

strukтуры podle měřítka: submikroskopické (řád  $\mu\text{m}$ )

mikroskopické (úroveň min. zrn a jejich agregátů)

mezoskopické (strukтуры metrových rozměrů - vrásy)

makroskopické (strukтуры stometrových až km řádů -  
zobrazované v geol. mapách)

megaskopické (strukтуры řádu stovek desítek až stovek km  
např. pásemná pohoří, rifty aj)

Obr. 55: Genetická a velikostní klasifikace geologických struktur

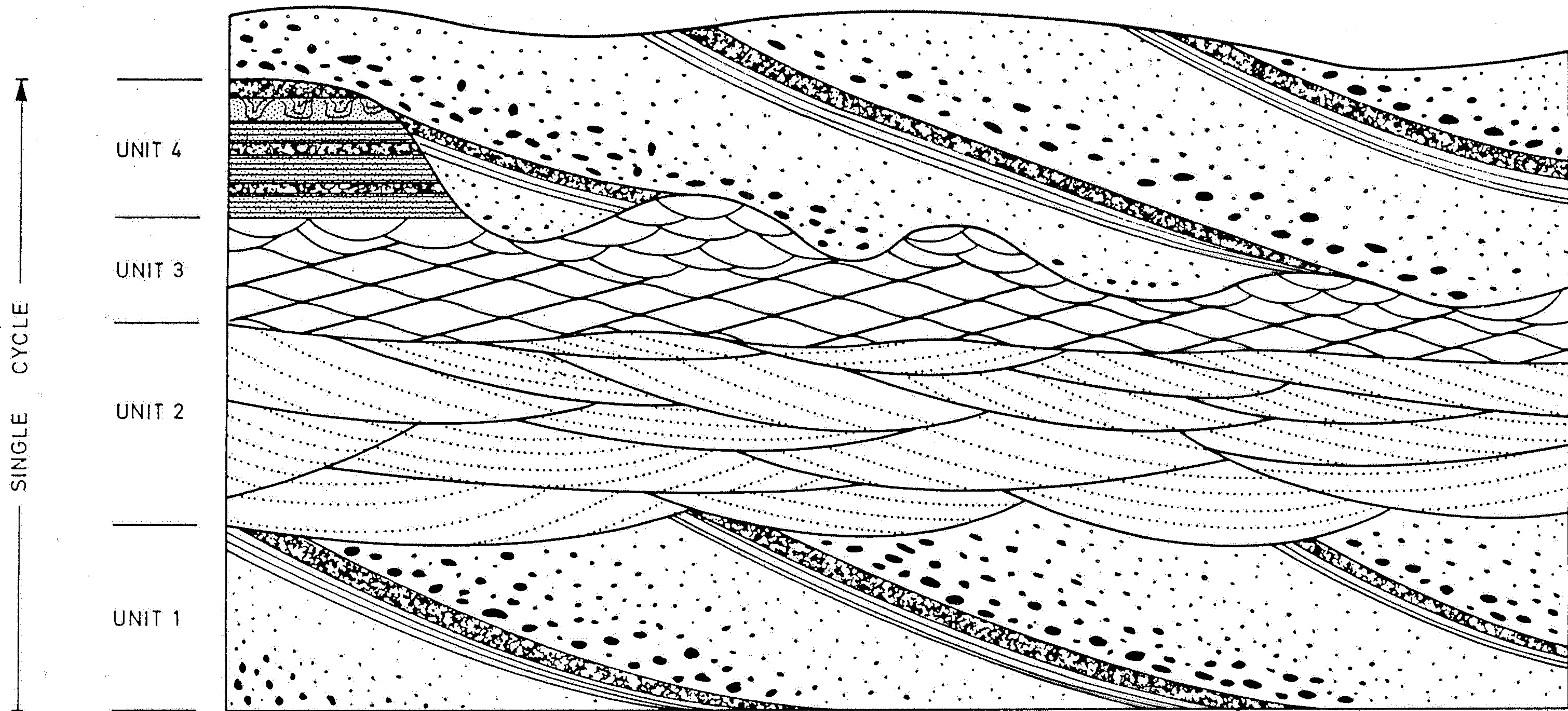


Fig. 401. Schematic vertical sequence of a braided river deposit. Unit 1—large-scale cross-bedding with pebbles; unit 2—megaripple bedding, medium sand; unit 3—small ripple bedding, fine

