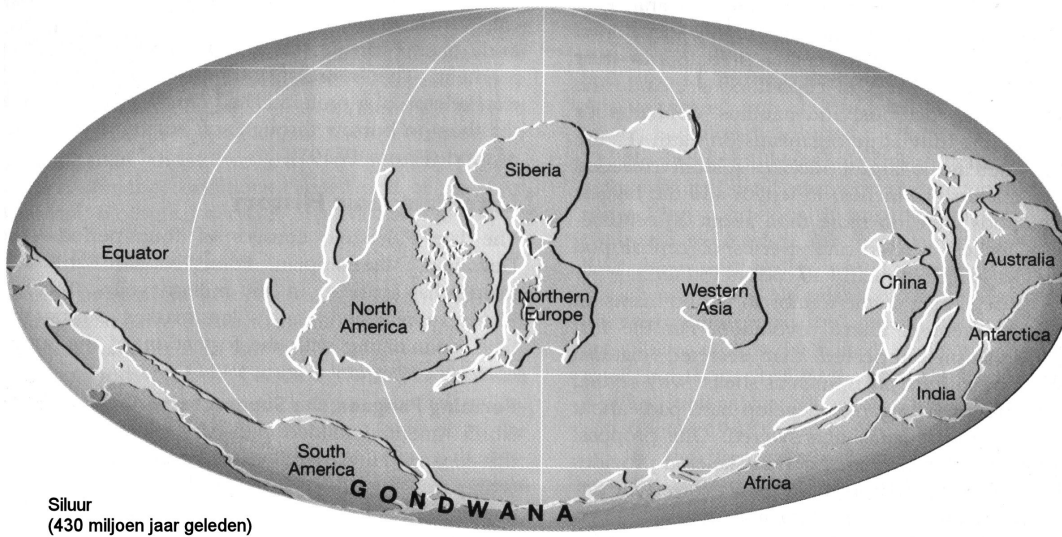
De Caledonische plooiingsfase van 540 – 400 miljoen jaar gelden

De Hercynische plooiingsfase van 330 – 245 miljoen jaar gelden

De Alpine plooiingsfase van 135 miljoen jaar gelden tot heden

Over de gehele aarde zijn er echter veel meer geweest, zelfs gedurende de afgelopen 500 miljoen jaar. In Nederland zijn sommige alleen van belang in de diepe ondergrond en uiten zich daar door erosievlakken.

Gebergten worden dus geboren en later weer afgebroken door erosie. Omdat de erosie relatief snel gaat kunnen we niet echt veel verder in het verleden terugkijken dan zo'n half miljard jaar.



In het eerste figuur zien we de positie van de schollen zo'n 430 miljoen jaar geleden in het begin van het Siluur. Merk op dat de meeste aardschollen op het zuidelijke halfrond liggen.

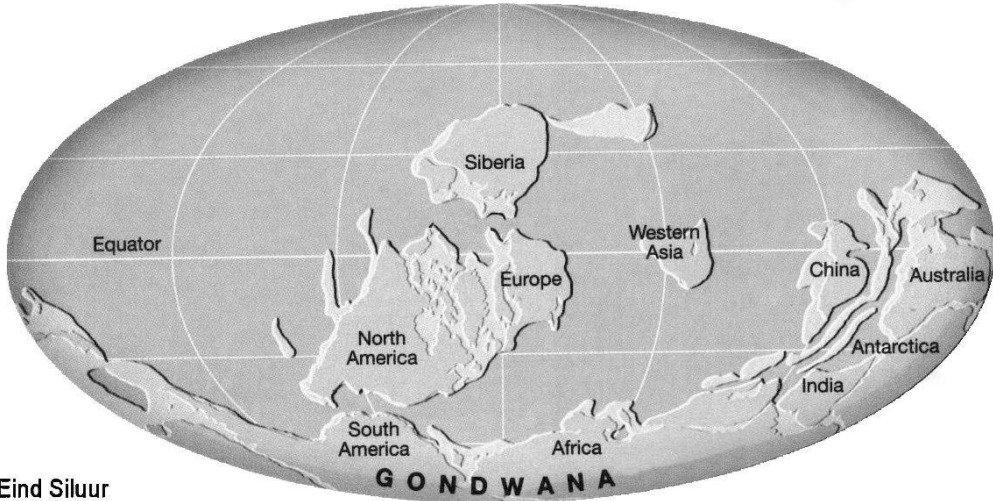
Caledonische plooiingsfase

De Caledonische plooiing was in het Siluur al bezig. Hij begon in het vroeg Cambrium (540 miljoen jaar geleden) en liet het Laat Ordovicium Avalonia (de lage landen, zuid Denemarken, zuid Ierland, Wales, Engeland en zuid Newfoundland (!)) tegen Baltica (de Scandinavische en Baltische landen, noord Denemarken, een gedeelte van noord Duitsland en Europees Rusland) botsen.

