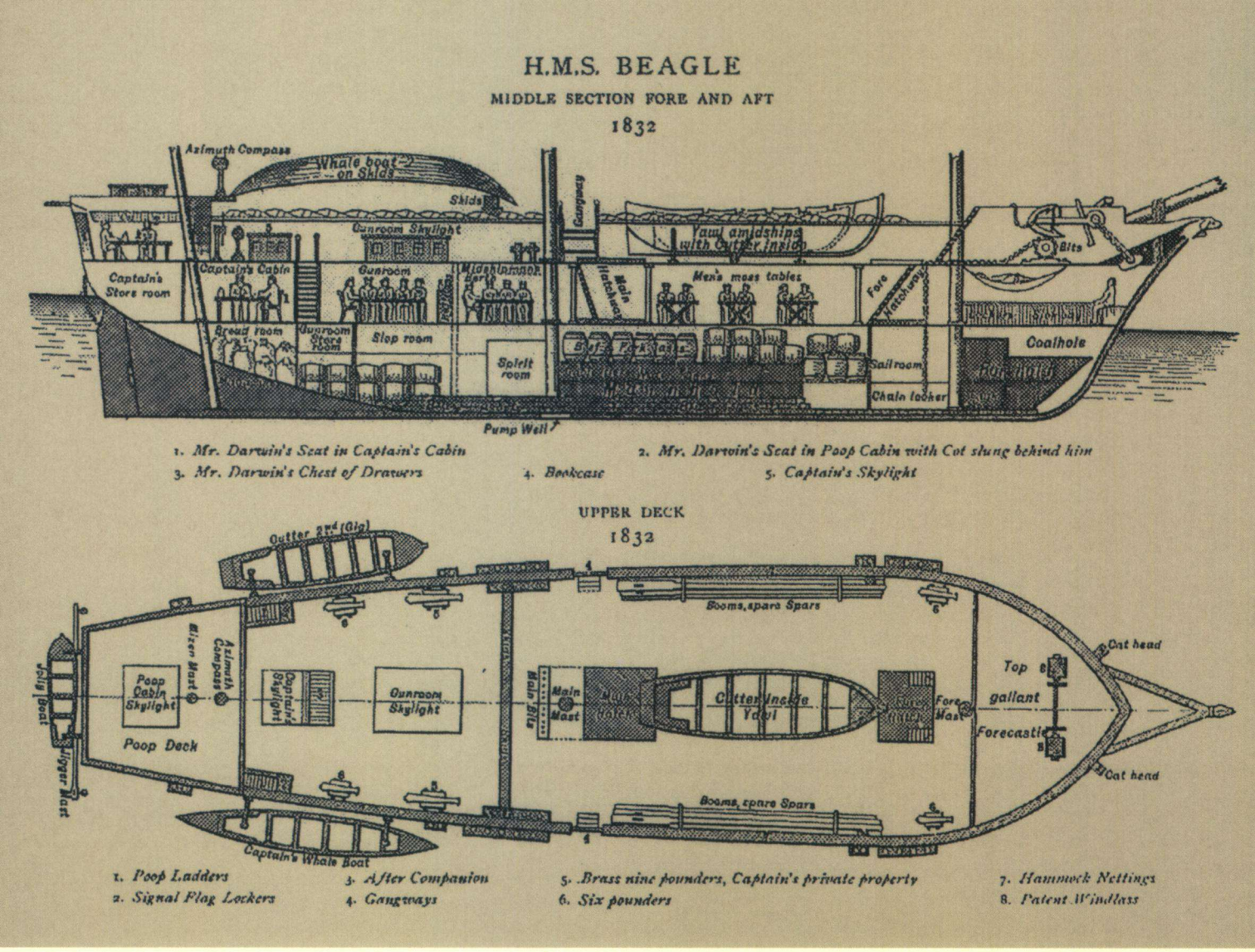


"Ik, een geoloog"