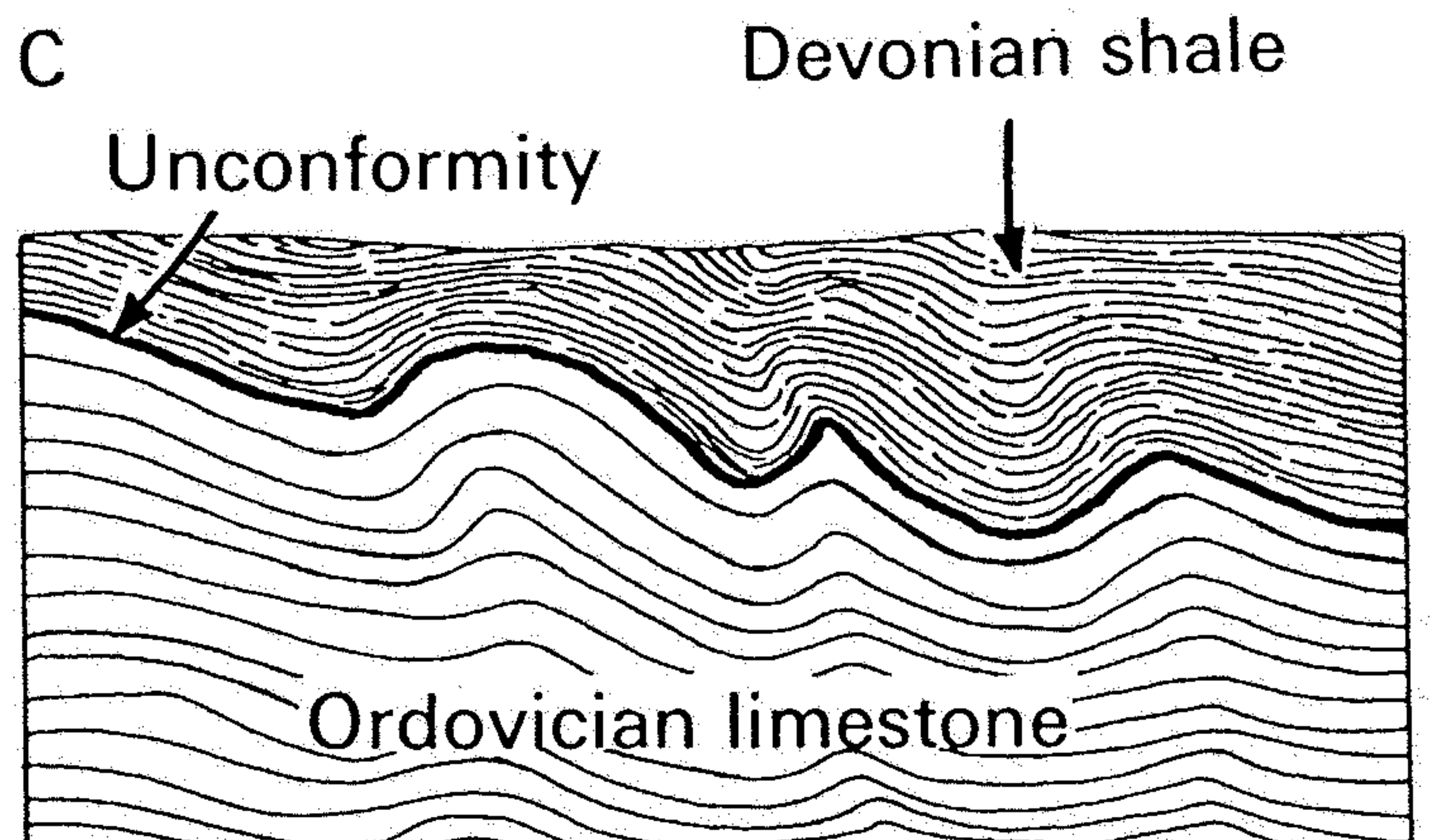
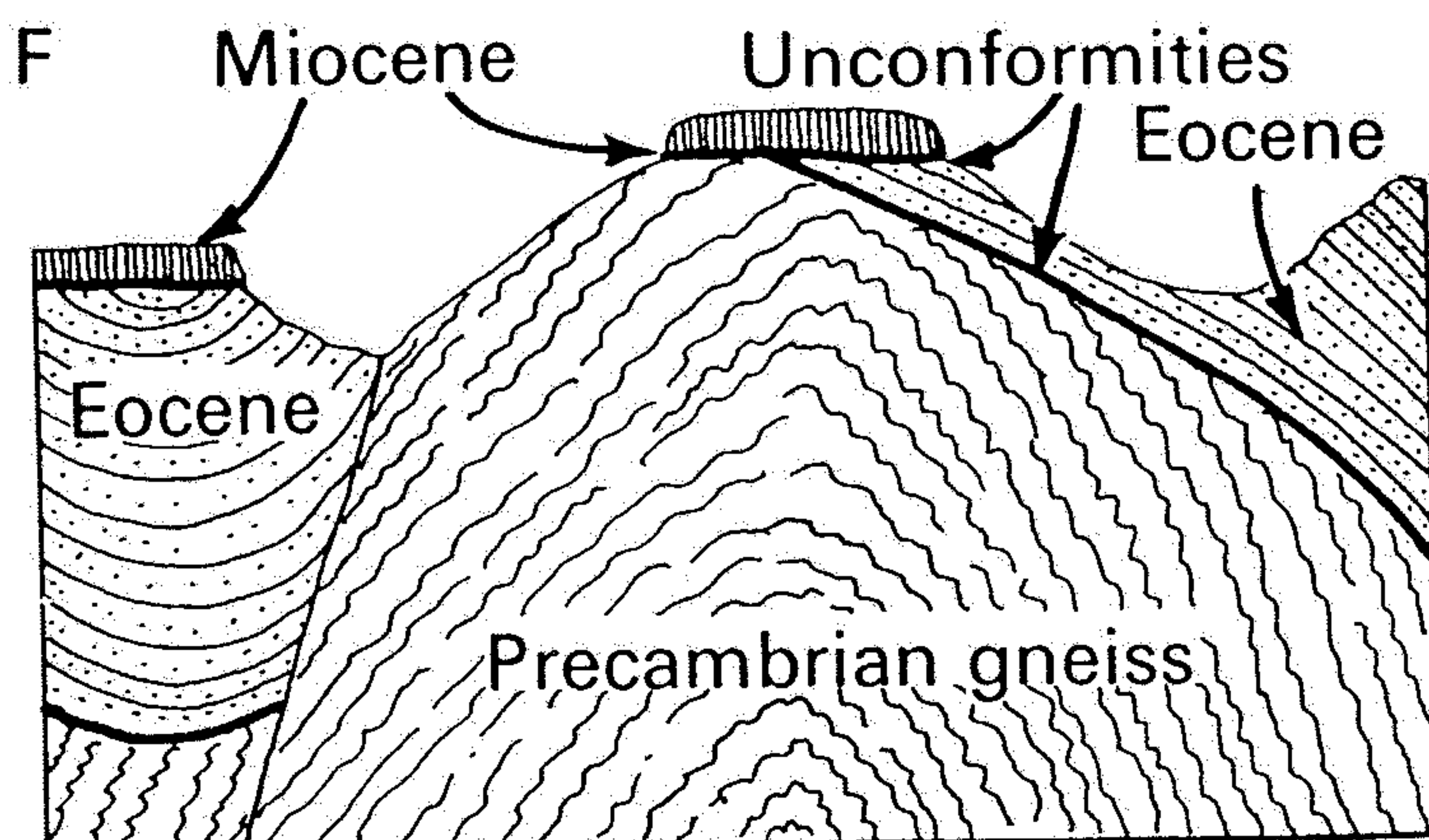
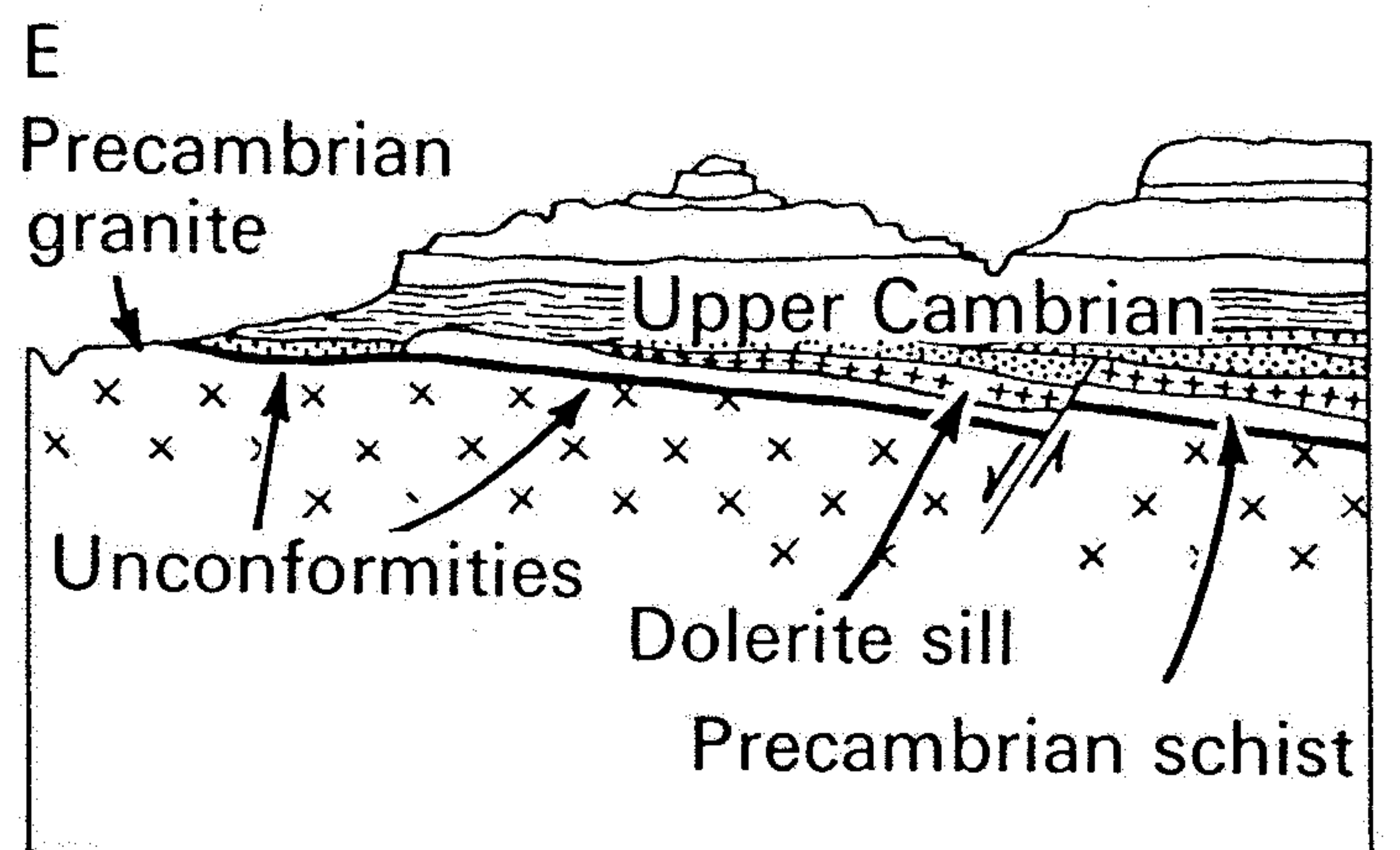
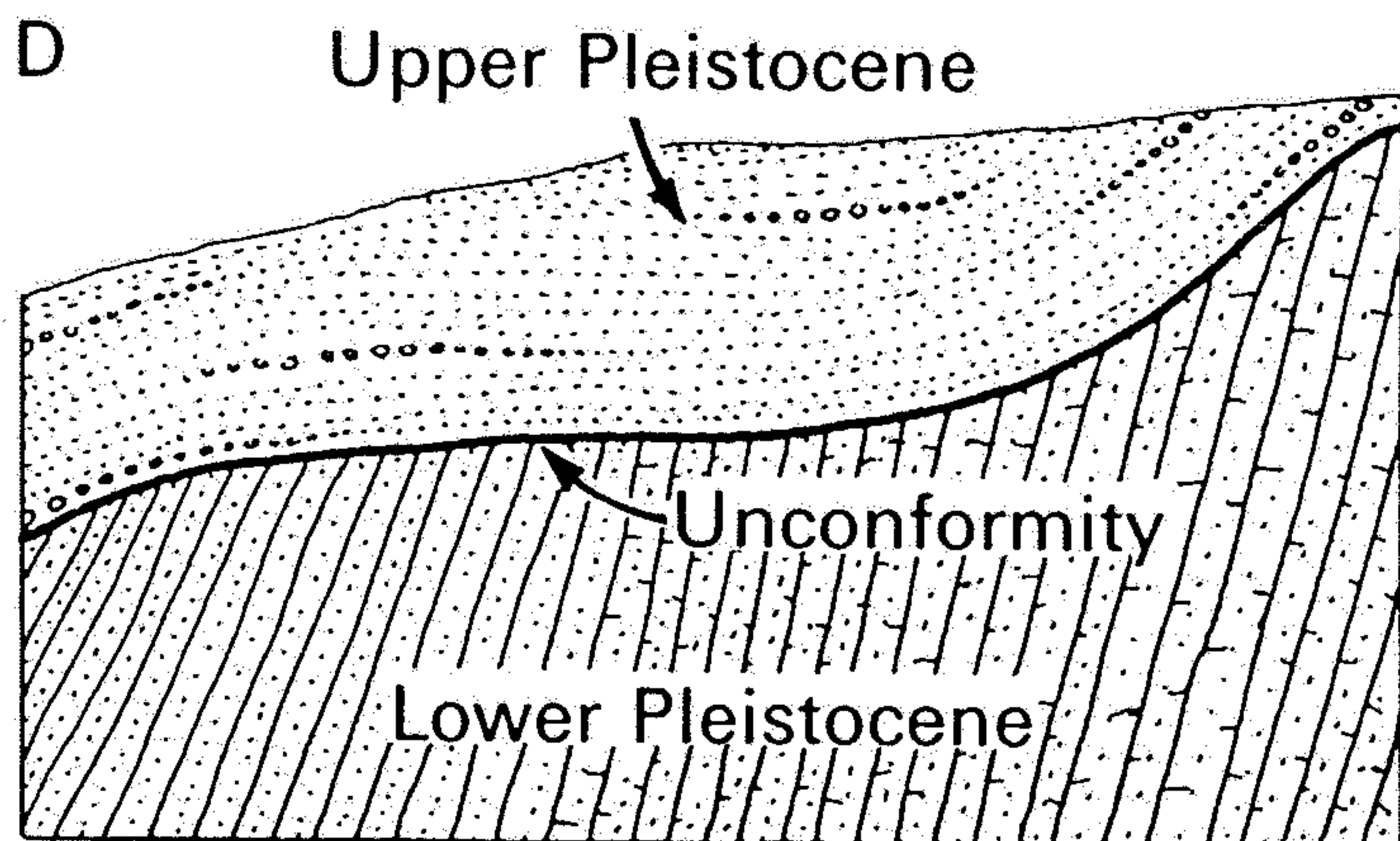
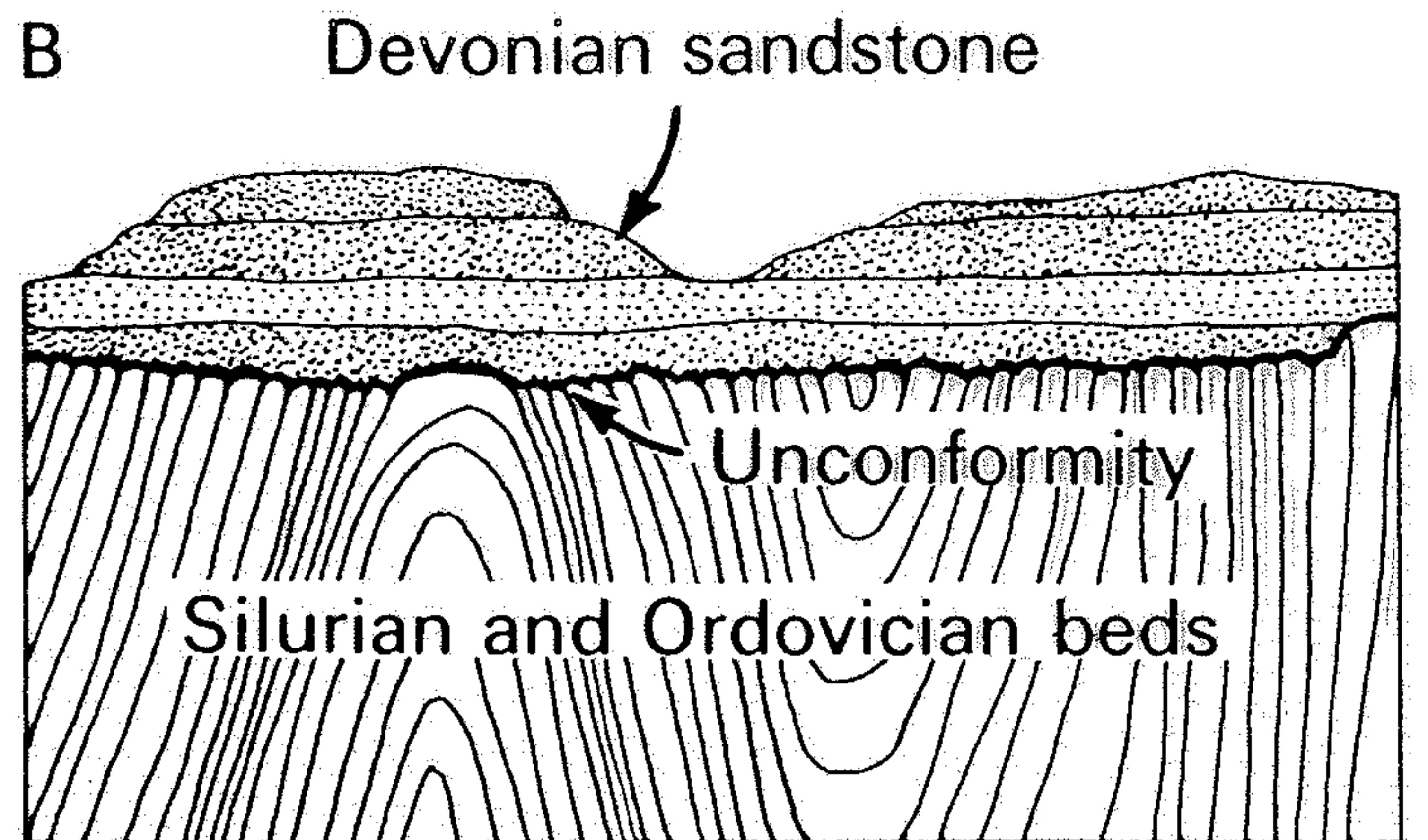
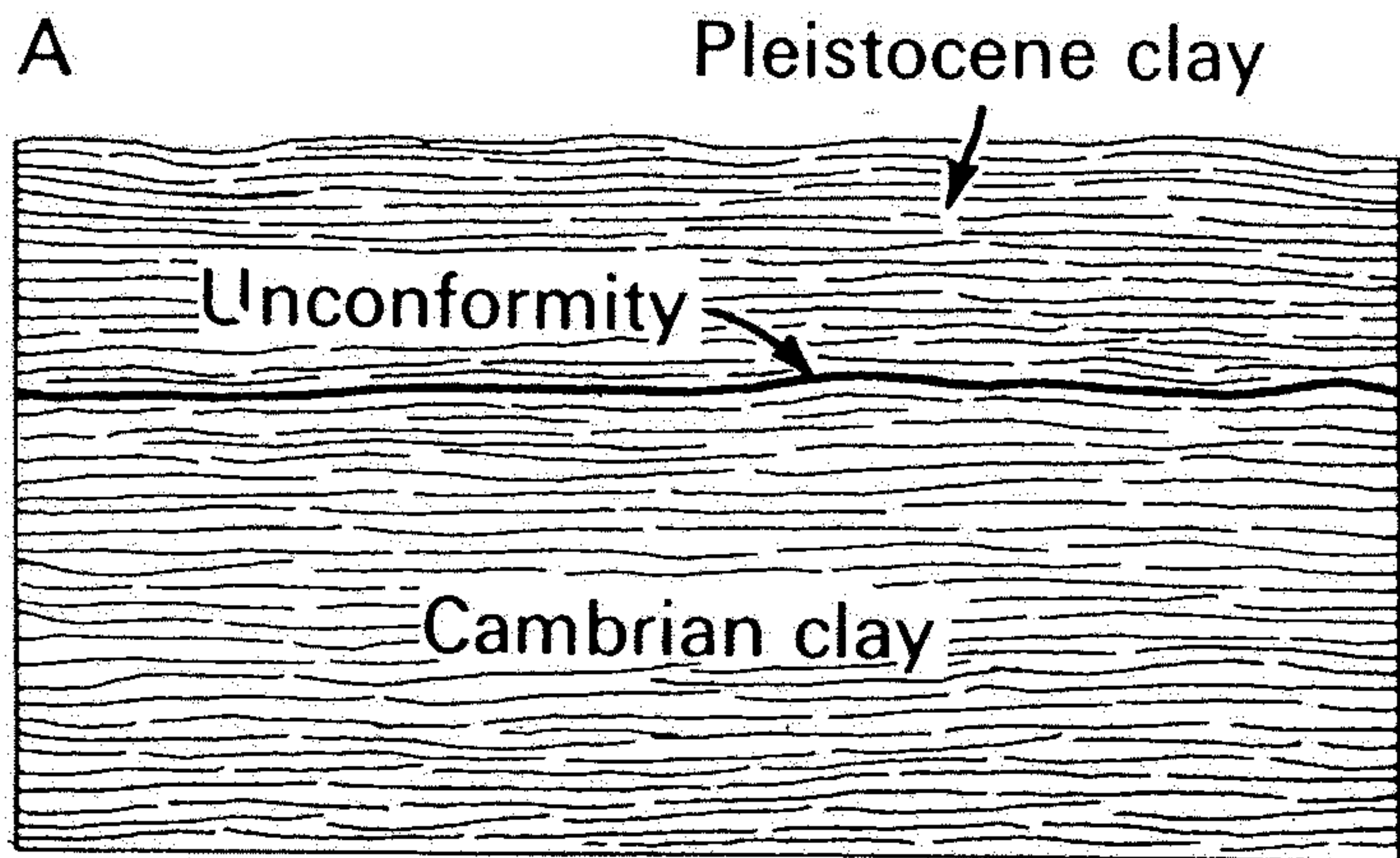
sand; unit 4—fine sand and mud, horizontal bedding, occasional convolute bedding. (Based on data of Doeglas 1962)

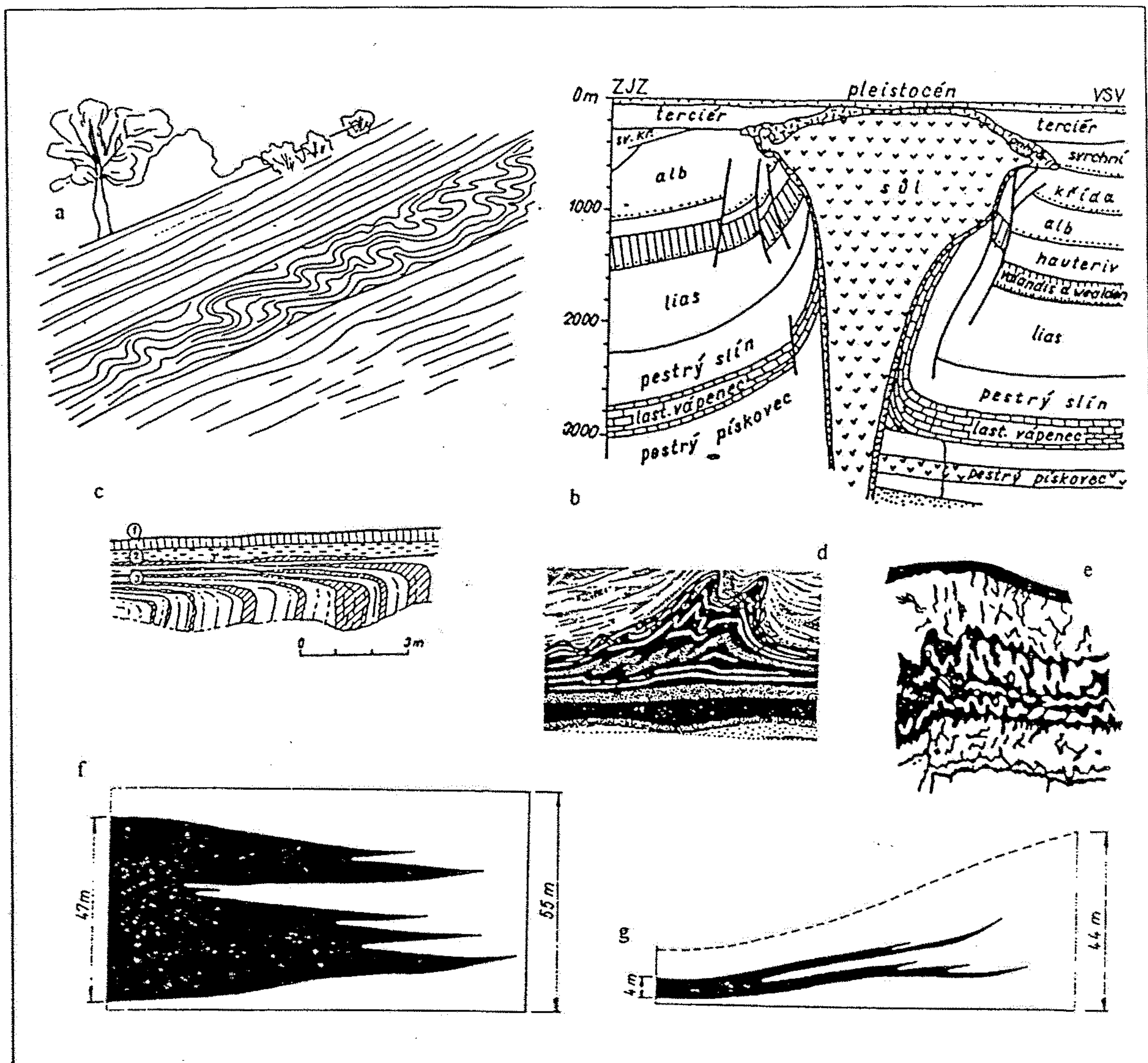
*Cross sections showing different kinds of unconformities.*

