

Forsteninger & Kontinentdrift

af Valdemar Poulsen

Varv har i snart mange artikler omtalt kontinentvandring og dens baggrund. For det meste har det drejet sig om begivenhederne i Nordatlanten gennem de sidste 60 millioner år - det vil sige fra begyndelsen af Tertiærtid til i dag.

Der skal ikke meget fantasi til at forestille sig, at så voldsomme processer som kontinentdrift, dannelse af ny oceanbund uden om vulkansk aktive midtoceane rygge, og forsvinden af gammel oceanbund ind under tilstødende kontinenter ikke kan være "opfundet" i Tertiærtiden - det må være helt grundlæggende processer gennem Jordens historie. Går man længere tilbage i tiden, bliver mønstret imidlertid mere utydeligt og vanskeligt at tolke, men hjælp kan hentes i den forstenede dyre- og planteverden.

Hvad fortæller forsteningerne ?

Nutidens plante- og dyreverden er ikke jævnt fordelt over jordkloden, men kan grupperes i mere eller mindre velafgrænsede områder - provinser, som i mange tilfælde passer med udbredelsen af klimabælter.

Dyreselskabet i en faunaprovinc kan være blandet - 25-50 % af arterne er begrænset til den pågældende provins, mens resten af faunaen dels består af vidt udbredte former med stor tolerance over for variationer i klima og eventuelt andre faktorer, og dels former som egentlig hører hjemme i naboprovinserne.

Det er endvidere kendt, at tropiske havområder kan fremvise en stor rigdom af arter, mens artsantallet falder i retning af nord- og sydpol. De polnære områder er dog ikke fattige på liv, idet der kan være mange individer af de mere fåtallige arter.

Man vil finde det nærliggende, at faldet i artsantallet fra ækvator mod pol hænger sammen med et fald i havtemperaturen, men andre faktorer tillægges i dag større betydning. En konstant stabil næringsproduktion i tropiske områder fremmer en udvikling af mange arter, der kan være sikret føde, selv om arterne kan have en stærkt specialiseret levevis. Nærmere polerne er der store årstidsvariationer og svingende føderessourcer, og dyreformerne må sætte meget afkom i verden. De kræver store fødemængder, og overlevelse kræver tilpasning til de varierende kår, og de betingelser tillader kun et mindre antal arter.

Uanset den dybereliggende årsag er artsantallet størst i troperne og mindst ved polerne, og grænserne løber i mange tilfælde stort set parallelt med breddegraderne.

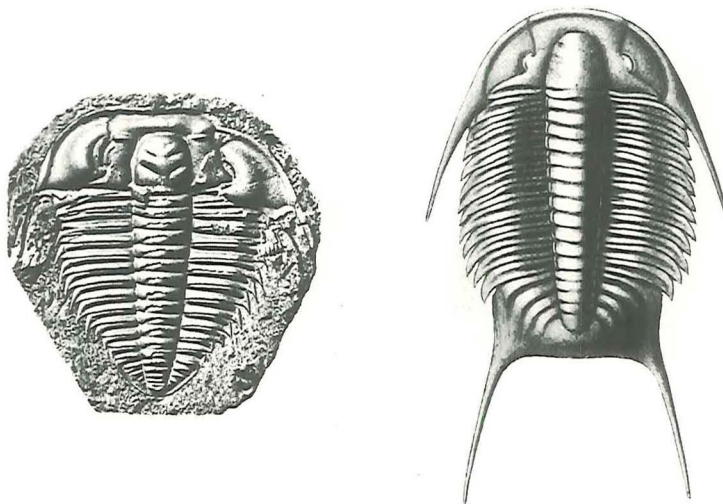
De anførte betragtninger kan være et eksempel på det "aktualistiske princip", som indebærer, at nutidige processer og faktorer også har været gældende i fortiden.

En umiddelbar fremgangsmåde i et biogeografisk studium af fortidens faunaer må da være at vurdere artsrigdommen inden for de forskellige dyregrupper af samme geologiske alder. Er man heldig, vil der fremtræde et mønster, hvor de forskellige faunaer med hensyn til artsantal stort set vil være fordelt parallelt med breddegraderne, hvis retning på grund af kontinenternes forskydning gennem tiden ikke nødvendigvis svarer til den nutidige orientering.

