

Geologische waarnemingen in Ontario (Canada)

T. Bult

Acetaldehyd is een vloeistof, die een rol speelt bij de stofwisseling van levende wezens, maar in de geologie niet genoemd wordt. Dat ik echter bij mijn geologische waarnemingen meer dan eens aan deze stof gedacht heb, komt door een verschijnsel, dat ik bij acetaldehyd heb opgemerkt. Een flesje hiervan geplaatst in een vertrek bij constante temperatuur van 25°C. deed mij verbaasd staan. De stop van het flesje wipte telkens op. Misschien dat een van mijn lezers dit verschijnsel direct begrepen had, maar met mij was dit niet het geval. Na enige tijd begon ik iets te vermoeden. Ik zocht in een tabel het kookpunt van acetaldehyd op; dit bleek 21°C. te zijn. Conclusie: de vloeistof kookte. Wat ik nu zo opmerkelijk vond was, dat ik natuurlijk wist wat koken was, maar dat ik het verschijnsel onder andere omstandigheden niet herkende. En dit nu is in de geologie ook zo vaak het geval. Glaciale verschijnselen in een hoek bestuderen is niet zo moeilijk, maar ze in de natuur te herkennen, is een andere zaak.

Ik ben twee maanden in de zomer van 1961 en twee maanden in de zomer van 1962 in Ontario geweest. In deze provincie van Canada liggen de grote meren (fig. 1)



fig. 1

B=Bovenmeer; H=Huronmeer; E=Eriemeer; O=Ontariomeer; L=de Laurens; Lo=Londen.

We woonden in Londen, genoemd naar de hoofdstad van Engeland, gelegen aan de Thames (Theems) ook genoemd naar de Theems in Engeland. Daar ik geen gelegenheid gehad had, te voren iets van de geologie van Canada te bestuderen, was dat land eigenlijk een grote onbekende voor mij. Ons huis in Londen lag dicht bij de Thames. De volgende dag na de aankomst begaven we ons naar de rivier. Direct trof ons het grote verschil met onze Nederlandse rivieren Rijn of Maas. In Nederland ziet men water natuurlijk, maar in de Thames minstens evenveel cobbles (rondachtige keiën) als water. (fig. 2) Mijn eerste gedachten was: waar komen al die stenen vandaan? Heeft het water die aangevoerd? Is het mogelijk, dat dat rustig stromende water die stenen kan vervoeren? In elk geval niet bij deze stroom-

snelheid. Maar misschien in het voorjaar als de sneeuw smelt. Maar het leek mij moeilijk voor te stellen, dat stenen van een paar honderd kilo door een stroom konden worden verplaatst. Ik kon er geen antwoord op vinden. Ik vernam, dat Londen enkele jaren geleden last gehad had van overstroming van de Thames. Daarom had men stroomopwaarts een dam gebouwd, waardoor een kunstmatig meer was gevormd. Vanaf dat ogenblik kan men dus de waterhoeveelheid van de rivier beneden de dam regelen. Het zou dus mogelijk zijn, dat vóór het bouwen van de dam de cobbles door de rivier waren aangevoerd. Het zou nog een tijd duren voor ik daarachter kwam.