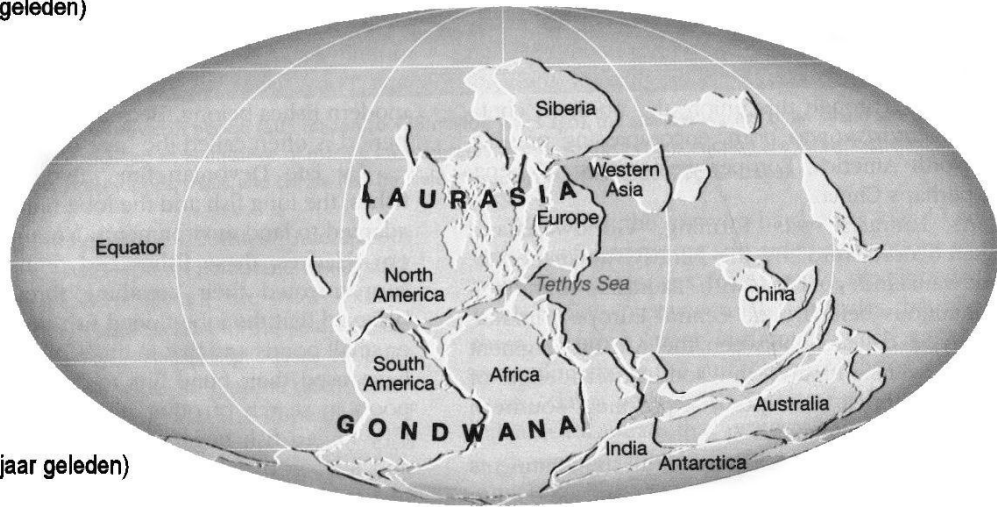
Avalonia zat aanvankelijk vast aan Gondwana maar was daarvan losgescheurd en naar het noorden gedreven. Na de botsing met Baltica is er een stuk van het oorspronkelijke Avalonia afgescheurd en terecht gekomen in het huidige Canada (zuid Newfoundland). Dat afscheuren is te vergelijken met wat er tegenwoordig in west Amerika gebeurt: Californië is bezig zich los te maken van het vaste land via de San Andreas breuk en zal over 'niet al te lange tijd' als afzonderlijke schol naar het noorden bewegen.

Dezelfde Caledonische plooiingsfase is in het eind Siluur (410 miljoen jaar geleden) verantwoordelijk voor de botsing tussen Laurentia (bestaande uit Noord Amerika, Groenland, noord Schotland en Spitsbergen) en het Baltica/Avalonia blok (zie figuur A). Hierbij zijn de bergketens van Scandinavië en Schotland gevormd. Veel auteurs noemen het zo ontstane blok: Laurazië. Een betere naam is Laurussia zoals gebruikt door Ziegler¹ (referentie 4).

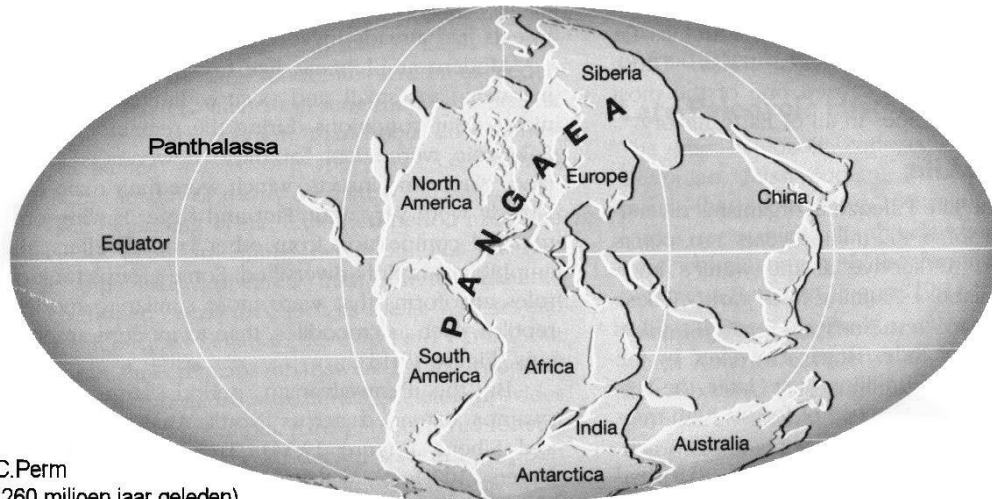
¹ Pas tijdens de Hercynische plooiingsfase (tussen 300 en 240 miljoen jaar geleden) botsten de schollen Siberia en Kazachstan tegen Europa waarbij de Oeral is ontstaan. Pas dan kunnen we echt spreken van Laurazië.