Jo længere tilbage i tid man går, jo større chance er der for, at kontinentdrift i mellemtiden har deformeret det oprindelige udbredelsesmønster. Derfor er det nødvendigt at supplere de biologiske data med geofysiske data for at få et detaljeret regionalt mønster frem.

Gamle Faunaprovinser

For godt 500 millioner år siden i perioderne Kambrium og Ordovicium var trilobiterne en dominerende dyreform i havet, og det har på den nordlige



Figur 1. Trilobiter fra Øvre Kambrium. Til venstre den atlantiske *Olenus* (efter Westergård) og til højre den pacifiske *Crepicephalus* (efter Walcott).

halvkugle været muligt at skelne mellem to faunaprovinser - den atlantiske provins, hvortil det meste af Skandinavien og Nordeuropa hører, og den pacifiske provins, der som navnet antyder var udbredt langs den amerikanske Stillehavskyst, men desuden forekom stedvis i det østlige Nordamerika, inklusive Grønland.

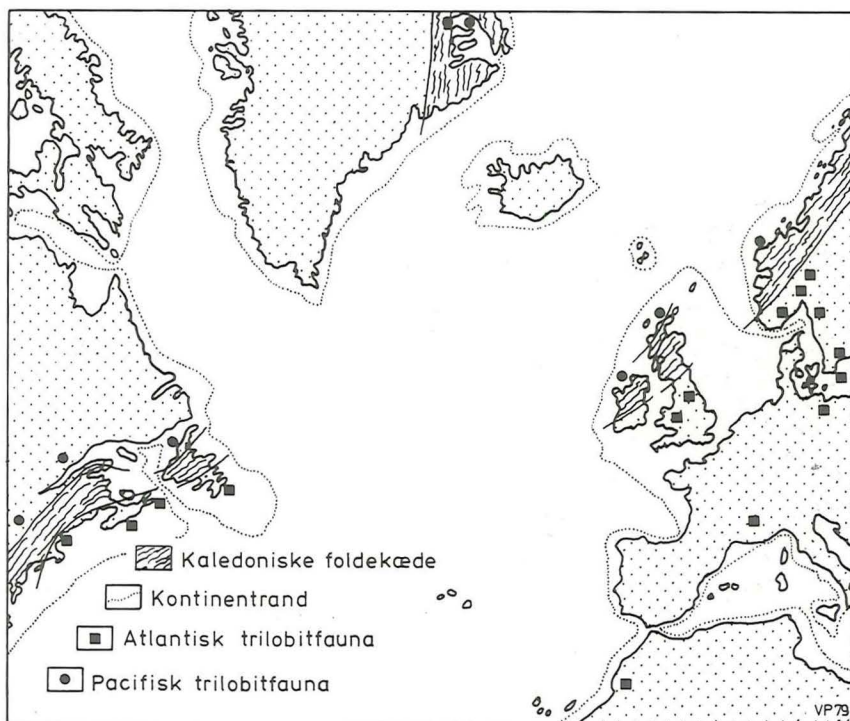
Den atlantiske og pacifiske fauna er ikke alene forskellige med hensyn til trilobit typer - se figur 1 - men også hvad angår artsantallet, idet den atlantiske fauna er temmelig artsfattig og følgelig kunne tænkes at have holdt til på de højere breddegrader. Den pacifiske trilobitfauna taget sammen med andre faunaelementer giver en meget "varmere" fornemmelse. Man kan tilføje, at også aflejringstyperne er forskellige, idet den pacifiske trilobitfauna overvejende forekommer i kalksten, mens de atlantiske trilobiter, som i Skandinavien og England, især kendes fra mørke eller sorte leraflejringer, der ved senere sammenpresning er blevet til fint spaltende lerskifer (alunskifer), se figur 2.



Figur 2. Øvre Kambrisk alunskifer - nej, ikke fra Bornholm, men fra det sydøstlige Newfoundland. Der finder man ganske de samme trilobiter som på Bornholm, og den væsentligste forskel er egentlig kun lagtykkelsen, idet lagfølgen på Newfoundland er op mod 100 gange så tyk. Forfatteren fot.