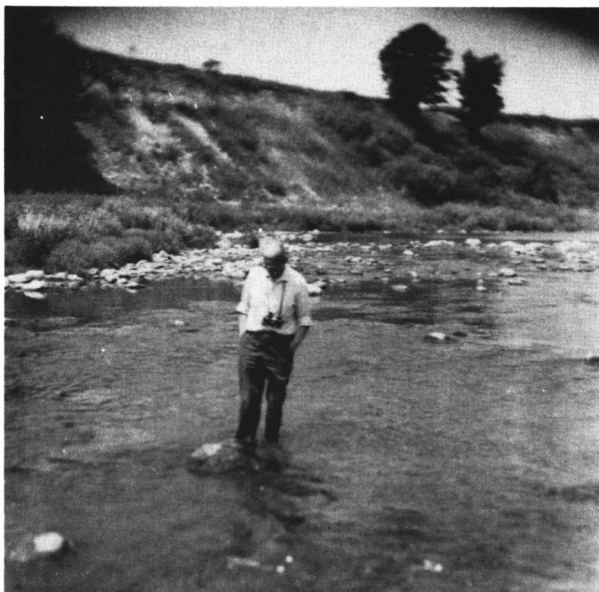


fig. 2

Uit wat voor materiaal bestonden de grote keiën, het grint en het zand van de bedding en de oever van de rivier? Een groot deel bestond uit kalkstenen van een gele, grijze of donkergrijze kleur. Ze hadden wel wat overeenkomst met de kalkstenen, die men in de Hondsrug in Drente en Groningen vindt. We vonden al gauw kolonievormende koralen, solitaire koralen, vlindervormige spirifers (brachiopoden), trilobieten (staartstukken), algen, mossels (tweekleppige schelpdieren). Maar ook ronde granieten, gneizen, dionieten, diabazen. Waar kwam dat materiaal vandaan? Nergens langs de Thames zagen we rotsen van dit materiaal; een autotochtje naar de oorsprong van de Thames liet geen rotsen zien. Daar op eens zagen we een zijriviertje van de Thames met steile wand en uit de wanden staken kalkstenen en granieten naar buiten. We haalden ze er uit en het bleek dezelfde stenen te zijn, die we in de bedding en aan de oever van de Thames gezien hadden. Toen we daar eenmaal oog voor kregen, vonden we op alle akkers en in alle steile oevers dezelfde stenen. Het bleek dat het hele gebied rondom Londen uit grond bestond met kalkstenen, granieten en basalten. De bodem van Ontario tussen de meren bleek uit keileem te bestaan. Het gebied heeft iets van Twente, de Hummling, Limburg. Het is een golvend landschap, vruchtbaar door de keileem. Weilanden met koeien wisselen af met akkers met mais, tabak, tarwe, haver, vruchtbomen (perziken, kersen, appels, peren).

Maar waar komen die kalkstenen en die stollingsgesteenten vandaan? We vernamen dat 50 mijl (80 km) ten W. van Londen een waterval was in een zijrivier van de Ausable. Daar zijn we heen geweest. En daar zagen we de rotsen uit de ondergrond van Ontario. De rivier had een kloof, een Glen in de rotsen uitgeslepen met bijna verticale wanden. De rots bestond uit zandige kalksteen en daarin zaten dezelfde fossielen, die we overal elders gevonden hadden. Toen werd het duidelijk, dat in de ijstijd het ijs over de kalk-

steenrotsen van Ontario gegaan was en het materiaal in de vorm van keileem had meegenomen. Toen we later met de Canadian Pacific ook door noordelijke gedeelten van Ontario reisden, zagen we daar de graniet- en gneisrotsen van het Canadese schild en konden we ons voorstellen, hoe het ijs granieten en gneizen naar het Z. heeft getransporteerd.

Na de ijstijd was Ontario tussen de meren geheel met keileem bedekt. De neerslag moest door rivieren afgevoerd worden. We kunnen ons nu voorstellen, dat de rivieren het fijne materiaal tussen de stenen meevoeren. Het gevolg is, dat cobbles en grint naar beneden zakken. Daarom zien we dat cobbles en grint in de bedding van de Thames liggen en aan de oever. Het ijs heeft ze er gebracht, maar de rivier heeft ze als het ware uit de keileem gespoeld en zijn bed er mee geplaveid. Vandaar dat men van cobble op cobble door de rivier kan lopen. In een bibliotheek van Londen kon ik geologieboeken krijgen en las daarin dat Z. Ontario tussen de meren uit devoon bestond, bedekt met keileem. Het geeft altijd voldoening eerst iets te vinden en te vermoeden dat het siluur of devoon is, om dan later in een geologieboek die mening bevestigd te vinden. Het gebied om Londen is dus devoon bedekt met glaciaal materiaal. We ontdekten weldra op veel plaatsen rondom Londen grintgraverijen. Dit zand en grint was meestal prachtig gelaagd, een laag zand, afgewisseld met een laag grint en het grint was mooi afgerond. Dat moet dus het werk geweest zijn van smeltwaterstromen gedurende of na de ijstijd. Ook in dit materiaal zaten dezelfde stenen als elders.

