

Op zoek langs de kust van Picardië (Noordwest-Frankrijk)

door Dr. J. van Diggelen

Tussen twee geliefde geologische excursiegebieden in ligt een vaak vergeten, maar toch buitengewoon interessante streek, het land van Picardië. Weliswaar kunnen de gierende westerstormen en een woelige zee een verblijf hier soms wat onaangenaam maken, maar speciaal aan de kust van dit gebied is een bezoek de moeite waard. Ten zuiden van de monding en het estuarium van de Somme liggen de krijtkusten van een deel van Picardië dat "le Vimeu" wordt genoemd en plaatsen als Ault, Bois-de-Cise, Mers-les-Bains en le Tréport zijn hier uitgangspunten voor excursies langs fossielrijke ontsluitingen. Zie voor de ligging afb. 1.

De kuststreek van Picardië

De kuststreek van Picardië is een vlak, soms licht golvend boerenland met grote korenvelden, die de horizon begrenzen. De bodem van dit achterland is opgebouwd uit lagen uit het Boven-Krijt. Deze lagen liggen bijna horizontaal. Hun dikte varieert van 100 tot 150 m. Het bovenste deel behoort tot het Coniacien en daaronder liggen lagen uit het Turoon. Het Coniacien bestaat voornamelijk uit zuiver homogeen wit krijt. Het Turoon bestaat uit harde kalken, maar

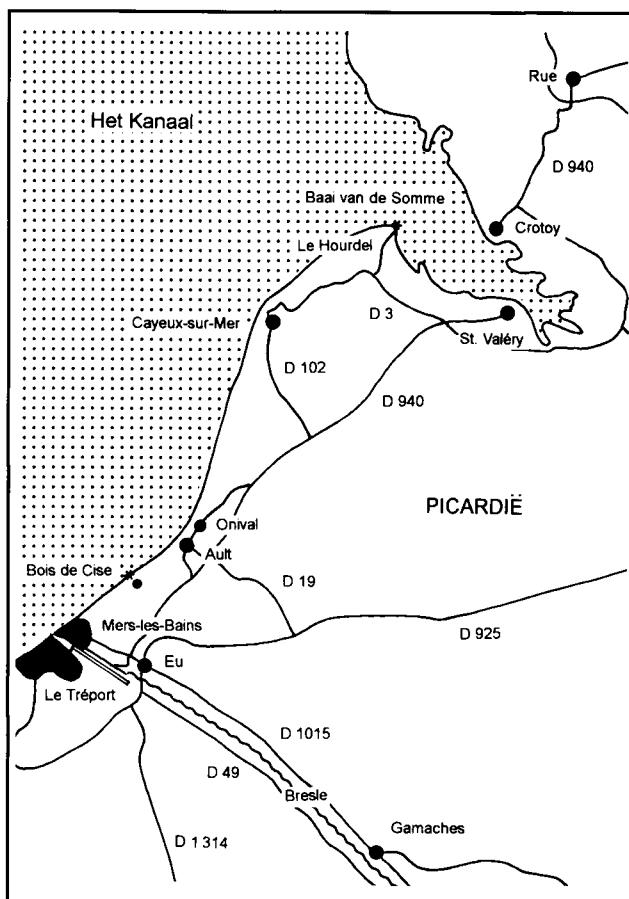
soms ook uit mergelige krijtkalk. De naam Turoon komt van "la Touraine", waar we ook zulke lagen vinden. In de krijtlagen zitten zeer opvallende vuursteenbanken, die zich aan de kust als horizontale lijnen aftekenen. De hoeveelheid vuursteen neemt van noord naar zuid geleidelijk toe. Deze lagen bevatten veel fossiele zee-eegels. Op enkele plaatsen ligt op de krijtlagen veel jonger Tertiair, dat bestaat uit zand en klei. Men denkt dat het Tertiair vroeger het hele gebied bedekte, maar dat het op veel plaatsen is verdwenen. Het krijtplateau wordt aan de zee kant afgesneden door een zeer steile falaisekust. Afb. 2. Deze zuidzuidwest - noordnoordoost lopende steilkust wordt aan de noordkant begrensd door de baai van de Somme en bij Mers-les-Bains afgesneden door de monding van de Bresle. Van Mers tot Ault is deze falaise 77 m hoog, maar in noordnoordoostelijke richting naar Onival toe wordt hij plotseling veel lager.

Als we door dit landbouwgebied rijden is het moeilijk om je voor te stellen dat de weg soms zeer plotseling eindigt bij de zee. Kleine hoog gelegen dalen markeren de toegangen tot de zee en zijn kenmerkend voor deze kust. Ze lopen in het algemeen niet door tot op zeeniveau. Dat was lang geleden wel het geval toen de zee veel verder weg lag, maar het uitwijken van de kust door de erosie gaat sneller dan het uitslijpen van zo'n dal. Vooral bij Bois-de-Cise is dat zeer fraai te zien. Afb. 3.

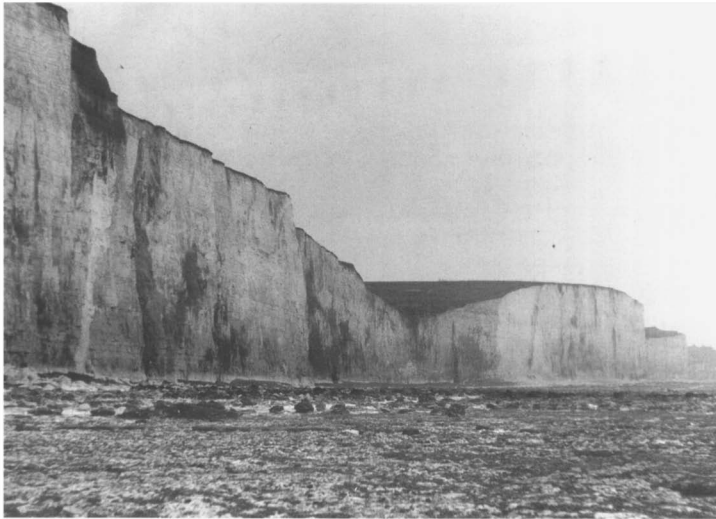
Door de erosie wijkt de steilkust inderdaad snel terug. In Picardië gaat dat zeer snel, hier en daar ongeveer 50 m sinds het begin van de twintigste eeuw. De talrijke instortingen en de vele neergestorte rotsblokken van de wand langs de falaise maken het tot een zeer gevaarlijke zone, waar voorzichtigheid geboden is. In 1750 is in Ault een deel van het stadje naar beneden gestort. Aan deze kusten veroorzaakt het krijt in suspensie een melkachtig witte kleur van het zeewater. Het krijt spoelt in de vorm van fijne deeltjes uit, wordt naar het noordoosten meegesleept door de stroming, en zinkt later naar de bodem. Gemengd met kleideeltjes van de rivier vormt het de sedimenten, die in het estuarium van de Somme bezinken.

