

Inhoud:

Krijt-zeeëgels aan de Boulonnaiskust	33
Idar-Oberstein blijft de moeite waard	44
Fossielen op postzegels III	49
De Puys in Auvergne: Ervaringen van een Gea- lezeres	53

Geologie voor iedereen: Mineralen verzamelen, hoe doe je dat?	56
Mineralogische software	59
Het ei van Columbus	62
Vragen staat vrij	63
Boekbesprekingen	64

Krijt-zeeëgels aan de Boulonnais-kust (Fr.)

De *Micrasters* van de Boulonnais

door Dr. J. van Diggelen

Wie van Wissant naar Sangatte wandelt langs het bij eb zo brede strand treft ter hoogte van een half in het zand weggezakte bunker uitgestrekte velden met stenen aan (afb. 1). De kust, die aanvankelijk uit duinen bestond, vertoont hier voor het eerst donkere kleilagen uit het Albien (een onderdeel van de Krijt-periode). Uit het binnenland komen, als het niet al te droog geweest is, veelal enkele kleine waterloopjes, die zich met miniatuurwatervalletjes vanaf het klif over de kleibanken op het strand storten om via smalle geulen meanderend naar zee te stromen. Na een wandeling van omstreeks 500 m bereikt men het gehucht Strouanne, waar een geleidelijk hellend pad het mogelijk maakt gemakkelijk het strand op en af te komen. Bekijken we een geologische kaart en het kustprofiel met strand, getekend in afb. 2, dan zien we dat de kust van Wissant tot Sangatte (afgezien van de recente duinen) uit afzettingen bestaat die afkomstig zijn uit een drietal geologische tijdvakken. Van oud naar jong zijn dit het Albien (Onder-Krijt) en het Cenomaan en Turoon uit het Boven-Krijt.

Komend vanuit Wissant zien wij op onze wandeling de mergelige kalk van het Boven-Krijt reeds vóór Strouanne in blokken op het strand liggen. Dat wijst erop, dat reeds vóór Strouanne, in delen van het ruig begroeide kustklif, boven de klei van het Albien, kalklagen aanwezig zijn. De kalklagen zijn bij Strouanne zelf weer over een afstand van enkele honderden meters onzichtbaar. Voorbij Strouanne bestaat het grootste deel van het klif van de Petit Blanc-Nez uit mergels en kalken van het Cenomaan. Alleen het onderste gedeelte van dit klif wordt gevormd door de kleilagen uit het Albien, die hier vaak grotendeels door afglijdingen bedekt zijn. Verderop worden de kleilagen door het zandstrand grotendeels aan het gezicht onttrokken. Toch zijn soms nog op het strand de Albien-kleilagen in de vorm van banken ontsloten. Lagen uit het Turoon komen pas voorbij de volgende toegang tot het strand, dat is bij Escalles, hoog in de kliffen van de Grand Blanc-Nez tevoorschijn. De top van die heuvel bestaat meer

landinwaarts uit de nog jongere kalken van het Coniacien, maar die worden niet in het klif aangesneden.

Een zeeëgel uit het Albien (Onder-Krijt)

De fossielen uit de Albien-klei van deze kust zijn zeer bekend. Als ze niet door zand of kalk bedekt worden blijken bepaalde kleilagen fraaie, gepyritiseerde ammonieten en andere fossielen te



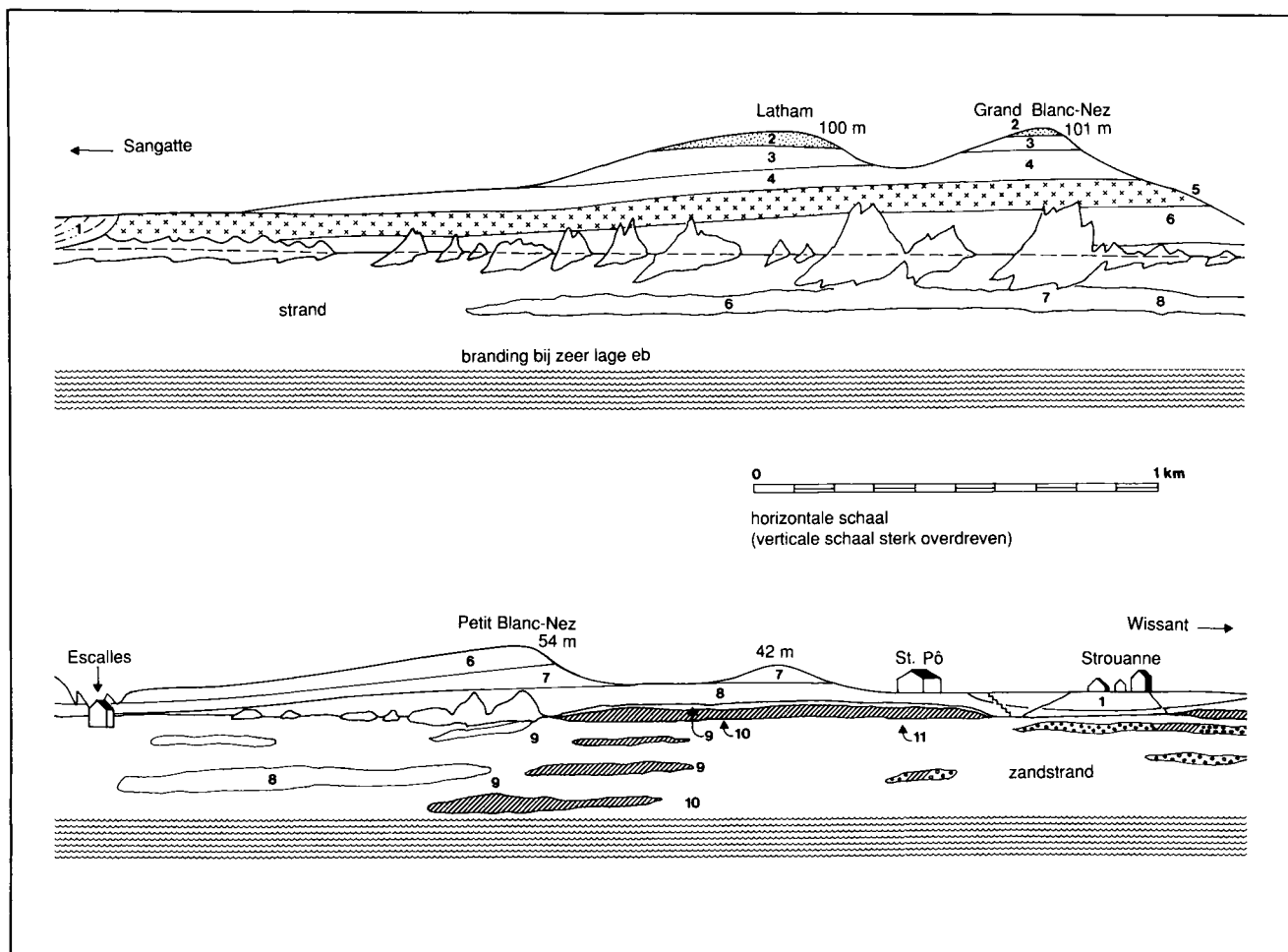
Afb. 1. Tussen Wissant en Escalles liggen ter hoogte van Strouanne meestal uitgestrekte velden met losse stenen op het strand, vlak bij een oude bunker uit de laatste oorlog.

Afb. 2. Kustprofiel en strand tussen Wissant en Sangatte (Dép. Pas de Calais, NW-Frankrijk).

Toelichting

1. "Argile à silex" met kalkslib verspoelde fossielen (*Micrasters*) en vuursteen onder Strouanne. Tertiair en Krijt; ca. 20 m.
 2. Afzetting ("Member") van Caffiers. Overgang Turoon-Coniacien; 18 m.
 3. Guet Formatie, kalk. Midden-Turoon; 12 m.
 4. Mottelettes Formatie, kalk. Midden-Turoon; 24 m.
 5. Grand Blanc-Nez Formatie, harde witte kalk met weinig fossielen. Onder-Turoon; 10 m.
- Tussen 5 en 6 bevindt zich een smalle band: de Crupes Formatie (1,5 m), vroeger Plenus-mergels genoemd.
6. Formatie van Escalles, glauconiethoudende kalk. Boven-Cenomaan; 31 m.

7. Formatie du Cran, korrelige kalk. Midden-Cenomaan; 7,5 m.
 8. Petit Blanc-Nez Formatie, mergelige kalk. Onder-Cenomaan; 14,5 m.
 9. Formatie van Strouanne (vroeger "Tourtia"), sterk kleihoudende kalk in twee banken. Onder-Cenomaan; 1,5 m.
 10. Formatie van St. Pô, kleilagen met vier fosfaatniveaus en gepyritiseerde ammonieten. Midden- en Boven-Albien; 20 m.
 11. Gardes Formatie, kleilaag met twee fosfaatniveaus en gepyritiseerde ammonieten. Onder-Albien; 1 m.
- Op het strand bevinden zich voor Strouanne banken met vuursteen van 1, die kleibanken van 11 bedekken en soms banken van 11 in de omgeving van de bunker; verder noordwaarts banken van 10, die vaak grotendeels door zand bedekt worden, een bank van 9 voor de top van de Petit Blanc-Nez en daarna volop kalkbanken van 8, die zich voorbij Escalles als een soort abrasieplateau voortzetten, maar die ook vaak grotendeels door zand bedekt worden.



bevatten. De Saint-Pô Formatie (zie het kustprofiel van afb. 2 en de toelichting daarbij) bevat een laagje, waarin een kleine spatangoïde zeeëgel voorkomt, die *Hemiaster bailyi* genoemd wordt. Soms wordt die als een steenkern van klei gevonden, maar een enkele keer ook in gepyritiseerde toestand (afb. 30).

