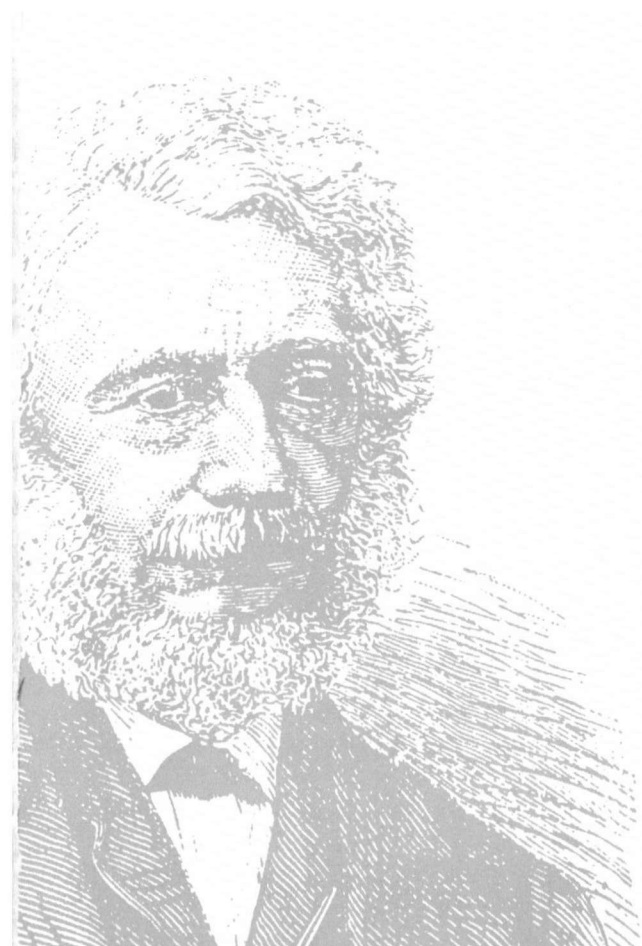


ZEE-EGELS
UIT HET VUURSTEENELUVIUM
VAN HALLEMBAYE
(MONTAGNE SAINT-PIERRE)

STARINGIA 12



Raymond van der Ham - Piet Heinstraat 6, NL-2628 RK Delft

Ludo Indeherberge - Reuvoortweg 63, B-3520 Zonhoven

Edwin Defour - Opperstraat 9, B-3550 Heusden-Zolder

Roland Meuris - Lijsterstraat 11, B-2580 Beerzel

COLOFON

STARINGIA 12 IS EEN SPECIAL VAN HET PERIODIEK Grondboor & Hamer 2006



UITGEVER: NEDERLANDSE GEOLOGISCHE VERENIGING.
Secretariaat: Bongerd 180, 8212 BK LELYSTAD
tel. 0320-242881

Ledenadministratie: de Kievit 15, 7141 NH Groenlo, la.ngv@hccnet.nl

Staringia's zijn onregelmatig verschijnende wetenschappelijke publicaties van de NGV en verschijnen als specials van ons periodiek Grondboor & Hamer.

In deze specials worden door één of meer leden van onze vereniging geologische onderwerpen of geologische perioden uitputtend behandeld.

Leden van de NGV ontvangen Staringia's gratis.

Op de site van de Nederlandse Geologische Vereniging www.geologischevereniging.nl vindt u onder de knop "publicaties" een overzicht van eerder verschenen Staringia's en informatie over verkrijgbaarheid en prijzen.

Deze Staringia is mede mogelijk gemaakt door een aanzienlijke bijdrage van:

- WERKGROEP VOOR HET ONDERZOEK VAN PREHISTORISCHE VUURSTEENMIJNEN
(dit is een werkgroep van de afdeling Limburg van de NGV)
- STICHTING FONDS EVENEMENTEN EN PUBLICATIES VAN DE NGV
- een bijdrage van ENCI BV VESTIGING MAASTRICHT

Vormgeving: Ideemedia, Groenlo www.ideemedia.nl

Druk: Drukkerij Weevers, Vorden www.weevers.nl

ISBN: 90806769-4-2 (m.i.v. 2007: 978-90806769-4-7)

Afbeeldingen binnenzijde omslag:

Pinna cretacea (Schlotheim, 1813), een tweekleppige uit het vuursteenuelvium van de groeve CBR. Coll. Daams KD 424; lengte 22 cm. Tekening (doordruk): Kees Daams.

Inhoud

Inleiding	4
Topografie en stratigrafie	4
Eerder onderzoek	6
Vuursteen.....	12
Fossielen.....	13
Zee-egels.....	13
Determineertabel	16
CIDARIDEN (ORDE CIDAROIDA)	16
1. <i>Temnocidaris (Stereocidaris) sp.</i>	16
2. <i>Temnocidaris (Temnocidaris) sp.</i>	17
SALENIDEN (ORDE SALENIOIDA)	17
3. <i>Salenia (Pleurosalenia) bonissenti</i>	18
PHYMOSOMATIDEN (ORDE PHYMOSOMATOIDA)	18
4. <i>Gauthieria pseudoradiata</i>	18
5. <i>Gauthieria radiata</i>	19
6. <i>Trochalosoma taeniatum</i>	19
ORTHOPSIDEN (ORDE ORTHOPSIDA).....	20
7. <i>Orthopsis miliaris</i>	20
CASSIDULIDEN (ORDE CASSIDULOIDA).....	20
8. <i>Catopygus fenestratus</i>	20
9. <i>Faujasia apicalis</i>	21
10. <i>Nucleopygus coravium</i>	21
11. <i>Nucleopygus scrobiculatus</i>	21
12. <i>Oolopygus pyriformis</i>	21
13. <i>Oolopygus sp.</i>	22
14. <i>Procassidulus lapiscancrī</i>	22
15. <i>Rhyncholampas macari</i>	23
HOLASTERIDEN (ORDE HOLASTEROIDA).....	23
16. <i>Cardiaster granulatus</i>	23
17. <i>Cardiaster rutoti</i>	23
18. <i>Cardiaster sp.</i>	24
19. <i>Echinocorys scutata</i>	25
20. <i>Hemipneustes oculatus</i>	25
21. <i>Hemipneustes striatoradiatus</i>	25
SPATANGIDEN (ORDE SPATANGOIDA).....	26
22. <i>Diplodetus bucardium</i>	26
23. <i>Diplodetus duponti</i>	27
24. <i>Diplodetus parvistella</i>	27
25. <i>Hemiaster aquisgranensis</i>	27
26. <i>Hemiaster koninckanus</i>	28
27. <i>Hemiaster prunella</i>	28
28. <i>Leymeriaster eluvialis</i>	29
Stratigrafie van de zee-egelfauna van Hallembaye	30
Vergelijking met het oostelijk eluvium.....	32
Dankwoord	33
Résumé / Summary / Zusammenfassung	33
Literatuur	34
Tabellen 1 en 2.....	36
Onderschriften Platen 1 t/m 18	38
Platen 1 t/m 18	42

Inleiding

In de speciale uitgave van *Sprekende Bodem* bij gelegenheid van 50 jaar afdeling Limburg van de Nederlandse Geologische Vereniging (1948-1998), beschreef de eerste auteur zijn eerste schreden op het pad van de 'vuursteenegels' (van der Ham, 1999): van een toen nog onbegrepen vuursteenkern van een *Echinocorys* (1969), via de vondst van een 'lage *Hemipneustes striatoradiatus*' in het vuursteeneluvium van het Vijlenerbos (1971), tot de melding van dit exemplaar als *Hemipneustes oculatus*, een destijds nog onbekende soort in Zuid-Limburg en omgeving (van der Ham, 1982). Aansluitend gaf hij een overzicht van de zee-egels uit het oostelijk eluvium (zie ook van der Ham, 2000), waarin 19 soorten uit het vuursteeneluvium van het zuidelijk grensgebied ten oosten van de Maas, de Voerstreek en het Aachener Wald werden besproken. Daarbij werd herhaaldelijk vergeleken met het eluvium van de Sint Pietersberg ten westen van de Maas bij Hallembaye. Diverse soorten uit de rijke fauna van deze vindplaats kwamen al in afzonderlijke publicaties aan de orde, maar een meer omvattende studie is tot nu toe niet verschenen. Omdat een periode van intensief zoeken en verzamelen zo langzamerhand wordt afgesloten, lijkt ons nu de tijd gekomen om de resultaten eens op een rijtje te gaan zetten.

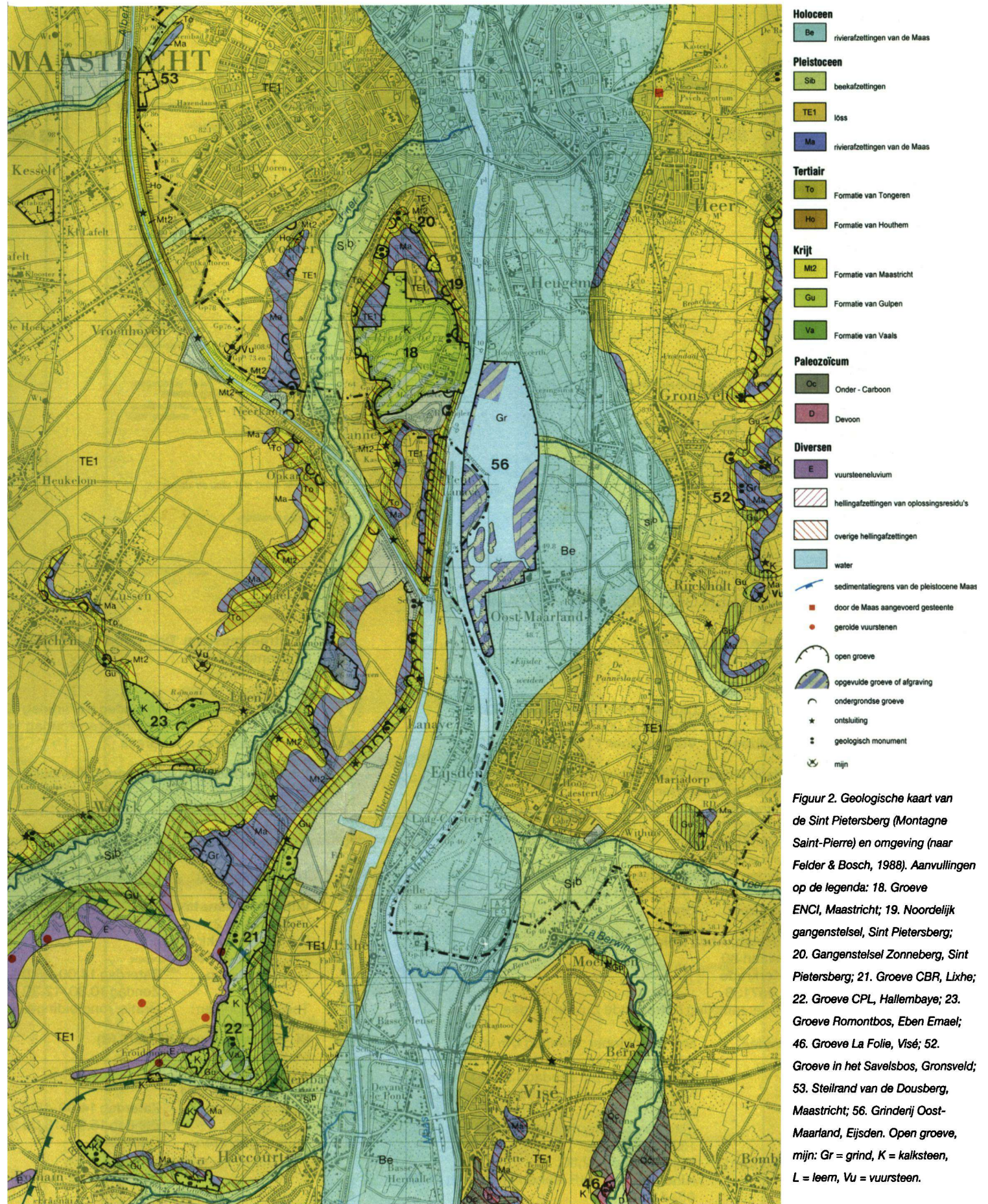
Topografie en stratigrafie

De Sint Pietersberg is het plateau tussen het Maasdal in het oosten en het Jekerdal in het (noord)westen (Fig. 1, 2). Net ten zuiden van Maastricht, waar de Jeker in de Maas uitmondt, eindigt de Sint Pietersberg in een relatief smalle uitkijkpost, waar in 1702 Fort Sint Pieter werd gebouwd. Naar het zuiden versmalt het plateau bij Petit-Lanaye (doorsnijding Albertkanaal), om daarna breed uit te waaiëren (Haspengouw/Hesbaye). Het plateau maakt deel uit van een uitgestrekt heuvellandschap (Mergelland) gevormd door uitlopers van de Ardennen. De Maas en de Jeker hebben zich ingesneden in een met Tertiaire zanden en Pleistocene löss bedekt pakket afzettingen uit het Laat-Krijt (Felder, 1983). De kalksteen uit het Krijt komt van nature alleen aan het oppervlak op de steilere delen van het plateau, de west- en oosthellingen. Daarnaast zijn er talloze kunstmatige ontsluitingen in de vorm van boven- en ondergrondse groeves. De tot 140 à 150 m hoge oosthelling van het Belgische deel van het plateau tot bij Hallembaye (Halembaye, Hèlèbaye) en Haccourt (Haccou), waar het door enkele oost-west verlopende beekdalen wordt onderbroken, is vanouds bekend onder de naam Montagne Saint-Pierre. Het grootste deel van het plateau ten westen van Hallembaye en Loën heeft altijd net buiten het stroomdal van de 'oermaas' gelegen (Felder & Bosch, 1988), waardoor er daar nog een vrijwel onaangeroerd vuursteeneluvium



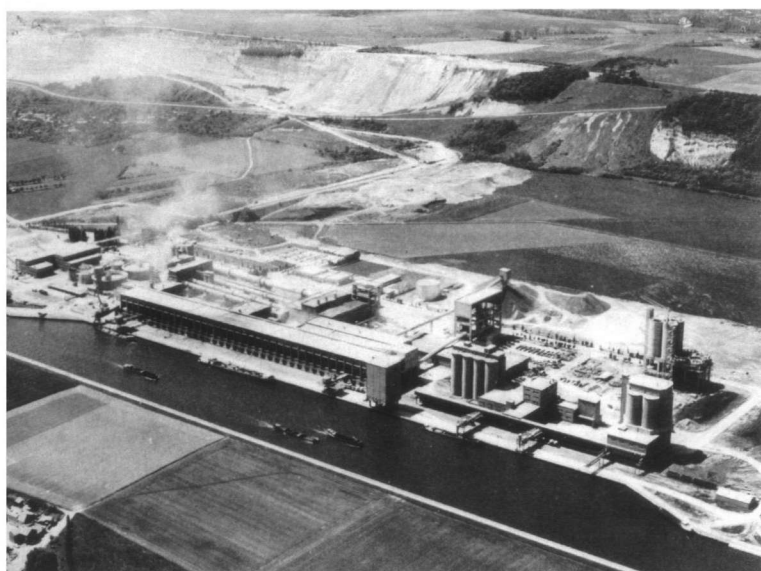
Figuur 1. Zuid-Limburg en aangrenzende delen van België en Duitsland. Aangegeven zijn de Sint Pietersberg (Montagne Saint-Pierre) met de groeves CPL en CBR tussen Froidmont, Hallembaye en Loën.

Zee-egels uit het vuursteenuelvium van Hallembaye





Figuur 3. De rand van het plateau bij Loën (naar het westen gezien), met de groeve CBR. De weg over de helling voor de groeve is nog niet doorgetrokken. Rechts is nog een deel van de groeve Dierckx te zien. Foto: E. Istase, januari 1952.



Figuur 4. De rand van het plateau bij Loën (naar het zuidwesten gezien), met de groeve CBR. De weg over de helling voor de groeve is inmiddels doorgetrokken. Rechts de groeve Dierckx en op de voorgrond het Albertkanaal met de fabriek van CBR. Ansichtkaart, 1970.



Figuur 5. De groeve CPL (naar het noorden gezien). Linksboven is het vuursteeneluvium te zien. Foto: maart 1987.

aanwezig is (Fig. 2). Door afgraving van de oosthelling tussen Hallembaye en Loën door de cementindustrie zijn een viertal kleinere en grotere groeves ontstaan (Fig. 3-5): in het zuiden bij Froidmont een kleine groeve van de voormalige Nederlandsche Portland Cementfabriek in Vijlen (gesloten in 1929), de twee grote groeves Ciments Portland Liégeois en Cimenteries et Briqueteries Réunies (verder kortweg aangeduid als CPL en CBR), en de kleine, voormalige groeve Dierckx aan de andere kant van de weg ten noorden van CBR. Deze laatste is de typelocaliteit van de Kalksteen van Lixhe. In CPL en CBR is het eluvium al jarenlang goed toegankelijk en hebben de auteurs van voorliggende studie bijna al hun materiaal verzameld.

Vuursteeneluvium (Fig. 6-9) is het onoplosbare residu van vuursteenhoudende kalksteenafzettingen. Behalve vuursteen bevat het ook zand, klei en rolsteentjes. Bij Hallembaye is een 3 tot 6 meter dik pakket aanwezig, overgebleven van een ongeveer 20 meter dikke laag kalksteen (Felder, 1983). De brokken vuursteen zijn ingebed in Oligoceen zand dat de oorspronkelijke kalksteen bedekte. Ze liggen nog min of meer in stratigrafische volgorde, en vaak kan men eenzelfde laag over tientallen meters vervolgen. In het zuidelijke deel van CPL zijn de vuurstenen van het eluvium afkomstig uit de Kalksteen van Lixhe 2 (Fig. 10), de Kalksteen van Lixhe 3 en de Kalksteen van Lanaye (Formatie van Gulpen), en in het noordelijke deel uit het bovenste deel van de Kalksteen van Lanaye en het onderste deel van de Formatie van Maastricht (Felder, 1983; Felder & Bosch, 2000). Dit verklaart het voorkomen in het zuidelijke deel van CPL (en in de aansluitende oude NPC-groeve) van steenkernen van *Echinocorys scutata*, een egel die niet voorkomt in de Kalksteen van Lanaye en de Formatie van Maastricht (hoogste voorkomen: c. 6 m boven basis Kalksteen van Lixhe 3). Het feit dat het eluvium naar het noorden geleidelijk jonger wordt, heeft te maken met de zwakke 'dip' (helling 1-1.5°) van de kalksteenlagen naar het noordnoordwesten (Fig. 11; meded. W. Felder; zie ook Francken, 1947), waardoor in die richting steeds jongere lagen dagzomen. In CBR, welke groeve naar het noorden op CPL aansluit, reikt het eluvium daarom minder diep in de Kalksteen van Lanaye en hoger in de Formatie van Maastricht dan in CPL. Nog verder, aan de overkant van de Jeker bij Romontbos, is het eluvium nog jonger (Kalksteen van Nekum; Indeherberge et al., 1993), en vinden we vrij algemeen enkele soorten die in CPL/CBR zeldzaam zijn (*Faujasia apicalis*, *Procassidulus lapiscancrri*), of geheel ontbreken (*Leymeriaster maastrichtensis*). Ook de andere eluvia ten noorden en westen van de Jeker, tussen Kanne en Vechmaal, zijn (hoofdzakelijk) in de Formatie van Maastricht te plaatsen (Indeherberge et al., 1996).

Eerder onderzoek

In tegenstelling tot het oostelijk eluvium, waarover in de negentiende-eeuwse literatuur uitgebreid verslag wordt gedaan (van der Ham, 2000), lijkt het rijke eluvium bij Hallembaye vroeger nauwelijks bekend geweest te zijn. Bijna alle aandacht ging uit naar het noordelijke deel van de Sint Pietersberg bij Maastricht, waar in groeves spectaculaire dingen als grote stukken versteend hout, *Mosasaurus*-resten en reuzen-



Figuur 6. Het vuursteeneluvium in de groeve CPL. Onder het eluvium is nog een stukje van de Kalksteen van Lanaye met enkele vuursteenlagen te zien. Op het eluvium ligt Oligoceen zand en daarop een lösspakket. Foto: maart 1987.



Figuur 7. Het vuursteeneluvium in de groeve CPL. Onder het eluvium is nog een stukje van de Kalksteen van Lanaye met enkele vuursteenlagen te zien. Op het eluvium ligt Oligoceen zand en daarop een lösspakket. Aan de voet van het profiel liggen losse brokken vuursteen. Foto: maart 1987.



Figuur 8. Een profiel bovenin de groeve CBR (gezien naar het zuiden), met in het bovenste deel het vuursteeneluvium. Aan de voet van het profiel liggen losse brokken vuursteen. Foto: juni 1988.



Figuur 9. Een profiel bovenin de groeve CBR, met in het bovenste deel (rood-bruin) het eluvium. Onder het eluvium is de Kalksteen van Lanaye met een aantal vuursteenlagen te zien. Het contactvlak tussen het eluvium en de kalksteen is sterk geaccidenteerd. Foto: april 2004.

zeeschildpadden werden gevonden. De enige ons bekende vermelding is die van Horion (1859) in een artikel over het Krijt in België: “entre Loën et Hallembaye, on observe au sommet de la colline ces mêmes silex remaniés dans un sable tertiaire” (tussen Loën en Hallembaye vindt men bovenaan de helling diezelfde vuursteen verplaatst in Tertiair zand). Horion vergeleek dit vuursteeneluvium met de vuursteenhoudende kalksteen die ten noorden van Loën voorkomt, en kwam tot de conclusie dat deze laatste afzettingen ook tussen Loën en Hallembaye aanwezig geweest moeten zijn. Daarbij gaf hij, tegelijk met Ubaghs (1859), duidelijk blijk van zijn inzicht in de oorsprong van een vuursteeneluvium. Ook gaf hij een klein maar interessant lijstje van zee-egels die hij vrij veel in de vuursteen tussen Hallembaye en Loën vond (tabel I). Vermoedelijk deed Horion zijn waarnemingen in min of meer natuurlijke ontsluitingen of in kleine groeves. Zelf kennen wij het eluvium bij Hallembaye eigenlijk alleen maar als een grote, onnatuurlijke ontsluiting bovenin de groeves CPL en CBR (Fig. 5, 12). In 1950 was er al een flinke groeve (Fig. 3). In die tijd ook bezochten de gebroeders Sjeuf en Werner Felder voor het eerst deze locatie, maar pas vanaf 1955 verzamelden zij in het vuursteeneluvium. Volgens Werner werd er in die jaren nog niet door anderen in het eluvium

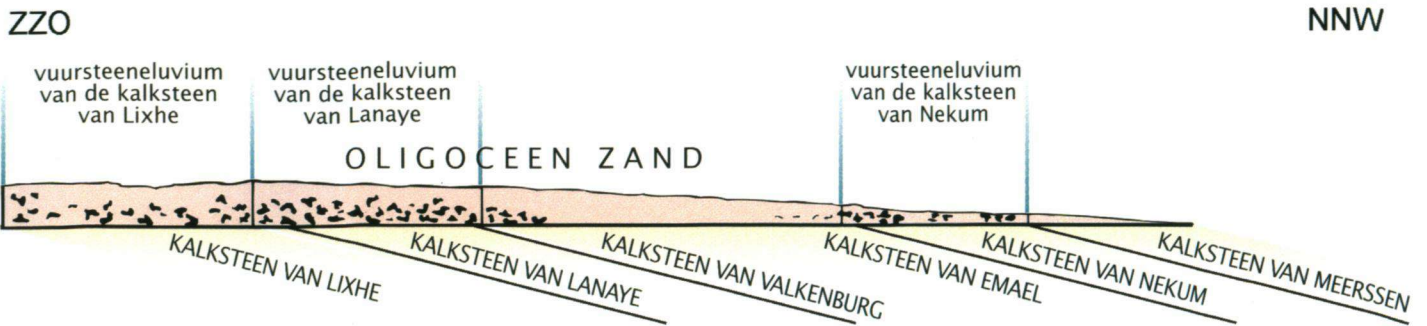
gezocht, ook niet door ‘n professional als Max Meijer (zie ook Meijer, 1965), en was het Ludo Indeherberge die als een van de eersten omstreeks 1975 intensief is gaan verzamelen. In het midden van de 70-er jaren kwam hij er samen met Victor Luyckx regelmatig om in de kalksteen naar *Echinocorys* te zoeken. Naar aanleiding van een brok vuursteen met enkele steenkernen van *Hemipneustes striatoradiatus* uit het eluvium van de groeve Marnebel in de collectie van Theo Lammers, zijn ze ook in het (oudere) eluvium bij Hallembaye gaan zoeken, en niet tevergeefs! Het was het begin van een periode van pionieren in een harde maar boeiende steensoort, die fantastisch geconserveerde zee-egels bleek te bevatten, en die zeker in de eerste fase van onderzoek iedere keer weer verrassende vondsten opleverde. Al tijdens een eerste verkenning werd op een stort aan de westkant van CPL, behalve materiaal met de algemeenste soorten (*Oolopygus pyriformis* en *Cardiaster granulatus*), ook een brok met drie *Echinocorys*-kernen (Doumen, 2003b) geborgen. Daarna werd vooral gezocht in het gestorte vuursteenmateriaal (Fig. 12-14) en in het uitgespoelde materiaal aan de voet van het eluvium (Fig. 6-9, 15), waar de zee-egels en andere fossielen veel makkelijker en overvloediger te vinden waren dan in het profiel van het eluvium. Om energie te sparen werd er zo min mogelijk ‘op goed geluk’ gehakt. Alleen veelbelovende brokken werden met een zware hamer gespleten (Fig. 13, 14). Langzamerhand groeide de affiniteit tot het materiaal en kon het rendement worden vergroot door in brokken van een bepaalde vorm, kleur en hardheid te gaan zoeken.

DANIEN				
laat	MAASTRICHTIEN	MAASTRICHT FORMATIE	<i>kazimirovlenis</i> Z.	
			MEERSSEN KALKSTEEN	Caster Horizont
			NEKUM KALKSTEEN	Kanne Horizont
			EMAEL KALKSTEEN	Laumont Horizont
			SCHIEPERSBERG KALKSTEEN	Lava Horizont
				Romontbos H.
			GRONSVELD KALKSTEEN	Schiepersb. H.
			VALKENBURG KALKSTEEN	St. Pieter H.
			LANAYE KALKSTEEN	Lichtenberg H.
			LIXHE KALKSTEEN	vuursteenlaag 16
	GULPEN FORMATIE	Vuursteen eluvium	Nivelle Horizont	
			Wahlwiller H.	
			VIJLEN KALKSTEEN	<i>cimbrica</i> Z.
				<i>sumensis</i> Z.
				<i>obtusa</i> Z.
vroeg				Bovenste Bos H.
laat			BEUTENAKEN KALKSTEEN	<i>langel</i> Z.
				Slenaken Horizont
				? <i>roemeri</i> Z.
			ZEVEN WEGEN KALKSTEEN	<i>basiplana/spiniger</i> Z.
		<i>conica/mucronata</i> Z.		
		Zeven Wegen H.		
vroeg	VAALS FORMATIE	<i>lingua/ quadrata</i> Z.		
SANTONIEN				

Figuur 10. Stratigrafisch overzicht van het Krijt in Zuid-Limburg en omgeving, waarin aangegeven het vuursteeneluvium ontstaat uit de Kalksteen van Lixhe, de Kalksteen van Lanaye en het onderste deel van de Formatie van Maastricht, zoals dat aanwezig is tussen Froidmont, Hallembaye en Loën (Fig. 1, 2).