Wat is krijt?

Krijt is een wit, kalkachtig gesteente, dat voor meer dan 90 % uit calciumcarbonaat (CaCO_3) bestaat. Het is betrekkelijk zacht en breekbaar. Over het ontstaan ervan is in de loop van de tijd nog al eens gediscussieerd en waarschijnlijk is het laatste woord daarover nog niet gesproken. In ieder geval is het een in een betrekkelijk ondiepe zee afgezet sedimentgesteente, een pelagisch kalksediment. Vroeger dacht men dat het bijna geheel uit zeer kleine stukjes van microfossielen bestond. Het zou dan lijken op diepzeeslib, dat tegenwoordig nog ontstaat op de bodem van de oceanen, maar krijt is een kalkslib. In feite blijkt echter de hoeveelheid microscopische diertjes, voornamelijk Foraminifera, nooit meer dan 5 à 10 % van het gesteente te zijn. De ontelbare, kleine kalkskeletjes van allerlei foraminiferen liggen in een matrix van nog veel fijner materiaal. Latere onderzoeken van krijtmonsters door M. Black onder de elektronen-microscoop toonden aan, dat de krijtmatrix calcië van organische oorsprong is. Gewoon wit



Afb. 1. Het hier besproken kustgedeelte van Frankrijk strekt zich uit vanaf de monding van de Somme tot aan le Tréport. Tussen le Hourdel en Cayeux-sur-Mer zijn enorme reeksen banken van rolstenen. Ten zuiden van Onival beginnen de krijtkusten.



Afb. 2. De krijtkust tussen Ault en Bois-de-Cise ontsluit voornamelijk lagen uit het Boven-Turoon.

dat deze werd gevormd doordat het grondwater op bepaalde plaatsen het krijt heeft opgelost, terwijl tegelijkertijd opaal afgescheiden werd uit opgeloste skeletten van kiezelsponzen, waarna dat opaal geleidelijk in kwarts werd omgezet. Vaak is vuursteen ontstaan in lagen, die evenwijdig met de algemene richting van de gelaagdheid verlopen. Grote vuursteenbanken zijn over lange afstanden te vervolgen.

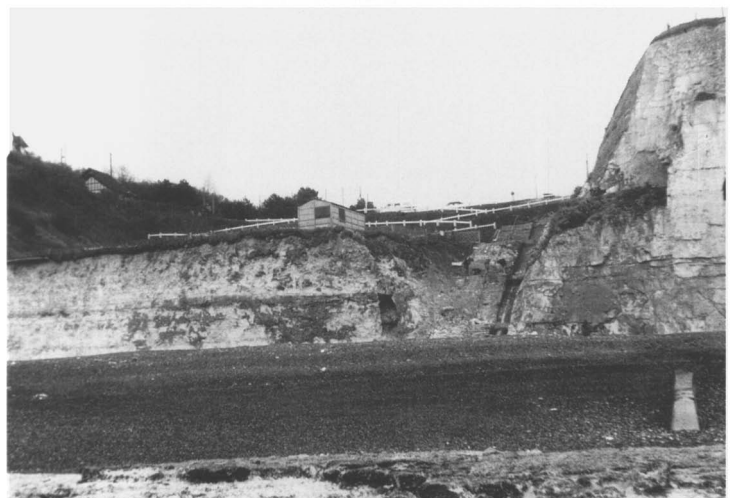
Ook vinden we in het krijt soms zwavelverbindingen, in de vorm van groengele brokstukjes en pyriet. De laatste heeft zich langzaam gevormd uit ijzer in het zeewater en zwavel van o.a. vergane dieren en planten uit de Krijtperiode. Wanneer die zwavelverbindingen verweren ontstaat ijzeroxide, dat aan het witte krijtgesteente hier en daar een roestbruine kleur geeft.

schrijfkrijt bestaat wel voor een deel uit fragmenten van schelpen, zeeëgels, sponsnaalden en foraminiferen, maar de fijne matrix is opgebouwd uit de skeletten van de nog veel kleinere kalkwiertjes, de coccolithen en hun desintegratieproducten. Coccolithen of goudwieren zijn in de zee levende, eencellige wiertjes, behorende tot de Chrysophyta. Ze bestaan uit een gelatineachtig omhulsel met aan hun oppervlak kalkplaatjes van zeer karakteristieke vorm. Lang voordat men de recente soorten van deze wiertjes ontdekte waren hun fossiele soorten reeds bekend. In warme zeeën met een watertemperatuur hoger dan 8 °C zijn zeer veel soorten gevonden. Hiervan komen er in een liter zeewater tientallen miljoenen exemplaren voor. Deze coccolithen zijn in het krijt in groten getale aanwezig en komen voor in alle stadia van desintegratie tot afzonderlijke kalkkristalletjes toe. De hoeveelheid ruw tot fijn materiaal varieert binnen zekere grenzen en dat veroorzaakt verschil in samenstelling, dus verschillende soorten krijt. Zitten er veel schelpresten in dan komt er een breekbaar gesteente met een tamelijk korrelige structuur. Door allerlei bijmengsels ontstaan verschillende soorten onzuiver krijt (bijvoorbeeld glauconietkrijt). In het algemeen kan men zeggen dat het krijt fijner is naarmate het meer coccolithen bevat. Moderne sliwbanken op de oceaانبodem bestaan grotendeels uit zeer kleine aragonietkristallen met daarin minuscule hoeveelheden coccolithmateriaal en zeer weinig schelpresten. De bestanddelen van het krijt wijzen erop dat de afzetting ervan op niet al te grote diepte moet hebben plaatsgevonden, waarschijnlijk ca 200 m, soms zelfs betrekkelijk dicht bij de toenmalige kust. Het slib dat uit het zeewater bezonk vormde een bodemlaag en bedekte gestorven zeedieren, die nu als fossielen gevonden worden.

Mineralen in het krijt

In de krijtlagen vinden we vaak vuursteen, in lagen voorkomend. Deze bestaat veelal uit zwarte stukken chalcodon, voorzien van een dunne witte korst van opaal en treedt meestal op in de vorm van zeer onregelmatige knollen. Stukken vuursteen kunnen een toevallige oppervlakkige gelijkenis vertonen met alle mogelijke dieren. Sommige zijn hol van binnen en aan de zijanten in die holtes kunnen we kleine kwartskristallen aantreffen. Een plausibele verklaring voor het ontstaan van vuursteen is,

Afb. 3. Bij Bois-de-Cise was vroeger een beekmonding, maar doordat de kust veel sneller erodeert dan de zijanten van het beekje valt de uitmonding van de beek al lang niet meer samen met de zeespiegel, zodat er een (breed) dal is ontstaan dat steil op een tiental meters boven het strandniveau eindigt. Via trappen heeft men een toegang tot de kust aangelegd.



