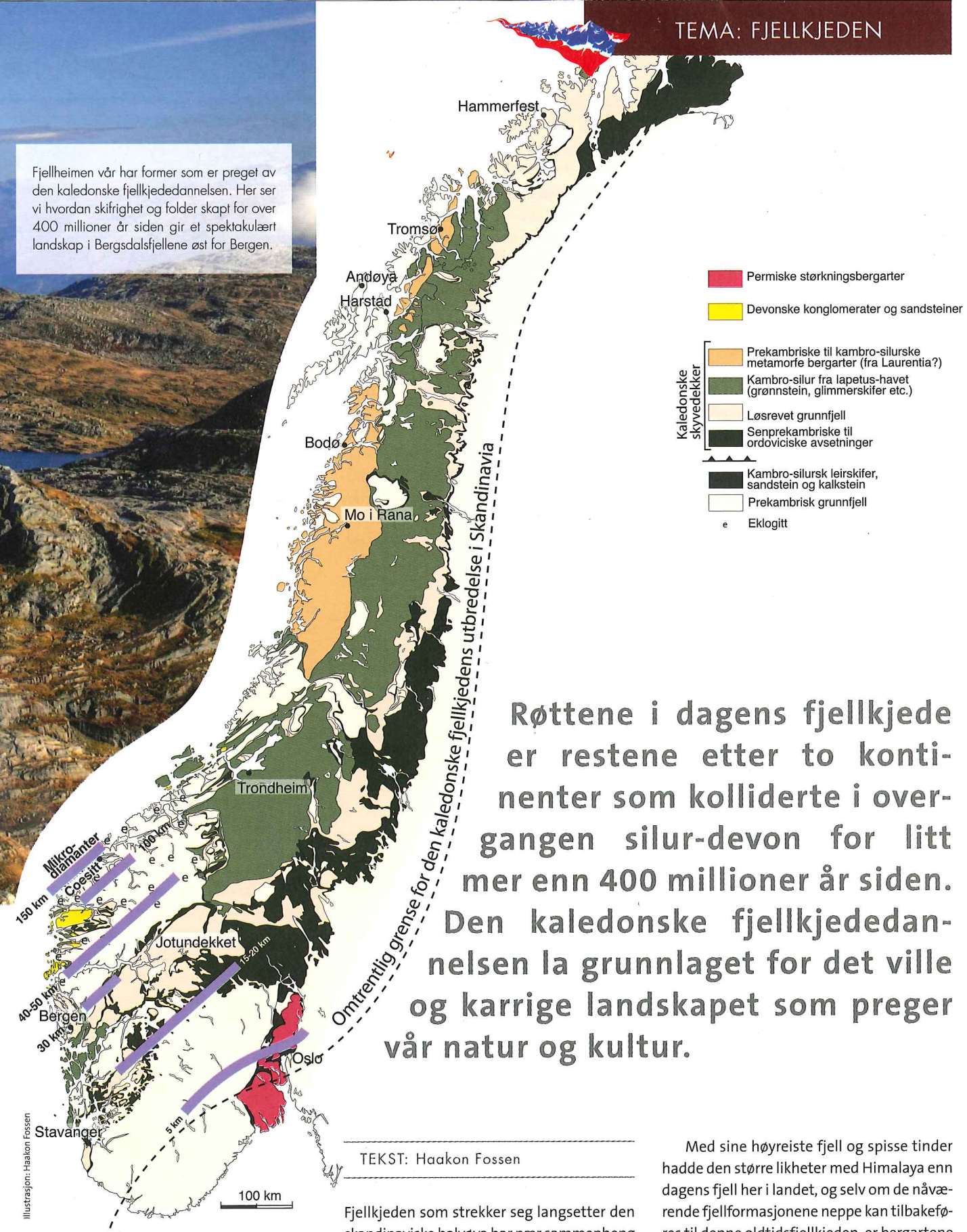




Fjellheimen vår har former som er preget av den kaledonske fjellkjededannelsen. Her ser vi hvordan skifrighet og folder skapt for over 400 millioner år siden gir et spektakulært landskap i Bergsdalsfjellene øst for Bergen.