Aanvankelijk, om gewicht en ruimte te sparen, werden alleen de steenkernen meegenomen, maar later werden ook de informatieve afdrukken ingepakt. Na verloop van tijd sloot Roland Meuris en later ook Edwin Defour zich bij hen aan. Ook anderen begonnen te zoeken, maar door oppervlakkig verzamelen, verloren de meesten al snel hun belangstelling voor de weerbastige vuursteen. De volhouders verenigden zich in 1988 in de Studiegroep Krijt en Vuursteeneluvium. Bij diverse gelegenheden verzorgden ze tentoonstellingen van materiaal uit het eluvium van Hallembaye.

Het verhaal van de eerste auteur begint in 1983 met een excursie naar Hallembaye met Walter de Wit en Garnt Zuidema. Walter vond er zijn eerste vuursteenegels (waaronder *Diplodetus bucardium* en *Leymeriaster eluvialis*) in 1979. Genoemde excursie in 1983 vond plaats naar aanleiding van de vondst van *Hemipneustes oculatus* in het oostelijk eluvium tussen Epen en Vaals, de eerste buiten Bekken van Mons in het zuiden van België (van der Ham, 1982), en al direct werden ook bij Hallembaye een aantal fragmenten van deze prachtige egel gevonden. Later in 1983 volgden nog meer bezoeken, onder meer met de afdeling Limburg van de Nederlandse Geologische Vereniging onder leiding van Werner Felder. In datzelfde jaar verscheen van zijn hand een artikel over de kalksteengroeve CPL (Felder, 1983), inclusief een stukje over het eluvium met vermelding van enkele zee-egesoorten (zie ook tabel 1): "In de vuurstenen uit het hoogste deel van de Kalksteen van Lanaye en het onderste deel van de Formatie van Maastricht komen niet zelden nesten met veel verkiezelde fossielen voor. Het meest algemeen zijn steenkernen en afdrukken van zee-egels behorende tot de geslachten: *Catopygus*, *Olopygus*, en *Cardiaster*. Meer zeldzaam zijn fragmenten van de zee-egels *Hemipneustes striatoradiatus* (LESKE) en *Toxopatagus rutoti* (LAMBERT). Het is een grote uitzondering wanneer gave steenkernen van deze twee zee-egels gevonden worden". Het eluvium bleek zelfs zeer rijk te zijn: met een beetje geluk kon je op één dag wel een stuk of acht zee-egesoorten tegenkomen, en dat terwijl er in museumcollecties (Mijnbouwkunde in Delft, Natuurhistorisch Museum in Maastricht, Rijksmuseum voor Geologie en Mineralogie in Leiden, Teylers Museum in Haarlem) nauwelijks of geen materiaal uit Hallembaye te vinden was. De aandacht was blijvend gewekt! Daarbij kwam dat de vondsten prachtig vergelijkingsmateriaal vormden voor het onderzoek aan de zee-egels uit het oostelijk eluvium. In een bespreking van het voorkomen van de zee-egel *Hemiaster koninckanus* in het Maastrichtiën van Zuid-Limburg en omgeving werd ook materiaal uit het eluvium van Hallembaye betrokken en werd tevens een lijst van 14 zee-egesoorten uit dit eluvium gegeven (van der Ham, 1984). Een overdruk van dit artikel werd opgestuurd naar Ludo Indeherberge, een "Belgische verzamelaar van zee-egels uit Hallembaye" die Walter de Wit eens op een beurs had ontmoet. Ludo reageerde enthousiast op de vraag naar aanvullingen op de lijst (het begin van een lange en vruchtbare samenwerking en een lange reeks gezamenlijke excursies), en mede hierdoor was het mogelijk om al in 1985 de soortenlijst te herzien en aan te vullen tot 20 soorten (van der Ham, 1985a; zie ook tabel 1). In hetzelfde jaar verscheen een artikel over *Hemiaster aquisgranensis* (van



Figuur 11. Schematisch profiel van zuidzuidoost naar noordnoordwest over de Sint Pietersberg (Montagne Saint-Pierre), met daarin de kalksteenlagen van het bovenste deel van de Formatie van Gulpen en de Formatie van Maastricht (Fig. 10). De lagen vertonen een zwakke 'dip' (helling 1-1.5°) naar het noordnoordwesten (sterk overdreven in het schema), waardoor een zuidelijker gelegen eluvium (links in het schema) 'ouder' is dan een noordelijker gelegen eluvium (rechts in het schema) (naar Indeherberge et al. 1993, fig. 4).

der Ham, 1985b), een algemene egel in het oostelijk eluvium, maar een vrij zeldzame verschijning bij Hallembaye. In 1987 publiceerde het Natuurhistorisch Genootschap in Limburg de 'Atlas van de zee-egels uit het Campaniën, Maastrichtiën en Daniën van Zuid-Limburg en aangrenzende delen van België en Duitsland' (van der Ham et al., 1987). Natuurlijk kwam ook het eluvium hierin uitgebreid aan de orde: 21 zee-egelsoorten werden voor de vuursteen van Hallembaye vermeld. Uit een vergelijking met de stratigrafische verspreiding van deze soorten in de kalksteen werd bevestigd dat deze vuursteen voor het grootste deel werd gevormd door uitspoeling van de Kalksteen van Lanaye en het onderste deel van de Formatie van Maastricht, met een kleine bijdrage van de Kalksteen van

Lixhe (*Echinocorys*). Sinds het verschijnen van 'de atlas' is er nog veel verzameld en zijn er nog enkele soorten bijgevoerd. In 1995 werd de vrij algemene *Hemiaster* sp. beschreven als een nieuwe soort, *Hemiaster (Leymeriaster) eluvialis*, met als type-localiteit het vuursteeneluvium bij Hallembaye (van der Ham, 1995). In 1996 werd op het 9^{de} internationale echinodermen-congres in San Fransisco een methode gepresenteerd waarmee met behulp van afgietels van siliconenrubber, steenkernen van *Diplodetus*-soorten onderscheiden konden worden (Indeherberge et al., 1998). Hierbij werd ook voor het eerst melding gemaakt van *Diplodetus duponti* in het eluvium van Hallembaye. Bij dezelfde gelegenheid werd een overzicht gegeven van het voorkomen van het geslacht *Hemiaster* in het type-gebied van het Maastrichtiën (van der Ham & Jagt, 1998). Van de zeven gevonden soorten zijn er vier in het eluvium van Hallembaye te vinden: *Hemiaster aquisgranensis*, *H. (Leymeriaster) eluvialis*, *H. koninckanus* en *H. prunella*, en de afgebeelde exemplaren van deze soorten zijn alle van deze vindplaats afkomstig. De meest recente soortenlijst van vuursteenegels uit Hallembaye werd gepubliceerd in het artikel over het oostelijk eluvium (van der Ham, 1999, 2000): 25 soorten, waarvan *Salenidia* sp. nog niet eerder was

Figuur 12. Gestorte vuursteen in de groeve CBR (gezien naar het noordoosten). Achter de 'coulisse' is de fabriek van CBR te zien. Vlak links van de 'coulisse' is het viaduct van de weg over de helling voor de groeve te zien (vergelijk met Fig. 3 en Fig. 4). Foto: juni 1988.





Figuur 13. Gestorte vuursteen onderin de groeve CBR. (vergelijk met Fig. 12). Foto: juni 1988.

Figuur 14. Gestorte vuursteen in de groeve CBR Veelbelovende brokken worden met een zware hamer gespleten. Foto: juni 1988.





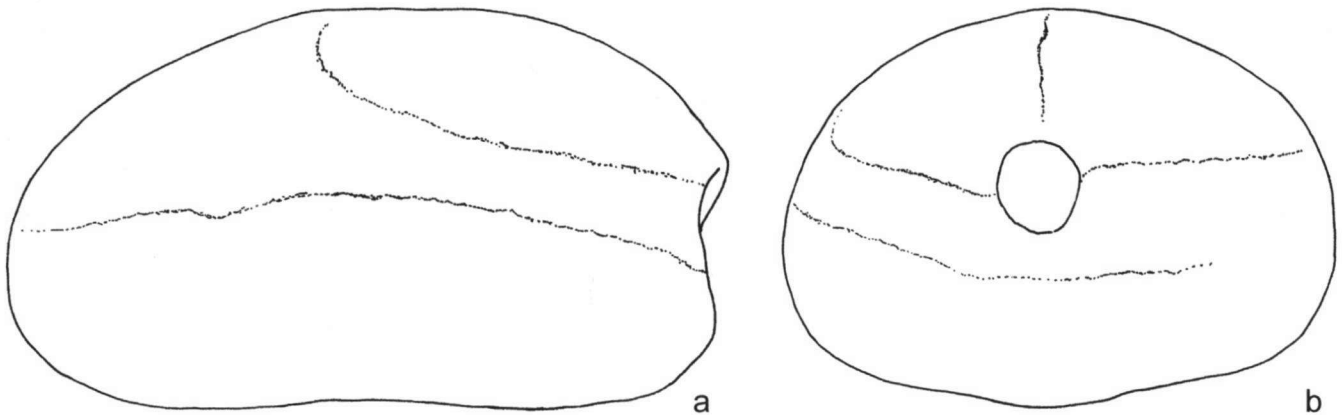
Figuur 15. Brokken vuursteen aan de voet van het eluvium bovenin de groeve CBR (gezien naar het zuiden). Foto: juni 1988.

opgegeven. In 2002 werd speciale aandacht aan het geslacht *Cardiaster* besteed (Indeherberge et al., 2002): wat betreft de structuur van het plastron (de platen op de onderzijde achter de lipplaat) lijken *Cardiaster rutoti* en *Cardiaster* sp. veel op elkaar, en verschillen ze samen duidelijk van de zeer variabele *Cardiaster granulosus*. Belangrijk voor het onderzoek aan de vuursteenegels waren natuurlijk ook het standaardwerk van Smith & Jeffery (2000): 'Maastrichtian and Palaeocene echinoids: a key to world faunas', en het proefschrift van John Jagt (2000), niet zo zeer vanwege nieuwe gegevens, maar wel omdat een aantal belangrijke naamswijzigingen werd doorgevoerd (*Leymeriaster eluvialis*, *Rhyncholampas macari*).

Vuursteen

Over de vorming van vuursteen is al heel wat geschreven. Mogelijk ontstond vuursteen als een neerslag uit een waterige kiezeloplossing onder invloed van zuurstofmijdende bacteriën in het kalksediment (Zijlstra, 1994). Ook het feit dat plantenweefsels vaak tot in anatomisch detail in vuursteen bewaard zijn gebleven (van der Ham et al., 2001, 2003), suggereert dat de vorming van vuursteen zich in een zuurstofloze/arme omgeving voltrok, want in min of meer zuurstofrijk kalksediment blijven plantenstructuren waarschijnlijk niet lang bewaard. Vuursteen is prachtig studiemateriaal als je er eenmaal aan gewend bent en de nodige veiligheid in acht neemt bij het verzamelen (helm, stevig schoeisel) en bewerken (veiligheidsbril): vallende brokken zijn loodzwaar en rondvliegende splinters vlijmscherp! Als het voldoende ontkalkt is (wat in het eluvium meestal het geval is) laat het zich makkelijk prepareren

en levert het fossielen die veel informatie kunnen verschaffen. Eventueel aanwezige mond- en anusplaatjes (afdrukken!) worden niet makkelijk per ongeluk weggeprepareerd (zie ook Defour et al., 1994), zoals bij kalksteenmateriaal nog al eens gebeurt. Kleine stukjes afdruk van de buitenzijde van schaal kunnen meestal met een hoge mate van betrouwbaarheid worden gedetermineerd. We hebben onszelf dan ook aangeleerd om niet alleen de mooie kernen te verzamelen, maar ook de bijbehorende afdrukken, zelfs als ze (erg) incompleet zijn. Van een afdruk in vuursteen, die een negatief beeld van het schaaloppervlak geeft, kan met een stukje plasticine heel makkelijk weer een positief gemaakt worden voor een eerste observatie. Als je een permanente afdruk van hoge kwaliteit wilt hebben, kun je te werk gaan volgens de 'rubber-methode' van Indeherberge et al. (1998). Een extraatje bij de studie van vuursteenegels is de mogelijkheid om middels een plasticine- of rubberafdruk van een steenkern een indruk van de binnenzijde van de schaal te krijgen, met name van de bouw van de ambulacrale velden. Bij het determineren van steenkernen van de drie in het eluvium voorkomende *Diplodetus*-soorten heeft dit diverse bruikbare kenmerken opgeleverd, waardoor nu ook losse kernen van deze nogal op elkaar lijkende egels op naam te brengen zijn (Indeherberge et al., 1998). Structuren die zich op de binnenzijde van de schaal bevinden, maar waarvan ook steenkernen een goede indruk geven, zijn de 'ophangpunten' van het spijsverteringskanaal en de geslachtsklieren. Door middel van vliezen waren deze organen aan de schaal bevestigd. Waar de vliezen zich aan de schaal hechtten, bleven vaak richeltjes en knobbeltjes over, die op de steenkernen groefjes en een guirlande van putjes hebben



Figuur 16. Een steenkern van *Oolopygus pyriformis* met guirlandes van putjes die het verloop van de aanhechting van de ingewandsvliezen weergeven. a. linker zijkant, met het verloop van de vliezen waarmee het spijsverteringskanaal aan de binnenzijde van de schaal was opgehangen. b. achterzijde met anus, met daarboven de aanduiding van het vlies van een van de geslachtsklieren. Coll. RH 243; lengte 23 mm.

achtergelaten (Fig. 16). De groetjes zijn bovenop de kern tussen de ambulacrale velden te vinden en duiden de positie van de geslachtsklieren aan, terwijl de putjes zich op de zijkanten bevinden en het verloop van het darmvlies weergeven. Bij steenkernen van *Cardiaster rutoti*, *Hemipneustes oculatus* en *H. striatoradiatus* bevindt zich links (en soms ook rechts) van de mond een putje als gevolg van een doorn-achtig uitsteeksel op de binnenzijde van de schaal (Fig. 22). Mogelijk heeft een dergelijk uitsteeksel als ondersteuning van het slokdarmvlies gediend.

Fossielen

Zee-egels vormen de hoofdmoot van de macrofossielen in het eluvium van Hallembaye. Maar verder worden ook gevonden: zeelelies (o.m. *Dunnocrinus aequalis*), tweekleppigen (een achttal soorten, waaronder *Entolium membranaceum*, *Gryphostrea canaliculata*, *Neithia* sp., *Pinna cretacea*: zie binnenzijde kaft), belemnieten (*Belemnitella junior*), ammonieten (*Baculites vertebralis*), slakken (zeer zeldzaam), brachiopoden (o.m. *Cretirhynchia limbata*, *Trigonosemus pectiniformis* en enkele *Terebratula*-achtigen), bryozoënkolonies, eendenmossels, foraminiferen (*Dentalina/Nodosaria*), kokerwormen ('*Janita*' sp., *Pyrgopolon regia*), sponzen (*Porosphaera?*) en visresten (wervels, schubben en tanden, o.m. van de roofvis *Enchodes faujasi*). Ook plantenresten komen voor: onder meer zee gras (*Thalassocharis bosqueti*), hout en een fraai driedimensionaal bewaard takje van een naaldboom (*Brachyphyllum patens*; Doumen 2004a).

Fossielen, zelfs kleine fragmenten, kunnen iets zeggen over de stratigrafische herkomst van vuurstenen artefacten en afslagen. Als zodanig zijn ze van belang voor de archeologie, bijvoorbeeld met betrekking tot de vraag waar de gebruikte vuursteen werd gewonnen.

Min of meer permanente exposities van zee-egelmateriaal uit

het vuursteeneluvium van Hallembaye zijn te vinden in Neerpelt (vrij volledig): Museum De Roosen (elke 4^{de} zondag van de maand, 011-642895) en Valkenburg (selectie): Streekmuseum (dinsdag t/m zondag, 043-6016394).

Zee-egels

Alle in het eluvium van Hallembaye gevonden zee-egelsoorten worden hieronder beschreven en afgebeeld. Het beschrijvende gedeelte wordt voorafgegaan door een determineertabel tot de orden, met opgave van de in het eluvium voorkomende geslachten. In de beschrijvingen van de orden worden de geslachten kort besproken, waarna de beschrijvingen van de soorten volgen. Zowel de tabel als de beschrijvingen zijn toegespitst op het vuursteenmateriaal uit Hallembaye. In totaal zijn 28 soorten onderscheiden, drie meer dan in het laatst gepubliceerde overzicht (van der Ham, 2000). Eerder als overgangen tussen *Cardiaster granulatus* en *Cardiaster rutoti* aangegeven vormen worden nu als een aparte soort opgevoerd (*Cardiaster* sp.). Een eerst als *Oolopygus* cf. *convexus*, en later achtereenvolgens als *Oolopygus* sp. en *Oolopygus pyriformis* opgegeven vorm, wordt nu weer als een aparte soort, *Oolopygus* sp., onderscheiden. Niet eerder vermeld werd *Catopygus fenestratus*, welke soort pas tijdens het samenstellen van deze studie werd ontdekt. Verder zijn een aantal namen veranderd (zie tabel 1).

De basis voor de beschrijvingen vormen de collecties van de auteurs (RH, LI, ED, RM), aangevuld met materiaal uit enkele andere verzamelingen; enkele exemplaren zijn overgebracht naar het Natuurhistorisch Museum Maastricht (NHMM-nummers). Volgens een grove schatting omvat het bestudeerde materiaal in de collecties van de auteurs zo'n zes- à zeven-duizend exemplaren: het resultaat van ruim 25 jaar (bij tijd en wijlen intensief) zoeken (en selecteren, want niet alles is bewaard). Onder het kopje 'Verspreiding' wordt voor iedere



Figuur 17. Exemplaren (42) van Oolopygus pyriformis, afkomstig uit één brok vuursteen. Coll. RH 477. De lengte is 8.8 - 24.8 mm (gemiddeld 17.5 mm). Als deze wordt uitgezet tegen de aantallen, dan ontstaat niet een 'normale', ééntoppige Gauss-kromme maar een tweetoppige verdeling, met een top tussen 16 en 17 mm en een rond de 21 mm. Dit is een aanwijzing (het totaal aantal exemplaren is erg klein voor een statische beschouwing), dat we met (deel van) een populatie en niet met een getransporteerde/samengespoelde verzameling individuen te maken hebben (Boucot, 1953).

soort behalve het stratigrafische bereik (zie voor verdere uitleg het hoofdstuk 'Stratigrafie van de zee-egel fauna van Hallem-baye') ook een aanduiding van de mate van voorkomen gegeven: 1-4 exemplaren in genoemde collecties: zeer zeldzaam, 5-16: zeldzaam, 17-100: vrij zeldzaam, 101-400: vrij algemeen, 401-1000: algemeen, meer dan 1000: zeer algemeen. Bij de zeldzame en zeer zeldzame soorten worden de bekende exemplaren met collectie en nummer genoemd.

Een interessant aspect van het eluvium is dat de vuursteen-brokken meestal meerdere zee-egel-individen bevatten, die vaak ook nog tot verschillende soorten behoren (Fig. 17-19), zodat je kunt gaan nadenken over eventuele samenlevingsverbanden. Indien bekend, worden onder het kopje 'Begeleiders' dan ook steeds de (meest voorkomende) begeleidende zee-egelsoorten genoemd.



Figuur 18. Een brok vuursteen (coll. LI 263; ruim 4 kg, 20 x 18 x 13 cm) met meerdere exemplaren van Diplodetus parvistella. Het brok is afkomstig uit een niveau boven vuursteenlaag Kalksteen van Lanaye 16. Het bestaat uit grijze harde vuursteen (type 5). Bij het vinden was de schaal van de zee-egels nog aanwezig. Om ze uit te prepareren en de steenkernen niet te beschadigen, diende de schaal in etappes met een zuur te worden opgelost. Op die manier kon de omgevende vuursteen stukje bij beetje worden verwijderd. Zo bleven zeven gave exemplaren, drie fragmenten en enkele afdrukken behouden. De kernen zijn uitzonderlijk weinig verdrukt en ongeveer even groot (45-48 mm lang). Rechts is nog een deel van een steenkern (met mond en aanzet tot voorste groeve) van Hemipneustes striatoradiatus te zien.



Figuur 19. Een brok vuursteen (coll. LI 2501; 4,7 kg, 19 x 20 x 13 cm) met meerdere soorten zee-egels. Het brok is afkomstig uit een niveau boven vuursteenlaag Kalksteen van Lanaye 16. Het bestaat uit grijze harde vuursteen (type 5). Bij het vinden was de schaal bij een deel van de zee-egels nog aanwezig. Linksonder een exemplaar van Diplodetus duponti (62 mm lang), bovenaan een van Hemipneustes oculatus (81 mm lang) en in het midden en rechts steenkernen van Cardiaster granulatus (resp. 38 en 32 mm lang). In het brok zitten nog zeven fragmenten van steenkernen en diverse afdrukken van van Cardiaster granulatus.

Determineertabel

De determineertabel voor Zuidlimburgse zee-egels in de speciale uitgave van Spreekende Bodem (van der Ham, 1999) is de basis geweest voor onderstaande tabel voor de vuursteenegels van Hallembaye. Weggelaten zijn enkele niet in het eluvium voorkomende groepen: diadematiden, arbaciden en holectypiden. Alle tot nu toe in het eluvium gevonden egels kunnen met deze tabel tot op de orde gedetermineerd worden. Door de afbeeldingen van de onder elke orde genoemde geslachten te vergelijken, moet het mogelijk zijn om redelijk complete, niet al te zeer verdruchte exemplaren vlot op naam te brengen. Als het onderscheid met een gelijkende of verwante soort lastig is, wordt er in het kopje 'Opmerking' onder de beschrijving van de desbetreffende soort aandacht aan besteed. Voor het tellen van poriënparen of het bekijken van tuberkels is een goede loep onmisbaar. Een vuursteenafdruk van de buitenzijde van een schaal kan op eenvoudige wijze worden beoordeeld door middel van een plasticine-afdruk.

1	- anus binnen het apicaalsysteem; tuberkels relatief groot: regulaire zee-egel	2
	- anus buiten het apicaalsysteem; tuberkels relatief klein: irregulaire zee-egel	5
2	- tuberkels perforaat	3
	- tuberkels niet-perforaat	4
3	- meestal losse platen; interambulacrale tuberkels veel groter dan de ambulacrale tuberkels, omgeven door een ring van kleinere tuberkels:	cidariden (<i>Temnocidaris</i>)
	- platen stevig verbonden; interambulacrale tuberkels weinig of niet groter dan de ambulacrale, zonder of met één of enkele kleinere tuberkels:	orthopsiden (<i>Orthopsis</i>)
4	- interambulacrale platen veel groter dan de ambulacrale platen; ambulacrale platen met 1 of 2 poriënparen; apicaalsysteem altijd nog aanwezig:	saleniden (<i>Salenia</i>)
	- interambulacrale platen weinig groter dan de ambulacrale platen; ambulacrale platen met 5 of 6 poriënparen; apicaalsysteem zelden nog aanwezig:	phymosomatiden (<i>Gauthieria</i> , <i>Trochalosoma</i>)
5	- mond ongeveer centraal op de onderzijde, meestal omgeven door een duidelijke floscelle; anus meestal met een langere of kortere anale groeve:	cassiduliden (<i>Catopygus</i> , <i>Faujasia</i> , <i>Nucleopygus</i> , <i>Oolopygus</i> , <i>Procassidulus</i> , <i>Rhyncholampas</i>)
	- mond vooraan op de onderzijde, zonder floscelle; anus zonder anale groeve	6
6	- de vier achterste ambulacrale velden zonder verdiepte petalen, het voorste al of niet met een lange tot de mond doorlopende groeve; apicaalsysteem langgerek; plastron met meerdere dwarse of scheve naden; fasciole marginaal of afwezig:	holasteriden (<i>Cardiaster</i> , <i>Echinocorys</i> , <i>Hemipneustes</i>)
	- de vier achterste ambulacrale velden meestal met verdiepte petalen, het voorste met een langere of kortere groeve; apicaalsysteem ongeveer rond in omtrek; plastron met één overlangse naad; fasciole subanaal of peripetaal:	spatangiden (<i>Diplodetus</i> , <i>Hemiaster</i> , <i>Leymeriaster</i>)

Cidariden (orde Cidaroida)

Vrij kleine tot grote regulaire zee-egels, dikschalig, in tegenstelling tot vertegenwoordigers van de andere regulaire orden snel in losse platen uiteenvallend. Interambulacrale tuberkels veel groter dan de ambulacrale tuberkels, perforaat, niet-crenulaat of soms eenzijdig en zwak crenulaat. Ambulacrale platen elk met één poriënpaar. Stekels min of meer cilindrisch, met knobbelige of getande ribben. In het eluvium van Hallembaye komen beide ondergeslachten van het geslacht *Temnocidaris* voor: *Stereocidaris* (met putjes op de naden tussen de platen) en *Temnocidaris* (met putjes op de platen zelf).

1. *Temnocidaris* (***Stereocidaris***) sp. – Plaat 1: 1-3, 2: 1-2; Fig. 20a, b

1985a '*Cidaris*' sp. - van der Ham, p. 111.

1987 *Stereocidaris* spp. - van der Ham et al., p. 19, ten dele.

1987 '*Cidaris*' indet. 2 - van der Ham et al., p. 19, pl. 1, fig. 5.

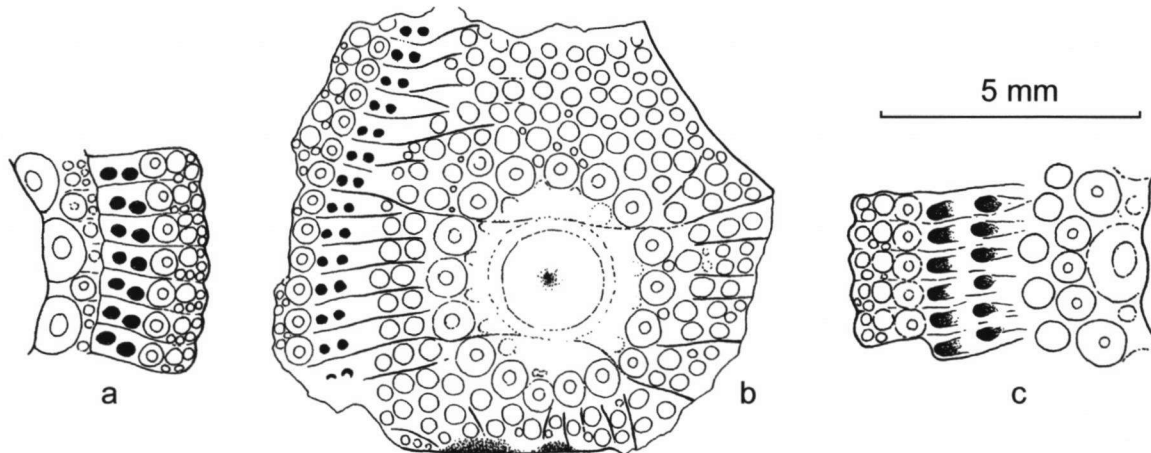
1999 *Stereocidaris* sp. - van der Ham, p. 43.

?2000 *Temnocidaris* (*Stereocidaris*) sp. 3 - Jagt, p. 206.

Losse platen, schaalfragmenten en stekels. Interambulacrale platen tot 8 mm lang, hoekig-rond tot langwerpig; ook bij losse platen is meestal nog te zien dat er putjes op de naden tussen de platen aanwezig waren. Ambulacrale platen met 2 vrij dicht bij elkaar liggende poriën, 1 secundaire tuberkel en 4-6 granulen. Stekels tot 2 mm in doorsnede.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 16 en 17-hoger (Tabel 2), zeer zeldzaam; coll. RH 153, LI 59, 0398

BEGELEIDER: *Cardiaster granulosus*, *Gauthieria pseudoradiata* en *Oolopygus pyriformis*.