Het abrasieplat

Ten zuiden van Onival begint niet alleen de krijtkust, maar bij eb komt hier ook een groot kustplateau bloot. De branding spoelt over een rotsplateau (of abrasieplat) dat hier overal voor de kust ligt. De grootte ervan correspondeert met de sterkte van erosie van de krijtwand. In Picardië is de zeebodem voor de kust vrij vlak en de zee trekt zich bij eb enkele honderden meters terug. De rolstenen hebben in de branding door hun beweging de bodem afgeslepen. Ondanks zijn naam is het abrasieplat in werkelijkheid niet vlak en het wordt door een stelsel geulen en fijne spleten doorsneden. Een fauna van oesters en mossels en een flora van algen groeit in die gleuven. Een stelsel van breuken kan een deel van het plat begrenzen en isoleren, zodat het afsteekt tegen de rest van het oppervlak. Dat is des te meer het geval als er hardere vuursteenbanken liggen, of als groenachtige, sterk glauconiethoudende krijtlagen een deel ervan isoleren.

Ook het abrasieplat verweert voortdurend, al ligt het op zeeniveau. Dat gaat echter minder snel dan bij de steilkust. Verschillende samenwerkende invloeden veroorzaken die erosie. De zee slijpt het gesteente af door de mechanische werking van de branding. Dat tast speciaal de bovenlaag aan, waarbij de chemische werking van het zeewater dat het krijt aantast versterkt wordt door de vele kleine scheuren en spleten. De rondwentelende rolstenen versterken die vertering. Ook de rol van de dieren is niet te verwaarlozen. Lithofagen (dieren die in het gesteente boren), mollusken en wormen lossen het gesteente op en graven er gangen in, die de stabiliteit verminderen en dat vergemakkelijkt de andere manieren van erosie.



Afb. 4. Voor de kust liggen lagen rolstenen en brokken krijtkalk. Bij eb ontstaat er tijdelijk een breed plateau. Zowel daarin als in de vele verspreide steenblokken zijn fossielen te vinden.

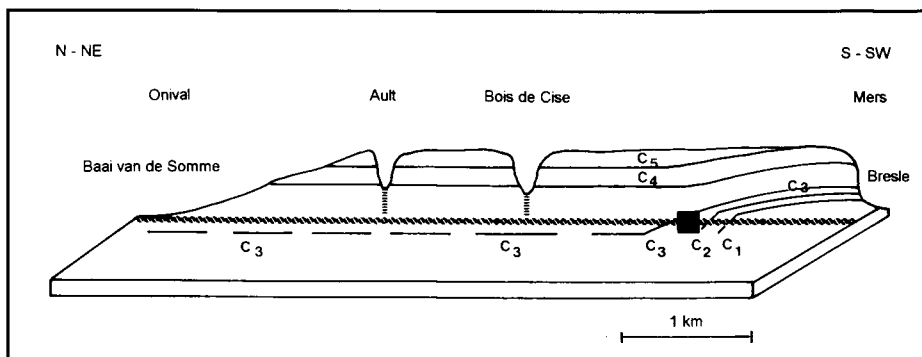
De invloed van de rolstenen

Van de Pointe du Hourdel tot Ault bestaat de kust uit banken van rolstenen met hier en daar aan de zeekant bij eb een breed abrasieplat. Er ligt hier niet slechts één zo'n bank, maar een aaneengeschakelde reeks banken, die aan elkaar grenzen, allemaal iets oostwaarts gebogen van de zee af. Afb. 4.

Een toeristenplaatsje aan deze kust is Cayeux-sur-Mer. De naam Cayeux komt van een Keltisch woord dat in de loop van de tijd tot "cailloux" is geworden, bekend van *cailloux roulées*, de Franse term voor rolstenen. Bij het dorp zijn duinen ontstaan aan de landkant van de rolstenenbanken door stuifzand van het strand, dat hier bijna 100 m breed kan worden.

De rolstenen van deze kust zijn beroemd, maar een tocht erlangs is een zware wandeling. Ze bestaan uit vuursteen uit de krijtlagen, door de erosie losgemaakt. De zee breekt snel het zachtere materiaal rondom zo'n knol af en deze verbrijzelt in stukken van enkele centimeters diameter. Daarna rollen de golven die brokken over elkaar heen, waardoor ze snel afgerond worden. De rolstenen verplaatsen zich in de richting van de plaatselijke zeestromingen langs de kust noordoostwaarts. Ze kunnen 1 km per jaar voortrollen en een woeste zee kan ze 10 à 15 cm per dag verplaatsen. Iedere golf die op het strand breekt licht de rolstenen op, die daarna weer terugvallen na opgezogen te zijn door het terugtrekkende water. De volgende golf neemt ze weer op, terwijl hij ze zijdelings verplaatst.

Die verplaatsing van de rolstenen langs de kust is zeer belangrijk. Uit het onderhoud aan de havens schat men die op 20 000 ton per jaar. Dat onderhoud en het uitdiepen van de havens heeft de verplaatsing wel tot op de helft gereduceerd. De migratie van die rolstenen langs de kust van Picardië over meer dan 100 km naar de banken tot voor Pointe du Hourdel duurt al duizenden jaren en heeft geleid tot de vorming van de steenbanken die bij Cayeux de kust beschermen. Anderzijds werken de rolstenen, die bij ruwe zee in beweging gebracht worden, mee aan de erosie van de voet van de steilkust.



Afb. 5. Een profiel van de krijtkust van Picardië tussen de Somme en de Bresle vertoont lagen uit het Boven-Turoon met daarin drie vuursteenbanken: C1, C2 en C3. Bij de overgang van Turoon naar Coniacien ligt bank C4, en C5 ligt net in het Coniacien. Het zwarte vierkant is een bunker tussen Mers en Bois, die een goed oriëntatiepunt vormt.

De vindplaatsen langs de kust

Langs de kusten van Picardië liggen toegangen tot het abrasieplat bij de plaatsen Onival, Ault, Bois-de-Cise, Mers-les-Bains en le Tréport. We moeten ons bij iedere tocht langs deze kusten goed realiseren, dat het onmogelijk is tussen deze plaatsen de kust te bestijgen. Bij vloed komt de zee dikwijls tot aan de falaise en men kan nergens schuilen. Voordat bij komende eb het abrasieplateau vrijkomt duurt wel enige uren tot na de hoogwaterstand en enkele uren daarvoor loopt alles weer onder, zodat er niet zoveel uren beschikbaar zijn om langs de moeilijk begaanbare kust te zoeken.

