

de sedimentoloog het onderwerp van studie zijn. Bovendien vormen gegradeerde gelaagdheden een voortreffelijk criterium bij de bepaling van wat boven- en onderkant (top-and-bottom) van een laag is.

Geraadpleegde literatuur

Hertweck, G. (1970)- Die Bewohner des Wattenmeeres in ihren Auswirkungen auf das Sediment, in: Das Watt, H.-E. Reineck; Kramer, Frankfurt am Main.
Reineck, H.-E. (1958)- Wühlbau-Gefüge in Abhängigkeit von Sediment-Umlagerungen; Senckenbergiana lethaea, Band 39.
Reineck, H.-E. en Singh, I.B. (1973)-Depositional sedimentary environments (with reference to terrigenous clastics), Springer-Verlag.
Rhoads, D.C. en Stanley, D.J. (1966)-Biogenic graded bedding; Journal of Sedimentary Petrology, Vol. 35.

Rhoads, D.C. (1967)-Biogenic reworking of intertidal and subtidal sediments in Barnstable Harbor and Buzzards Bay, Massachusetts; The Journal of Geology, Vol. 75, no. 4.
Schäfer, W. (1952)-Biogene Sedimentation im Gefolge von Bioturbation; Senckenbergiana lethaea, Band 33.
Schäfer, W. (1956)-Wirkungen der Benthos-Organismen auf den jungen Schichtverband; Senckenbergiana lethaea, Band 37.
Schäfer, W. (1970)-Aktuopaläontologische Beobachtungen: 9. Faunenwechsel; Senckenbergiana maritima, Band 2.
Seilacher, A. (1964) -Biogenic sedimentary structures, in: Approaches to Paleogeology, J. Imbrie en N.D. Newell (eds.), Wiley and Sons.
Van Straaten, L.M.J.U. (1952)-Biogene textures and the formation of shell beds in the Dutch Wadden Sea I en II, Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen, Proceedings Vol. LV, series B.

Het Carboon in Nova Scotia (Canada)

door dr. J.F. Geys*) en J. Beeusaert**)

Inleiding

Waarom zou in een Nederlands tijdschrift een zo veraf gelegen streek behandeld worden als Nova Scotia, aan de oostkust van Canada? Om te beginnen is Noord-Amerika, in deze tijd van relatief goedkope en snelle transatlantische vluchten, niet meer zo onbereikbaar voor de doorsnee burger als enkele jaren terug. Het Carboon van Oost-Canada omvat bovendien enkele locaties die op zijn minst spectaculair te noemen zijn, en die aansporen tot nadenken over de relatieve ligging van de continenten in die lang vervlogen tijd.

Nova Scotia vormt een schiereiland in de Atlantische Oceaan, en is dus één van de meest oostelijk gelegen provincies van Canada (fig. 1). Niet voor niets draagt het de bijnaam van "Canada's Ocean Playground". De meeste reizigers uit Europa zullen de Canadese bodem wel betreden op de luchthaven van Montréal. Een uur vliegen of twee dagreizen per auto brengt ons in Halifax, de hoofdstad van Nova Scotia. Van daaruit zijn alle beschreven punten in één dag te bereiken. De Trans Canada Highway, die de verkeersas van de provincie vormt, is een goede, snelle weg, maar de afstanden mogen toch niet onderschat worden (b.v. Halifax - Sydney: 432 km).

Het geologisch kader

Gedurende het Ordovicium, het Siluur en tot een stuk in het Devoon maakte de provincie Nova Scotia deel uit van een grote geosynclinale, d.w.z. een breed, langzaam inzakkend bekken. Deze geosynclinale zou later, door tektonische krachten, in verschillende fasen omgevormd wor-

den tot een bergketen: de Appalachen. De meest intense van die fasen van gebergtevorming greep plaats gedurende het Boven-Devoon en draagt in Noord-Amerika de naam van Acadische plooiingsfase. De Acadische plooiingsfase is dus te vergelijken met een vroege fase van de Hercynische plooiingen in Europa. De Appalachische geosynclinaal werd op dat ogenblik vernietigd. In Nova Scotia bleven slechts enkele kleine, van elkaar gescheiden bekkens over, met ertussen enkele hoog opgetilde massieven. Die configuratie van lage bekkens en hoog opgetilde massieven bleef tot op heden in herkenbare vorm bewaard. Zonder moeite onderscheidt men in Nova Scotia twee verschillende landschappen: zacht glooiende vlakten en ruige bergen (fig. 2 en 3).
De vlakten komen goed overeen met de post-Acadische

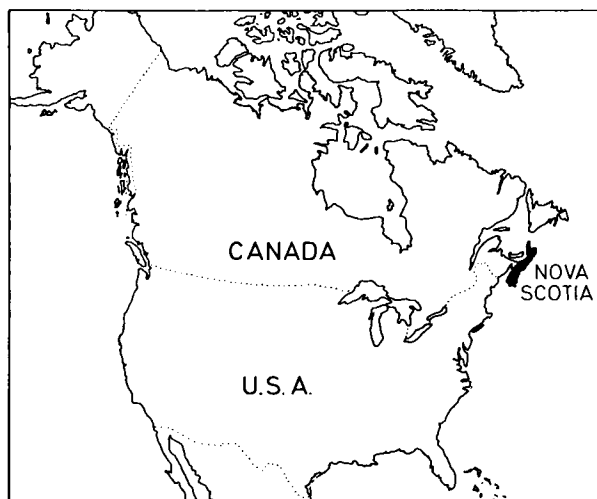


fig. 1. Ligging van de provincie Nova Scotia.

*) Laboratorium voor Delfstofkunde, Aardkunde en Fysische Aardkunde, Universiteit Antwerpen.

***) Lic. geol.

bekkens, waarin sedimenten werden afgezet. Het zijn die sedimenten die ons zullen bezighouden in hetgeen volgt. De bergachtige streken zijn vooral gelegen in het zuidwestelijk deel van de provincie en op het noordelijk schiereiland van Cape Breton Island. Deze gebergten komen overeen met de opgetilde massieven. Ze bestaan vooral uit kristallijne en metamorfe gesteenten.

Kort na de orogenese, en dus gedurende het Onder-Carboon, of Mississippiaan, waren de opgetilde massieven reeds aan erosie onderhevig. Hun afbraakmateriaal werd, o.a. onder de vorm van grof zand, in de bekkens afgezet. Die bekkens lagen toen meestal boven de zeespiegel, zodat de afzetting plaats greep in continentale omstandigheden, in zoet water. Gedurende enkele korte perioden werden de bekkens toch overspoeld door de zee, waarbij telkens dunne kalksteenlagen ontstonden. Telkens als de zee zich na zo een overstroming terugtrok bleef haar indampingsresidu achter als gips-, anhydriet- en steenzoutlagen.