Figuur 20. CIDARIDEN: afgietsels. a. *Temnocidaris* (*Stereocidaris*) sp., deel interambulacrale plaat met ambulacrale platen, uit het midden van een interambulacraal veld, coll. RH 153. b. *Temnocidaris* (*Stereocidaris*) sp., interambulacrale plaat met ambulacrale platen, uit het bovenste deel van een interambulacraal veld, coll. LI 0526. c. *Temnocidaris* (*Temnocidaris*) sp., deel interambulacrale plaat met ambulacrale platen, uit het midden van een interambulacraal veld, coll. Lux.

2. *Temnocidaris* (*Temnocidaris*) sp. – Plaat 1: 4-6, 2: 3; Fig. 20c

?1990 *Temnocidaris baylei* Cotteau - Geys, p. 108, pl. 1, fig. 1-8.

1999 *Temnocidaris* sp. - van der Ham, p. 43.

?2000 *Temnocidaris* (*T.*) sp. 1 - Jagt, p. 199, pl. 2, fig. 1.

?2000 *Temnocidaris* (*T.*) sp. 2 - Jagt, p. 199, pl. 2, fig. 2.

Losse platen, schaalfragmenten, een bijna 1/5 deel van een exemplaar van c. 54 mm diameter en 40 mm hoog, en stekels. Interambulacrale platen tot 17 mm lang, hoekig-langwerpig, met putjes en groeven tussen de min of meer in rijen gerangschikte granulen buiten de ring van secundaire tuberkels. Ambulacrale platen met 2 vrij ver van elkaar liggende poriën, 1 secundaire tuberkel en 3-4 granulen. Stekels tot 4 mm in doorsnede.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), zeldzaam; coll. ED 327, LI 54, 55, 0399, Lux.

BEGELEIDER: *Diplodetus parvistella*, *Leymeriaster eluvialis* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: onze *Temnocidaris* (*Temnocidaris*) sp. lijkt zeer veel op *Temnocidaris baylei* van Geys (1990) en *Temnocidaris* (*T.*) sp. 1 en *Temnocidaris* (*T.*) sp. 2 van Jagt (2000) uit het bovenste deel van de Formatie van Maastricht (Kalksteen van Nekum, Kalksteen van Meerssen). Dergelijk materiaal is ook gevonden in het eluvium ontstaan uit de Kalksteen van Nekum in de groeve Romontbos (coll. LI 621).

Saleniden (orde Salenioida)

Kleine tot vrij grote reguliere zee-egels. Ambulacrale platen overwegend met één poriënpaar (*Salenia* ondergeslacht *Pleurosalenia*) of overwegend met twee poriënparen (*Salenia* ondergeslacht *Salenia*). Anus excentrisch in het 11 platen tellende apicaalsysteem, relatief klein. Tuberkels niet-perforaat, crenulaat, de interambulacrale veel groter dan de ambulacrale. In het eluvium van Hallembaye zijn enkele exemplaren van een *Salenia* uit het ondergeslacht *Pleurosalenia* gevonden.

3. *Salenia (Pleurosalenia) bonissenti* Cotteau, 1866 - Plaat 3: 1-3, 4: 1-3

1866 *Salenia bonissenti* Cotteau, p. 110, pl. 15, fig. 4-7.

1898 *Salenidia bonissenti* Cotteau - Lambert, p. 148, pl. 2, fig. 13-16.

1987 *Salenidia bonissenti?* (Cotteau) - van der Ham et al., p. 21.

1999 *Salenidia* sp. - van der Ham, p. 43.

2000 *Salenia (Pleurosalenia) scabra* (Nestler) - Smith & Jeffery, p. 61.

2000 *Salenia (P.) bonissenti* (Cotteau) sensu Lambert, 1898 - Jagt, p. 218, pl. 5, fig. 6-7, 12-14, pl. 6, fig. 1.

Diameter 24 mm. Apicaalsysteem sterk gewelfd, met stervormige patronen van smalle duidelijke richels op de platen en putjes tussen de richels op de naden. Ambulacrale platen bijna alle met één poriënpaar.

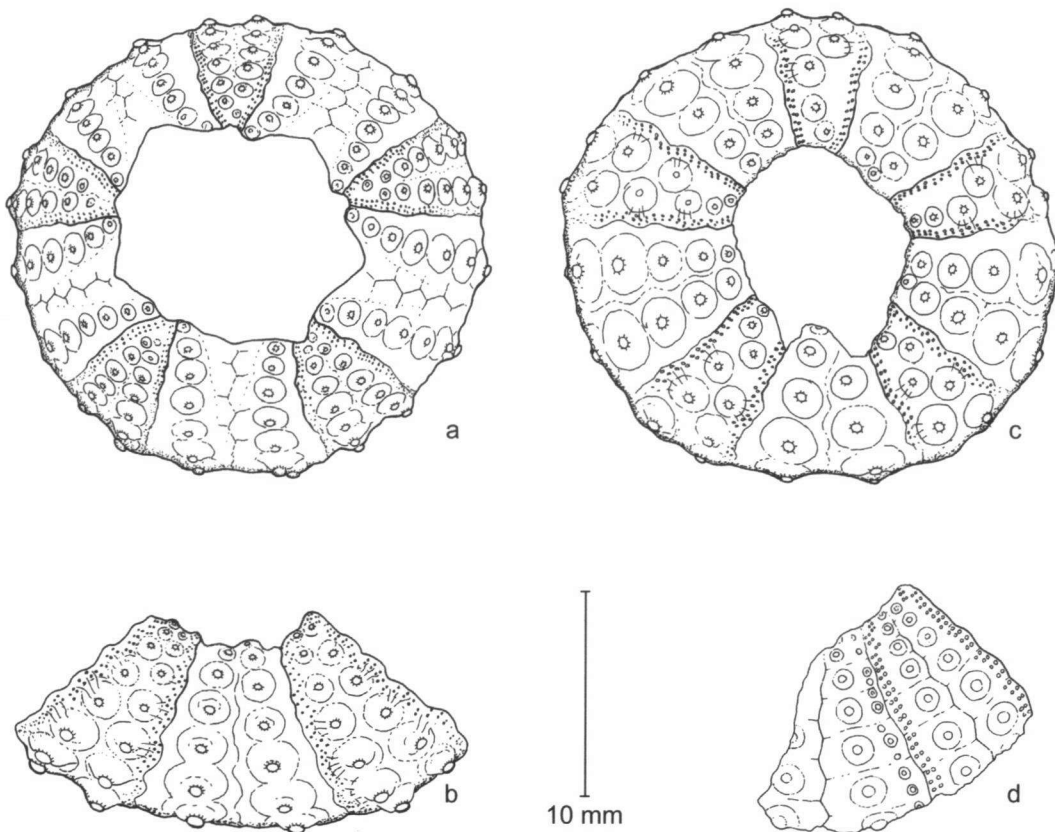
VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), zeer zeldzaam; coll. LI 999, RH 781 (afdruk van een fragment uit de voormalige coll. Luycckx).

BEGELEIDER: *Cardiaster granulosus*.

OPMERKING: steenkernen van saleniden onderscheiden zich van *Gauthieria*-kernen door de afdruk van het apicaalsysteem met daarin duidelijk zichtbaar de anus. Bij *Gauthieria* zijn de apicale platen altijd uitgevallen en is de anus daardoor niet meer te herkennen.

Phymosomatiden (orde Phymosomatoida)

Kleine tot vrij grote reguliere zee-egels. Apicale platen altijd uitgevallen. Ambulacrale platen elk met 4 tot 6 poriënparen, welke bij de top in een enkele rij (*Gauthieria*) of in een dubbele rij (*Trochalosoma*) aanwezig zijn. Tuberkels niet-perforaat, meestal duidelijk crenulaat, soms zwak en eenzijdig crenulaat of niet-crenulaat, de interambulacrale nauwelijks groter dan de ambulacrale. Stekels cilindrisch tot afgeplat, glad tot geribd. In het eluvium van Hallembaye worden twee *Gauthieria*-soorten en een *Trochalosoma* gevonden.



Figuur 21. PHYMOSOMATIDEN: afgietsels. a. *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter, 1883), bovenzijde, coll. ED 199. b. *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter, 1883), deel onderzijde, coll. ED 356. c. *Gauthieria radiata* (Sorignet, 1850), onderzijde, coll. ED 363. d. *Trochalosoma taeniatum* (von Hagenow, 1840), deel onderzijde, coll. LI 176.

4. Gauthieria pseudoradiata (Schlüter, 1883) - Plaat 3: 4-6, 4: 4; Fig. 21a, b

- ?1859 *Diadema kleinii* Desm. - Horion, p. 662.
 1883 *Cyphosoma pseudoradiatum* Schlüter, p. 24.
 1984 *Gauthieria* sp. - van der Ham, p. 175, ten dele.
 1985a *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter) - van der Ham, p. 111.
 1985a *Phymosoma*(?) sp. - van der Ham, p. 111.
 1987 *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter) - van der Ham et al., p. 23, pl. 4, fig. 1-2.
 1998 *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter) - van der Ham & de Wit, p. 134, pl. 20, fig. 4a, c.
 1999 *Gauthieria pseudoradiata* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter) - Smith & Jeffery, p. 93, fig. 36.
 2000 *Gauthieria pseudoradiata* auctt. - Jagt, p. 233.

Diameter tot ongeveer 29 mm. Poriënparen bij de top in een enkele rij, vlak bij de mond in een vrij brede zone. Tuberkels tot 12 per serie, rondom crenulaat, binnen 'n serie niet of door één rij granulen van elkaar gescheiden. Onderste interambulacrale platen met enkele kleine secundaire tuberkels. Stekels glad.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 16 (Tabel 2), vrij algemeen.

BEGELEIDERS: *Hemiaster koninckanus*, *Temnocidaris* (*Stereocidaris*) sp.

OPMERKING: *Gauthieria*'s zijn vrij algemeen in het eluvium van Hallembaye, maar het is vaak lastig om te bepalen of het om *G. radiata* of *G. pseudoradiata* gaat; verdere studie is nodig. De gegevens betreffende verspreiding en begeleiders zijn daarom nog onvolledig. Voor zover we nu kunnen oordelen, zijn *G. radiata* en *G. pseudoradiata* ongeveer even algemeen. De makkelijkst waarneembare verschillen liggen in de patronen van poriënparen en primaire ambulacrale tuberkels op de onderzijde van de schaal. Steenkernen en stekels zijn niet of nauwelijks te determineren.

5. Gauthieria radiata (Sorignet, 1850) - Plaat 4: 5; Fig. 21c

- 1850 *Cyphosoma radiatum* Sorignet, p. 28.
 ?1859 *Diadema kleinii* Desm. - Horion, p. 662.
 1984 *Gauthieria* sp. - van der Ham, p. 175, ten dele.
 1985a *Gauthieria radiata* (Sorignet) - van der Ham, p. 111.
 1987 *Gauthieria radiata* (Sorignet) - van der Ham et al., p. 23, pl. 4, fig. 3.
 1998 *Gauthieria radiata* (Sorignet) - van der Ham & de Wit, p. 134, pl. 20, fig. 4b, d.
 1999 *Gauthieria radiata* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter) - Smith & Jeffery, p. 93.
 2000 *Gauthieria pseudoradiata* auctt. - Jagt, p. 233.

Diameter tot ongeveer 26 mm. Poriënparen van de top tot de mond in een enkele, bijna rechte rij. Tuberkels tot 10 per serie, rondom crenulaat, binnen 'n serie niet of door één of twee rijen granulen van elkaar gescheiden. Secundaire tuberkels afwezig of nauwelijks te onderscheiden. Stekels glad.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15, 16 en 17-hoger (Tabel 2), vrij algemeen.

BEGELEIDERS: *Cardiaster granulatus*, *C. rutoti*, *Diplodetus parvistella*, *Hemiaster koninckanus*, *H. prunella*, *Hemipneustes oculatus*, *H. striatoradiatus*, *Leymeriaster eluvialis*, *Oolopygus pyriformis*, *Oolopygus* sp., *Orthopsis miliaris* en *Rhyncholampas macari*.

OPMERKING: *Gauthieria*'s zijn vrij algemeen in het eluvium van Hallembaye, maar het is vaak lastig om te bepalen of het om *G. radiata* of *G. pseudoradiata* gaat. De gegevens betreffende verspreiding en begeleiders zijn daarom nog onvolledig (zie verder bij *G. pseudoradiata*).

6. Trochalosoma taeniatum (von Hagenow, 1840) - Fig. 21d

- 1840 *Cidaris* (*Diadema*) *taeniatum* von Hagenow, p. 651.
 1875 *Cyphosoma corneti* Cotteau, p. 645, pl. 19, fig. 3-7.
 1999 *Gauthieria radiata* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Trochalosoma taeniatum* (von Hagenow) - Smith & Jeffery, p. 107, fig. 42.
 2000 *Trochalosoma corneti* (Cotteau) - Jagt, p. 240, fig. 6, pl. 10, fig. 12, pl. 13, fig. 3-16.

Fragment van een schaal van c. 24 mm diameter. Poriënparen vlak bij de mond in een bredere zone. Tuberkels binnen 'n serie niet of nauwelijks door granulen van elkaar gescheiden. Interambulacrale platen naar de mond toe met vrij grote secundaire tuberkels, welke een duidelijke serie vormen.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), zeer zeldzaam; coll. LI 176.

BEGELEIDERS: *Cardiaster granulatus*, *Hemipneustes striatoradiatus* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: de geribde, meestal platte stekels van *Trochalosoma taeniatum* (bekend als '*Phymosoma rutoti*') zijn in het eluvium van Hallembaye nog niet gevonden.

Orthopsiden (orde Orthopsida)

Vrij grote regulaire zee-egels. Ambulacrale platen elk met één poriënpaar. Anus centraal in het 10 platen tellende apicaalsysteem, relatief groot. Tuberkels perforaat, niet-crenulaat, de interambulacrale nauwelijks groter dan de ambulacrale.

7. *Orthopsis miliaris* (d'Archiac, 1835) - Plaat 3: 7- 8, 2: 1-2

1835 *Cidarites miliaris* d'Archiac, p. 179, pl. 11, fig. 8.

1986 *Orthopsis miliaris* (d'Archiac) - Geys & Jagt, p. 102, fig. 4c-g.

1987 *Orthopsis miliaris* (d'Archiac) - van der Ham et al., p. 27, pl. 7, fig. 9-10.

1999 *Orthopsis miliaris* - van der Ham, p. 43.

2000 *Orthopsis miliaris* (d'Archiac) - Smith & Jeffery, p. 44, fig. 15a-c.

2000 *Orthopsis miliaris* (d'Archiac) - Jagt, p. 213, pl. 4, fig. 10-11.

Diameter 23-24 mm. Ambulacrale platen in drietallen waarin steeds één plaat zonder tuberkel en twee platen die samen één geperforeerde tuberkel dragen.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), zeer zeldzaam; coll. RM 52, 53.

BEGELEIDERS: *Cardiaster granulatus*, *Gauthieria radiata* en *Oolopygus pyriformis*.

Cassiduliden (orde Cassiduloidea)

Irreguliere zee-egels, meestal niet groter dan 30 mm. Ambulacrale poriën in niet-verdiepte, meestal duidelijke petalen. Mond ongeveer centraal op de onderzijde, meestal omgeven door een duidelijk floscelle. Anus supramarginaal (*Nucleopygus*, *Procassidulus*, *Rhyncholampas*), marginaal (*Catopygus*, *Oolopygus*) of inframarginaal (*Faujasia*), meestal met een kortere of langere anale groeve. Fasciolen afwezig. Tuberkels op de bovenzijde meestal dicht opeen en scrobiculaat (*Catopygus* heeft niet-scrobiculate tuberkels). Deze orde is met acht soorten ruim vertegenwoordigd in het eluvium van Hallembaye.

8. *Catopygus fenestratus* Agassiz, 1847 - Plaat 5: 1-3

1847 *Catopygus fenestratus* Agassiz, p. 4.

1935 *Catopygus conformis* Desor - Smiser, p. 55, pl. 5, fig. 5a-d.

1987 *Catopygus fenestratus* Agassiz - van der Ham et al., p. 29, pl. 10, fig. 1-2.

2000 *Catopygus fenestratus* Agassiz - Smith & Jeffery, p. 165, fig. 68.

2000 *Catopygus fenestratus* Agassiz - Jagt, p. 256, pl. 18, fig. 4-6.

Lengte 15 mm, vrij bol. Vier genitale poriën. Petalen relatief breed. Poriënparen dicht opeen. Onderzijde iets bol. Anus op de achterzijde. Niet in het beschikbare materiaal (steenkern) aanwezige kenmerken: tuberkels op de bovenzijde klein, dicht opeen, niet-scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15? (Tabel 2), zeer zeldzaam; coll. Blokhuizen 657 (losse steenkern).

BEGELEIDERS: onbekend.

OPMERKING: jarenlang is naar *Catopygus fenestratus* uitgekeken, maar pas onlangs is het enig bekende exemplaar ontdekt in de collectie van Ben Blokhuizen. Het lijkt veel op wat Smiser (1935) afbeeldde als *Catopygus conformis*. Overeenkomstige exemplaren worden gevonden in de Kalksteen van Lanaye (tussen de vuursteenlagen 10 en 14) in de ENCI-groeve bij Maastricht.

C. fenestratus onderscheidt zich van *O. pyriformis* door een wat bollere vorm, vier in plaats van drie gonoporen en niet-scrobiculate tuberkels.

9. Faujasia apicalis (Desor, 1847) - Plaat 5: 10-12

- 1847 *Pygurus apicalis* Desor, p. 162.
 1847 *Catopygus goldfussii* Müller, p. 45.
 1985a *Faujasia apicalis* (Desor) - van der Ham, p. 111.
 1987 *Faujasia apicalis* (Desor) - van der Ham et al., p. 29, pl. 10, fig. 6.
 1999 *Faujasia apicalis* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Faujasia (Faujasia) apicalis* (Desor) - Smith & Jeffery, p. 180, fig. 74.
 2000 *Faujasia (Faujasia) apicalis* (Desor) - Jagt, p. 260, pl.16, fig. 8-10.

Lengte tot 25 mm. Vorm karakteristiek 'puntig'. Genitale poriën (4) buiten het apicaalsysteem in de toppen van de interambulacrale velden. Ambulacrale poriën in duidelijke petalen. Floscelle duidelijk. Tuberkels op de bovenzijde vrij dicht opeen, op de bovenzijde scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), zeer zeldzaam; coll. Geets HG 28, LI 49, 0401, Lux.

BEGELEIDERS: *Diplodetus parvistella?*, *Hemipneustes oculatus* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: *Faujasia apicalis* is eventueel te verwarren met *Oolopygus* sp.

10. Nucleopygus coravium DeFrance, 1847 - Plaat 7: 4-6

- 1847 *Nucleopygus coravium* DeFrance, p. 152.
 1985a *Nucleopygus coravium* DeFrance - van der Ham, p.111.
 1987 *Nucleopygus coravium* DeFrance - van der Ham et al., p. 29, pl. 11, fig. 2.
 1999 *Nucleopygus coravium* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Nucleopygus coravium* Agassiz & Desor - Smith & Jeffery, p. 239, fig. 101i-k, 102j.
 2000 *Nucleopygus coravium* DeFrance - Jagt, p. 267, pl. 20, fig. 1-2.

Lengte tot 5 mm. Lijkt op *Nucleopygus scrobiculatus*, maar is slanker en lager, heeft een niet geheel vlakke, zwak zadelvormig onderzijde (steenkern 'wiebelt' op een vlakke ondergrond), een dieper gelegen mond en een langere anale groeve.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), vrij zeldzaam; coll. ED 173, RH 282, 396, LI 747, 752, 753, 821, 0402, Lux, RM 155.

BEGELEIDERS: *Hemipneustes striatoradiatus*, *Nucleopygus scrobiculatus* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: *Nucleopygus coravium* is de kleinste zee-egel in het eluvium van Hallembaye.

11. Nucleopygus scrobiculatus (Goldfuss, 1829) - Plaat 7: 1-3

- 1829 *Nucleolites scrobiculatus* Goldfuss, p. 138, pl. 43, fig. 3.
 1957 *Lychnidius scrobiculatus* (Goldfuss) - Engel & Meijer, p. 88, fig. 1-3, pl. 1.
 1985a *Nucleopygus scrobiculatus* (Goldfuss)- van der Ham, p. 111.
 1987 *Nucleopygus scrobiculatus* (Goldfuss) - van der Ham et al., p. 30, pl. 11, fig. 3.
 1999 *Nucleopygus scrobiculatus* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Nucleopygus scrobiculatus* (Goldfuss) - Smith & Jeffery, p. 237, fig. 101g, 102k.
 2000 *Nucleopygus scrobiculatus* (Goldfuss) - Jagt, p. 267, pl. 19, fig. 9-11, pl. 20, fig. 3.

Tot 12 mm lang, vrij bol. Ambulacrale poriën in korte rechte rijen. Onderzijde min of meer vlak (steenkern ligt stabiel op een vlakke ondergrond). Mond verzonken, breed vijfhoekig, met vele granulen. Floscelle bij kleine exemplaren afwezig, bij grote onduidelijk. Anale groeve kort. Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), vrij algemeen.

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaster granulatus*, *Diplodetus parvistella*, *Gauthieria* indet., *Leymeriaster eluvialis* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: de kleine, weinig gedetailleerde steenkerntjes van *Nucleopygus scrobiculatus* worden makkelijk over het hoofd gezien of eventueel voor kleine exemplaren van de veel algemenere *Oolopygus pyriformis* gehouden.

12. Oolopygus pyriformis (Leske, 1778) - Plaat 5: 4-6, 6: 1-2; Fig. 16-17

- 1778 *Echinites pyriformis* Leske, p. 255, pl. 51, fig. 5-6.
 1859 *Catopygus piriformis* Ag. - Horion, p. 662.

- 1911 *Oolopygus gracilis* Lambert, p. 20, pl. 1, fig. 17-18.
 1935 *Oolopygus jandrainensis* Smiser, p. 58, pl. 5, fig. 9.
 1983 *Catopygus/Olopygus* - Felder, p. 135.
 1984 *Oolopygus gracilis* Lambert - van der Ham, p. 175.
 1984 *Oolopygus* sp. - van der Ham, p. 175.
 1985a *Oolopygus pyriformis* (Leske) - van der Ham, p. 111.
 1987 *Oolopygus pyriformis* (Leske) - van der Ham et al., p. 29, pl. 10, fig. 3.
 1999 *Oolopygus pyriformis* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Oolopygus pyriformis* (Leske) - Smith & Jeffery, p. 185, fig. 77.
 2000 *Oolopygus* gr. *pyriformis* (Leske) - Jagt, p. 261, pl. 17, fig. 7-9.

Tot 32 mm lang, vrij slank, met het hoogste punt vrij ver achter het apicaalsysteem. Drie genitale poriën (linksvoor ontbreekt). Petalen vrij smal, op de steenkernen niet verheven. Onderzijde vlak of iets hol. Floscelle duidelijk. Anus hoog op de achterzijde, iets scheef (naar linksonder, zeer zelden naar rechtsonder); anale groeve lang. Naad tussen anus en mond met stompere hoeken dan bij *Oolopygus* sp. (Plaat 6: 2). Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 16 en 17-hoger (Tabel 2), zeer algemeen (vaak in nesten).

BEGELEIDERS: *Oolopygus pyriformis* wordt met de meeste andere soorten samen gevonden (niet met *Hemiaster aquisgranensis*, *H. prunella* en *Oolopygus* sp.?). Het is niet bekend of *Oolopygus pyriformis* wel of niet met *Catopygus fenestratus* en *Procassidulus lapiscancris* voorkomt, omdat bij deze laatste vondsten niet op begeleidende soorten is gelet.

OPMERKING: *Oolopygus pyriformis* is de algemeenste zee-egel in het eluvium van Hallembaye. Exemplaren van *O. pyriformis* zijn meestal gaaf, en vaak zitten er tientallen bij elkaar in één brok. De soort is eventueel te verwarren met de vrij zeldzame *Oolopygus* sp. of de zeer zeldzame *Catopygus fenestratus*.

13. *Oolopygus* sp. - Plaat 5: 7-9, 6: 3

- ?1935 *Oolopygus convexus* Smiser, p. 59, pl. 6, fig. 1.
 1984 *Oolopygus* cf. *convexus* Smiser - van der Ham, p. 175.
 1985a *Oolopygus* sp. - van der Ham, p. 111.
 1987 *Oolopygus pyriformis* (Leske) - van der Ham et al., p. 29, pl. 10, fig. 4.
 1999 *Oolopygus pyriformis* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Oolopygus pyriformis* (Leske) - Smith & Jeffery, p. 185.
 2000 *Oolopygus* gr. *pyriformis* (Leske) - Jagt, p. 261.

Tot 29 mm lang, relatief breed, met het hoogste punt bij het apicaalsysteem. Drie genitale poriën (linksvoor ontbreekt). Petalen vrij smal, iets verheven op de steenkern. Onderzijde vlak of iets hol. Floscelle duidelijk. Anus laag tot vrij hoog op de achterzijde, scheef tot recht; anale groeve (zeer) kort tot vrij lang. Naad tussen anus en mond met minder stompe hoeken dan bij *Oolopygus pyriformis* (Plaat 6: 3). Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15 (en 16?) (Tabel 2), vrij zeldzaam.

BEGELEIDERS: *Cardiaster* indet., *Diplodetus bucardium*, *D. parvistella*, *Gauthieria radiata*, *Hemiaster aquisgranensis*, *H. koninckanus* en *H. prunella*.

OPMERKING: *Oolopygus* sp. lijkt vanwege de laag geplaatste anus nog het meest op *Oolopygus convexus* Smiser, en is te verwarren met *Oolopygus pyriformis* of eventueel *Faujasia apicalis*.

14. *Procassidulus lapiscancris* (Leske, 1778) - Plaat 7: 7-10

- 1778 *Echinites lapis cancri* Leske, p. 256, pl. 49, fig. 10-11.
 1987 *Procassidulus lapiscancris* (Leske) - van der Ham et al., p. 30, pl. 11, fig. 5.
 1999 *Procassidulus lapiscancris* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Procassidulus lapiscancris* (Leske) - Smith & Jeffery, p. 194, fig. 82e, g-i.
 2000 *Procassidulus lapiscancris* (Leske) - Jagt, p. 264, pl. 19, fig. 1.

Lengte 13 mm, gedrongen. Ambulacrale poriën in duidelijke petalen. Onderzijde zwak zadelvormig, rondom de mond iets verheven. Floscelle duidelijk. Anus min of meer rond, links van het midden, naar rechtsachter gericht. Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), zeer zeldzaam; coll. Lux (losse steenkern).

BEGELEIDERS: onbekend.

15. Rhyncholampas macari (Smiser, 1935) -Plaat 7: 11-14

1935 *Rhynchopygus macari* Smiser, p. 63, pl. 6, fig. 6.

1985a *Procassidulus macari* Smiser - van der Ham, p. 111.

1987 *Procassidulus macari* (Smiser) - van der Ham et al., p. 30, pl. 11, fig. 6.

1999 *Procassidulus macari* - van der Ham, p. 43.

2000 *Rhyncholampas macari* (Smiser) - Smith & Jeffery, p. 213, fig. 90a, c-i.

2000 *Rhyncholampas macari* (Smiser) - Jagt, p. 265, pl. 19, fig. 2-4.

Lengte tot 18 mm, slank. Ambulacrale poriën in duidelijke petalen. Onderzijde zwak zadelvormig, rondom de mond iets verheven. Floscelle duidelijk. Anus links van het midden, naar rechtsachter gericht, uitwendig spleetvormig, inwendig min of meer rond. Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), zeldzaam; coll. ED 219, LI 100, 809, 0402, Lux, RH 82a, 275, 280, RM 51.

