

GEOLOGISCHE WAARNEMINGEN IN BRITS COLUMBIA

T. Bult

De grens van Brits Columbia en Alberta loopt door de Rocky Mountains. In tegenstelling tot het kustgebergte, dat hoofdzakelijk uit stollingsgesteenten bestaat, is het rotsgebergte opgebouwd uit sedimentaire gesteenten, zoals zandsteen, leisteen, kalksteen. Het zijn gesteenten uit het palaeozoicum: trias, jura, krijt.

Evenals alle grote gebergten der aarde zijn ook de Rocky Mountains uit een geosynclinale opgerezen. De kern bestaat uit stollingsgesteenten. Dat de batholiet, die de bergen heeft opgeplooid en die later de breuken heeft veroorzaakt, nog niet is afgekoeld, blijkt uit de warme bronnen, die in de kalksteen worden gevonden.

WARME BRONNEN.

Het was een van onze eerste waarnemingen, toen we na de aankomst in Banff door het dal van de Kootenay reden, een zijrivier van de Columbia. We zagen de damp van het warme water. We liepen naar de opening, waaruit het water te voorschijn kwam. Het was flink heet en het breidde zich uit over een heuvel, waar het een laag travertien achterliet (fig. 1). De voorstelling, die ik er mij van gemaakt heb, is de volgende. De sneeuw, die op de bergen smelt, zal voor een deel in de grond dringen en in de humus koolzuur opnemen. Dit koolzuurhoudende water gaat nu een reactie aan met de kalksteen van de rotsen: $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \dots \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$.

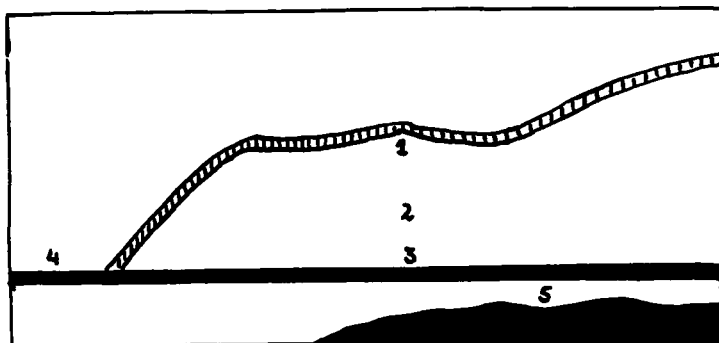


Fig. 1
doorsnede kalkberg

1. humus
2. kalk
3. Calc. bicarb. opl.
4. travertien
5. batholiet

Deze laatste stof, calciumbicarbonaat, is oplosbaar. De batholieten onder Brits Columbia zullen waarschijnlijk de oorzaak zijn, dat de temperatuur van de bicarbonaatoplossing meer dan 50°C . is. Bij deze temperatuur komt de oplossing aan de voet van een berg te voorschijn. In dit hete water leven blauwwieren.

Het bicarbonaathoudende water breidt zich over een heuvel uit, waar de omgekeerde reactie plaats heeft:
 $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \dots \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3$. Dat de reactie nu naar rechts verloopt komt, omdat het H_2CO_3 ontstane koolzuurgas gemakkelijk aan de lucht kan ontsnappen: $\text{H}_2\text{CO}_3 \dots \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$, terwijl de calciëet (CaCO_3) in de vorm van travertien neerslaat.

Ik meende aanvankelijk fossiele bladeren en takjes te vinden, maar het bleek spoedig, dat alle op de heuvel liggende voorwerpen met een korst calciumcarbonaat of travertien overdekt werden.

Deze omzetting van calciumcarbonaat in calciumbicarbonaat en dan weer in calciumcarbonaat hebben we op onze geologische excursies al meermalen geconstateerd. Op onze reis naar de Kalkrieserberg in Duitsland had de Kalkrieserbeek het bicarbonaat in oplossing, de chironomidenlarven vormden hieruit een kokertje van calciumcarbonaat, daar het koolzuur door het stromende water werd weggevoerd.

Evenzo in de Attahöhle bij Attendorn, waar het bicarbonaathoudende water op de stalaktieten en stalagmieten kon verdampen, waarbij het koolzuur gemakkelijk door de poreuze wand van de gangen kon ontsnappen.