Gedurende het Boven-Carboon of Pennsylvanian, werden in het Oosten van Canada bijna uitsluitend continentale afzettingen gevormd. Er ontwikkelden zich uitgestrekte moerassen met een weelderige plantengroei, die op vele plaatsen, net zoals in Europa, tot de vorming van steenkool aanleiding gaven. Fig. 4 geeft een idee van de verspreiding van de Carboon-afzettingen in Nova Scotia. Al die verschillende milieuvorwaarden, die in ruimte en in tijd veranderden, worden weerspiegeld in de afzettingen die ze achterlieten. Een overzicht van de lithostratigrafie van het oosten van Canada, gecorreleerd met chronostratigrafische eenheden, wordt weergegeven in fig. 5. De verschillende afzettingen worden hieronder kort beschreven.

1. De **Horton Group** vormt de basis van het Carboon, en bestaat uit puinkegelmateriaal, grove rivierafzettingen en fijnkorrelige limnische sedimenten. De Horton Group kan ruwweg gesitueerd worden in het Tournaisiaan.

2. De **Windsor Group** rust op de vorige, en bestaat uit een afwisseling van fluviatiele, rode zandstenen, mariene kalkstenen afgezet in ondiep water, en uitdampingsgesteenten (gips, steenzout, enz.). De Windsor Group komt min of meer overeen met het Viséaan van Europa.



fig. 2. Bergachtig, kristallijn en metamorf gedeelte van Nova Scotia: Cape Breton Highlands National Park.

3. De **Mabou Group** behoort tot het Onder-Pennsylvanian en omvat fijne fluviatiele sedimenten en meer-afzettingen, die tot stand kwamen in betrekkelijk rustig water. Naar het oosten en naar het westen toe gaan de fijnkorrelige gesteenten van de Mabou Group over in grofkorrelige afzettingen.

4. De **Formaties van Port Hood en van Boss Point** zijn gedeeltelijk even oud als de gesteenten van de Mabou Group, maar grover van korrel. Ze werden afgezet in meer energierijk water. De Mabou Group gaat aldus naar het oosten over in de Formatie van Port Hood, en naar het westen in de Formatie van Boss Point. Beide grofkorrelige formaties bedekken ook voor een deel de Mabou Group.

5. De **Cumberland Group** is een jonger pakket fluviatiele en puinkegelaafzettingen, die de vorige formaties concordant bedekt.

6. De **Pictou Group** en de **Morien Group** vormen het bovenste Carboon. Ze rusten discordant op de onderliggende lagen en bestaan opnieuw uit grove rivier- en puinkegelaafzettingen. Beide groepen omvatten belangrijke steenkoollagen, die onder meer nabij Pictou en in de omgeving van Sydney ontgonnen werden. De steenkool produktie is, zoals bij ons, de laatste jaren sterk teruggelopen. Nabij Sydney zijn oude openluchtmijnen met storthopen aanwezig.

Varenbladeren. Terwijl in Nederland en België de mooiste plantenfossielen in zwarte schiefers worden aangetroffen, bestaat de hoofdmassa van het Boven-Carboon in oostelijk Canada uit grijze en rode zandstenen. Dit verschil heeft uiteraard te maken met de lokale paleoecologische omstandigheden, die hoger werden beschreven. De bewarings-toestand van de Canadese fossiele planten is dan ook meestal niet zo goed als verzamelaars uit onze streken gewend zijn.

Enkele interessante ontsluitingen

POINT EDWARD (fig. 6), van Halifax: 427 km; van Sydney: 21 km

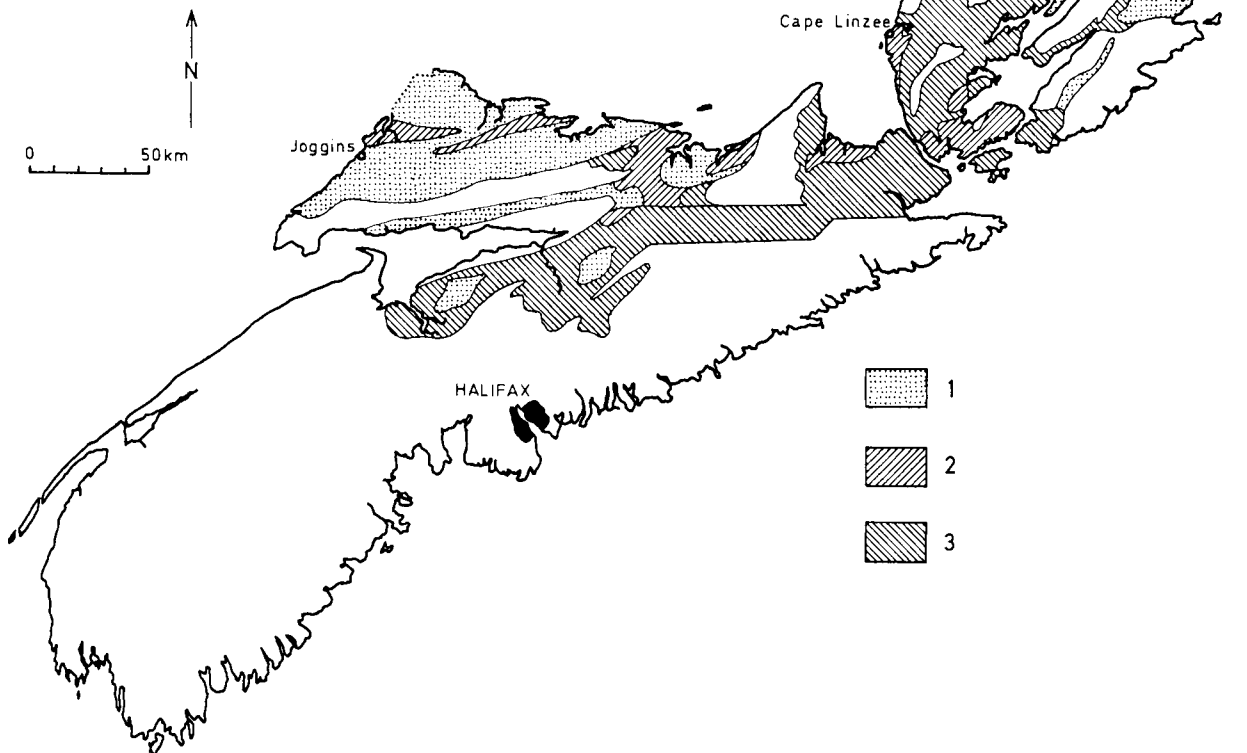
Toegang. Komend van Halifax of van Sydney, de Provincial Arterial nr. 125 verlaten op de zuidelijke oever van de North West Arm (exit 6) en Collector Highway nr. 239 volgen naar het noordoosten. Men volgt de zuidelijke kust van een zee-arm, de North West Arm, tot bij de vuurtoren van Dixon Point. Daar draait de weg landinwaarts naar rechts. 1 km verder verlaat men de nr. 239, linksaf, op een zeer rechte, lange grindweg, tussen villa's. Na 1 km, vòòr de laatste villa's, parkeren en te voet verder gaan langs een pad dat de weg naar links verlaat. Dit pad bereikt na 800 m een bunker, vanwaar men kan afdalen op het strand. Aan de overkant van de zee-arm ziet men de haveninstallaties van North Sydney en de schepen van de Newfoundland ferry. Het strand volgend naar rechts, bereikt men na 200 m de ontsluiting van Point Edward. Te gebruiken kaart: topografische kaart op 1/50 000 nr. 11K/1, Sydney.