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaster rutoti*, *Diplodetus parvistella*, *Hemipneustes oculatus*, *Leymeriaster eluvialis* en *Oolopygus pyriformis*.

Holasteriden (orde Holasteroidea)

Vrij grote tot grote irregulaire zee-egels. Apicaalsysteem langgerekt (ongeveer rond bij cassiduliden en spatangiden). Ambulacrale poriën in rechte rijen welke binnen elk van de vijf ambulacrale velden (het voorste zonder een groeve) gelijk zijn (*Echinocorys*) of in een frontale groeve en vier onduidelijke niet-verdiepte petalen waarbinnen de rijen ongelijk zijn (*Cardiaster*, *Hemipneustes*). Mond vooraan op de onderzijde, al of niet met een lip. Anus op de achterzijde (*Cardiaster*) of inframarginaal (*Echinocorys*, *Hemipneustes*). Fasciole marginaal (meestal incompleet en/of diffuus) of afwezig. Plastron met meerdere dwarse of scheve naden. Tuberkels op de bovenzijde niet-scrobiculaat. In het eluvium van Hallembaye komen drie geslachten voor: *Cardiaster*, *Echinocorys* en *Hemipneustes*, waarvan *Cardiaster* het algemeenst is.

16. Cardiaster granulosus (Goldfuss, 1829) - Plaat 9: 1-4, 11: 1; Fig. 19, 22a

1829 *Spatangus granulosus* Goldfuss, p. 148, pl. 45, fig. 3.

1983 *Cardiaster* - Felder, p. 135.

1984 *Cardiaster granulosus* (Goldfuss) - van der Ham, p.175.

1985a *Cardiaster granulosus* (Goldfuss) - van der Ham, p.111.

1987 *Cardiaster granulosus* (Goldfuss) - van der Ham et al., p. 31, pl. 12, fig. 1.

1999 *Cardiaster granulosus* - van der Ham, p. 43.

2000 *Cardiaster granulosus* (Goldfuss) - Smith & Jeffery, p. 284, fig. 123a-c.

2000 *Cardiaster granulosus* (Goldfuss) - Jagt, p. 275, pl. 22, fig. 1-5.

2002 *Cardiaster granulosus* (Goldfuss) - Indeherberge et al., p. 18, fig. 1, 6-8.

Zelden gaaf. Lengte tot 54 mm. Bovenzijde vóór de top (bij de groeve) afgerond. Poriënrijen vrij recht, niet-verdiept. Fasciole marginaal. Naden tussen de platen van het plastron scheef. Tuberkels op de bovenzijde verspreid.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 16 en 17-hoger (Tabel 2), zeer algemeen (soms nesten met veel kleine, verdrukte exemplaren).

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaster* sp., *Diplodetus parvistella*, *Gauthieria indet.*, *Hemiaster koninckanus*, *Hemipneustes oculatus*, *Leymeriaster eluvialis*, *Nucleopygus scrobiculatus* en *Oolopygus pyriformis*.

17. Cardiaster rutoti (Lambert, 1911) - Plaat 10: 1-4, 11: 2; Fig. 22b

1911 *Heteropneustes rutoti* Lambert, p. 38, pl. 2, fig. 12.

1935 *Toxopatagus rutoti* (Lambert) - Smiser, p. 73, pl. 9, fig.1.

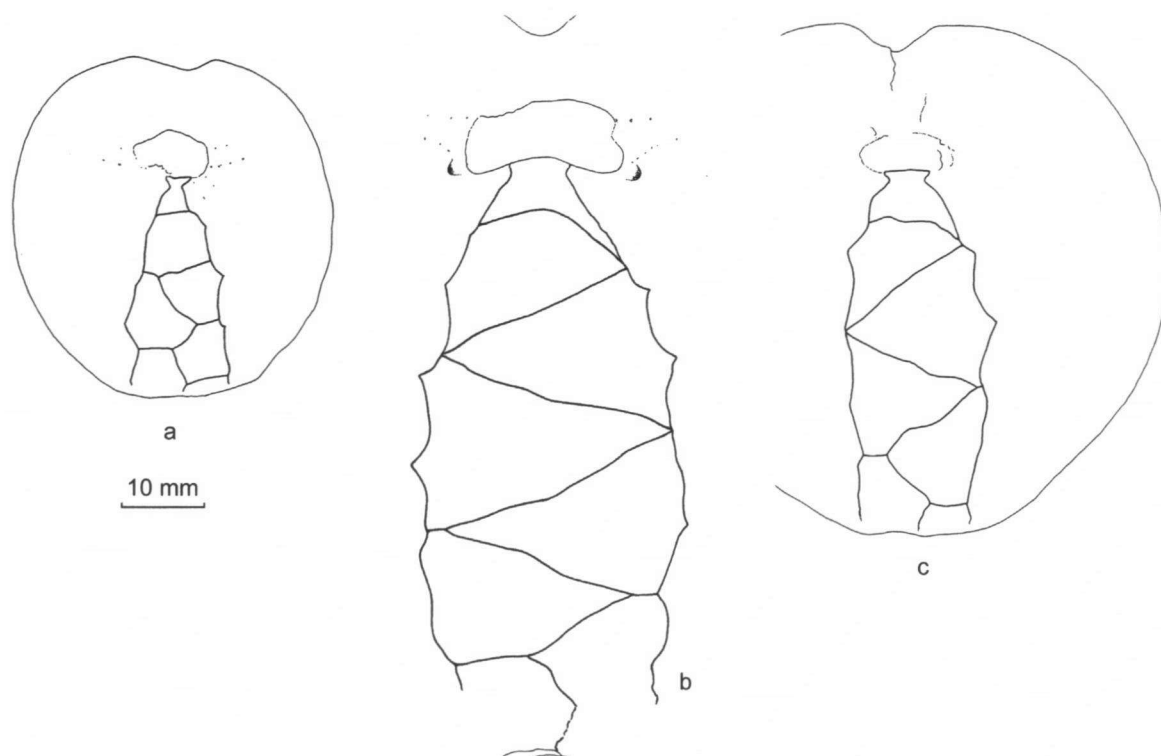
1981 *Toxopatagus rutoti* (Lambert) - Meijer, p. 192, fig.1.

1983 *Toxopatagus rutoti* (Lambert) - Felder, p. 135.

1984 *Toxopatagus rutoti* (Lambert) - van der Ham, p. 175.

1985a *Cardiaster rutoti* Lambert - van der Ham, p. 111.

1987 *Cardiaster rutoti* (Lambert) - van der Ham et al., p. 31, pl. 13.



Figuur 22. HOLASTERIDEN: afgietsels. a. *Cardiaaster granulosis* (Goldfuss, 1829), onderzijde, met plastronstructuur, coll. LI 3088. b. *Cardiaaster rutoti* (Lambert, 1911), deel onderzijde, met plastronstructuur, coll. Bogaerts K 1063 (eluvium Boirs). c. *Cardiaaster* sp., deel onderzijde, met plastronstructuur, coll. LI 15.

- 1999 *Cardiaaster rutoti* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Cardiaaster rutoti* (Lambert) - Smith & Jeffery, p. 286.
 2000 *Cardiaaster rutoti* (Lambert) - Jagt, p. 277, pl. 22, fig.12-14, pl. 24, fig. 1.
 2002 *Cardiaaster rutoti* (Lambert) - Indeherberge et al., p. 17, fig. 4-5.

Altijd min of meer verdrukt of fragmentarisch. Lengte tot 113 mm. Bovenzijde vóór de top (bij de groeve) afgerond. Groeve breed, op doorsnede breed V-vormig. Poriënrijen vrij recht, zeer weinig verdiept. Fasciole marginaal. Naden tussen de platen van het plastron in een zigzag-patroon. Tuberkels op de bovenzijde tamelijk verspreid.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), vrij zeldzaam.

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaaster granulosis*, *Diplodetus parvistella*, *Gauthieria* indet., *Hemipneustes oculatus*, *Leymeriaster eluvialis*, *Oolopygus pyriformis* en *Rhyncholampas macari*.

OPMERKING: *Cardiaaster rutoti* werd voor het eerst beschreven op basis van een steenkern uit het meer westelijk gelegen eluvium van Looz (= Borgloon), hetgeen waarschijnlijk uit de Formatie van Maastricht (Kalksteen van Nekum?) werd gevormd.

18. *Cardiaaster* sp. - Plaat 9: 5-7, 11: 3-4; Fig. 22c

2002 *Cardiaaster* (3de vorm) - Indeherberge et al., p. 19, fig. 9-10.

Altijd min of meer verdrukt. Lengte tot 67 mm. Bovenzijde vóór de top (bij de groeve) sterk 'dakvormig'. Groeve op doorsnede breed V-vormig. Poriënrijen vrij recht, niet-verdiept. Fasciole marginaal. Naden tussen de platen van het plastron in een zigzag-patroon. Tuberkels op de bovenzijde tamelijk verspreid.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15, 16 en 17-hoger (Tabel 2), vrij zeldzaam.

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaaster granulosis*, *Diplodetus parvistella*, *Hemiaster koninkanus*, *Hemipneustes oculatus* en *Leymeriaster eluvialis*.

OPMERKING: *Cardiaaster* sp. lijkt veel op *Cardiaaster rutoti*, maar blijft kleiner en is sterker 'dakvormig' voor de top. Samen verschillen ze van *Cardiaaster granulosis* doordat de naar linksachter gerichte punt van de lipplaat bijna tot aan de tweede plaat achter de lipplaat reikt (Fig. 22). Daardoor staan beide soorten tussen *Cardiaaster* en het onlangs beschreven geslacht *Protocardiaaster* (Smith & Wright, 2003) in.

19. Echinocorys scutata Leske, 1778 - Plaat 8: 1-3

- 1778 *Echinocorys scutatus* Leske, p. 175.
 1829 *Anachytes conoideus* Goldfuss, p. 145, pl. 44, fig.2a-b
 1987 *Echinocorys scutata* Leske forma *conoidea* - van der Ham et al., p. 31, pl. 14.
 1999 *Echinocorys scutata* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Echinocorys scutata* Leske - Smith & Jeffery, p. 280, fig. 120.
 2000 *Echinocorys* gr. *conoidea* (Goldfuss) - Jagt, p. 270, pl. 20, fig. 6-7.
 2003b *Echinocorys* gr. *conoidea* - Doumen, p. 68, fig.

Lengte tot 88 mm. Bovenzijde sterk bolvormig. Onderzijde min of meer vlak. Ambulacrale poriën in rechte rijen welke binnen elk van de vijf ambulacrale velden (het voorste zonder groeve) gelijk zijn. Mond vooraan op de onderzijde. Anus inframarginaal. Fasciole afwezig. Plastron met twee rijen alternerende platen. Tuberkels op de bovenzijde tamelijk verspreid.

VERSPREIDING: Lixhe 3 Kalksteen (Tabel 2), zeldzaam; coll. Blokhuizen 4c, 4d, Daams 33, ED 63 (akkervondst vlak bij CBR), RH 321, 782, LI 9A, B en C, 186, 692, RM 19.

BEGELEIDERS: geen.

OPMERKING: in het oostelijk eluvium is *Echinocorys scutata* een van de meest algemene zee-egels (van der Ham, 1999, 2000), maar bij Hallembaye is zij een bijzondere verschijning.

20. Hemipneustes oculatus Cotteau, 1890 - Plaat 12: 1, 13: 1-3; Fig. 19

- 1890 *Hemipneustes oculatus* Cotteau, p. 4, pl. 1, fig. 1-3.
 1982 *Hemipneustes oculatus* Cotteau - van der Ham, p. 181, fig. 1-3.
 1984 *Hemipneustes oculatus* Cotteau - van der Ham, p.175.
 1985a *Hemipneustes oculatus* Cotteau - van der Ham, p.111.
 1987 *Hemipneustes oculatus* Cotteau - van der Ham et al., p. 32, pl. 19, fig. 1-2.
 1999 *Hemipneustes oculatus* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Hemipneustes oculatus* Cotteau - Smith & Jeffery, p.294.
 2000 *Hemipneustes oculatus* Cotteau - Jagt, p. 280, pl. 24, fig. 2-3.

Altijd min of meer verdrukt of fragmentarisch. Tot 155 mm lang, relatief dunschalg. Bovenzijde vóór de top (bij de groeve) 'dakvormig'. Groeve breed, op doorsnede diep U-vormig. Poriënrijen sierlijk gebogen, iets verdiept. Fasciole afwezig? Naden tussen de platen van het plastron in een zigzag-patroon. Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 16 en 17-hoger (Tabel 2), vrij zeldzaam.

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaster granulatus*, *Diplodetus parvistella*, *Leymeriaster eluvialis* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: *Hemipneustes oculatus* is de grootste zee-egel in het eluvium van Hallembaye (ED 577: 155 x 140 x 50 mm). Afdrukken van de buitenzijde van de schaal zijn goed te herkennen aan de dicht op elkaar staande tuberkels (van der Ham, 1982). Bij *Cardiaster rutoti* staan ze veel meer verspreid. *Hemipneustes striatoradiatus* verschilt door de duidelijk dikkere schaal, de veel minder opvallende granulen tussen de tuberkels en de minder diepe voorste groeve.

21. Hemipneustes striatoradiatus (Leske, 1778) - Plaat 12: 2, 14: 1-4; Fig. 18

- 1778 *Spatangus striato-radiatus* Leske, p. 234, pl. 25.
 1944 *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - Engel, p.173.
 1983 *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - Felder, p.135.
 1984 *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - van der Ham, p. 175.
 1985a *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - van der Ham, p. 111.
 1987 *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - van der Ham et al., p. 32, pl. 19, fig. 1-2.
 1994 *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - Defour et al., p. 8, fig. 1-6.
 1999 *Hemipneustes striatoradiatus* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - Smith & Jeffery, p. 292.
 2000 *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) - Jagt, p. 281, pl. 23, fig. 5-7, pl. 24, fig. 4-9.

Tot 112 mm lang, dikschalg. Bovenzijde vóór de top (bij de groeve) afgerond. Groeve vrij smal, ondiep. Poriënrijen sierlijk gebogen, iets verdiept. Fasciole marginaal, alleen onder de anus aanwezig. Naden tussen de platen van het plastron in een zigzag-

patroon. Tuberkels op de bovenzijde vrij dicht opeen.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 16, zeer zeldzaam, en 17-hoger, vrij algemeen (Tabel 2).

BEGELEIDERS: vooral *Diplodetus parvistella*, *Leymeriaster eluvialis* en *Oolopygus pyriformis*.

Spatangiden (orde Spatangoida)

Kleine tot vrij grote irregulaire zee-egels. Ambulacrale poriën meestal in duidelijk verdiepte petalen, in het voorste ambulacrale veld een langere of kortere groeve. Mond vooraan op de onderzijde, met een meer of minder duidelijke lip. Anus hoog op de achterzijde. Fasciole subanaal (*Diplodetus*) of peripetaal (*Hemiaster*, *Leymeriaster*). Plastron met een overlangse naad. Tuberkels op de bovenzijde scrobiculaat of niet-scrobiculaat. In het eluvium van Hallembaye komen drie geslachten voor: *Diplodetus*, *Hemiaster* en *Leymeriaster*.

22. *Diplodetus bucardium* (Goldfuss, 1829) - Plaat 15: 1-2, 16: 1-2; Fig. 23a

1829 *Spatangus bucardium* Goldfuss, p. 157, pl. 49, fig. 1.

1859 *Micraster brongniarti* Héb. - Horion, p. 622.

1899 *Plesiaster bucardium* (Goldfuss) - Schlüter, p. 119, pl. 9, fig. 1-4.

1979 *Diplodetus bucardium* (Goldfuss) - Stokes, p. 625.

1984 *Diplodetus bucardium* (Goldfuss) - van der Ham, p. 175.

1985a *Diplodetus bucardium* (Goldfuss) - van der Ham, p. 111.

1987 *Diplodetus bucardium* (Goldfuss) - van der Ham et al., p. 34, pl. 23, fig. 2.

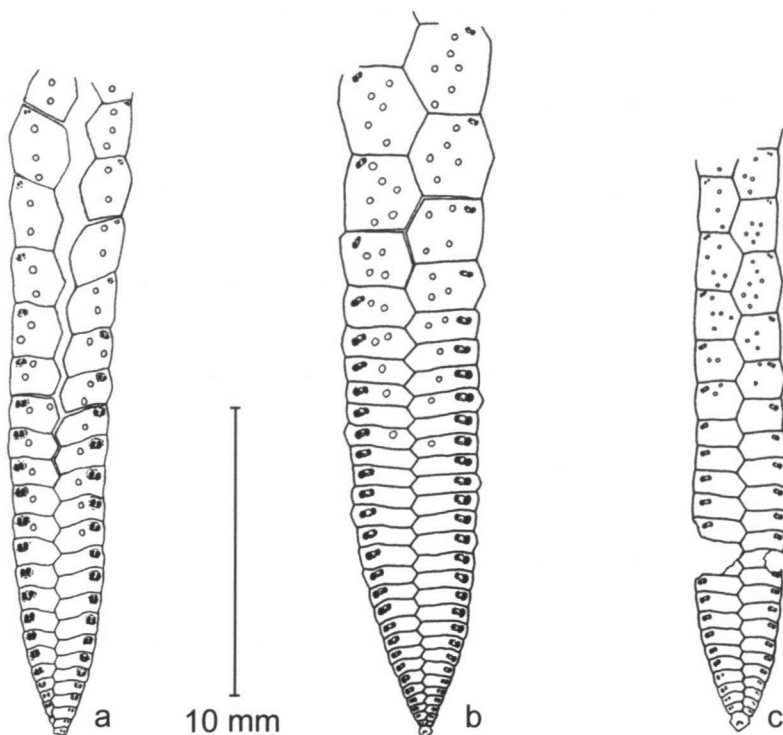
1998 *Diplodetus bucardium* (Goldfuss) - Indeherberge et al., p. 687, fig. 3a-f.

1999 *Diplodetus bucardium* - van der Ham, p. 43.

2000 *Diplodetus bucardium* (Goldfuss) - Smith & Jeffery, p. 306.

2000 *Diplodetus bucardium* (Goldfuss) - Jagt, p. 289, pl. 26, fig. 6-7.

Lengte tot 61 mm. Petalen sterk verdiept. Groeve in het voorste ambulacrale veld tot op de voorzijde doorlopend. Poriënparen (c. 23) hierin met een kleine granule. Lip weinig geprononceerd. Fasciole subanaal. Tuberkels op de bovenzijde iets scrobiculaat. Granulen fors, maar tussen de petalen iets kleiner.



Figuur 23. SPATANGIDEN: afgietsels. a. *Diplodetus bucardium* (Goldfuss, 1829), deel bovenzijde met voorste ambulacrale veld (in groeve), coll. NHMM 1997093. b. *Diplodetus duponti* (Lambert, 1911), deel bovenzijde, met voorste ambulacrale veld (in groeve), coll. NHMM 1997092. c. *Diplodetus parvistella* (Schlüter, 1899), deel bovenzijde, met voorste ambulacrale veld (in groeve), coll. NHMM 1997091.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15 en 16 (Tabel 2), vrij algemeen.

BEGELEIDERS: *Cardiaster granulosus*, *Diplodetus parvistella*, *Gauthieria* indet., *Hemiaster aquisgranensis*, *H. koninckanus*, *H. prunella*, *Oolopygus pyriformis* en *Oolopygus* sp.

OPMERKING: *Diplodetus bucardium* verschilt onder meer door de forsere granulen duidelijk van beide andere *Diplodetus*-soorten.

23. *Diplodetus duponti* (Lambert, 1911) - Plaat 15: 3-5, 16: 3; Fig. 19, 23b

1911 *Micraster duponti* Lambert, p. 50, pl. 2, fig. 21, pl. 3, fig. 1-2.

1979 *Diplodetus duponti* (Lambert) - Stokes, p. 626.

1987 *Diplodetus duponti* (Lambert) - van der Ham et al., p. 34, pl. 24, fig. 1.

1998 *Diplodetus duponti* (Lambert) - Indeherberge et al., p. 687, fig. 5a-f.

1999 *Diplodetus duponti* - van der Ham, p. 43.

2000 *Diplodetus duponti* (Lambert) - Smith & Jeffery, p. 308, fig. 129f.

2000 *Diplodetus duponti* (Lambert) - Jagt, p. 289, pl. 27, fig. 1-2.

Meestal verdrukt of fragmentarisch. Lengte tot 64 mm. Petalen vrij sterk verdiept. Groeve in het voorste ambulacrale veld min of meer tot op de voorzijde doorlopend. Poriënparen (c. 28, dicht opeen, platen relatief langwerpig) hierin met een grote granule. Lip weinig geprononceerd. Fasciole subanaal. Tuberkels op de bovenzijde niet-scrobiculaat. Granulen overal klein, plaatselijk vaak in korte rijtjes.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), vrij zeldzaam.

BEGELEIDERS: *Cardiaster granulosus*, *C. rutoti*, *Diplodetus parvistella*, *Hemipheustes oculatus* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: *Diplodetus duponti* verschilt door de minder sterk verdiepte petalen en de vele dicht op elkaar staande poriënparen in het voorste ambulacrale veld duidelijk van beide andere *Diplodetus*-soorten.

24. *Diplodetus parvistella* (Schlüter, 1899) - Plaat 15: 6-7, 16: 4; Fig. 18, 23c

?1859 *Micraster brongniarti* Héb. - Horion, p. 622.

1899 *Plesiaster(?) parvistella* Schlüter, p. 121, pl. 9, fig. 5.

1979 *Hemiaster parvistella* (Schlüter) - Stokes, p. 627.

1984 *Diplodetus* sp. - van der Ham, p. 175.

1985a *Diplodetus parvistella* (Schlüter) - van der Ham, p. 111.

1987 *Diplodetus parvistella* (Schlüter) - van der Ham et al., p. 34, pl. 24, fig. 2.

1998 *Diplodetus parvistella* (Schlüter) - Indeherberge et al., p. 687, fig. 4a-f.

1999 *Diplodetus parvistella* - van der Ham, p. 43.

2000 *Diplodetus parvistella* (Schlüter) - Smith & Jeffery, p. 309.

2000 *Diplodetus parvistella* (Schlüter) - Jagt, p. 290, pl. 26, fig. 4, 5, pl. 27, fig. 3-4.

Lengte tot 75 mm. Petalen sterk verdiept. Groeve in het voorste ambulacrale veld niet of nauwelijks tot op de voorzijde doorlopend. Poriënparen (c. 23) hierin met een grote granule. Lip tamelijk geprononceerd. Fasciole subanaal. Tuberkels op de bovenzijde niet-scrobiculaat. Granulen overal klein.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15, 16 en 17-hoger (Tabel 2), vrij algemeen.

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaster granulosus*, *C. rutoti*, *Hemiaster koninckanus*, *Hemipneustes oculatus*, *H. striatoradiatus*, *Leymeriaster eluvialis*, *Nucleopygus scrobiculatus* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: *Diplodetus parvistella* verschilt door de niet op de voorzijde doorlopende groeve en de brede mond met een meer geprononceerde lip duidelijk van beide andere *Diplodetus*-soorten.

25. *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter, 1899 - Plaat 17: 1-2, 18: 1-2

1899 *Hemiaster(?) aquisgranensis* Schlüter, p. 123, pl. 10, fig. 1-2.

1911 *Hemiaster rutoti* Lambert, p. 52, pl. 3, fig. 3, 5.

1984 *Hemiaster rutoti* Lambert - van der Ham, p. 175.

1985a *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter - van der Ham, p. 111.

1985b *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter - van der Ham, p. 147, fig. 1-6.

1987 *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter - van der Ham et al., p. 33, pl. 20, fig. 1.

1998 *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter - van der Ham & Jagt, p. 857, fig. 1a.

- 1999 *Hemiaster aquisgranensis* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Hemiaster stella* (Morton) - Smith & Jeffery, p. 323.
 2000 *Hemiaster gr. aquisgranensis* Schlüter - Jagt, p. 292, pl. 28, fig. 1-6.

Altijd min of meer verdrukt. Lengte tot 77 mm. Petalen weinig verdiept. Fasciole peripetaal. Tuberkels op de bovenzijde meestal los van elkaar, op min of meer scheve bases en niet-scrbiculaat, maar soms dicht opeen en scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15, 16 en 17-hoger (Tabel 2), vrij zeldzaam.

BEGELEIDERS: *Diplodetus bucardium*, *Hemiaster prunella* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: *Hemiaster aquisgranensis* is te herkennen aan de ronde omtrek van de schaal, de sierlijke ondiepe petalen en de iets scheefstaande, niet-scrbiculate tuberkels (van der Ham, 1985b; van der Ham & Jagt, 1998). In het eluvium van Hallembaye zijn echter ook enkele exemplaren met een duidelijk scrobiculate tuberkulering gevonden. Net als in de Kalksteen van Kunrade komen hoge en lage exemplaren voor. *H. aquisgranensis* is in het eluvium van Hallembaye veel zeldzamer dan in het oostelijk eluvium (van der Ham, 1999, 2000).

26. *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny, 1855 - Plaat 17: 3-4, 18: 3

- 1855 *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny, p. 250, pl. 885.
 ?1859 *Hemiaster prunella* Ag. - Horion, p. 662.
 1984 *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny - van der Ham, p. 169, fig. 1, 4b.
 1985a *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny - van der Ham, p. 10, fig. 1.
 1987 *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny - van der Ham et al., p. 33, pl. 20, fig. 2.
 1998 *Hemiaster (Bolbaster) koninckanus* d'Orbigny - van der Ham & Jagt, p. 857, fig. 1f.
 1999 *Hemiaster koninckanus* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny - Smith & Jeffery, p. 322.
 2000 *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny - Jagt, p. 293, pl. 28, fig. 10-11, pl. 30, fig. 1-3.

Tot 38 mm lang. In bovenaanzicht afgerond driehoekig, tussen beide achterste petalen met een meer of minder afgeronde kiel. Petalen verdiept. Fasciole peripetaal. Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15, zeldzaam, 16 en 17-hoger, algemeen (Tabel 2).

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaster granulosus*, *Cardiaster* sp., *Diplodetus parvistella*, *Hemipneustes oculatus* en *Oolopygus pyriformis*.

OPMERKING: *Hemiaster koninckanus* verschilt door de wat hoekige vorm van de schaal en de iets verdiepte petalen van *Hemiaster prunella* (van der Ham, 1984, 1985a; van der Ham & Jagt, 1998). Exemplaren van *H. koninckanus* zijn er tot 38 mm, terwijl *H. prunella* zelden groter is dan 20 mm.

27. *Hemiaster prunella* (Lamarck, 1816) - Plaat 17: 5-7, 18: 4

- 1816 *Spatangus prunella* Lamarck, p. 33.
 ?1859 *Hemiaster prunella* Ag. - Horion, p. 662.
 1984 *Hemiaster prunella* (Lamarck) - van der Ham, p. 172, fig. 3-4a.
 1985a *Hemiaster prunella* (Lamarck) - van der Ham, p. 111.
 1987 *Hemiaster prunella* (Lamarck) - van der Ham et al., p. 33, pl. 20, fig. 3.
 1994 *Hemiaster prunella* (Lamarck) - Defour et al., p. 12, fig. 1, 7, 8b.
 1998 *Hemiaster (Bolbaster) prunella* (Lamarck) - van der Ham & Jagt, p. 857, fig. 1d.
 1999 *Hemiaster prunella* - van der Ham, p. 43.
 2000 *Hemiaster prunella* (Lamarck) - Smith & Jeffery, p. 320, fig. 134d-e.
 2000 *Hemiaster prunella* (Lamarck) - Jagt, p. 293, pl. 29.

