

BOUDIN —

geologisk pølsesnak

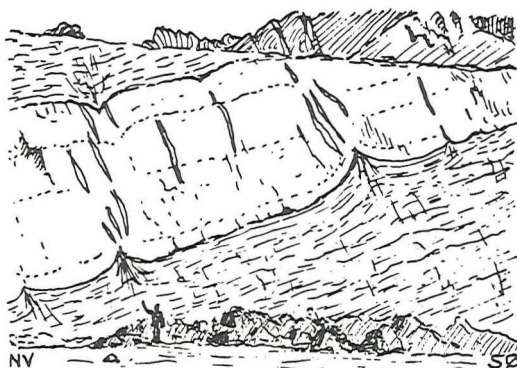
BOUDINAGE

af Asger Berthelsen

29. august til 3. september 1908 holdt det Belgiske Geologiske Selskab (Société géologique de Belgique) et ekstraordinært møde med ekskursionser i Bastogne-området i Ardenerne. Mandag morgen tidligt 31. august steg ekskursionsdeltagerne i strålende sol ud ad toget i Cowan. Hen på eftermiddagen, efter at have studeret blotninger og adskillige stenbrud langs ruten, nåede gruppen frem til Collignon stenbruddet, som var blevet åbnet langs med jernbanen og hovedvejen til Wiltz. Her demonstrerede Monsieur Max Lohest, en af de tre ekskursionsledere, det fænomen, som har fået det franske ord for blodpølse, boudin, til at indgå i det internationale geologiske fagsprog, tilmed i flere varianter.

Stejlvæggen bagest i stenbruddet ved Collignon var anlagt som et snit vinkelret gennem en større foldestrukturs sydflanke og top. Lagdelingen tegnedes af to sandstensbænke omgivet af skifre. I den trykte ekskursionsberetning kan læses: ” Man kan her særligt godt observere den specielle udformning, som sandstensbænkene viser i dette område. Bænkene er delt op i et antal segmenter, der adskilles af kvartsårer Hvert segment er fortykket midtpå, sådan at det i tværsnit får form af en tønne, hvis låg og bund udgøres af kvartsårer. Når man ser de buttede segmenter frilagt i sandstensbænkens overflade, ligner det enorme cylindre eller pølser (boudins) anbragt side om side. På denne ekskursion har man, på initiativ af M. Lohest, for lettere at udtrykke sig, også anvendt de nydannede udtryk, at boudinere ”(opdele i pølser)” og ”boudinage” (om strukturen, som opstår, når et lag er blevet boudineret). I fig. 1 ses en meget stor boudinage struktur nær Bastogne.

Da fransktalende geologer ofte er gastronomisk interesserede, fængede de nye udtryk straks. Medvirkende til, at ”pølserne” fra Bastogne snart blev ligeså berømte blandt ikke-fransktalende geologer som den franske skinke fra Bayonne, var amerikaneren T.T. Quirckes engelsksprogede afhandling med titlen ”Boudinage, et usædvanligt strukturelt fænomen” fra 1923. Quircke, som havde set Bastogne boudinerne på en ekskursion i forbindelse med den XIII Internationale Geolog Kongres i 1922, gav udtryk for den opfattelse, at de pølseformede fortykkelser og mellemliggende indsnævringer af sandstensbænkene skyldtes en sammenpresning parallelt med lagdelingen.



Figur 1. "Blodpølserne" fra Bastogne er ikke afbildet i den belgiske ekskursionsfører fra 1909, men skitsen her viser nogle af områdets største boudiner, fra et stenbrud lige sydøst for banelinien mellem Bastogne og Lüttich. Personen, der står ved foden af stenbruddets væg, angiver målestokken. (Tegnet efter foto af H. Brühl 1967).

Det blev dog den schweiziske geolog, C.E.Wegmann, der for alvor var årsag til, at Lohest's gastronomiske udtryk vandt indpas i den geologiske faglitteratur. I sin "Notits om boudinage" fra 1932 påpegede Wegmann nemlig, at boudinage aldeles ikke var nogen sjælden foreteelse, men tværtimod var en almindeligt forekommende struktur, både i unge, gamle og meget gamle foldestrøg. Med den for ham karakteristiske forfinede sarkasme, konstaterede Wegmann, at boudinage strukturer også forekom i Alperne, "men Alpe-geologerne, som ikke ænser detaljerne i det tektoniske menukort, har forbigået dem i tavshed".