Op onze tocht naar Kaslo langs het Kootenay Lake kwamen we ook voorbij een hete bron, waarvan het water meer dan 70°C . was. Het kwam op meerdere plaatsen uit de bergwand te voorschijn, en bedekte de voet van de berg met een dikke korst, niet van travertien, maar van smithsoniet = zinkcarbonaat. In het gebied van Kaslo komen n.l. in het gesteente veel gangen voor, die gevuld zijn met kwarts en calciëet en tussen dit materiaal bevindt zich ook zinksulfide (sphaleriet) en loodsulfide (galeniet). Wanneer koolzuurhoudend bodemwater in aanraking komt met zinksulfide, ontstaat zinkcarbonaat: $\text{ZnS} + \text{H}_2\text{CO}_3 \dots \text{ZnCO}_3 + \text{H}_2\text{S}$ = zinksulfide + koolzuur zinkcarbonaat + zwavelwaterstof. De kleur van de smithsoniet is bruinachtig.

GRANIETGANGEN.

In de omgeving van Trail werd een weg aangelegd door de rotsen. We hebben dit terrein bezocht en ontdekten een ongeveer 5 meter brede gang van graniet in de leisteen. Het is bekend, dat onder Brits Columbia grote batholieten zijn, die al of niet met elkaar

verbonden zijn. Van de batholiet gaan talrijke gangen naar boven. Ouderdomsbepalingen met radioactieve stoffen hebben de ouderdom van de Nelsonbatholiet bepaald op honderd miljoen jaar, dus tijdens het bovenkrijt. In deze tijd is dus het bovenste deel van de batholiet met zijn gangen, gestold tot graniet. Bij het opstijgen van de batholiet werden de leisteenlagen opgericht (fig. 2). Op andere plaatsen is de bovenliggende leisteenlaag geheel weggeërodeerd en komt de granietgang aan het oppervlak.

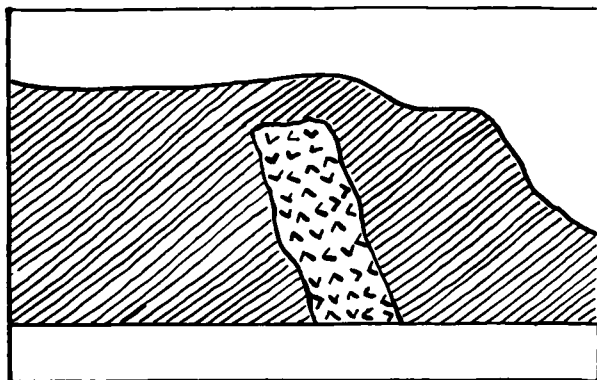


Fig. 2 Granietgang in hellende leisteenlagen

Daar kan men duidelijk de verwerking zien van graniet tot granietgruis en de overgang naar humus door de werking van korstmossen, mossen en hogere planten.

EEN BASALTGANG.

Aan de Columbia komt op veel plaatsen de graniet direct aan het oppervlak. We hebben dan niet te maken met een gang, maar met de batholiet zelf. In september '61 hadden we gezien, dat uit de batholiet naast de rivier een roundhead was uitgeslepen. In die roundhead was een basaltgang (fig. 3). Het is wel zeker, dat de vloeibare basalt gebruik heeft gemaakt van een aanwezige spleet. De basaltuitvloeijing heeft n.l. plaats gehad na de stolling van de graniet. In de batholiet zitten een groot aantal spleten kris kras in alle richtingen.

De meeste van deze ± 3 dm. wijde spleten zijn opgevuld met amorse kwarts. In een dergelijke spleet is tijdens het tertiair basalt binnengedrongen. De contactwerking langs de basaltgang was duidelijk te zien. De graniet langs de gang was over een afstand van ongeveer 1 dm. veranderd in gneis; hier hebben we dus te doen met orthogneis, ontstaan door contactmetamorfose door de werking van temperatuur.



Fig. 3 Basaltgang in de roundhead

EEN "TUFGANG" IN DE ANDESJET.

In de omtrek van Fruitvale bestaan veel bergen uit andesiet. De stenen, die men in de Beavercreek vindt, bestaan voor een groot deel uit andesiet. Men noemt het in Brits Columbia greenstone, omdat de kleur groenig is. Het gesteente, dat naar het Andesgebergte is genoemd, bestaat uit plagioklaas en amfibool. Toen ik voor de eerste maal van Fruitvale naar Trail reed, kwam ik langs hoge andesietrotsen, maar u moet niet denken, dat ik aan andesiet dacht. De gelaagdheid van het gesteente leek zo duidelijk, dat ik aan afzettingsgesteente dacht en de kleur deed mij het meest aan leisteen denken. Pas toen mij bleek, dat scheuren in het gesteente gemakkelijk voor gelaagdheid kunnen worden aanzien, moest ik mijn mening wijzigen. Het moest een stollingsgesteente zijn, waarin na de stolling krimpscheuren waren ontstaan. Bovendien waren later door druk- of trekkrachten weer andere scheuren ontstaan, die vaak loodrecht op de andere scheuren stonden.