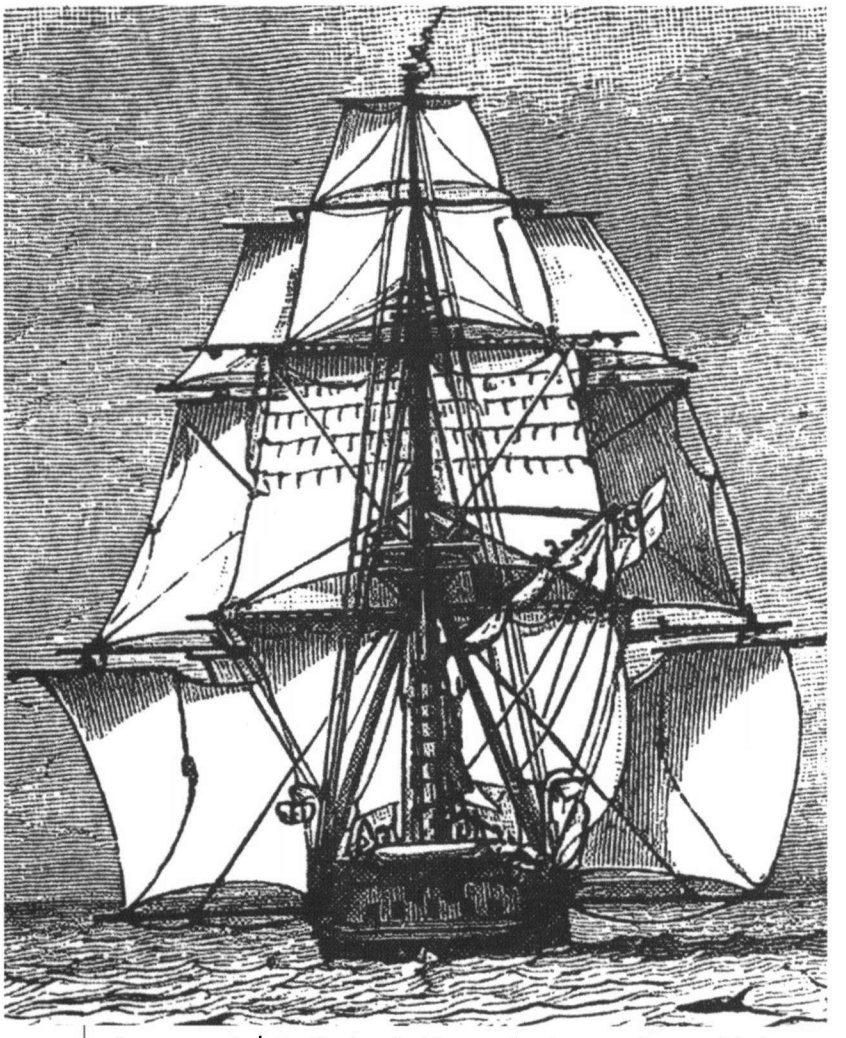
COR F. WINKLER PRINS &
STEVE K. DONOVAN
COR.WINKLER@NATURALIS.NL

Hoewel Charles Darwin algemeen als bioloog bekend staat op grond van zijn evolutietheorie, beschouwde hij zichzelf in eerste instantie als geoloog, getuige een citaat uit zijn notitieboeken: *"I, a geologist"*. Tijdens zijn reis met de *Beagle* (Afb. 1) wijdde hij bv. 1.383 pagina's van zijn aantekeningen aan geologische onderwerpen, in tegenstelling tot de 368 pagina's betreffende de biologie. Hij behoorde na zijn terugkeer met de *Beagle* tot de geologische elite (zie bv. Darwin, 1849). Ook al is er veel gepubliceerd over Darwin als geoloog (bv. *Brouwer*, 1982; *Stevenson, 1909*), toch lijkt dit een nuttig overzicht van zijn veelzijdige bijdragen aan de geologische wetenschap.

NB In de literatuurlijst aan het eind van dit artikel is slechts een beperkt aantal referenties opgenomen. Alle referenties die in de tekst cursief zijn gedrukt, zijn te vinden op de website van de NGV www.geologienederland.nl

Vroege geologische invloeden: Edinburgh, Cambridge en Lyells *Principles*

Darwins geologische ontwikkeling kreeg een nieuwe wending toen hij het eerste deel van Lyells *"Grondslagen van de Geologie"* (Afb. 2) las aan boord van de *Beagle*. Maar zijn onderricht in de nieuwe wetenschap begon reeds toen hij colleges in de natuurlijke historie en chemie volgde aan de universiteiten van Edinburgh en Cambridge en daar bevriend raakte met geologen. Darwin studeerde – zonder succes – medicijnen te Edinburgh, waar hij in 1826 door zijn vader naar toegestuurd was; een familietraditie zou men kunnen zeggen. Daar ontving hij een



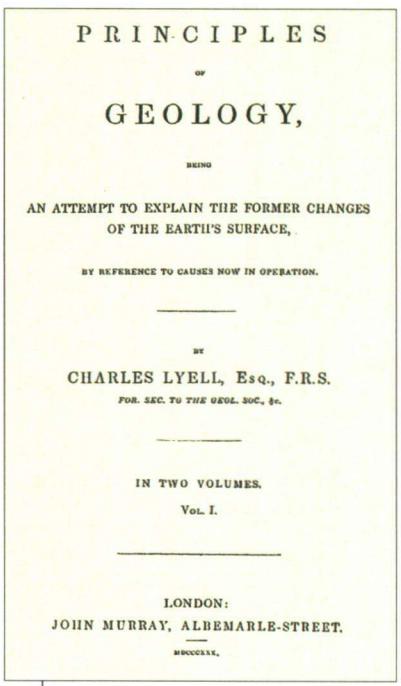
AFBEELDING 1. | *De Beagle, afbeelding van frontispice van Darwin (1913) en* 1A (LINKERPAGINA). | *Doorsnede van de Beagle met verblijf van Darwin (Darwin, 2002, pl. na p. 159).*

inleiding in de geologie door de colleges van Jameson te volgen in zijn laatste academische jaar. Robert Jameson (1774-1854; Afb. 3) was professor in de natuurlijke historie van 1840 tot zijn dood. Hij had in Freiburg onder Abraham Gotlob Werner gestudeerd en hing, althans ten tijde dat Darwin bij hem studeerde, Werners ideeën aan, dat alle gesteenten in een wereldwijde oceaan afgezet of eruit neergeslagen waren. Darwin vond Jamesons colleges *"... ongelooflijk saai. Het enige effect dat ze op mij hadden was dat ik vast besloten was van mijn levensdagen geen boek meer over geologie te lezen ..." (Darwin, 1983, p. 28),* niet precies de reactie die men van een man zou verwachten, die in 1859 de Wollaston Medal ontving, de hoogste onderscheiding van de Geological Society of London. Maar Darwin was een ijverige student tijdens Jamesons colleges, zoals Secord (1991, pp. 135, 138) aantoonde, en hij ontwikkelde een diepgaande kennis van vele aspecten van de geologie van die tijd.

Darwin heeft ook een deel van zijn geologische opleiding ontvangen tijdens de chemiecursus van Thomas Charles Hope (1766-1844), een uitstekend docent, bekend door de ontdekking van het element strontium en de uitleg waarom ijsbergen drijven. Mineralogie en geologie zullen zeker een onderdeel geweest zijn van Hope's chemiecursus, waarbij zijn opvattingen met die van Hutton overeenkwamen, en niet met die van Werner. Huttons theorie, die de gesteentecyclus en het uniformitarianisme omvat, vormt de basis voor elke moderne geologische synthese. Hope en Jameson verschilden in de universiteit dus van mening over de concurerende theorieën; Darwins latere geologische inzichten in de zin van Lyell zijn ongetwijfeld beïnvloed door Hope's ideeën en zijn superieure college-techniek *(Secord, 1991, pp. 141-142).*

Darwins afkeer van een medische loopbaan *(Darwin, 1983, p. 31)* leidde tot zijn verhuizing naar de Universiteit van Cambridge, waar hij theologie ging studeren. Hij behaalde zijn B.A. in 1831, maar ging voort met zijn natuurwetenschappelijke studies. Zijn geologische belangstelling werd aangewakkerd door de nauwe omgang met John Steven Henslow, professor in de botanie, en Adam Sedgwick, professor in de geologie. Henslow (1796-1861; Afb. 4) was een veelzijdig geleerde, met expertise in botanie, entomologie, scheikunde, mineralogie en geologie. Hij was bv. professor in de mineralogie te Cambridge geweest. Als Darwins mentor: wijdde hij hem in de geologie in, overreedde Sedgwick om hem mee te nemen in het veld (zie onder) en, vooral, droeg hij zijn jonge protégé voor als onbezoldigd natuuronderzoeker voor de reis met de Beagle. Darwin was de derde keus, na Henslow zelf en zijn zwager Leonard Jenyns. Men kan zonder overdrijving zeggen, dat zonder Henslow er geen *"Origin of Species"* (Darwin, 1859, 1895) geweest zou zijn.

Sedgwick (1785-1873; Afb. 5) was een van de meest vooraanstaande Britse geologen van de eerste helft



PRINCIPLES

OF

GEOLOGY,

BEING

AN ATTEMPT TO EXPLAIN THE FORMER CHANGES OF THE EARTH'S SURFACE,

BY REFERENCE TO CAUSES NOW IN OPERATION.

BY

CHARLES LYELL, ESQ., F.R.S.