I kortet, figur 3, er vist nogle forekomster af den atlantiske og pacifiske fauna i Kambrium og Ordovicium, det vil sige et tidsrum på nær 100 millioner år. Den atlantiske fauna er udbredt i Skandinavien, det sydlige England og det kontinentale Vesteuropa, men mere påfaldende er forekomsterne på den sydøstlige del af Newfoundland og i kystregionen i det østlige Nordamerika.

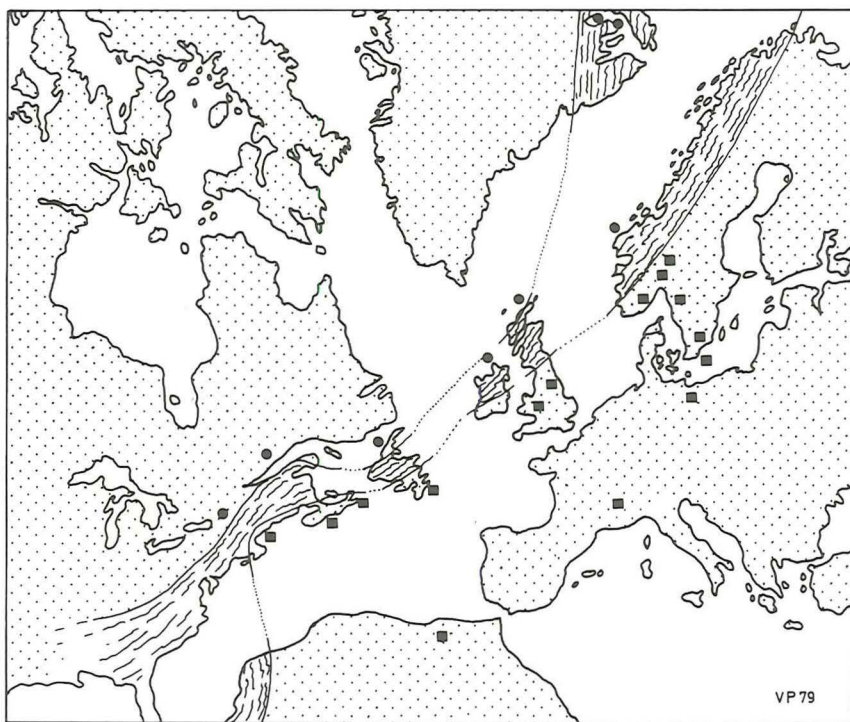
Den pacifiske trilobitfauna omkranser det nordamerikanske kontinent i en vis afstand af kysten, men igen er der et par iøjnefaldende forekomster i det nordlige Irland, Skotland samt Vestnorge.



Figur 3. Nogle forekomster i dag af trilobiter fra den atlantiske og pacifiske faunaprovins i Kambrium og Ordovicium, omkring 500 millioner år før nu.

Ud fra de indledende bemærkninger synes det ikke rimeligt, at den atlantiske koldtandsfauna har levet så tæt på den subtropisk prægede pacifiske fauna - og det endda i 100 millioner år !