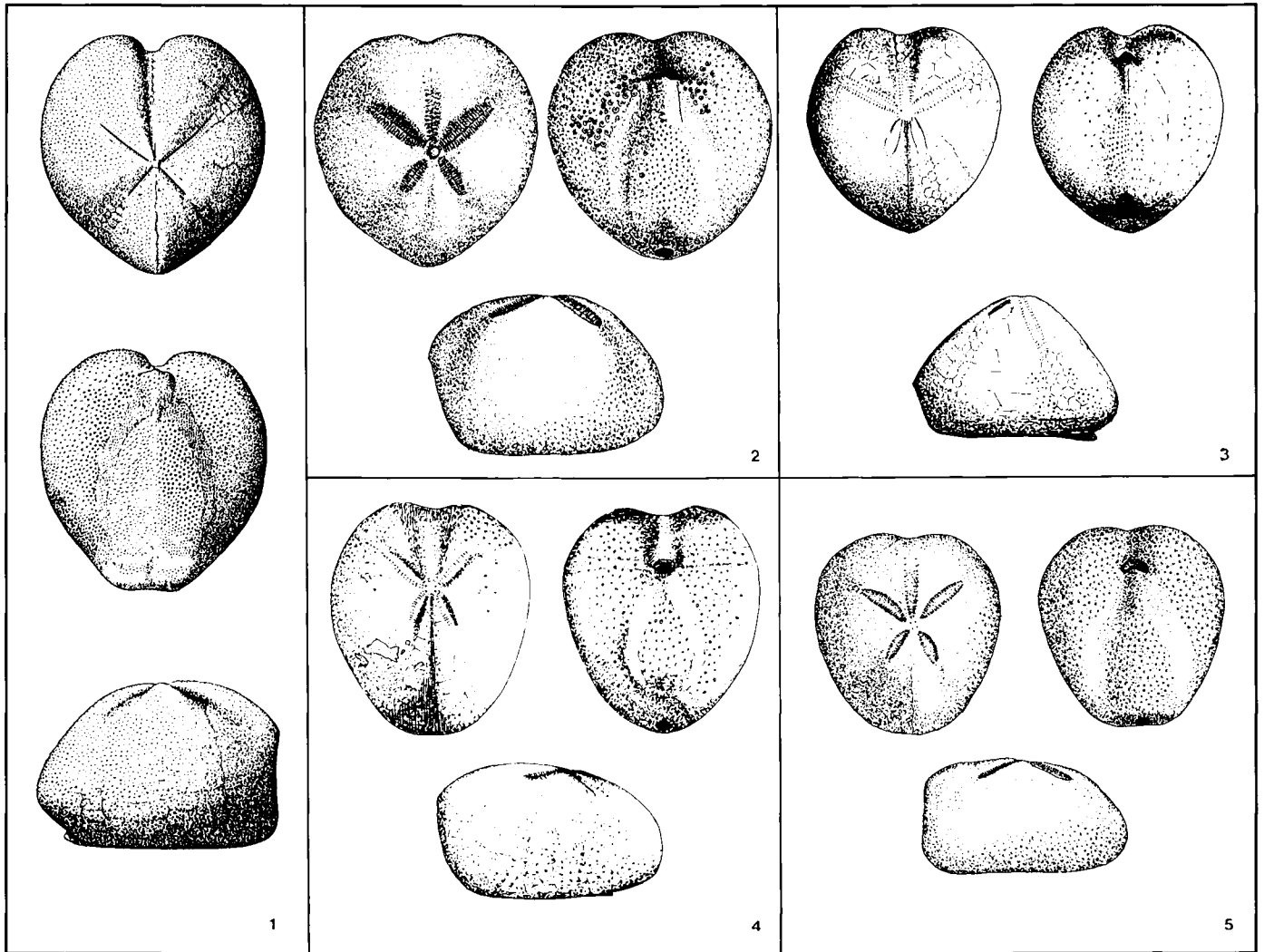
Houd dus de tijden van eb en vloed goed in de gaten!

Vanuit zee gezien lopen de lagen vanaf Bois-de-Cise tot Onival betrekkelijk horizontaal. In zuidzuidwestelijke richting naar Mers-les-Bains toe verliezen ze echter dat horizontale patroon. Ze vertonen daar een aanzienlijke opwelling ten gevolge van de anticline van Bresle, waardoor er drie vuursteenbanken opduiken: C1, C2 en C3. Die zijn goed te zien in een verticale doorsnede ten zuiden van de bunker die op het strand is gegleden aan de voet van de steilkust bij Mers-les-Bains en die een uitstekend oriëntatiepunt vormt. Afb. 5. Twee vuursteenbanken, C4 en C5, zijn hoog in de steilkust zichtbaar. Op enkele meters noordoost van de bunker blijkt de bank C3 op het strand te lopen. Hij bevat allerlei zeeëgels, waaronder vooral veel *Micrasters* tot 70 à 80 mm lengte (afb. 6) en *Sternotaxis planus* (afb. 7). Deze laatste werd vroeger *Holaster planus* genoemd. Naar dit fossiel wordt dit deel van het Boven-Turoon de "planus zone" genoemd. De bank C3 loopt door tot Onival via Bois-de-Cise en Ault. Even verder naar het zuidwesten is C1 op het strand ontsloten, maar die bank is betrekkelijk fossiel-arm. C2 en C3 liggen in het Boven-Turoon; bij C4 ligt de overgang Turoon-Coniacien. De lagen hier zijn ca 88 miljoen jaar oud. Zowel in het abrasieplat als in de rondliggende afgestorte steenblokken zitten fossielen, zoals zeeëgels, brachiopoden, bivalven, sponzen en bryozoën (afb. 6, 7 en 8).

De aanwezigheid van een zeeëgel is te zien aan een klein stukje van zijn schaal dat door de zee is vrijgelegd, terwijl het grootste deel nog in het gesteente zit. Een onmiddellijke identificatie van de soort is onmogelijk. We moeten het fossiel dus met een flink stuk materiaal eromheen uitsteken. Thuis moeten de verzamelde exemplaren worden uitgeprepareerd. Slechts 20 % van de verzamelde fossielen blijkt in volkomen gave staat.

De evolutie van de *Micrasters*

De *Micrasters* vormen een zeer interessante groep zeeëgels. Zie afb. 6 en 9. Zij behoren tot de familie der Micrasteridae, die deel uitmaakt van de orde van de Spatangoida. Diverse vakmensen hebben de verschillende soorten onderzocht en getracht de ontwikkeling van dit genus te ontrafelen. De



Afb. 6. De *Micrasters* van Picardië.

1. ***Micraster coranguinum*** (Leske, 1778). Santonien.
De hoogte *h* verhoudt zich tot de lengte *L* als 7 à 8,5/10 van dit bijna ronde dier. *L* ligt tussen 50 en 90 mm. De voorste groef is vrij diep; de mond ligt op ca 12 % van de lengte en is grotendeels met een goed ontwikkelde lip bedekt. Periproct op 66 % van de hoogte, gelijke poriën en fasciool onder de vierkante mond.

