

Grondboor en Hamer	3/4	1983	pag. 78 - 95	22 fig.	Oldenzaal, juni/aug. 1983
-----------------------	-----	------	-----------------	---------	------------------------------

Een inleiding in de geologie van Zuid-Limburg: sedimentatie-cycli en ostracoden

M.J.M. Bless*

INLEIDING

De geologische kaart van Nederland kan in drie grote eenheden worden opgesplitst: de holocene afzettingen langs de kust, de pleistocene sedimenten in het binnenland, en een kleine pluk oudere afzettingen in Zuid-Limburg.

Langs de kust in het westen en noorden domineren de jonge (minder dan 10.000 jaar oude) holocene zee-afzettingen, de duinzanden, de voor een groot deel afgegraven laagvenen, en de zee-klei. Met uitzondering van de smalle strook duinzanden langs de kust van de Noordzee, ligt een groot deel van deze sedimenten juist op de hoogte van of zelfs beneden het zee-niveau. Het is dan ook niet verwonderlijk, dat de zeeuwse, hollandse, friese en groningse polders met hun duizenden sloten en langgerekte weilanden het karakteristieke landschap vormen op deze holocene ondergrond (fig. 1). Uiteraard komen ook elders in Nederland holocene afzettingen voor, en wel als min of meer brede stroken langs de grote rivieren Maas, Waal, Rijn en IJssel. Vooral de rivierklei wordt op veel plaatsen benut voor o.a. de baksteen-industrie.

Minstens zo kenmerkend zijn meer landinwaarts de vlakke tot licht glooiende heidevel- den, loofbossen en dennen-aanplanten op de overwegend zandige sedimenten, die tijdens het Pleistoceen (10.000 - 2.500.000 jaar geleden) deels door de grote rivieren vanuit het zuiden en oosten en deels door het landijs vanuit het noorden werden aangevoerd (fig. 2). Deze pleistocene lagen bevatten vaak zwerfstenen, waarvan de ouderdom en het herkomstgebied nauwkeurig kunnen worden vastgesteld. De prehi- storische mens gebruikte sommige van de grote zwerfkeien in het noorden van het land om er hunebedden van te bouwen. Met name in het zuiden van het land worden grind en zand gewonnen voor o.a. de huizen- en wegenbouw. Op een aantal plaatsen in noordoostelijk Nederland en op de grens tussen Brabant en Limburg (de Peel) werden deze zand-gronden tijdens het Holoceen bedekt met het zogenoemde hoogveen, dat thans weer grotendeels verdwenen is ten gevolge van vervening.

Nog oudere sedimenten komen slechts zeer lokaal in Nederland aan de oppervlakte (dolomitische kalksteen van het Trias bij Winterswijk; zandsteen uit het Onder-Krijt bij Losser; tertiaire klei bij Winterswijk, Reuver, Enschede, Borne, Ootmarsum; tertiaire zanden in Zeeuws-Vlaanderen). Alleen in het uiterste zuidoosten van Neder- land, in Zuid-Limburg, komen dergelijke oude afzettingen van het Tertiair (2.5 - 67 miljoen jaar geleden), Mesozoïcum (67 - 240 miljoen jaar geleden) en zelfs Paleozoï- cum (240 - 570 miljoen jaar geleden) in een min of meer aaneengesloten gebied aan de oppervlakte.

In tegenstelling tot het westen van Nederland, waar de bodem sinds het Tertiair langzaam gedaald is, behoort het Zuid-Limburgse heuvellandschap tot de noordelijke uitlopers van het Eifel- en Ardennen-Plateau, dat sinds het Tertiair langzaam omhoog-

* Natuurhistorisch Museum Maastricht, Bosquetplein 6-7, 6211 KJ Maastricht.



Fig. 1: Verbreiding van holocene zee- en kustafzettingen in Nederland. Een van de karakteristieke landschappen op deze sedimenten wordt gevormd door de polders met hun weilanden en sloten.



Fig. 2: Verbreiding aan de oppervlakte van pleistocene rivier- en landschapafzettingen in Nederland. Een van de karakteristieke landschappen op deze sedimenten wordt gevormd door de heidevelden en bossen.



Fig. 3: Verbreiding van tertiaire, mesozoïsche en paleozoïsche sedimenten aan de oppervlakte in Nederland. Een zeer dunne bedekking door jongere afzettingen is daarbij buiten beschouwing gelaten. Een van de karakteristieke landschappen op deze sedimenten wordt gevormd door het golvende heuvel landschap van Zuid-Limburg met zijn holle wegen en kalksteenrotsen.

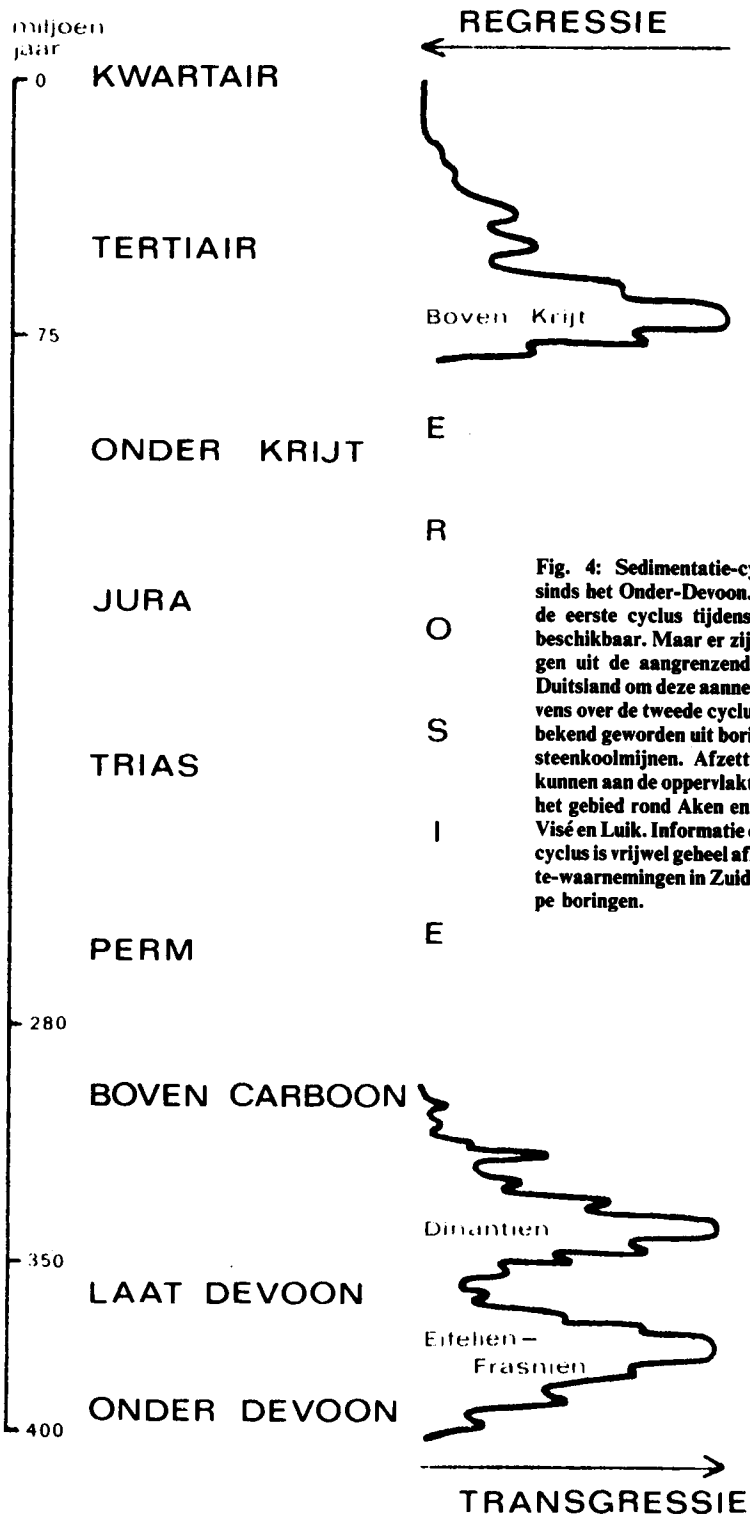


Fig. 4: Sedimentatie-cycli in Zuid-Limburg sinds het Onder-Devoon. Directe gegevens over de eerste cyclus tijdens het Devoon zijn niet beschikbaar. Maar er zijn voldoende aanwijzingen uit de aangrenzende delen van België en Duitsland om deze aannemelijk te maken. Gegevens over de tweede cyclus zijn in Zuid-Limburg bekend geworden uit boringen en uit de vroegere steenkoolmijnen. Afzettingen van deze cyclus kunnen aan de oppervlakte bestudeerd worden in het gebied rond Aken en in het Maasdal tussen Visé en Luik. Informatie over de derde en jongste cyclus is vrijwel geheel afkomstig van oppervlakte-waarnemingen in Zuid-Limburg en van ondiepe boringen.

gekomen is. Ook het Zuid-Limburgse heuvellandschap is in feite een plateau, dat door vele rivier- en beekdalen doorsneden wordt. Het zijn de kalksteen-partijen in de dalwanden en de vele holle wegen, die kenmerkend genoemd mogen worden voor Zuid-Limburg (fig. 3). Daarenboven worden met name de kalkrijke gronden begroeid door een geheel eigen vegetatie, waarin vooral de orchideeën tot veler verbeelding spreken.