A. Eind Siluur
(410 miljoen jaar geleden)



B. Carboon
(330 miljoen jaar geleden)



C. Perm
(260 miljoen jaar geleden)

Hercynische plooingsfase

Aan het eind van de Hercynische plooingsfase, die duurt van 360 tot 240 miljoen jaar geleden, is Gondwana tegen Laurazië vast komen te zitten en is Pangea (=Alland) omgeven door Panthalassa (=Alzee) een feit. Daarna valt Pangea weer uiteen in Gondwana en Laurasië. Pas veel later (120 miljoen jaar geleden) breekt Gondwana op in Zuid Amerika, Afrika, India en Australië. Omstreeks diezelfde tijd breekt ook Laurazië op in Noord Amerika, Groenland en Eurazië.

Eigenlijk is er nooit sprake van geweest dat alle schollen aan elkaar vastzaten. Dat is goed te zien in figuur C die de situatie weergeeft tijdens het Perm toen Pangea zijn grootste uitbreiding had. Maar ook in West Europa waren toen al de eerste tekenen van opbreken zichtbaar: in de huidige Noordzee en in ons land, Duitsland en Polen ontstonden enorme bekkens (Permzeeën) die regelmatig volliepen met zeewater omdat ze in verbinding stonden met de grote oceanen in het noorden via de breuken die Scandinavië meer en meer scheidden van Groenland. Ook leidde de breukvorming tot het ontstaan van zwakke plekken in de aardkorst waardoor in het einde van het Carboon en het begin van het Perm op veel plaatsten vulkanisme voorkwam.

Alpine plooingsfase

Pas zo'n 100 miljoen jaar geleden begint de Alpine plooingsfase waarbij Eurazië in botsing komt met Afrika/Arabië. Tevens omvat deze plooingsfase alle jonge gebergten die in het Tertiair zijn ontstaan: in Europa de Alpen, de Karpaten, de Pyreneeën en de Kaukasus en andere delen van de wereld de gebergten van Zuidoost Azië, de Rocky Mountains en de Andes.

Allerlei

Als we naar de opeenvolgende figuren kijken zijn er veel aardige dingen af te leiden. Laten we eens kijken hoe Iberië (Spanje en Portugal) bij Europa zijn gekomen. In figuur B (tijdens het Carboon) zien we dat Iberië deel uitmaakt van Gondwana en scheidt de Tethys-zee Laurussia van Gondwana. Als Afrika los komt van Zuid Amerika en naar het oosten beweegt (120 miljoen jaar geleden), zien we dat de Iberische plaat als het ware meegesleept wordt naar het oosten waarbij de Golf van Biskaje ontstaat. In het Tertiair botste de Iberische plaat tegen de zuidkant van Frankrijk aan, hetgeen leidde tot de plooing van de Pyreneeën. In die tijd wordt Arabië tegen Laurazië aangedrukt waardoor de Tethys-zee afgesloten wordt. De bodem van de Tethys-zee verdwijnt onder Laurazië (subductie) en zorgt nog steeds voor aardbevingen in Turkije. Een uitzonderlijke situatie doet zich voor op Cyprus waar een deel van deze oude zeebodem aan het oppervlakte komt (obductie).

Ook is het interessant eens te kijken naar de verschuivingen van de verschillende schollen in de NZ richting. Het is duidelijk te zien dat ons land in het Carboon ter hoogte van de evenaar ligt. Geen wonder dat in deze tijd in onze streken uitgebreide koollagen konden ontstaan.

Wellicht is het nu ook te begrijpen dat in sommige tegenwoordige Midden Oosten staten (o.a. Oman) afzettingen worden gevonden uit ijstijden. We kunnen zelfs schatten dat die ijstijden minstens 400 miljoen jaar geleden hebben plaats gevonden.

Een volgende keer meer over de effecten die verschillende fase van orogenese hebben gehad op de ondergrond van West Europa.