Geologische beschrijving. Door in de richting van de wijzers van een uurwerk te wandelen rond Point Edward, tot aan Keating Point, ziet men een lange coupe in de Formatie van Point Edward, die deel uitmaakt van het onderste



fig. 3. Heuvelachtig, sedimentair gedeelte van Nova Scotia: Northumberland Strait, nabij Antigonisch.

deel van de Mabou Group. Deze formatie is waarschijnlijk Onder-Namuriaan of Boven-Viséaan van ouderdom. De lagen hellen zwak naar het noordoosten en bestaan uit een afwisseling van rode en groene zandstenen, leistenen en grijze kalkstenen. Opvallend zijn de mooie sedimentaire structuren zoals stroom- en golfribbels en krimpscheuren, die op vele laagvlakken voorkomen. Vooral de zandsteenlaag aan de top van het profiel is rijk aan fossiele planten. Ronde, armdikke stengels van *Calamites*, (fig. 7), zeer grote *Stigmara* met zijwortels en mooie *Lepidodendron* kenmerken die laag. Dierlijke fossielen zijn zeldzaam. Het paleomilieu van de Formatie van Point Edward schommelde blijkbaar tussen fluviatiele en limnische omstandigheden. Gedurende de limnische fasen kwamen kalkstenen en leistenen tot stand, die zeldzame invertebraten en ook enkele fossiele vertebraten opgeleverd hebben. De fluviatiele fasen zagen zandstenen en psammieten ontstaan met stroomribbels, fijn plantenmateriaal en dikwijls ook grotere fossiele planten.



GRAND ETANG (fig. 8) van Halifax: 427 km; van Sydney: 145 km.

Toegang. Komend van Halifax of van Sydney, de Trans Canada Highway nr. 105 verlaten tussen Baddeck en Nyanza (exit 7). Langs de Cabot Trail weg naar het noorden rijden. Bij Margaree Harbour bereikt men de kust van de Golf van St. Laurens, die men naar het noordoosten verder volgt, tot op 2 km ten zuiden van Grand Etang.

Langs een geul die de weg snijdt kan men op het strand af dalen. Te gebruiken kaart: topografische kaart op 1/5000, blad 11K/11, Chéticamp.

Geologische beschrijving. De kliffen tussen Grand Etang en Cap Le Moine tonen een profiel in de Formatie van Pomquet, die behoort tot de Mabou Group. De Formatie van Pomquet bestaat uit een opeenvolging van leistenen en zandsteenbanken die, nabij Cap Le Moine, ongeveer 30° afhellen naar het oosten. Sommige lagen vertonen een kruisgelaagdheid. Andere sedimentaire structuren, zoals golf- en stroomribbels en krimpscheuren, zijn evenmin zeldzaam. Op enkele laagvlakken werden ooit voetsporen van amfibieën aangetroffen.

fig. 4. Sterk vereenvoudigde geologische kaart van het Carboon in Nova Scotia, en ligging van de beschreven ontsluitingen.