De Thames meandert sterk. De meanders liggen in het dal van de rivier. Oppervlakkig lijkt een doorsnee door zo'n dal wel wat op de buitendijken, uiterwaarden en binnendijken van een van onze rivieren (fig. 3).

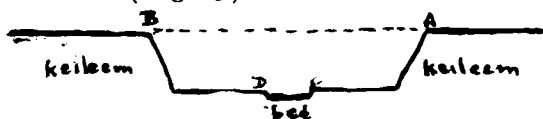


fig 3
Doorsnee door een
riverdal.

Bij A loop je langs een steile helling bv. 15 meter naar beneden, loopt dan over een begroeiide keileembodem met grint en keien naar C, loopt dan een meter naar beneden en door het water naar de overkant, stappend over de keien. Oorspronkelijk liep de bodem van A naar B (stippellijn). Al het fijne materiaal beneden AB is wegge-

voerd, alleen grint en keien liggen in een dik pak op de bodem van het dal en de bedding.

Als de sneeuw in het voorjaar smelt, wordt het fijne materiaal bij A en B naar beneden gevoerd en komt op de dalbodem terecht en een deel tenslotte in de rivier. Het dal heeft een weelderige flora. Ik heb de meeste planten met een Nederlandse flora kunnen determineren en van de andere kwam ik altijd tot aan het geslacht. Merkwaardig die grote overeenkomst tussen de flora's van landen door een oceaan gescheiden. Door een vroegere landverbinding wordt die overeenkomst begrijpelijk, het verschil door een eigen evolutiegang.

De Thames stroomt uit in het St. Clairmeer, dat ligt tussen het Huron- en Eriemeer. Omdat Ontario maar een paar honderd meter hoog is, heeft de Thames maar weinig verval en zal het rivierbed maar weinig dieper in de keileem insnijden. Natuurlijk gaat er elk jaar wat fijn materiaal tussen de keien weg, waardoor deze wat lager zakken, maar de meeste erosie heeft plaats langs de steile oever bij A en B. Het gevolg is dus, dat het dal steeds breder wordt. De sterke begroeiing gaat de erosie tegen, maar na een flinke regenbui is het water van de rivier direct erg troebel.

Niet overal is het rivierdal even breed. Er zijn gedeelten, waar de rivier bijna tegen de steile oevers stroomt. Op zulk een plek, een paar mijl ten N. van Londen heeft men een dam gebouwd. Het water achter de dam wordt dan opgestuwd en vormt een meer. Duidelijk is te zien, dat dit meer van de ene hoge oever naar de andere reikt. Dit meer heeft uitsluitend de functie van Londen te beschermen tegen overstroming.

In augustus 1961 zijn we een week in een cabin aan de noordkant van het Eriemeer geweest. Het doet helemaal niet als een meer aan, het maakt de indruk van een zee. De oppervlakte van het meer is 24.864 km² (van Nederland ongeveer 32.000 km²). Ik kon niets merken van een stroming, en toch moet het water van het Bovenmeer naar het Huronmeer, St. Clairmeer, Eriemeer, Niagara-waterval, Ontariomeer, de Laurens naar de Atlantische Oceaan stromen. Ik heb nog getracht te ontdekken of er ook een eb- en vloedbeweging was door op bepaalde uren de stand van het water te meten langs een paal. Maar de golfslag was door de wind zo sterk, dat dit onmogelijk was. Omdat de temperatuur in augustus in Londen meest boven 100°F. is, gaan veel mensen naar het Eriemeer om daar af te koelen. Het strand is maar smal en op de plaats waar wij onze cabin hadden, versterkt met grote stenen. Toen wij er waren, woei er meest een sterke "zee"wind en de branding sloeg tegen de cobbles, wat een enorm gebruis gaf. Het bleek dat de bodem van het Eriemeer ook uit keileem bestond. De branding woelde de meerbodem op en gaf aan het water een gele kleur, die over een hele afstand waar te nemen was. Toen het op een dag landwind was, was het water blauw. De laatste dag aan het Eriemeer regende het en veranderde de keileem in een onbegaanbare kleverige slijkbodem.