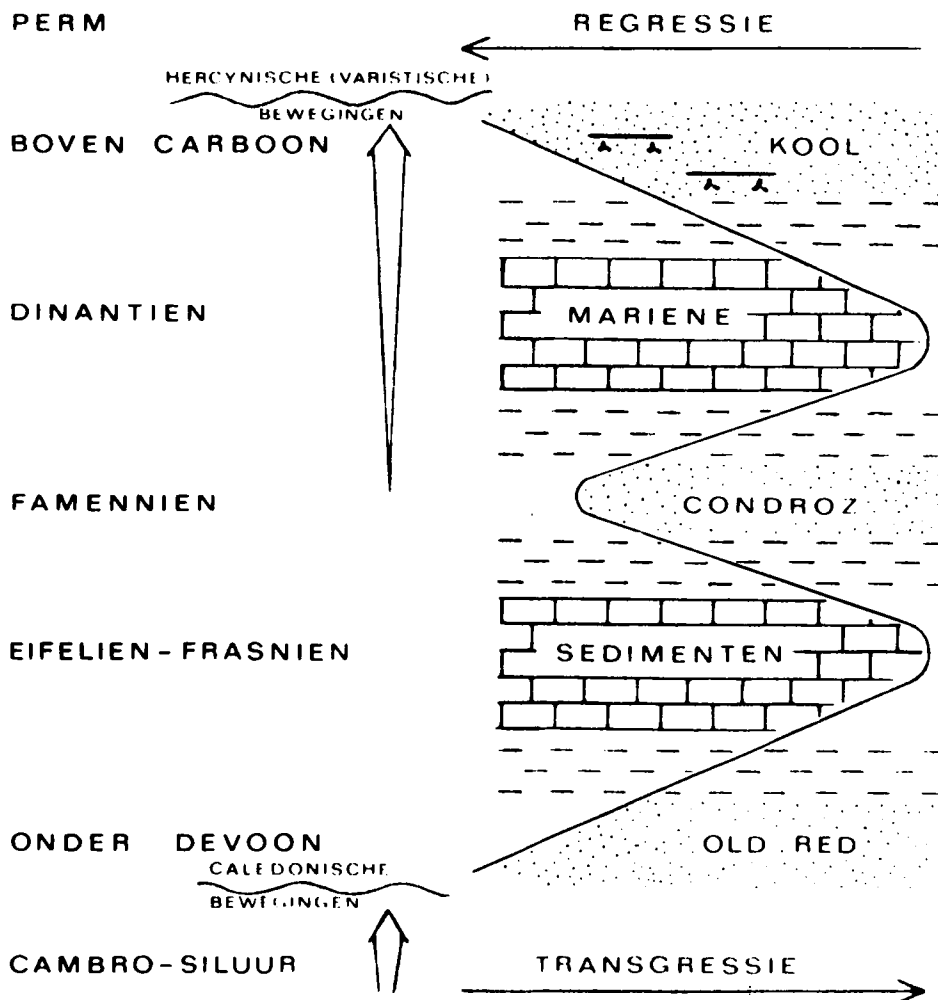


Fig. 5: Sterk vereenvoudigd beeld van de sedimentatie-cycli tijdens het Devoon en Carboon in België, Zuid-Limburg en het aangrenzende gebied van Duitsland. Tijdens het hoogtepunt van de mariene transgressies werden er hier in een relatief ondiepe zee kalkige sedimenten afgezet. Deze zijn opgebouwd uit de resten van miljarden kalkige skeletdelen van allerlei organismen, die in deze zeeën leefden. De overwegend zandige sedimenten, die hier tijdens het Onder-Devoon en Laat-Devoon (of Famennien) werden afgezet, zijn afkomstig uit de afbraakproducten van het Caledonisch gebergte, dat op het einde van het Siluur gevormd werd, en waarvan de resten in Europa te vinden in Noord-Ierland, Schotland en Noorwegen, en in Noord-Amerika in Zuidoost-Canada en Groenland. De overwegend zandige sedimenten, die hier tijdens het Boven-Carboon zijn afgezet, zijn grotendeels opgebouwd uit de afbraakproducten van het Varistisch gebergte dat sinds het Famennien in Midden-Europa tot ontwikkeling kwam.

ONDER DEVOON

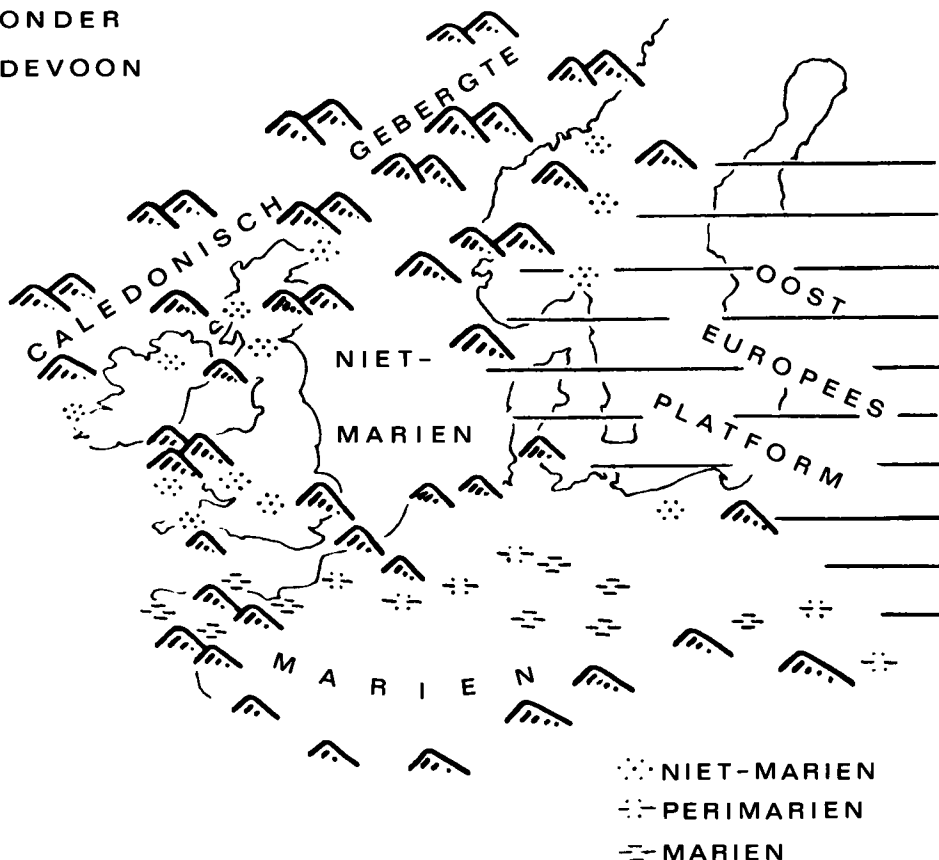


Fig. 6: Sterk vereenvoudigd beeld van de paleogeografie van NW-Europa tijdens het Onder-Devoon. Het grootste deel van de sedimenten, die veelal in kleine, sneldalende slenken en depressies werden afgezet, was afkomstig van de afbraakproducten van het Caledonisch gebergte dat op het einde van het Siluur omhooggekomen was. Vanwege de vaak rode kleur van de sedimenten spreekt men wel over het Old Red Continent (Oude Rode Continent), waarop deze zijn afgezet. Naar het zuiden toe werd dit Old Red Continent begrensd door een deels zeer ondiepe zee, die zich uitstrekte van Noord-Frankrijk en België tot in Polen en Rusland. Het oostelijk deel van dit Old Red Continent werd gevormd door het Oost-Europese Platform, een gebied met relatief weinig relief waar sedimentatie en erosie elkaar regelmatig opvolgden, en waar slechts lokaal overblijfselen van deze Old Red sedimenten te vinden zijn.

De grote variatie aan afzettingen van verschillende ouderdom in Zuid-Limburg komt uiteraard ook tot uiting in de grote verscheidenheid aan natuurlijke rijkdommen in dit gebied. In dit verband hoeven we maar te wijzen op de zandsteen (soms gebruikt voor huisenbouw) en vooral de steenkool (vroeger dagzomend in het Wormdal bij Kerkrade) uit het Carboon. De vuursteen (5000 jaar geleden ontgonnen door de neolithische mens bij Rijckholt-St. Geertruid) en kalksteen (voor bouwsteen, cement en landbouw) uit het Boven-Krijt. De bruinkool (negen groeves tussen Geleen en Kerkrade, die tussen 1917 en 1960 in bedrijf waren) en het zilverzand (groeves bij Heerlen en Kerkrade voor de glas-industrie) uit het Tertiair. Löss, klei, zand en grind uit het Kwartair (Pleistoceen en Holoceen).