Hiermede was echter de zaak nog verre van opgelost. De groenige kleur bracht mij wel direct op de naam andesiet, maar wat het gesteente zo gecompliceerd maakt, was de aanwezigheid op veel plaatsen van insluitels, waardoor het wel overeenkomt met conglomeraat of breccie. Uit de literatuur bleek nu, dat in het gebied van Fruitvale andesiet voorkomt en andesietflow. Met dit laatste bedoelt men, dat inderdaad in de grondmassa van de andesiet vreemde insluitels zitten. De verklaring is, dat de andesiet in Brits Columbia is uitgevloeid over de bodem van een ondiepe zee. Hierbij werd de bodem opgewoeld, waarbij stukken uit de bodem in de andesiet werden opgenomen.

De andesietrotsen tussen Fruitvale en Trail vertoonden een merkwaardig verschijnsel. Er liepen n.l. een paar gangen van ongeveer 5 meter breedte door de andesiet, die een hoek maakten van 60° met de horizontale (fig. 4).

De kleur van de andesiet was donker groenachtig zwart, de "gangen" waren wit.

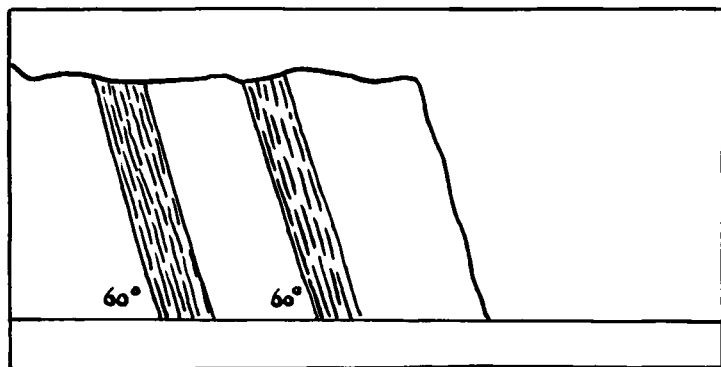


Fig. 4 2 gangen van tufsteen in andesiet

Ze leken wel te bestaan uit fijne gelaagde zandsteen. Uit de literatuur bleek, dat in de omgeving van Trail vulcanische tuf voorkomt. Het is te begrijpen, dat een uitvloeiing van andesiet gevolgd wordt door een uitbarsting van vulcanische as. De as moet eerst in de lucht geslingerd zijn en daarna in de zee zijn gezonken. De dikkere korrels bereikten het eerst de bodem, de kleinere daarna en zo ontstonden lagen van tufdeeltjes, die later aaneengekit werden tot tufsteen. Het spreekt vanzelf, dat de tuflagen aanvankelijk horizontaal hebben gelegen. Hoe zijn ze dan nu opgericht?

Pas toen we de granietgangen en de batholieten ontdekt hadden, was het mogelijk voor te stellen, hoe bij het opstijgen van de batholiet uit de diepte de andesiet met de tuflagen werden opgetild, tot ze een hoek van 60° met de horizontale maakten. Op de plaats, waar andesiet en tuf elkaar raakten, zaten in de tuflaag sterretjes en takjes van donkerbruine kleur.

Ik dacht eerst aan contactmetamorfose, maar dat is natuurlijk onmogelijk; toen de vulcanische as zich op de andesiet in het water afzette, was de andesiet al zover in zee afgekoeld, dat er in geen geval meer contactmetamorfose kon plaats hebben. Omdat amfibool, een van de bestanddelen van andesiet, een calcium magnesium ijzersilicaat is, kan bij verwerking gemakkelijk een ijzerverbinding in oplossing gaan en in de vorm van dendrieten als neerslag tussen de tuflagen achterblijven.

BATHOLIETEN.

Als we nu het andesietgebied van Fruitvale verlaten en we gaan naar het noorden, waar de Kootenay in de Columbia uitmondt, dan zijn we midden in het gebied van de batholieten, die een oppervlak van honderden km^2 beslaan. Uiterlijk is aan het landschap niet te zien, dat dit uit de diepte is opgerezen, want alle bergen zijn met naaldbomen bedekt.

Willen we dan ook de gesteenten bestuderen, dan moeten we de creeks opzoeken, die zich in de batholiet hebben ingesneden, sinds

die aan het oppervlak is terechtgekomen. Al de bovenliggende lagen moesten eerst weggeërodeerd zijn.