Een paar mijl verder dan onze cabin waren steile keileemkliffen en daarvoor een zandig strand met afgeronde stenen, de stenen in het klif waren hoekig. Je verwacht schelpen te zullen vinden evenals aan de Noordzee, maar dan realiseer je je, dat het water zoet is. Je vindt alleen maar wat zoetwatermossels.

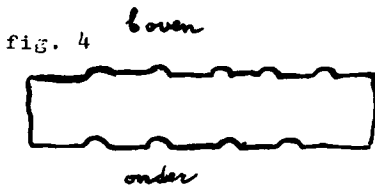
Het moet in het najaar erg stormen en dan heeft het klif heel wat te verduren. Grote stukken vallen naar beneden en de stenen die in de keileem zitten, worden door het water rondgeslepen. Het oppervlak van de stenen voelt zacht aan zoals lydië in ons land. Op bepaalde afstanden wordt het klif doorbroken door V-vormige dalen in de keileem. In augustus zit er praktisch geen water in. Op sommige plaatsen gelukt het aan de rand van zo'n V-dal te komen. Als je dan naar beneden kijkt, zie je in de diepte een beetje water. Het is moeilijk de diepte van zo'n dal te schatten. Ik heb het ruwweg gedaan, door stenen horizontaal weg te gooien en dan het aantal seconden te tellen, dat de steen nodig heeft om beneden te komen. Het bleek vier seconden te zijn. Dus was de diepte $4 \times 5 = 80$ meter. Op deze plaats aan het Eriemeer was de keileem dus 80 meter dik.

Toen ik op een avond aan een onbewolkte hemel de poolster zag, viel het me op, dat die heel wat lager zat dan in Nederland. Een blik op de kaart deed zien dat de N. oever van het Eriemeer op 42° N.B. ligt, dus 10° lager dan Amsterdam; in Nederland zit de poolster op 52° hoogte.

Ik heb eens naar een steentje gekeken dat in het zand lag. Elke keer dat er een brandingsgolf aankwam, werd het steentje verschoven en bij de teruggang van het water ging het weer terug. Elke minuut gebeurde dat een keer of 5, dat is 300x per uur, dus een paar duizend keer per dag. Is het wonder, dat de steen mooi afgerond wordt?

In de zomer van 1962 zijn we weer twee maanden in Londen geweest en daar vond ik langs de Thames verscheidene stukken kalksteen, waarin schelpen zaten met de bolle kant bovenop; aan de onderkant

van de steen zag ik alleen de holle kant. Ik dacht: hoe zou dat toch komen, dat de schelpen in deze stand gefossiliseerd zijn? Als je een schelp opgooit, komt hij in de meeste gevallen met de holle kant boven te liggen (fig. 4).



Toen ik uit Canada terug was, ben ik in ter Heide geweest aan de kust van Holland en daar zag ik de schelpen aan het strand ook meest met de bolle kant boven liggen. Ik heb toen een schelp met de holle kant voor het water gelegd (fig. 5). Elke keer als er een golf aankwam, werd de schelp een eindje verschoven, omdat het water tegen de kant van de schelp drukte. Maar na een paar honderd keer wipte de golf de schelp om zodat hij met de bolle kant boven kwam en toen werd de schelp ook niet meer verplaatst, omdat het water er toen zonder veel weerstand over het gestroomlijnde oppervlak kon bewegen. Toen werd het me duidelijk, hoe de ligging van de fossiele schelpen in de kalksteen is. En wat ik toen ook begreep, was de grote ontdekking van Lyell, die constateerde dat de krachten, die

tegenwoordig op aarde werken dezelfde zijn als die vroeger gewerkt hebben. Die schelpjes in het devoon zijn aan de oever van de devoonzee op dezelfde manier omgewipt als ze dat nu worden aan onze kusten.