SEDIMENTATIE-CYCLI

Deze grote verscheidenheid aan afzettingen uit verschillende geologische tijdperken

BOVEN CARBOON

(WESTPHALIEN C)

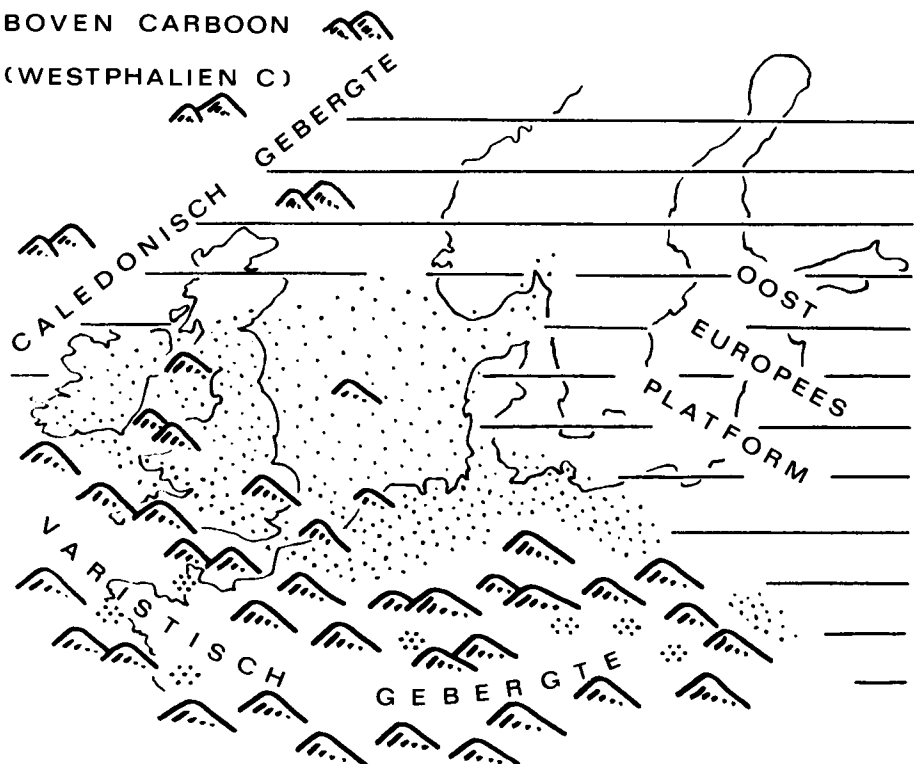


Fig. 7: Sterk vereenvoudigd beeld van de paleogeografie van NW-Europa tijdens het Westphalien C op het einde van het Boven-Carboon. Het grootste deel van de sedimenten was in deze periode afkomstig van het sinds het Laat-Devoon in het zuiden omhooggekomen Varistisch gebergte. Deze sedimenten vulden niet alleen lokale bekkens in de gebergte-gordel op, maar ook een groot gebied tussen Ierland en Polen. Daarbij zien we hoe de zee steeds zeldzamer in dit laatste gebied doordrong om er zich tenslotte definitief uit terug te trekken. We moeten aannemen dat het grotendeels afgesloten Caledonisch gebergte nog slechts van regionale betekenis was als leverancier van sedimenten. Net als tijdens het Onder-Devoon lag Zuid-Limburg toen langs de oostelijke tot noord-oostelijke uitlopers van een kleine gebergte-keten, het zogenaamde Wales-Londen-Brabant Massief, dat zich van zuidoostelijk Ierland tot in de omgeving van Maastricht uitstreckte.

welke in Zuid-Limburg aan of vlak onder de oppervlakte voorkomen is weliswaar groter dan elders in Nederland. Maar dat betekent niet dat hier meer sedimenten, of gedurende meer geologische perioden sedimenten werden afgezet dan in de rest van het land. Het tegendeel is vermoedelijk waar. Een vergelijking met bijvoorbeeld Midden-Limburg en Brabant leert ons al snel dat er in het grootste deel van Zuid-Limburg - in tegenstelling tot deze andere gebieden - geen afzettingen voorkomen uit het Perm, Trias, Jura of Onder-Krijt (fig. 4). Dat betekent, dat er hier sinds het begin van het Devoon (zo'n 400 miljoen jaar geleden) gedurende een aaneengesloten periode van ruim 200 miljoen jaar vrijwel geen sedimentatie, maar in hoofdzaak erosie plaatsvond.

Alle sedimenten in dit gebied werden hier met onderbrekingen afgezet gedurende het Devoon en Carboon, en gedurende de afgelopen 70-75 miljoen jaar sinds het Boven-Krijt. De geoloog onderscheidt daarbij drie grote sedimentatie-cycli. In iedere cyclus werd Zuid-Limburg steeds regelmatig overspoeld door de zee (de zgn. transgressies). Tijdens het hoogtepunt van dit zeer complexe proces van kleinere en grotere transgressies werd er hier kalk afgezet in een relatief ondiepe zee. Daarentegen werden het begin

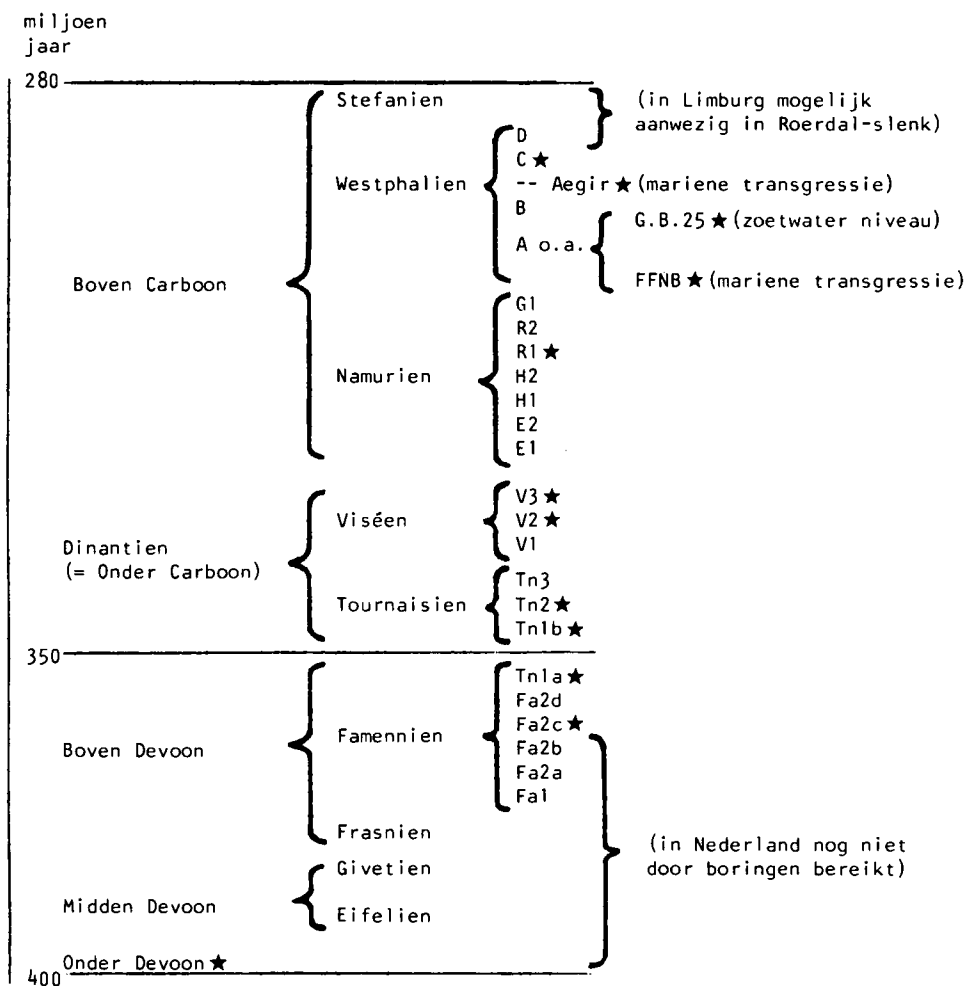


Fig. 8: Stratigrafische onderverdeling van het Devoon en Carboon om de relatieve ouderdom te illustreren van de geologische tijdperken, waarnaar in de figuren 6-7 en 10-19 verwezen wordt (hier aangeduid met een ster).

en het einde van iedere cyclus gekenmerkt door de afzetting van meer zandige en veelal niet-mariene sedimenten.

Voor de oudste cyclus, die zijn hoogtepunt bereikte tijdens het Eifelien-Frasnien (zo'n 375 miljoen jaar geleden), hebben we in dit gebied alleen maar aanwijzingen net over de grens in het Maasdal tussen Maastricht en Luik, waar kalkige sedimenten van die ouderdom zijn ontsloten in enkele groeves langs de oostelijke Maasoever bij Richelle. Maar we mogen gevoeglijk aannemen dat toekomstige boringen deze gesteenten ook in de ondergrond van Zuid-Limburg zullen aantonen.