FOR. SEC. TO THE GEOL. SOC., &c.

IN TWO VOLUMES.

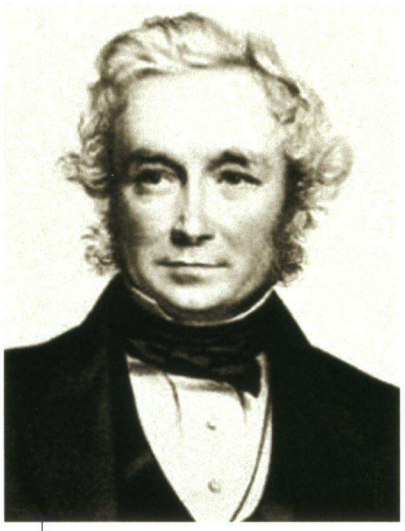
VOL. I.

LONDON:

JOHN MURRAY, ALBEMARLE-STREET.

AFBEELDING 2. | *Titelpagina van het eerste deel van de "Principles" (Lyell, 1830-1833).*

AFBEELDING 3. | *Portret van Robert Jameson (1774-1854).*



AFBEELDING 4. | *Portret van John Stevens Henslow (1796-1861).*

van de 19de eeuw met een onderzoeksprogramma gebaseerd op veldwerk in wat nu beschouwd wordt als de Onder-Palaeozoïsche en Devonische opeenvolgingen van Engeland en Wales. Zijn gemeenschappelijk onderzoek met Roderick Impey Murchison omvatte de definitie van de Cambrische en Devonische systemen. Darwin ontmoette Sedgwick waarschijnlijk tijdens een soirée bij Henslow thuis, een populaire ontmoetingsplaats voor natuuronderzoekers in Cambridge, en hij kan sommige colleges van Sedgwick bijgewoond hebben, maar Sedgwicks belangrijkste invloed op Darwin was zonder twijfel door middel van het veldwerk (zie onder).

Na de familiaire omgang met deze en andere *savants* aan twee van de leidende universiteiten in Groot-Brittannië, is het merkwaardig dat Darwins wetenschappelijke ontwikkeling zo sterk teruggevoerd wordt op een andere jonge natuurwetenschapper, die hij pas na zijn terugkeer in Engeland zou ontmoeten na een periode van vijf jaar aan boord van de *Beagle (Herbert, 2005, p. 63*, veronderstelt echter dat zij mogelijk elkaar kort in mei 1831 ontmoet zouden hebben). Charles Lyell (1797-1875) was auteur van de *"Grondslagen van de Geologie"* (Lyell, 1830-1833), de meest invloedrijke serie van drie delen in de geschiedenis van de aardwetenschappen. Het eerste deel bevond zich in de bibliotheek van de *Beagle* bij het vertrek naar Zuid-Amerika in december 1831. Darwin vond het het meest waardevolle geologie-boek aanwezig aan boord van de *Beagle*. Het boek was radicaal, daar het een letterlijke uitleg van de bijbel (bv. een algemene zondvloed) verwierp, waarbij hij verder ging dan Huttons uniformitarianistische ideeën en geologische verschijnselen verklaarde als fenomenen die heden ten dage waargenomen kunnen worden op basis van een grote hoeveelheid van veldgegevens. Het verscherpte Darwins waarnemingsvermogen, reeds getraind door Sedgwick (zie onder), zodat de jonge natuuronderzoeker Lyells methode al kon toetsen in het veld bij de eerste gelegenheid, nl. op St. Jago in de Kaap-Verdische Eilanden. Darwin accepteerde dat kleine veranderingen door opeenhoping een groot effect kunnen hebben als een basis voor zijn latere onderzoeksprogramma, terwijl hij Lyells meer speculatieve ideeën, zoals de cycliciteit van de tijd, afwees *(Gould, 1987)*.

Darwin in het veld

Veldwerk is het centrale proces waardoor geologische gegevens worden verzameld en Darwin had twee grootmeesters om hem daarin te onderrichten, Sedgwick persoonlijk en Lyell via de bladzijden van de *"Grondslagen"*. Zijn vroege ervaringen in het veld waren verre van veelbelovend geweest. Jamesons veldexcursie naar de Salisbury Crags maakte weinig indruk op de student Darwin *(1983, p. 29)*. Pas afgestudeerd in Cambridge, verrichtte Darwin in de zomer van 1831 veldwerk in het gebied ten (noord)westen van zijn ouderlijk huis in Shrewsbury, maar door gebrek aan ervaring waren zijn resultaten middelmatig *(Roberts, 2001)*. Zijn eigenlijke inwijding in geologisch veldwerk kwam pas toen hij een toer naar Noord-Wales maakte, door Henslow gearrangeerd, als assistent van Adam Sedgwick, een van de meest complete veldgeologen van zijn tijd, te vergelijken met Lyell, De la Beche en Murchison. Darwin reisde met Sedgwick naar Noord-Wales en door naar Bangor (Barrett, 1974; Roberts, 2001). De algemene opvatting is dat hun wegen zich daar scheidden, Sedgwick om de complexe geologie van Anglesey te onderzoeken, terwijl Darwin naar het zuiden reisde om vrienden in Barmouth te bezoeken. Darwins veldwerk in Wales heeft hem tot geoloog gemaakt. Sedgwick leerde hem de terminologie en de basale technieken, zoals het juiste gebruik van het kompas en de hellingsmeter om helling en strekking te meten. Hij legde ook uit, dat *cleavage*, een structureel fenomeen is dat geen verband houdt met gelaagdheid, toentertijd een zeer vooruitstrevend idee dat nu als correct beschouwd wordt. En hij betrok Darwin zelfs in zijn onderzoeksprogramma betreffende de geologie van Noord-Wales (Afb. 6), zoals het zoeken naar denkbeeldige ontsluitingen van de *Old Red Sandstone*. Deze eenheid was aangegeven op Greenough's (1820) geologische kaart van Engeland en Wales, maar Sedgwick en Darwin toonden aan dat er in Noord-Wales geen bewijs voor de aanwezigheid ervan in het veld was. Dit deden zij samen en soms elk afzonderlijk om een groter gebied te kunnen beslaan. Kennelijk was Darwins expertise in veldgeologie in minder dan één maand dermate gevorderd dat Sedgwick hem zulk onafhankelijk onderzoek kon toevertrouwen.