We zien op de geologische kaart, dat de Kokaneecreek door de kwartsporfier stroomt. Deze creek ontspringt op de meer dan 3000m hoge Kokaneegletscher en mondt uit in het vingermeer van de Kootenay. We maken een wandeling langs de creek stroomopwaarts en komen aan een plaats, waar het bed en de oever geheel bedekt zijn met afgeronde stenen. Zonder enige moeite zijn de kwartsporfieren herkenbaar. Prachtige afgeronde cobbles met tot 5 cm. grote fenocrysten van orthoklaastweelingen. De ene helft spiegelt en bij het omkeren van de steen de andere helft. Nu gaan we een bospad op, tot we bij een outcrop komen, dat is een plaats, waar de rots aan het oppervlak komt. Het is dezelfde granietporfier, maar we vinden toch ook gedeelten, waar het gesteente geen fenocrysten bevat, maar gewoon uit graniet bestaat.

De Beavervalecreek, een zijcreek van de Beaver creek, loopt althans in zijn bovenloop door de granodioriet. We rijden een bospad op, dat op enige afstand de creek volgt.

Het regent een beetje. Na ongeveer 10 km. begint het te sneeuwen; na nog een paar km. zitten we in een dikke sneeuwlaag en stappen uit. Er heerst een grote stilte. Een beekje stroomt naar de Beaver creek. Aan de hemlocksparren hangen lange baardmossen. Na een poosje vinden we een outcrop.

Granodioriet heeft eigenschappen van dioriet en graniet. We zien eerst de plagioklaaskristallen van de dioriet, de donkere bestanddelen zullen van amfibool zijn. De kwarts is duidelijk, evenals de goudkleurige biotietkristallen, dus twee van de bestanddelen van graniet. Als we teruggaan naar het dal van de Beaver creek, verdwijnt de sneeuw en rijden we weer in de regen. Dicht bij de autoweg, die naar Fruitvale teruggaat, ligt een batholiet temidden van de andesiet; we vinden een outcrop; het blijkt graniet te zijn.

Als we van Trail naar het oosten gaan in de richting van Vancouver kunnen we de weg over de Cascades nemen.

Dit is niet een geasfalteerde weg, maar daarom niet minder interessant. De weg gaat zigzag tegen de berg op, dan evenzo naar beneden en daar komen we bij de Sheepcreek. De bedding ligt vol met syenietporfieren. Ze hebben prachtige kleuren.

De orthoklaasfenocrysten zijn tot een paar cm. groot. Ze vertonen allerlei kleuren en hebben meestal een rand van een andere kleur. We vinden ook een outcrop van syenietporfier. De grondmassa is grijs tot bruin. Er zit geen spoor kwarts in. De Nornscreek mondt uit in de Columbia en stroomt door graniet. De drie bestanddelen zijn zeer duidelijk. De veldspaat orthoklaas is wit tot bruin en spiegelt zeer fraai, de blauwgrijze kwarts ligt in klonters en de biotiet ligt als donkere plekje door het gesteente verspreid.

Niet ver van de inmonding van de Nornscreek in de Columbia liggen temidden van het granietgebied pegmatietrotsen.

De kwarts is blauwig en de veldspaat roodbruin. Wat het eerst opvalt, is de erosie. Er is hier een prachtig voorbeeld van schaalvormige verwerking. Grote bladen permatiet laten los. Dit is de werking van de temperatuur. 's Nachts daalt de temperatuur door de meestal heldere lucht en daags stijgt de temperatuur door de sterke zonnestraling. De voortdurende afwisseling van inkrimping en uitzetting doet het gesteente op bepaalde diepte barsten en na verloop van tijd laat de buitenste laag los (fig. 5).

Langs de Siocanriver, een zijrivier van de Columbia en langs het Siocanmeer, een vingermeer, ligt een groot paragneisgebied temidden van de batholiet. Op talrijke plaatsen is deze paragneis ontwikkeld als ogengneis, terwijl er zich veel granaatresten in bevinden.