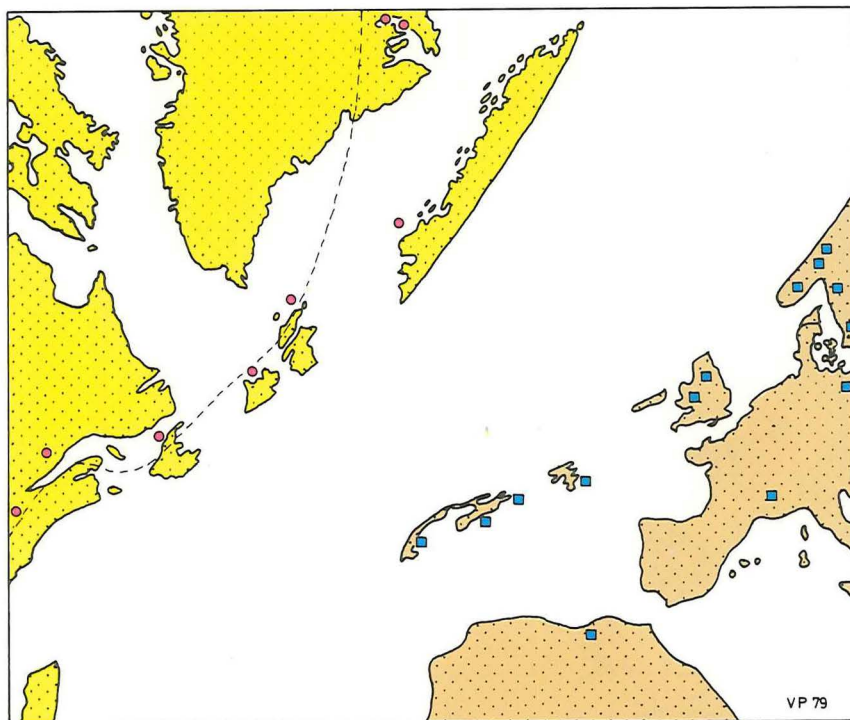
Før man for en del år siden bragte faunaernes temperatur- eller føderesourceafhængighed ind i diskussionen, var det let at betragte de to faunaer som to provinser, der meget passende var adskilt af en bjergkæde. Denne bjergkæde løber gennem den skandinaviske halvø og den nordlige del af de Britiske Øer og har en strukturel fortsættelse gennem det østlige Nordamerika. Senere fandt man ud af, at de centrale gnejser og graniter ikke som tidligere antaget var meget gamle, men at de opstod i tilknytning til den kaledoniske foldning, som udspillede sig fra Øvre Ordovicium til Nedre Devon. De nævnte gnejser består til dels af omkrystalliserede ældre havaflejringer, blandt andet fra Kambrium og Ordovicium. Det vil sige, at dengang de to faunaer levede, var de adskilt af et hav, og med en stedvis indbyrdes afstand på kun 200 km forekommer det helt



Figur 4. Et muligt udseende af den nordatlantiske region i begyndelsen af Devon for 400 millioner år siden. Den Kambro-Ordoviciske atlantiske og pacifiske faunaprovinc er fordelt på hver side af den kaledoniske foldekæde, som var færdigdannet i ældre Devon. Selve bjergkæden og et bredt bælte udenom blev hævet op som tørt land - det er for overskuelighedens skyld ikke vist her, og ligeledes er udeladt et samtidigt øst-vestgående ocean gennem Centraleuropa, idet havudstrækningen her er dårligt kendt.

utænkeligt, at der ikke skulle være udvekslet trilobitarter mellem de to provinser, som havde en geologisk levetid på 100 millioner år.

Med de nye tanker om processerne i jordskorpen og kappen nedenunder står det helt klart, at Nordamerika og Europa driver fra hinanden på grund af materialestrømninger i Kappen under jordskorpen. Den centrale skillelinie er den midtatlantiske ryg med en markant vulkanisme og jordskælvsaktivitet. Oceanbunden er, geologisk set, meget ung og ved kontinenternes drift bort fra midtryggen kommer vulkansk materiale til stadighed op langs brudzoner i den midtatlantiske ryg og bygger derved ny oceanbund op, således at oceanbunden gennem tiden vokser i bredde.



Figur 5. En rimelig model for det atlantiske område ved overgangen Kambrium/Ordovicium for 500 millioner år siden. Det gamle Nordamerika og Europa var adskilt af et ocean. Bemærk, at Vestnorge og den nordlige del af de Britiske Øer hørte til Nordamerika, mens en del af Newfoundland og det østlige Nordamerika indgik i Europa.

Spredningen begyndte for alvor i ældre Tertiærtid for små 60 millioner år siden, og netop på den tid opbyggedes Island og Færøerne af vulkanske bjergarter. Den første tanke, som melder sig, er, at inden da eksisterede Færøerne og Island ikke, og kontinenterne må oprindeligt have hængt sammen langs den undersøiske kontinentalskråning som vist i figur 4.

I denne situation er forekomsterne af de atlantiske og pacifiske trilobiter helt urimelig - på hver side af den bjergkæde, som ikke eksisterede, men var et havbassin, da faunaerne levede !

En ny forklaring

En spredning af kontinenter med samtidig tilvækst af ny oceanbund må indebære en tilsvarende vækst af jordkloden, hvis der ikke samtidig sker et tilsvarende tab af jordskorpe et andet sted - og det er netop hvad der sker.