Zeeëgels uit de vuursteenbanken

We richten onze aandacht nu op de uitgestrekte banken met losse stenen, die zich bij Strouanne op sommige delen van het strand uitstrekken (en waarvan soms een groot deel door het zand weer wordt overdekt). Opvallend is dat er in deze banken behalve uitgespoelde fossielen zoveel **vuursteen** voorkomt. Tussen de hoekig gevormde vuursteenbrokken zijn hier na ijverig zoeken zeeëgels te vinden, die ook uit vuursteen bestaan. In diverse excursiegidsen worden we op deze fraaie zeeëgels attent gemaakt;

ze worden als *Micrasters* aangeduid.

Gedurende een jaarlijks terugkerend verblijf van enkele weken in deze omgeving hebben wij in de loop van de tijd heel wat van die zeeëgels verzameld. Merkwaardig is dat die bijna altijd gevonden worden in steenvelden en tussen de vuurstenen langs de kust, voorzover die gelegen zijn tussen de half verzonken bunker en het punt waar de donkere klei uit het Albien (na het toegangsweggetje tot Strouanne) voor de tweede keer in de wand van het klif onder de Cenomaan-kalken tevoorschijn komt.

De zeeëgels van het Cenomaan (Boven-Krijt)

De eerste Cenomaanlagen bestaan uit mergels, een sterk kleihoudende kalk, maar hoe verder we noordwaarts gaan, des te minder wordt het kleigehalte. Met een scherpe blik en een beetje

Tabel I. Overzicht van de zeeëgels van de kust tussen Wissant en Calais

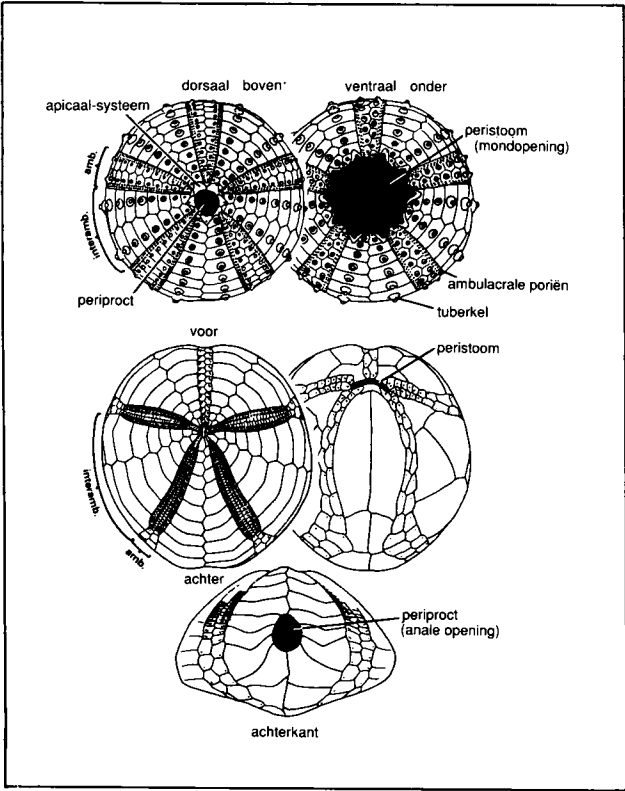
Laag	Ouderdom	Gevonden soorten	Afb.	Formaties
1	Tertiair en Krijt	1. <i>Gauthieria radiata</i> (Sorignet, 1850) 2. <i>Conulus albogalerus</i> (Leske, 1778) 3. <i>Holaster crednerianus</i> (Elbert, 1902) 4. <i>Echinocorys gravesi</i> (Desor, 1847) 5. <i>Micraster coranguinum</i> (Leske, 1778) 6. <i>Micraster decipiens</i> (Bayle, 1878) 7. <i>Micraster gibbus</i> (Lamarck, 1816) 8. <i>Micraster leskei</i> (Desmoulins, 1837)	Afb. 18 Afb. 21 Afb. 23 Afb. 26 Afb. 31 Afb. 32 Afb. 33 Afb. 34	Argileà silex
2	overgang Coniacien-Turoon	9. <i>Stereocidaris cf merceyi</i> (Cotteau, 1880)	Afb. 12	Afzetting van Caffiers
3	Midden-Turoon	10. <i>Conulus subrotundus</i> (Mantell, 1822)	Afb. 22	Guet Formatie
4	Midden-Turoon	idem		Mottelettes Formatie
5	Onder-Turoon	idem en verder 11. <i>Tylocidaris clavigera</i> (Konig, 1820) 12. <i>Stereocidaris subvesiculosa</i> Orbigny, 1850 13. <i>Discoidea minimus</i> Agassiz, 1872	Afb. 11 Afb. 13 Afb. 19	Grand Blanc-Nez Formatie
6	Boven-Cenomaan	14. <i>Holaster subglobosus</i> (Leske, 1778)	Afb. 24	Escalles Formatie
7	Midden-Cenomaan	idem		Cran Formatie
8	Onder-Cenomaan	idem en verder 15. <i>Stereocidaris vesiculosa</i> Goldfuss, 1826 16. <i>Diplopodia variolare</i> (Brongniart, 1821) 17. <i>Hyposalenia acanthoides</i> (Desmoulins, 1837) 18. <i>Camerogalerus cylindricus</i> (Lamarck, 1816) 19. <i>Holaster trecensis</i> (Lemerie, 1842)	Afb. 14 Afb. 17 Afb. 15 Afb. 20 Afb. 25	Petit Blanc-Nez Formatie
9	Onder-Cenomaan	20. <i>Epiaster michelini</i> (Agassiz, 1847)	Afb. 28	Strouanne Formatie
10	Boven-Albien	21. <i>Hemiaster bailyi</i> (Forbes, 1852)	Afb. 30	Saint-Pô Formatie
mogelijk ook nog in				
laag 1		10. <i>Conulus subrotundus</i> (Mantell, 1822) 22. <i>Sternotaxis planus</i> (Mantell, 1822) 5. <i>Micraster coranguinum</i> (Leske, 1778) 23. <i>Micraster normanniae</i> Bucaille, 1883	Afb. 22 Afb. 27 Afb. 31 Afb. 35	
laag 2		6. <i>Micraster decipiens</i> (Bayle, 1878) 8. <i>Micraster leskei</i> (Desmoulins, 1837) 23. <i>Micraster normanniae</i> Bucaille, 1883	Afb. 32 Afb. 34 Afb. 35	
laag 3		22. <i>Sternotaxis planus</i> (Mantell, 1822) 8. <i>Micraster leskei</i> (Desmoulins, 1837)	Afb. 27 Afb. 34	
laag 8		24. <i>Hyposalenia bunburyi</i> (Forbes, 1850) 25. <i>Epiaster crassissimus</i> DeFrance	Afb. 16 Afb. 29	

geluk zie we soms zeeëgels in deze kalk zitten. De grotere behoren tot twee genera, *Holaster* en *Epiaster*, afb. 23, 24, 25, 28, 29. In gunstige gevallen vertonen ze een fraaie tekening en is hun tere schaal gaaf bewaard gebleven. Natuurlijk spoelen ze ook uit door de werking van wind, weer en golven, zodat we ze ook in de steenbanken op het strand kunnen aantreffen. Meestal zijn ze dan tamelijk verweerd en zijn het slechts steenkernen. Hier kunnen we door nauwkeurig speuren ook exemplaren van kleinere soorten of losse stekels van zeeëgels aantreffen. In Tabel I wordt een overzicht van de Krijt-zeeëgels van de Boulonnais-kust gegeven. De gevonden soorten zijn in de afb. 11 - 35 weergegeven. Zie voor de bouw en nomenclatuur van zeeëgels afb. 3.