We beschikken over veel meer gegevens voorzover het de cycli betreft, waarin mariene transgressies hun hoogtepunt bereikten tijdens het Dinantien of Onder-Carboon (zo'n 325 miljoen jaar geleden) en tijdens het Boven-Krijt (65-70 miljoen jaar geleden). Als we deze beide laatste cycli naast elkaar zetten (fig. 5 en 20), dan valt het op dat deze enorm op elkaar lijken. In beide gevallen kwam er in de regressieve fase een enorme vegetatie tot ontwikkeling, die achtereenvolgens aanleiding gaf tot de vorming van veen, bruinkool en steenkool. Ook tijdens de regressieve fase van de eerste cyclus

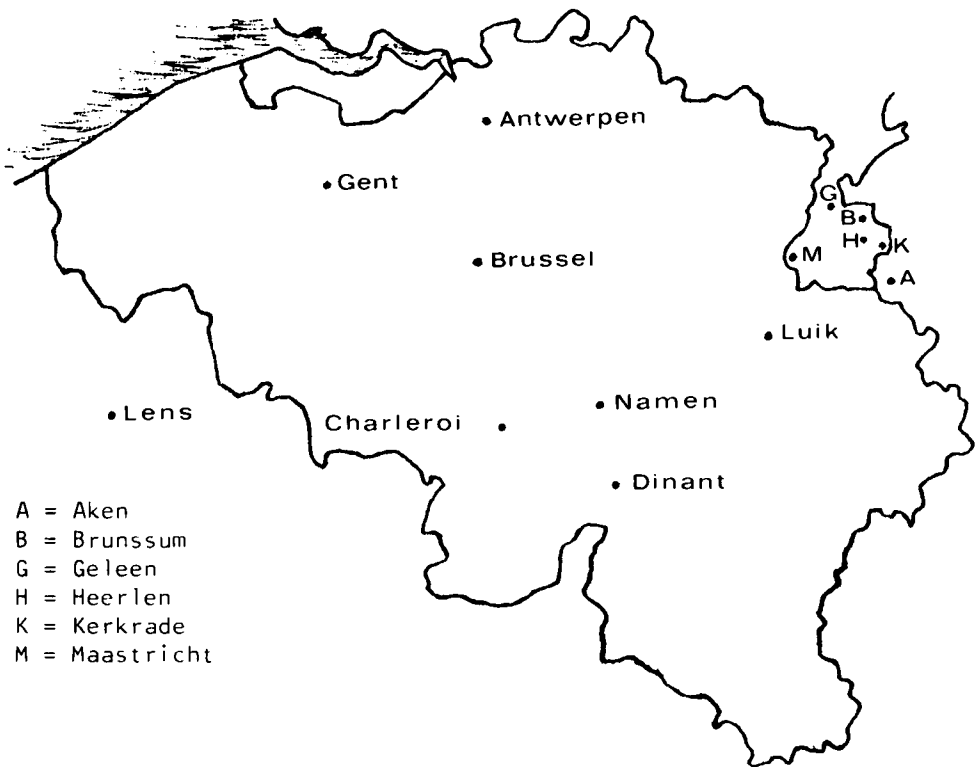


Fig. 9: Kaart van België en omgeving met aanduiding van plaatsen, die in de figuren 10-19 gebruikt zijn. De paleogeografische kaarten in deze figuren geven geen reëel beeld van de verbreiding van de verschillende sedimentatie-milieus omdat geen rekening is gehouden met allerlei complicaties als breuken, plooiingen en overschuivingen.

(tijdens het Laat-Devoon) ontwikkelde zich een bescheiden vegetatie. Maar deze regressie was minder volledig en korter van duur dan de beide anderen, waardoor het toen niet tot veenvorming kwam.

Hoewel er een bepaalde regelmaat in het patroon van transgressies en regressies en de daarbij behorende sedimentatie lijkt te zitten betekent dit nog niet dat het beeld van NW-Europa hetzelfde bleef. Dit veranderde namelijk zeer sterk, zoals uit de voorbeelden in figuur 6 en 7 is af te leiden. Tijdens de eerste cyclus vormde het Caledonisch gebergte het belangrijkste herkomstgebied van de zandige en kleiige sedimenten in NW-Europa. Maar tijdens de tweede cyclus nam de betekenis van het in Midden-Europa omhoogkomende Varistisch gebergte als leverancier van sedimenten steeds meer in betekenis toe. De hier beschreven sedimentatie-cycli zijn ook slechts van regionale betekenis en staan niet zonder meer model voor gebieden elders in Nederland.

OSTRACODEN ALS MILIEU-INDIKATOREN

Deze trans- en regressies kunnen we niet alleen afleiden uit de aard van de sedimenten, maar ook uit de fossielen die hierin zijn bewaard. Zowel bij de planten als de dieren vinden we vormen, die kenmerkend zijn voor afzettingen in een bepaald milieu (land, water, kust, open zee, etc.).

Een van de weinige diergroepen, die vrijwel vanaf het begin van het Paleozoicum tot heden voorkomt in een relatief grote verscheidenheid van afzettingen is die van de

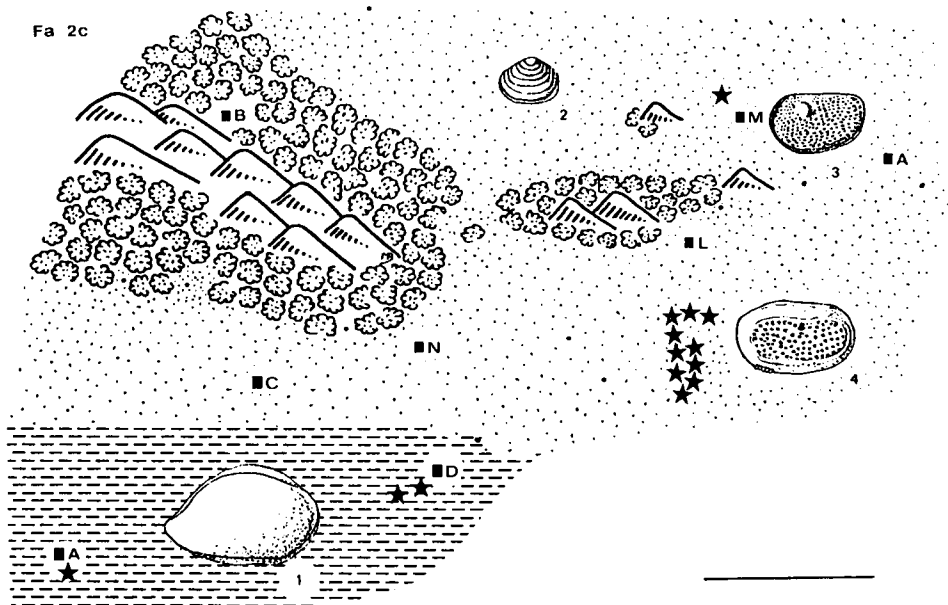


Fig. 10: Het oostelijk deel van het Brabant Massief tijdens het Famennien (Fa2c), aan het begin van de tweede sedimentatie-cyclus. Rond Brussel en in het gebied ten westen van de lijn Luik-Maastricht bevonden zich eilanden, die waarschijnlijk tot aan het einde van het Carboon, althans gedeeltelijk, bleven bestaan. Ook tussen Luik en Maastricht bevond zich in de omgeving van Visé een klein eiland, dat echter in de loop van het Dinantien langzaam onder de golven verdween. De ondiepe zee in de kust-nabije gebieden werd gekenmerkt door een afwisseling van zandige, kleiige (en kalkige) sedimenten (onregelmatig punt-raster). In de open zee in het zuiden werden voornamelijk kleiige en kalkige sedimenten afgezet (resp. raster van onderbroken lijnen en baksteen-motief). Typische vertegenwoordigers van de ostracoden-fauna in de zeer ondiepe zee waren *Cryptophyllus* (2, Kastanjelaan-Maastricht), *Knoxella* (3, Kastanjelaan-Maastricht) en *Beyrichopsis* (4, Chanxhe-Ourthe Dal), terwijl *Bairdia* (1, Hastière bij Dinant) een karakteristieke exponent van de ostracoden-fauna in de open zee was.

De sterren geven op de figuren 10-19 de plaatsen aan, vanwaar ostracoden uit het betreffende geologische tijdperk zijn bestudeerd. De horizontale streep is een maat voor de gebruikte vergroting van de afgebeelde ostracoden en stelt steeds een millimeter voor. De plaats, waar de afgebeelde ostracoden zijn gevonden, is steeds tussen haakjes aangegeven in het onderschrift van de figuur.

ostracoden of mosselkreeftjes. Dit zijn kleine kreeft-achtigen (grootte meestal 0.5-1.5 mm), die beschermd worden door een tweekleppige schaal of pantser (gr.: 'ostrakon'). Deze schaaltes kunnen gemakkelijk fossiliseren. Deze worden bestudeerd met behulp van een eenvoudige binoculair (vergroting 25 tot 50 x).

Ostracoden leven in het water, waar ze zich zwemmend, kruipend of gravend voortbewegen. Ze komen in de meest uiteenlopende milieus voor. Er zijn allerlei soorten bekend, die karakteristiek zijn voor zoet, brak of zout, stilstaand of stromend, diep of ondiep water. We vinden ostracoden-schalen in kalkige, kleiige en zelfs zandige sedimenten. Met behulp van ostracoden zijn we in staat om de grote lijnen van de trans- en regressies tijdens een sedimentatie-cyclus beter te illustreren. Dit blijkt uit het voorbeeld van de tweede cyclus (Famennien tot Boven-Carboon) in de figuren 10-19 (zie fig. 9 voor sleutelkaart). Deze figuren laten zien, dat Zuid-Limburg zich in die periode langs de noordoostelijke uitlopers van een eilanden-keten bevond, die we het Brabant Massief noemen. De resten van deze uitlopers vinden we terug in het Maasdal tussen Luik en Maastricht.