*A: Baltic region, U.S.S.R.; B: Siccar Point, Scotland;*

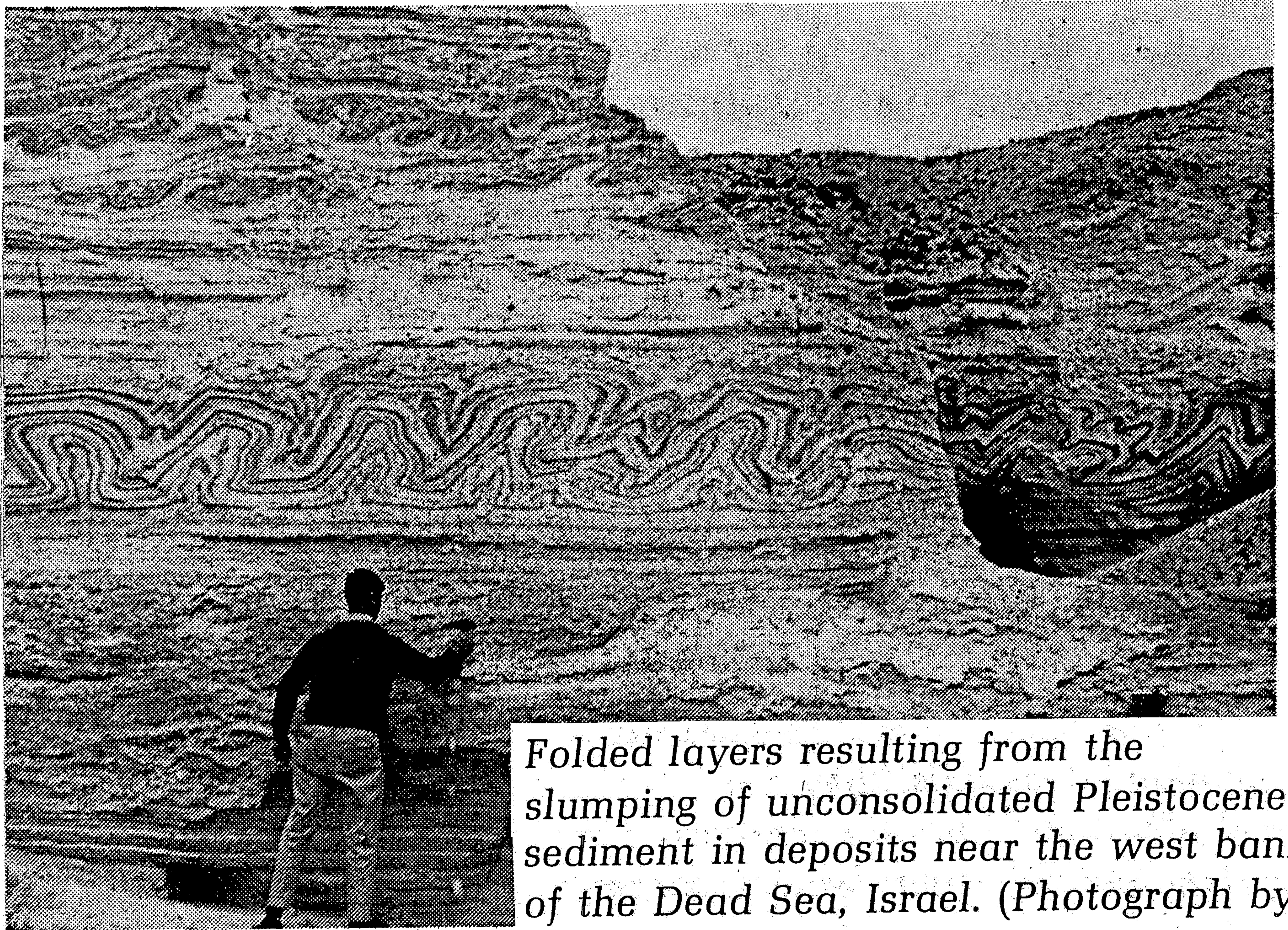
*C: central Alabama; D: Palos Verdes Hills, California;*

*E: Grand Canyon, Arizona; F: central Washington.*

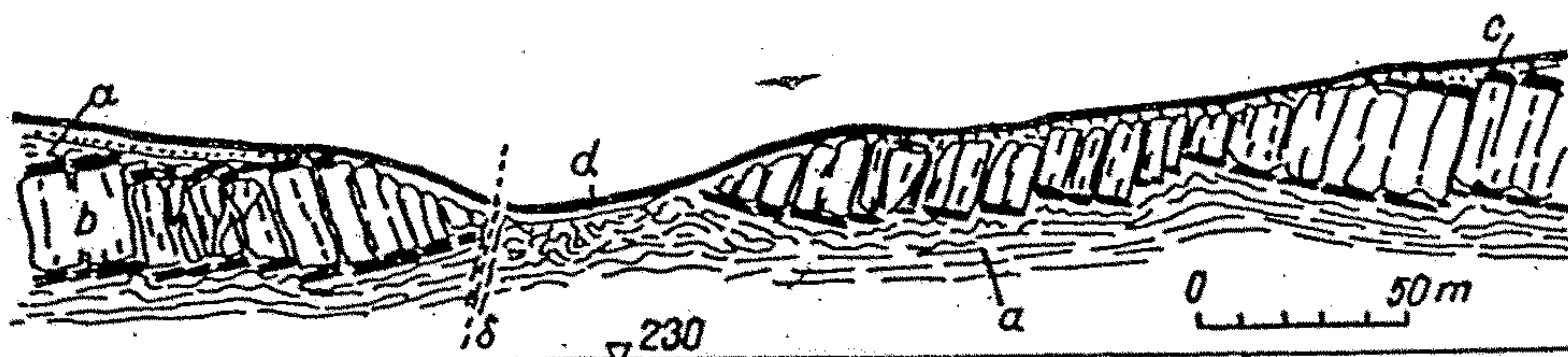




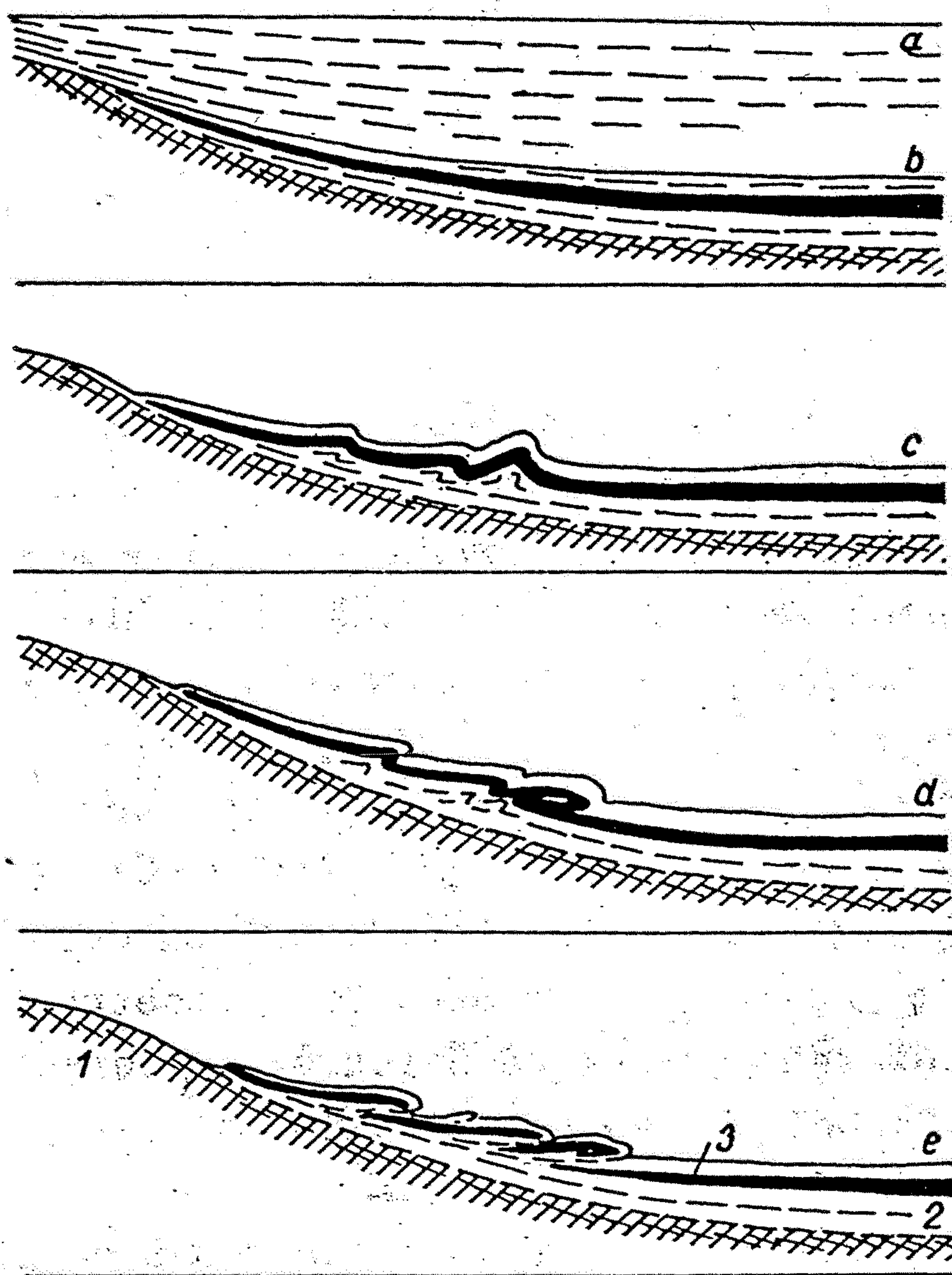
Obr. 58: Příklady netektonických (nediastrofických) deformací časté v plastických nezpevněných sedimentech v blízkosti zemského povrchu: a) intraformační skluz v tence vrstevnatých miocénních pískovcích (Losacco 1963). b) hřibovitý solný peň s vlekem vrstev na bocích a anhydritovým "kloboukem", Wienhausen-Eicklin-Zelle, SRN (podle Benz, 1949), c) hákování vrstev ve stavební jámě nemocnice v Motole. 1. spraš, 2. vyvlečené cenomanské jíly, 3. zvětralé jílovité břidlice bohdalecké (ordovik) - podle Q. Záruby, V. Mencla 1974), d) glacitektonické zvrásnění lignitové sloje podle de Sittera 1956), e) enterolitické (střívkovité) struktury vznikající v plastickém sádrovci (Jaroš, Vachtl 1978). f) řez znázorňující původní mocnost rašeliny, g) mocnost sloje redukováná kompakcí, přičemž dochází současně ke změně tvaru tělesa.



Folded layers resulting from the slumping of unconsolidated Pleistocene sediment in deposits near the west bank of the Dead Sea, Israel. (Photograph by R. B. Hargraves)



Obr.V.21. Baldžink (buldging) v údolí řeky Luciny u Ostravy.  
 a - slinité břidlice spodní křídý; b - těšinit;  
 c - kontaktně přeměněné břidlice; d - rozměklé a vytlačené  
 břidlice; na dně údolí. (podle Q. Záruby 1956).



Obr.V.13. Gravitační shrnování uhelné  
 sloje na okraji sedimentační  
 pánve. a - uhelná sloj je kryta mocným  
 nadložím, b - relief povrchu pánve po  
 denudaci nadloží, c - shrnování sloje ve  
 formě šikmých vrás s vergencí po svahu  
 podloží, d - na příkřejším svahu přechá-  
 zejí do překocených, ležatých až ponoře-  
 ných vrás, e - v krajním případě vznika-  
 jí sesuvy podle predisponovaných smykových  
 ploch. 1 - podloží, 2 - jílovité a jílo-  
 vito-písčité sedimenty, 3 - uhelná sloj.  
 (Podle J. Rybáře - J. Dobra 1965).

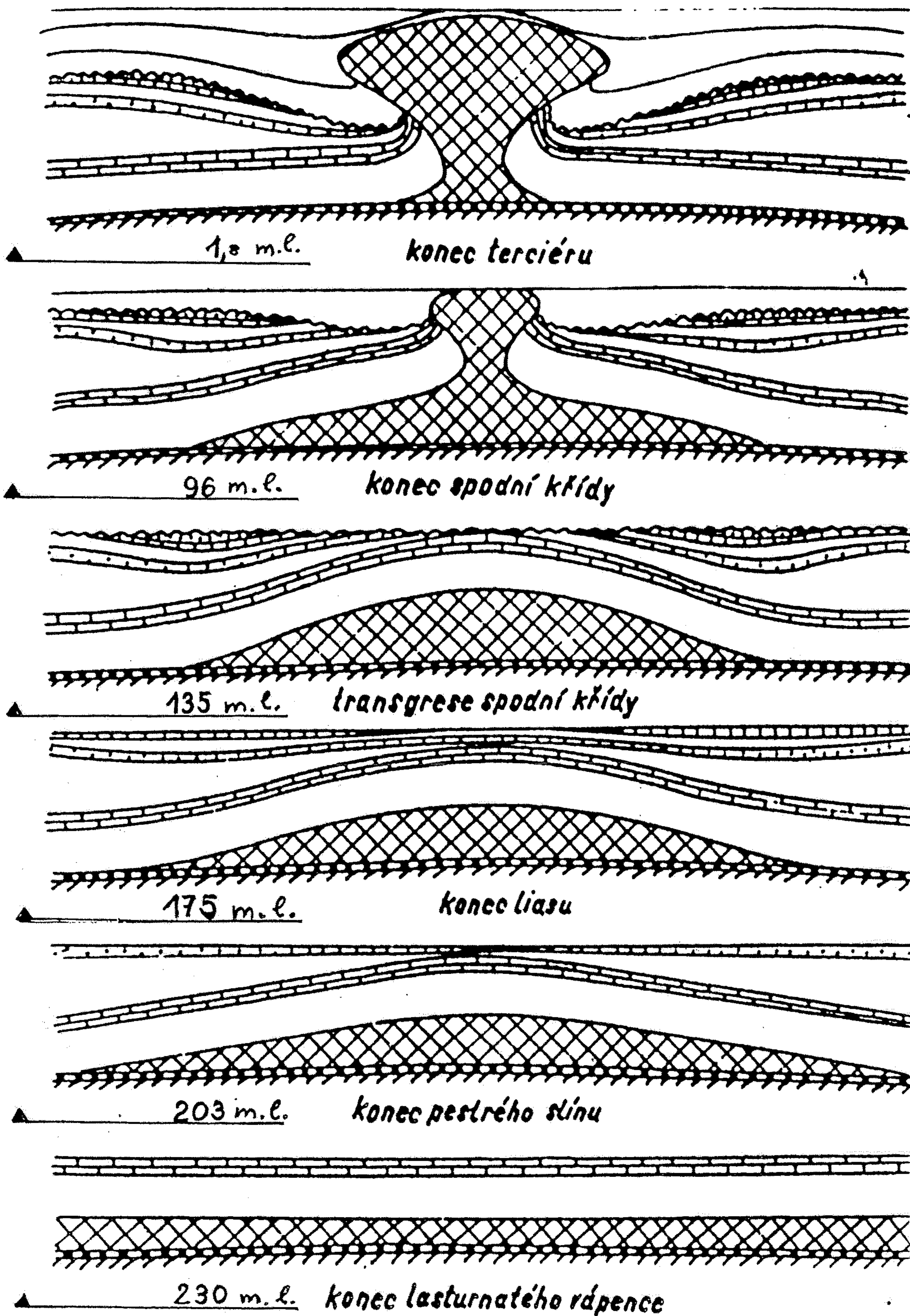


Schéma vývojových stadií diapirismu pně svrchnopermské soli  
(Podle F. Trusheima, 1957.)