Tot 21 mm lang, min of meer bolvormig. Petalen niet of nauwelijks verdiept. Fasciole peripetaal. Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 11-15, vrij zeldzaam (en 17-hoger?) (Tabel 2).

BEGELEIDERS: *Diplodetus bucardium*, *D. parvistella*, *Gauthieria radiata*, *Hemiaster aquisgranensis* en *Oolopygus* sp.

OPMERKING: door de bolronde vorm en de onverdiepte petalen is *Hemiaster prunella* te onderscheiden van de verwante *Hemiaster koninckanus* (van der Ham, 1984; van der Ham & Jagt, 1998).

28. *Leymeriaster eluvialis* (van der Ham, 1995) - Plaat 17: 8-9, 18: 5-6

- 1984 *Hemiaster* sp. - van der Ham, p. 175.
1985a *Hemiaster* sp. - van der Ham, p. 111.
1987 *Hemiaster* sp. - van der Ham et al., p. 33, pl. 21, fig. 2.
1995 *Hemiaster (Leymeriaster) eluvialis* - van der Ham, p. 156, fig. 3, 4, pl. 1-2, 3, fig. 1-5.
1998 *Hemiaster (Leymeriaster) eluvialis* van der Ham - van der Ham & Jagt, p. 857, fig. 1f.
1999 *Hemiaster eluvialis* - van der Ham, p. 43.
2000 *Leymeriaster eluvialis* van der Ham - Smith & Jeffery, p. 328.
2000 *Leymeriaster eluvialis* (van der Ham) - Jagt, p. 295, pl. 28, fig. 7-8.

Meestal min of meer verdrukt. Lengte tot 53 mm. Petalen verdiept, beide achterste veel korter dan de voorste. Fasciole peripeetaal. Tuberkels op de bovenzijde dicht opeen, min of meer in rijen, scrobiculaat.

VERSPREIDING: Kalksteen van Lanaye 17-hoger (Tabel 2), vrij algemeen.

BEGELEIDERS: vooral *Cardiaster granulosus*, *C. rutoti*, *Cardiaster* sp., *Diplodetus parvistella*, *Gauthieria* indet., *Hemipneustes oculatus*, *H. striatoradiatus*, *Nucleopygus scrobiculatus*, *Oolopygus pyriformis* en *Rhyncholampas macari*.

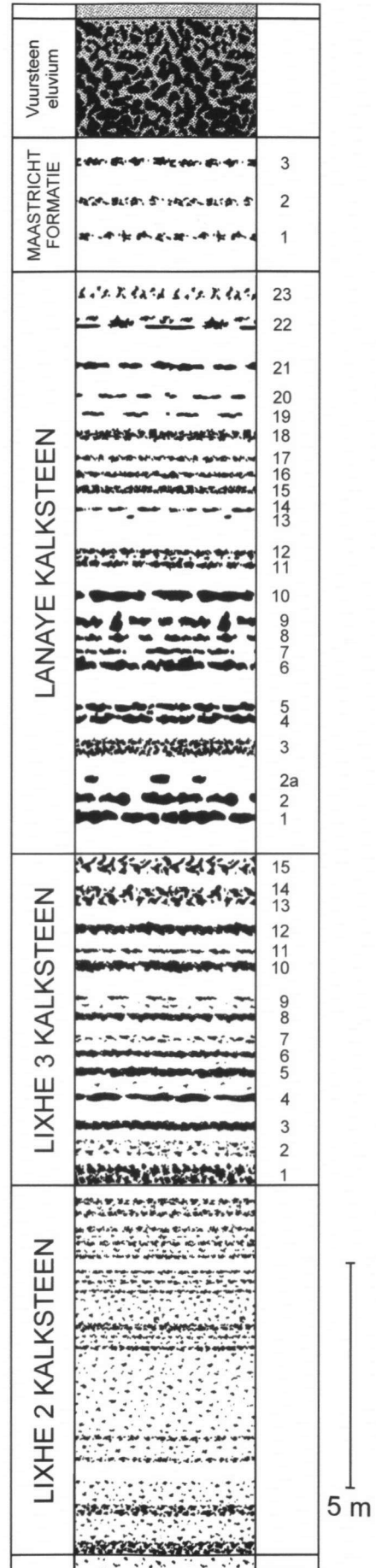
OPMERKING: de nauw verwante *Leymeriaster maestrichtensis* (synoniem: *Hemiaster maestrichtensis*) is tot nu toe niet in het eluvium van Hallembaye aangetroffen. Deze soort onderscheidt zich duidelijk door de tot op de voorzijde doorlopende groeve in het voorste ambulacrale veld en is bekend vanaf de basis van de Kalksteen van Gronsveld (van der Ham, 1995; van der Ham & Jagt, 1998).

Stratigrafie van de zee-egelfauna van Hallembaye

Bijna al het verzamelde en hierboven beschreven materiaal is afkomstig uit losliggende brokken vuursteen (Fig. 7-9, 12-15), en als er brokken uit het eluvium in de wand werden gehaald, is er meestal geen notitie genomen van de stratigrafie ter plaatse. Bij het zoeken in het losliggende materiaal werd wel duidelijk dat er, afgaande op kleur, tekening, hardheid, 'korrelgrootte' etc., diverse vuursteentypen onderscheiden konden worden. Brokken van een bepaald type bleken ook een min of meer karakteristieke vorm te hebben en ook vaak een bepaalde combinatie (associatie) van zee-egelsoorten te bevatten. Slechts een enkel type was makkelijk stratigrafisch in te passen. Zo was voor ons het donkere caverneuze type met *Echinocorys* naar alle waarschijnlijk afkomstig uit de Kalksteen van Lixhe, hetgeen onlangs (januari 2004) in de oude NPC-groeve bevestigd kon worden. Ook de stratigrafische positie van een aantal typen waarin veel van de andere zee-egelsoorten voorkomen is kort geleden vastgesteld. Tijdens een excursie met Werner Felder in november 2003 zijn in CBR de in de Kalksteen van Lanaye en het eluvium aanwezige vuursteenlagen geïdentificeerd (Fig. 9, 24). Zo bleek het mogelijk om daar de onderste 16 van de in totaal 23 voor de Kalksteen van Lanaye beschreven lagen aan te wijzen. Enkele van onze vuursteentypen en zee-egelassociaties waren toen stratigrafisch vrij nauwkeurig te plaatsen, terwijl van een aantal andere vastgesteld kon worden dat ze van boven laag 16 afkomstig moesten zijn. Waarschijnlijk zijn ook de bovenste lagen (20-23), die verder naar het noorden in de kalksteen liggen gebed of geheel ontbreken (ENCI), in het eluvium van Hallembaye vertegenwoordigd, hetgeen kan verklaren waarom een aantal soorten (zoals *Cardiaster rutoti*, *Cardiaster* sp., *Hemipneustes oculatus* en *Leymeriaster eluvialis*) vooral uit Hallembaye gekend is. Ter orientatie is in Figuur 24 een deel van het profiel van het meest noordelijke deel van CBR weergegeven. Hierin zijn, ingebed in kalksteen, alle vuursteenlagen van de Kalksteen van Lixhe 2 tot en met de basis van de Formatie van Maas-tricht terug te vinden. Hier bovenop ligt een vuursteeneluvium dat afkomstig is uit jongere kalksteenlagen. Zoals eerder uitgelegd (Topografie en stratigrafie: Fig. 11), is het eluvium verder naar het zuiden uit steeds oudere kalksteenlagen ontstaan.

Na een lange periode van inventariserend verzamelen, is het nu dus mogelijk om een stratigrafische ordening te gaan aanbrengen. Hieronder presenteren we onze eerste bevindingen, welke in de toekomst zeker verder uitgewerkt moeten worden. We hopen dan ook meer te kunnen vertellen over de fauna's uit de wat hardere vuursteentypen uit het onderste deel van de Kalksteen van Lanaye, welke in onze collecties ondervetegenwoordigd zijn. Hierbij kunnen we nog aantekenen dat we in het geheel niets weten van de fauna's uit de kalksteen die ooit tussen de vuursteenlagen aanwezig was. Het is niet ondenkbaar dat bepaalde elementen juist niet voorkwamen in de kalksteen waarin zich later de vuursteenhorizonten zouden vormen. Te denken valt hierbij aan *Catopygus fenestratus*, een soort die in de ENCI niet zeldzaam is in de Kalksteen van Lanaye tussen de vuursteenlagen 12 en 14, maar waarvan in al die jaren in het eluvium van Hallembaye maar

Figuur 24. Lithologisch profiel van de Kalksteen van Lixhe 2, Kalksteen van Lixhe 3, Kalksteen van Lanaye en de basis van de Formatie van Maastricht, met de daarin voorkomende vuursteenlagen, in het meest noordelijke deel van de groeve CBR (naar Felder, 1983, fig. 7-9 en Felder & Bosch, 2000, fig. 3.37 en 4.13).



één exemplaar is gevonden. Het is natuurlijk ook mogelijk dat deze egel juist voorkomt in de tot nu toe weinig onderzochte harde vuursteen, en in de nabije toekomst meer gevonden zal worden.

Voorlopig onderscheiden we de volgende acht vuursteentypen in het eluvium van Hallembaye:

Type 1. Harde, donkergrijze, caverneuze vuursteen met gladde breukvlakken. Dit type is vorstbestendig (valt niet uit elkaar na de eerste vorst) en is afkomstig uit het bovenste deel van de Kalksteen van Lixhe. Zee-egels: tot nu toe alleen *Echinocorys scutata*. Ook komt een harde, lichtere, niet-caverneuze vuursteen met gladde of ruwe breukvlakken voor, eveneens met *E. scutata*, maar het is onzeker of deze ook uit de Kalksteen van Lixhe komt. We kunnen niet geheel uitsluiten dat *E. scutata* ook in het door ons nauwelijks onderzochte onderste deel van de Kalksteen van Lanaye (tot vuursteenlaag 10) aanwezig is. In het oostelijk eluvium werd een keer 'n *Echinocorys* gevonden in een vuursteentype dat volgens Werner Felder met zekerheid uit de Kalksteen van Lanaye afkomstig is (van der Ham, 2000).

Type 2. Harde vuursteen in de vorm van vrij grote afgeronde brokken of platen. Dit type komt overeen met de vuursteen uit laag 10 in de Kalksteen van Lanaye. Zee-egels: onbekend.

Type 3. Harde, grijze vuursteen met knolvormige uitsteeksels en gladde of ruwe breukvlakken met concentrische kleurpatronen. Dit type komt overeen met de vuursteen uit de lagen 11-15 in de Kalksteen van Lanaye. Zee-egels: *Cardiaster* sp., *Diplodetus bucardium*, *D. parvistella*, *Gauthieria radiata*, *Hemias-ter aquisgranensis*, *H. koninckanus*, *H. prunella* en *Oolopygus* sp.; mogelijk komt ook het enige tot nu toe bekende exemplaar van *Catopygus fenestratus* uit dit bereik. Verder zijn gevonden: zeelelies, grote brachiopoden (Felder, 1975, p. 32: *Terebratulula carnea*), tweekleppigen, belemnieten en 'n eendenmossel.

Type 4. Grofkorrelige, lichtgrijze, vorstbestendige vuursteen in de vorm van grote blokken met ruwe breukvlakken. Dit type komt overeen met de vuursteen uit laag 16 in de Kalksteen van Lanaye. Zee-egels: *Cardiaster granulosus*, *Cardiaster* sp., *Diplodetus bucardium*, *D. parvistella*, *Gauthieria pseudoradiata*, *Hemias-ter aquisgranensis*, *H. koninckanus*, *Hemipneustes oculatus*, *H. striatoradiatus*, *Oolopygus pyriformis* en *Temnocidaris (Stereocidaris)* sp. Verder zijn gevonden: kleine tweekleppigen en één grote brachiopode (39 mm). Vuursteenlaag 16 is makkelijk te vervolgen in het eluviumprofiel en als zodanig een handig referentie-niveau. De grote brokken, die dikwijls meer op verhard krijt dan op vuursteen lijken, vormen een min of meer gebroken laag in de wand; plaatselijk lijkt het alsof er twee lagen aanwezig zijn.

Type 5. Licht- tot donkergrijze, ruwe vuursteen in allerlei vormen, soms als harde, vrij vlakke platen of met kegelvormige uitsteeksels. Dit type is vorstgevoelig en komt overeen met de vuursteen uit de lagen 17-23 in de Kalksteen van Lanaye (en de onderste lagen in de Formatie van Maastricht?). Zee-egels: *Cardiaster granulosus*, *C. rutoti*, *Cardiaster* sp., *Diplodetus*

duponti, *D. parvistella*, *Faujasia apicalis*, *Gauthieria radiata*, *Hemias-ter aquisgranensis*, *H. koninckanus*, *Hemias-ter prunella?*, *Hemipneustes oculatus*, *H. striatoradiatus*, *Leymeriaster eluvialis*, *Nucleopygus coravium*, *N. scrobiculatus*, *Oolopygus pyriformis*, *Orthopsis miliaris*, *Rhyncholampas macari*, *Salenia bonissenti*, *Temnocidaris (Stereocidaris)* sp., *T. (Temnocidaris)* sp. en *Trochalosoma* sp.? De afdrucken en steenkernen zijn vaak bruin gekleurd. *Cardiaster granulosus* en *Oolopygus pyriformis* zijn regelmatig in nesten te vinden. In dit type vuursteen bevinden de kleinere zee-egels zich veelal aan één zijde van het brok (in het kegelvormige uitsteeksel, indien aanwezig), terwijl meer naar het midden vaak de grotere voorkomen.

Type 6. Harde, donkergrijze, meestal ruwe vuursteen in de vorm van meest kleine, afgeronde brokken. Dit type is vorstbestendig en is waarschijnlijk uit het bovenste deel van de Kalksteen van Lanaye (en de onderste lagen in de Formatie van Maastricht?) afkomstig. Dikwijls is in dit type de schaal van de zee-egels nog bewaard gebleven. Zee-egels: *Gauthieria radiata*, *Hemias-ter koninckanus*, *Hemipneustes striatoradiatus*, *H. oculatus* en *Nucleopygus scrobiculatus*; mogelijk komt ook het enige tot nu toe bekende exemplaar van *Procassidulus lapiscancricri* uit dit vuursteentype (of anders uit type 7 of type 8). Verder: brachiopoden (o.m. *Trigonosemus pectiniformis*).

Type 7. Lichtgrijze vuursteen in de vorm van kleine kegelvormige brokken. Dit type (niet altijd te vinden) werd steeds met veel zand gevonden en is vermoedelijk uit het hoogste deel van het eluvium afkomstig. Mogelijk is hierin het onderste deel van de Formatie van Maastricht (Kalksteen van Valkenburg en Kalksteen van Gronsveld) vertegenwoordigd. Zee-egels: *Gauthieria* indet. (soms hoge exemplaren).

Type 8. Grote platte brokken, die aan de buitenkant vrij glad, hard en donkerbruin zijn. Dit type maakt de indruk uit grind afkomstig te zijn. Het is vrij zeldzaam en vermoedelijk afkomstig uit het hoogste deel van het eluvium. Zee-egels: soms zijn aan de buitenzijde van de brokken sterk verweerde exemplaren van *Hemipneustes striatoradiatus* te zien.

Tabel 2 geeft de stratigrafische verspreiding van de zee-egelsoorten in het eluvium van Hallembaye. Deze is dus tot stand gekomen door het vuursteentype waarin deze soorten (meestal associatie-gewijs) werden gevonden te vergelijken met de typen in het kalksteen- en eluviumprofiel. Vondsten in het eluviumprofiel hebben daarna onze stratigrafische inpassing van een aantal soorten bevestigd. *Catopygus fenestratus* en *Procassidulus lapiscancricri* zijn niet stratigrafisch verzameld en zijn alleen als losse steenkern beschikbaar. Er zijn ook geen begeleiders bekend en deze soorten zijn daarom op grond van alleen het vuursteentype ingepast. De aanduiding 'Kalksteen van Lanaye 11-15' in Tabel 2 betekent niet dat de desbetreffende soorten in dit héle traject aanwezig zijn, maar dat ze ergens in dit traject voorkomen. Hetzelfde geldt voor de vermelding 'Kalksteen van Lanaye 17-hoger'. Vuursteenlaag 16 is niet alleen in het veld goed herkenbaar, maar lijkt ook biostratigrafisch van belang te zijn. *Hemipneustes oculatus*, *Hemipneustes striatoradiatus* en *Oolopygus pyriformis* komen

hierin voor het eerst in het gebied voor, terwijl *Diplodetus bucardium* voor het laatst aanwezig is. Hopelijk kan in de nabije toekomst de indeling verder worden verfijnd.

Vergelijking met het oostelijk eluvium

Een vergelijking met de soortenlijst van het eluvium in het grensgebied van zuidelijk Limburg ten oosten van de Maas leert dat er veel overeenkomst bestaat tussen het westelijk en oostelijk eluvium. Na de publicatie van deze lijst (van der Ham, 1999, 2000) is duidelijk geworden dat ook *Hemipneustes striatoradiatus* in het oostelijk eluvium voorkomt (van der Ham & Felder, 2004). *Catopygus fenestratus*, waarvan uit dit eluvium drie steenkernen bekend zijn (van der Ham, 2004), is inmiddels ook aan de lijst van Hallembaye toegevoegd. Dit betekent dat alle 20 soorten uit het oostelijk eluvium ook bij Hallembaye zijn gevonden en dat van de 28 soorten uit het eluvium van Hallembaye er dus acht niet in het oostelijke gevonden zijn: *Cardiaster* sp., *Faujasia apicalis*, *Nucleopygus coravium*, *Oolopygus* sp., *Orthopsis miliaris*, *Rhyncholampas macari*, *Temnocidaris* (*Temnocidaris*) sp. en *Trochalosoma taeniatum*. De meeste van deze soorten komen bij Hallembaye in het hoogste deel van het eluvium (Kalksteen van Lanaye 17-hoger) voor. Samen met de zeldzaamheid van *Hemipneustes oculatus* en *H. striatoradiatus* wijst dit op een relatief klein aandeel van het bovenste deel van de Kalksteen van Lanaye en/of onderste deel van de Formatie van Maastricht in het oostelijk eluvium. Door het veelvuldig voorkomen van *Echinocorys scutata* in het oostelijk eluvium is er een grote affiniteit tot onderste deel van het westelijk eluvium. Ook in het oostelijk eluvium worden *Echinocorys scutata* steeds zonder begeleiders gevonden. Een meer gedetailleerde vergelijking moet wachten op een nauwkeuriger stratigrafische inventarisatie van het eluvium van Hallembaye. Toch zal dit dan vooral een vergelijking op associatie-niveau worden, want stratigrafisch verzamelen is in het oostelijk eluvium niet of nauwelijks uitvoerbaar.

Dankwoord

Wij bedanken de volgende personen voor inzage in hun collecties, informatie en/of hulp:

Ben Blokhuizen (Lisse), Daniël Bogaerts (Guigoven), Ivan Ceulemans (Mechelen), Kees Daams (Valkenswaard), Norbert Debrun (Heverlee), Sjeuf Felder (Cadier en Keer), Werner Felder (Vijlen), Dirk Geets (Holsbeek-Nieuwrode), Edouard Istase (Visé), John Jagt (Natuurhistorisch Museum Maas-

tricht), Walter Lux (Visé), Victor Luyckx (Peer), Pierrot Tits (Bilzen), Jules Snellings (Wellen), Victor Strijbos (Neerpelt), Erwin Thuwis (Zonhoven), Frans Vancalster (Hallaar) en Walter de Wit (De Steeg). Wij bedanken Welmoed Out (Haarlem) en Annemarie de Groot (Pijnacker) voor het 'Resumé', John Jagt voor de 'Zusammenfassung' en Ben Kieft (Zoetermeer) voor zijn onmisbare hulp bij het afwerken van de figuren en platen.

Résumé

Les oursins sont les macrofossiles trouvés le plus fréquemment dans la couche éluviale à silex ('vuursteeneluvium') au-dessus des calcaires Maastrichtiens supérieurs de la Montagne Saint-Pierre (Sint Pietersberg) près de Hallembaye dans le Nord-Est de la Belgique. On présente des détails topographiques et stratigraphiques (Fig. 1, 2) et aussi un sommaire historique de la littérature concernant les oursins des environs de Hallembaye (Table 1). Jusqu'ici on a trouvé 28 espèces, desquelles sept font partie de quatre groupes d'oursins réguliers et 21 de trois groupes d'oursins irréguliers. Toutes les espèces sont illustrées. *Oolopygus pyriformis* (Cassiduloïda) et *Cardiaster granulosus* (Holasteroïda) sont les

plus communes, tandis que trois espèces sont représentées par un seule exemplaire. Plusieurs espèces qui sont rares ailleurs (*Cardiaster rutoti*, *Cardiaster* sp., *Hemipneustes oculatus* et *Leymeriaster eluvialis*), sont relativement communes dans le silex de Hallembaye. La provenance stratigraphique de la majorité des espèces est plus ou moins connue (Table 2); de la recherche future doit amener des données plus détaillées. Comparaison du silex de Hallembaye avec le silex bien connu du Sud-Est de Limburg (Pays-Bas) montre que le premier contient plus d'oursins (28 contre 20 espèces) et est un peu plus jeune.

Summary

Echinoids are the commonest fossils found in the eluvial flint deposits on top of the Late Maastrichtian Lixhe and Lanaye Members of the Gulpen Formation and the basal part of the Maastricht Formation at the Sint Pietersberg (Montagne Saint-Pierre) near Hallembaye (NE Belgium). Topographical and stratigraphical details of this flint eluvium ('vuursteeneluvium') are given (Fig. 1, 2), and a historical review of echinoid records from localities near Hallembaye is presented (Table 1). To date, 28 species have been recorded, seven of which belong to four orders of regulars and 21 to three orders of irregulars. All species are illustrated. The cassidulid *Oolopygus pyriformis*

and the holasterid *Cardiaster granulosus* are the commonest, while three species are represented by single specimens only. Several species which are rare elsewhere (*Cardiaster rutoti*, *Cardiaster* sp., *Hemipneustes oculatus* en *Leymeriaster eluvialis*), are relatively common in the flint eluvium near Hallembaye. The stratigraphical provenance of most species is now roughly known (Table 2); future research should provide more detailed data. Comparison of the Hallembaye eluvium with the well-known eluvium in the southeastern part of Southern Limburg shows that it is both richer in echinoids species (28 versus 20 species) and slightly younger.

Zusammenfassung

Seeigel gehören mit zu den häufigsten Fossilien aus eluvialen Feuersteinablagerungen die sich direkt auf Ober-Maastricht (Gulpen-Formation, Lixhe und Lanaye-Kalksteinen; unterem Teil der Maastricht-Formation) am St Pietersberg (Montagne Saint-Pierre) unweit Hallembaye (nordost Belgien) befinden. Topographische und stratigraphische Einzelheiten dieses Feuerstein-Eluviums ('vuursteeneluvium') werden präsentiert (Abb. 1, 2), und auch eine historische Übersicht über Meldungen von Echiniden von Lokalitäten in der Nähe von Hallembaye (Tabelle 1). Insgesamt sind zur Zeit 28 Arten bekannt, von denen sieben den regulären Gruppen und einundzwanzig den Irregularia angehören. Sämtliche Arten werden abgebildet.

Der Cassidulide *Oolopygus pyriformis* und der Holasteride *Cardiaster granulosus* sind am allgemeinsten, während von drei Arten nur Einzelstücke bekannt sind. Mehrere Arten die an anderen Stellen selten sind (*Cardiaster rutoti*, *Cardiaster* sp., *Hemipneustes oculatus* und *Leymeriaster eluvialis*) sind ziemlich häufig im Feuerstein-Eluvium von Hallembaye. Die stratigraphische Stellung der meisten Arten ist in grossen Linien bekannt (Tabelle 2); in Zukunft sind detailliertere Angaben zu erwarten. Ein Vergleich zwischen dem Eluvium von Hallembaye und dem gutbekannten Eluvium von Südost Limburg zeigt dass das erste artenreicher (28 bzw. 20 Arten) und ein wenig jünger ist.

Literatuur

- Agassiz, L., 1847. *Catopygus fenestratus*. In: L. Agassiz & E. Desor, Catalogue raisonné des espèces et des familles d'Échinides. Ann. Sci. nat. 3, 7/8.
- Albers, H. J., 1978. *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske) in het vuursteeneluvium van het Aachenerwald. Sprekende Bodem 22: 44.
- Archiac, A. d', 1835. Mémoire sur la formation crétacée du sud-ouest de la France. Mém. Soc. géol. Fr. 2, 2: 157-193.
- Boucot, A.J., 1953. Life and death assemblages among fossils. Amer. J. Sci. 251: 25-40.
- Cotteau, G. 1866. Échinides nouveaux ou peu connus. Rev. Mag. Zool. 2, 18: 201-209.
- Cotteau, G., 1875. Note sur les Échinides crétacés de la province de Hainaut. Bull. Soc. géol. Fr. 3, 2: 638-660.
- Cotteau, G., 1890. Notice sur l'*Hemipneustes oculatus* (Drapiez) Cotteau de la craie de Ciplly et les autres espèces du genre *Hemipneustes*. Ann. Soc. roy. mal. Belg. 25: 3-10.
- Defour, E., T. Geussens, L. Indehberge & V. Strijbos, 1994. Vormvariaties van *Hemipneustes striatoradiatus* en *Hemiaster prunella* uit het Boven-Krijt van Limburg. Jaarboek Likona 1993: 7-14.
- Defrance, 1847. *Nucleopygus coravium*. In: L. Agassiz & E. Desor, Catalogue raisonné des espèces et des familles d'Échinides. Ann. Sci. nat. 3, 7/8.
- Desor, E., 1847. *Faujasia apicalis*. In: L. Agassiz & E. Desor, Catalogue raisonné des espèces et des familles d'Échinides. Ann. Sci. nat. 3, 7/8.
- Doumen, M., 2003a. Kort verslag van de ledenbijeenkomst op 11 maart 2003. Sprekende Bodem 47: 5-6.
- Doumen, M., 2003b. Kort verslag van de ledenbijeenkomst op 9 september 2003. Sprekende Bodem 47: 66-68.
- Engel, H., 1944. Over de variatie van *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske). Verh. Geol.-Mijnbouwk. Gen. Ned. Kol., Geol. 14: 173-182.
- Engel, H. & M. Meijer, 1957. Notes sur les Échinides du Tuffeau de Maastricht (Maestrichtien Dumont, 1849) 2. *Lychnidius scrobiculatus* (Goldfuss, 1829). Natuurhist. Maandbl. 46: 88-94.
- Felder, W.M., 1975. Lithostratigraphische Gliederung der Obere Kreide in Süd-Limburg und den Nachbargebieten. Erster Teil: Der Raum westlich der Maas, Typusgebiet des 'Maastricht'. Publ. Natuurhist. Gen. Limb. 24, 3/4.
- Felder, W.M., 1983. De kalksteengroeve van de cementfabriek Ciments Portland Liegeois bij Hallembaye, gem. Visé, prov. Luik, België. Grondboor & Hamer 37: 122-138.
- Felder, W.M. & P.W. Bosch, 1988. Geologische kaart van Zuid-Limburg en omgeving: Oppervlaktekaart. Haarlem.
- Felder, W.M. & P.W. Bosch, 2000. Geologie van Nederland, deel 5. Krijt van Zuid-Limburg. Delft/Utrecht.
- Francken, C, 1947. Bijdrage tot de kennis van het Boven-Senoon in Zuid-Limburg. Med. Geol. Stichting C-VI-5: 1-148.
- Geys, J.F., 1990. The genus *Temnocidaris* (Echinoidea, Cidaroida) in the Upper Cretaceous and Lower Tertiary of the Maastricht area (Belgium and The Netherlands). Bull. Inst. r. Sci. nat. Belg., Sci. Terre 60: 107-114.
- Geys, J.F. & J. Jagt, 1986. Additional regular echinoids from the Upper Cretaceous in the Maastricht area (Belgium). Paläont. Z. 60: 93-107.
- Goldfuss, A., 1829. Petrefacten Deutschlands und der angrenzenden Länder. Düsseldorf.
- Hagenow, F. von, 1840. Monographie der Rügen'schen Kreideversteinerungen 2. N. Jb. Min. Geogn. Geol. Petrefaktenkunde 1840: 631-672.
- Ham, R.W.J.M. van der, 1982. De zee-egel *Hemipneustes oculatus* Cotteau, 1890 voor het eerst in Nederland gevonden. Natuurhist. Maandbl. 71: 181-185.
- Ham, R.W.J.M. van der, 1984. De zeeëgel *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny, 1855 in het Maastrichtien van Zuid-Limburg en aangrenzende delen van België en Duitsland. Natuurhist. Maandbl. 73: 169-176.
- Ham, R.W.J.M. van der, 1985a. *Hemiaster koninckanus* en de zeeëgelfauna van het vuursteeneluvium van Hallembaye: aanvullingen. Natuurhist. Maandbl. 74: 110-112.
- Ham, R.W.J.M. van der, 1985b. De zeeëgel *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter, 1899 in het Campaniën en het Maastrichtien van Zuid-Limburg en aangrenzende delen van België en Duitsland. Natuurhist. Maandbl. 74: 147-156.
- Ham, R.W.J.M. van der, 1995. *Hemiaster (Leymeriaster) eluvialis*, a new echinoid from the late Maastrichtian of NE Belgium and SE Netherlands. Bull. Kon. Belg. Inst. Natuurw., Aardw. 65: 153-164.
- Ham, R.W.J.M. van der, 1999. Zee-egels uit het oostelijk eluvium. Sprekende Bodem, Speciale uitgave december 1999: 35-45.
- Ham, R.W.J.M. van der, 2000. Zee-egels uit het vuursteeneluvium van Zuid-Limburg, de Voerstreek en het Aachener Wald. Grondboor & Hamer 54: 96-104.
- Ham, R. van der, 2004. De aanhouder vindt: *Catopygus fenestratus* in goed gezelschap in het oostelijk eluvium. Sprekende Bodem 48: 108-110.
- Ham, R. van der & W.M. Felder, 2004. *Hemipneustes striatoradiatus* in het oostelijk eluvium. Sprekende Bodem 48: 32-37.