Begin juli 1962 zijn we een week naar een cabin aan het Huronmeer geweest. Ook hier grensde een keileemklif aan het meer, dat geheel de indruk gaf van een zee. Bij elke cabin ging een trap van meer dan honderd treden naar beneden. De hoogte van het klif was ongeveer 30 meter. Het strand was zandig en bedekt met grint en keien en breder dan dat van het Eriemeer. De stenen bleken van hetzelfde materiaal te zijn als elders in Ontario, alleen vielen bijzonder op de prachtig geplooidde zandstenen en de grote kalkstenen met fossielen. Zeer opmerkelijk waren de kalkstenen met fijne zwarte banden; die banden leken wel iets op de sutuurlijnen van een ammoniet. Ik kon er niet uit wijs worden. Toen ik in Londen terugkwam heb ik de steen gebracht naar de geologische afdeling van de universiteit van Londen. Ze vertelden me, dat de lijnen uit asfalt bestonden, dus van organische oorsprong. Wanneer men de kalksteen met een harde steen slaat, ruikt men duidelijk zwavelwaterstof. De kalk is stinkkalk met dunne asfaltlaagjes. Zo vertoont dus het glaciale materiaal in Ontario op verschillende plaatsen verschillende vormen, aan de Thames bv. heb ik de stinkkalk nooit gevonden.

Bij een wandeling langs het strand kom je soms aan gedeelten, waar het meer aan het klif komt. Het moet er in de herfst geweldig stormen en dan heeft het klif veel van erosie te lijden. Dat is trouwens ook zo wel te zien. Langs de wand van het klif lopen diepe onbegroeide erosiegeulen en op sommige plaatsen staan keileemresten, van boven bedekt met gras en een paar bomen. Het lijken net reusachtige bloempotten. Men noemt ze dan ook flowerpots (fig. 6). Op sommige plaatsen liggen bomen op het strand met wortels en keileem er nog aan, op andere plaatsen staan bomen aan de rand van het klif te wachten tot ze een van de volgende jaren ook naar beneden komen. Op afstanden van een paar honderd meter komt een creek (beekje) in het Huronmeer uit, maar er zit weinig of geen water in. Dit is in het voorjaar anders. De creek stroomt dan op de bodem

van een V-dal van 30 en meer meters diepte. De gesmolten sneeuw neemt dan de fijne keileemdelen langs de wanden van het V-dal naar beneden en voert ze naar de creek en het meer.

In augustus 1961 zijn we naar de Niagarawaterval geweest. Het is een machtig gezicht. Er zijn eigenlijk twee vallen (fig. 7). De Niagararivier stroomt van het Eriemeer naar het Ontariomeer. De rivier splitst zich bij het Goat-eiland in twee armen en vormt bij A. de Amerikaanse en bij C. de Canadese val (hoogte 52 meter). Het water komt als een mist beneden, en tegen de zon ziet men de kleuren van de regenboog. In de ijstijd heeft het landijs geheel Canada gemodelleerd; het heeft diepe dalen uitgeslepen, die bij het terugtrekken van het landijs de grote meren van Ontario hebben doen ontstaan en van de andere provinciën van Canada. Men zegt dat de Russische Duchobours (een religieuze secte), toen ze van koningin Victoria permissie hadden gekregen in Canada te wonen, hun molenstenen meenamen, maar ziende de grote hoeveelheid stenen, die over het hele land verspreid liggen, hun molenstenen over boord wierpen, waardoor het schip verscheidene decimeters rees. Niet alleen werden door het landijs dalen gevormd, maar ook van de bergen werd veel materiaal meegenomen, zodat op sommige plaatsen alleen enkele rotsen boven de keileem uitstaken, zo bv. de Devoonrotsen bij de Rock-glen ter W. van Londen. Meer naar het O. ligt Siluur in de ondergrond en daar ligt een grote siluurriichel aan het oppervlak. Na de ijstijd moest het water van het Eriemeer over deze richel stromen naar het Ontariomeer en vormde daar de Niagarawaterval. De Canadese val heet wel de Horseshoe-val, omdat deze de vorm heeft van een paardehoef. Dat de meeste vallen een gebogen vorm hebben, komt omdat de stroomsnelheid in het midden van de rivier het grootst is en daar dus de meeste erosie is. Beneden de waterval loopt de Niagararivier in een kloof met bijna loodrechte wanden. Duidelijk ziet men dat het bovenste deel van