2. ***Micraster decipiens*** (Bayle, 1878). Coniacien.
Deze zeeëgel is meestal iets groter dan andere soorten, *L* 50 - 70 mm, maar bijna rond, d.w.z. de breedte *b* is nauwelijks kleiner dan de lengte. Tussen de poriën ligt een ondiepe groef. De mond ligt vrij van de voorkant op 20 % van de lengte en wordt half bedekt door een sterke lip. In profiel van voren afgerond en van achteren een kleine of matige kiel, maar van opzij gezien vrij symmetrisch; voorste groef eveneens ondiep; periproct laag.

3. ***Micraster (Gibbaster) gibbus*** (Lamarck, 1816).
Boven-Coniacien - Onder-Santonien.
Ook bij dit fossiel is de breedte ongeveer even groot als de lengte, maar de mond ligt dicht bij de voorkant op 12 % van de lengte en toont een sterke lip. Van voren is het dier vlak en steil

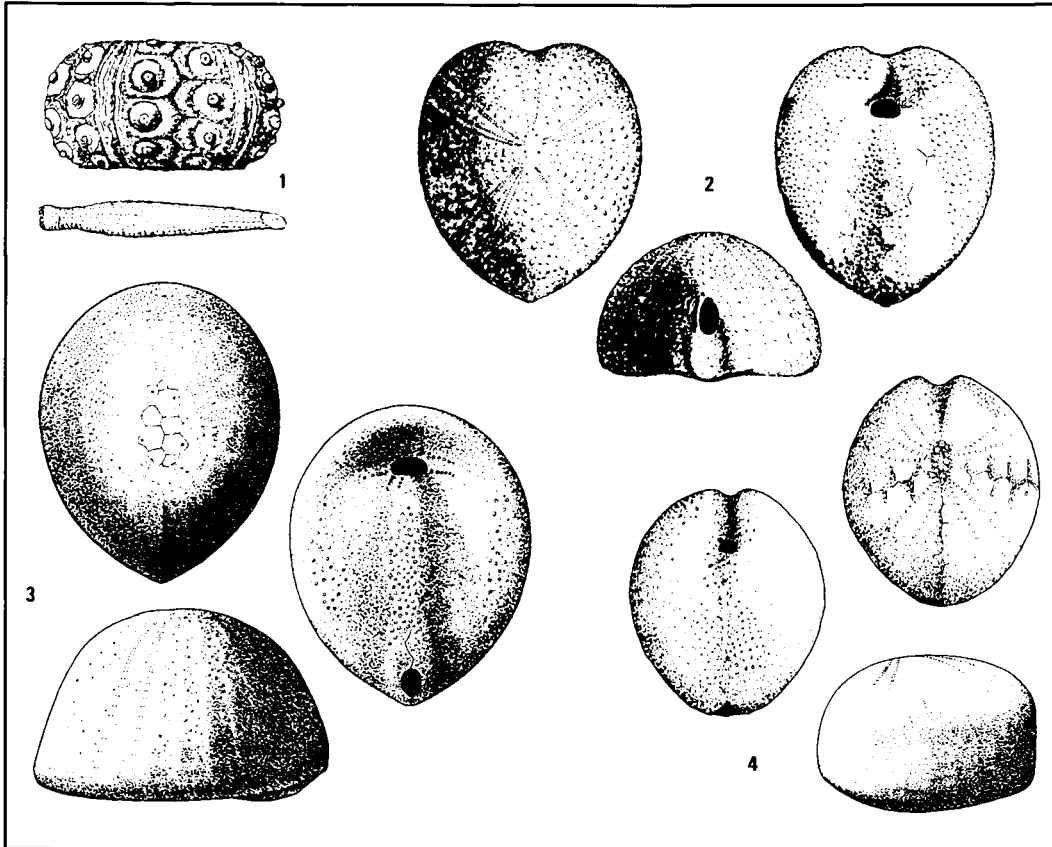
en van achteren hellend, kortom het vertoont een enigszins kegelvormig uiterlijk. Voorste groef is ondiep. Tussen de poriën ligt een diepere groef dan bij de vorige soort. Ambulacrale petalen ondiep; periproct op halve hoogte; vrij dunne schaal.

4. ***Micraster leskei*** Desmoulin, 1837. Boven-Turoon.
Deze is klein, meestal korter dan 40 mm, en langwerpiger; tussen de rij poriën is een vlakke strook, waarin de sutuur tussen de platen zichtbaar is. De mond ligt vrij ver van de voorkant op 25 tot 33 % van de lengte en heeft een verdikte rand en een kleine lip. Het dier was van achteren het hoogst. Voorste groef zeer ondiep en periproct hoog gelegen.

5. ***Micraster normanniae*** Bucaille, 1883.
Boven-Turoon - Onder-Coniacien.
Ook deze is klein, maar het profiel is in het algemeen vlakker en lager dan de vorige soort. De mond ligt iets dicht bij de voorkant, op 20 % van de lengte, maar het meest opvallende verschil met de vorige soort is dat de zone tussen de rij poriën opgezwollen is (afb. 4). De maximale breedte ligt dicht bij de voorkant. Korte, gepaarde petalen. Voorste groef is ondiep en periproct is hoog gelegen.

eenvoudigste en duidelijkste evolutietabel is waarschijnlijk wel die van A.B. Smith (afb. 10). De eerste echte *Micrasters* verschijnen in het Boven-Turoon en wel voornamelijk *Micraster leskei* en *Micraster decipiens*. Volgens Smith heeft *Micraster leskei* zich ontwikkeld uit *Epiaster*, een vrij algemene zeeëgel, die in het Cenomaan voorkomt. *Epiaster* leefde in het zand van de zeebodem, wellicht zoals de recente *Echinocardium cordatum*.

In Noordwest-Europa begon in het Cenomaan geleidelijk de zeebodem te veranderen. De sedimenten uit het Albien werden kalkrijker, zoals goed zichtbaar is aan de kust van de Boulonnais ten noorden van Wissant. De zee werd dieper en de kalkrijkere sedimenten van de Tourtia werden afgezet. De zeeëgels moesten zich aan deze grovere bodemstructuren aanpassen. Hun vorm veranderde, de voorste groef bijvoorbeeld werd dieper en langer,



Afb. 7. Enkele andere soorten zeeëgels uit Picardië.

1. *Stereocidaris sceptifera* Mantell.

Deze regulare zeeëgel is hier vrij zeldzaam. Hij kan 2 cm hoog worden bij 4 cm diameter. De stekels worden vaker gevonden; ze kunnen tot 7 cm lengte bereiken.

2. *Holaster nodulosus* (Goldfuss). Lengte 5 cm; Cenomaan.

3. *Echinocorys scutata* (Leske, 1778). Tuuron-Maastrichtien.