Gezien zijn uitstekende training in geologisch veldwerk, toevalligerwijs vlak voor hij het nieuws ontving van zijn voordracht door Henslow om aan te monsteren op de Beagle (Afb. 1), gaven de vijf jaar die Darwin in het buitenland doorbracht hem de kans om zijn geologische kennis uit de eerste hand sterk uit te breiden, en wel in gebieden die sterk verschilden van Noord-Wales. Het verhaal gaat dat deel één van Lyell's *"Grondslagen"* (1830-1833) van grote invloed is geweest op Darwin in die periode, maar de geologie-boeken die Darwin ter beschikking stonden in de Beagle-bibliotheek omvatten meer dan slechts dit ene boek. Zonder overdrijving kan bv. gesuggereerd worden, dat *"Een Geologisch Handboek"*

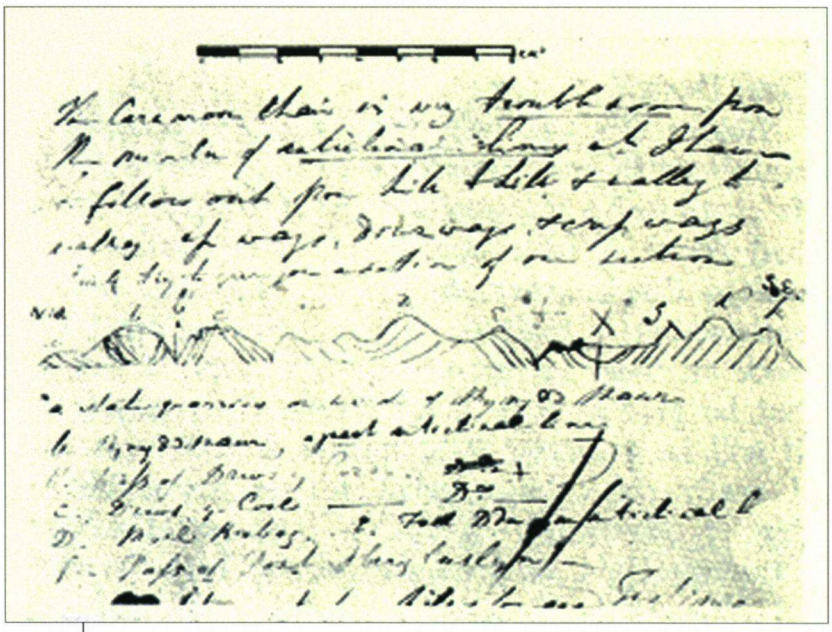
van de volleerde veldgeoloog De la Beche (1831) hem ten minste evenzeer van praktisch nut geweest kan zijn, alhoewel Darwin dat later niet als zodanig erkend heeft.

Darwins eerste kans om onafhankelijk zijn pas van Sedgwick, Lyell en anderen verkregen wijsheid toe te passen kwam op Quail Island (= Ilheu de Santa Maria), Kaap Verdische Eilanden *(Darwin, 1839b)*. Zijn resultaten waren voorbeeldig voor een relatief onervaren veldgeoloog, daar zij waarnemingen betreffende de gesteentesoorten, stratigrafie (gelaagdheid) en structuur (helling en strekking, breuken, opheffing) omvatten. Dit leidde uiteindelijk tot een algemeen geologisch overzicht van zuidelijk Zuid-Amerika (Afb. 7). Voor Darwins verdere geologisch onderzoek tijdens zijn reis met de Beagle wordt de lezer verwezen naar Parodiz (1981) en, speciaal, Herbert (2005).

Darwins geologisch onderzoek was echter niet altijd zo'n succesvolle toepassing van Lyells principes op zijn eigen waarnemingen. In 1838 onderzocht Darwin een fenomeen, dat bekend staat als de *parallel roads* (= "evenwijdige straten") van Glen Roy in de Schotse Hooglanden ten zuiden van de Great Glen. Darwin *(1839a)* beschreef deze verschijnselen, die hoog op de flanken van het bergdal bewaard zijn, en besloot om verschillende redenen dat zij een serie mariene strandlijnen waren. Darwin was het niet eens met eerdere theorieën, dat deze verschijnselen vroegere meer-nivo's in de Glen Roy markeerden, en suggereerde dat ze getuigenis waren van veranderingen in de relatieve hoogte van het Schotse vasteland t.o.v. het zeeniveau, wat zijn ideeën betreffende verticale tektonische bewegingen (zie onder) ondersteunde. Maar Agassiz hield een lezing voor de *Geological Society* in november 1840, waarin hij aantoonde dat de *parallel roads* successieve kustlijnen markeerden van een glaciaal meer, dat ingedamd was door ijs *(Herries Davis, 2007, p. 85)*. Darwin reageerde heftig op Agassiz's analyse, maar – na ruim 20 jaar *(Rudwick, 2008, p. 537, footnote 3)* – verwierp hij zijn eigen publicatie: *"Deze publicatie was een groot fiasco, en ik schaam me ervoor" (Darwin, 1983, p. 48)*. Het bracht echter de werking van vroegere gletsjers sterk onder zijn aandacht; in 1842 onderzocht hij zelf glaciale verschijnselen in Noord-Wales *(Darwin, 1983, p. 58)* (zie hieronder).

Darwin en verticale bewegingen van de korst

De verklaring van verticale bewegingen (van onduidelijke oorsprong) overheerste de tektonische theorieën tot begin 1960 *(Oreskes, 1999)*. Darwins ideeën over tektoniek pasten in de toen gangbare school, daar hij het belang van verticale bewegingen onderkende, niet echter van horizontale krachten. Zijn poging een verklarende theorie te vinden leed schipbreuk op het feit, dat hij geen meetbaar proces kende om het waargenomen patroon te verklaren.



AFBEELDING 6. | *Veldschets van de Carnarvon keten in een brief van Sedgwick aan Darwin van 1831 (naar Barrett, 1974, Afb. 15)*

AFBEELDING 5. | *Portret van Adam Sedgwick op 82-jarige leeftijd (1785-1873) door L. Dickinson in 1867 (ansichtkaart van het Sedgwick Museum te Cambridge).*

Darwins ideeën over tektonische processen waren vooral gebaseerd op zijn waarnemingen van het Zuid-Amerikaanse continent, met name in de Andes *(Darwin, 1838b, c)*, maar ook op de aardbeving in Chili, die hij zelf meegemaakt had (Afb. 8). Hij presenteerde zijn theorie van continentale korstopheffing tijdens een bijeenkomst van de *Geological Society* in Londen op 7 maart 1838 *(Darwin, 1838d, 1840)*. Zijn theorie over gebergtevorming was niet de eerste van die soort, evenmin als zijn theorie over het ontstaan van de soorten de eerste evolutietheorie was. In het kort komt het er op neer, dat Darwin van mening was dat de processen, waardoor gebergteketens en vulkanen gevormd worden, genetisch verwant zijn. Hun vorming was "Lyelliaans", langzame toevoegingen gedurende een lange periode van tijd vormen belangrijke opheffingen van de korst. Rhodes *(1991, p. 206)* vatte de theorie als volgt samen:

- De opheffing van gebergteketens was eerder een cumulatief dan een catastrofaal proces;
- Het proces van gebergtevorming gaat heden ten dage door;
- Deze kracht *"is actief geweest met gemiddeld dezelfde intensiteit* (waarbij

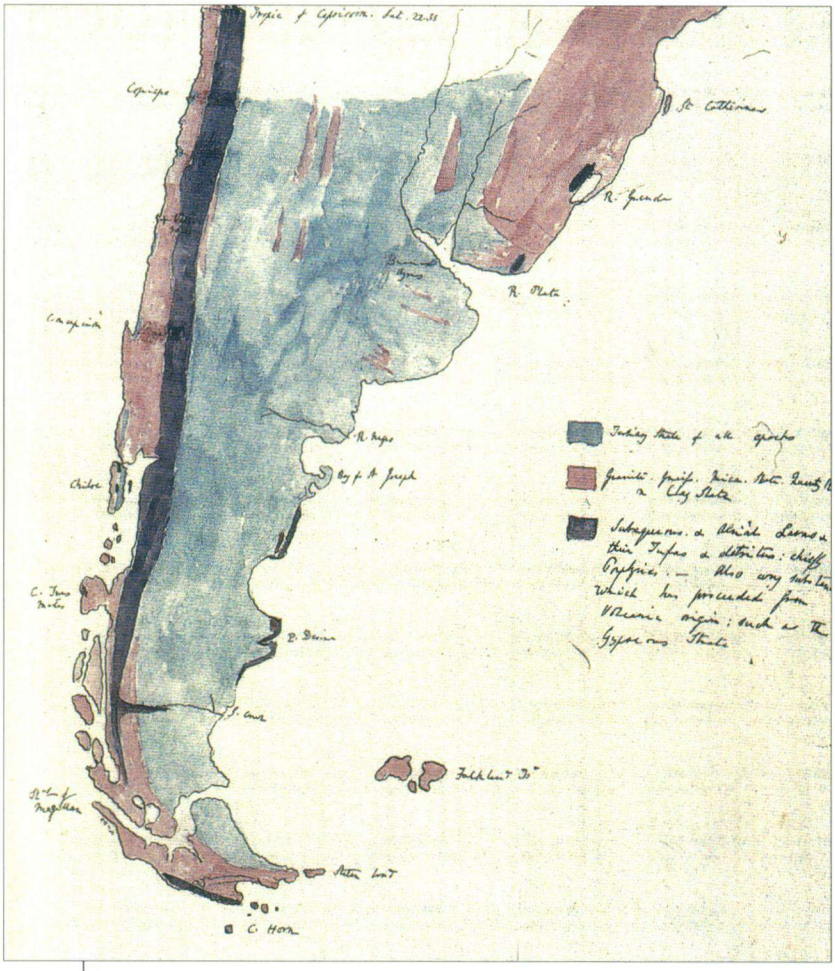
vulkanische uitbarstingen de maatstaf zijn) *sinds onheugelijke tijden" (Darwin, 1840, p. 625)*;
- Parallelle gebergteketens kunnen bewijsbaar van verschillende ouderdom zijn.

Er was weinig belangstelling voor Darwins theorie toen hij die publiceerde tijdens de controverse tussen aanhangers van de Catastrofeleer en de "Gradualisten" *(Rhodes, 1991)*. Het was een poging tot een gradualistische, globale synthese van korstontwikkeling, iets dat pas ruim een eeuw later bereikt zou worden door de plaattektonische synthese *(Oreskes, 1999)*. Het kwam er op neer dat een aantoonbare drijfkracht ontbrak aan Darwins idee. Om vergelijkbare redenen werden Wegeners (1915) ideeën betreffende continentverschuivingen, een nog aantrekkelijker theorie dan die van Darwin, algemeen verworpen, totdat het fysieke aandrijvingsmechanisme geïdentificeerd werd als onderdeel van de plaattektonische synthese *(Oreskes, 1999)*.

Darwins boek *"De Structuur en Distributie van Koraalriffen"* (1842a; zie Afb. 9) was de beste uitleg voor een groter publiek van zijn tektonische theorie *(Rosen, 1982)*, hoewel het meer algemeen beschouwd wordt als een bijdrage aan de biologische dan aan de geologische wetenschap. Het breidde zijn theorie uit van het continentale naar het oceanische domein. Darwins boek houdt zich bezig met vertikale bewegingen van de korst, die de groei van ondiepe koraalriffen aanmoedigen, zowel door opheffing als door daling gedurende lange tijdspannen. Dat wil zeggen dat de rifvorming verondersteld wordt een "Lyelliaans" proces te zijn en samengevat door Darwin was het aldus (1842a, p. 145): *"...het is al aangetoond ... dat de bewegingen [van de aardkorst] óf uniform en uiterst langzaam geweest moeten zijn, óf teweeggebracht door kleine stapjes, gescheiden door lange tussenpozen gedurende welke de rifvormende poliepen in staat waren hun solide bouwwerk tot het wateroppervlak te brengen ...* (p. 146) *we kunnen ten slotte vast stellen, dat de onderaardse veranderingen, die er toe geleid hebben dat sommige grote gebieden opgerezen zijn, en andere weggezakt, in een zeer gelijkwaardige manier hebben gewerkt."*

Darwin als paleontoloog

Darwin verzamelde in Zuid-Amerika vooral fossiele zoogdieren, die hij door een ander (Owen, 1839-1842) wetenschappelijk liet bewerken. Terwijl hij op jacht was naar de gigantische fossiele viervoeters (Afb. 11) langs de Argentijnse kust van Buenos Aires tot Bahia Blanca *(Darwin, 1838a)*, vielen hem drie dingen op: de bizarre en monsterlijke afmetingen van deze dieren, die in bijna-recente tijden uitgestorven waren, hun bijzondere geografische verspreiding, en de gelijktijdige, bijna onbegrijpelijke verdwijning van een hele fauna. Samen met de zoogdierresten vond hij schelpen, die identiek waren aan soorten die leefden in de aangrenzende baai, waaruit bleek, dat de zoogdieren zeer kort geleden uitgestorven moesten zijn. Dit bevestigde Lyells regel, dat de levensduur van zoogdiersoorten korter was dan die van schelpdieren. Een duidelijke reden voor het uitsterven leek er niet te zijn, daar de opheffing van het land ter plekke gering was en er geen aanwijzingen voor een catastrofe waren.