De steeds verder opdringende transgressie van de zee langs de flanken van dit Brabant Massief kan niet alleen worden afgeleid uit een geleidelijke verandering van de

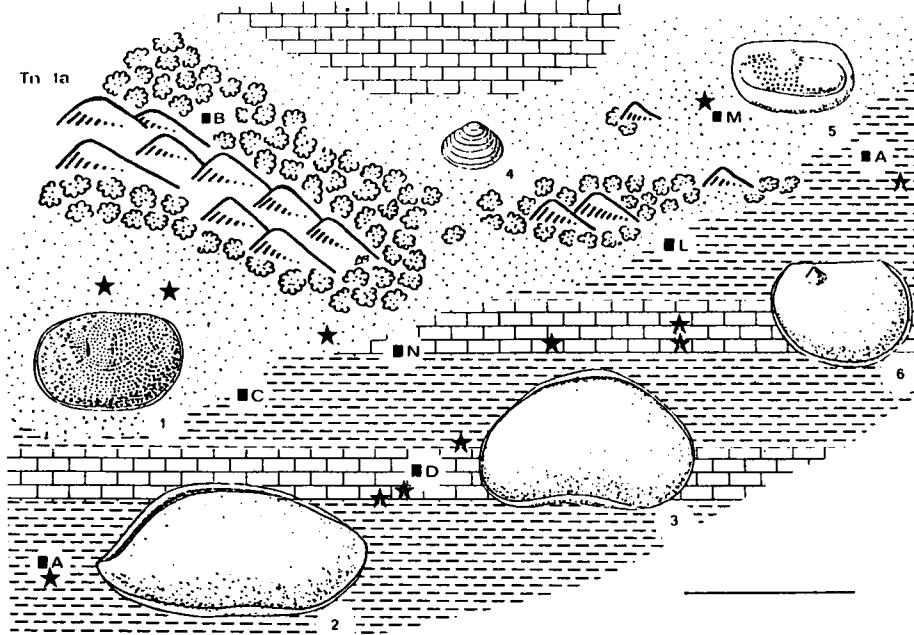
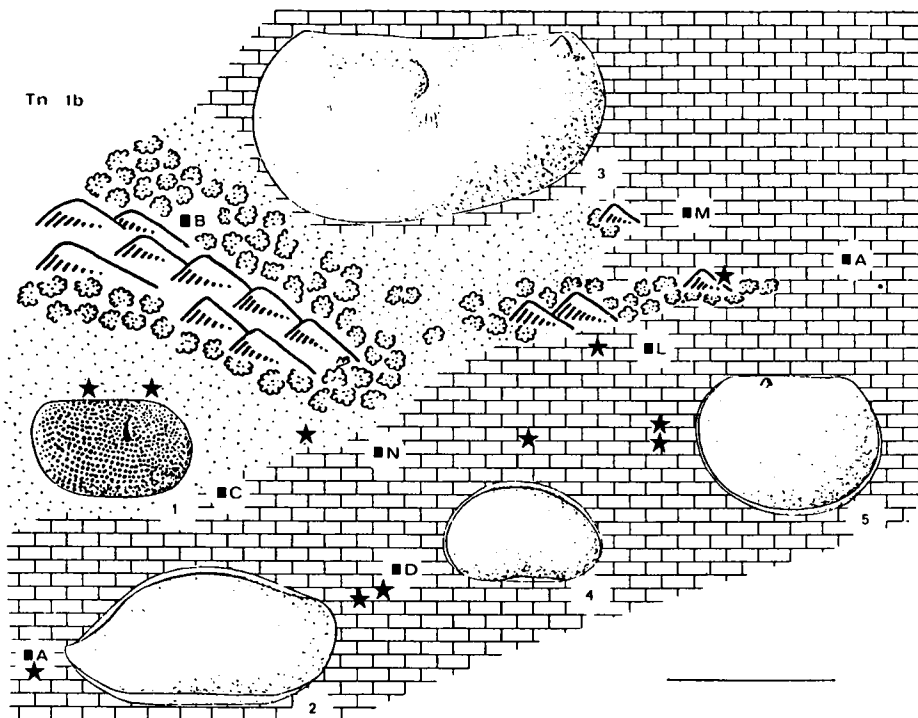


Fig. 11: Het oostelijk deel van het Brabant Massief op het einde van het Devoon (Tn1a). De transgressie van de zeer ondiepe zee over de eilanden, en het opdringen van de open zee zijn al duidelijk zichtbaar. Vertegenwoordigers van de ostracoden-fauna in de zeer ondiepe zee waren *Knoxiella* (1, Feluy), *Cryptophyllus* (4, Kastanjelaan-Maastricht) en *Beyrichiopsis* (5, Kastanjelaan-Maastricht), terwijl *Bairdia* (2, Spontin-Bocq Dal), *Bairdiocypris* (3, Spontin-Bocq Dal) en *Shishaella* (6, Rivage-Ourthe Dal) de open zee karakteriseerden.

Fig. 12: Het oostelijk deel van het Brabant Massief tijdens het begin van het Dinantien (Tn1b). Kalkige afzettingen karakteriseerden de open zee, waarin een typische ostracoden-fauna voorkwam met o.a. *Bairdia* (2, Kastanjelaan-Maastricht), *Pseudoleperditia* 3, Kastanjelaan-Maastricht) *Bairdiocypris* (4, Kastanjelaan-Maastricht) en *Shishaella* (5, Kastanjelaan-Maastricht). De ostracoden-fauna, die de zeer ondiepe zee kenmerkte was toen alleen nog te vinden in de streek ten zuiden van Brussel, waarbij o.a. het geslacht *Knoxiella* (1, Soignies) opviel.



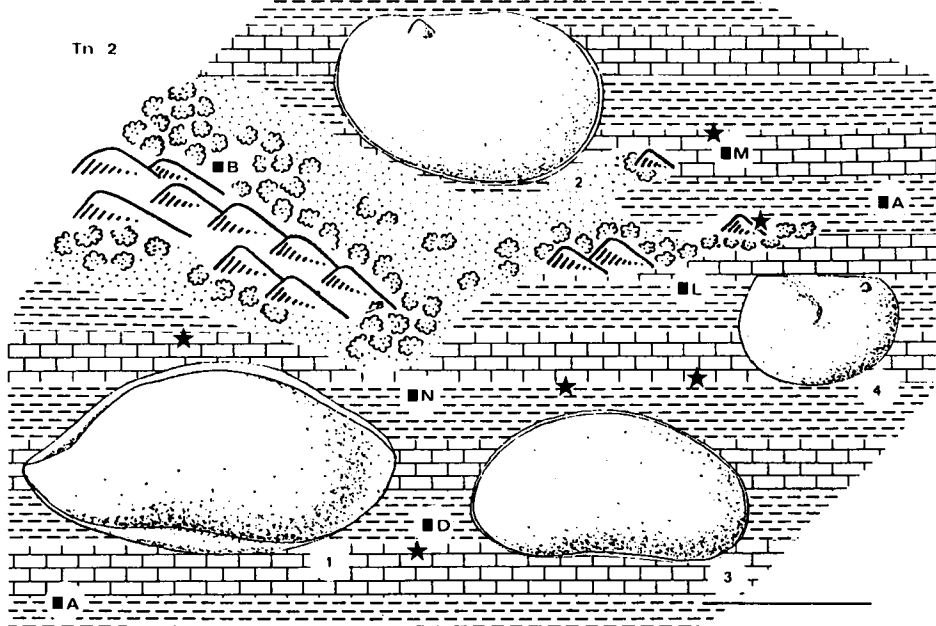
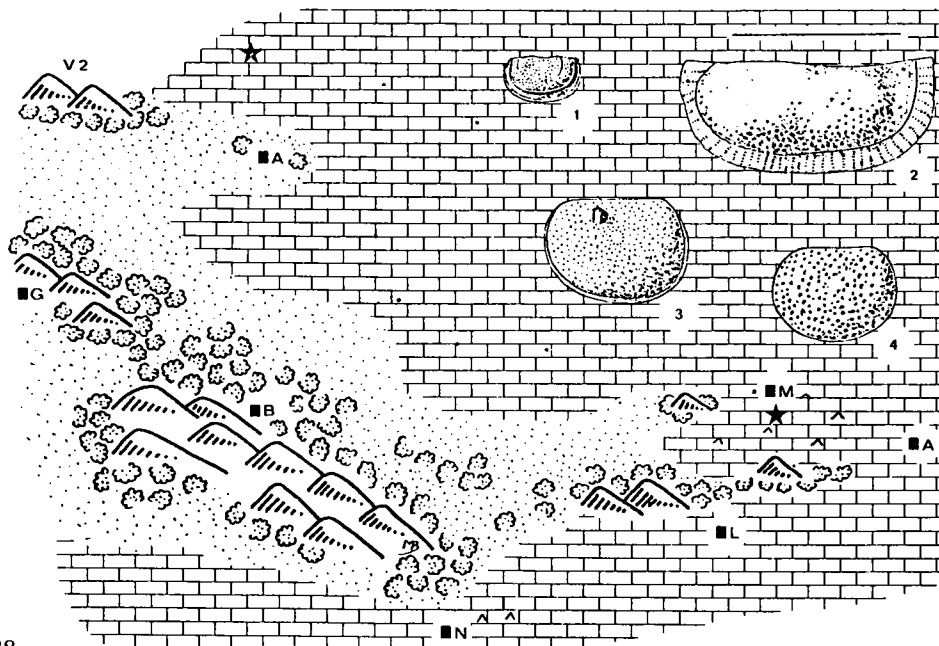


Fig. 13: Het oostelijk deel van het Brabant Massief tijdens het Midden-Tournaisien (Tn2). Vooral het begin van deze periode werd gekenmerkt door de afzetting van kleifige sedimenten. Later in dezelfde periode werden er opnieuw in hoofdzaak kalken afgezet. De rijke mariene fauna in de kleifige afzettingen wijst erop dat het open zee-milieu steeds gehandhaafd bleef. Dat blijkt ook uit de samenstelling van de ostracoden-fauna met o.a. *Bairdia* (1, Feluy), *Shishaella* (2, Rivage-Ourthe Dal), *Bairdiocypris* (3, Rivage-Ourthe Dal) en *Pseudoleperditia* (4, Kastanjelaan-Maastricht).