Hoogte, lengte en breedte verhouden zich als 6,5/7 à 8,5/ 5,5 à 6,5; gelijkmatig gebogen, 50 - 80 mm lang; periproct onder de rand.

4. *Sternotaxis planus* (Mantell, 1822). Tuuron.

Hoogte, lengte en breedte verhouden zich als 3,6/4,9/ 4,3. Deze soort is van achteren sterk gebogen en van voren weinig, poriën van ambulacrum III klein en rond, bij andere ambulacra kleiner, vier genitale openingen, langwerpige ovale periproct aan de achterkant, mond vooraan half cirkelvormig, geen fasciolen, plastron met regelmatige reeks enkelvoudige platen. = *Holaster planus*.

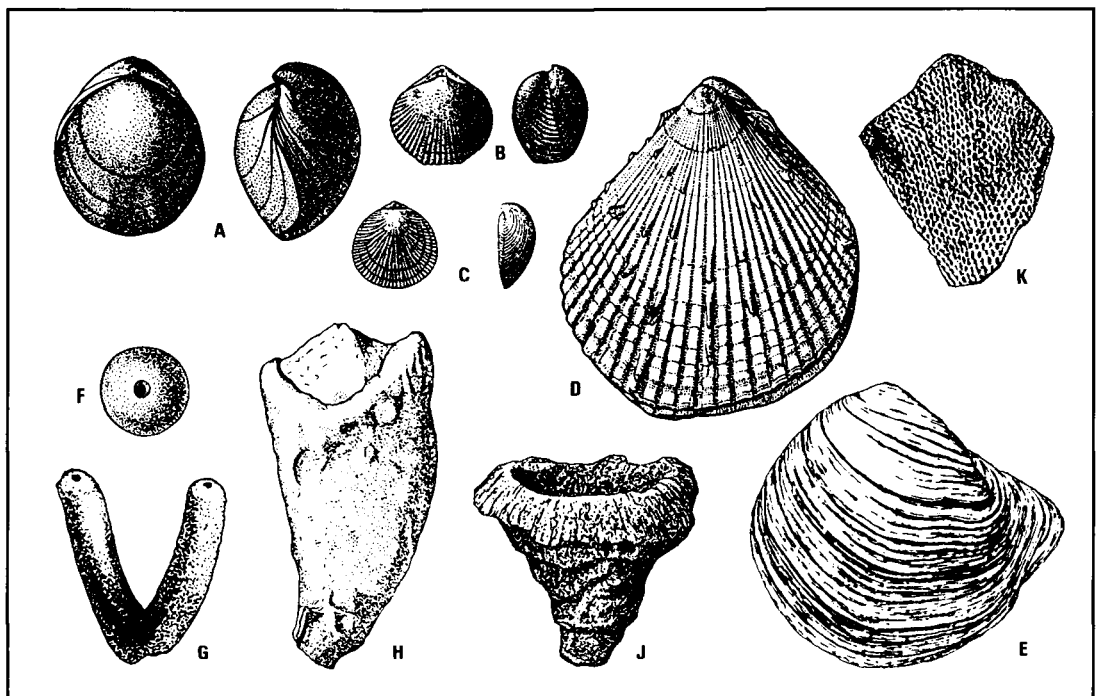
het aantal stekels nam toe en ook allerlei andere kenmerken wijzen er volgens Smith op dat de *Micrasters* zich aanpasten aan het graven in een steeds krijtachtiger sediment. Mede daardoor konden ze de krijtzeeën bevolken en zich hier lange tijd handhaven. Helaas doen er zich bij het genus *Micraster* enkele fundamentele nomenclatuur-problemen voor. Wij hebben zojuist vermeld dat Smith beweert, dat de *Micrasters* zich hebben ontwikkeld uit het genus *Epiaster*. In het standaardwerk over diverse soorten fossielen, de *Treatise on Invertebrate Paleontology*, komt het genus *Epiaster* echter niet voor. De *Treatise* is dan ook uit 1966.

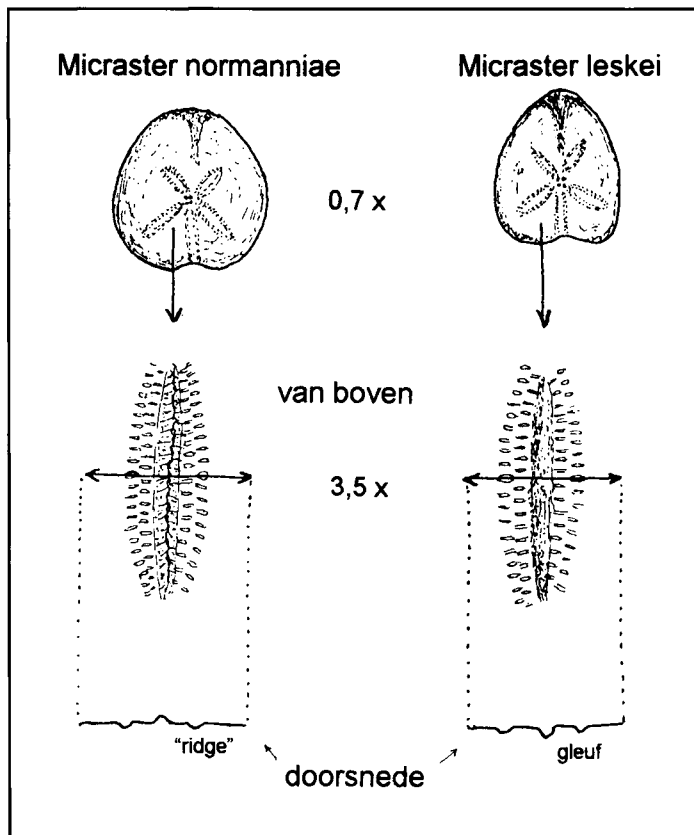
R.B. Stokes beschrijft dit genus in 1977 en geeft aan dat een van de meest opvallende kenmerken van *Epiaster* is de aanwezigheid aan de onderkant van een duidelijke subanale hiel. Dat is inderdaad het geval en in de Cenomaanlagen (bijvoorbeeld in de Boulonnais) komen die *Epiasters* dan ook voor. Ze zijn zo duidelijk van de *Micrasters* te onderscheiden dat een aparte genusnaam mij volkomen gerechtvaardigd lijkt. Afb. 11.