KALEDONIDENE: DEN MODERNE FJELLKJEDENS DYPE RØTTER



Kaledonidene i Norge. Skyvedekkerne er delt inn i enheter med forskjellig farge. Dyp (km) i Sør-Norge indikerer omtrentlig hvor dypt forskjellige deler av grunnfjellet ble begravd under kollisjonen med Grønland.

Røttene i dagens fjellkjede er restene etter to kontinenter som kolliderte i overgangen silur-devon for litt mer enn 400 millioner år siden. Den kaledonske fjellkjededannelsen la grunnlaget for det ville og karrige landskapet som preger vår natur og kultur.

TEKST: Haakon Fossen

Fjellkjeden som strekker seg langsetter den skandinaviske halvøya har nær sammenheng med en langt mektigere og eldre fjellkjede, Kaledonidene, som i Skandinavia strakk seg fra Jæren i sør til Nordkapp i nord, og fra Nordsjøen og Norskehavet i vest til Østersund-Tornetråsk i Sverige.

Med sine høyreste fjell og spisse tinder hadde den større likheter med Himalaya enn dagens fjell her i landet, og selv om de nåværende fjellformasjonene neppe kan tilbakeføres til denne oldtidfjellkjeden, er bergartene den består av selve røttene til Kaledonidene. Dessuten er metamorfosen og deformasjonen av bergartene under dannelsen av fjellkjeden viktig for hvordan fjellene i dag ser ut.

ET LAND UTEN FJELL

Vi drar 550 millioner år tilbake i tid, og ser at hele Skandinavia fremstår som et temmelig flatt landskap på vestsiden av et kontinent som blir kalt Baltika. Flatere har vel denne delen av verden aldri vært. Ikke så ulikt landområdene rundt Østersjøen og Bottenviken, bare fullstendig uten vegetasjon; ingen trær, ingen busker, ikke et gress-strå.

I vest ligger havet, og etter hvert stiger havnivået, slik at det flate, norske landskapet druknes. Litt vitringsjord, grus og sand som har lagt seg på grunnfjellet dekkes etter hvert av et lag med slam og leire. Slik ligger det i mer enn 100 millioner år, skjult av det grunne havet og bebodd av grunnmarine skapninger som graptolitter og trilobitter. I vest markerer kontinentalskråningen grensen mot dyp-havet, et hav som geologene kaller lapetus.

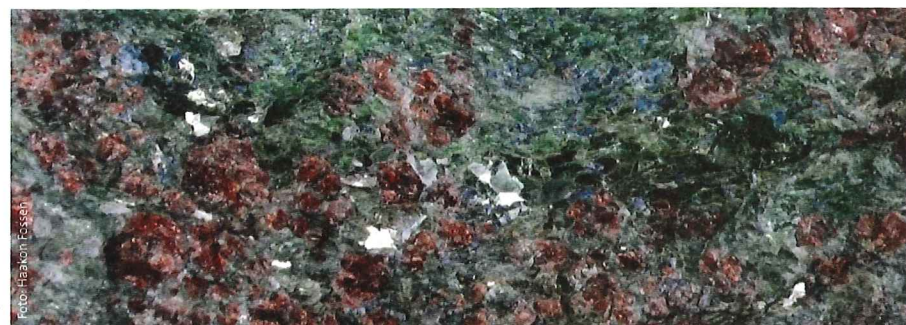
Etter omtrent 50 millioner år, mot slutten av tidsperioden kambrium, dukker det opp rekker med vulkanske øyer i dette havet, kanskje ikke så ulikt noen av øyrekene på sørsiden av dagens Indonesia. Forklaringen er at havbunnskorpe først synker ned i dypet, deretter trenger smelter opp mot overflaten, og resultatet er undersjøiske vulkaner som bygget seg opp til vulkanske øyer.

Omsider kommer det et kontinent til syne på horisonten i vest. Dette kontinentet er Laurentia («Nord-Amerika»), og det var østkysten av fjellene som i dag utgjør Grønland som til slutt braste inn i Baltika, vår norske vestkyst, samtidig som det løftet opp, presset sammen og skjovt foran seg svære biter av den gamle, flere kilometer tykke havbunnen.

Selve kollisjonen inntraff for rundt 425 millioner år siden (i slutten av silurtiden) og pågikk i noe slikt som 20 millioner år, godt inn i devontiden. Dramatisk i geologisk sammenheng, om enn noe sakte, sett i et menneskelig perspektiv.