- Ham, R.W.J.M. van der & J.W.M. Jagt, 1998. Late Cretaceous hemiasterid echinoids from the Maastrichtian type area. In: R. Mooi & M. Telford (eds.), Echinoderms: San Francisco: 857-862. Rotterdam/Brookfield.
- Ham, R.W.J.M. van der, J.H.A. van Konijnenburg-van Cittert & J. van der Burgh, 2001. Taxodiaceous conifers from the Maastrichtian type area (Late Cretaceous, NE Belgium, SE Netherlands). Rev. Palaeobot. Palynol. 116: 233-250.
- Ham, R.W.J.M. van der, J.H.A. van Konijnenburg-van Cittert, R.W. Dortangs, G.F.W. Herengren & J. van der Burgh, 2003. *Brachyphyllum patens* (Miquel) comb. nov. (Cheirolepidiaceae?): remarkable conifer foliage from the Maastrichtian type area (Late Cretaceous, NE Belgium, SE Netherlands). Rev. Palaeobot. Palynol. 127: 77-97.
- Ham, R. van der & W. de Wit, 1998. Zee-egels. I n: J.W.M. Jagt, J. Leloux & A.V. Dhondt, Fossielen van de St. Pietersberg. Grondboor en Hamer 52: 134-137.
- Ham, R. van der, W. de Wit, G. Zuidema & M. van Birgelen, 1987. Zeeëgels uit het Krijt en Tertiair van Maastricht, Luik en Aken: een atlas van de zeeëgels uit het Campaniën, Maastrichtiën en Daniën van Zuid-Limburg en aangrenzende delen van België en Duitsland. Publ. Natuurhist. Gen. Limb. 36.
- Horion, C., 1859. Notice sur le terrain crétacé de la Belgique. Bull. Soc. géol. Fr. (2)16: 635-666.
- Indeherberge, L., D. Bogaerts, T. Geussens & J. Snellings, 1996. Tussen Vechmaal en Kanne: een geologische tocht door het Krijt van Zuidoost-Limburg. Jaarboek Likona 1995: 7-15.
- Indeherberge, L., E. Defour, D. Bogaerts & R. van der Ham, 2002. Een opmerkelijke zee-egelfauna uit het vuursteeneluvium van Diets-Heur (Zuid-Tongeren): een blik op het geslacht *Cardiaster*. Jaarboek Likona 2001: 14-21.
- Indeherberge, L., E. Defour, R.W.J.M. van der Ham & J.W.M. Jagt, 1998. Artificial casts and species identification of the Cretaceous echinoid *Diplodetus*. In: R. Mooi & M. Telford (eds), Echinoderms: San Francisco: 687-692. Rotterdam/Brookfield.
- Indeherberge, L., V. Stribos & T. Geussens, 1993. Voorkomen van het vuursteeneluvium uit het Boven-Krijt in het heuvellandschap tussen Zichen (Riemst) en Sluizen (Tongeren). Jaarboek Likona 1992: 7-14.
- Jagt, J.W.M., 2000. Late Cretaceous-Early Palaeogene echinoderms and the K/T boundary in the southeast Netherlands and northeast Belgium 4. Echinoids. Scripta Geol. 121: 181-375.
- Lamarck, J.B., 1816. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres 3. Les Échinides. Paris.
- Lambert, J., 1898. Note sur les échinides de la Craie de Ciplu. Bull. Soc. belg. Géol., Paléont., Hydrol. 11: 141-189.
- Lambert, J., 1911. Description des échinides crétacés de la Belgique 2. Échinides de l'étage Sénonien. Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 16.
- Leske, N.G., 1778. Jacobi Theodori Klein naturalis dispositio Echinodermatum. Addidamenta ad I.T. Klein naturalem dispositionem Echinodermatum. Leipzig.
- Meijer, A.W.F., 1981. *Toxopatus rutoti* (Lambert), een zeldzame irregulaire zee-egel uit de Limburgse Krijtafzettingen. Natuurhist. Maandbl. 70: 192-193.
- Meijer, M., 1965. The stratigraphical distribution of Echinoids in the Chalk and Tuffaceous Chalk in the neighbourhood of Maastricht (Netherlands). Med. Geol. Stichting 17: 21-25.
- Müller, J., 1847. Monographie der Petrefacten der Aachener Kreideformation. Erste Abt. Bonn.
- Orbigny, A. de, 1855. Paléontologie française. Terrains crétacés 6, échinodermes. Paris.
- Schlotheim, E. F. von, 1813. Beitrge zur Naturgeschichte der Versteinerungen in geognostischer Hinsicht. Frankfurt.
- Schlüter, C., 1883. Die regulären Echiniden der norddeutschen Kreide 1. Glyphostoma. Abh. Kön. Preuss. Geol. Landesanst. 4, 1.
- Schlüter, C., 1899. Ueber einige von Goldfuss beschriebene Spatangiden 2. Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesell. 1899. Aufsätze: 104-124.
- Smiser, J.S., 1935. A monograph of the Belgian Cretaceous echinoids. Mém. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg. 68.
- Smith, A.B. & C.H. Jeffery, 2000. Maastrichtian and Palaeocene echinoids: a key to world faunas. Spec. Pap. Palaeont. 63. London.
- Smith, A.B. & C.W. Wright, 2003. British Cretaceous echinoids. Part 7. Atelostomata, 1. Holasteroidea. Palaeontographical Society. London
- Sorignet, L.A., 1850. Oursins fossiles de deux arrondissements du département de l'Eure. Vernon.
- Stokes, R.B., 1979. De genus *Diplodetus* from the Santonian to Danian of Northern Europe. N. Jb. Geol. Paläont. Mh. 1979, 10: 619-630.
- Ubaghs, J.C., 1859. Beobachtungen über die chemische und mechanische Zersetzung der Kreide Limburgs und deren Einwirkung. Valkenburg.
- Zijlstra, J.J.P., 1994. Sedimentology of the Late Cretaceous and Early Tertiary (Tuffaceous) Chalk of Northwest Europe. Geol. Ultraject. 119. Utrecht.

Tabel 1. Zee-egels uit het vuursteeneluvium van Hallembaye in deze en eerdere publicaties. Uitgaande van de kolom 'deze publicatie' is na te gaan onder welke namen de diverse soorten in voorgaande publicaties werden vermeld.

Horion (1859)	Felder (1963)	van der Ham (1984)	van der Ham (1985a)	van der Ham et al. (1987)	van der Ham (1999)	deze publicatie
	Cardiaster	Cardiaster granulosis	Cardiaster granulosis	Cardiaster granulosis	Cardiaster granulosis	Cardiaster granulosis
	Toxopatagus rutoti	Toxopatagus rutoti	Cardiaster rutoti	Cardiaster rutoti	Cardiaster rutoti	Cardiaster rutoti
						Cardiaster sp.
						Catopygus fenestratus
Micraster brongniarti?		Diplodetus bucardium	Diplodetus bucardium	Diplodetus bucardium	Diplodetus bucardium	Diplodetus bucardium
Micraster brongniarti?		Diplodetus sp.	Diplodetus parvistella	Diplodetus parvistella	Diplodetus duponti	Diplodetus duponti
						Diplodetus parvistella
						Echinocorys scutata
Diadema kleinii?	Gauthieria sp.	Gauthieria sp.	Faujasia apicalis	Faujasia apicalis	Faujasia apicalis	Faujasia apicalis
			Gauthieria pseudorad.	Gauthieria pseudorad.	Gauthieria pseudorad.	Gauthieria pseudoradiata
			Phymosoma? sp.	Gauthieria pseudorad.	Gauthieria pseudorad.	Gauthieria pseudoradiata
Diadema kleinii?	Gauthieria sp.	Gauthieria sp.	Gauthieria radiata	Gauthieria radiata	Gauthieria radiata	Gauthieria radiata
		Hemiaster rutoti	Hemiaster aquisgran.	Hemiaster aquisgran.	Hemiaster aquisgran.	Hemiaster aquisgranensis
Hemiaster prunella?		Hemiaster koninckanus	Hemiaster koninckanus	Hemiaster koninckanus	Hemiaster koninckanus	Hemiaster koninckanus
Hemiaster prunella?		Hemiaster prunella	Hemiaster prunella	Hemiaster prunella	Hemiaster prunella	Hemiaster prunella
		Hemipneustes oculatus	Hemipneustes oculatus	Hemipneustes oculatus	Hemipneustes oculatus	Hemipneustes oculatus
	Hemipn. striatoradiatus	Hemipn. striatoradiatus	Hemipn. striatoradiatus	Hemipn. striatoradiatus	Hemipn. striatoradiatus	Hemipneustes striatoradiatus
		Hemiaster sp.	Hemiaster sp.	Hemiaster sp.	Hemiaster eluvialis	Leymeriaster eluvialis
			Nucleopygus coravium	Nucleopygus coravium	Nucleopygus coravium	Nucleopygus coravium
			Nucleop. scrobiculatus	Nucleop. scrobiculatus	Nucleop. scrobiculatus	Nucleopygus scrobiculatus
Catopygus piriformis	Catopygus/Oolopygus	Oolopygus gracilis	Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis
		Oolopygus sp.	Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis
		Oolop. cf. convexus	Oolopygus sp.	Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis	Oolopygus sp.
				Orthopsis miliaris	Orthopsis miliaris	Orthopsis miliaris
				Proccass. lapiscancr	Proccass. lapiscancr	Proccassidulus lapiscancr
			Proccassidulus macari	Proccassidulus macari	Proccassidulus macari	Rhyncholampas macari
				Salenidia sp.	Salenidia sp.	Salenia bonissenti
			'Cidaris' sp.	Stereocidaris sp.	Stereocidaris sp.	Temnocidaris (Stereocidaris) sp.
				Temnocidaris sp.	Temnocidaris sp.	Temnocidaris (Temnocidaris) sp.
				Phymosoma sp.	Phymosoma sp.	Trochalosoma taeniatum

Tabel 2. Stratigrafische herkomst van de zee-egels uit het vuursteeneluvium van Hallembaye. Zie Figuur 24 voor de nummering van de vuursteenlagen in de Kalksteen van Lanaye.

	zee-egels eluvium Hallembaye	Lixhe Kalksteen	Lanaye Kalksteen 11-15	Lanaye Kalksteen 16	Lanaye Kalksteen 17 en hoger
1	Cardiaster granulosis			Cardiaster granulosis	Cardiaster granulosis
2	Cardiaster rutoti				Cardiaster rutoti
3	Cardiaster sp.		Cardiaster sp.	Cardiaster sp.	Cardiaster sp.
4	Catopygus fenestratus		Catopygus fenestratus?		
5	Diplodetus bucardium		Diplodetus bucardium	Diplodetus bucardium	
6	Diplodetus duponti				Diplodetus duponti
7	Diplodetus parvistella		Diplodetus parvistella	Diplodetus parvistella	Diplodetus parvistella
8	Echinocorys scutata	Echinocorys scutata			
9	Faujasia apicalis				Faujasia apicalis
10	Gauthieria pseudoradiata			Gauthieria pseudoradiata	
11	Gauthieria radiata		Gauthieria radiata	Gauthieria radiata	Gauthieria radiata
12	Hemiaster aquisgranensis		Hemiaster aquisgranensis	Hemiaster aquisgranensis	Hemiaster aquisgranensis
13	Hemiaster koninckanus		Hemiaster koninckanus	Hemiaster koninckanus	Hemiaster koninckanus
14	Hemiaster prunella		Hemiaster prunella		Hemiaster prunella?
15	Hemipneustes oculatus			Hemipneustes oculatus	Hemipneustes oculatus
16	Hemipneustes striatoradiatus			Hemipneustes striatoradiatus	Hemipneustes striatoradiatus
17	Leymeriaster eluvialis				Leymeriaster eluvialis
18	Nucleopygus coravium				Nucleopygus coravium
19	Nucleopygus scrobiculatus				Nucleopygus scrobiculatus
20	Oolopygus pyriformis			Oolopygus pyriformis	Oolopygus pyriformis
21	Oolopygus sp.		Oolopygus sp.	Oolopygus sp.?	
22	Orthopsis miliaris				Orthopsis miliaris
23	Procassidulus lapiscancrri				Procassidulus lapiscancrri
24	Rhyncholampas macari				Rhyncholampas macari
25	Salenia bonissenti				Salenia bonissenti
26	Temnocidaris (Stereocidaris) sp.			Temnocidaris (Stereocidaris) sp.	Temnocidaris (Stereocidaris) sp.
27	Temnocidaris (Temnocidaris) sp.				Temnocidaris (Temnocidaris) sp.
28	Trochalosoma taeniatum				Trochalosoma taeniatum

Plaat 1. Cidariden: afdrukken in vuursteen.

- 1-3. *Temnocidaris (Stereocidaris)* sp.
1. interambulacrale plaat, coll. LI 59D, 2x
 2. stekel, coll. LI 59B, 2x
 3. interambulacrale platen met ambulacrale platen, coll. RH 153, 2x
- 4-6. *Temnocidaris (Temnocidaris)* sp.
4. stekels en interambulacrale platen, onderaan de afdruk van de binnenzijde van een interambulacrale plaat, coll. LI 55, 2x
 5. interambulacrale platen met ambulacrale platen, bovenaan de afdruk van de binnenzijde van een interambulacrale plaat, coll. LI 55, 2x
 6. interambulacrale platen, deels met ambulacrale platen, uit het onderste deel van een interambulacraal veld, coll. LI 55, 2x

Plaat 2. Cidariden: afgietsels.

- 1-2. *Temnocidaris (Stereocidaris)* sp.
1. interambulacrale plaat, coll. LI 59D, 6x
 2. interambulacrale platen met ambulacrale platen, coll. LI 59A, 6x
3. *Temnocidaris (Temnocidaris)* sp.
3. bijna compleet interambulacraal veld met ambulacrale platen, coll. Lux, 4x

Plaat 3. Saleniden, Phymosomatiden en Orthopsiden: vuursteenkernelen.

- 1-3. *Salenia (Pleurosalenia) bonissenti* Cotteau, 1866
1. bovenzijde, coll. LI 999, 2x
 2. onderzijde, coll. LI 999, 2x
 3. zijkant (interambulacraal aanzicht), coll. LI 999, 2x
- 4-6. *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter, 1883)
4. bovenzijde, coll. RH 545, 2x
 5. onderzijde, coll. RH 545, 2x
 6. zijkant (interambulacraal aanzicht), coll. RH 545, 2x
- 7-8. *Orthopsis miliaris* (d'Archiac, 1835)
7. bovenzijde, coll. RM 52, 2x
 8. zijkant (ambulacraal aanzicht), coll. RM 52, 2x

Plaat 4. Saleniden, Phymosomatiden en Orthopsiden: afgietsels.

- 1-3. *Salenia (Pleurosalenia) bonissenti* Cotteau, 1866
1. bovenzijde, coll. LI 999, 2x
 2. onderzijde, coll. LI 999, 2x
 3. zijkant (ambulacraal aanzicht), coll. LI 999, 2x
4. *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter, 1883)
4. onderzijde, coll. ED 586, 2.5x
5. *Gauthieria radiata* (Sorignet, 1850)
5. onderzijde, coll. ED 363, 2.5x
- 6-7. *Orthopsis miliaris* (d'Archiac, 1835)
6. bovenzijde, coll. RM 53, 2.5x
 7. onderzijde, coll. RM 53, 2.5x

Plaat 5. Cassiduliden: vuursteenkernelen.

- 1-3. *Catopygus fenestratus* Agassiz, 1847
1. bovenzijde, coll. Blokhuisen 657, 2x
2. onderzijde, coll. Blokhuisen 657, 2x
3. rechter zijkant, coll. Blokhuisen 657, 2x.
- 4-6. *Oolopygus pyriformis* (Leske, 1778)
4. bovenzijde, coll. RH 396, 2x
5. onderzijde, coll. RH 396, 2x
6. rechter zijkant, coll. RH 396, 2x
- 7-9. *Oolopygus* sp.
7. bovenzijde, coll. RH 547, 2x
8. onderzijde, coll. RH 547, 2x
9. rechter zijkant, coll. RH 547, 2x
- 10-12. *Faujasia apicalis* (Desor, 1847)
10. bovenzijde, coll. LI 49, 2x
11. onderzijde, coll. LI 49, 2x
12. rechter zijkant, coll. LI 49, 2x

Plaat 6. Cassiduliden: afgietsels.

- 1-2. *Oolopygus pyriformis* (Leske, 1778)
1. bovenzijde, met drie genitale poriën,
coll. LI 0414, 5x
2. onderzijde, coll. ED 214, 4.5x
3. *Oolopygus* sp.
3. onderzijde, coll. LI 0397, 5x

Plaat 7. Cassiduliden: vuursteenkernelen.

- 1-3. *Nucleopygus scrobiculatus* (Goldfuss, 1829)
1. bovenzijde, coll. LI, 3x
2. onderzijde, coll. LI, 3x
3. rechter zijkant, coll. LI, 3x.
- 4-6. *Nucleopygus coravium* DeFrance, 1847
4. bovenzijde, coll. LI 752, 4x
5. onderzijde, coll. LI 752, 4x
6. rechter zijkant, coll. LI 752, 4x
- 7-10. *Procassidulus lapiscancrici* (Leske, 1778)
7. bovenzijde, coll. Lux s.n., 3x
8. achterzijde (van schuin boven), coll. Lux s.n., 3x
9. onderzijde, coll. Lux s.n., 3x
10. rechter zijkant, coll. Lux s.n., 3x
- 11-14. *Rhyncholampas macari* (Smiser, 1935)
11. bovenzijde, coll. LI 103, 3x
12. achterzijde (van schuin boven), coll. LI 103, 3x
13. onderzijde, coll. LI 103, 3x
14. rechter zijkant, coll. LI 103, 3x

Plaat 8. Holasteriden: vuursteenkernelen.

- 1-3. *Echinocorys scutata* Leske, 1778
1. bovenzijde, coll. LI 9A, 1x
2. onderzijde, coll. LI 9A, 1x
3. rechter zijkant, coll. LI 9A, 1x

Plaat 9. Holasteriden: vuursteenkernelen.

1-4. *Cardiaster granulatus* (Goldfuss, 1829)

1. bovenzijde, coll. LI, 1x
2. onderzijde, coll. LI, 1x
3. voorzijde, coll. LI, 1x
4. bovenzijde, coll. LI, 3.5x

5-7. *Cardiaster* sp.

5. bovenzijde, coll. LI 15, 1x
6. onderzijde, coll. LI 15, 1x
7. voorzijde, coll. LI 15, 1x

Plaat 10. Holasteriden: vuursteenkernelen.

1-4. *Cardiaster rutoti* (Lambert, 1911)

1. bovenzijde, coll. RH 462, 1x
2. onderzijde, coll. RH 462, 1x
3. voorzijde, coll. RH 462, 1x
4. rechter zijkant, coll. RH 462, 1x

Plaat 11. Holasteriden: afgietsels.

1. *Cardiaster granulatus* (Goldfuss, 1829)

1. deel bovenzijde, met top, coll. LI, 2x

2. *Cardiaster rutoti* (Lambert, 1911)

2. deel bovenzijde, met top, coll. ED 1283, 4x

3-4. *Cardiaster* sp.

3. deel bovenzijde, met top, coll. LI 0402, 3.5x
4. onderzijde, coll. LI 200, 1.5x

Plaat 12. Holasteriden: afgietsels.

1. *Hemipneustes oculatus* Cotteau, 1890

1. deel bovenzijde, met top (van rechts boven), coll. ED 577, 2x

2. *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske, 1778)

2. deel bovenzijde, met top (van rechts boven), coll. LI 18, 2.4x

Plaat 13. Holasteriden: vuursteenkernelen.

1-3. *Hemipneustes oculatus* Cotteau, 1890

1. bovenzijde, coll. LI 17, 1x
2. linker zijkant, coll. LI 17, 1x
3. voorzijde, coll. LI 17, 1x

Plaat 14. Holasteriden: vuursteenkernelen.

1-4. *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske, 1778)

1. bovenzijde, coll. RH 396, 1x
2. onderzijde, coll. RH 396, 1x
3. voorzijde, coll. RH 396, 1x
4. linker zijkant, coll. RH 396, 1x

Plaat 15. Spatangiden: vuursteenkernelen.

- 1-2. *Diplodetus bucardium* (Goldfuss, 1829)
1. bovenzijde, coll. LI 31, 1x
2. onderzijde, coll. LI 31, 1x
- 3-5. *Diplodetus duponti* (Lambert, 1911)
3. bovenzijde, vm. coll. Luyckx 02, 1x
4. onderzijde, vm. coll. Luyckx 02, 1x
5. linker zijkant, vm. coll. Luyckx 02, 1x
- 6-7. *Diplodetus parvistella* (Schlüter, 1899)
6. bovenzijde, coll. RH 637, 1x
7. onderzijde, coll. RH 637, 1x

Plaat 16. Spatangiden: afgietsels.

- 1-2. *Diplodetus bucardium* (Goldfuss, 1829)
1. deel bovenzijde, links van top, coll. LI 0410, 4x
2. bovenzijde, coll. Vancalster s.n., 3x
3. *Diplodetus duponti* (Lambert, 1911)
3. deel bovenzijde, links van top, coll. LI 44, 4x
4. *Diplodetus parvistella* (Schlüter, 1899)
4. deel bovenzijde, links van top, coll. ED 137, 4x

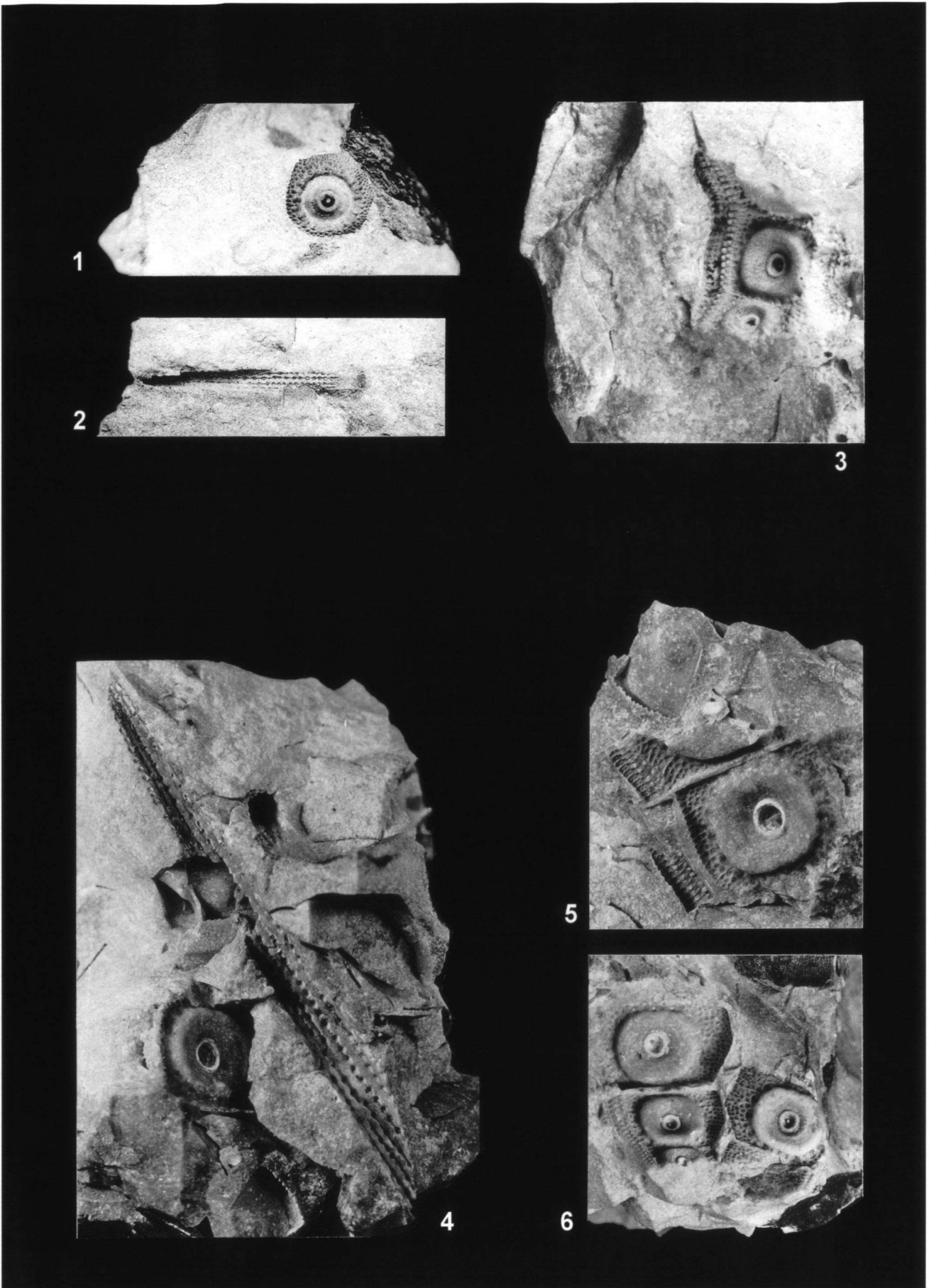
Plaat 17. Spatangiden: vuursteenkernelen.