De *Micrasters* van de Boulonnais

De vuurstenen zeeëgels confronteren ons met een probleem: "hoe kunnen hier *Micrasters* voorkomen?" De kust bestaat hier namelijk uit lagen van het Albien en Cenomaan, maar daarin komt het genus *Micraster* niet voor. Ook het voorkomen van vuursteen is eigenlijk merkwaardig. Vuursteen wordt in deze streek namelijk gevonden in het Turoon en dat komt pas voorbij Escalles in het klif tevoorschijn. Het is dan ook wel begrijpelijk dat er voorbij Escalles aan de voet van het klif een hoge laag vuursteen ligt. Deze vuursteenbank strekt zich nog enkele honderden meters zuidwaarts uit, houdt daarna helemaal op, maar duikt rondom

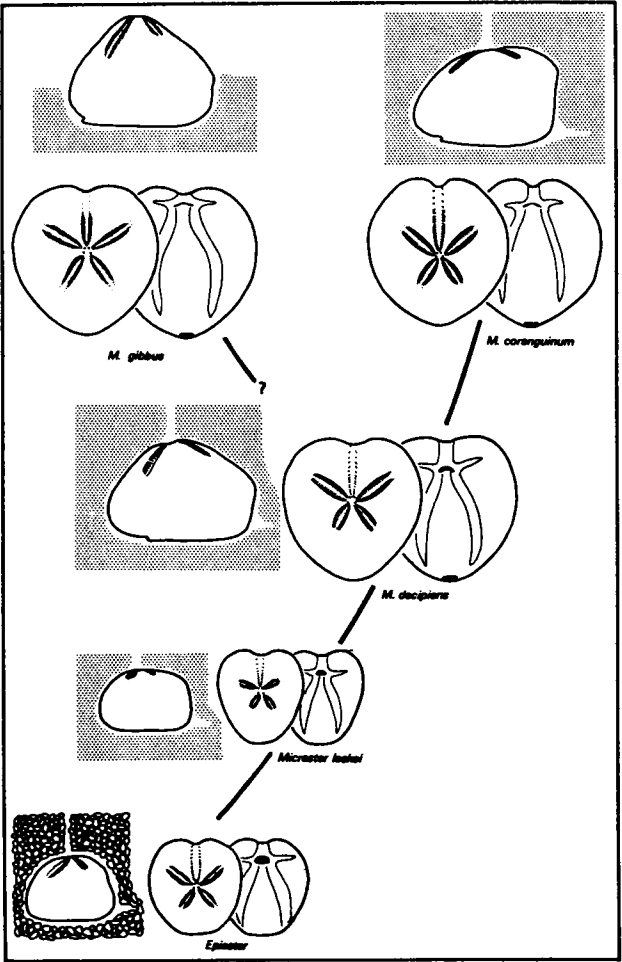
Afb. 3. De oriëntatie van zeeëgels en enkele veel voorkomende namen van hun skeletdelen. Boven: bij reguliere vormen; onder: bij niet-regulaire vormen. (Naar Treatise on Invert. Pal., lit. 5)



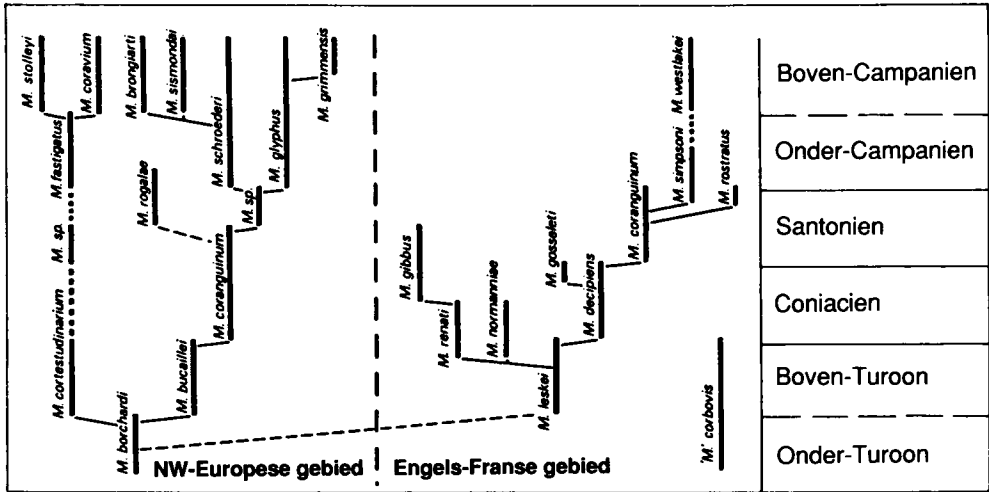
Strouanne weer op in sterk gereduceerde vorm (mits niet volledig bedekt door zand). *Micrasters* zijn in diverse publicaties beschreven en op allerlei plaatsen worden ze afgebeeld. Het genus *Micraster* treedt voor het eerst op in het Midden-Turoon, vermoedelijk uit het genus *Epiaster* geëvolueerd, en verdwijnt in het Maastrichtien, de bovenste etage van het Krijt. Hoe de *Micrasters* evolueerden in de loop van de tijd is eerst onderzocht door Kermack (1952), verbeterd door Ernst (1972) en later opnieuw door Stokes (1975, afb. 4).

Later is het nog eens samengevat door Smith (1984, afb. 5). Allen zien een directe lijn in de evolutie vanaf *Micraster leskei* (afb. 34), via *Micraster decipiens* (afb. 32) naar *Micraster coranguinum* (afb. 31). Enkele opmerkelijke veranderingen zijn daarbij: a) de *Micrasters* worden groter; b) het dorsale oppervlak gaat steiler hellen; c) het apicale systeem verplaatst zich achterwaarts; d) het dorsale deel van het achterste interambulacrum ontwikkelt zich tot

Afb. 5. Door geleidelijke aanpassing aan een zich veranderend milieu ontwikkelden zich de verschillende soorten *Micrasters*. In de afbeelding is niet alleen de vormverandering aangegeven, maar ook de diepte in het sediment waarop de soorten leefden en (schematisch) de aard van het sediment waarin ze voorkwamen. (Naar A. Smith, 1984)



een soort kiel (Stokes spreekt van een "hiel"); e) ze worden breder. Volgens Smith (1984) zouden deze vormveranderingen waarschijnlijk samenhangen met de aanpassing van het dier aan een steviger sediment, waarin het zijn voedsel moest zoeken. Het schijnt dat *Micraster leskei* (afb. 34) zich ontwikkelde uit *Epiaster michelini* (afb. 28). Deze laatste soort komt in het Cenomaan voor en wordt ook wel in de kalken van Strouanne aangetroffen.



Afb. 4. De evolutie van het genus *Micraster* volgens R.B. Stokes, 1975.

De *Micrasters* bij Strouanne

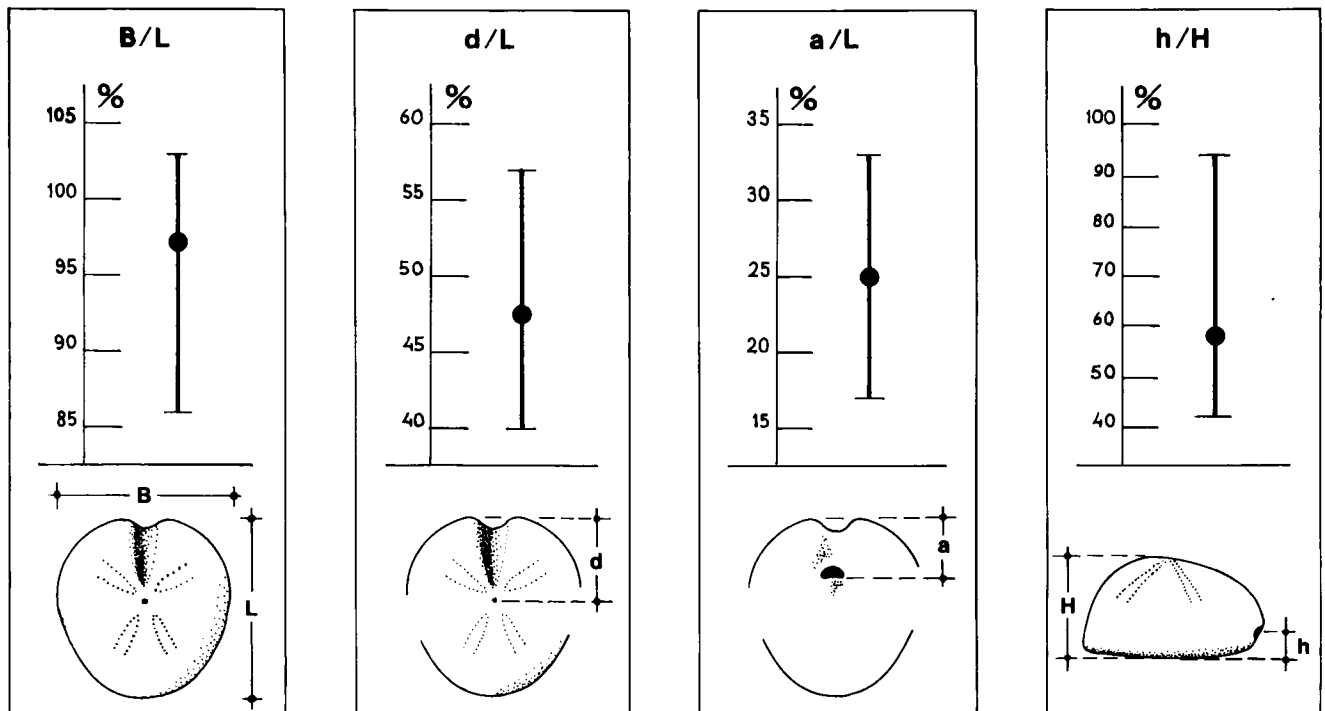
Bouw, vorm en andere kenmerken van de door ons verzamelde vuurstenen zeeëgels laten geen twijfel bestaan aan het feit dat we hier met *Micrasters* te maken hebben. Voor een nader onderzoek hebben wij al onze 40 exemplaren genummerd en er een aantal metingen op verricht. We bepaalden de volgende afstanden (zie afb. 3 voor de nomenclatuur):

1. de lengte van de zeeëgel, L;
2. de breedte, B;
3. de hoogte, H;
4. de afstand van het apicale systeem tot de voorkant, d;
5. de afstand van het peristoom (de mondopening) tot de voorkant, a;
6. de hoogte van het periproct, h.