Wegmann forklarede boudinage strukturers dannelse ud fra de bevægelsesspor, der er efterladt i bjergarterne. Han påviste, at de boudinerede lag var blevet gjort længere, dels ved at boudinerne blev trukket væk fra hinanden, dels ved at de undergik en plastisk deformation. En forudsætning for at boudiner kan dannes er, at et kompetent lag er omgivet af mindre kompetente (inkompetente) lag. "Kompetent" (kompetance) anvendes her om bjergarters evne til at modstå plastisk deformation. Kompetente lag danner lettere brud. Inkompetente lag flyder plastisk. Ved trækspændinger parallelt med lagdelingen dannes derfor tværbrud i de kompetente lag, og disse brud udvikles vinkelret på udvidelsesretningen.

Mens Bastogne boudinerne har omtrent samme længde som tykkelse (i tværsnit), er boudinerne, som Wegmann beskrev fra de Skandinaviske Kaledonider og det svenske og finske grundfjeld, normalt betydelig længere, end de er tykke, og de enkelte boudiners længde er ikke altid konstant inden for en og samme boudinage struktur.



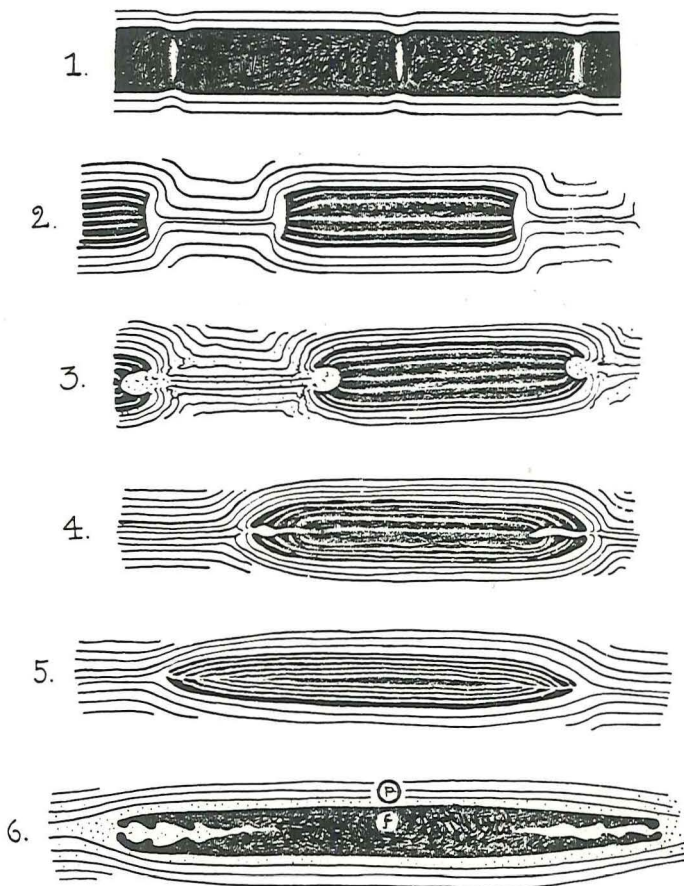
C. E. Wegmann ses her i forgrunden, og den ældre herre med hat og skæg i baggrunden er M. P. Fourmarier, der var en af lederne på den belgiske Ardenner-ekskursion i 1908. Foto: A. Berthelsen 1954.

Som vist i fig. 2 beskrev Wegmann også en "udviklingsrække" for boudinage. Han viste her, hvordan nyudviklede boudiner med næsten rektangulært tværsnit ændrede form som følge af plastisk deformation, mens de blev trukket længere og længere fra hinanden. Samtidig hermed flød plastiske lag ind imellem dem. Herved opstår der en tøndeform, og "hajgabene" i enderne lukker sig mere og mere under den fremadskridende deformation.

Wegmann tog dermed afstand fra Quirckes forklaring på boudinage dannelse, og han fremholdt, at afstanden mellem de enkelte boudiner er et mindste mål for den forlængelse, det oprindeligt sammenhængende lag har undergået.

Wegmann beskrev også en afart af boudiner, der ikke er lange "pølser", men som har form som "tablettes de chocolat" (eller blokkene i en plade chokolade). Denne type opstår, når et kompetent lag er blevet delt op efter to på hinanden vinkelrette brudretninger, som følge af en mere alsidig udvidelse inden for det boudinerede lag. Adskillige af de boudinage strukturer, som Wegmann beskrev, var dannet ud fra oprindelige basiske gange, som sammen med de omgivende grundfjeldsbjergarter var blevet deformeret i forbindelse med en foldning efter gangenes dannelse.