- 1-2. *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter, 1899
1. bovenzijde, coll. LI 12, 1x
2. onderzijde, coll. LI 12, 1x
- 3-4. *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny, 1855
3. bovenzijde, coll. LI 191, 2x
4. onderzijde, coll. LI 191, 2x
- 5-7. *Hemiaster prunella* (Lamarck, 1816)
5. bovenzijde, coll. RH 386, 2x
6. voorzijde, coll. RH 386, 2x
7. onderzijde, coll. RH 386, 2x
- 8-9. *Leymeriaster eluvialis* (van der Ham, 1995)
8. bovenzijde, coll. RM 47 (was RM 5), 1.5x
9. onderzijde, coll. RM 47 (was RM 5), 1.5x

Plaat 18. Spatangiden: afgietsels.

- 1-2. *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter, 1899
1. deel bovenzijde (rechts van top),
met niet-scrobiculate tuberkels, coll. ED 1183, 3.5x
2. deel bovenzijde (rechts van top),
met scrobiculate tuberkels, coll. ED 1305, 3.5x
3. *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny, 1855
3. bovenzijde, coll. LI 0410, 2.5x
4. *Hemiaster prunella* (Lamarck, 1816)
4. bovenzijde, coll. LI 0312, 2.5x
- 5-6. *Leymeriaster eluvialis* (van der Ham, 1995)
5. bovenzijde, coll. NHMM 1993050, 2x
6. onderzijde, coll. LI 518, 2x

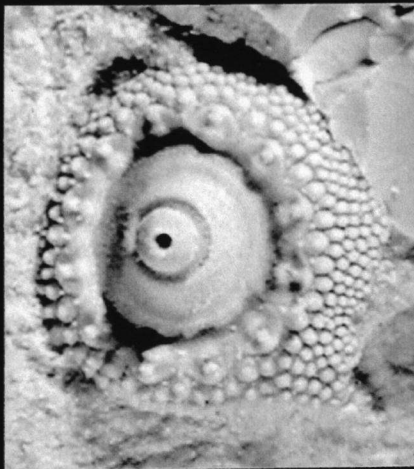
Plaat 1. Cidariden: afdrukken in vuursteen.



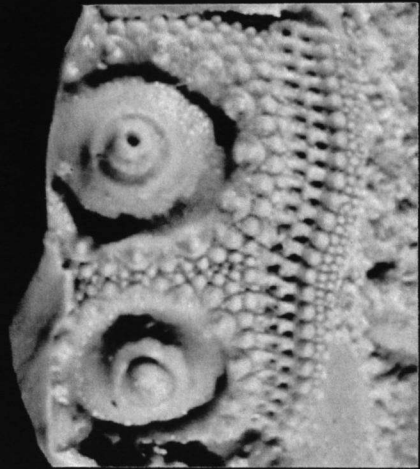
1-3. *Temnocidaris (Stereocidaris) sp.*

4-6. *Temnocidaris (Temnocidaris) sp.*

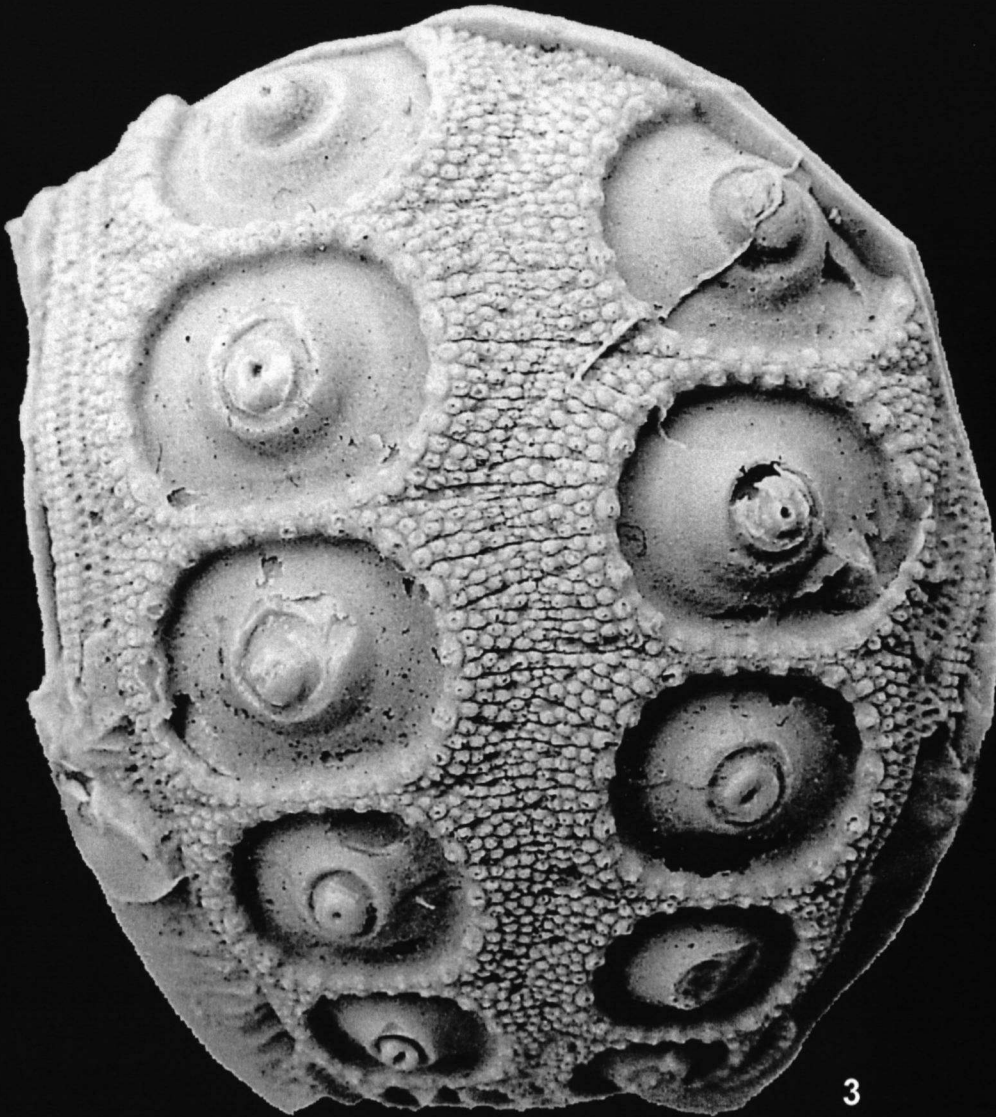
Plaat 2. Cidariden: afgietsels.



1



2



3

1-2. *Temnocidaris* (*Stereocidaris*) sp.

3. *Temnocidaris* (*Temnocidaris*) sp.

Plaat 3. Saleniden, Phymosomatiden en Orthopsiden: vuursteenkerneln.

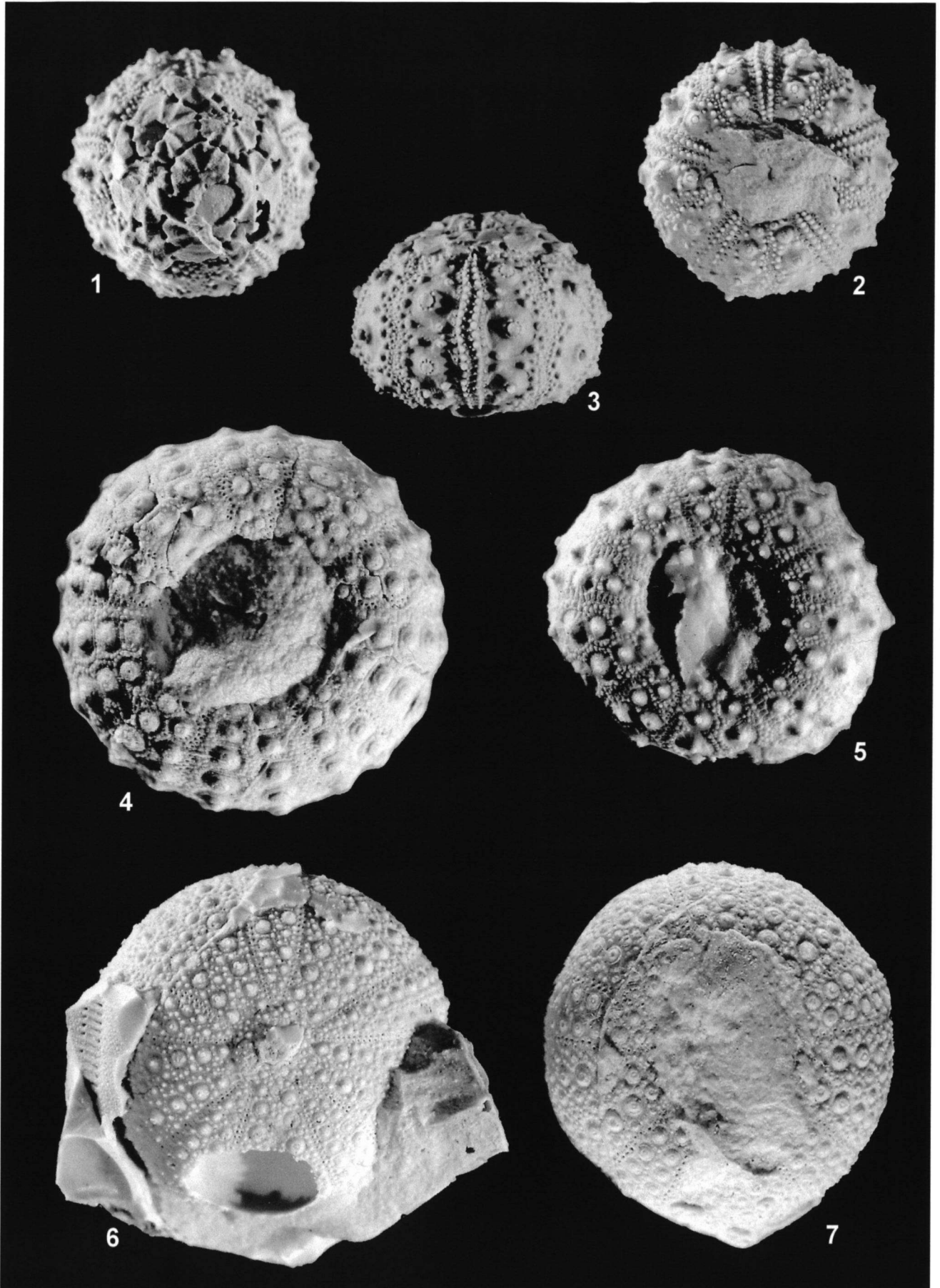


1-3. *Salenia (Pleurosalenia) bonissenti* Cotteau, 1866

7-8. *Orthopsis miliaris* (d'Archiac, 1835)

4-6. *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter, 1883)

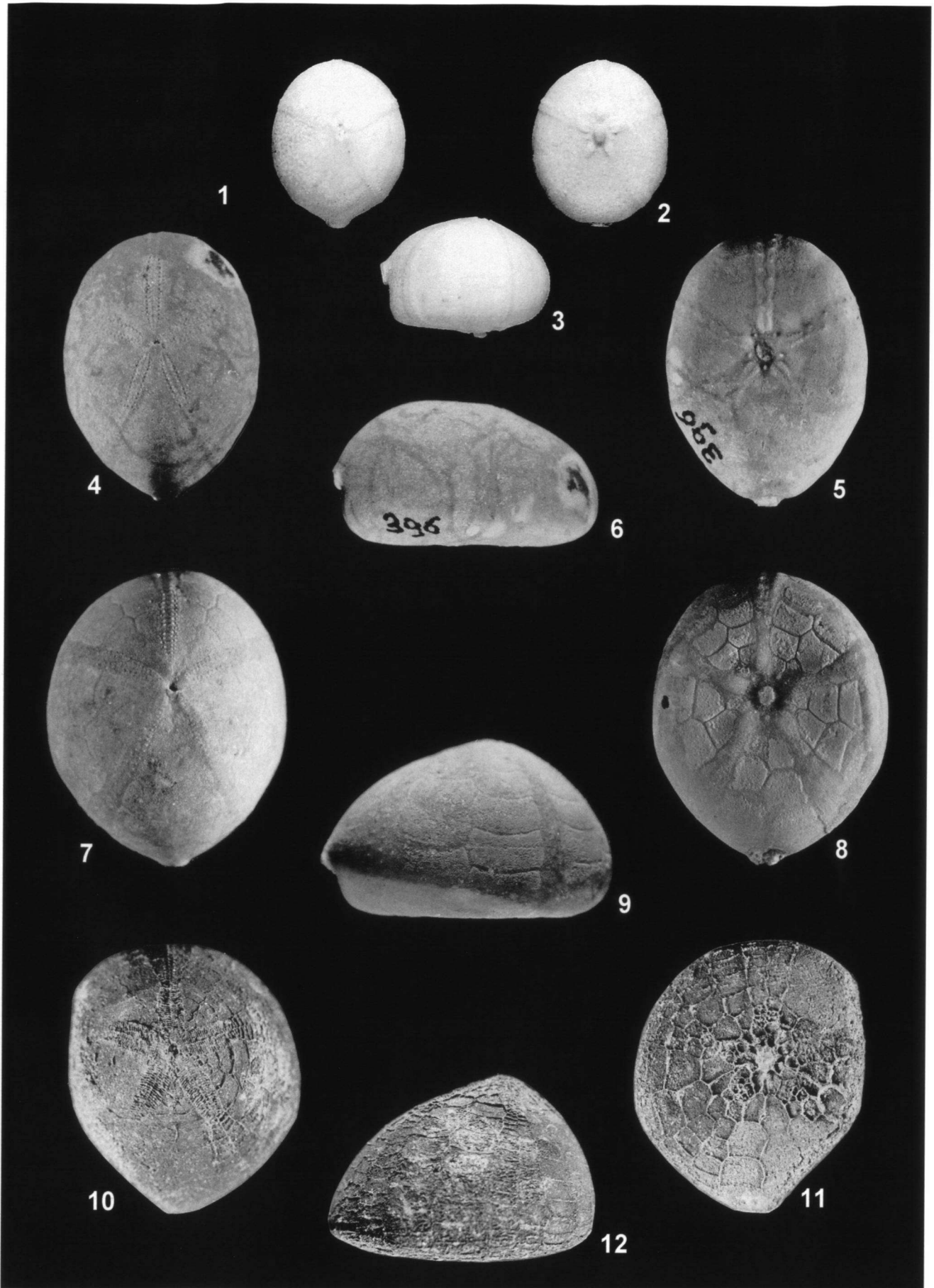
Plaat 4. Saleniden, Phymosomatiden en Orthopsiden: afgietsels.



1-3. *Salenia (Pleurosalenia) bonissenti* Cotteau, 1866
4. *Gauthieria pseudoradiata* (Schlüter, 1883)

5. *Gauthieria radiata* (Sorignet, 1850)
6-7. *Orthopsis miliaris* (d'Archiac, 1835)

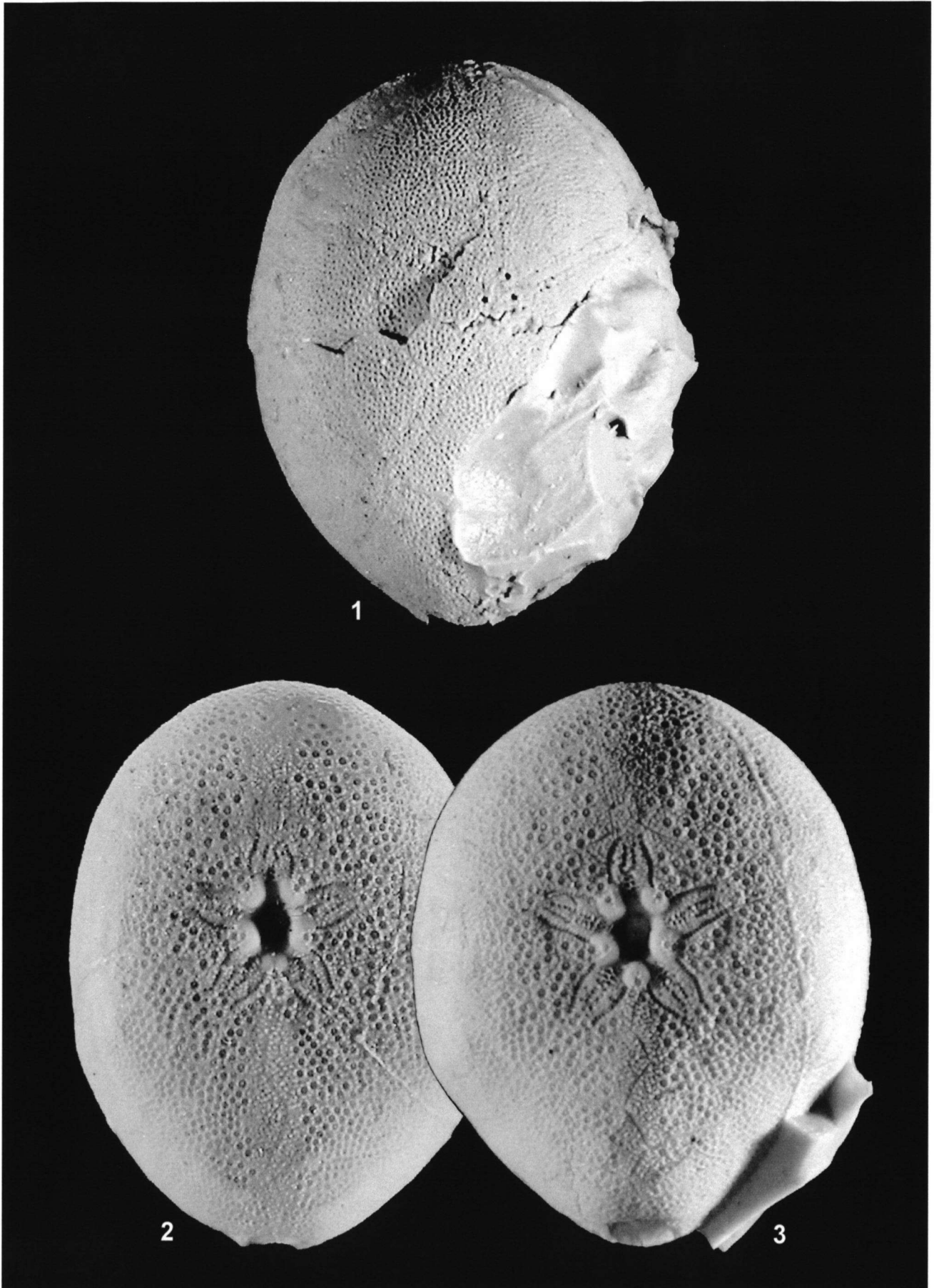
Plaat 5. Cassiduliden: vuursteenkernen.



1-3. *Catopygus fenestratus* Agassiz, 1847
4-6. *Oolopygus pyriformis* (Leske, 1778)

7-9. *Oolopygus* sp.
10-12. *Faujasia apicalis* (Desor, 1847)

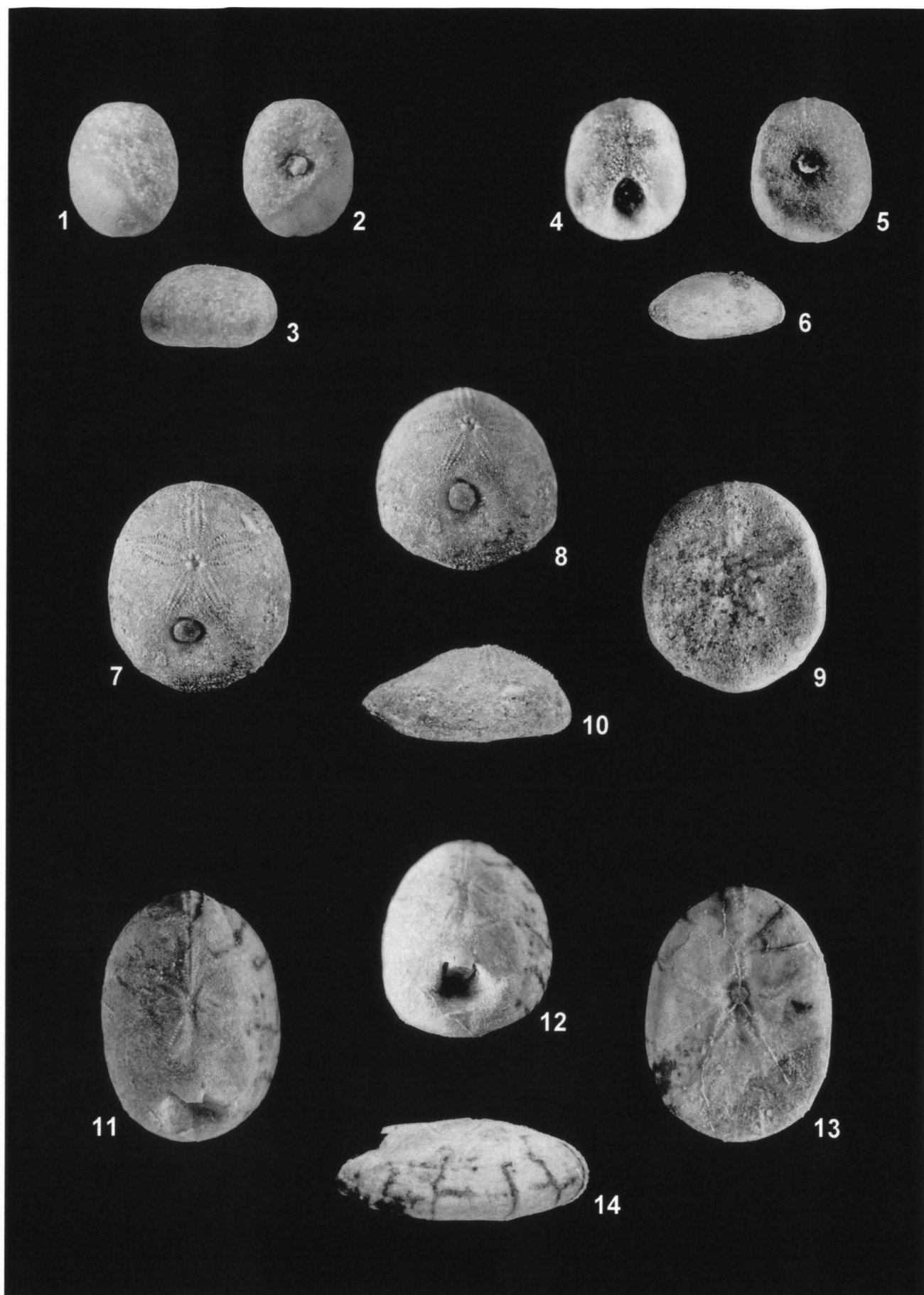
Plaat 6. Cassiduliden: afgietsels.



1-2. *Oolopygus pyriformis* (Leske, 1778)

3. *Oolopygus* sp.

Plaat 7. Cassiduliden: vuursteenkernen.



1-3. *Nucleopygus scrobiculatus* (Goldfuss, 1829)

4-6. *Nucleopygus coravium* DeFrance, 1847

7-10. *Procassidulus lapiscancrri* (Leske, 1778)

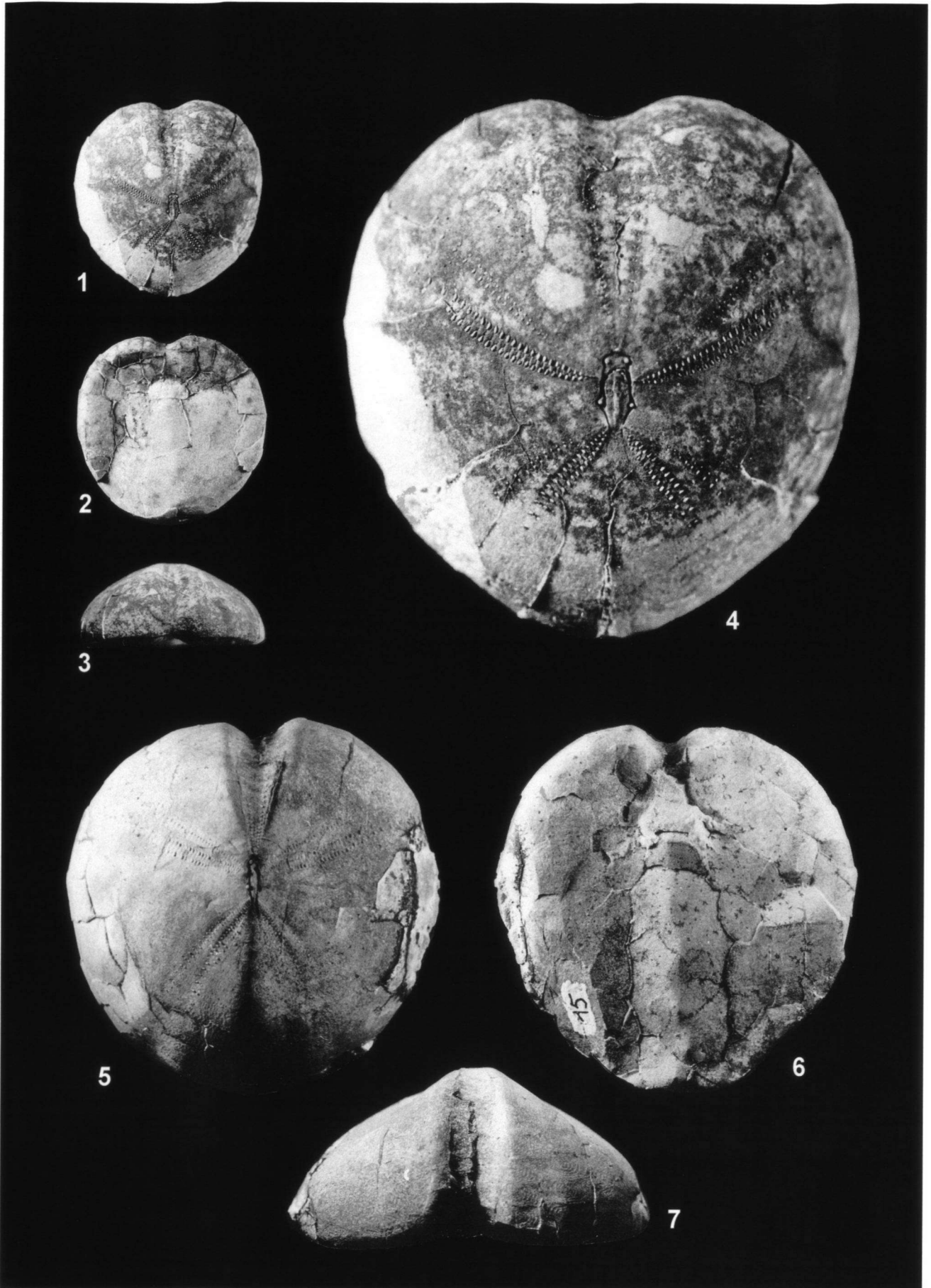
11-14. *Rhyncholampas macari* (Smiser, 1935)

Plaat 8. Holasteriden: vuursteenkerneln.



1-3. *Echinocorys scutata* Leske, 1778

Plaat 9. Holasteriden: vuursteenkernen.