I dag forsvinder oceanbund langs Stillehavskysterne ved at blive skudt ind under de tilstødende landområder langs jordskælvsaktive brudzoner. Hvis et helt ocean til syvende og sidst forsvinder ved underskydning på begge sider af oceaner, må konsekvensen blive et sammenstød mellem kontinenterne, og de tidligere havaflejringer langs kontinentrandene bliver stuvet op i en bjergkæde.



Figur 6. Høje kliner i Øvre Kambrisk alunskifer, Ransom Island, Newfoundland.

Den sammenhængende bjergkæde i figur 4 er netop resultatet af et sammenstød mellem Europa og Nordamerika for 400 millioner år siden.

100 millioner år før sammenstødet må der her, mens de atlantiske og pacifiske trilobitfaunaer trivedes, have været et ocean - se figur 5.

Først bemærker man, at Vestnorge og den nordlige del af de Britiske Øer tilhørte Nordamerika, mens omvendt dele af den østlige kystregion i Nordamerika og det sydøstlige Newfoundland var en del af det gamle Europa. Det kan tilføjes, at Nordvestafrika også var en del af Nordamerika !

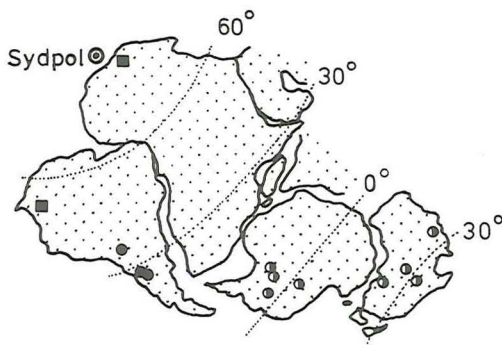
Den påfaldende udveksling af landområder skyldes, at det gamle ocean havde en nordøst-sydvestudstrækning, hvorimod åbningen af den atlant, vi kender i dag, har fulgt en mere nord-syd orienteret spredningsakse.

Brikkerne falder på plads

I figur 5 giver udbredelsen af den atlantiske og pacifiske provins god mening - med en kold atlantisk fauna passende separeret af et ocean fra den subtropiske pacifiske fauna. Oceanets bredde har på det pågældende tidspunkt været tilstrækkelig stor til at forhindre en udveksling af de bundlevende trilobitformer, mens de frit kunne brede sig over de mere lavvandede shelfområder i deres egen provins. Rigtigheden af den viste model støttes af geofysiske data, idet palæomagnetiske undersøgelser for overgangen Kambrium/Ordovicium viser en placering af sydpolen ud for Nordvestafrika - det passer udmærket, at den artsfattige atlantiske trilobitfauna hørte hjemme i koldere områder.

Tager man nu andre samtidige trilobitfaunaer i betragtning, træder et tydeligt mønster - se figur 7. Sydpolen befandt sig ud for Nordvestafrika, breddegraderne havde en anden retning end idag, og forekomster af atlantisk fauna er også her knyttet til de koldere bæltter nær polen. Den subtropiske pacifiske fauna på 30° sydlig bredde passer sammen med de nordamerikanske forekomster. I Antarktis og Australien levede en speciel trilobitfauna med nære slægtninge i Kina og dele af Sibirien! Det manglende fællesskab med den atlantiske og pacifiske fauna skyldes, at den australsk-asiatiske fauna fandtes ved ækvator og på lave bredder på den modsatte halvkugle!

Der kan næppe være tvivl om, at fortidens dyre- og planteliv sammen med geofysikken må blive et værdifuldt værktøj i de fremtidige studier af de hvileløse kontinenter.



Figur 7. Forekomster af atlantiske, pacifiske og australsk-asiatiske trilobitfaunaer i Kambrium. Positionen af Sydkontinenterne svarer til Permperioden for godt 250 millioner år siden, da data er mangelfulde for endnu ældre perioder. Bemærk sydpolens placering ud for Afrika samt retningen af de Kambriske breddegrader. Faunaerne i Australien befandt sig på den nordlige halvkugle! Efter Palmer, 1962.