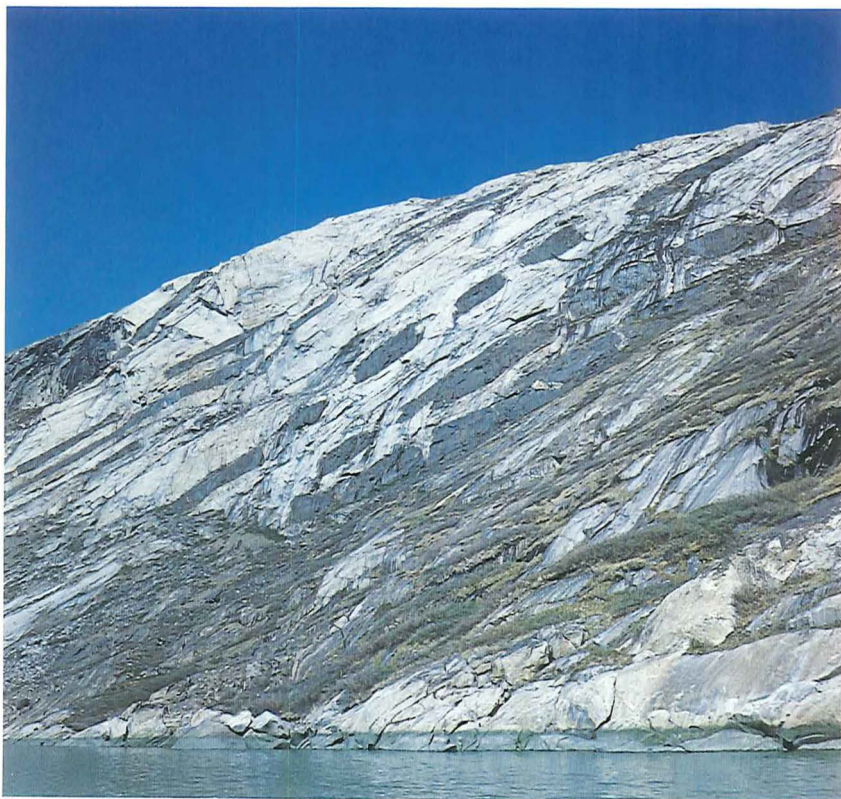
Boudiner kan være af meget forskellig størrelse. Er man heldig, kan man finde boudinage strukturer selv i en nævestor strandsten. I Bastogne-området er de boudinerede sandstensbænke fra under 1 meter til omkring 8 meter tykke, men vil man se kæmpe boudiner, kan man drage til Søndre Strømfjord i Vest-



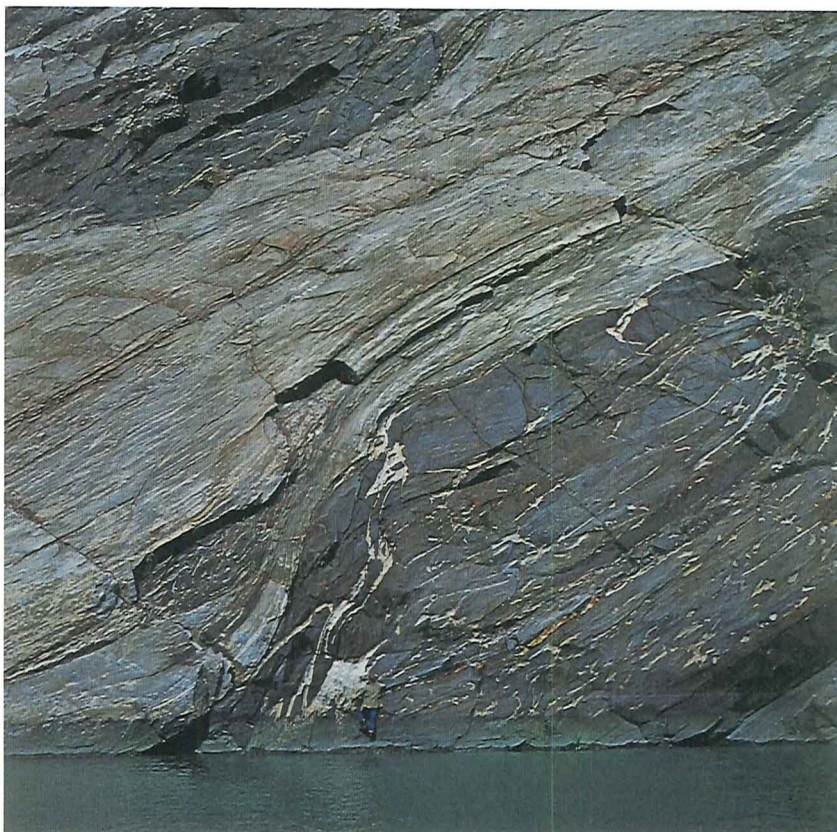
Figur 2. Wegmann's udviklingsrække for en boudins formændring. 1: Begyndende opdeling i boudiner ved dannelse af tværbrud i det kompetente (sorte) lag. 2: Boudinage med større kompetance-forskel mellem det opbrudte og de omgivende plastiske lag (fra Sulitjelma-området). 3: Boudinage fra grundfjeldet, hvor der er udviklet pegmatit (prikket) mellem boudinerne (fra Lestholmen, Portö). 4: Boudin, hvor "hajgabet" i enderne næsten er lukket på grund af lagparallel flydning i boudinens øvre og nedre del. 5: Stadium, hvor "hajgabet" er helt lukket (fra Sulitjelma-området). 6: Langt fremskredent stadium, hvor boudinen er blevet fladtrykt (p har bevæget sig mod f), og der er dannet pegmatit omkring hele boudinen.