AFBEELDING 7. | *Door Darwin met de hand getekende en gekleurde kaart van zuidelijk Zuid-Amerika (Herbert, 2005, pl. 6).*

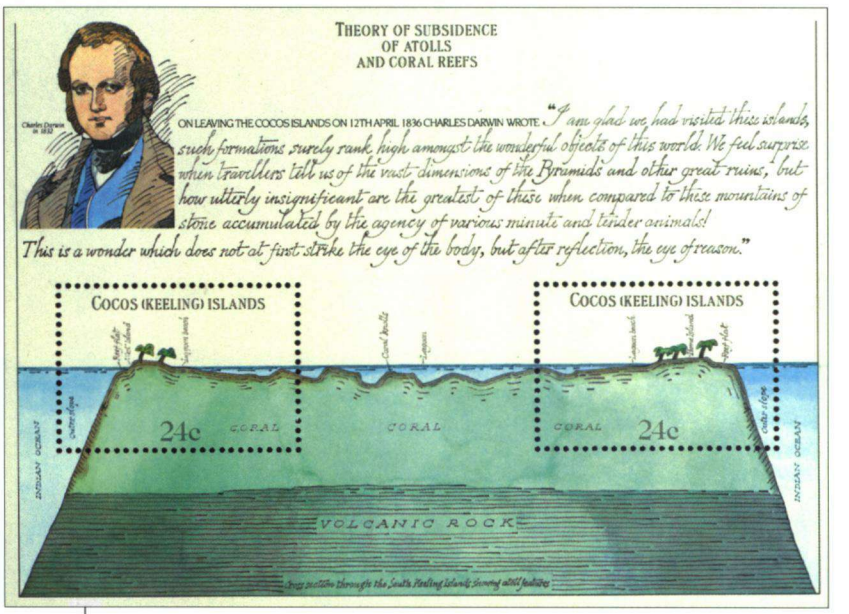
De fossiele ongewervelden, die Darwin verzamelde, gaf hij aan specialisten ter bewerking, zoals G.B. Sowerby Sr, A. d'Orbigny (mollusken) en W. Lonsdale (koralen). Hoewel de silurische fossielen van de Falkland Eilanden waarschijnlijk door Darwin aan R.I. Murchison gegeven waren (zie *Allmon & Smith, 2009, p.23*), zijn de brachiopoden door Morris & Sharpe *(1846)* beschreven (Afb. 10).

Darwin heeft echter wel degelijk zelf ook uitgebreid paleontologisch onderzoek verricht, met name in het kader van een gedetailleerde studie van zeepokken (Cirripedia), waar hij acht jaar aan gewerkt heeft (Stott, 2003). Het resultaat was een serie baanbrekende monografieën, die een heel nieuw licht op de Cirripedia liet schijnen. Door het minutieuze anatomische onderzoek van de levende soorten *(Darwin, 1851b, 1854b)*, was hij in staat de fossiele vormen (Darwin, 1851a, *1854a*), vaak bestaande uit losse onderdelen van hun schaal (Afb. 12), beter te interpreteren en na te gaan welke vormen bij elkaar hoorden en dus synoniemen waren.

AFBEELDING 8. | *De gevolgen van de aardbeving in Chili, zoals Darwin die gezien en beschreven heeft (Darwin, 2002, pl. na p. 159).*

Ook wist hij de fossiele vormen in de door hem opgebouwde systematiek in te passen en probeerde hij na te gaan hoe de vaak sterk verschillende vormen zich aan hun leefwijze aangepast hadden, waarbij hij uitzocht hoe verschillende organen gedegenereerd waren en ten slotte verdwenen waren omdat ze niet langer een functie hadden. Dit baanbrekende onderzoek vormde een solide basis voor zijn boek over het ontstaan van de soorten (zie hieronder), waarvoor Darwin een uitgebreid concept al gereed had liggen (voor het geval hij mocht komen te overlijden), maar dat hij nog verder wilde onderbouwen en uiteindelijk in een uitgebreide, maar nog steeds provisorische vorm in 1859 zou publiceren. Zoals bekend is zijn grand oeuvre, te vergelijken met Lyells driedelige *"Grondslagen"*, nooit verschenen.

Het is interessant te vermelden, dat hij door zijn onderzoek aan de fossiele zeepokken in contact kwam met de Nederlander Joseph Augustin Hubert de Bosquet (1814-1881), een apotheker uit Maastricht, die hij hogelijk waardeerde, daar deze hem een magnifieke collectie zeepokken uit het Maastrichts Krijt toegestuurd had *(Crouzen, 1994; Jagt, 2004)*. Darwin was bijzonder verheugd met de vondst van de Bosquet in het Maastrichtse Krijt van een sessiele (= vastzittende) zeepok *Chthamalus darwini* Bosquet, 1856 (Afb. 13), daar Darwin overtuigd was, dat de groep sessiele zeepokken plotseling aan het begin van het Tertiair ontstaan was en meteen al zeer gevarieerd was, wat hij moeilijk verklaren kon en dus een probleem vormde voor zijn evolutietheorie.



AFBEELDING 9. | *Postzegelblok van de Caicos Eilanden (1981) met Darwin en zijn afbeelding van een atol en bijbehorende tekst.*

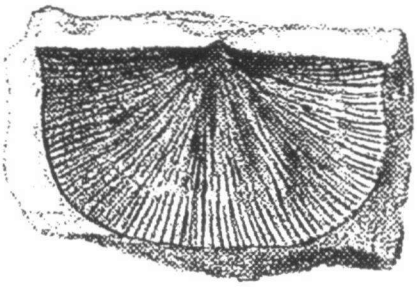
Helaas bleek later dat het exemplaar van *Ch. darwini* niet uit het Krijt afkomstig was, maar van keukenafval en dus van recente datum en een synoniem van *Ch. stellatus* (zie *Withers, 1935, p. 392;* Jagt, 2010). [1]

De geologische wortels van Darwins "Ontstaan der Soorten"

Darwins geologische kennis vormde een solide basis voor de ontwikkeling en kritische toetsing van zijn evolutietheorie. Hij had een bijzondere aanleg en voorkeur om feiten in een allesomvattende theorie te rangschikken, zoals hij de aardbevingen en de opheffing van Zuid-Amerika in een theorie van vertikaal bewegende platen samenvatte (zie boven). Zijn theorieën, zoals bv. ook zijn ideeën betreffende ijsbergen (zie hieronder), waren dus niet altijd zo succesvol, maar de grote invloed van zijn evolutieleer weegt daar ruimschoots tegen op.

