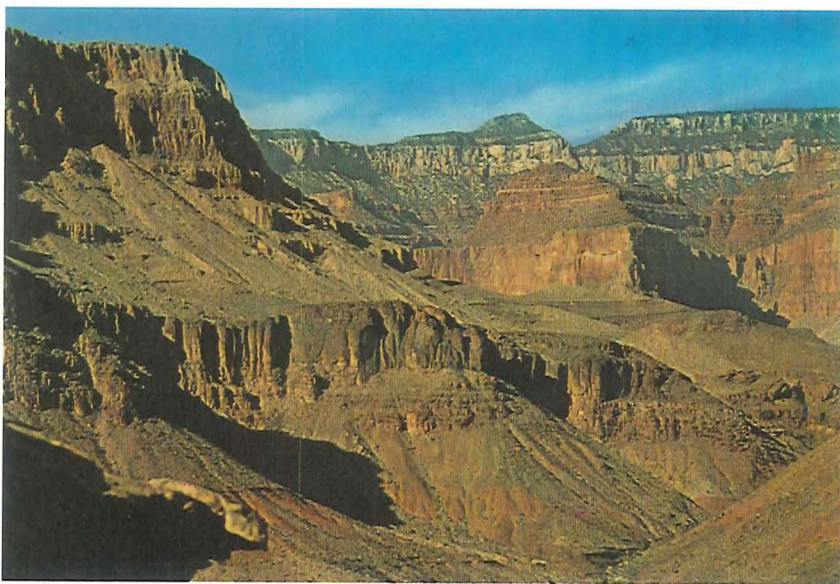


# Grand Canyon

af Lars Nydahl

Der er få af naturens underværker, som har inspireret til flere ord og bøger end Amerikas Grand Canyon. Men det er også få steder, naturen har været så rundhåndet med at demonstrere sin egen skønhed, med at opvise kontraster mellem stærke og blide farver, mellem barsk, gold stenørken og fredfyldte, idylliske oaser langs små vandløb i canyon'ens sider.

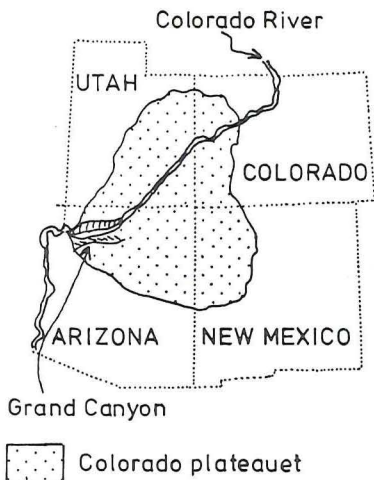
For geologen er Grand Canyon imidlertid først og fremmest lokaliteten, hvor man på stedet kan studere et snit gennem 1500 meter af jordens skorpe og næsten 2 milliarder år af dens historie.



*Figur 1. Vue over Grand Canyon. Foto : forfatteren.*

Når man ser billeder taget nede i canyon'en, kan det være svært at tro på, at man ikke her befinder sig i et bjergområde, men som ordet canyon (spansk: cañon = kløft) siger, er der faktisk tale om det stik modsatte, nemlig om en dyb kløft dannet ved en flods erosion i et i øvrigt fladt landskab. I Grand Canyons tilfælde, er der tale om det indiskutabelt største 'hul' af denne slags.

Coloradoplateauet (figur 2), der dækker 340.000 km<sup>2</sup> (næsten otte gange Danmarks areal !), begrænses mod syd af vulkaner og lavastrømme i Arizona og New Mexico, mod øst af Rocky Mountains i Colorado og mod nordvest af Great Basin i Utah. For størstedelen opbygges plateauet af nogenlunde horisontalt liggende sedimenter med aldre mellem 50 og 550 millioner år. Nu er det ikke specielt usædvanligt at finde en sedimentpakke af denne tykkelse. Det findes mange steder i verden. Men det er bemærkelsesværdigt, at sedimentpakken er hævet til et par tusinde meters højde, uden at lagene derved er blevet nævneværdigt forstyrrede. Overført på hjemlige forhold ville det svare til, at man hævde hele Jylland godt 1500 meter og gravede en slags Grand Canyon, som en 1 1/2 km dyb rende ned i 'Jyllandsplateauet'.