Het probleem zit echter in de afspraak

ken die de paleontologen gemaakt hebben over de naamgeving van soorten en genera. R.B. Stokes beweert in zijn artikel, dat het genus *Epiaster* al is ingevoerd door d'Orbigny in 1854. Maar d'Orbigny, die toen nog niet gebonden was aan de huidige internationale afspraken, beschreef wel drie soorten *Epiasters*, maar met geen van die soorten typeerde hij het genus. J. Lambert koos

ken die de paleontologen gemaakt hebben over de naamgeving van soorten en genera. R.B. Stokes beweert in zijn artikel, dat het genus *Epiaster* al is ingevoerd door d'Orbigny in 1854. Maar d'Orbigny, die toen nog niet gebonden was aan de huidige internationale afspraken, beschreef wel drie soorten *Epiasters*, maar met geen van die soorten typeerde hij het genus. J. Lambert koos



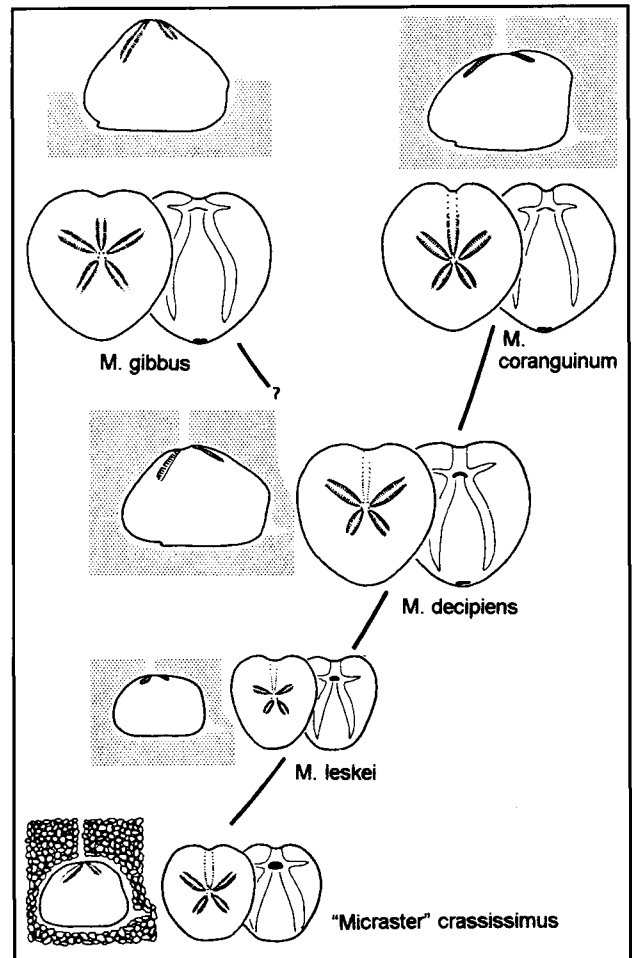


Afb. 9. Het duidelijkste verschil tussen *Micraaster leskei* en *Micraaster normanniae* is te zien in de strook tussen de poriën. Bij *M. leskei* (rechts) bevindt zich daartussen een ondiepe gleuf; bij *M. normanniae* (links) ligt er een omhooggebogen rij plaatjes tussen, die een verheffing of "ridge" kunnen vormen.

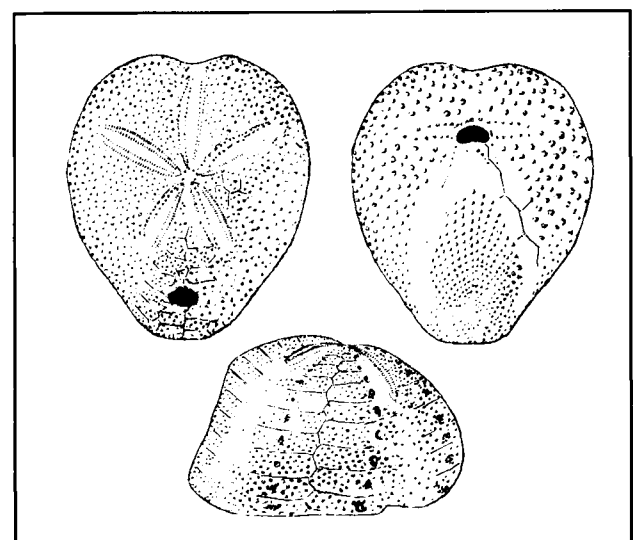
in 1895 *Epiaster crassissimus* als "type species", dus typerende soort voor het genus *Epiaster*, maar verwierp die keus in 1924 omdat d'Orbigny de *crassissimus* niet als *Epiaster* had beschouwd. Hij koos toen een andere soort als type species, maar ook dat ging niet door want die soort (*Epiaster trigonalis*) blijkt tot het genus *Heteraster* te behoren. Daarom rekent de Treatise *Epiaster* tot het genus *Heteraster*. A.B. Smith heeft dan ook zijn opvattingen uit 1984 herzien; hij beschrijft samen met enkele anderen een drietal zeeëgels uit de groeve van Wilmington in Zuid-Engeland uit het Onder-Cenomaan en noemt ze *Micraaster distinctus* Agassiz en Desor, 1847. Micrasters waren er dan dus al in het Cenomaan.

Een opgave van de literatuur vindt u op de volgende pagina.

Afb. 8. (Op de linker-pagina) Enkele andere veel voorkomende fossielen van de Picardische kust.
 BRACHIOPODEN: A. *Gibbithyris semiglobosa* (Sowerby), lengte 30 mm, Turoon-Senoen;
 B. *Orbirhynchia cuvieri* (Orbigny), lengte 1½ cm, Turoon;
 C. *Terebratulina lata*, ½ cm, Turoon.
 BIVALVEN: D. *Spondylus spinosus*, hoogte 75 mm, Turoon-Maastrichtien.
 E. *Inoceramus inconstans* (verkleind), Midden - Boven-Turoon.
 SPONZEN (vaak van vuursteen): F. *Porosphaera globularis*, doorsnee 15 mm, Turoon-Senoen.
 G. *Peronella furcata*; hoogte 3½ cm, Onder-Krijt - Santonien.
 H. *Isoraphinia simplicissima*; 10 cm hoog, Cenomaan - Turoon.
 J. *Chenendopora fungiformis*, 1½ cm, Cenomaan-Senoen.
 BRYOZOEN: K. *Reticrisina obliqua*, 4½ cm, Turoon-Maastricht.



Afb. 10. De evolutie van de Micrasters volgens Smith. Het gearceerde figuurtje geeft aan op welke diepte in of op het sediment de soort leefde. De eerste Micrasters waren volgens Smith die van de soort *M. leskei*, die afstammen van de *Epiaster*. Volgens de nomenclatuurregels moet die echter nu ook *Micraaster* heten, zodat de oorsprong van het genus nog verder terug gaat, tenzij men het genus *Epiaster* opnieuw invoert.



Afb. 11. *Epiaster crassissimus* moet volgens de meest recente en meest strikte nomenclatuurregels tegenwoordig *Micraaster crassissimus* heten. Vanwege de duidelijke uitstekende hiel (aan de onderkant) zou het echter zeer gewenst zijn het genus *Epiaster* opnieuw en nu juist te introduceren.