Allereerst was het zich ontwikkelende geologisch tijdsbegrip, waarbij in honderden millioenen jaren gedacht wordt in plaats van in eeuwen, van essentieel belang om de ontwikkeling van het huidige hoog-ontwikkelde leven mogelijk te maken. Darwin overschatte zelfs de duur van het Tertiair (300 Ma, een veelvoud van de huidige radiometrische datering; zie *Burchfield, 1974*). De fossiele overlevering, hoe incompleet ook, was door het werk van William Smith, een goed middel gebleken om aardlagen (relatief) te dateren, wat dus betekent, dat het leven duidelijke veranderingen ondergaan heeft in de loop der tijd, waarbij de levensvormen hoe langer hoe gecompliceerder worden naarmate men de huidige tijd nadert, zoals volgens Smith's theorie te verwachten is. Het probleem, dat slechts een gering aantal overgangstypen bekend was, zoals *Archaeopteryx* met

[1] *Onze dank gaat uit naar John Buckeridge, die naar aanleiding van de Engelse versie van dit verhaal (Donovan & Winkler Prins, 2010) ons op de publicatie van Withers wees.*



Afbeelding 10. | *Pleurochonetes falklandicus (Morris & Sharpe, 1846) van het Siluur van de Falkland Eilanden.*

reptiel- en vogelkenmerken (*"een geweldig argument voor mij"*, schreef Darwin in een brief aan Dana), is zijns inziens te verklaren doordat enerzijds de tussenvormen gering in aantal zullen zijn geweest, daar de ontwikkeling snel zou moeten gaan naar volledige aanpassing aan (nieuwe) omstandigheden (bv. van het van boom tot boom fladderen tot goed vliegen). Anderzijds was hij zich ook terdege bewust, dat slechts een miniem deel van de planten en dieren fossiel bewaard is gebleven, daar het overgrote deel vergaat tot onherkenbare resten en de zeldzame fossiele resten van dieren zonder schaal of botten in zijn tijd zelfs nog onbekend waren (voor contrasterende opvattingen zie *Donovan & Paul, 1998*). De door Darwin genoemde precambrische levensvormen zijn nu uiteraard veel beter bekend *(Callow & Brasier, 2009)*.

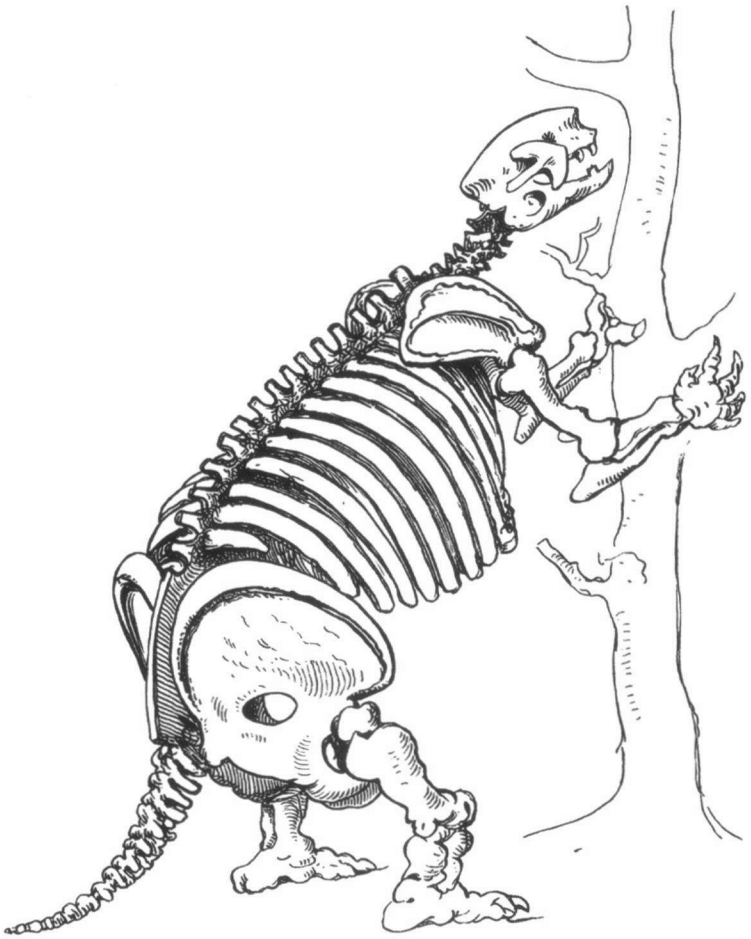
De Zuid-Amerikaanse, in recente tijden uitgestorven grote zoogdieren (Afb. 10), die Darwin *(1838a)* meteen herkende als nauw verwant aan nog levende soorten die alleen in Zuid-Amerika voorkomen, suggereren duidelijk een directe verwantschap, waarbij de huidige vormen van de uitgestorven vormen lijken af te stammen. Ook vormde Darwins onderzoek aan zowel fossiele als levende zeepokken, zoals hierboven al vermeld, een solide basis voor zijn evolutietheorie, waarbij de verandering of het verdwijnen van organen als aanpassing aan gewijzigde levensomstandigheden duidelijk op natuurlijke selectie wijzen.

Wat het plotselinge uitsterven betreft, zoals dat bv. door Georges Cuvier in zijn catastrofeleer beschreven is *(Cuvier, 1826)*, nam Darwin aan, dat de fauna's (en flora's) elders in (toen) nog niet onderzochte gebieden langer voortgeleefd kunnen hebben, zodat het in werkelijkheid veel geleidelijker gegaan zal zijn. Tegenwoordig is het duidelijk, dat er inderdaad tijdperken van massaal uitsterven geweest zijn (wat overigens geen afbreuk doet aan zijn evolutietheorie), maar dat hij inderdaad ook gelijk had, dat uitgestorven dieren op "verborgen" plekken voortgeleefd kunnen hebben, zoals de vondsten van de coelacanth bewezen hebben. Deze opvatting was wijd verbreid in de 19de eeuw, voortreffelijk verwoord in Sir Arthur Conan Doyle's (1912) *"The lost World"*, en is nog steeds populair in science fiction. De invloed van Lyell, die meende dat de geologische processen vroeger niet wezenlijk verschild hebben van de huidige, ook niet in intensiteit, maakte dat Darwin een tegenstander was van de catastrofen-theorie, hoewel die eigenlijk geen probleem vormde voor de evolutie-theorie, zoals we nu beseffen. In tegendeel, Darwin beschouwde het uitsterven van soorten als belangrijker dan het muteren (Herbert, 2005, p. 329).

Gezien de grote invloed, die Lyells ideeën op Darwins evolutietheorie gehad hebben en het een theorie is die de verandering van soorten in de tijd geheel in zijn geest verklaart, is het merkwaardig, dat Lyell slechts geleidelijk aan daaraan kon wennen en pas in 1869 geheel overtuigd was *(zie Simpson, 1970, p. 54)*.