1. Cumberland, Morien en Pictou Groups;
2. Mabou Group, Boss Point en Port Hood Formations;
3. Horton en Windsor Groups.

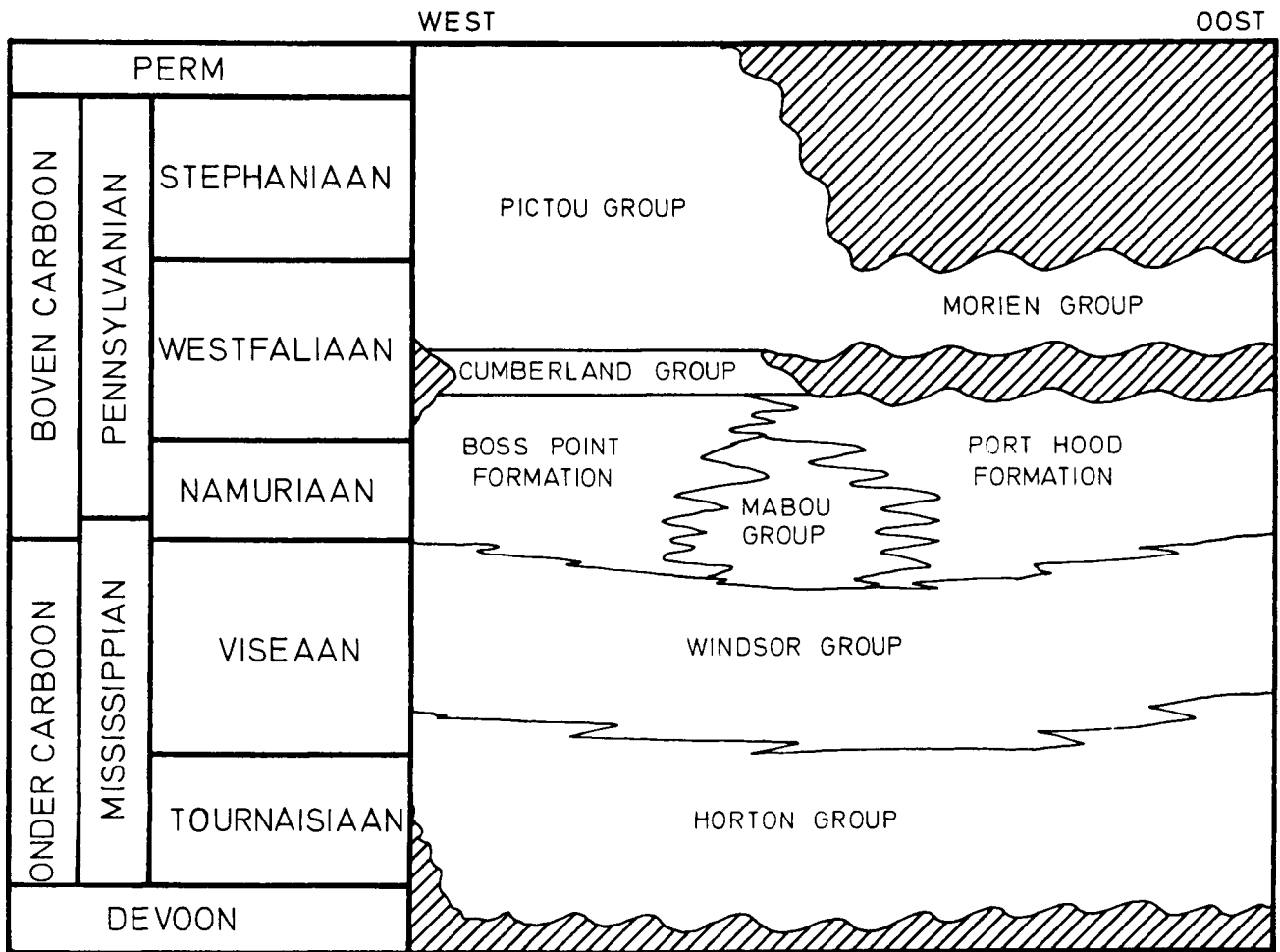
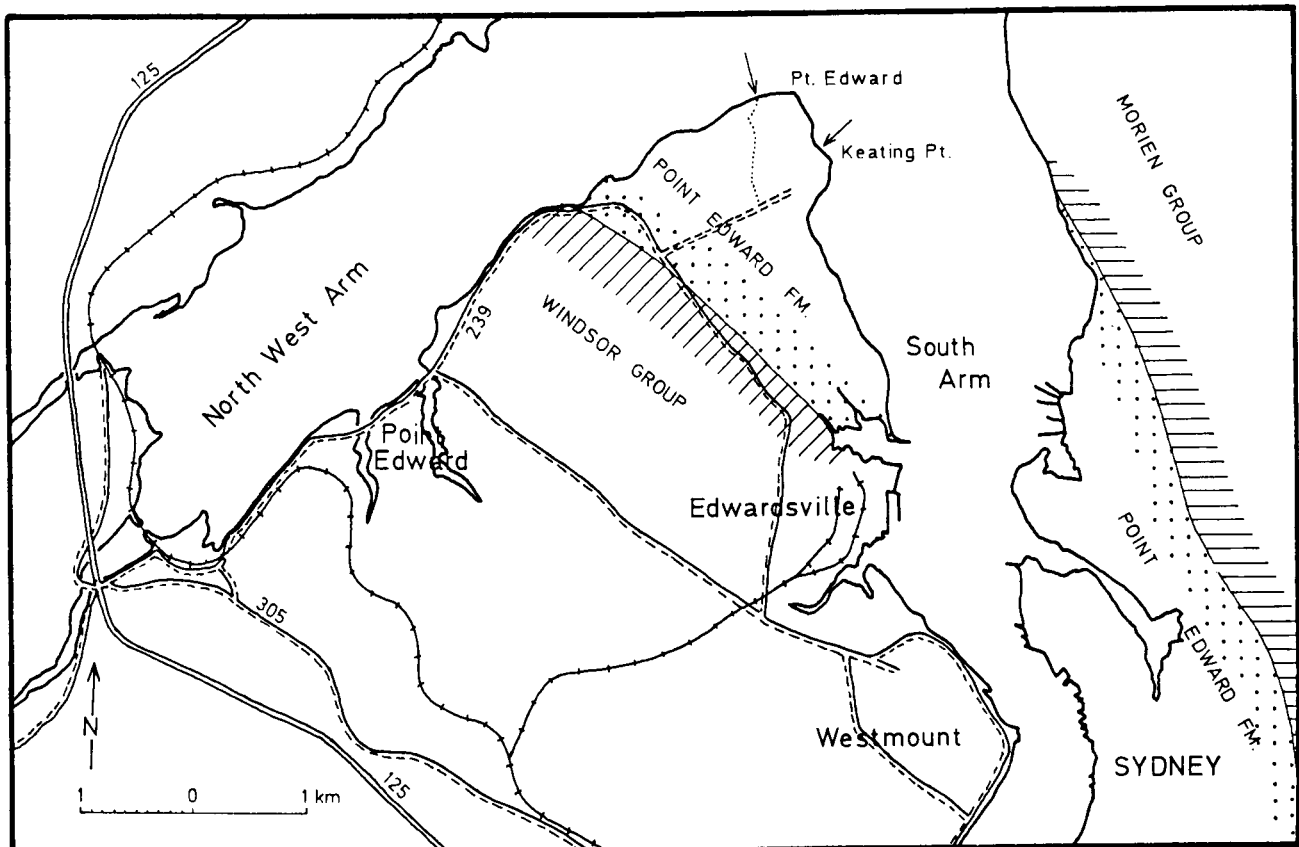


fig. 5. Lithostratigrafisch overzicht van het Carboon in Nova Scotia.

fig. 6. Geologie van Point Edward en omgeving; ligging en toegang tot de ontsluiting (pijl-tjes).



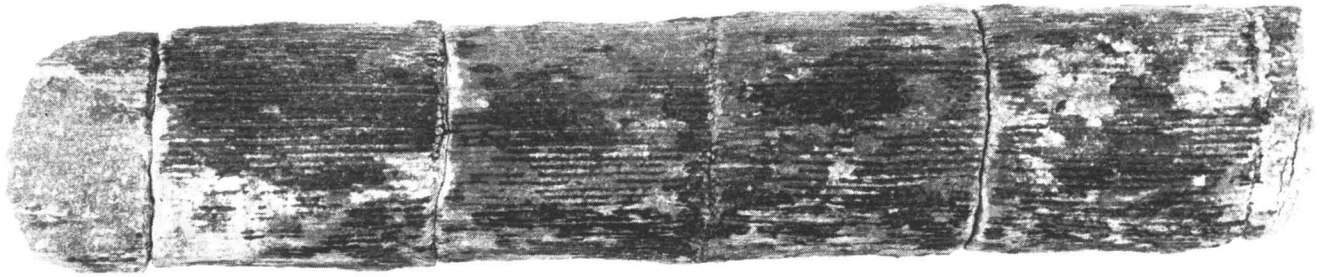


fig. 7. *Calamites* sp., Point Edward, Point Edward Formation; X 0,5.

Ten noordoosten van de geul is een bank ontsloten met vrij veel *Carbonicola*-schelpen. Op andere plaatsen zijn dierlijke fossielen zeldzaam. Nu en dan worden resten van vissen gevonden, zoals stekels van *Gyracanthus*. Plantaardige fossielen komen daarentegen veelvuldig voor. In de literatuur worden vermeld: *Sphenopteridium crasum*, *S. dawsoni*, *Calamites cistiiformis*. Men kan ook zaden aantreffen.

De Formatie van Pomquet te Grand Etang wordt beschouwd als een afzetting in de alluviale vlakte van een rivier of aan de oever van een meer.

CAPE LINZEE (fig. 9), van Halifax: 315 km; van Sydney: 180 km.

Toegang. Komend van Halifax, verlaat men de Trans Canada Highway nr. 104 net over de Canso Causeway, te Port Hastings (exit 41). Vandaar bereikt men Port Hood langs de Trunk Highway nr. 4. Komend van Sydney verlaat men de Trans Canada Highway nr. 105 te Whycomomagh (exit 5). Langs Collector Highway nr. 252 naar Mabou en vandaar langs Trunk Highway nr. 19 (Ceilidh Trail) naar Port

Hood. In het centrum van Port Hood, nabij het postkantoor, neemt men de weg die naar het noorden loopt, in de richting van Cape Linzee. Na 1 km rechtsaf op de grindweg naar Colindale. Vanaf het gehucht Little Mabou loopt een voetpad naar het zeestrand. De kliffen ten westen van het strand zijn voor ons van belang. Te gebruiken kaart: topografische kaart op 1/50 000, blad 11K/4, Port Hood.