Van een aantal *Micrasters* afkomstig uit Dieppe (collectie-Zuidema) werden dezelfde eerste drie grootheden gemeten en samen met de metingen aan onze eigen exemplaren werden H en L tegen elkaar uitgezet (afb. 6). Omdat we mogen veronderstellen dat hoogte en lengte tijdens de groei van een zeeëgel gelijkmatig toenemen, hebben we door de meetpunten (open cirkels) zo goed mogelijk een rechte, ononderbroken lijn getekend.

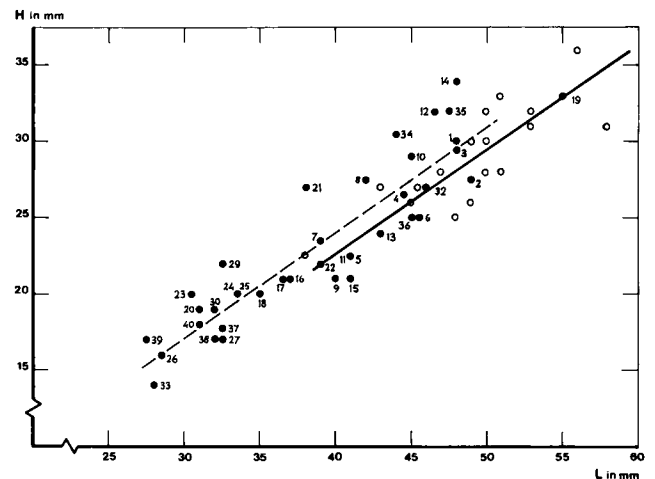
Het blijkt nu dat onze exemplaren zich heel goed bij deze relatie aansluiten, al zijn er een aantal opvallende verschillen. In de eerste plaats loopt een door onze punten (genummerd 1 tot en met 40) aangebrachte streepjeslijn parallel met die door de punten van de Zuidema-collectie, maar ze ligt iets hoger. De hoogte t.o.v. de lengte bij onze exemplaren bedraagt dus iets meer dan bij die van Zuidema. Dat zou op een andere soort *Micraster* kunnen wijzen. Ook zijn er in onze verzameling opvallend veel kleine zeeëgels.

Om iets meer te kunnen zeggen over de soort van onze *Micrasters* en hun herkomst hebben wij de verdere bewerking van onze metingen onafhankelijk gemaakt van de groeigrootte van de fossielen door de absolute meetwaarden om te zetten in relatieve. Wij bepaalden daartoe de waarden B/L, d/L, a/L en h/H in procenten.



Afb. 7. Spreiding en gemiddelde waarde van de breedte (B), de afstand van het apicale centrum tot de voorkant (d), de afstand van de mondopening tot de voorkant (a), alle drie t.o.v. de lengte van de zeeëgel (L), en de hoogte van het periproct (h) t.o.v. de hoogte van de zeeëgel (H) in procenten. De spreiding (de lengte) en het gemiddelde (dikke punt) in deze vier verticale lijnen komen

Afb. 6. In deze afbeelding is de lengte L uitgezet tegen de hoogte H voor 40 zeeëgels uit onze verzameling (dichte genummerde punten). Tevens zijn een aantal *Micrasters* van de Franse kust bij Dieppe opgenomen uit de collectie-Zuidema (open punten) en een lineaire relatie voor deze laatste groep. Duidelijk blijkt dat de zeeëgels van Strouanne een soortgelijke relatie volgen, maar ze zijn gemiddeld iets hoger en er zijn naast grote ook veel kleine exemplaren. In ieder geval zijn het *Micrasters*, maar waarschijnlijk een of meer andere soorten dan die uit de Zuidema-collectie. Dat komt overeen met de bevinding van Monique Fouray, die in Picardië zowel kleine als grote exemplaren van *Micraster leskei* aantroef, maar ook veel exemplaren van *Micraster decipiens* en *Micraster normanniae*.



ten. In afb. 7 zijn de gevonden waarden en hun gemiddelden aangegeven. Van drie van de zo gemeten vier grootheden komen de gemiddelden en de aangegeven spreiding van de metingen van onze 40 exemplaren uit Strouanne zeer mooi overeen met waarden die Monique Fouray vond (zie literatuurr. 9) voor 123

fraai overeen met soortgelijke grafieken, die Fouray vervaardigde voor 123 *Micrasters* uit de niveaus C-4 en C-5 van Picardië. Alleen de a/L-verhouding verschilt enigszins. Misschien komt dat omdat de mondopening bij onze vuurstenen zeeëgels vrij groot is, waardoor de keuze van het referentiepunt reeds tot systematische meetverschillen kan leiden.

Afb. 11. Stekels van de zeeëgel *Tylocidaris clavigera*; 29 mm.

Afb. 12. Waarschijnlijk een *Stereocidaris*, veel lijkend op *Stereocidaris merceyi*. Vindplaats: top van de Grand Blanc-Nez; collectie-De Putter. Doorsnee: 4,5 cm. a. boven; b. onder; c. van opzij.

Afb. 13. *Stereocidaris subvesiculosa*, een *Cidarisoort* tussen Escalles en Sangatte. Doorsnee: 3 cm.

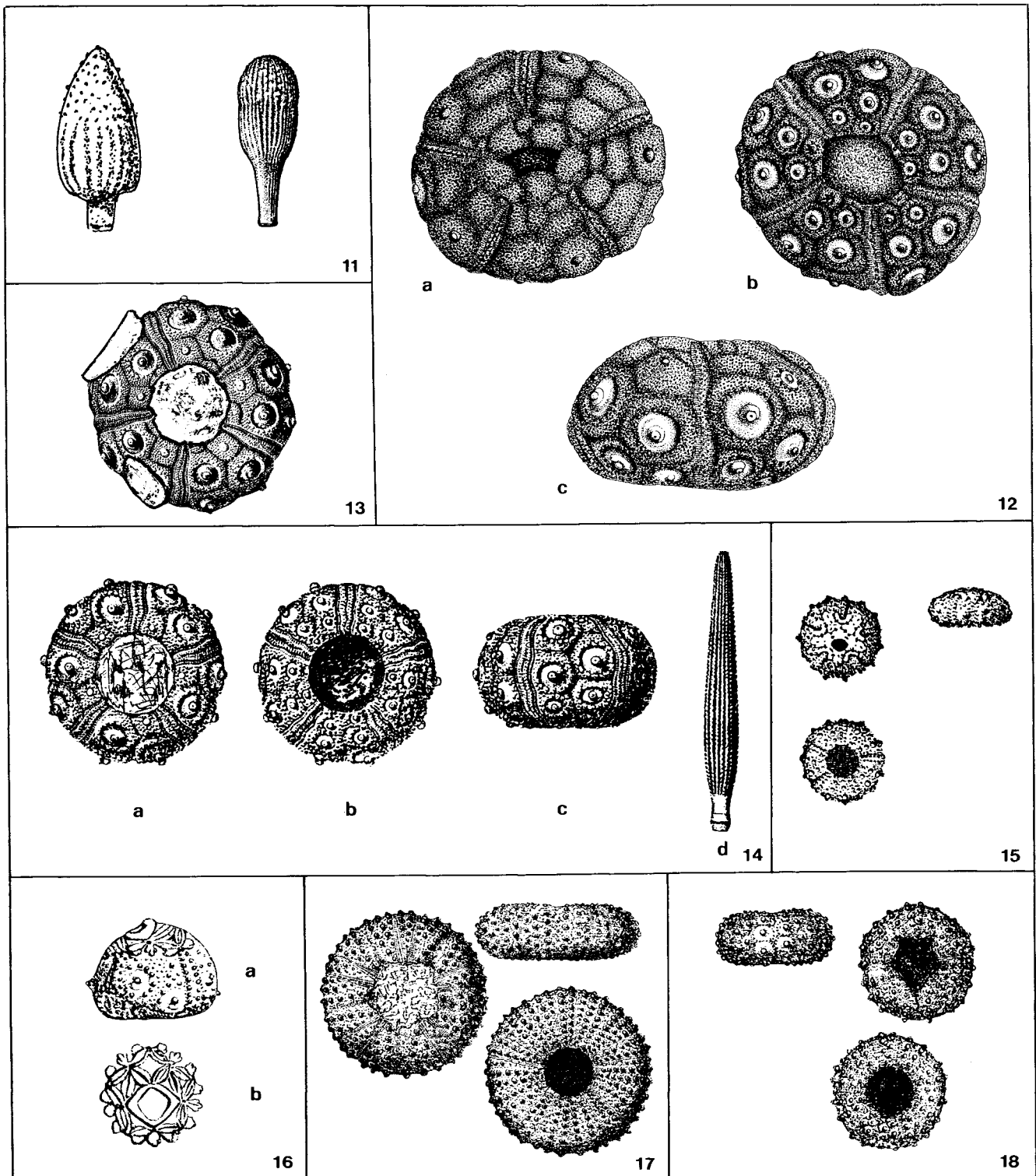
Afb. 14. *Stereocidaris vesiculosa*, een nog niet door ons, wel door L.C. de Putter aan de Boulonnaïskust gevonden soort. a. boven; b. onder; c. van opzij; d. stekel; a, b en c: doorsnee 3 cm; d. vergroot.