Fig. 14: Het oostelijk deel van het Brabant Massief tijdens het Midden-Viséen (V2). Hoewel kalkige sedimenten domineerden tijdens deze periode, wijst de afwijkende ostracoden-fauna op een bijzondere facies in bepaalde delen van de zee. Opvallend is het voorkomen van ostracoden met een licht versierde schaal, hetgeen vergelijkbaar is met de fauna's in de kust-nabije, zeer ondiepe zeeën uit het Fa2c, Tn1a en Tn1b. Het lokaal voorkomen van evaporieten of indampingsgesteenten (anhydriet in Heugem-Maastricht) suggereert dat bepaalde delen van de zee tijdelijk min of meer waren afgesloten. De afgebeelde vormen zijn alle van de boring Heugem-Maastricht, maar ook in de boring Woensdrecht zijn soortgelijke exemplaren gevonden. Afgebeeld zijn *Amphissites* (1), *Kummerowia* (2), *Shivaella heugemensis* (3) en *Libumella* (4).



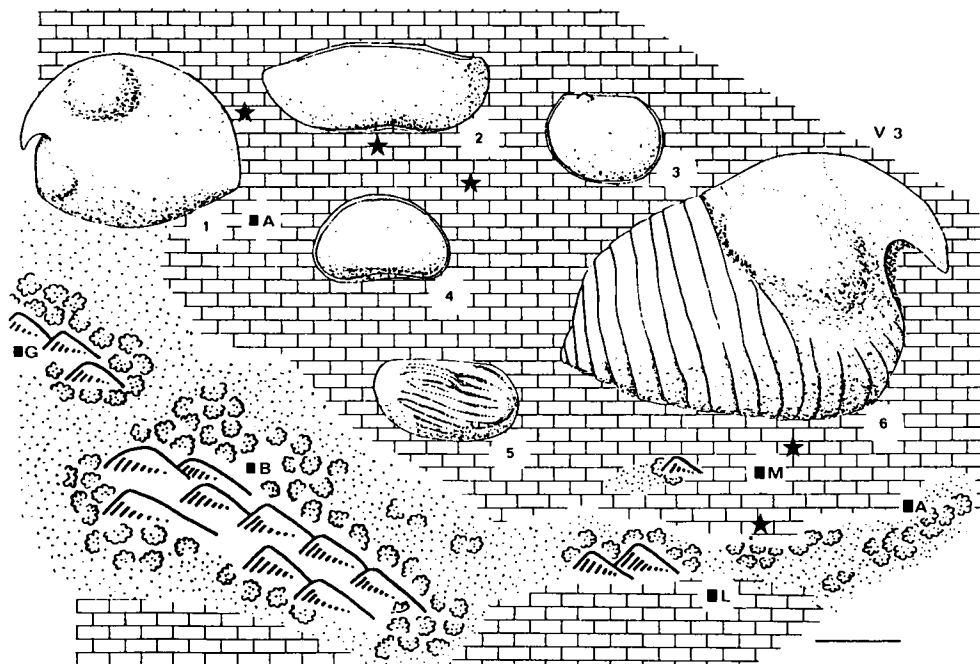


Fig. 15: Het oostelijk deel van het Brabant Massief aan het einde van het Dinantien (V3). In de ondiepe zee met open verbindingen naar het westen (Groot-Brittannië) en oosten (USSR) werden voornamelijk kalken afgezet. Het milieu was optimaal voor een zeer gevarieerde ostracoden-fauna. Naast de karakteristieke geslachten *Bairdia* (2, Heibaart), *Bairdiocypris* (4, Heibaart) en *Shishaella* (3, Heibaart) voor de open zee, vinden we ook rijk versierde en deels zeer grote vormen, waaronder cf. *Cypridella* (1, Houthem), *Glyptopleura* (5, Houthem) en *Cyprella* (6, Houthem).

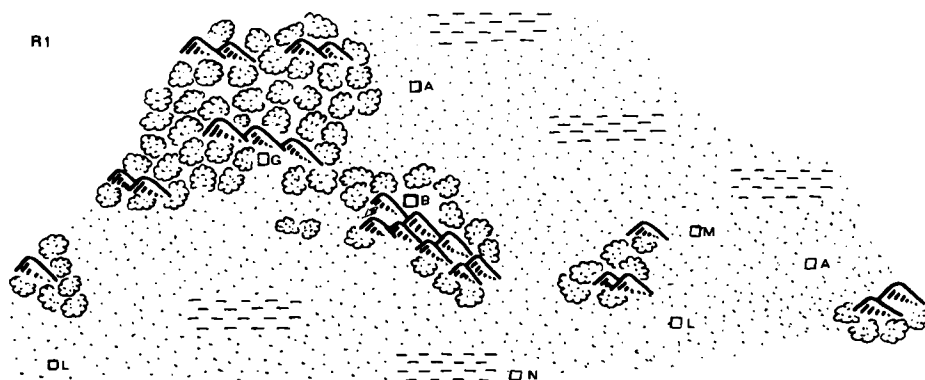


Fig. 16: Het oostelijk deel van het Brabant Massief tijdens het Namurien (R1). In deze periode overheersten regressieve milieus. Kalkige afzettingen kwamen vrijwel niet meer voor. Kleiige en zandige sedimenten met lokaal een opeenhoping van plantaardig materiaal wijzen op een geleidelijk verminderen van de mariene invloed. Hoewel er van sommige plaatsen wel ostracoden in de literatuur vermeld zijn, zijn deze tot op heden niet verder bestudeerd.

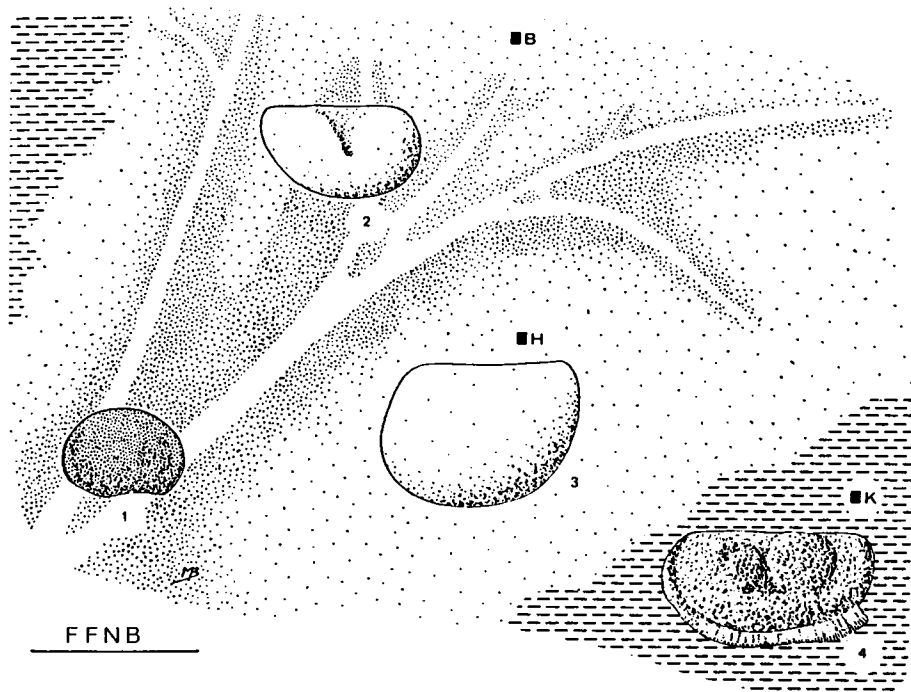


Fig. 17: Een van de best bestudeerde kortstondige mariene transgressies aan het begin van het Westfalien is die van de Finefrau-Nebenbank (FFNB) zee in het vroegere mijngebied van Zuid-Limburg. De snelle facieswisselingen in dit gebied worden gekarakteriseerd door zeer uiteenlopende ostracoden. Zo was *Carbonita* (1) een niet-mariene soort, domineerde *Geisina* (2) in brak water, *Paraparchites* (3) in een zeer ondiepe, kust-nabije zee en *Hollinella* (4) in een iets diepere zee met kleilijge sedimenten, die echter geen echte open verbindingen kende naar gebieden met een rijkere fauna.

sedimenten (van overwegend zandig-kleilig in het Famennien naar overwegend kalkig in het Dinantien), maar ook uit een verandering in de ostracoden-fauna. Daarbij blijken relatief kleine ostracoden met een ietwat versierde schaal vooral in de zeer ondiepe, kust-nabije mariene afzettingen gevonden te worden, terwijl relatief grotere, gladschalige vormen het open zee-milieu kenmerken. Opvallend is dat dit soort grote, gladschalige ostracoden vrijwel niet gevonden is in de sedimenten, die tijdens de kortstondige mariene transgressies van de regressieve fase van de sedimentatie-cyclus voorkwamen (vgl. fig. 17 en 19).

Tijdens de laatste sedimentatie-cyclus (Boven-Krijt tot Recent) was het paleogeografisch beeld van NW-Europa volledig veranderd. Op de plaats van de vroegere uitlopers van het Brabant Massief bereikte de Krijt-zee haar grootste diepte (fig. 21). Maar het is opvallend dat het ostracoden-geslacht *Bairdia*, dat tijdens de tweede cyclus kenmerkend was voor een open zee, ook hier onder vergelijkbare omstandigheden voorkwam. En tenslotte is het opmerkelijk, dat de meestal boonvormige schalen van de niet-mariene ostracoden uit het Boven-Carboon een grote gelijkenis tonen met die van de recente zoetwater-ostracoden in onze huidige plaatsen en drinkwaterbakken (fig. 22). Daaruit blijkt eens te meer hoeveel deze grote sedimentatie-cycli in Zuid-Limburg met elkaar gemeen hebben.