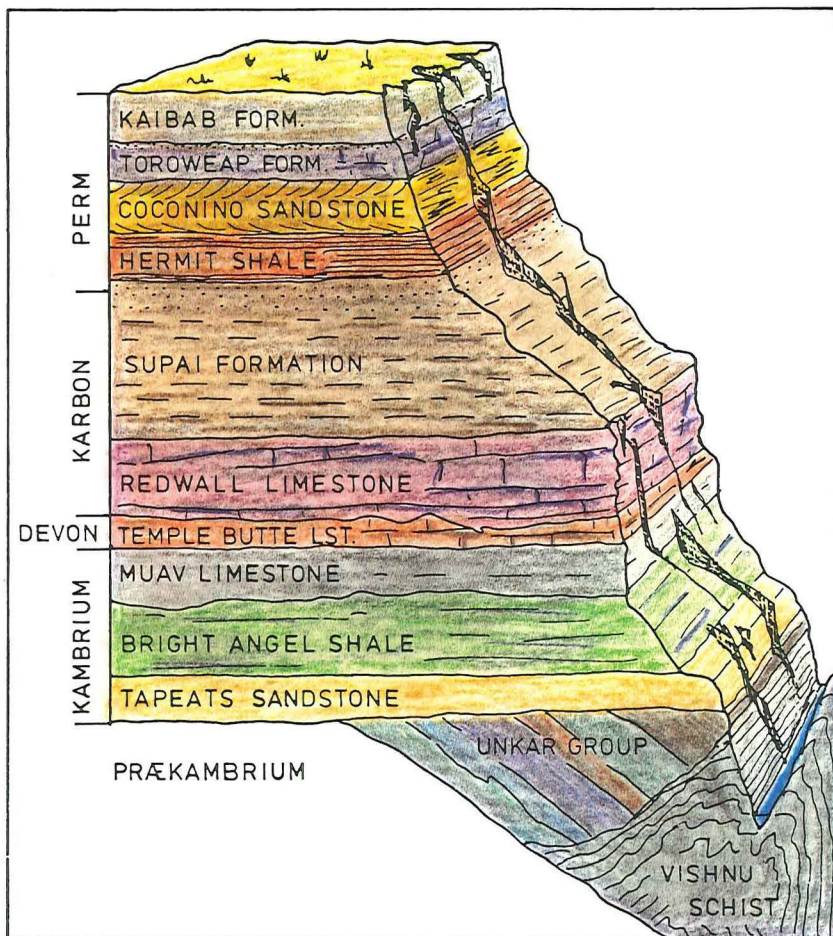


Figur 2. Coloradoplateauets udstrækning med placeringen af Grand Canyon.

Og landskabet omkring Grand Canyon er da også - selv set med en danskers øjne - temmelig fladt. Derfor er selve oplevelsen, at komme til canyon'ens rand og kigge ned også nærmest chokerende. Som når man for første gang nærmer sig en bjergkæde og på afstand ikke helt kan bestemme sig for, om det, man ser tårne sig op i det fjerne, er skyer, eller bjerge. Det er svært at fatte dimensionerne. Geografisk er Grand Canyon lokaliseret i en højslette, der når et par tusind meter over havoverfladen i det nordlige Arizona. Den er henvend 150 km lang og de fleste steder over 20 km bred.

Geologisk set hører Grand Canyon til i et strukturelt område, som benævnes Coloradoplateauet.

Hvordan hævnningen af Coloradoplateauet kan være sket, uden at området samtidig blev foldet og gennemsat af forkastninger, er noget af en gåde. De få folder og forkastninger, som man kan iagttage idag udgør nemlig undtagelserne i det ellers pæne lagkagemønster.



Figur 3. Lag søjlen som blottes i Grand Canyon. Fra toppen af plateauet ned til flodløbet er der ca. 1500 m. Bemærk vinkeldiskordansen ved foden af Tapeats Sandstone. På figuren er ikke medtaget Mesozoiske bjergarter, som findes blottet flere steder på plateauet.



Plateauet har form som en meget flad bule, hvorigennem Coloradofloden skærer sig, idet den undervejs får tilskud fra Green River, San Juan River, Little Colorado og en række mindre floder.

Men hvorfor skærer floden sig gennem plateauets flade bule ? Hvorfor løber floden så at sige tværs gennem bakken i stedet for at løbe uden om ? Dette noget besynderlige forhold skal jeg senere vende tilbage til, men først et kort blik på Coloradoplateauets opbygning.

Alt i alt, er der 21 sedimentære formationer i Grand Canyon - repræsenterende et tidsrum på mere end 1000 millioner år. Som det fremgår af figur 3 er det ikke alle formationer, der ligger vandret: de ældste, dvs de nederste (som i øvrigt alle er af Prækambrisk alder), er vippet noget. Det giver anledning til en stor vinkeldiskordans, 'the Great Unconformity', ved foden af den Kambriske Tapeats Sandstone. Under de Prækambriske sedimenter findes en metamorf bjergart med en alder på 1700 millioner år. Dette bjergartskompleks kaldes 'Vishnu Schist': det er blottet i Grand Canyons bund i en relativ smal slugs stejle vægge.