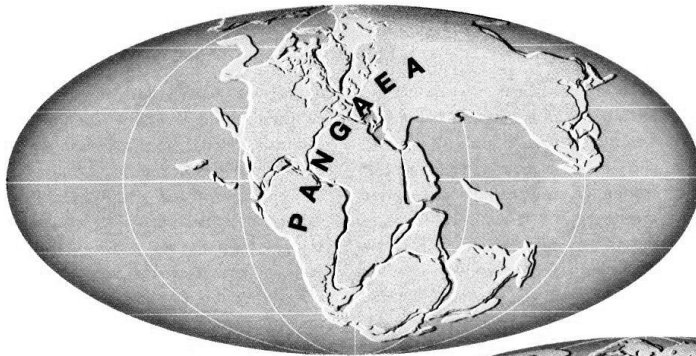
Literatuur:

- 1) Essentials of Geology, F.K. Lutgens & E.J. Tarbuck, 6th ed. ISBN 0 13 752510 9
- 2) De ondergrond van Nederland, E.F.J. de Mulder et al. , ISBN 90 01 60514 1, 2003
- 3) Geological Atlas of western and Central Europe 1990, P.A. Ziegler, ISBN 90 6644 125 9
- 4) Evolution of Laurussia 1989, P.A. Ziegler, ISBN 0 7923 0428 4

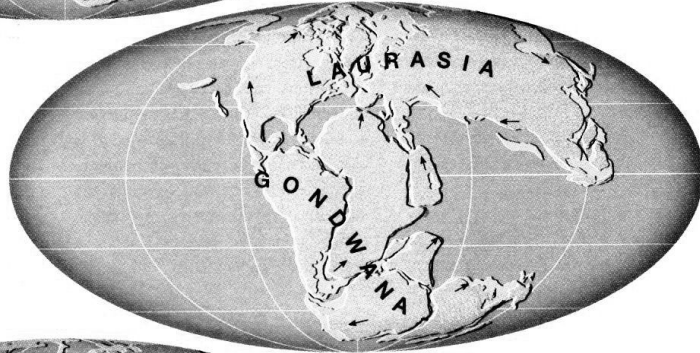
Era	Periode	Begin (miljoen jaar geleden)	Phase	
Cenozoïcum	Kwartair	3	 Alpine 	botsing Afrika >< Europa
	Tertiair	65		
Mesozoïcum	Krijt	144	 Hercynische 	botsing Laurussia >< Kazachstan/Siberië
	Jura	200		
	Trias	245		
Paleozoïcum	Perm	290	 Caledonische 	botsing Laurussia >< Gondwana
	Carboon	360		
	Devoon	410		
	Siluur	440		
	Ordovicium	495		
	Cambrium	545		
Precambrium				Laurentia >< Baltica vorming Laurussia

Tabel 1

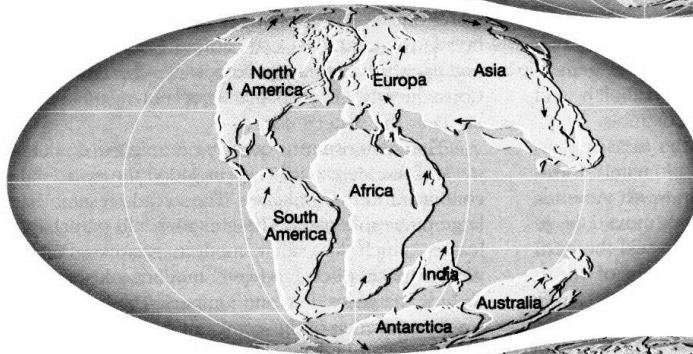
Sommige lezers vragen zich misschien af waarom in dit artikel steeds over ‘Hercinische periode’ en niet over ‘Variscische periode’ gesproken wordt. Slechts in West en Centraal Europa zijn beide periodes identiek maar niet in de rest van de wereld. In een Amerikaans geologieboek zult u dus de naam ‘Varistic’ niet tegenkomen...



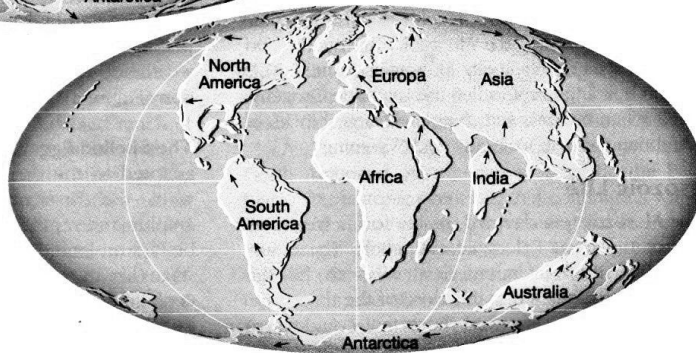
D. Trias
(200 miljoen jaar geleden)



E. Jura
(150 miljoen jaar geleden)



F. Krijt
(100 miljoen jaar geleden)



G. Tertiair
(50 miljoen jaar geleden)