Afb. 15. De kleine *Hyposalenia acanthoides* komt in het Onder-Cenomaan voor. Doorsnee: 12 mm.

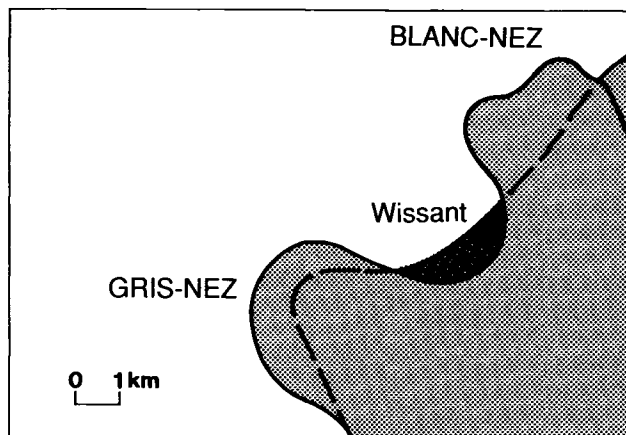
Afb. 16. *Hyposalenia bunburyi* moet volgens lit. 14 in het Onder-Cenomaan voorkomen, maar is nog niet door ons aangetroffen. a. doorsnee 13 mm; b. apicaal systeem, vergroot.

Afb. 17. *Diplopodia variolare*, Cenomaan. Deze werd tot voor kort *Tetragramma variolare* genoemd. Doorsnee 4,5 cm.

Afb. 18. *Gauthieria radiata* behoort tot de zeeëgels uit de vuursteenbanken. Doorsnee 25 mm.



Afb. 8. Vroeg in de Middeleeuwen verliep de kust tussen Wissant en Sangatte geheel anders dan tegenwoordig. Wissant had een haven en verschepte vandaaruit waren naar Engeland. Die oude kustlijn verliep op veel plaatsen veel verder westelijk dan de huidige (gestreept). (Naar Gehu et al., 1984)

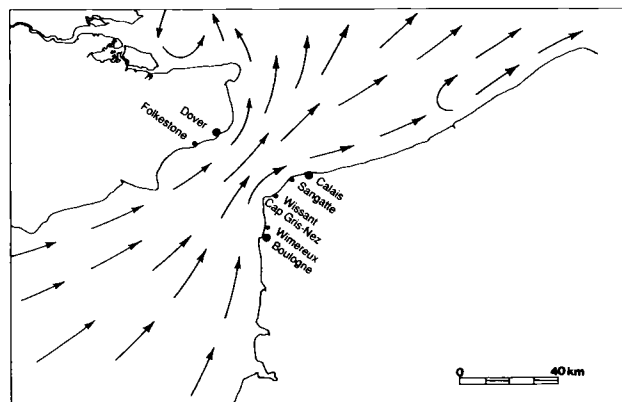


Micrasters uit de niveaus C-4 en C-5 van de kust van Picardië. Deze niveaus zijn gedateerd op de overgangstijd van Turoon naar Coniacien (C-4) en Coniacien (C-5). C-4 bevat voornamelijk *Micraster decipiens* en *Micraster normanniae*, C-5 alleen de soort *M. decipiens*.

De grotere waarde voor a/L die wij vinden, vergeleken met Fourays niveaus C-4 en C-5, zou misschien verklaard kunnen worden door een systematisch meetverschil. Bij onze vuurstenen fossielen is de mondopening wel enkele mm breed en aangezien Fouray niet aangeeft wat zij als referentiepunt neemt bij haar metingen (voorkant, midden of achterkant van de mondopening) is het zeer goed mogelijk dat wij hier systematisch met haar verschillen (2 mm scheelt bij een fossiel van 40 mm lengte reeds 5%).

Waarschijnlijk behoort het grootste deel van de *Micrasters* van Strouanne tot de soort *M. decipiens* (die vroeger vaak met *Micraster cortestudinarium* verward werd). Hun bijna cirkelronde vorm bevestigt dat ook. Deze soort komt volgens de meeste auteurs pas voor in het Coniacien in de naar deze soort genoemde zone. De grens van deze zone met de daaraan voorafgaande zone wordt door Stokes aangeduid als de Normanniae Zone naar de zeeëgel *Micraster normanniae* (afb. 35), die in het niveau C-4 van Picardië voorkomt en die opvalt door zijn geringere hoogte en grotere omvang. Misschien behoren de exemplaren van de collectie-Zuidema tot deze soort. Ook in het materiaal van Strouanne kunnen zij wellicht voorkomen. Behalve *Micrasters* zijn er onder de vuurstenen zeeëgels ook enkele exemplaren gevonden die tot de soort *Echinocorys gravesi* (afb. 26) behoren. Volgens Smiser (1935) komt *Micraster decipiens* in associatie met *Sternotaxis planus* en *Echinocorys gravesi* in het Turoon van Frankrijk voor. Als dat juist is zullen ook exemplaren van *Sternotaxis* in de vuursteenbanken kunnen voorkomen. De kleinere *Micrasters* van onze groep, die opvallend smaller zijn, behoren tot de soort *Micraster leskei*, die zelden groter is dan 40 mm en in het Boven-Turoon van Frankrijk algemeen voorkomt. Dat er ook grotere exemplaren van deze soort voorkomen is al sinds 1878 bekend. Rowe merkte in 1899 op dat deze soort gidsfossiel is voor de top van de Planus Zone, de bovenste zone van het Turoon. Fouray bevestigde het bestaan van grote exemplaren van *Micraster leskei* nog eens opnieuw bij haar recente onderzoek van de *Micrasters* van de kust van Picardië. Ze domineren in haar niveau C-3, terwijl de kleinere in C-2 overheersen. De grote spreiding in de door ons gemeten waarden is weliswaar inherent aan een relatief kleine groep individuen, maar de spreiding is niet opvallend groter dan die welke Fouray vindt. Daarom lijkt het ons onwaarschijnlijk dat er veel exemplaren van *Micraster leskei* in onze groep voorkomen.

Afb. 9. Overheersende richtingen van zeestromingen in het Kanaal tussen de kust van de Boulonnais en Engeland. (Naar Gehu et al., 1984)



We hebben nu een indruk van de tijd van herkomst van onze fossielen. We noemden reeds de naam van enkele zones, waarin Cenomaan, Turoon, Coniacien, enz. verdeeld worden (zie Tabel II). De zeeëgels van Strouanne komen waarschijnlijk uit lagen behorende tot het Boven-Turoon, de overgang Turoon-Coniacien en het Coniacien. In die tijd leefden niet alleen deze zeeëgels, maar ontstonden misschien ook de vuursteenlagen, die hen vergezellen.

De herkomst van de *Micrasters*

Het is denkbaar, dat enkele eeuwen geleden ter hoogte van Strouanne een heuvel voor de tegenwoordige kust heeft gelegen, die door de eroderende werking van de zee volledig is afgebroken. Uit de vorm van de kusten op oude kaarten (afb. 8) blijkt, dat de kust tussen Wissant en Sangatte in de vroege Middeleeuwen veel westelijker verliep. De kliffen van deze kust wijken regelmatig terug door vorst, afschuivingen, watercirculatie en mariene erosie.

Tabel II. Indeling in zones van een groot deel van het Boven-Krijt volgens British Mesozoic Fossils, aangevuld naar R.B. Stokes (1977)

Campanien	1. <i>Belemnites mucronata</i> 2. <i>Gonioteuthis quadrata</i> 3. <i>Offaster pilula</i>	
Santonien	1. <i>Marsupites testudinarius</i> 2. <i>Uintacrinus socialis</i> 3. <i>Micraster coranguinum</i>	
Coniacien	1. <i>Micraster decipiens</i> 2. <i>Micraster normanniae</i>	C-5 C-4
Turoon	1. <i>Sternotaxis planus</i> 2. <i>Terebratulina lata</i> 3. <i>Inoceramus labiatus</i>	C-3 C-2 C-1
Cenomaan	1. <i>Holaster subglobosus</i> 2. <i>Schloenbachia varians</i>	

In de tabel is aangegeven waar zich de niveaus C-1 tot en met C-5 bevinden uit de publicatie van Monique Fouray (lit. 9). Santonien en Coniacien worden samen wel Senoon genoemd. De zones worden genoemd naar het onderstreepte gedeelte van de fossielnamen, het Campanien eindigt bijv. met de *Mucronata* Zone.