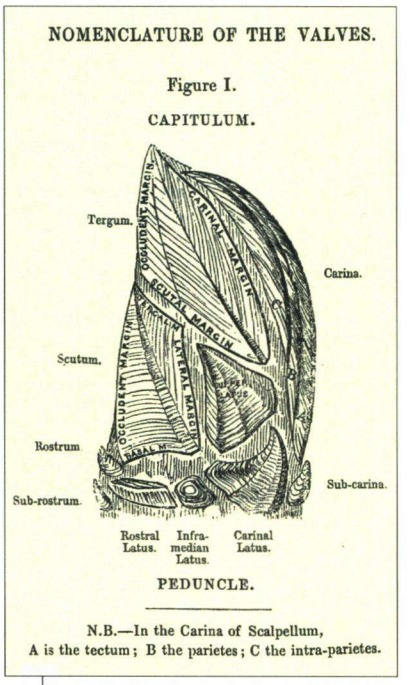
Darwin over ijsbergen

Darwin *(1842b)* beschreef van de heuvels van Snowdonia (Noord-Wales) keileemafzettingen met een gekraste ondergrond, het resultaat van wat later zijn laatste serieuze veldwerk bleek te zijn. Dit kwam overeen met de opvattingen van o.a. William Buckland dat zij door gletsjers zouden zijn gevormd. Andere keien vertoonden echter niet de typische kenmerken van morenes, maar schenen in zee afgezet te zijn op zacht glooiende hellingen, voordat ze opgeheven waren.

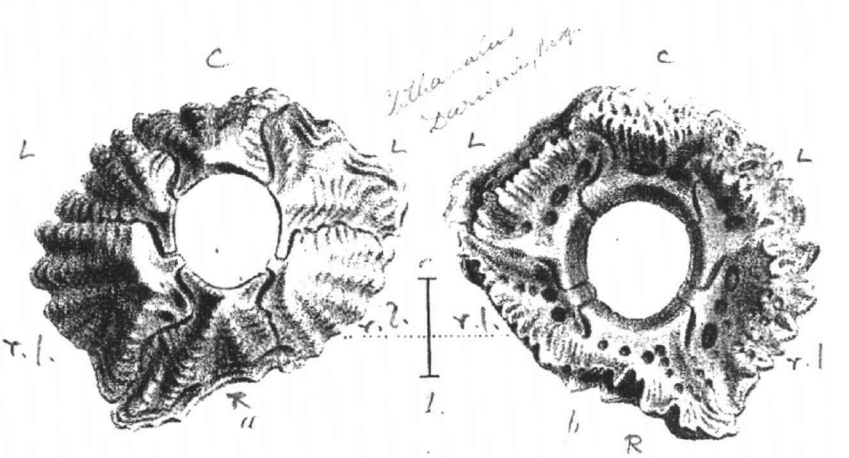


Afbeelding 11. | *Skelet van Mylodon sp.; hoogte ca. 2,5 m (Darwin, 1913, p. 140).*

Vervorming van de lagen zou door ijsbergen veroorzaakt kunnen zijn, die over de bodem geschuurd hadden, waarbij zij de zachte schalies verbrijzeld hadden zoals zij de sedimentaire lagen aan de oostkust van Engeland schijnen te hebben vervormd *(Lyell, 1840)*. Darwin vergelijkt deze afzettingen met moraine-afzettingen die hij in Tierra del Fuego gezien had en die door ijsbergen gevormd waren die van gletsjers afgekalfd waren afkomstig van de Andes. De onregelmatig gelaagde afzettingen van grint en keien in Wales leken vrij sterk op lagen met mariene schelpen in Shropshire en Staffordshire. Het feit, dat sommige keitjes van verweg afkomstig waren, ondersteunde volgens Darwin zijn opvatting van transport door middel van ijsbergen en hij vergeleek de toenmalige situatie in Groot-Brittanië met het huidige Spitsbergen. Darwin nam aan, dat het land lager was geweest en gedeeltelijk bedekt door een zee, waarin ijsbergen rond dreven. Hoewel hij aannam dat een koeler klimaat de oorzaak was van gletsjers op de lokale heuvels en de vorming van ijsbergen, was hij – evenals Lyell – tegen de landijstheorie van Agassiz (eigenlijk van Venetz en Charpentier; zie *Rudwick, 2008, pp. 518, 536-537*; zie ook *Mills*, 1983).



AFBEELDING 12. | *Nomenclatuur van de losse onderdelen van fossiele zeepokken (Darwin, 1851, Afb. I).*



AFBEELDING 13. | *Chthamalus stellatus (Poli, 1795) uit het Maastrichtien (Boven-Krijt) nabij Maastricht (beschreven als Chthamalus darwini Bosquet, 1856, pl. 1, Afb. 1).*

LITERATUUR

Barrett, P.H., 1974.
The Sedgwick-Darwin geologic tour of North Wales. Proceedings of the American Philosophical Society, 118: pp. 146-164.

Darwin, C., 1842a.
The Structure and Distribution of Coral Reefs. Being the First Part of the Geology of the Voyage of the Beagle. Smith, Elder & Co., London: 214 pp.

Darwin, C., 1851a.
A monograph on the fossil Lepadidae, or, pedunculated cirripedes of Great Britain. Monograph of the Palaeontographical Society, London, 5 (13): vi+88 pp., 5 pls.

Darwin, C., 1859.
On the Origin of Species by means of Natural Selection, or, the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life. John Murray, London: ix+502 pp.

Darwin, C., 1895.
Het Ontstaan der Soorten door Natuurlijke Teeltkeus, of het Bewaard blijven van Bevoorrechte Rassen in de Strijd voor het Bestaan. Uit het Engels vertaald door Dr. T.C. Winkler naar de zesde Engelsche Uitgaaf nogmaals herzien door Dr. H. Hartogh Heys van Zouteveen; vierde vermeerderde en verbeterde druk. Gebr. E. & M. Cohen, Arnhem-Nijmegen: 720 pp.

Donovan, S.K. & Winkler Prins, C.F., 2010.
I, a geologist (Parts 1, 2). Deposits, 21: 28-31; 22: 17-19.

Herbert, S., 2005.
Charles Darwin, Geologist. Cornell University Press, Ithaca: xx+485 pp.

Jagt, J.W.M., 2010.
Gedeelde frustaties: de eendenmossels en zeepokken van Darwin en Bosquet. Geo.Brief, 35: pp. 12-13.

Roberts, M.B., 2001.
Just before the Beagle: Charles Darwins geological fieldwork in Wales, summer 1831. Endeavour, 25 (1):pp. 33-37.

Stott, R., 2003.
Darwin and the Barnacle [the story of one tiny creature and history's most spectacular scientific breakthrough]. Faber and Faber Ltd, London: xxv+309 pp.