grønland og sejle til fjeldene ved Bowdoin Bugt i den indre del af fjorden, se fig. 3 og 4. Disse kæmpe boudiner blev først beskrevet i 1948 af en ung norsk geolog, dr. Hans Ramberg, som da arbejdede for Grønlands Geologiske Undersøgelse. Hans Ramberg blev senere professor i Uppsala.

Boudinerne ved Bowdoin Bugt er også udviklet fra oprindelige basiske gange, den såkaldte Kangamiut-gangsværm, der for ca. 1850 millioner år siden trængte ind i de arkæiske graniter og gnejser. Efter gangenes fremtrængning blev grundfjeldet omkring den indre del af Søndre Strømfjord (og videre nordover helt til Disko Bugt) udsat for bevægelser og omdannelser. Derved blev de basiske Kangamiut-gange omdannet til granat-amfibolit og de blev boudinerede. Da dette fandt sted i et dybt jordskorpeniveau, dannedes der kvarts-feldspat-pegmatitter mellem boudinerne - og ikke kvartsårer, som det er tilfældet ved Bastogne.



Figur 3. Kæmpe boudiner i fjeldet ved Bowdoin Bugt, indre del af Søndre Strømfjord. Foto: A. Berthelsen.



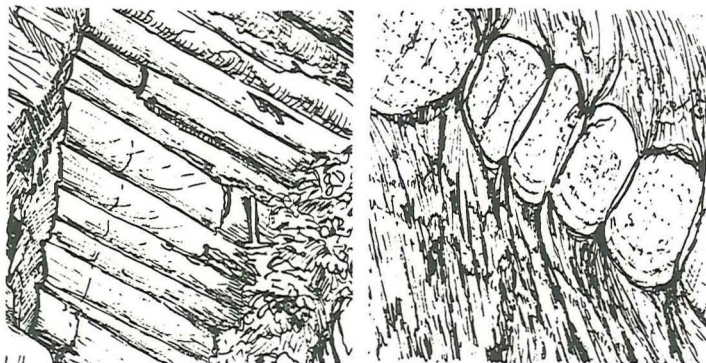
Figur 4. Udsnit af to kæmpe boudiner (øverst til venstre og nederst til højre) af granat-amfibolit med enkelte lyse pegmatitårer. Bemærk hvorledes gnejsens lagdeling smyer sig uden om boudinerne. Størrelsen angives af geologen, som står ved højvandsmærket lidt til venstre for midten af billedet. Bowdoin Bugt. Foto: A. Berthelsen.

Gnejsen, som omgiver boudinerne ved Bowdoin Bugt, viser en lagdeling, der smyer sig uden om boudinerne (fig. 4). Denne lagdeling repræsenterer ikke en bevaret, oprindelig sedimentær lagdeling, men er klart tektonisk betinget, fremkaldt af den flydning som foregik i den inkompetente gnejs under boudinernes dannelse. Men havde boudinerne ikke været der, havde det været meget svært at se, hvor "frygtelig meget ondt" gnejsen har gennemgået.