Afb. 19. *Discoides minimus* is klein (9 mm) maar met ijverig zoeken tussen Wissant en Escalles te vinden. a. onder; b. boven.

Afb. 20. *Camerogalerus cylindricus* is enkele malen in het Onder-Cenomaan gevonden. Doorsnee: 5 cm.

Afb. 21. *Conulus albogalerus*, door De Putter bij Sangatte aangetroffen. Grootste diameter: 40 mm.

Afb. 22. *Conulus subrotundus* is algemeen tussen Escalles en Sangatte. Ware grootte 2,5 cm.

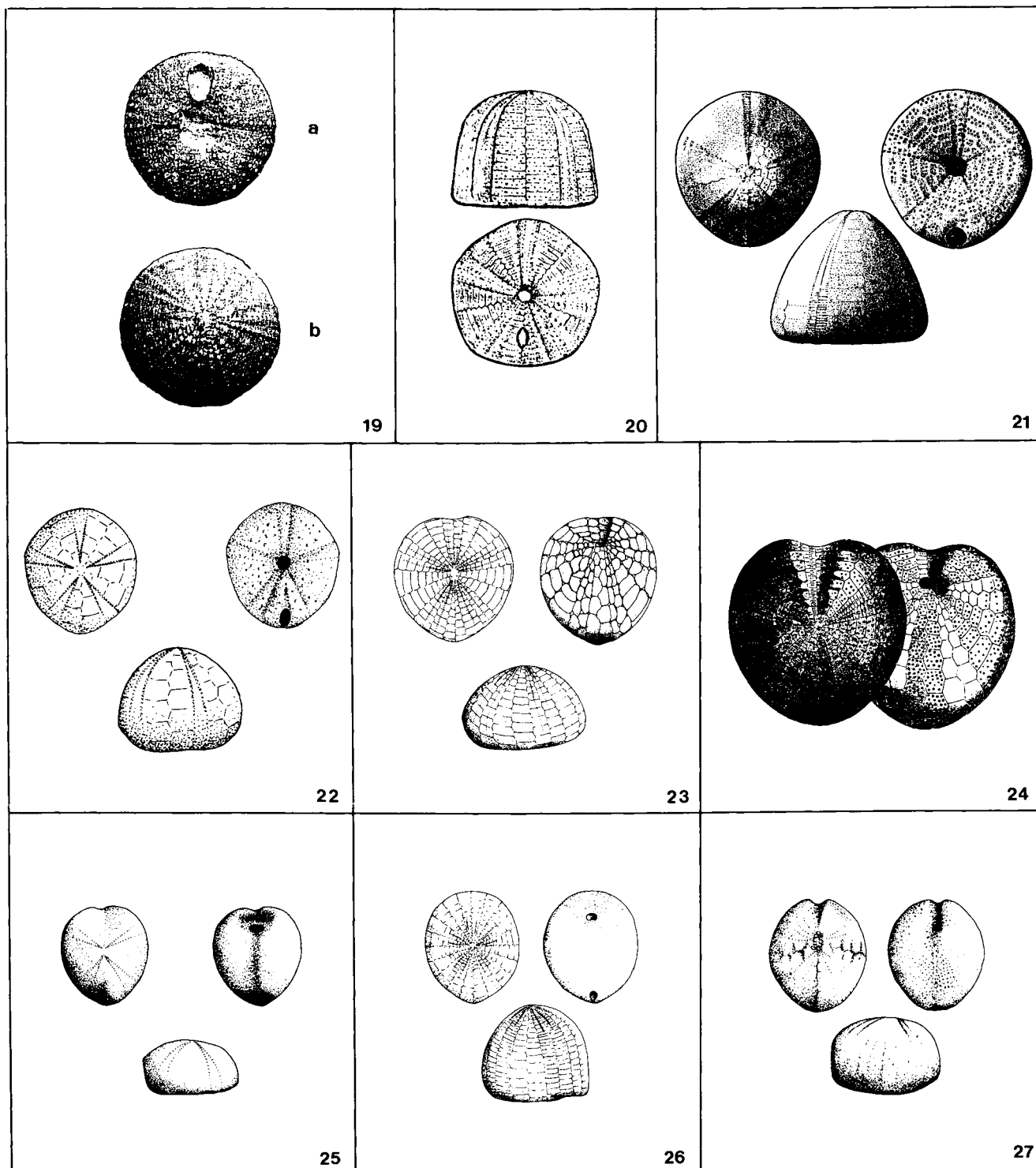
Afb. 23. *Holaster crednerianus*, komt zeldzaam in de vuursteenbanken bij Strouanne voor. Doorsnee 6,5 cm.

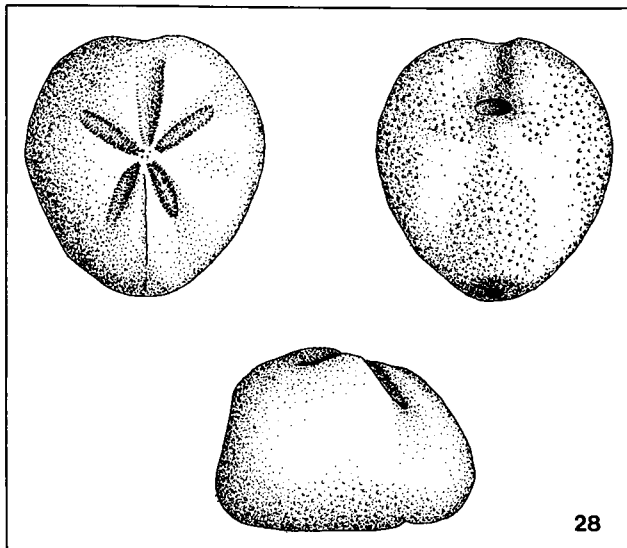
Afb. 24. *Holaster subglobosus* is vrij algemeen in de kalk van het Cenomaan tussen Strouanne en Escalles; 5 cm.

Afb. 25. *Holaster trecensis*; volgens sommigen geen aparte soort, maar een variëteit van *H. subglobosus*. Cenomaan-kalk; ware grootte 3 cm.

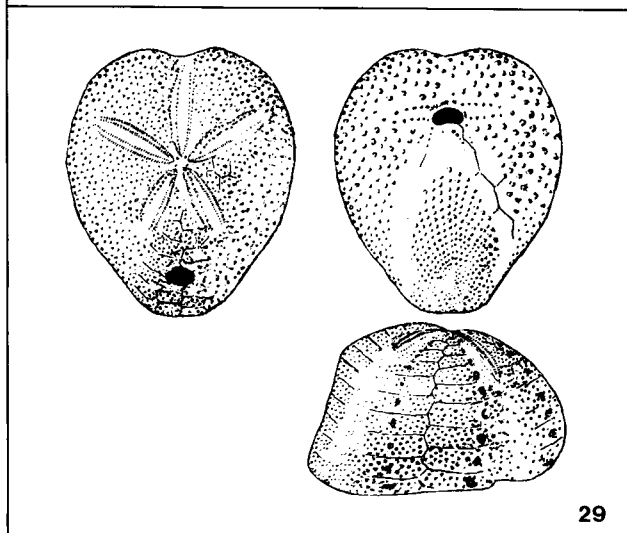
Afb. 26. *Echinocorys gravesi*, uit de steenbanken bij Strouanne; 6 cm.

Afb. 27. *Sternotaxis planus* lijkt veel op *Micraster leskei* maar breedte is veel kleiner dan lengte; de vorm is langwerpiger, *Micrasters* zijn ronder. Nog niet aangetroffen soort, maar zou wel kunnen voorkomen; afgebeeld ex. is 3,5 cm.

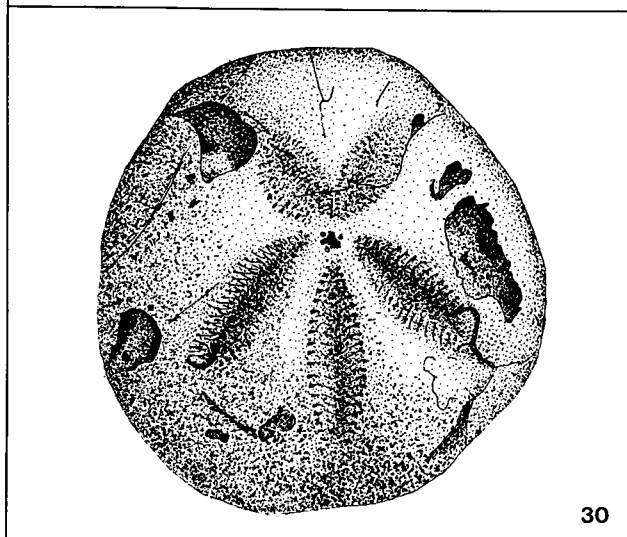




28



29



30

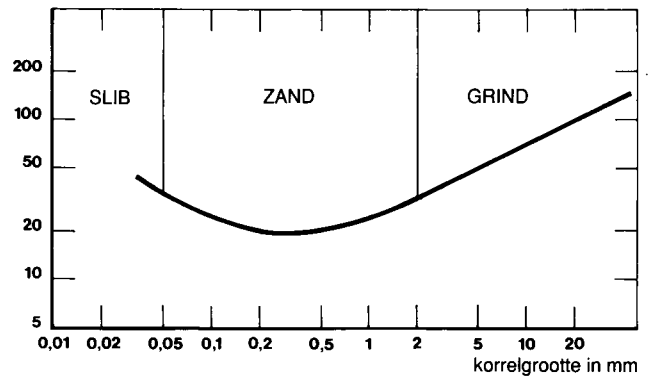
Afb. 28. *Epiaster michelini* is algemeen in de kalk van het Cenomaan; komt ook in de steenbanken voor; 5 cm.