Geologische beschrijving. Zwarte, grijze en rode leistenen, afgewisseld met rode zandstenen, behoren tot de Formatie van Port Hood. Stroomribbels wijzen op een afzetting in ondiep water; krimp-scheuren en de rode kleur van het gesteente verraden dat het oppervlak ook regelmatig uitdroogde. De Formatie van Port Hood kwam waarschijnlijk tot stand in de vlakte van een rivier, die regelmatig buiten haar oevers trad.

Meer naar het zuidwesten zijn ook enkele steenkooladers ontsloten. Die plaats is echter moeilijk toegankelijk. Plantaardige fossielen zijn op deze plaats gewoonlijk slecht bewaard. Men vindt onder meer: *Cordaites*, *Calamites*, *Sigillaria*, *Stigmara*, *Sphenopteris*, *Neuropteris*, *Whileseyia*, *Alethopteris*, enz.

Sommige lagen zwarte leisteen zijn erg rijk aan bivalven en visseschubben (fig. 10 en 11). De kwastvinnige *Rhizodopsis* is daarbij goed vertegenwoordigd. Veel zeldzamer zijn resten van amfibieën en primitieve reptielen. *Romeriscus perialtus*, door Baird en Carroll beschouwd als het oudste bekende reptiel, werd ontdekt te Cape Linzee.

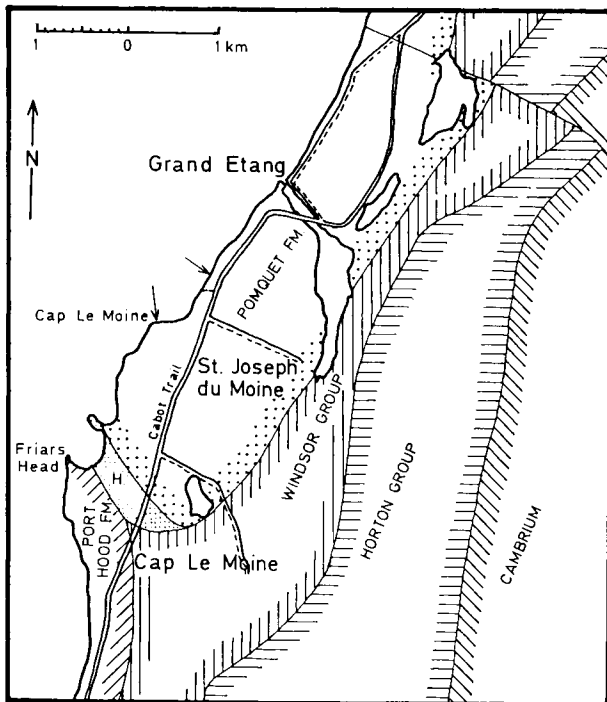


fig. 8. Geologie van Grand Etang en omgeving; ligging en toegang tot de ontsluiting (pijltjes); H = Hastings Formation.

JOGGINS (fig. 12), van Halifax: 233 km; van Sydney: 465 km

Toegang. Wie komt uit de richting van Halifax en Sydney, verlaat de Trans Canada Highway nr. 104 te Salt Springs (exit 5). Langs de Provinciale Arteriale nr. 142 rijdt men naar Springhill, vandaar langs Trunk Highway nr. 6 en Collector Highways nrs. 302 en 242 over Maccan en River Hébert naar Joggins. Wie uit andere delen van Canada komt, via New Brunswick, verlaat de Trans Canada Highway een achttal kilometer over de provinciegrens, ten zuiden van Amherst (exit 4). Wegen nrs. 4, 302 en 242 leiden dan over Nappan, Maccan en River Hébert naar Joggins. De vindplaats zelf is makkelijk te vinden: Joggins recht door doorkruisen en de wagen achterlaten op een parkeerterrein nabij de kust. In het dorp kan men ook de pijltjes volgen naar de "Fossil Cliffs". Langs een trapje bereikt men het strand. Vanaf hier rechts, tot 1,6 km voorbij Coal Mine Point, ligt de beroemde vindplaats van Joggins. De vindplaats is slechts toegankelijk bij afgaand tij. De getijden te Joggins behoren tot de hoogste ter wereld. Het is dus raadzaam ter plaatse te informeren naar het tijdstip van laag tij. Te gebruiken kaart: topografische kaart op 1/50 000, blad 21H/9W, Springhill. Opmerking. Joggins Cliffs staan onder natuurbescherming. Dit wil zeggen dat hakken en graven in het profiel zelf streng verboden is. Draggers van een geschreven toelating mogen echter

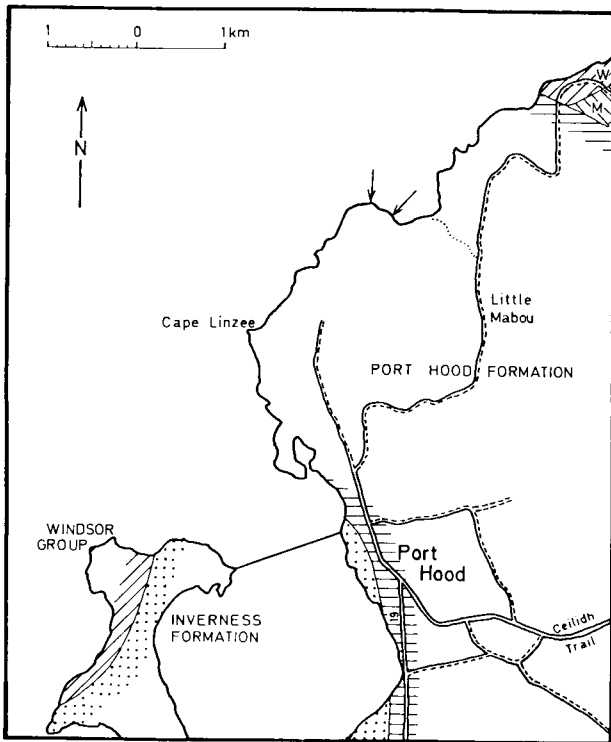


fig. 9. Geologie van Cape Linzee en omgeving; ligging en toegang tot de ontsluiting (pijltjes); W = Windsor Group; M = Mabou Group.