1-4. *Cardiaaster granulatus* (Goldfuss, 1829)

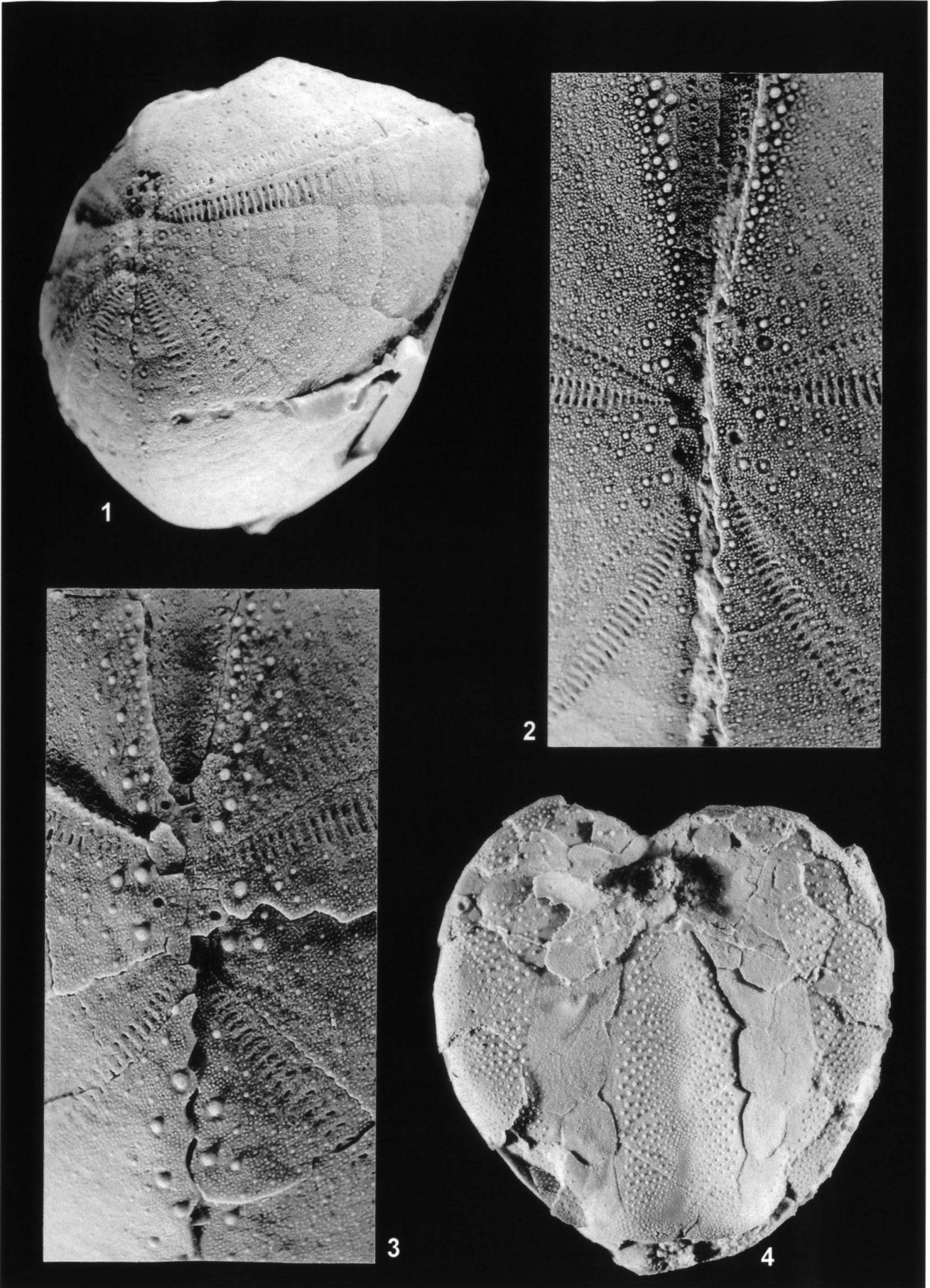
5-7. *Cardiaaster* sp.

Plaat 10. Holasteriden: vuursteenkernen.



1-4. *Cardiaster rutoti* (Lambert, 1911)

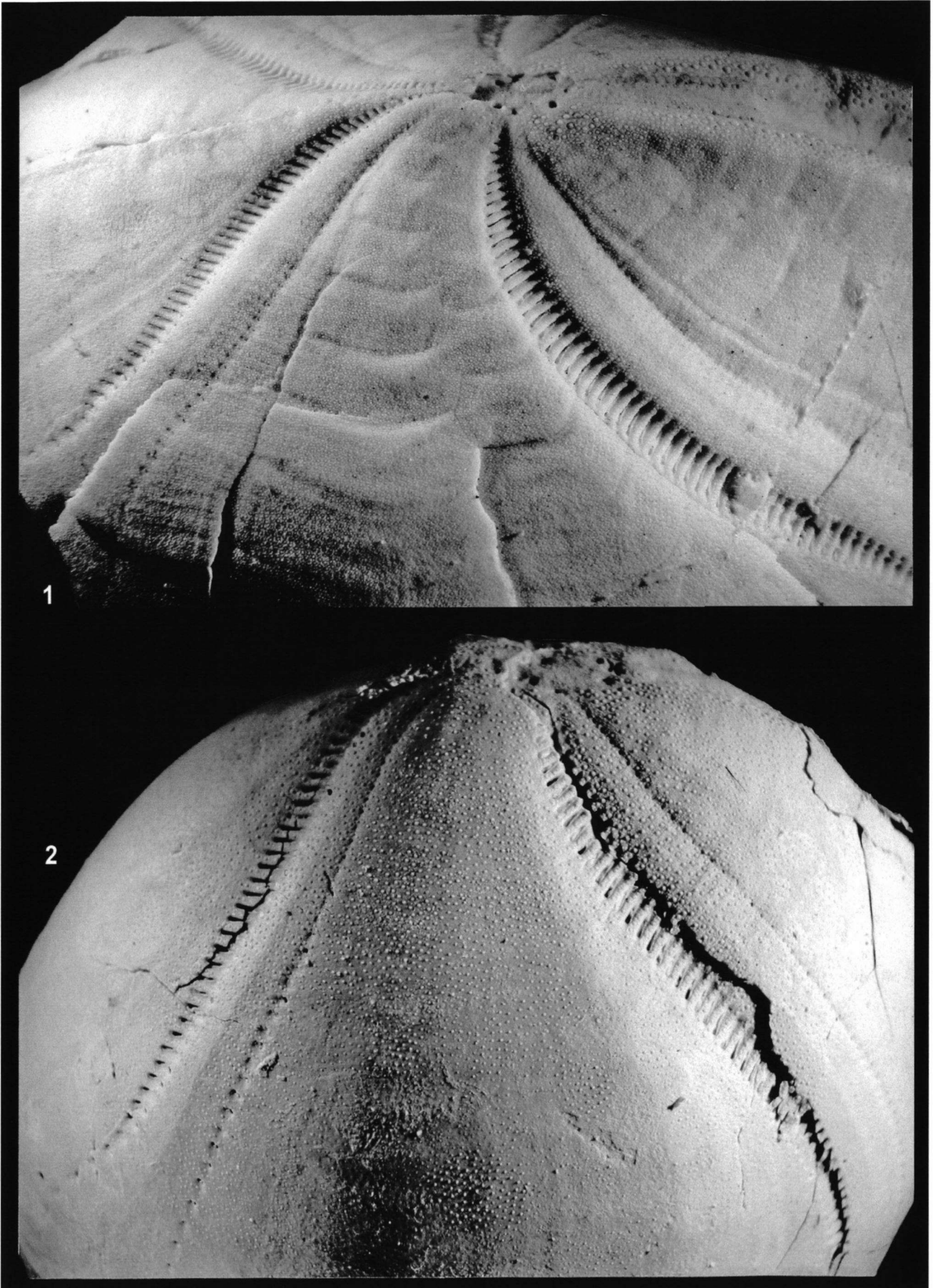
Plaat 11. Holasteriden: afgietsels.



1. *Cardiaster granulosis* (Goldfuss, 1829)
2. *Cardiaster rutoti* (Lambert, 1911)

3-4. *Cardiaster* sp.

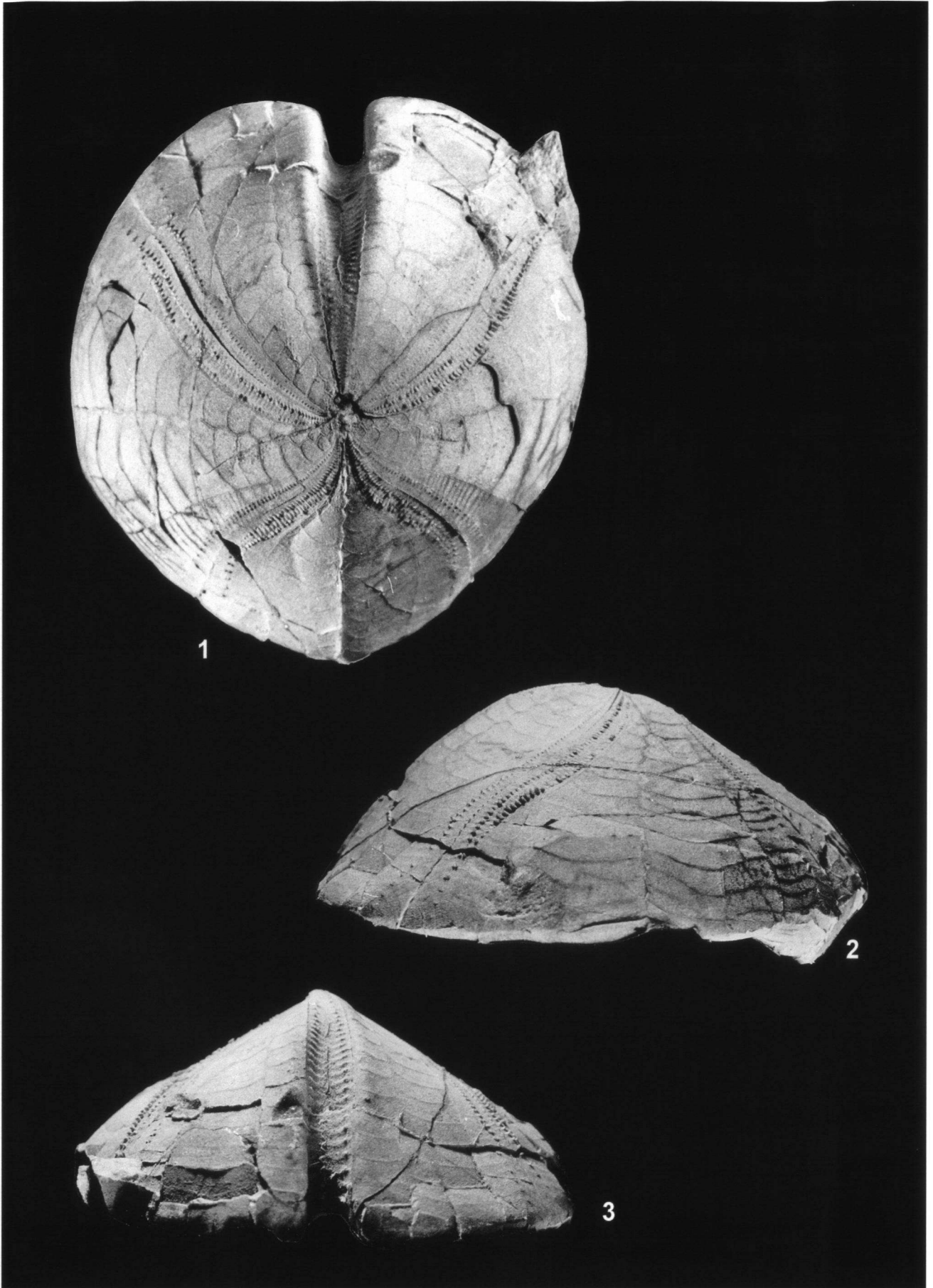
Plaat 12. Holasteriden: afgietsels.



1. *Hemipneustes oculatus* Cotteau, 1890

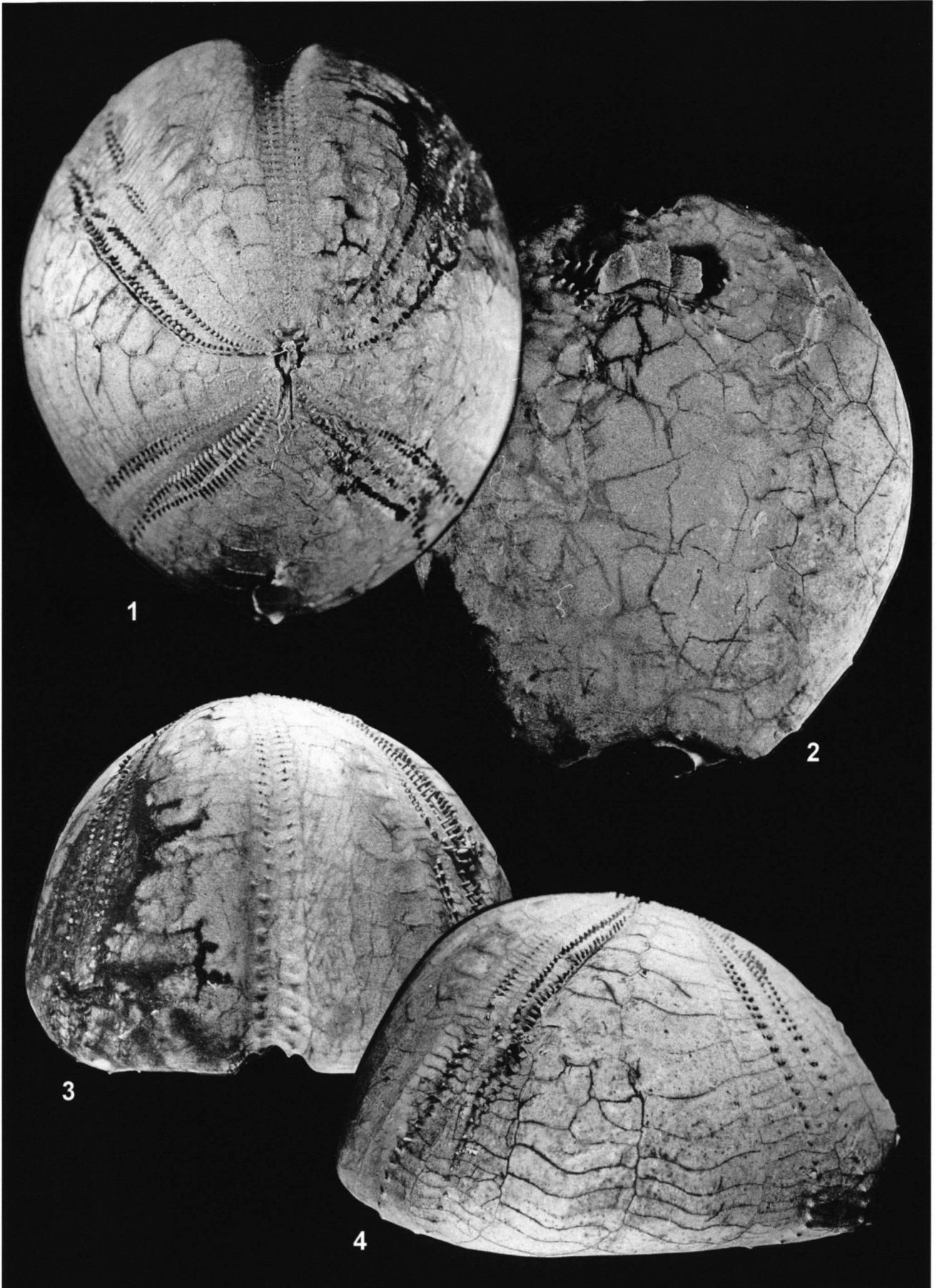
2. *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske, 1778)

Plaat 13. Holasteriden: vuursteenkerneln.



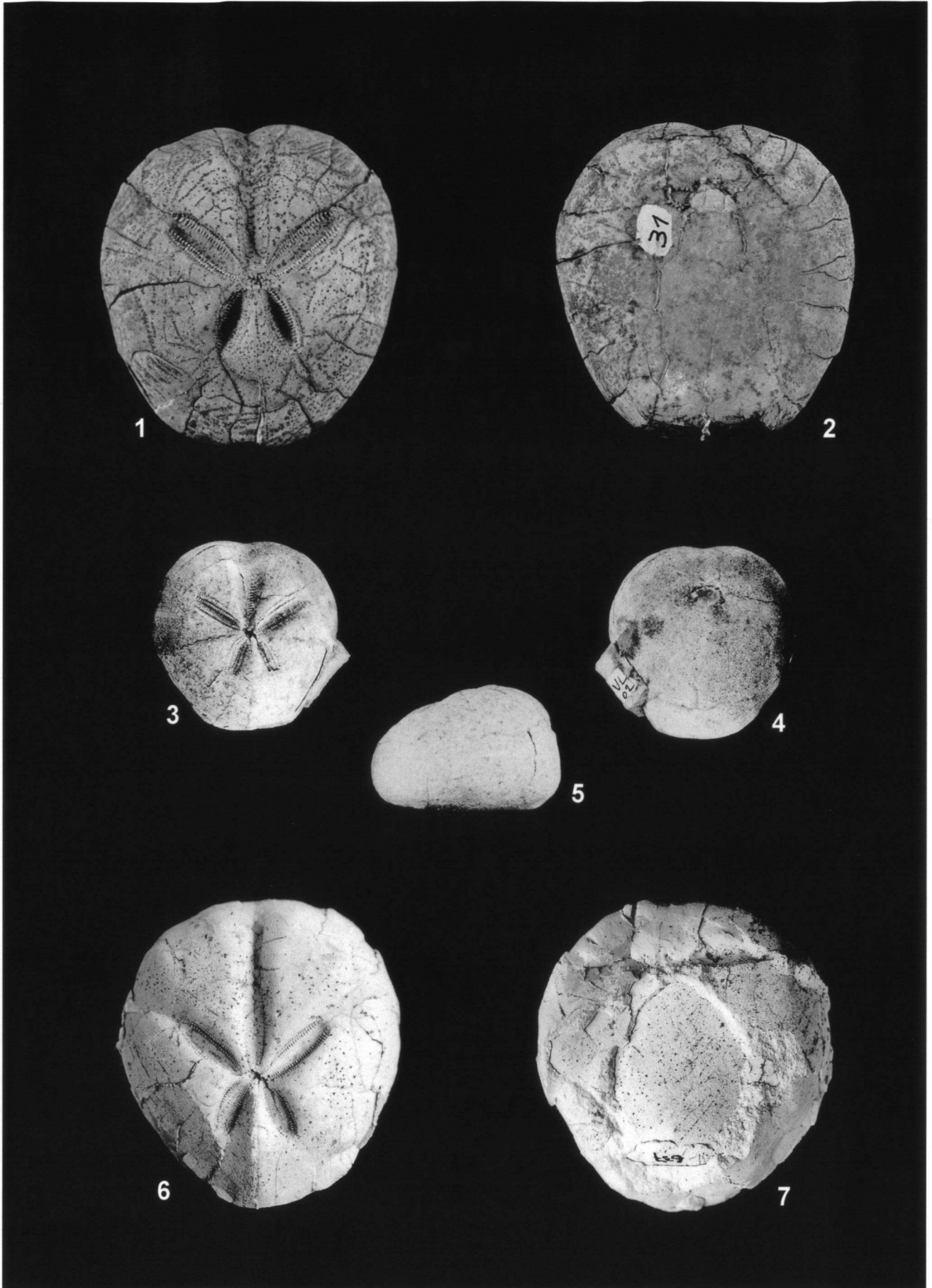
1-3. *Hemipneustes oculatus* Cotteau, 1890

Plaat 14. Holasteriden: vuursteenkerneln.



1-4. *Hemipneustes striatoradiatus* (Leske, 1778)

Plaat 15. Spatangiden: vuursteenkerneln.



1-2. *Diplodetus bucardium* (Goldfuss, 1829)
3-5. *Diplodetus duponti* (Lambert, 1911)

6-7. *Diplodetus parvistella* (Schlüter, 1899)

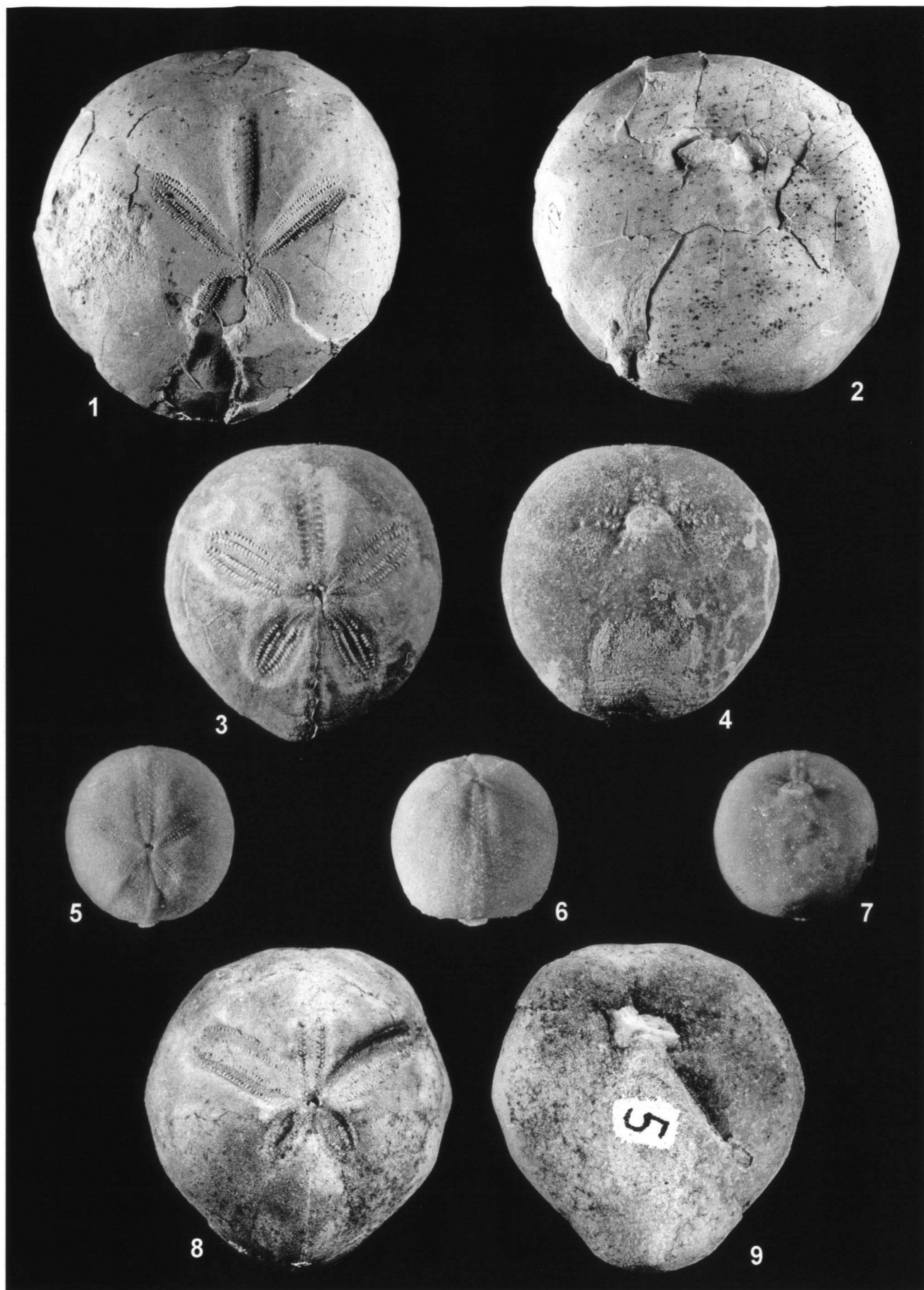
Plaat 16. Spatangiden: afgietsels.



1-2. *Diplodetus bucardium* (Goldfuss, 1829)
3. *Diplodetus duponti* (Lambert, 1911)

4. *Diplodetus parvistella* (Schlüter, 1899)

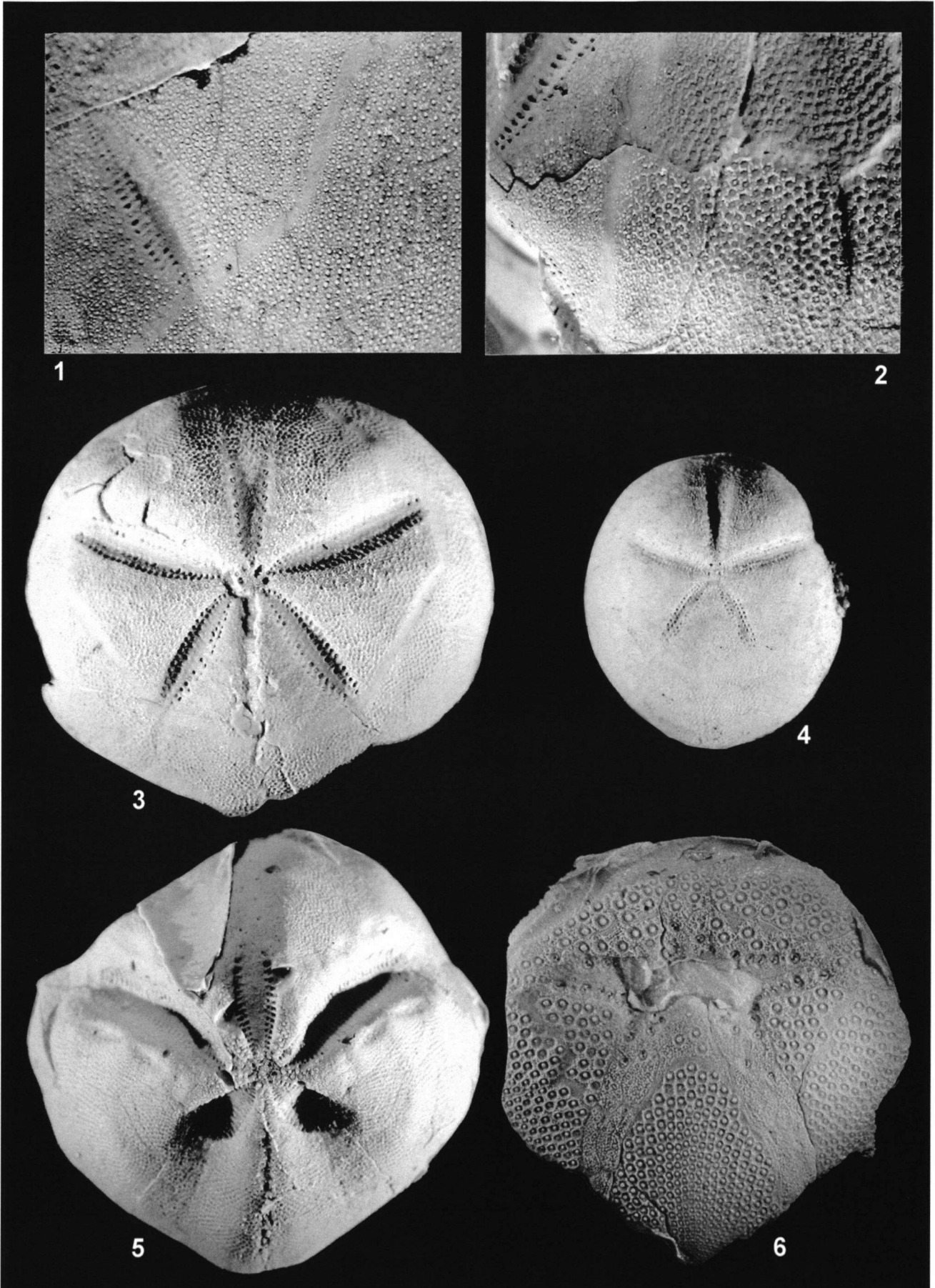
Plaat 17. Spatangiden: vuursteenkeren.



1-2. *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter, 1899
3-4. *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny, 1855

5-7. *Hemiaster prunella* (Lamarck, 1816)
8-9. *Leymeriaster eluvialis* (van der Ham, 1995)

Plaat 18. Spatangiden: afgietsels.



1-2. *Hemiaster aquisgranensis* Schlüter, 1899
3. *Hemiaster koninckanus* d'Orbigny, 1855

4. *Hemiaster prunella* (Lamarck, 1816)
5-6. *Leymeriaster eluvialis* (van der Ham, 1995)