# TYPY DEFORMACÍ

1. Objemová deformace: a. Zmenšení  
b. Zvětšení
2. Tvarová deformace: a. Dočasná = elastická (pružná)  
b. Trvalá = plastická (duktilní)

----- pole pružnosti ----- mez pružnosti -----	elastická deformace = reversibilní
----- pole pružně – vazkého stavu ----- mez plasticity -----	pomezí elasticko-plastických deformací duktilní = vrásavá = plikativní = pole plasticity = duktility = konjunktivní (spojitá) deformace: VRÁSY (bez porušení soudržnosti)
----- mez soudržnosti -----	budináž pole křehce duktilního stavu křehce-duktilní deformace: kliváž (částečné porušení soudržnosti) střížné zony
----- mez tříštění -----	křehká = rupturní = pukliny = disjunktivní (nespojité) deformace: zlomy = (ztráta soudržnosti) = dislokace

## Reologie – odvětví mechaniky – reakce látek na deformující síly (reolog. chování)

Reologický stav horniny : vztah mezi působícím tlakem (stresem) a přetvořením horniny .

Reologické chování hornin určují tyto hlavní faktory:

**TLAK**

**TEPLOTA**

**SLOŽENÍ HORNINY**

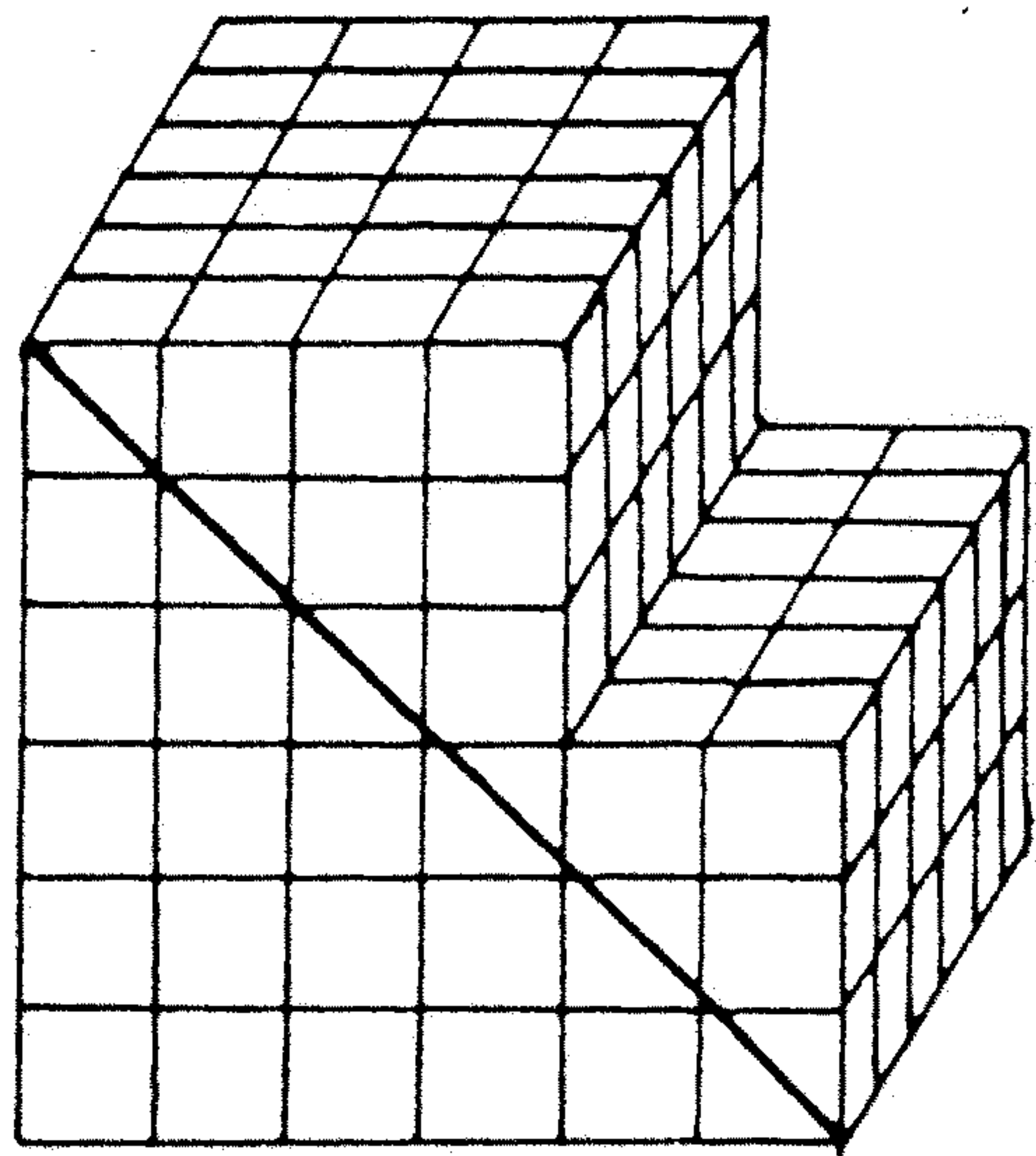
**RYCHLOST DEFORMACE A TYP DEFORMAČNÍ DRÁHY**

**PŘÍTOMNOST FLUID**

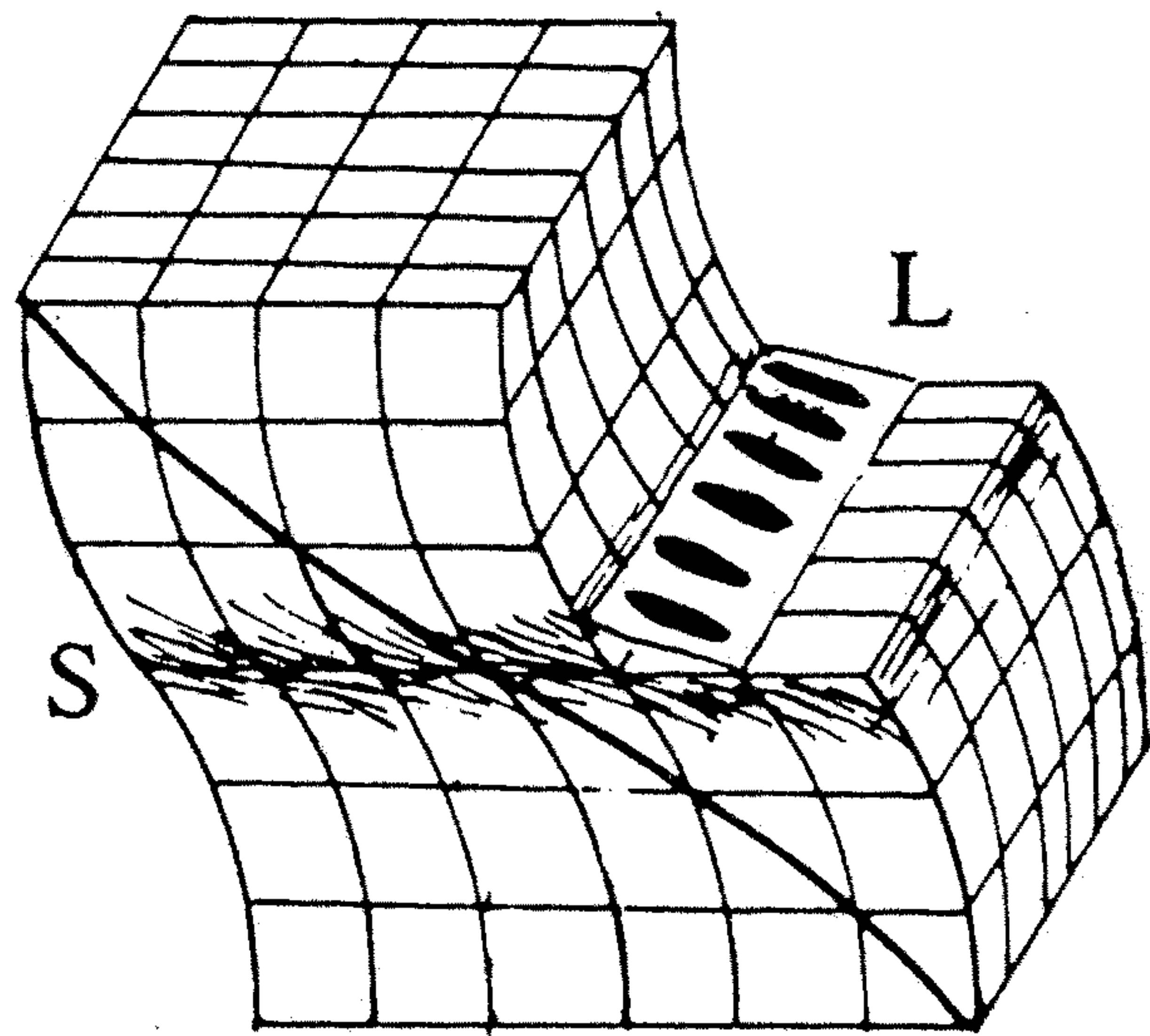
Reologická tělesa (modely idealizovaných reologických hmot, jejichž přetvárné vlastnosti jsou dány vztahem mezi působícím napětím a způsobem jejich deformace:

1. Hookovo elastické těleso – vratná deformace do meze pružnosti
2. Venatovo plastické těleso
3. Binghamovo plasticko-viskozní (viskoplastické) těleso
4. Newtonovo viskozní těleso = newtonovská kapalina