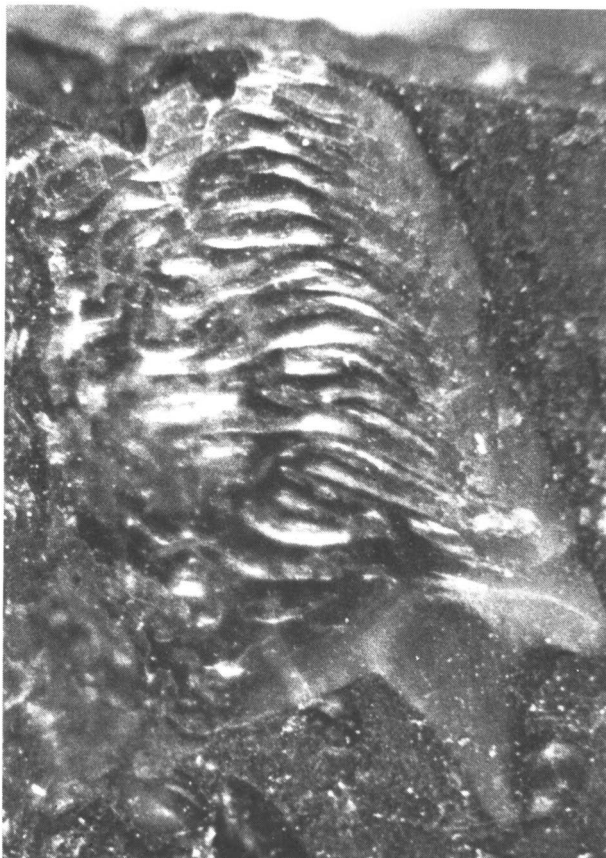


fig. 10. Visseschub, Cape Linzee, Port Hood Formation; X 18.

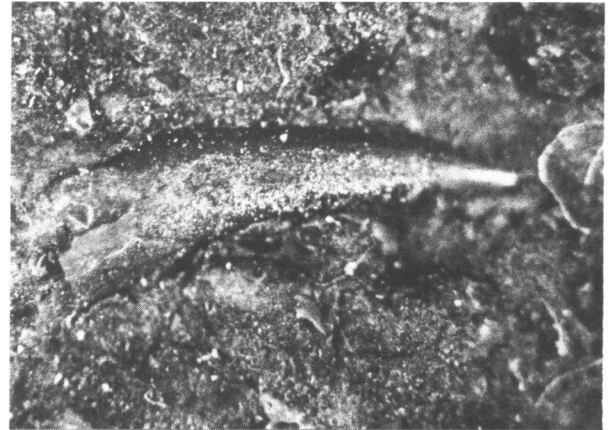


fig. 11. Stekel van een vis, Cape Linzee, Port Hood Formation; X 10.

los liggende fossielen op het strand verzamelen. Een dergelijke "permit" verkrijgt men gratis op eenvoudige aanvraag bij The Curator of Geology, Nova Scotia Museum, 1747 Summer Street, Halifax. U krijgt dan tevens een uitgebreide brochure over de vindplaats, maar wel wordt gevraagd een lijstje van de gevonden fossielen naar het museum te sturen. Een goede raad: houd u strikt aan de richtlijnen en eerbiedig de site: de plaats wordt door de Royal Canadian Mounted Police o.a. per helicopter bewaakt.

Geologische beschrijving. De ontsloten lagen behoren tot de Cumberland Group (Westfaliaan). Deze Groep wordt niet in formaties onderverdeeld. De sectie van Joggins ligt op de noordelijke flank van het Bekken van Cumberland. Dit verklaart de duidelijke zuidwaartse helling van de lagen, die bestaan uit een afwisseling van zandstenen, leistenen en enkele steenkooladers.

De plaats is beroemd geworden omwille van de vele rechtopstaande boomstammen, die in situ fossilizeerden en regelmatig in het profiel kunnen waargenomen worden (fig. 13 en 14). In deze boomstammen treft men bovendien een merkwaardige vertebratenfauna aan.

Men neemt aan dat de afzettingen van Joggins tot stand kwamen in een alluviale vlakte of in de delta van een grote rivier. In zulk milieu schommelen de gemiddelde korrelgrootte en de hoeveelheid van het sediment in functie van de steeds wisselende stromingsenergie. Vandaar dus die opeenvolging van grofkorrelige zandstenen en tot leisteen verkitte, fijnkorrelige kleien. Het zand is afgezet in een gezwollen rivier met een groot debiet. In kalmere perioden kwam de klei tot bezinking. De rechtopstaande boomstammen wortelen steeds in leisteenlagen; ze groeiden dus blijkbaar op een bodem van klei. De bomen werden gedood, toen, na een overstroming, hun wortels onder een zandlaag begraven werden.

De fossiele bomen van Joggins behoren meestal tot de genera *Calamites* en *Sigillaria*.

De vertebratenfauna in die rechtopstaande stammen fossilizeerde wel op een heel bijzondere wijze (fig. 15). De gedeeltelijk begraven, dode bomen zullen snel een eindje boven het oppervlak afbreken. De stomp ging rotten, waarbij de bast veelal het langst bewaard bleef en het hout het eerst verdween. Op die manier ontstonden ronde gaten in de grond, omgeven door half vergane bast, die geleidelijk met sediment werden opgevuld. Op dat ogenblik vormen de begraven stompen, waarvan de bovenrand onge-

veer met de grond gelijk komt, een dodelijke val voor allerlei dieren. Reptielen en amfibieën sukkelden in de holle boomstammen en kwamen er om zonder kans op ontsnapping. Tenslotte werden ze in de boom begraven. Wie het geluk heeft een uit het profiel gevallen boomstomp te vinden kan zijn succes op de proef stellen. Bij het verbrijzelen van de stam komt misschien een micro-sauriër (*Leiocephalikon*, *Asaphestera*, *Hyleperon*, *Hylo-nomus*) of een primitief reptiel aan het licht. Soms vindt men ook insecten, spinnen of andere geleedpotigen in die boomstompen. Denk er echter aan dat het ten strengste verboden is stammen uit het klif zelf los te hakken. In grote hoeveelheden kan men, op het strand, stukken bast verzamelen van *Lepidodendron*, *Sigillaria* en *Calamites*. *Stigmaria* is evenmin zeldzaam (fig. 16). Een goed varenblad is moeilijker te vinden. In sommige leisteenbanken komt een rijke fauna bivalven voor, o.a. *Naiadites*.

Het strand te Joggins is tenslotte ook nog zeer interessant om de vele goed bewaarde sedimentaire structuren. Golf- en stroomribbels worden gevormd in ondiep water. Krimpscheuren ontstaan als een kleilaag uitdroogt. Druppelkratertjes verraden dat een regenbui op een laag zacht sediment viel. Heel uitzonderlijk worden op sommige laagvlakken kruisporen van geleedpotige dieren aange-troffen.

Besluit

Het Canadese Carboon vertoont een paar opmerkelijke verschillen met even oude formaties in West-Europa. Interessanter en meer verbazingwekkend zijn echter de vele punten van overeenkomst tussen deze twee, ver van elkaar gelegen streken.

Een van de meest opvallende verschilpunten is wel dat mariene lagen in het Boven-Carboon van Nova Scotia volledig ontbreken. In Europa daarentegen is de biostratigrafie van het Namuriaan en van het Westfaliaan grotendeels gebaseerd op Goniatieten: mariene koppotigen met een Nautilus-achtige schaal.

Vooraf gedurende het Westfaliaan echter werd de invloed van de zee, ook in Europa, geleidelijk kleiner. De steenkoollagen in Europa zowel als in Noord-Amerika zijn continentale afzettingen, die tot stand kwamen in uitgestrekte moerassen.