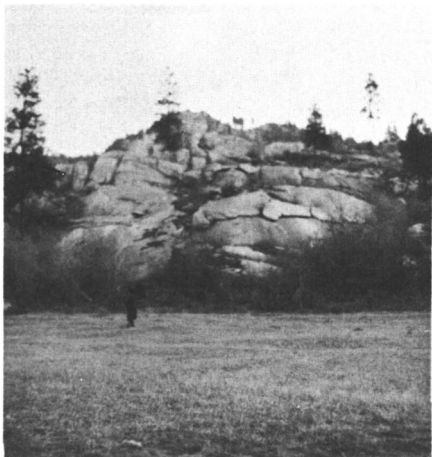


Fig. 5 Erosie pegmatietrotsen Norns Creek

Bij deze temperatuur zouden alle gesteenten gesmolten moeten zijn. Dit is niet het geval. Kunstmatige explosies, waarmee golven in de diepte worden uitgezonden, hebben aangetoond, dat korst en mantel in vaste toestand voorkomen.

Dit is wel in te zien. Door de druk der bovenliggende lagen kunnen de gesteenten niet op normale wijze bij temperatuursverhoging uitzetten. Pas door de uitzetting komen de moleculen op zodanige afstand van elkaar, dat men van een vloeibare toestand kan spreken. Zodra echter de druk wordt opgeheven, zal het gesteente in de diepte kunnen smelten.

Deze opheffing van druk kan optreden door een verschuiving van bovenliggende lagen. Hierdoor ontstaat een plaatselijke drukvermindering, waardoor het gesteente plotseling vloeibaar wordt en in de ontstane spleet kan binnendringen.

Nu is verder een soort kettingreactie denkbaar. Door drukvermindering kunnen gassen en dampen uit het magma ontsnappen, die door hun spanning de spleten kunnen verwijden en nieuwe spleten kunnen doen ontstaan.

Dit heeft b.v. plaats gehad bij het ontstaan van graniet- en basaltgangen. Zelfs al zou een batholiet in plastische vaste toestand evenals b.v. een zoutpijler naar boven kunnen zijn geperst, dan moet bij drukvermindering de bovenste laag toch vloeibaar zijn geworden. Het is dan denkbaar, dat de opvallende sedimentaire lagen ingesmolten worden.

Zodra de drukvermindering weer geëindigd was, moet het vloeibare gesteente weer zijn gestold in de vorm van kwartsporfier, graniet, enz.

Wat wij nu van de batholiet zien is dus eigenlijk niet de oorspronkelijke batholiet, maar de vermenging ervan met een aantal sedimentaire lagen. Sinds het bovenkrijt zijn duizenden meters sedimentaire lagen, die boven de batholiet gelegen hebben, weggeërodeerd. Als we weten, dat in 4000 jaar de pyramide van Cheops zeven meter lager is geworden, is het niet moeilijk voor te stellen, dat al die sedimentgesteenten gedurende het tertiair verdwenen zijn.

In dit gebied vindt men talrijke overgangen van zandige leisteen naar paragneis, evenzo van kwartsietische leisteen en kalkhoudende leisteen naar paragneis, maar het merkwaardigste is, dat de paragneis op talrijke plaatsen overgaat in graniet, ja, men treft hele paragneisbanden tussen de graniet aan. Men heeft hieruit geconcludeerd, dat ook de graniet althans in dit gebied van sedimentaire oorsprong is.

Ik heb getracht mij van de batholieten in het gedeelte van Brits Columbia, dat ik gezien heb, de volgende voorstelling te maken.

Het is bekend, dat bij een diepte van 1 km. de temperatuur 300°C. verhoogd is, dat is bij benadering op een diepte van 40 km. 1200°C.

BASALT.

In de omgeving van Fruitvale komt geen basalt voor in de vorm van zuilen. Toen we op een keer een wandeling maakten langs het goederenlijntje van de Canadian Pacific, vonden we een prachtsteen. We meenden eerst, dat de steen bedekt was met dauwplekken; het bleken augietkristallen te zijn. De vijf- tot zeshoekige kristallen waren tot 3 cm. groot. Het was een augietbasalt. Later vonden we ook stenen met kleinere tot een halve cm. grote augietkristallen in een donkergroene grondmassa. In de literatuur werden deze augietandesieten genoemd. Het schijnt, dat in de omgeving van Fruitvale geen scherp onderscheid gemaakt kan worden tussen basalt en andesiet. Langs de Kellycreek vonden we veel nephelienbasalt, de basalt met lichte, min of meer ronde vlekken. Werkend vulcanisme vindt men in dit gebied niet, maar de plaats Rossland, een paar mijl ten oosten van Trail ligt zeer duidelijk in een voormalige krater. De wand is rondom gesloten, maar op één plaats breekt een riviertje door de wand, dat naar de Columbia stroomt. We zijn in de krater op bezoek geweest bij een kweker van chinchilla's, marterachtige roofdiertjes, die een zeer kostbare pels leveren.