Literatuur

A.W. Rowe, 1899, Q.Jl. Geol. Soc. London, 55, 494-547, pls 35-39.
K.A. Kermack, 1954, Phil. Trans. Roy. Soc. London, B.237, 375 - 428, pls 24 - 26.
D. Nichols, 1959, Phil. Trans. Roy. Soc. London B.242, 347 - 437, pl 9.
R.C. Moore, ed., 1966, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U, Echinodermata 3, Vol. 1 and 2.
G. Ernst, 1970, Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, 39, 117 - 135.

R.B. Stokes, 1975, Mem. Mus. nat. Hist. nat. C 31, 94pp, 12pls.
M. Fouray, 1981, Ann. de Paléontologie, vol. 67, fasc 2, 81 - 134.
A.B. Smith, 1984, Echinoid Palaeobiology, George Allen & Unwin Ltd, London.
A.B. Smith, C.R.C. Paul, A.S. Gale & S.K. Donovan, 1988, Bull. of Brit. Museum, Geol. Series, Vol. 42.
J. Geys, 1988, Spirifer, 12, 49 - 53.
F. Michel, 1988, les Côtes de France, ed. BRGM, Orléans.
J. van Diggelen, 1989, Krijtzeëgels aan de Boulonnais-kust (Fr.), Gea, vol. 22, nr. 2, 33 - 43.

Kieftiet, een nieuw Nederlands mineraal

door Marek Zakrzewski *)

Op 9 juli 1992 vond op de Faculteit der Aardwetenschappen van de Vrije Universiteit een bijzondere bijeenkomst plaats. Vrienden en kennissen van Dr. Kees Kieft waren gekomen om hem te feliciteren met het feit dat hij precies 40 jaar geleden de doctortitel verkregen had. De aanwezigen konden ook een wereldpremière beleven, namelijk de presentatie van een nieuw mineraal: KIEFTIET. Deze werd verzorgd door een verenigd team van geologen (René Dobbe, Wim Lustenhouter en Marek Zakrzewski van de VU) en van kristallografen (Kees Goubitz, Jan Fraanje en Henk Schenk van de Universiteit van Amsterdam). Een wetenschappelijke publikatie over kieftiet is verschenen in The Canadian Mineralogist, maar de eerste melding over het nieuwe mineraal was te lezen in "GeoScoop" - magazine van het Instituut voor Aardwetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam. Naar aanleiding daarvan heeft Ludo Hellemans in "Intermediair" gesteld, dat "Niemand zat te wachten op kieftiet". Hieronder een interview van Marek Zakrzewski met zichzelf over de gang van zaken rond de ontdekking en de identificatie van een nieuw mineraal en de betekenis ervan.

Nog een mineraal? Er zijn er al zo veel, denkt misschien een jonge student, die tijdens het "stenen"-practicum worstelt met de ontelbare mineralen, hun onuitsprekbare namen en hun ellenlange formules. Geen nood, het nieuwe mineraal komt in zulke kleine hoeveelheden voor, dat het gegarandeerd niet toegevoegd wordt aan de bovengenoemde collectie. De naam is eenvoudig, tenminste voor Nederlanders, want voor anderen wordt het uiteraard "kiëftait" of zoiets, en de chemische formule kan bijna niet simpeler: CoSb_3 .

Hoe is het om nieuwe mineralen te vinden?

Ik denk dat het net zo boeiend is voor ons als het vroeger was voor chemici die op jacht waren naar nieuwe elementen. Voor geologen zijn mineralen immers de bouwstenen van de wereld. Zowel losse sedimenten, harde gesteenten als ertsen zijn uit mineralen samengesteld. Het is dan ook belangrijk om alle soorten "bouwstenen" te kennen. Het is natuurlijk een grotere eer om één van de 100 soorten te vinden dan één van de 1.000 of 10.000, maar aan de andere kant is het zo dat je voor het ontdekken van een nieuw element er maar 100 moet elimineren, terwijl er al 3.500 mineralen bekend zijn, en daar komen er jaarlijks tussen de 50 en 80 bij.

Toepassing van nieuwe onderzoeksmethoden op erkende mineralen zorgt ervoor dat jaarlijks ca. 20 mineralen ongeldig worden verklaard. Zo is bijvoorbeeld gebleken, dat MOLENGRAAFFIET (van het Molengraaff-fonds) identiek was aan een ander mineraal. Een recent voorbeeld is de ontdekking met de hoge resolutie elektronenmicroscopie, dat STARINGIET een georiënteerde vergroeiing is van twee andere mineralen.

Af en toe wordt ook de nomenclatuur van een bepaalde groep van mineralen onder de loep genomen; daarbij worden overbodige namen afgevoerd, zoals bijvoorbeeld RIJKBOERIET. Dat op dit gebied meer "schoonmaak" nodig is toont de lijst van rond 15.000 overbodige mineraalnamen.

Hoeveel nieuwe mineralen kan men nog verwachten?

Een index van anorganische verbindingen telt ca. 60.000 entrees. Veel van de nieuw ontdekte mineralen hebben hun reageerbuis-"broetjes"; zo was bijv. CoSb_3 al in 1956 gesynthetiseerd. Het merendeel van de anorganische stoffen heeft echter een "geologisch onwaarschijnlijke" combinatie van elementen, en/of zijn gebakken in "geologisch onwaarschijnlijke" fysische omstandigheden. Merk echter op, dat "onwaarschijnlijk" in de geologie nooit "onmogelijk" betekent. Er zijn ettelijke voorbeelden van die "onmogelijke" mineralen die een complete verrassing voor chemici vormden.

Hoe ontdek je een nieuw mineraal?

De meest produktieve systematicus onder de mineralogen is Dr. P.J. Dunn. Hij werkt in het Smithsonian Institution in Washington, D.C., en hij beschrijft 10 tot 20 nieuwe mineralen per jaar. Hij vindt ze in de laden van zijn museum. In Amsterdam was het ontdekken van een nieuw mineraal meestal een nevenproduct van gedetailleerd paragenetisch onderzoek aan verschillende ertsafzettingen. Daaraan gingen veldwerk, bemonstering en langdurige microscopie vooraf.

Wie zijn wij?

De Amsterdamse ertsgeologen Oen Ing Soen, Ernst Burke en Kees Kieft hebben een dozijn nieuwe mineralen beschreven. Later zijn Wim Lustenhouter en Marek Zakrzewski ook tot deze exclusieve club toegetreden. Recentelijk zijn de grijsharige 50-plussers met een jonge ertsgeoloog, AIO-onderzoeker (intussen al gepromoveerd) Dr. René Dobbe, versterkt.

*) Dr. M. Zakrzewski is verbonden aan het Instituut voor Aardwetenschappen, Vrije Universiteit, Amsterdam