Afb. 29. *Epiaster crassissimus* behoort tot de nog niet gevonden soorten. $L = 53$ mm.

Afb. 30. *Hemiaster bailyi*, vaak als een steenkern van kleisteen, een enkele maal gepyritiseerd in de kleilagen van het Albien; grootte 2,5 cm.

Afb. 10. Naarmate de gemiddelde stroomsnelheid van het water toeneemt kunnen grotere korrels door de stroom worden meegevoerd. Om zeeëgels van enkele cm grootte te transporteren zijn stroomsnelheden van ca 1 m/s nodig (3,6 km/uur).

gemiddelde stroom-
snelheid in cm/s



Volgens het Boulonnais-nummer van Gea (maart 1983, vol. 16, nr. 1, blz. 40) is de afslag van de orde van 25 tot 90 cm per jaar. Volgens andere bronnen kan de afslag in de baai van Wissant zelfs verscheidene meters per jaar bedragen. Bij een teruggang van de kust van 200 meter per eeuw kan een heuvel bij Strouanne in 500 jaar volledig zijn afgebroken. Vuurstenen en *Micrasters* zouden dan restanten zijn van de bovenste lagen uit die heuvel. Natuurlijk ligt het ook voor de hand om te denken aan de mogelijkheid dat de *Micrasters* door de zee hierheen gevoerd zijn (afb. 9). Los bodemmateriaal kan door zeestromingen worden getransporteerd. De verplaatsing kan loodrecht op de kust, evenwijdig daarmee of schuin op de kust plaatsvinden. Het transport is bijna steeds het gevolg van de golfwerking. In golvend water maken de waterdeeltjes draaiende bewegingen en wanneer de waterdiepte niet te groot is, hebben deze bewegingen voldoende kracht om sedimentdeeltjes mee te sleuren. Zelfs als de golven oplopen tegen een geringe onderzeese helling (zoals bij een strand) is de voorwaartse beweging van de waterdeeltjes iets krachtiger dan de teruggaande. Het gevolg is, dat relatief grote sedimentdeeltjes in voorwaartse richting verplaatst worden. Zo kunnen de uit zee aankomende golven zand, grind en schelpen naar het strand toe brengen.

In het Kanaal heerst een van zuid naar noord gerichte meesleepstroom. Stroomsnelheden tot 6 km per uur zijn bij Kaap Gris-Nez niet zeldzaam. Dergelijke stroomsnelheden zijn in staat ook grote sedimentdelen mee te sleuren (afb. 10). Omdat de waterdiepte hier tot enkele kilometers uit de kust betrekkelijk gering is (tot 10 à 20 meter) kan er vooral bij storm betrekkelijk veel sedimenttransport plaats vinden, omdat de invloed van de golven zich dan tot de bodem uitstrekt. De bodem van het Kanaal bestaat dan ook voor een groot deel uit sedimenten van de naburige rotskusten. De verdeling van de sedimenten naar korrelgrootte is gedeeltelijk het gevolg van zeestromingen. Ten zuidwesten van Kaap Gris-Nez liggen grote velden grof materiaal. Misschien worden door de stromingen in het Kanaal zelfs vuursteenbrokken en zeeëgels uit de krijtkusten van Picardië hierheen gevoerd. Het fijne zand wordt in de baai van Wissant afgezet. In de loop van de afgelopen eeuwen zijn zo de duinen rondom die plaats gevormd en is het oude Wissant onder het zand verdwenen. Langzamerhand begraven de zuidwesterstormen door middel van het meegevoerde zand ook de kleilagen uit het Albien ten zuiden van Strouanne. Hier ligt momenteel ongeveer de grens van depositie van het lichte materiaal. Meer noordelijk wordt zwaarder materiaal gedeponeerd.

Alles wijst erop dat de *Micrasters* van Strouanne niet van de voet van het klif van de Grand Blanc-Nez afkomstig zijn. Zeestromingen in noordelijke richting domineren immers. Zouden ze door noordwesterstormen al kunnen worden getransporteerd, dan zou men ze immers vanaf Strouanne noordwaarts gaande in

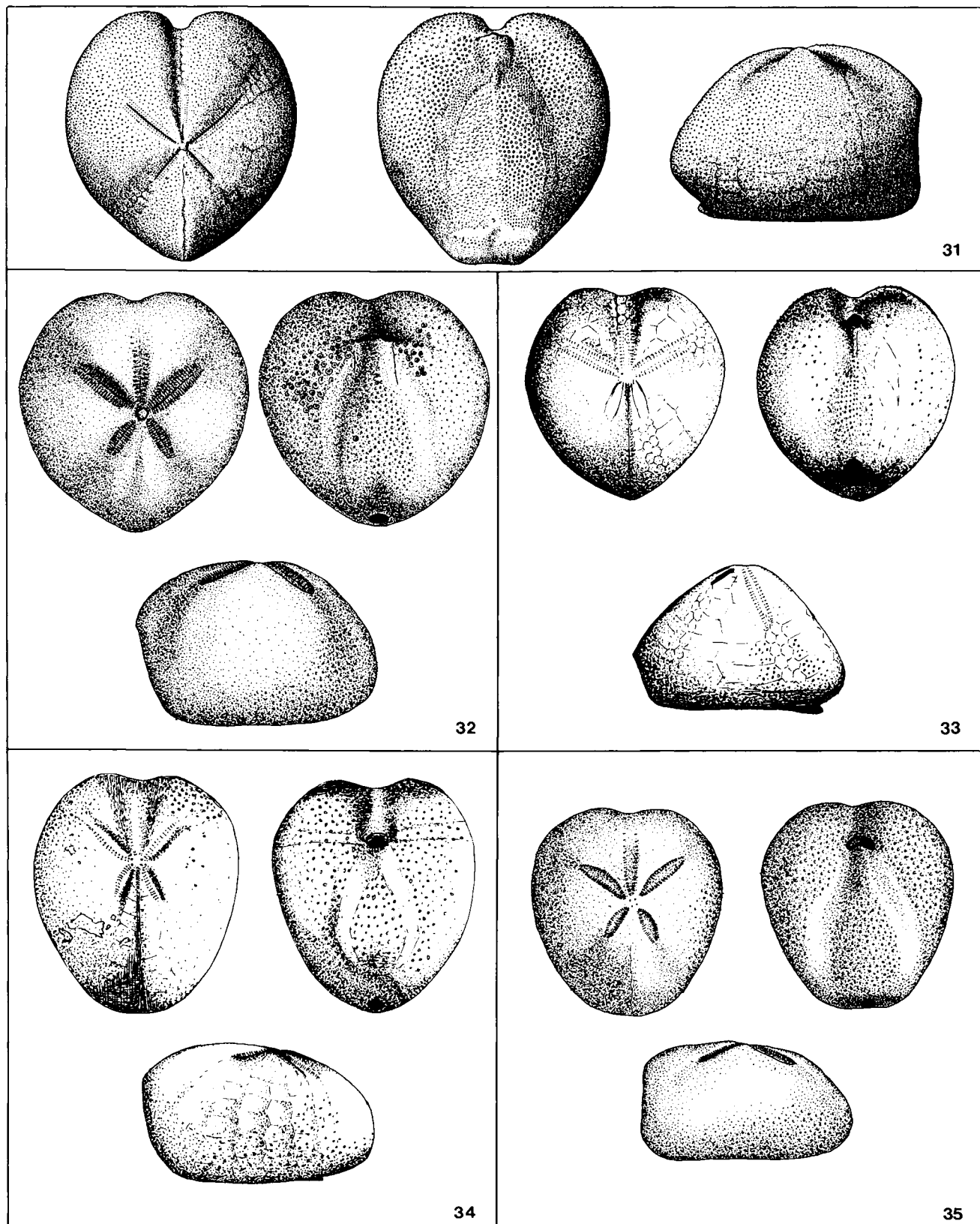
Afb. 31. *Micraster coranguinum*, zeldzaam in de kustlagen vlak bij Sangatte, onlangs ook bij Strouanne gevonden; 5 cm.

Afb. 32. *Micraster decipiens*, algemeen in de steenbanken bij Strouanne; 5 cm.

Afb. 33. *Micraster gibbus*, nog niet door ons bij Strouanne gevonden. Afgebeeld exemplaar: collectie-De Wit; grootte 5 cm.

Afb. 34. *Micraster leskei*; frequent als vuursteenkern bij Strouanne. Hij is langwerpiger dan *M. gibbus* meestal veel kleiner, hoewel er ook grote exemplaren van deze soort moeten voorkomen; afgebeeld ex.: 5 cm.