Toen we eens van de Okanagan langs de Little Kettle River teruggingen, zagen we aan de overkant van de rivier plotseling een basaltberg. Duidelijk waren de zuilen te zien. Toen we zo ver mogelijk naar de rivier gelopen waren, zagen we meer dan 50 horizontale basaltlagen; vergeleken met de hoogte van een boom, was elke zuil ongeveer 5 meter hoog. Op enige afstand van de berg stond een apart torentje van basalt, door erosie van de berg gescheiden. De berg kon geen vulkaan zijn; in dat geval hadden de lagen niet horizontaal kunnen zijn.



Fig. 5A basaltlagen binnenweg kelowna
Little Kettle River

Fig. 5B toren van basalt binnenweg Kelowna
Little Kettle River

De enige conclusie is, dat deze berg eens deel heeft uitgemaakt van een basaltlavaplateau.

Het moet een erosierest zijn, die door het harde materiaal boven de omgeving uitsteekt.

Een onvergetelijke tocht hebben we gemaakt naar een echt lava-plateau, n.l. het grote Columbia-basaltlavaplateau van de staat Washington in de U.S., de staat, die aan Brits Columbia grenst.

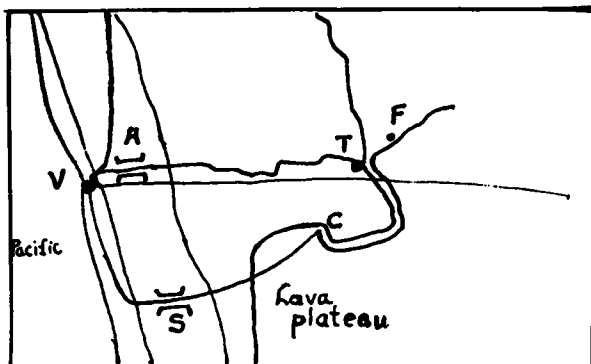


Fig. 6 F=Fruitvale
T=Trail
A=Allisonpas

V=Vancouver
S=Stevenspas
C=Couleedam

We gingen bij deze tocht eerst naar Vancouver (fig. 6). Men moet dan via de Allisonpas over het kustgebergte. Vancouver is door een straat van het Vancouvereiland gescheiden. De bergen ten noorden van Vancouver bestaan uit granieten. Ik heb gelegenheid gehad met de chairlift naar de top van de Grouse Mountain te gaan. Het uitzicht op de top was overweldigend. Naar het westen was de Grote Oceaan over het Vancouvereiland te zien en in het zuiden schitterde de met sneeuw bedekte top

van Mount Baker, die behoort tot het kustgebergte van de Verenigde Staten. In het midden van Vancouver ligt een andesietvulcaantje; de krater wordt gebruikt als arboretum. Na het passeren van de Amerikaanse grens ging onze weg eerst tussen het Amerikaanse kustgebergte en de zee, daarna ging het in oostelijke richting via de Stevenspas over het kustgebergte. Evenals in Canada ligt ook in Amerika aan de oostkant van het kustgebergte een Okanagan, dat evenzo door besproeiing veranderd is in een fruitstreek, maar overigens hetzelfde woestijnkarakter vertoont. Het was al donker, toen we over de Columbia gingen. Daar begint het lavaplateau, maar we merkten het niet. De sterren waren erg helder en de poolster stond laag; we reden op 40° noorderbreedte. We overnachtten in een cabin. De volgende morgen, het was een koude nieuwjaarsmorgen, scheen de zon helder over een somber, kaal landschap. Donkere rotsen staken uit boven een verwelkte woestijnflora. We reden naar de grote Coulee-dam van de Columbia en toen zagen we plotseling aan de kant van de weg loodrechte basaltzuilen. We stapten uit. Aan de voet een enorme puinhelling van brokken basalt.

De laag eindigde van boven horizontaal. De lava moet bij de uitvloeijing wel dun-vloeibaar zijn geweest.

We reden nu voortdurend langs de bazaltzuilen, die soms in 8 rijen boven elkaar stonden. Elke laag is ontstaan tengevolge van een uitvloeijing. Tussen de lagen heeft men de verkoelde overblijfselen van bomen en andere planten gevonden.

Dit betekent, dat een volgende uitvloeijing alle plantengroei vernietigde, maar tevens, dat na de stolling van de lava in zuilen het oppervlak weer met bossen werd begroeid.

Dit enorme lavaveld, dat een oppervlakte van duizenden km² beslaat, is vermoedelijk uit spleten uitgevloeid in het noorden van Oregon, de staat ten Zuiden van Washington. Deze gebeurtenis heeft ongeveer 20 miljoen jaar geleden plaats gehad, dus in het laat tertiair.