DA LAURENTIA OG BALTIKA KOLLIDERTE

Hva skjedde egentlig da de to kontinentene,



Eklogitt fra Nordfjord: Grønn pyroxen (omfasiitt) og brun-røde graniter sammen med blålig kyanitt gir denne eklogitten et vakker utseende. Eklogittene i Nordfjord og på Møre ble til på store dyp.

Laurentia og Baltika, støtte sammen? Det var ikke helt som en bilkollisjon i sakte kino, der begge bilene presses inn i hverandre. Nei, de to partene oppførte seg forskjellig.

Kontinenter har relativt lav tetthet og vil helst ikke dras ned i den tyngre, underliggende mantelen. Men vestsiden av Baltika hang fast i tung havbunnskorpe som gjennom lang tid hadde sunket ned i dypet i det vi kaller en subduksjonssone. Havbunnskorpen sank stort sett pent og pyntelig nedover. På den måten endte det med at Laurentia overkjørte Baltika, mens den baltiske marginen ble trukket mange titalls kilometer ned i mantelen.

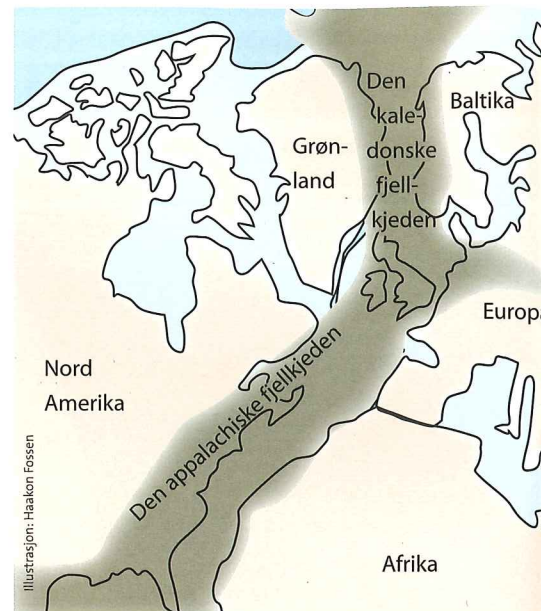
Dypest bar det på Nord-Vestlandet, i Nordfjord-Møre-området. Det vet vi fordi geologene mange steder i Sogn, Sunnfjord, Nordfjord og på Møre har funnet bergarten eklogitt. Eklogitt dannes under stort trykk. Vanligvis opptrer den i mindre mengder som omdannede mafiske (jern- og magnesiumrike) linser i gneis, men de kan også forekomme i større mengder der store mafiske kroppene er omdannet.

Engbøfjellet vest for Førde, hvor mineralet rutil (TiO_2) finnes i usedvanlig store mengder, er et eksempel på at eklogitten kan være av økonomisk interesse. Her har kontinentkollisjonen gjort en viktig og energikrevende jobb, for i dypet ble titan-jernoksidet ilmenitt (FeTiO_3) omvandlet til titandioksid.

VERDENREKORD I DYPDYKK?

Enkelte mineraler, deriblant ørsmå diamanter og spor etter SiO_2 -mineralet coesitt, forteller oss at deler av gneisene kan ha blitt presset langt ned i mantelen, sannsynligvis til noe slikt som 150 km dyp. Det er mye når vi vet at jordskorpen ellers sjelden blir noe særlig tykkere enn 40-50 km. Det er godt mulig at dette er verdensrekord i kontinentalt dypdykk.

Kollisjonen og den motvillige ferden på skrå nedover gikk langt fra smertefritt. Store og små bergflak ble revet løs. Disse flakene,



Den kaledonske fjellkjeden og sammenhengen med Appalakkene lengre sør, rekonstruert tilbake til devontiden, lenge før Atlanterhavet ble til.

eller skyvedekken som de kalles, ble fraktet mot øst eller sørøst, og de gled på det «sleipe» leirskiferlaget fra kambrium. Leirskiferen, som til dels ble omdannet til fyllitt og glimmerskifer mens vann ble frigjort, var nemlig et utmerket glideag. Skyvekraftene kom fra de enorme platenes konvergente bevegelser. De gjorde det mulig å flytte store bergmasser flere hundre kilometer inn over det baltiske grunnfjellet.