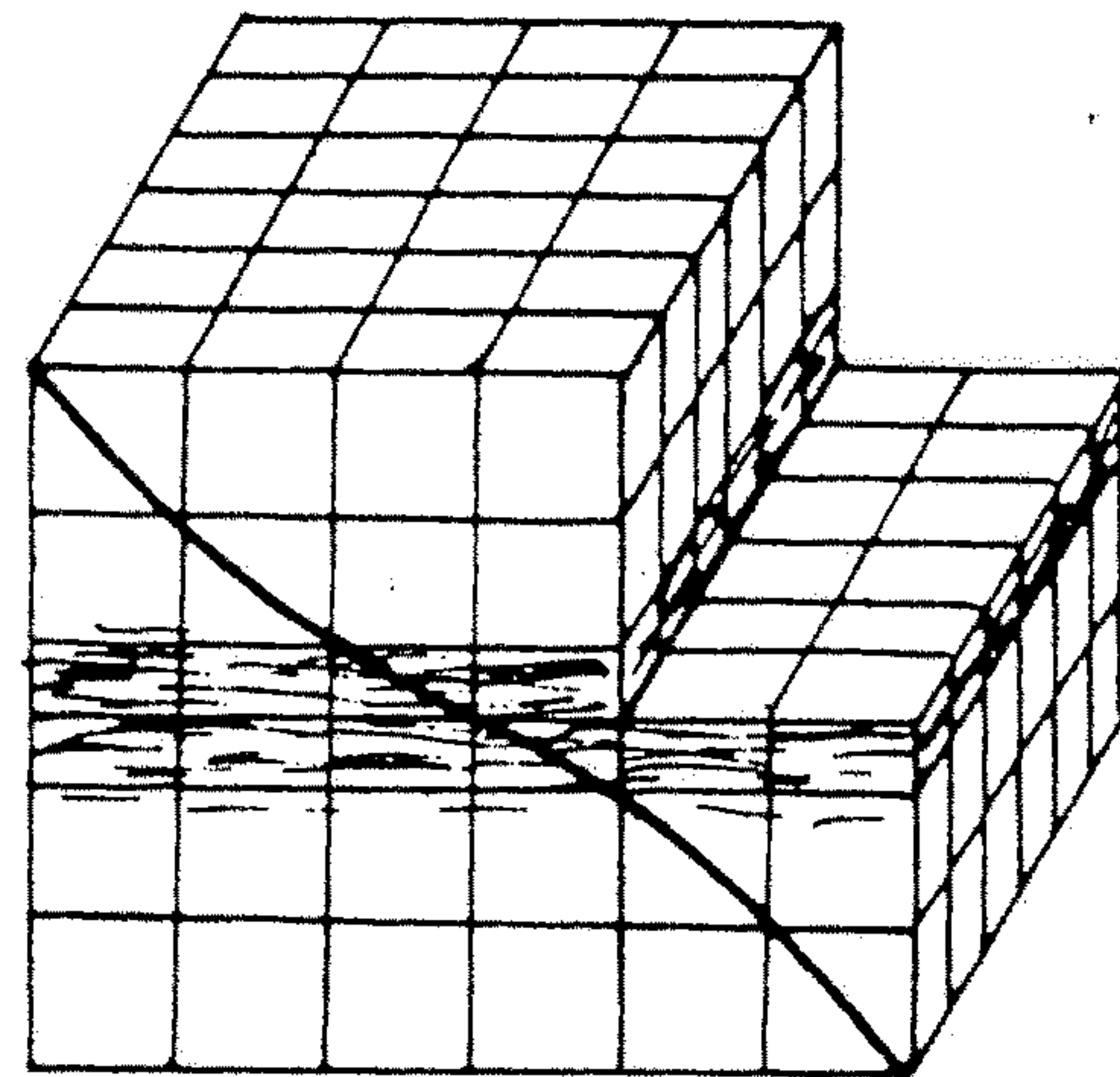




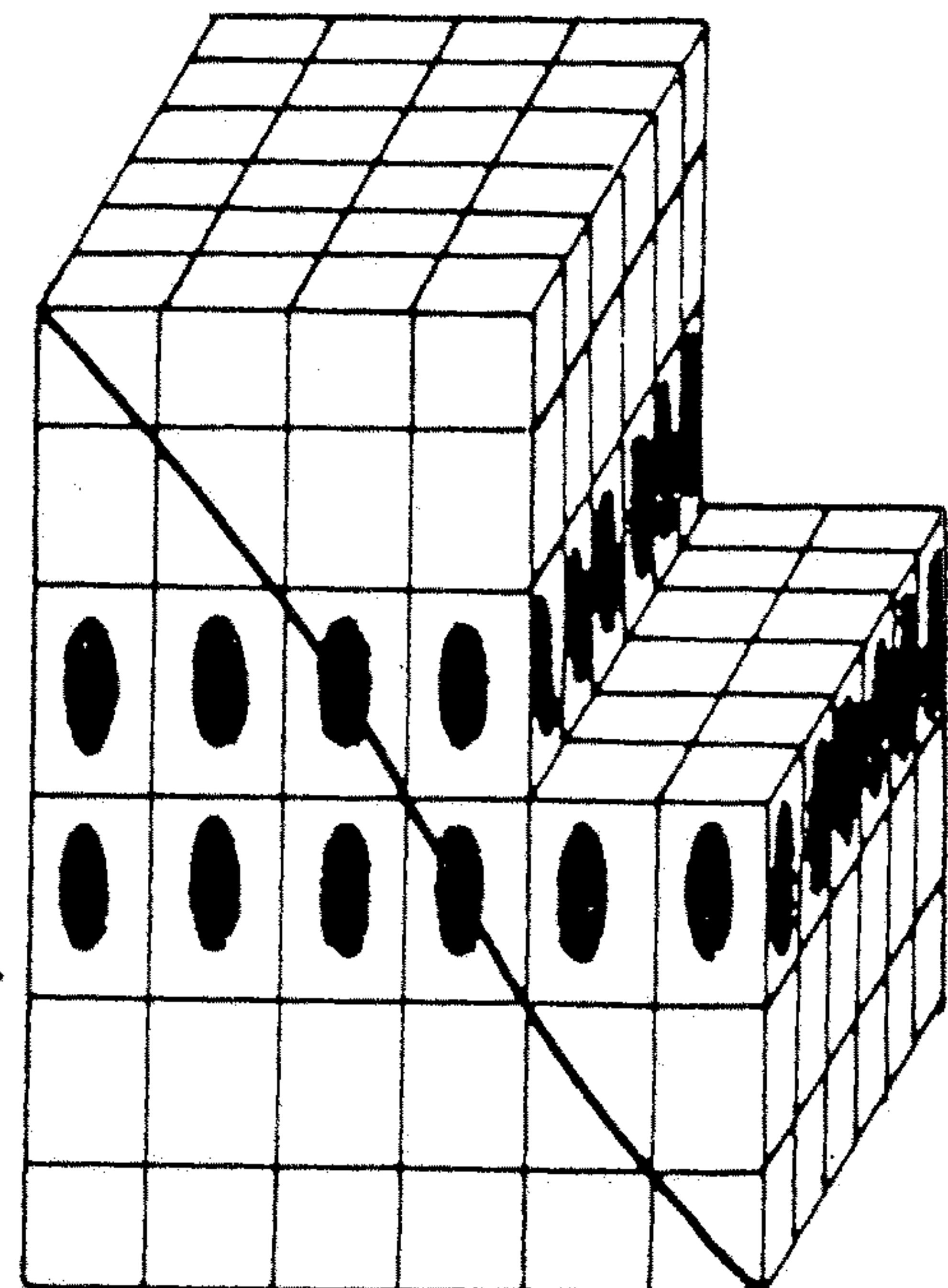
état initial



cisaillement  
simple

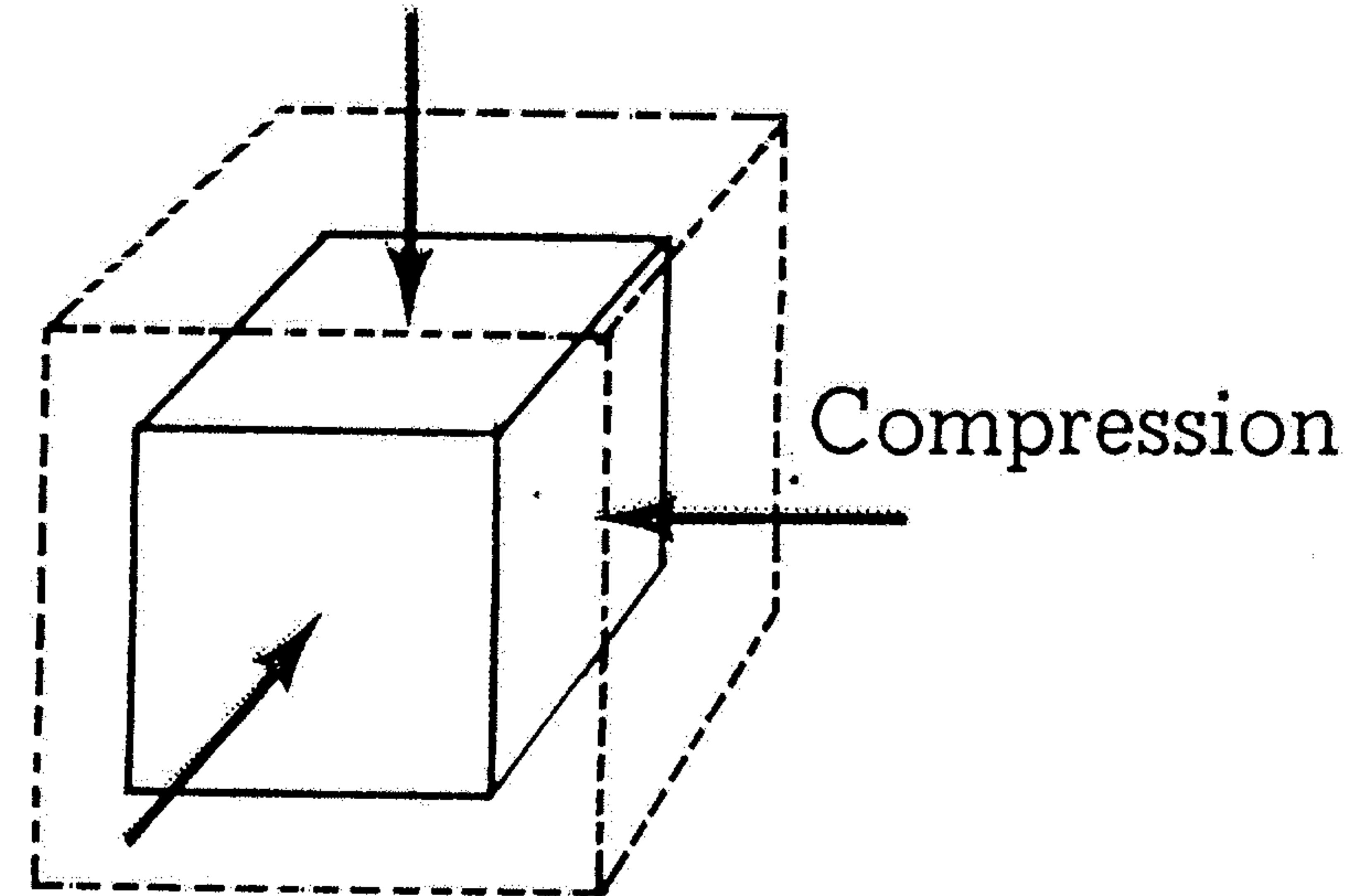
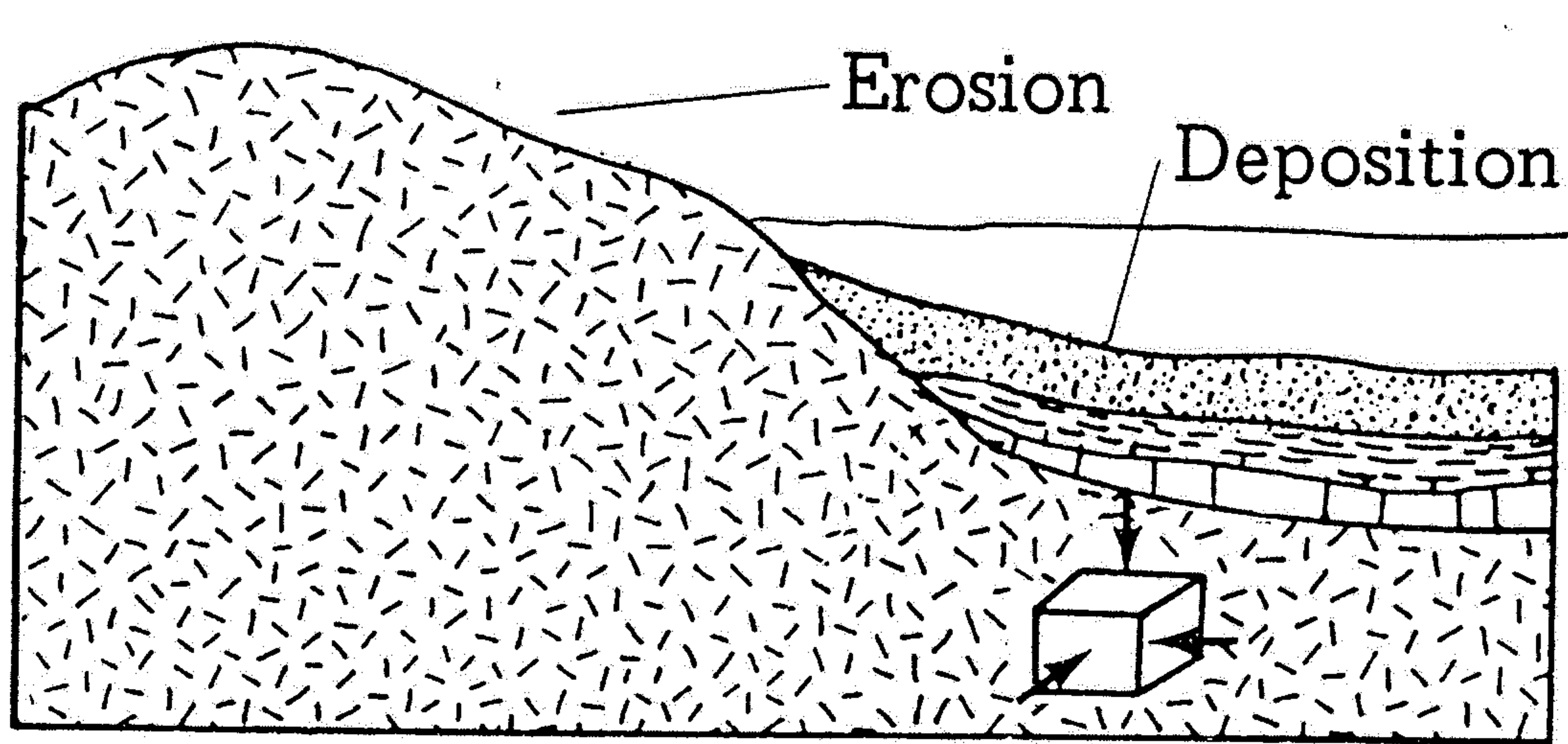


diminution  
de volume

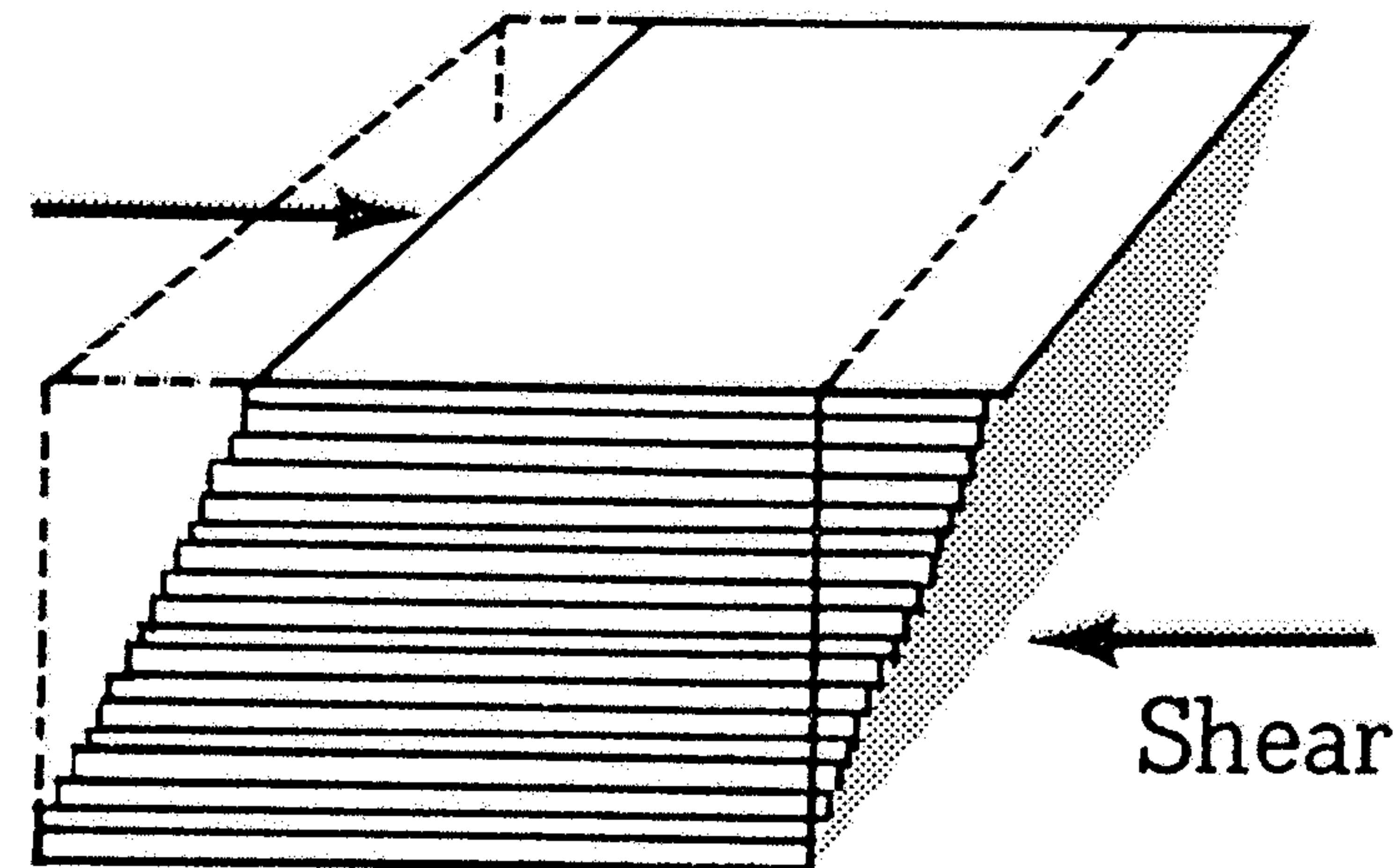
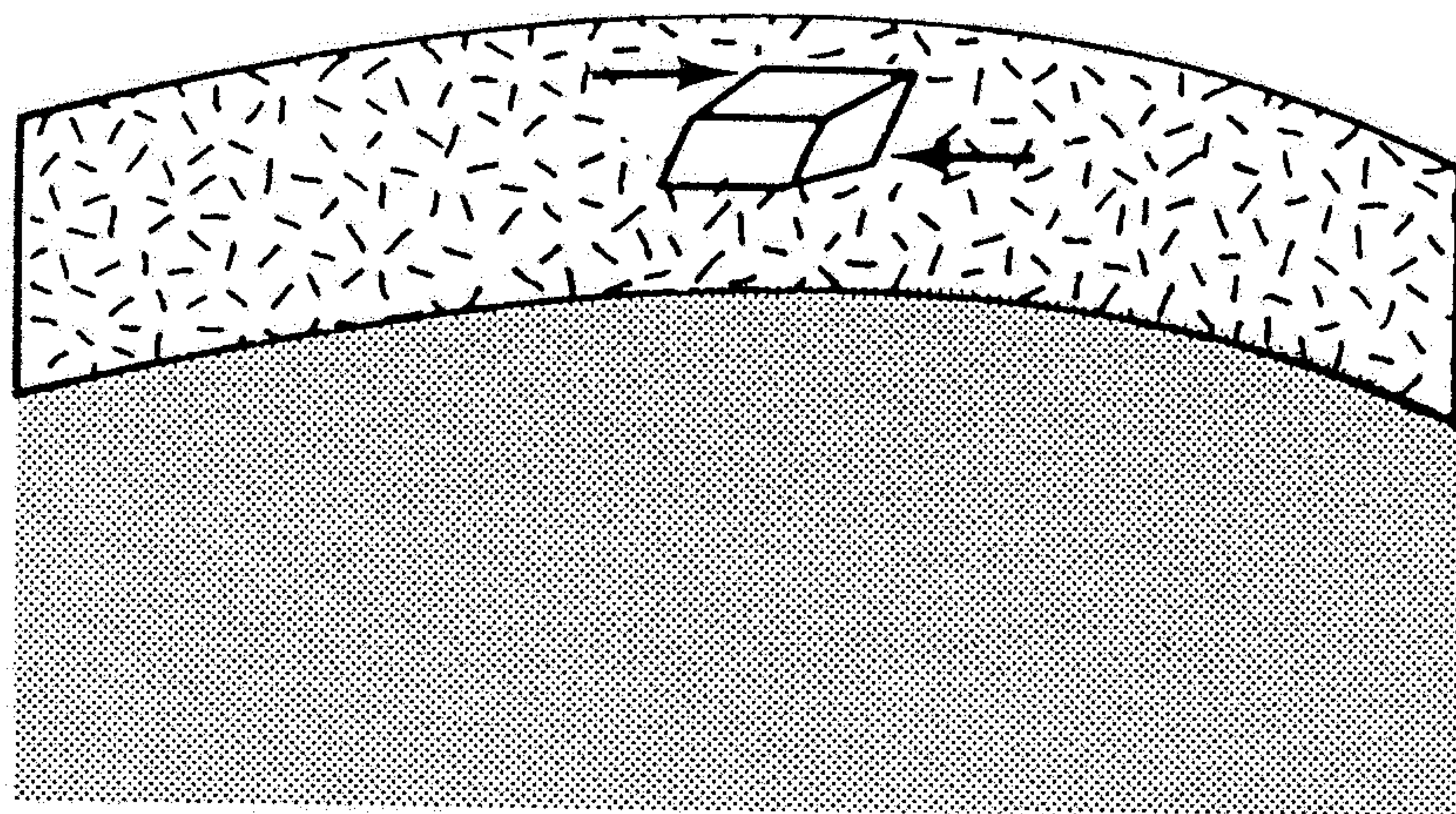