KALKSTEEN EN GRAFIET.

Toen we van de Coulee-dam eerst in oostelijke en toen in noordelijke richting weer naar de Canadese grens terugkeerden, deden we bij Northport nog een interessante ontdekking.

Langs de weg lagen kalkkrotten. Ze vertoonden fraaie anticlinalen en synclinalen. De lagen waren bijzonder duidelijk te onderscheiden, doordat ze afwisselend donker en lichter gekleurd waren, hetgeen samenhangt met een hoger of lager koolstofgehalte. Het merkwaardigste echter was, dat de lagen aan de top van de anticlinaal dikker waren dan aan de vleugels. Bovendien vertoonden de lagen in de kern van de anticlinaal secundaire plooïngen (fig. 7). Dit komt overeen met de verdeling van druk in een anticlinaal. Men kan dit het beste demonstreren met een dik stuk gummi; teken op het gummi een paar evenwijdige lijntjes; buig nu het gummi als een anticlinaal naar beneden en men ziet de lijntjes zich van elkaar verwijderen; buig het gummi als een synclinaal naar boven en men ziet de lijntjes dicht tegen elkaar aan komen.

Daar kalksteen zich bij hoge druk plastisch gedraagt, zal de kalksteen van de anticlinaal of de synclinaal zich van de vleugels naar de top bewegen. Bovendien zal door de hoge druk in de kern van de anticlinalen de synclinaal de top van de laagjes secundair geplooid worden.

Naar het noorden werden de kalksteenlagen steeds donkerder, tot ze tenslotte overgingen in grafietlagen; grafiet geeft aan de vinger zwart af. De spitse vorm van de anticlinalen en synclinalen wijst op hoge druk. Vermoedelijk zal door deze hoge druk dan ook geen steenkool, maar grafiet zijn ontstaan.

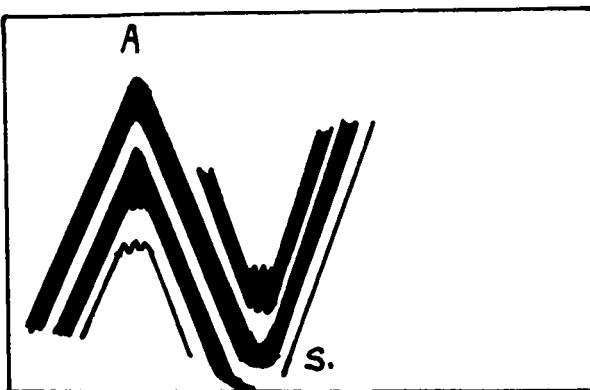


Fig. 7 A = Anticlinaal
 S = Synclinaal

HANGENDE DALEN.

Voordat zijrivieren in de hoofdriever vallen, vormen vele eerst watervallen. Een prachtig voorbeeld is de Goldcreek, die in de Columbia uitmondt. De Sutherlandfalls bestaan uit een aantal watervallen, afgewisseld door stroomversnellingen.

Het gebied, waar de Goldcreek doorstroomt, bestaat uit paragneis. De lagen zijn horizontaal en de erosie is oorzaak, dat men door de horizontale richels de rots kan beklimmen (fig. 8).

Wij zijn tegen de rots opgeklimmen en zagen over de rand dat de kloof nog iets meer dan verticalen wanden had (fig. 9).

Toen langs een korte stroomversnelling naar een tweede waterval, weer een korte stroomversnelling en een derde waterval. Overal verspreid lagen blokjes paragneis met mica en granaatresten. Daar zagen we minstens 10 meter boven ons een enorm kolkgat, dat de creek heeft uitgeslepen, toen hij op die hoogte stroomde (fig. 10). Dat we hier te doen hebben met paragneis blijkt wel hieruit, dat de paragneis naar boven overgaat in argillite = een zeer harde schaliesoort, waarin zich ook het kolkgat bevindt.

Dat de rivier zo met sprongen naar beneden gaat, komt, omdat de erosie door water langzamer gaat dan door ijs. Het dal van de Columbia is n.l. door het ijs uitgeslepen en wel zodanig, dat de Goldcreek zich alleen door watervallen met de Columbia kan verenigen. Zo'n dal, waar alleen het water de erosie heeft bewerkt en dus op een hoger niveau ligt dan het hoofddal, noemt men een hangend dal.