Fjeldene ved Bowdoin Bugt, hvor boudinerne kan blive over 20 meter tykke, burde egentlig udnævnes til typelokalitet for fænomenet boudinage - i stedet

for Lohest's lokalitet ved Bastogne. For selv om tektoniske eksperimenter, bl. a. i professor Rambergs laboratorium i Uppsala, nu for længst har vist, at et lag, der boudineres, bliver trukket ud og gjort længere langs med lagdelingen, så diskuteres dannelsen af "pølserne" ved Bastogne fortsat.

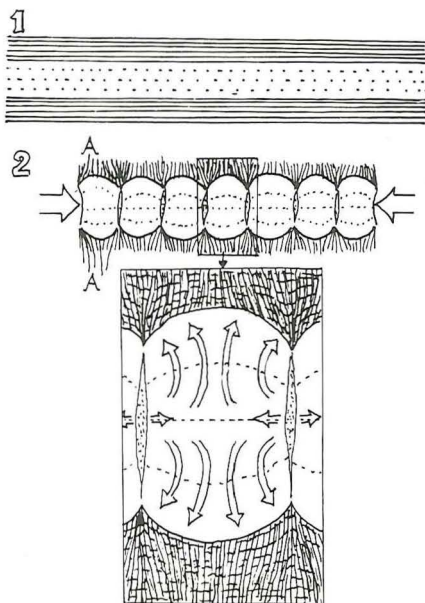
Nyere undersøgelser i typeområdet ved Bastogne tyder tilmed på, at adskillige af Lohest's boudiner slet ikke er rigtige boudiner i gængs betydning. De menes, som oprindeligt foreslået af Quircke, at være dannet ved lag-parallel sammenpresning af de kompetente sandstenslag, hvorved over- og undersider af sandstenslagene skiftevis bulede ud og klemtes spidst indad. Samtidig hermed udvikledes en aksialplan-skifrihed i den omgivende skifer, se fig. 5 og 6.



Figur 5. Mullion strukturer. Til venstre fra Dedenhorn i Nord-Eifel (Ardennernes fortsættelse ind i Tyskland). Der ses skråt ind på overfladen af en sandstensbænk. Tegnet efter foto af K. Albrecht. Til højre mullions (K-boudiner) set i tværsnit tæt øst for Bastogne. Aksialplan-skifriheden ses her at "løbe sammen" ind mod boudinernes indbyrdes adskillelse, der i sandstensbænken i øvrigt markeres af kvartsårer. Sandstensbænken er ca. 25 cm tyk. Tegnet efter foto af H. Brühl 1967.

En stor del af de strukturer, som Lohest i 1908 døbte boudiner, bør derfor retteligt benævnes som modstående mullions, et begreb som N. Nolan indførte i 1891 for at karakterisere tilsvarende langstrakte, men ensidige strukturer ved Donegal i Irland. Mullion er en engelsk for drejning af det franske ord "munition", som betegner de søjler (sprosser), der deler et gotisk vindue op i flere mindre buer.

Kun hvor Bastogne-områdets sandstensbænke med mullion strukturer blev kippet så meget, at de blev udsat for trækspændinger og udvidelse langs med den oprindelige lagdeling, er der tale om egentlig boudinage i gængs forstand. Den tyske tektoniker H. Brühl har derfor foreslået, at kalde mullion pølserne fra



Figur 6. Princippet i dannelsen af modstående mullions. Øverst (1) ses en kompetent bæk omgivet af inkompetente skifre. I (2) er den kompetente bæk presset sammen parallelt med lagdelingen og er skiftevis bulet ud og foldet spidst indad langs over- og undergrænsen. Samtidig hermed er der udviklet en aksialplan-skiffrighed (A-A) i den omgivende skifer.

Nederst i det forstørrede udsnit angiver pilene, hvordan plastisk "flydning" i den enkelte "pølse" har ført til, at der åbnes (kvartsfyldte) tværbrud samtidig med, at "pølse-enden" antager tøndeform.

Ardennerne og Eifel for "K-boudiner", og at betegne de boudinerede mullions som "L-boudiner", hvor K står for kompression og L for forlængelse.

Men hvorfor ikke hellere glemme typelokaliteten og lade de tusinder og atter tusinder af boudiner, som nu er beskrevet, forblive boudiner ?

"Man sætte Ølse for, man sætte Ølse bag, "boudinen" beholder dog sin smag"