Ett av de største og stiveste skyvedekene i den norske fjellheimen er Jotundekket. Sannsynligvis er dette en del av det gamle Baltika som ble revet løs under kollisjonen, eller kanskje er det restene av et mikrokontinent som ble etablert allerede under den senprekambriske riftdannelsen som gikk forut for dannelsen av lapetus-havet.

De imponerende fjellformasjonene i Jotunheimen, med Galdhøpiggen og Hurrungane øverst på listen, er utformet i Jotundekets bergarter. Selve utmeislingen av fjellformene skjedde mye senere, først og fremst under de kvartære istidene, men råmaterialet – gneiser og størkningsbergarter av prekambrisk alder – ble skjovet på plass under den kaledonske kontinent-kontinent-kollisjonen, eller fjellkjededannelsen, for vel 400 millioner år siden.

Mens Jotundekket består av prekambriske bergarter (mange rundt én milliard år gamle) av kontinental skorpetype, så er andre fjellområder utformet i bergkomplekser som stammer fra selve lapetus. Havet ble lukket, og det meste av havbunnskorpen

forsvant ned i dypet, men noen deler, særlig de vulkanske øyrekene og tilgrensende enheter, ble skvist og skjovet opp på Baltika (Skandinavia).

Lyngsalpene, en imponerende fjellrekke i vår nordlige landsdel, er nettopp en rest av havbunnskorpebergarter fra dette havet. I Sulitjelmfjellene finner vi også slike bergarter, og Gullfjellsmassivet øst for Bergen utgjør nok et eksempel på fjell bestående av havbunnskorpebergarter.

Grønstein, metagabbro og enkelte ultramafiske bergarter (serpentinitt) karakteriserer denne oseaniske komponenten av de kaledonske bergartene, i tillegg til omdannede sedimentære bergarter som ble avsatt på havbunnen før kollisjonen.

En annen komponent er representert ved landmerket De sju søstre i Nordland. Her er det felsiske bergarter (rike på bl.a. kvarts og feltspat) av mer granittisk sammensetning som står opp, motstandsdyktige som de er mot vann- og iserosjon. Granittene størknet i havbunnskorpen under et vulkansk øybu-

esystem i lapetus-havet, fra tiden før kontinentkollisjonen.

Det er studier av disse bergartene som bekrefter at lapetus faktisk fantes i kambrium, og at det gradvis ble lukket frem mot kollisjonen mellom Øst-Grønland (Laurentia) og Skandinavia (Baltika) for 425 millioner år siden. Det er interessant å tenke på at enkelte av bergartene i dagens fjellkjede har sin opprinnelse i et kambro-ordovicisk havområde.