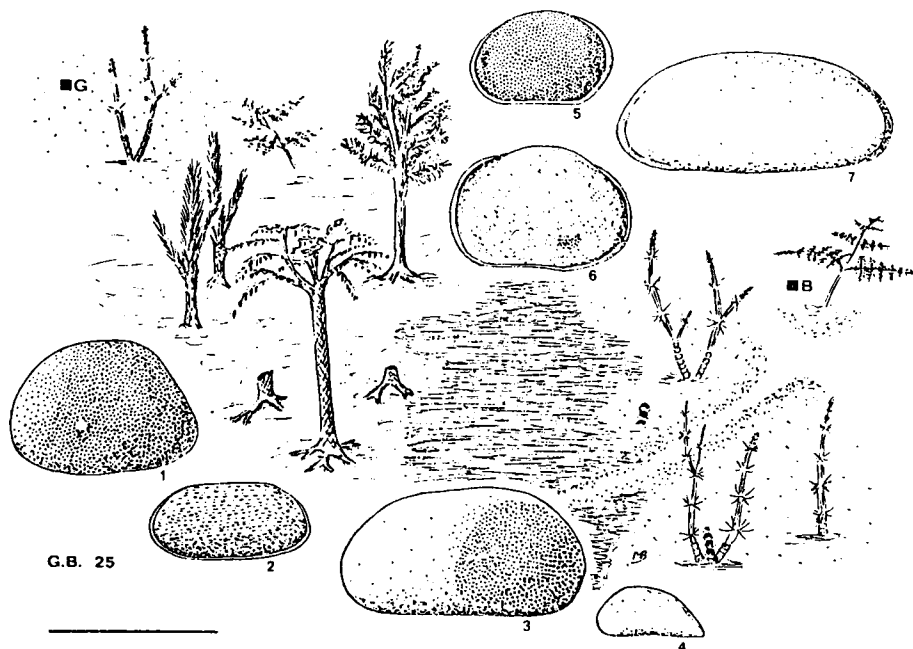


Fig. 18: De regressieve fase tijdens het Boven-Carboon wordt geïllustreerd door het steeds veelvuldiger optreden van rijke vegetaties, die aanleiding gaven tot veenvorming. Het voorbeeld uit deze afbeelding geeft een momentopname weer tijdens het Westfalien A (G.B.25), toen er zich tussen Geleen en Brunssum een afwisselend landschap vormde van moerassen met reuzepaardestaarten, bossen met schubvarens en zegelbomen, plassen en beekjes met stilstaand en stromend water. Niet-marine ostracoden van het geslacht *Carbonita* komen op veel plaatsen voor. In de vroegere steenkoolmijn Emma werden soorten gevonden, die voornamelijk in siltige sedimenten voorkomen: *C. sp.* (1), *C. evelinae* (2), *C. aff. salteriana* (3) en *C. secans* (4). Andere soorten schijnen kleine afzettingen te prefereren *C. humilis* (5), *C. sp.* (6) en *C. cf. scalpellus* (7).

ENGLISH TEXT

In this article the depositional cycles and the ostracode assemblages around the Brabant Massif are discussed with respect to the geology of Zuid-Limburg, the Netherlands.

Two major depositional cycles can be distinguished in the Devonian and Carboniferous sediments of Belgium and surrounding areas. Each of these shows a succession of strata which range from predominantly non-marine to marine near-shore clastics, through full marine carbonates into essentially non-marine to marine near-shore clastics. Both cycles are subdivided in a lower transgressive phase (the resultant of numerous more or less important transgressions which reached their acme during, respectively, the Eifelian-Frasnian and Dinantian), and an upper regressive phase (also composed of several major and minor regressions reaching their acme during, respectively, the late Famennian and Silesian).

These transgressions and regressions are recognized not only in the nature of the sediments, but also in the fossil contents of the same. Also ostracodes have proved to provide a valuable means in these investigations. This may be deduced from the example of the late Devonian and Carboniferous ostracode populations in the area around the Brabant Massif.

The Brabant Massif is a - roughly East-West directed - complex tectonic unit of Cambro-Silurian rocks, extending from Southeastern England through Brussels into the area between Maastricht and Liège. It has acted as a positive horst area since the end of the Caledonian movements.

At least important parts of the Brabant Massif must have been gradually overwhelmed by transgressing shelf seas during the acme of the Eifelian-Frasnian and Dinantian transgressions. During the Lower Devonian, late Famennian and Silesian, the Brabant Massif may have been - at least at intervals - a subordinate source area for the sediments deposited in the basins to the North (Campine-Brabant) and to the South (Dinant-Namur).

continued on p. 92

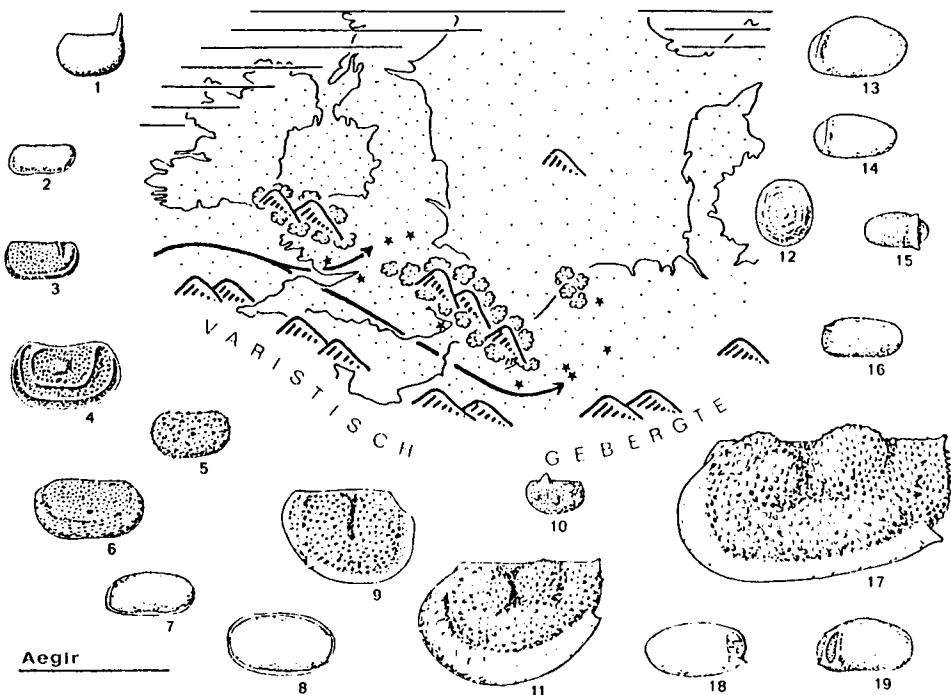


Fig. 19: De laatste grote mariene transgressie tijdens het Boven-Carboon in NW-Europa was die van de Aegir zee aan het begin van het Westfalien C. Waarschijnlijk drong de zee vanuit het westen het gebied binnen. Daarop duidt de aanwezigheid van veel soorten organismen, die we ook uit Spanje en Noord-Amerika kennen. De rijkste faunas zijn gevonden in de strook ten zuiden van het Wales-Londen-Brabant Massief. Toch waren de omstandigheden hier niet optimaal, hetgeen afgeleid kan worden uit de afwezigheid van een groot aantal soorten. In de ostracoden-faunas ontbreken de karakteristieke vertegenwoordigers van het open zee milieu (bv. *Bairdia*) vrijwel geheel. De hier afgebeelde ostracoden zijn allemaal afkomstig van de boring Stoke Gifford bij Bristol, maar vrijwel alle vormen zijn ook beschreven uit Zuid-Limburg. Afgebeeld zijn: *Pseudoparaparchites* (1), *Moorites* (2), *Kirkbya* (3), *Amphissites* (4), *Roundyella* (5), *Croftsindella* (6), *Pseudobythocypris* (7), *Cavellina* (8), *Jordanites* (9), *Cornigella* (10), *Hollinella* (11, 17), *Asturiella* (18, 19), *Discoidella* (12), *Healdia* (13-16).

English text, continued

OSTRACODES OF THE TRANSGRESSIVE PHASE (STRUNIAN-DINANTIAN). - The gradual transgression of the sea over the flanks of the Brabant Massif during the late Famennian and early Dinantian (Fa2c-Tn2) can be recognized a.o. in the region south of Brussels (Feluy, Ecaussines, Onoz). In this area, the late Famennian sediments are either absent or very condensed and incomplete. The Strunian (Tn1a) and basal Dinantian (Tn1b) sediments have been deposited under marine near-shore conditions as has been deduced a.o. from the ostracode assemblages characterized by the presence of knoxiellids (and *Cryptophyllus* in the Strunian), and by the absence of bairdiaceans. The transgression has been completed only in the Middle Tournaisian (Tn2), when a marine shallow off-shore environment (with a more diverse fauna) became installed in this region. This is reflected in the ostracode population by the appearance of bairdiaceans.