augmentation  
de volume

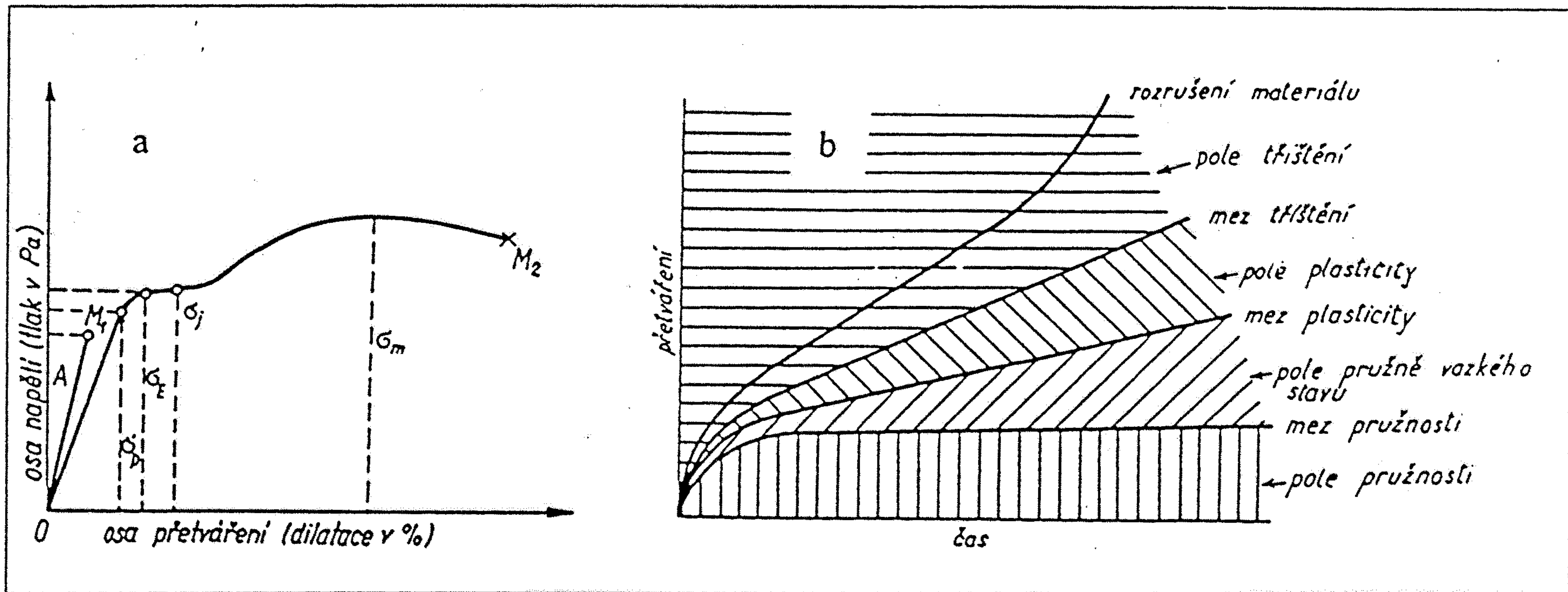
9.1 Deformation may produce change in volume without change in shape, or change in shape without change in volume, or a combination of the two.



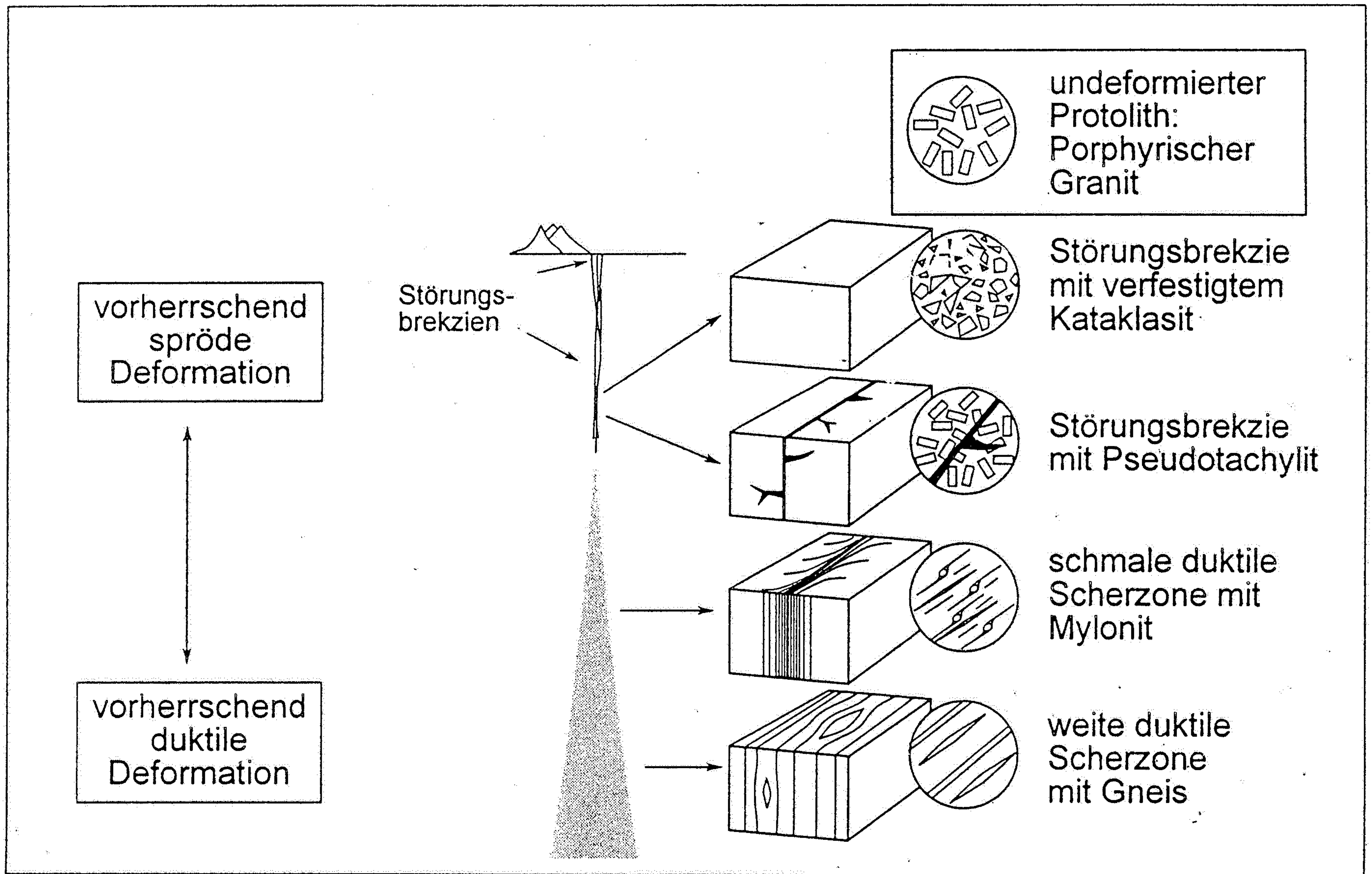
Volume deformation



Shape deformation

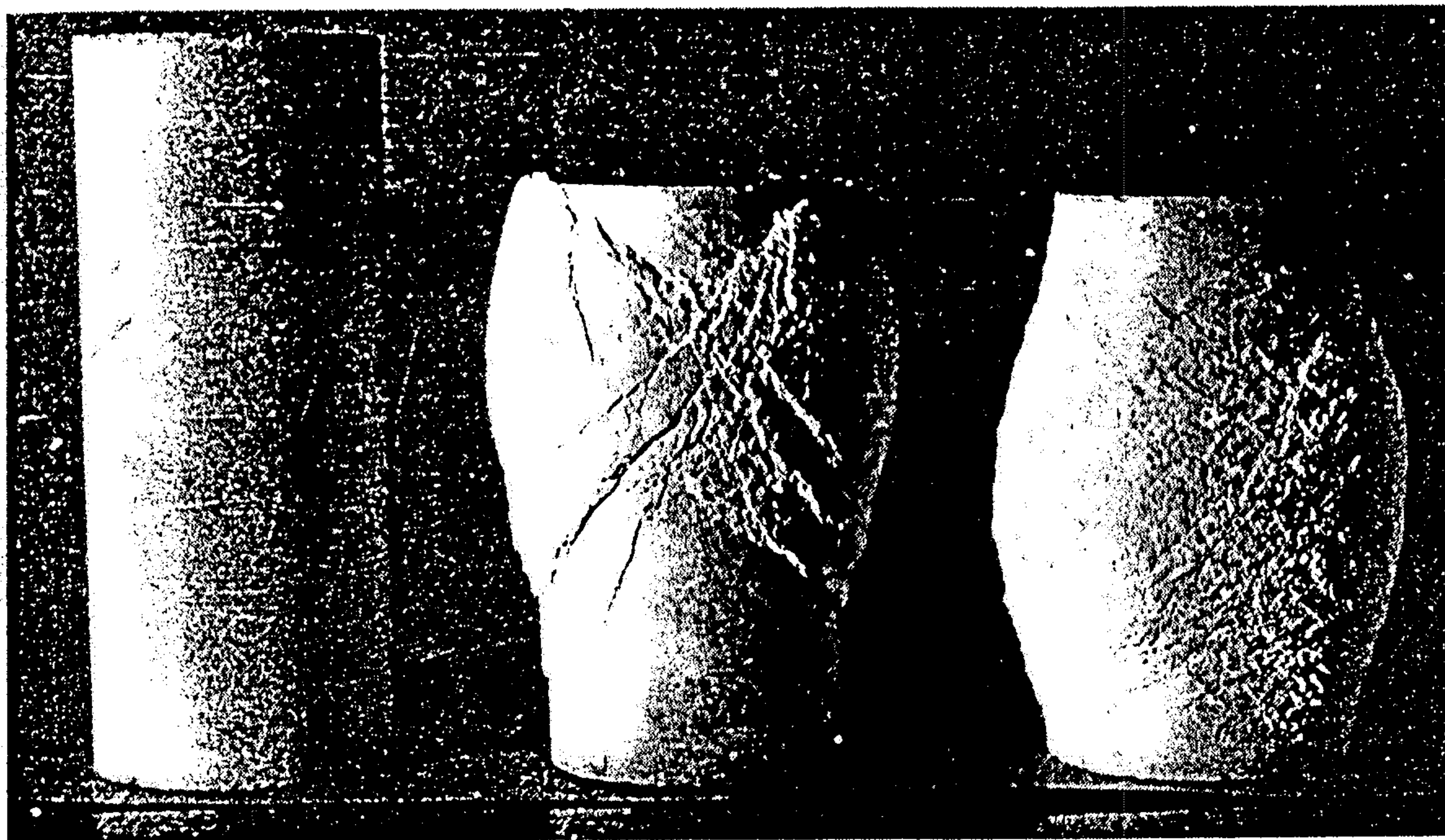


Obr. 64: a) Přetvárný diagram (napětí vs. deformace) elastické substance při roztážení  $\sigma_p$  – mez proporcionality,  $\sigma_B$  – mez pružnosti,  $\sigma_j$  – mez plasticity,  $\sigma_m$  - mez pevnosti (konečná pevnost),  $M_1$  -porušení křehké substance,  $M_2$  - porušení vláčné (duktilní substance)- podle Billingse 1965 in Jaroš, Vachtl 1978); b) Schematický diagram přetváření - čas znázorňující jednotlivé meze a pole deformace (de Sitter 1956)



Schematischer Schnitt durch eine Blattverschiebung. Die Scherzone ist in der spröden Oberkruste an einzelne Störungen gebunden und weitet sich in der duktilen Unterkruste aus. Rechts sind am Beispiel

eines porphyrischen Granits wichtige Deformationstypen dargestellt, die mit zunehmender Tiefe auftreten (nach PASSCHIER & TROUW, 1996).