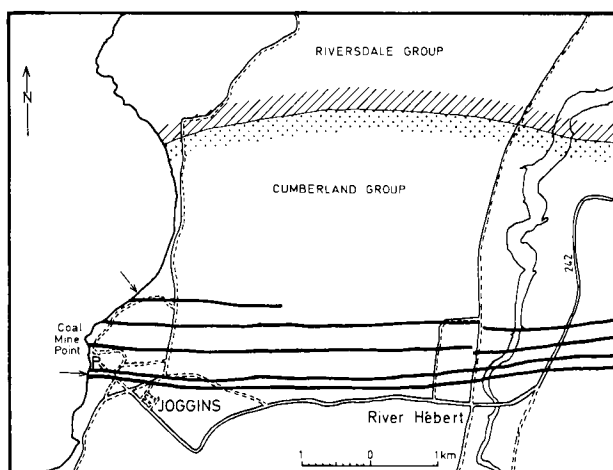


fig. 12. Geologie van Joggins en omgeving; ligging en toegang tot de ontsluiting (pijl-tjes); de vette zwarte lijnen zijn dagzomende steenkooladers.



fig. 13. Rechtopstaande stam in ontsluiting te Joggins.

fig. 14. Kustklif van Joggins; bovenaan in het profiel bemerkt men twee rechtopstaande stammen.



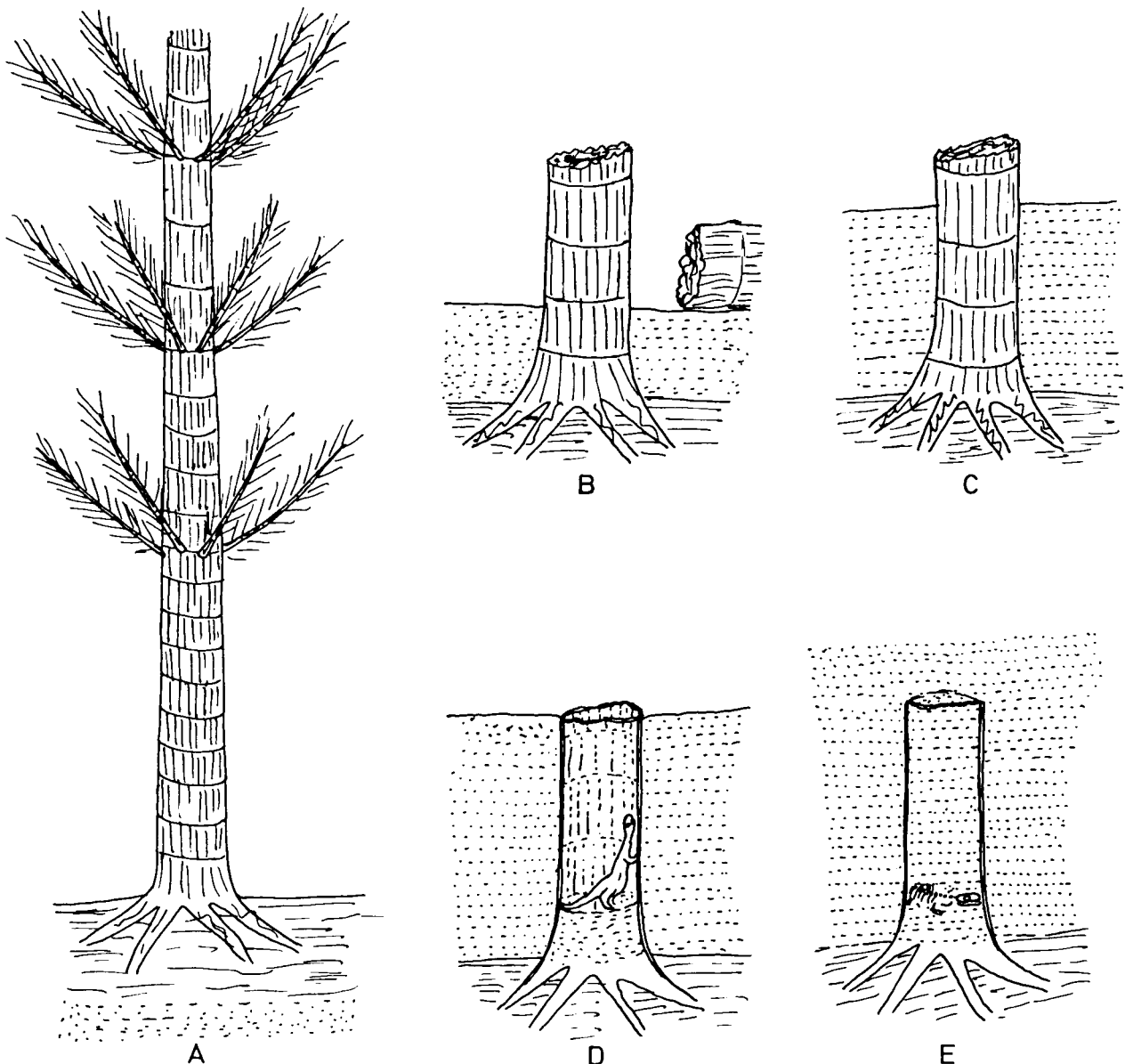


fig. 15. Zo fossilizeren vertebraten in de boomstompen van Joggins.

- A. een *Calamites*-boom groeit met de wortels in een klei-ge laag;
- B. de wortels worden bedolven onder een zandpakket, de boom sterft en breekt af;
- C. de overblijvende stomp wordt verder begraven en begint te rotten;
- D. alleen de bast blijft nog over; de kern van de boom is weggerot; er blijft een holte over waarin een dier gevangen geraakte;
- E. de holle boomstomp en het kreng van het opgesloten dier worden volledig begraven.

Vreemd is de grote overeenkomst tussen de continentale fauna's en flora's van beide gewesten. *Stigmaria*, *Sigillaria*, *Lepidodendron*, *Calamites*, *Cordaites*, *Sphenopteris*, *Neuropteris*, enz. zijn overbekend in West-Europa, en kunnen op vele plaatsen op de zgn. terrils verzameld worden. In Canada blijken die planten, in even oude lagen, evenmin zeldzaam te zijn.

Ook de fauna blijkt veel gemeenschappelijke elementen te bevatten. De zoetwaterschelpjes *Naiadites*, *Athraconaia*, *Curvirimula*, *Anthraconauta*, *Carbonicola*, enz. blijken in beide werelddelen voor te komen. Onder de geleedpotigen treft men de ostracoden *Carbonita* en *Hilboldtina*, de conchostacee *Leaia*, de schorpioen *Eoscorpius*, de degenkrab *Belinurus*, de duizendpoot *Amynilisipes* en vele andere, zowel in Europa als in Noord-Amerika aan. Ook de reuzeduizendpoot *Arthropleura* blijkt in de steenkoolmoerassen van beide continenten te hebben geleefd. Zijn indrukwekkende kruijsporen, die beschreven werden als *Diplichnites*, werden gevonden te Joggins. Zeer onlangs ontdekte men ook op het Schotse eiland Arran *Diplichnites*-sporen.