fig. 6

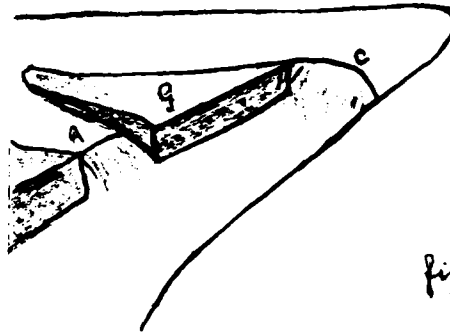
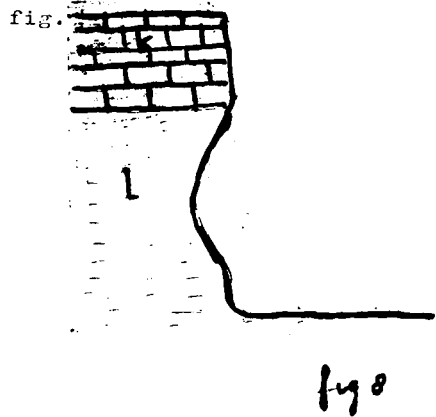


fig 7

ze van koningin Victoria permissie hadden gekregen in Canada te wonen, hun molenstenen meenamen, maar ziende de grote hoeveelheid stenen, die over het hele land verspreid liggen, hun molenstenen over boord wierpen, waardoor het schip verscheidene decimeters rees. Niet alleen werden door het landijs dalen gevormd, maar ook van de bergen werd veel materiaal meegenomen, zodat op sommige plaatsen alleen enkele rotsen boven de keileem uitstaken, zo bv. de Devoonrotsen bij de Rock-glen ter W. van Londen. Meer naar het O. ligt Siluur in de ondergrond en daar ligt een grote siluurriichel aan het oppervlak. Na de ijstijd moest het water van het Eriemeer over deze richel stromen naar het Ontariomeer en vormde daar de Niagarawaterval. De Canadese val heet wel de Horseshoe-val, omdat deze de vorm heeft van een paardehoef. Dat de meeste vallen een gebogen vorm hebben, komt omdat de stroomsnelheid in het midden van de rivier het grootst is en daar dus de meeste erosie is. Beneden de waterval loopt de Niagararivier in een kloof met bijna loodrechte wanden. Duidelijk ziet men dat het bovenste deel van

de wand uit harde kalksteen bestaat (siluur) en het onderste deel uit silurische leisteen, die fijn gelaagd is. De kloof is 7 mijl lang (ongeveer 11 km) en loopt tot het eind van de siluurricHEL. De Canadese waterval behoort tot achteruitgaande watervallen. Dit proces is heel goed te begrijpen. Het water loopt over de harde richel van kalksteen en valt 52 meter naar beneden; de waterwervels houden de zachte leisteenlagen onder de kalksteen uit en ondermijnen zodoende de kalksteenlagen. Als de kromming diep genoeg is, valt een stuk kalksteen naar beneden. De achteruitgang van de waterval schijnt meer dan 1 meter per jaar te wezen, van de Amerikaanse val enkele centimeters per jaar. Daar de kloof 11 km= 11.000 meter lang is, leert dus een ruwe schatting, dat de laatste ijstijd 11.000 jaar geleden is, aangenomen dat de achteruitgang gelijkmatig is geweest.

Fig. 8 geeft een doorsnee van de rotsbodern, waarover de Canadese val stroomt. Het bovenste deel is de 20 m dikke silurische kalksteen (k), het onderste de leisteen (l). De wervels veroorzaken de uitholling van de leisteen.



Hetzelfde verschijnsel als de Niagaravallen in het siluur, vertoont de Rock-glen waterval in het Devoon. Bij deze val (fig.9) is de hoefijzervorm zeer duidelijk. Ook de achteruitgang is bijzonder goed te zien, want het devoonmateriaal ligt opgehoopt aan de voet van de val in de vorm van grote en kleine stukken zandige kalksteen en leisteen, terwijl de losse fossielen tussen de stenen inliggen. Ook beneden deze val is een kloof. Je kunt zonder heel veel moeite door deze kloof, die maar een paar honderd meter lang is, lopen; tussen het water en de kloofwand is maar een ruimte van nauwelijks een meter op de meeste plaatsen. In de wand zie je afwisselend harde kalksteenlagen en zachte leisteenlagen.



Fig. 9