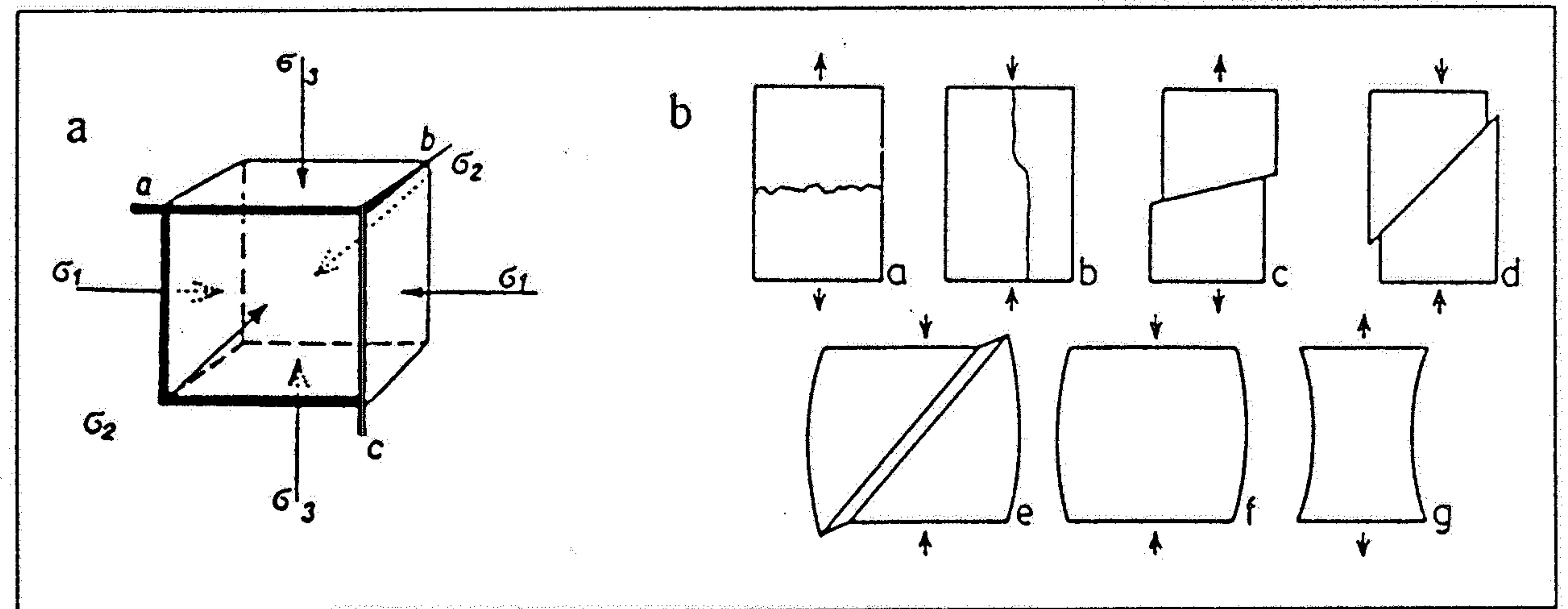
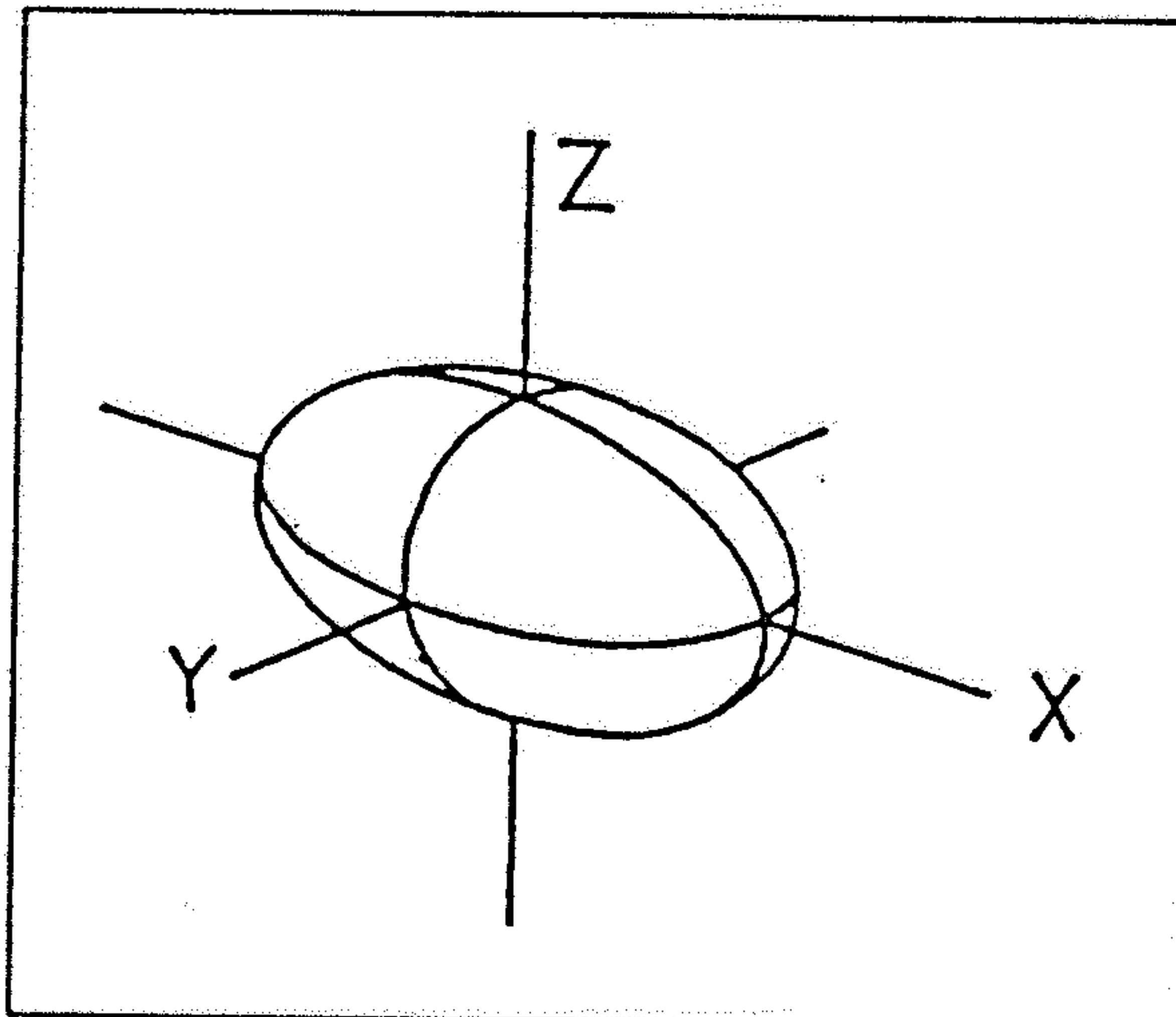
(a)

(b)

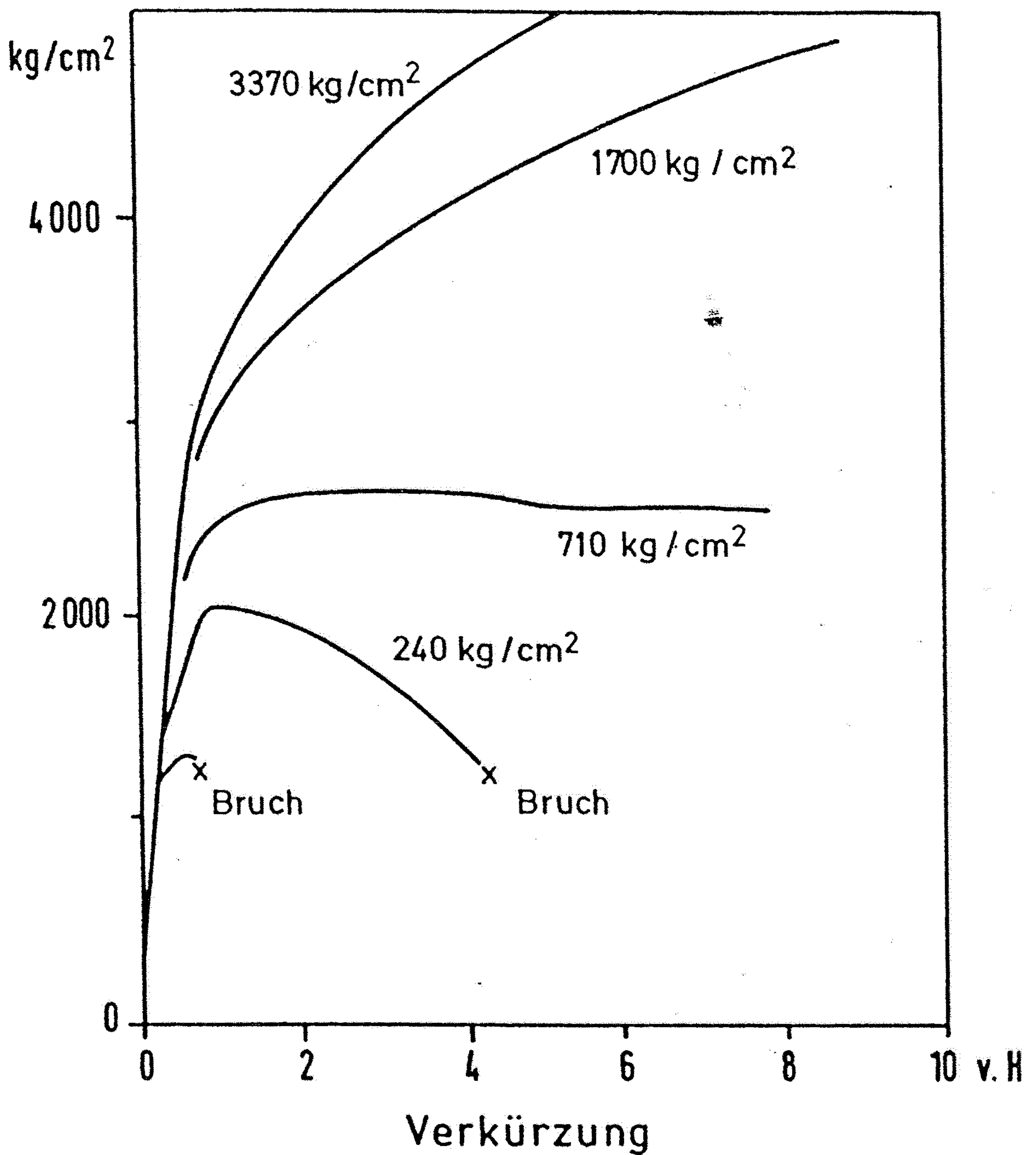
(c)

Figure 4-3

Marble cylinder deformed in a laboratory by pushing down at one end. (a) Undeformed; (b) 20% strain (shortened by 20% of the original length), 270 atmospheres confining pressure; (c) 20% strain, 445 atmospheres confining pressure. Note that the sample is ductile at higher confining pressure and brittle at lower confining pressure. [Photo by M. S. Paterson, Australian National University.]

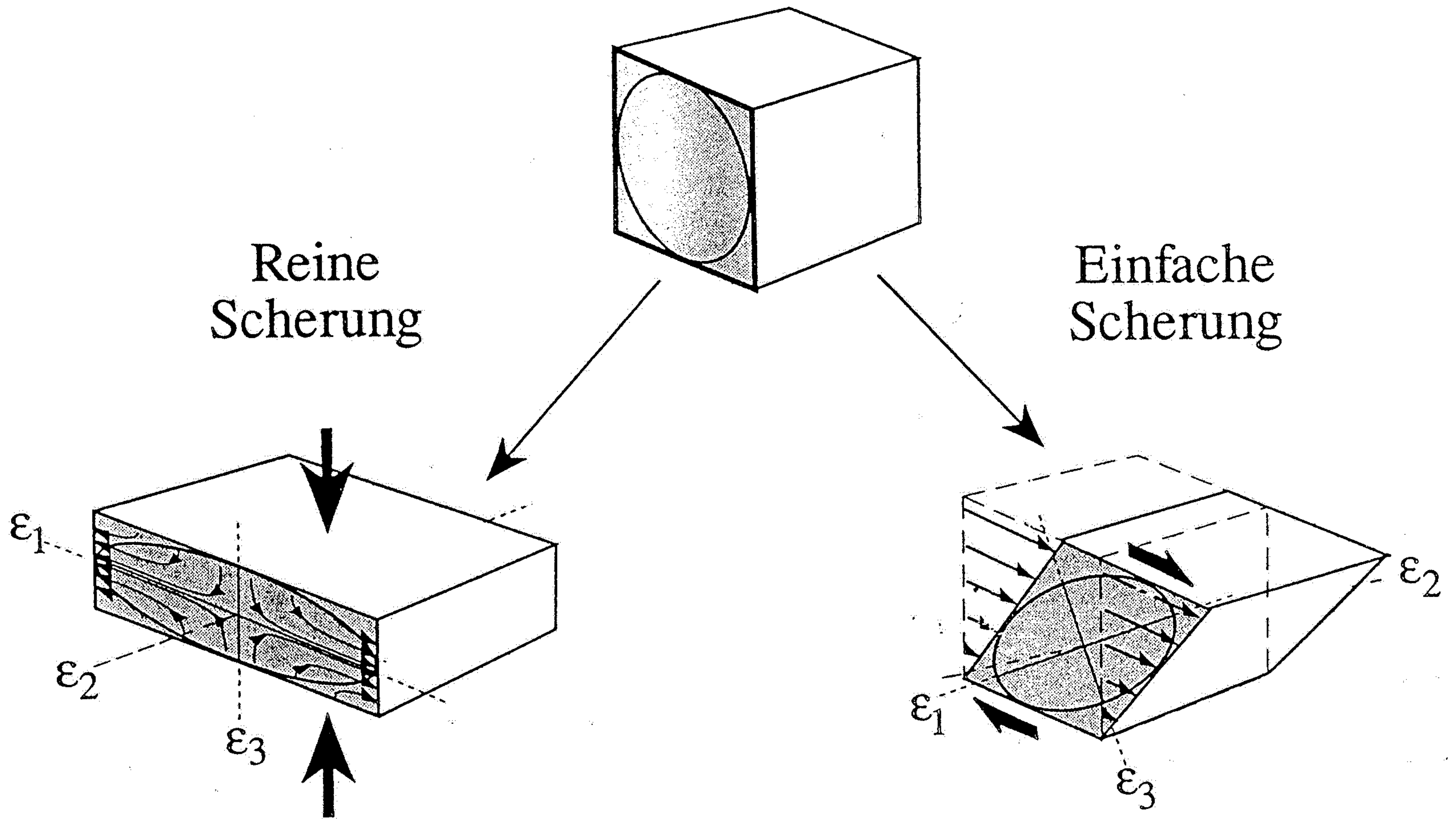


: a) Krychle v poli trojosého napětí, kde  $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$  (podle de Sittera 1956 in Jaroš, Vachtl 1978), b) charakteristické struktury, které vznikají při deformaci hornin v trojosém napětí: a) a b) extenzní trhliny vznikající v při zatížení tahem a tlakem, c) střížné trhliny vznikající při deformaci tahem nebo tlakem, e) střížná zóna vznikající v křehce-duktilním poli, f), g) duktilní deformace v kompresním a tenzním režimu (podle Griggs a Handin 1960).