Men hvorfor en Grand Canyon netop her ?

Som før nævnt skærer Coloradofloden sig gennem et område, der danner en bred flad bule i landskabet. Området hedder Kaibabplateauet og ligger i Coloradoplateauets vestlige del, hvor Coloradofloden løber øst-vest (B på figur 4).

Spørgsmålet om, hvordan Coloradofloden har fået sit løb tværs gennem 'bakken' synes ingenlunde let at besvare. Det har i mere end 100 år været et diskussionsemne for geologer, der har arbejdet i området.

I lang tid var der dog en bestemt teori, som særlig vandt tilslutning. Den var fremsat af Powell, en af pionererne i udforskningen af Grand Canyon. Han antog ganske enkelt, at Kaibabplateauets hævnings tog sin begyndelse efter at Coloradofloden havde fundet sit nuværende løb. At Kaibabplateauets brede bule var yngre end Coloradofloden. Floden ville så have virket som en stationær sav, der saveede en rende i den Jordskorpeklods, der langsomt hævedes opad mod savklingen.

Det synspunkt kom dog ikke til at stå uanfægtet, selv om de få formastelige, som vovede at modsætte sig det, oftest blev mødt med: 'John Wesley Powell siger sådan - og dermed basta !'.

I 1950'erne skete der nemlig det, at man ved radiometrisk datering fandt ud af, at mens hævnings af Kaibabplateauet skete allerede under Laramide Orogenesen for ca. 60 millioner år siden, så overstiger Coloradoflodens alder ikke 6 millioner år.

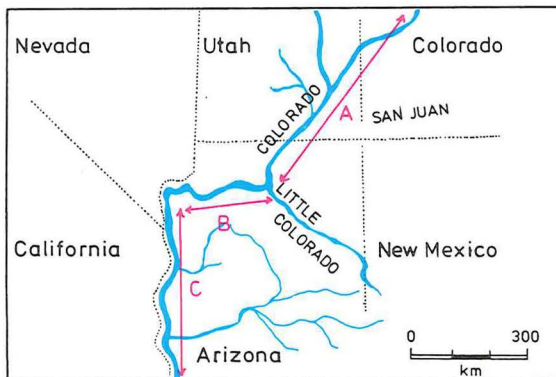
Det var dødsstødet til Powells teori !

Nu satte man systematiske undersøgelser i gang for at finde en fornuftig løsning

på det drilske spørgsmål. 'They hired a bunch of smart guys to come up with an idea !' (USGS-geologen ved Grand Canyon, mundtlig meddelelse).

En gruppe forskere fra det Geologiske Museum i Flagstaff barslede da også efter nogen tid med en ny teori. Det gik ud på, at Coloradoflodens nedre løb (C i figur 4) kun havde eksisteret som en mindre flod i Coloradoflodens barndom. Det øvre løb (A i figur 4) havde fortsat mod sydøst igennem Little Colorados flodløb og dets forlængelse gennem New Mexico og Texas ud til den Mexicanske Golf. Den problematiske del (B i figur 4) tænkte dannet ved, at to små floder, en der løb mod vest ud i Nedre Colorado og en anden, der løb mod øst ud i Øvre Colorado, efterhånden ved erosion opefter i løbet fra hver sin side gravede sig vej længere og længere ind mod plateauets midte. På et tidspunkt mødtes de to små floder. Den vestlige strøm, hvis leje lå lavere end den østlige, ville så fange den østlige, og således ville Øvre og Nedre Colorado være forbundet.

Det var en fornuftig og sammenhængende hypotese på nær et punkt ! Der er aldrig fundet det mindste spor af den fortsættelse af Little Colorado gennem New Mexico og Texas, som hypotesen forudsatte.



Figur 4. Coloradoflodens bifloder. Bemærk opdelingen i segmenter

Altså måtte der en ny model til.

Den kom i 1970'erne - og omtrent sådan: Hvis nu Øvre Colorado på nordflanken af Kaibabplateauet, dvs i knækket mellem A og B på figur 4, ikke drejede af mod sydøst, men mod nordvest og løb ind i de store bassiner, der sidst i Tertiærtiden eksisterede i Utah, så var den side af problemet løst. Samtidig kunne Nedre Colorado, stadig ved erosion, bane sig vej gennem Kaibabplateauet, indtil den fangede flodens øvre løb. Og hermed skulle pengene passe. Utah bassinerne er dog endnu ikke undersøgt tilstrækkeligt til at der er skaffet vished om, at de rent faktisk en gang i slutningen af Tertiærtiden modtog sedimenterne fra Øvre Colorado.