De vertebratenfauna's van beide werelddelen vertonen al evenveel gelijkenis. De kwastvinnige vissen *Megalichthys* en *Rhizodopsis*, de palaeoniscus-achtige vis *Haplolepis*, de amfibieën *Spathicephalus*, *Pholidogaster*, *Eogyrinus*, *Pholiderpeton*, *Sparodus*, *Ricnodon*, enz. leefden zowel in Noord-Amerika als in Europa. Zelfs de manier van fossilizeren is gelijkend. Boomstompen met ingesloten vertebraten vond men niet alleen in de Canadese plaatsen Joggins en Florence, maar ook in Schotland.

Om die gelijkenis te verklaren moeten we nagaan hoe de wereldkaart eruit zag gedurende het Boven-Carboon. Men weet met grote zekerheid dat alle continenten ooit deel uitmaakten van één groot superwerelddeel, het Pangea. In de Trias begon dit Pangea in stukken te breken en schoven de werelddelen, zoals we die nu kennen, heel langzaam uit elkaar. De Noordelijke Atlantische Oceaan, die nu Europa en Noord-Amerika van elkaar scheidt, bestond dus nog niet in het Carboon. Deze oceaan is pas ontstaan in de Jura, toen de twee werelddelen voorgoed van elkaar weg schoven. Voor die tijd vormden Europa en Noord-Amerika één geheel. Dit verklaart reeds veel van de overeenkomst tussen de fauna en de flora van het Carboon in die twee gebieden.

In fig. 17 is weergegeven hoe Noord-Amerika en Europa gedurende het Carboon als het ware neus aan neus hebben gelegen. Dwars over beide werelddelen heen liep een lange plooiingsketen, die nog in volle vorming was. In Amerika heeft men deze de Appalachische keten genoemd, in Europa spreekt men van de Hercynisch geplooiide massieven. Net ten noorden van die keten lag een laag gelegen, moerassig gebied, waarin molasseachtig puin, afkomstig uit het nabije gebergte, werd afgezet. In die moerassen tierde een weelderige vegetatie, waaruit later steenkool ontstond. Die moerassige, beboste gordel werd op de figuur voorgesteld door een gearceerde strook. Merk op hoe

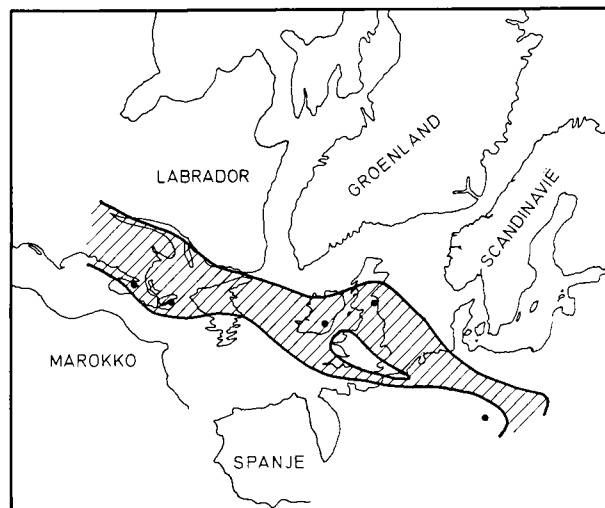


fig. 17. Relatieve ligging van Europa en Noord-Amerika gedurende het Boven-Carboon; de gearceerde strook bevat de belangrijkste steenkoolwouden van het Westfaliaan; punten = vertebraten-vindplaatsen.

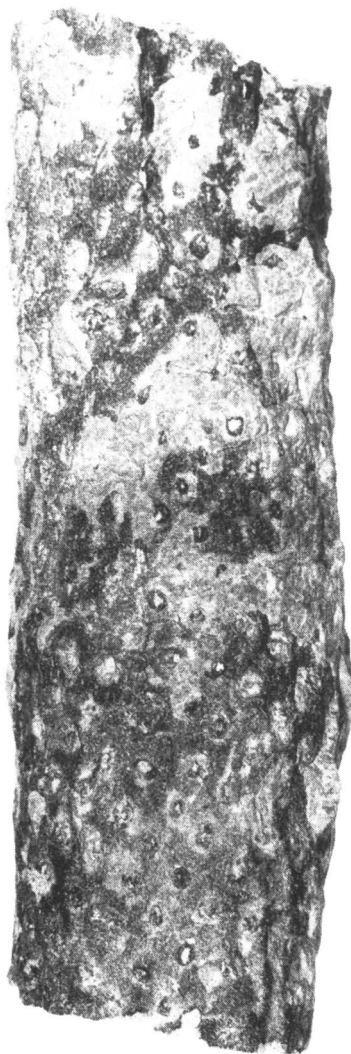


fig. 16. *Stigmaria* sp., Joggins, Cumberland Group; X 0,6

die structuur continu doorloopt in beide continenten, op een tijdstip dat de Atlantische Oceaan nog niet bestond. Binnen de gearceerde zone vinden we de belangrijkste vindplaatsen van fossiele vertebraten uit het Westfaliaan: Joggins en Florence (Nova Scotia), Kilkenny (Ierland) en Newsham (Engeland). Een paar andere vindplaatsen, die even belangrijk zijn, maar iets jonger (Stephaniaan) vallen net buiten de strook: Mason Creek (Illinois), Linton (Ohio) en Nyrany (Bohemen).

Door dit alles wordt geïllustreerd hoe de sleutel tot sommige problemen in verband met de geologie van West-Europa soms ver overzee ligt. Anderzijds merkt men hoe een bezoek aan veraf gelegen vindplaatsen, die schijnbaar weinig relevant zijn voor een Europees paleontoloog, verrijkend kan zijn. De geologie en de paleontologie van West-Europa laten zich dan immers in een haast wereldomvattend kader inpassen.

Aanvullende lectuur

- Carroll, R.L. e.a. (1972): Vertebrate Paleontology of Eastern Canada. XXIV Int. Geol. Congr. Montréal, Excursion A 59, 113 p.
- Clark, T.H. en Stearn C.W. (1968): Geological evolution of North America, 570 p. Ronald Press, New York.
- Ferguson, L. (1964): Some notes on the Joggins section, 9 p., 9 fig. Nova Scotia Museum, Halifax.
- Potter, R.R. Bingley, J.M. en Smith, J.C. (1972): Appalachian stratigraphy and structure of the Maritime Provinces. XXIV Int. Geol. Congr. Montréal, Excursion A 57 - C 57, 48 p.
- Seguin, M.-K. (1976): L' Est du Canada, 176 p. Masson, Parijs.
- Van de Poll, H.W. (1972): Stratigraphy and economic geology of Carboniferous Basins in the Maritime Provinces. XXIV Int. Geol. Congr. Montréal, Excursion A 60, 96 p.