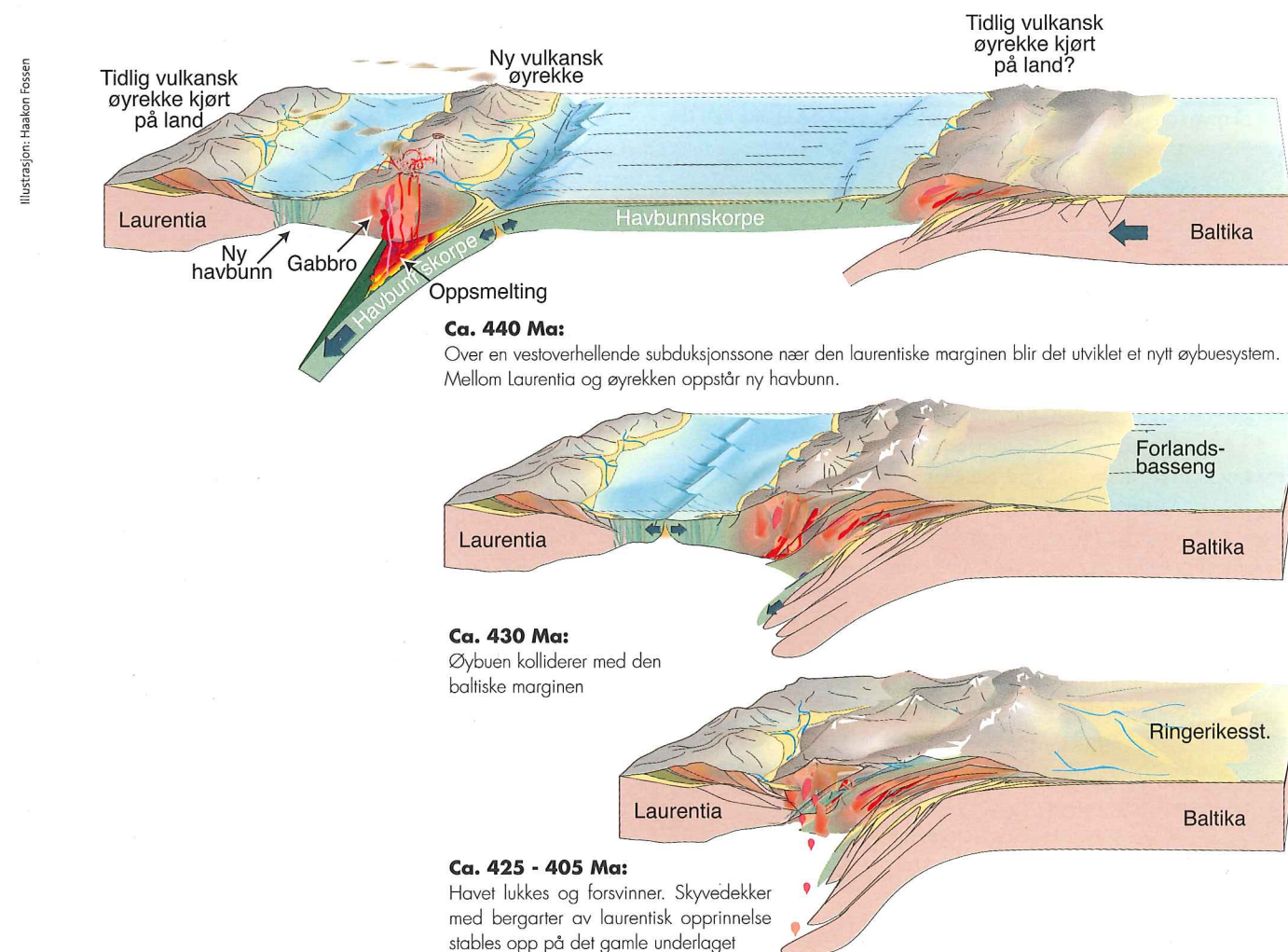
VERDENS HØVESTE FJELLKJEDE?

Kollisjonen og subduksjonen av vestsiden av Baltika for litt mer enn 400 millioner år siden førte altså relativt lette, kontinentale bergarter uvanlig dypt ned. Skorpen fikk en dyp rot av bergarter med lav tetthet, og det førte igjen til at overflaten løftet seg opp.

Det er generelt sett en nær sammenheng mellom jordskorpens dyp og overflatens høyde, liksom et dyptstikkende isfjell også vil rage høyt over vannflaten. Spesielt sterk ble nok denne gravitasjonsstyrte – eller

isostatisk oppløftingen – i devontiden, da havbunnskorpen som hang på den skandinaviske randen løsnet, og den konvergente platebevegelsen opphørte. Det må ha vært litt som å trekke isfjellet vårt ned i vann og så gi slipp. "Vannet" er her svært sakteflytende bergarter i mantelen, så bevegelsene var sakte, men like fullt effektive. Kanskje så effektive at vi fikk noen av de høyeste fjellene verden har sett; Kaledonidene var på den tiden fullt på høyde med dagens Himalaya.

Her kan vi legge til at det sannsynligvis finnes en øvre grense for hvor høy en fjellkjede kan bli. Blir den for høy, vil den underliggende skorpen ikke tåle vekten av fjellene, og den vil rett og slett kollapse. Det skjer ved at den "flyter" ut til sidene, og det er nettopp dette som skjer i Himalaya og områdene like rundt. Det skaper store sidelengsbevegelser og ekstensjonsforkastninger, samtidig som vi har skorpefortykkende skyveforkastninger og reversforkastninger som følge av at India beveger seg nordover og inn i Asia.



Lukkingen av lapetushavet og kollisjonen mellom Laurentia (Grønland) og Baltika (Skandinavia) og dannelsen av Den kaledonske fjellkjeden i silur-devontiden.