In the Maastricht area, marine near-shore facies persisted only during the late Famennian and Strunian. Here, bairdiaceans and spinous paraparchitaceans appear in the basal Dinantian (Tn1b). Elsewhere (Aachen area, Ourthe Valley, Hoyoux Valley, Bocq Valley), marine shallow off-shore conditions are found already in Strunian times. Only in the southwestern part of the Dinant Synclinorium (Avesnois, Dinant region), the bairdiacean ostracodes, characterizing marine shallow off-shore facies, occur throughout the Famennian and Dinantian.

continued on p. 93

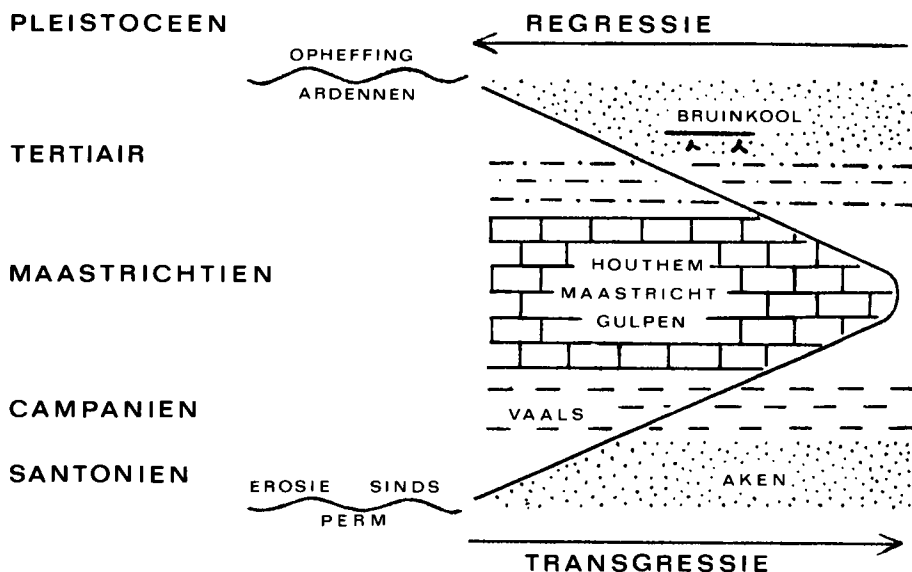


Fig. 20: Sterk vereenvoudigd beeld van de sedimentatie-cyclus tijdens het Boven-Krijt, Tertiair en Kwartair in Zuid-Limburg. Tijdens het hoogtepunt van de mariene transgressie werden er hier in een relatief ondiepe zee kalkige sedimenten afgezet. De zandige sedimenten, die hier tijdens het Boven-Krijt en later tijdens het Tertiair en Kwartair zijn afgezet bestaan grotendeels uit de afbraakprodukten van gebieden in het zuiden (Eifel, Ardennen, Noord-Frankrijk). Een klein deel wordt gevormd door de erosie van lokale afzettingen.

English text, continued

Evaporites (anhydrite, pallasite calcite), collapse breccias and some condensed sequences within the Dinantian carbonates indicate the existence of transitory restricted marine environments in the ostracode assemblages, these restricted facies are reflected by the temporary disappearance of bairdiaceans and the predominance of parapachitaceans and slightly ornamented ostracodes. However, in contrast to typical marine near-shore assemblages, knoxiellids are practically absent, whereas spinous parapachitaceans persist in these populations.

The richest and most diverse ostracode assemblages have been recognized in the carbonates of the marine shallow off-shore realm in association with a prolific benthonic fauna (corals, brachiopods, bryozoans) and flora (algae). These assemblages not only consist of bairdiaceans and spinous parapachitaceans, but also of (sometimes ornamented) myodocopids, some kirkbyaceans and certain species of the costate genus *Glyptopleura*.

OSTRACODES OF THE REGRESSIVE PHASE (SILESIAN). - The study of Silesian ostracodes around the Brabant Massif is far from being completed. No data exist for the Namurian. One may expect that bairdiaceans and spinous parapachitaceans will be found in some Lower Namurian shallow off-shore deposits. In the younger Namurian strata, the ostracode assemblages are possibly dominated by either non-marine (*Carbonita*, *Geisina*, *Sansabella*), or marine near-shore forms of littoral type (spineless parapachitaceans, hollinellids, *Beyrichiopsis*). More diverse ostracode populations, indicative of a marine near-shore environment *sensu lato*, will be restricted to a few marine bands, representing the most important (short-lived) transgressions. The same is known for the Westphalian, where ostracodes of the marine near-shore environment are restricted to some widespread marine horizons such as Finefrau Nebenbank and Aegir.

In the area discussed here, typical paralic conditions in Lower Westphalian times are indicated by the frequent occurrence of brackish-water representatives of the genus *Geisina* whereas the almost exclusively fresh-water deposits of the Upper Westphalian have yielded only species of the genus *Carbonita*. It should be noticed that paralic facies persisted into the early Upper Westphalian of Great Britain, where brackish-water ostracodes of the genus *Geisina* have been reported from

continued on p. 94

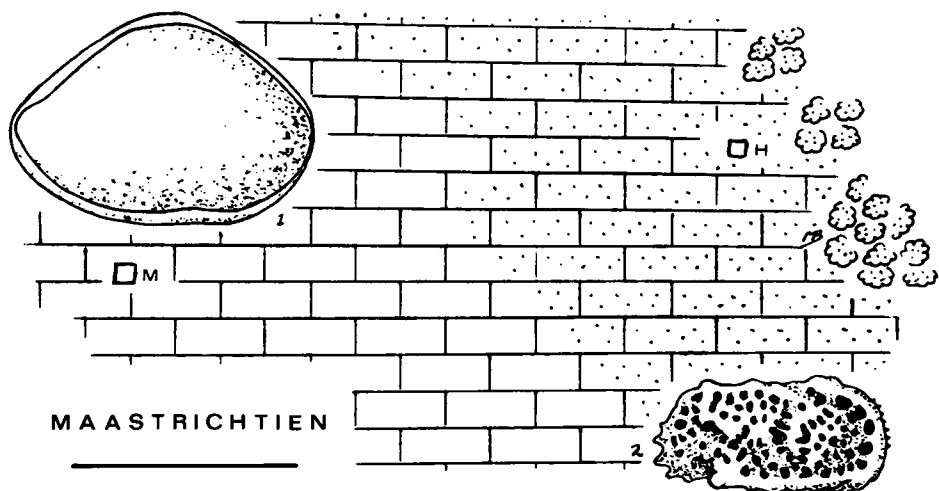


Fig. 21: Zuid-Limburg tijdens het Boven-Krijt (Maastrichtien). In de omgeving van Heerlen lag een eiland, dat naar het zuidwesten begrensd werd door een zeer ondiepe zee. Hierin hoopten zich niet alleen kalkige sedimenten op, maar er werden ook afbraak-producten van het veel oudere Carboon-gesteente in de vorm van steenkool-rolstenen in afgezet. Nog verder naar het westen bij Maastricht werden meer fijnkorrelige kalken in een ietwat diepere zee gesedimenteerd. De ostracoden-fauna was enerzijds gekarakteriseerd door relatief kleine ostracoden met een versierde schaal, waaronder *Limburgina* (2, Kunrade). Aan de andere kant vinden we o.a. de gladde vormen van het geslacht *Bairdia* (1, Enci-Maastricht), die al tijdens het Devoon en Carboon een open zee typeerden.

English text, continued

several horizons in the Upper Westphalian B and Lower Westphalian C. This matches the observation that the fossil assemblage of the Westphalian marine bands are more diverse in Great Britain than in northern France, Belgium, the Netherlands and northern Germany, thus suggesting that the Westphalian marine transgressions overwhelmed the Northwestern European coal basin somewhere from the West. This believe is supported also by the presence of several ostracode species in a.o. the Aegir Marine Band, which had been described previously from Spain and North America.

CENOZOIC OSTRACODES. - A third sedimentary cycle is distinguished in the late Cretaceous to recent sediments of South Limburg. Also this cycle shows a succession of strata ranging from marine near-shore clastics (Aken Formation) through full marine carbonates (Gulpen, Maastricht and Houthem Formations) into marine near-shore clastics (some clays and sands of the Tertiary) and eventually into present-day non-marine deposits.

Remarkable is that smooth-shelled ostracodes (a.o. of *Bairdia* type) predominat in the shallow marine off-shore carbonates of the late Cretaceous, whereas the presumably marine near-shore carbonates of the same age yield large amounts or ornamented ostracode species (a.o. *Limburgina* type). Finally, recent non-marine ostracodes in pools with stagnant water show a carapace morphology which strongly resembles that of the nonmarine Carboniferous ostracodes.

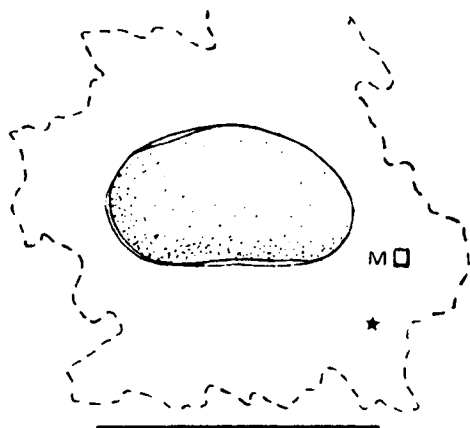


Fig. 22: Het hedendaagse landschap in Zuid-Limburg wordt gekenmerkt door het bestaan van allerlei door de mens aangelegde drinkwaterplaatsen voor het vee. Oorspronkelijk werden deze in de bodem uitgegraven. Later werden overal betonnen drinkwaterbakken aangelegd. Veel van deze drinkwaterplaatsen bevatten allerlei micro-organismen, waaronder ostracoden. Het is opmerkelijk dat deze ostracoden schalen bezitten die qua vorm sterk lijken op die van de niet-mariene vormen uit het Boven-Carboon. Toch behoren ze tot geheel andere geslachten.