Afb. 35. *Micraster normanniae*, zeldzaam in laag C-4 van Picardië; zou misschien ook wel eens bij Strouanne gevonden kunnen worden. L = 33 mm.



toenemende aantallen moeten aantreffen en dat is zeker niet het geval, terwijl ze ook aan de voet van de Grand Blanc-Nez zelf bijna ontbreken.

De herkomst van onze *Micrasters* ligt dan eerder ergens onder de zeespiegel van het Kanaal verborgen. Aan de zuidwestkust van Kaap Gris-Nez en bij Wimereux of Boulogne worden ze ook praktisch nooit gevonden. Een fantastisch idee is dat ze dan met een grote boog om Kaap Gris-Nez heenkomen (misschien uit Picardië?)

Er is echter een heel wat eenvoudiger verklaring voor het voorkomen van onze *Micrasters* denkbaar. Werpen we daartoe een blik op de geologische kaart (bijvoorbeeld het blad "Boulogne-Calais" van de Carte Géologique de la France 1 : 80 000) dan zien we dat de kalken uit het Turoon en het Coniacien zich over de lagen uit het Cenomaan in het binnenland op de toppen van veel heuvels in deze omgeving uitstrekken en juist tussen Wissant en Sangatte op de toppen van geïsoleerde heuvels dagzomen. Meestal echter worden deze kalken bedekt door jongere lagen, zoals op de heuvels van de 100 - 150 m hoge Noires Mottes, waar ze overdekt worden door roodgrijze ijzerhoudende schelpzanden, afwisselend met lagen met concreties en vuursteen (de "Poudingue des Noires Mottes" geheten).

De bodem en de beschutte flanken van de meeste in het Krijt uitgegraven droge dalen tussen die toppen zijn bedekt met verspoelde bruine löss ("lions de lavage"). Vlak bij de kust, waar de wind de löss heeft weggeblazen en de eronder gelegen laag heeft ontbloot, zien we op veel plaatsen relatief jong hellingpuin dagzomen in de vorm van de "argile à silex" (een zwarte tot donkerbruine, kleverige, vette klei met ingeschakelde hoekige vuurstenen). Hellingafzettingen, die in het Pleistoceen ontstaan zijn, zijn ook bekend uit de omgeving van Sangatte ten noorden van Strouanne. Deze hellingafzettingen zijn waarschijnlijk het gevolg van glaciëring. (Als in een strenge winter de grond diep bevroren is en als daarna de dooi invalt, kan de ontdooide bovenlaag in een heuvelachtig gebied langs de hellingen afglijden en zo hellingafzettingen vormen.) Uit een studie van het bekende fossiele klif van Sangatte weet men namelijk, dat er in deze streek op grote schaal glaciëring heeft plaatsgevonden van nabijgelegen kalkheuvels.

Op sommige plaatsen (zoals bij Sangatte) bestaat het verspoelde hellingmateriaal uit een mengsel van zand, löss, vuursteen en kalkslib. Men vindt er allerlei geremanieerde fossielen in, waaronder de *Micrasters*, naast *Sternotaxis planus* (afb. 27), *Conulus*-soorten (afb. 21 en 22) en andere Turoon-fossielen. Helemaal bovenaan, op de top van de heuvels bij de Grand Blanc-Nez, ligt de grens Coniacien-Santonien. In principe zou men hier dus zelfs *Micraster coranguinum* (afb. 31) moeten kunnen vinden en ook die *Micraster* kan aan de glaciëring ten offer zijn gevallen en zijn meegesleept naar lagere regionen.

Een aandachtige toeschouwer heeft bij zijn wandeling langs de oude bunker richting Escalles al opgemerkt, dat de kleilagen uit het Albien, die vlak bij de bunker aan de kust dagzomen, na enige tientallen meters plaats maken voor kalken uit het Cenomaan of daarna zelfs voor kalkslib en "argile à silex", om pas enkele honderden meters na de plaats, waar men bij Strouanne het strand op kan rijden, weer in de wand op te duiken. Deze kleine synclinale vervorming in de afgezette lagen (reeds door Destombes in 1948 vermeld) wijst erop dat de "argile à silex" hier veel lager en waarschijnlijk ook in een dikker pakket aanwezig is dan elders aan de kust, zodat die hier door de zee op een veel uitgebreidere schaal is aangetast en losgespoeld. Het verbaast ons dan ook niet meer, dat juist hier zulke uitgestrekte banken met vuurstenen en zeeëgels optreden, terwijl verder noordwaarts tot aan Escalles dergelijke fossielen zelden worden gevonden. Voorbij Escalles komen in afgestorte kalkbrokken soms ook zeeëgels voor, maar bijna geen *Micrasters*.

Interessant is in dit verband een vondst die wij in november 1986 deden. Na een nacht met een ongekend hevige storm en springvloed, was er de volgende middag een zeer lage eb. In de namiddag lukte het ons, tegen de nog onstuimige wind opworstelend, het brede strand van Strouanne over te steken tot vlak bij zee. En daar, dicht bij de wilde branding, vonden wij in een klein steenveld een puntgave *Micraster coranguinum* (afb. 31) met een kern van vuursteen, maar nog omgeven door een mooie gave schaal, kennelijk nog maar kort geleden aangevoerd. Een *Micraster* die stellig geen lange weg over de zeebodem of meegesleurd door de golven kan hebben afgelegd. Het lijkt heel wat waarschijnlijker dat dit fraaie exemplaar door de sterke branding in deze stormnacht is losgebroken uit een kalkbrok van de "argile à silex", die hier boven de bekende lagen dagzomt en die men op een kustprofiel dan ook duidelijk zou moeten aangeven.

De auteur betuigt hierbij zijn dank aan de heren L.C. de Putter, W. de Wit en G. Zuidema voor het ter beschikking stellen van materiaal uit hun collecties en aan Prof. Dr. J.F. Geys uit Antwerpen voor assistentie bij de determinatie van enkele probleemgevallen. De heren J.G. Schilthuizen en W. de Wit hebben het tekenwerk verzorgd, voor zover dat niet aan de literatuur is ontleend.

Graag zou de auteur op de hoogte worden gebracht van vondsten van andere Boulonnais-zeeëgels dan in dit artikel zijn genoemd en afgebeeld. Wie andere typen meent te hebben gevonden wordt uitgenodigd een berichtje te sturen naar: J. van Diggelen, Aetsveldselaan 12, 1381 EA Weesp.

LITERATUUR

1. J.S. Smiser: A Revision of the Echinoid Genus *Echinocorys* in the Senonian of Belgium; Verh.Kon.N.H.Museum van België, nr. 67, 1935.
2. J.P. en P. Destombes: Note sur le Gault de Wissant; Annales de la Société Géologique du Nord, 52, 98 - 113, 1937.
3. K.A. Kermack: A biometrical study of *Micraster coranguinum* and *Micraster senonensis*; Phil.Trans.R.Soc.London, (B), 237, 375 - 428, 1954.
4. M.J. Goguel: Notice explicative de la Carte Géologique de la France; blad Boulogne-Calais, (4e ed.), 1 : 80.000, 1964.
5. R.C. Moore (ed.): Treatise on Invertebrate Paleontology; Part U, Echinodermata 3, Volumes I and II, Geologic Society of America and University of Kansas Press, 1966.
6. G. Ernst: Grundfragen des Stammesgeschichte bei Irregulären Echinoiden der nordwesteuropäischen Oberkreide, Geol. Jb. (A), 4, 63 - 175, 1972.
7. R.B. Stokes: Royaumes et provinces faunistiques de Crétacé, établis sur la base d'une étude systématique du genre *Micraster*; Mem.Mus.Nat.Hist.Nat. (C), 31, 1 - 94, 1975.
8. R.B. Stokes: The Echinoids *Micraster* and *Epiaster* from the Turonian and Senonian of England, Palaeontology, Vol. 20, Part 4, 805 - 821, 1977.
9. M. Fouray: L'Evolution des *Micrasters* dans le Turonien-Coniacien de Picardie Occidentale; Ann. de Paléontologie, Vol.67, Fasc.2, 81 - 134, 1981.
10. A. Richard et al.: Site National des deux Caps; uitg. Manoir du Huisbois-le Wast, 1982.
11. A. Smith: Echinoid Palaeobiology; uitg. George Allen and Unwin, London, 1984.
12. J.M. Gehu et al.: Parc Naturel Régional du Nord - Pas de Calais, Boulonnais, Promenade sur le Site des Deux Caps; uitg. Manoir du Huisbois - Le Wast, 1984.
13. F. Amedro et al.: Parc Naturel Régional du Nord - Pas de Calais, Boulonnais, Géologie du Boulonnais; uitg. Manoir du Huisbois - Le Wast, 1985.
14. F. Robaszynski en F. Amedro: The Cretaceous of the Boulonnais (France) and a comparison with the Cretaceous of Kent (United Kingdom); Proceedings of the Geologists' Association, Vol.97, Part 2, 1986.
15. E. Owen en A.B. Smith: Fossils of the Chalk; Field Guides to Fossils, nr. 2; The Palaeontological Association, London, 1987.