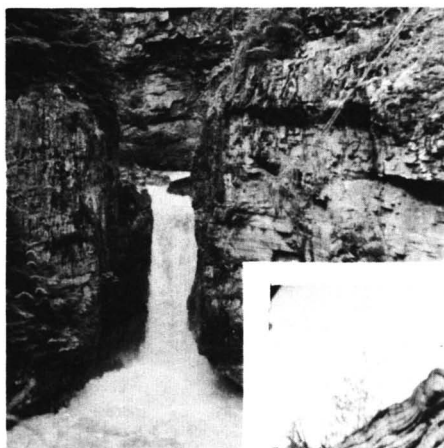
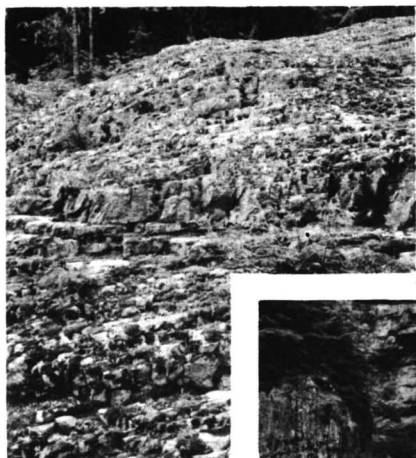


Fig. 8 paragneiss van
Sutherland Falls

Fig. 9 Sutherland Falls

Fig. 10 kolkgat boven in de
paragneiss Sutherland
Falls

DIABAASINTRUSIES.

Toen we in 1962 met de Canadian Pacific teruggingen van Brits Columbia naar Ontario, kwamen we ook langs de Mt. Mc. Kay bij Fort Williams aan het Superior meer.

Bij de heenreis waren we daar 's nachts gepasseerd en nu liep het tegen zonsondergang. We hadden in de geologische reisbeschrijving gelezen, dat deze berg een diabaasdek had.

We waren in spanning, of we dat nog bij daglicht zouden zien, en we hadden ook inderdaad niet een kwartier laten moeten passeren. Daar lag voor ons een prachtige tafelberg.

De top bestond uit verticale kolommen van de diabaas en deze rustte op horizontaal gelaagde zwarte leisteen.

Het profiel van de berg stak scherp af tegen de avondhemel. (fig. 11).

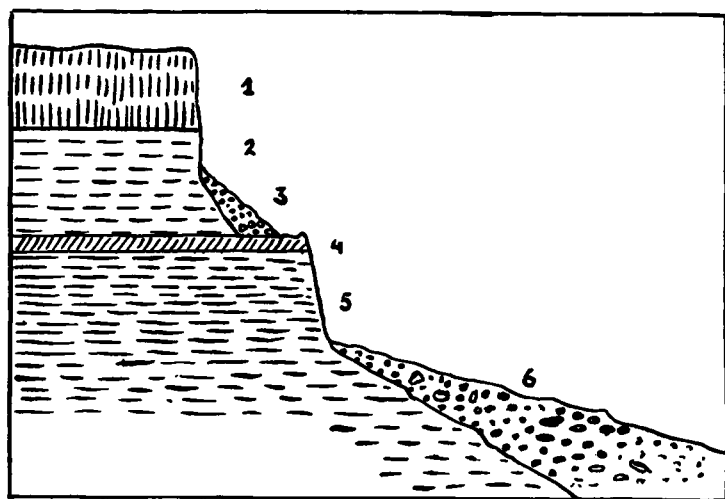


Fig. 11 Mt Mc Kay (after Dr. Lawson)

1. Stelt voor de steile wand van de diabaas.
2. De steile wand van de leisteen, die beschermd wordt door de diabaas en zich voortzet in een schuine helling.
3. Los materiaal, diabaasblokken aan de voet van de helling.
4. Een smalle diabaasintrusie.
5. De steile rand van de zwarte leisteen, die beschermd wordt door de diabaas en zich voortzet in een schuine helling.
6. Talus = het losse materiaal aan de voet van de helling, meest stukken leisteen en minder diabaas.

Men noemt zulke bergen mesa's of tafelbergen. Het platte oppervlak komt door de hardheid van de diabaas.

De erosie heeft in hoofdzaak plaats aan de steile rand, terwijl de onderliggende zachte leisteen door de diabaas beschermd wordt. Verder lees ik in de geologische reisgids, dat op veel plaatsen de diabaas overgaat in anorthosiet, het fraaie gesteente, dat op pag. 121 van het keienboek van v.d. Lijn beschreven is.

De zwarte leisteen is zilverhoudend en dateert uit het prae-cambrium. De zilveraders lopen zowel in de diabaas als in de leisteen.