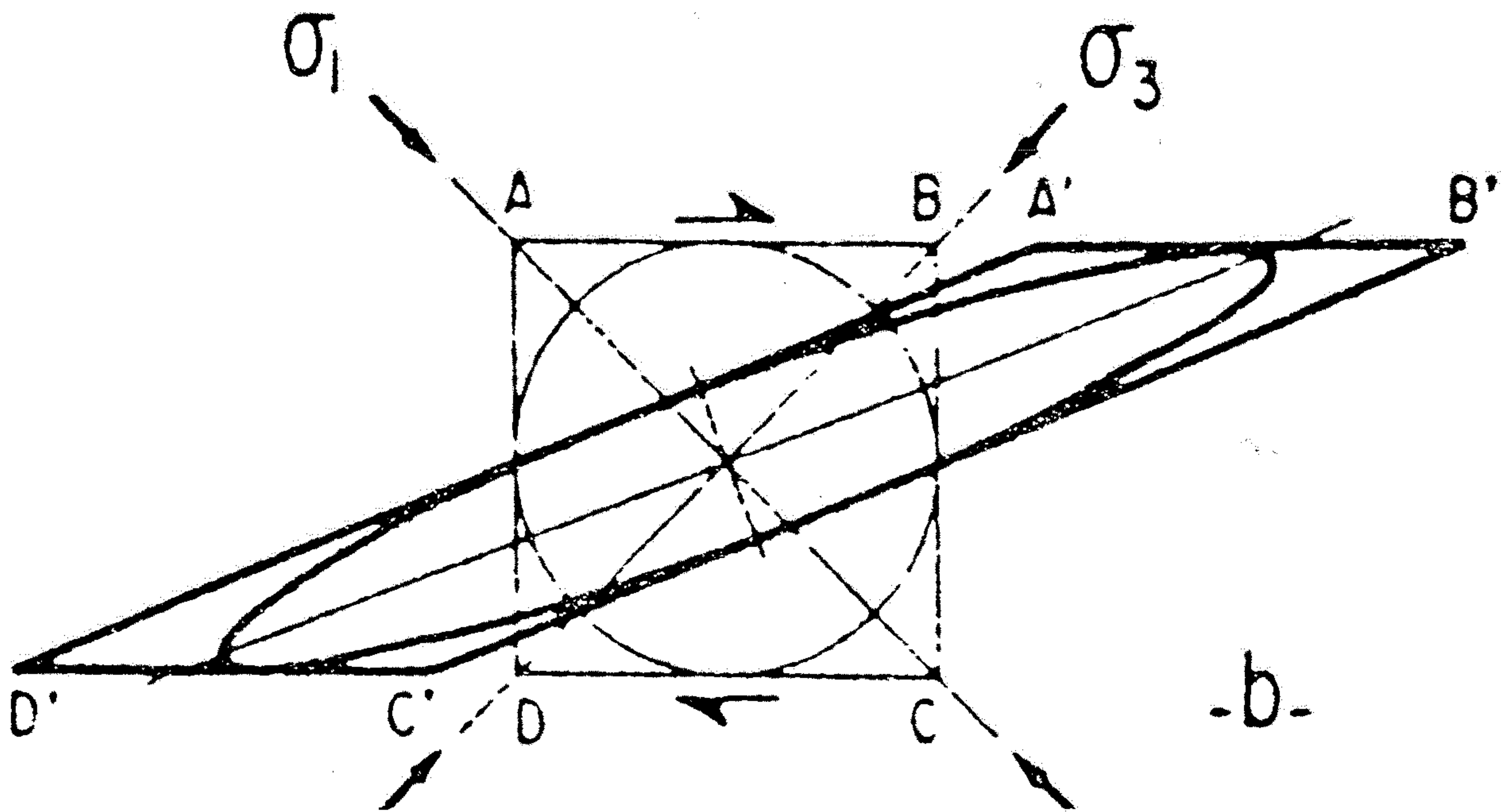
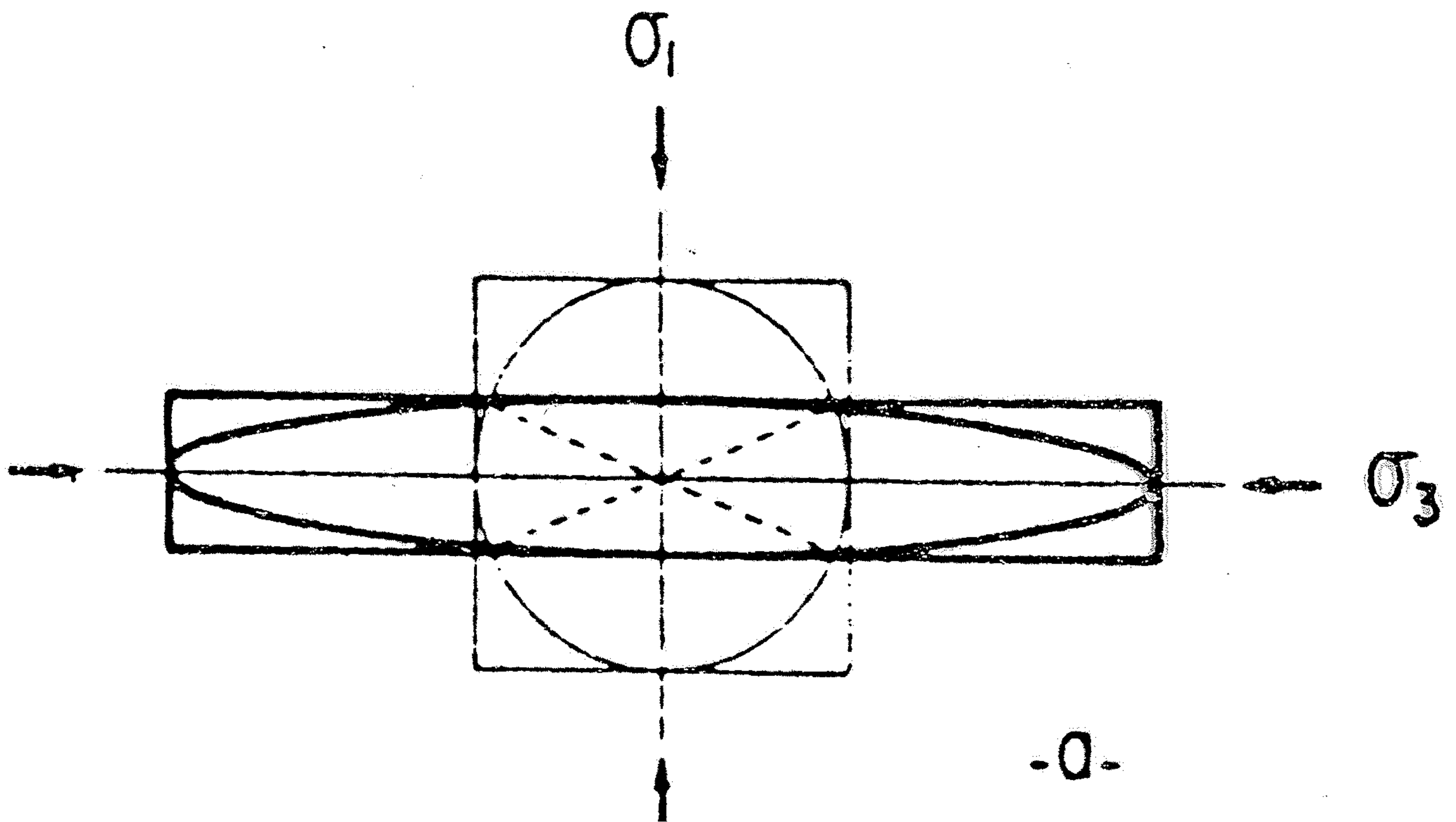
**Abb. 11.5**

Zusammenhang zwischen Spannung und Verformung bei Marmor dargestellt in der klassischen Arbeit von T. KARMÁN, 1911. Das Gestein, einem allseitigen Druck (an den Kurven angetragen) und zusätzlich einer axialen Beanspruchung (Ordinate) ausgesetzt, wird um die auf der Abszisse angegebenen Prozentsätze verformt. Der Marmor reagiert unter niedrigem allseitigem Druck mit Bruch (spröd), hingegen findet unter höherem allseitigem Druck duktile Deformation statt ( $1 \text{ kg/cm}^2 \approx 0,1 \text{ MPa}$ ).



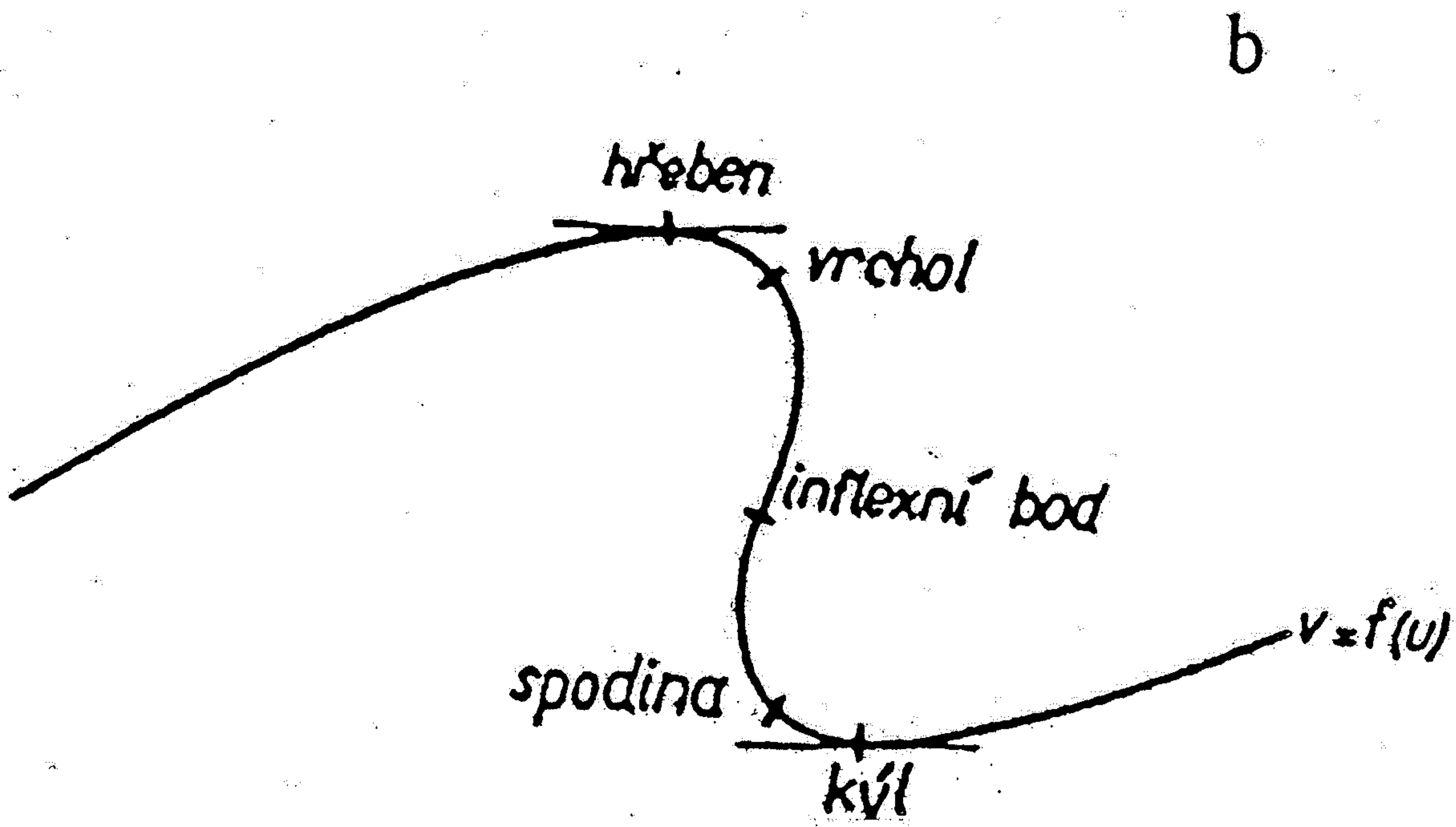
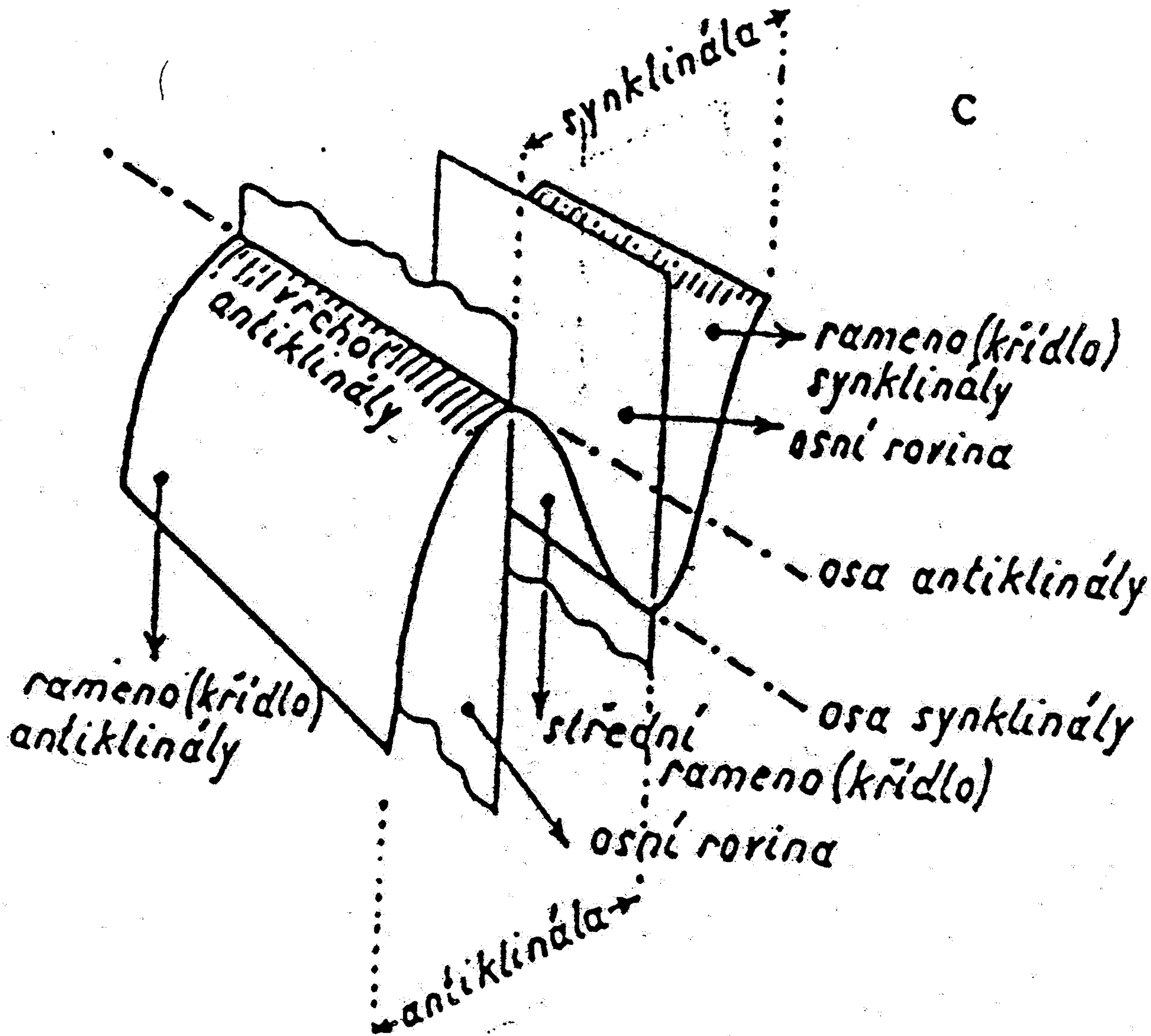
Endglieder der homogenen Deformation: Ein Würfel wird durch reine Scherung geplättet, wenn zwei seiner Achsen gelängt und eine gekürzt werden (links). Reine Scherung liegt auch vor, wenn eine Achse gelängt und zwei gekürzt werden (hier nicht dargestellt). Bewegen sich die Teilchen parallel zur Scherrichtung, liegt einfache Scherung vor. In dem gezeigten Beispiel wird der Wür-

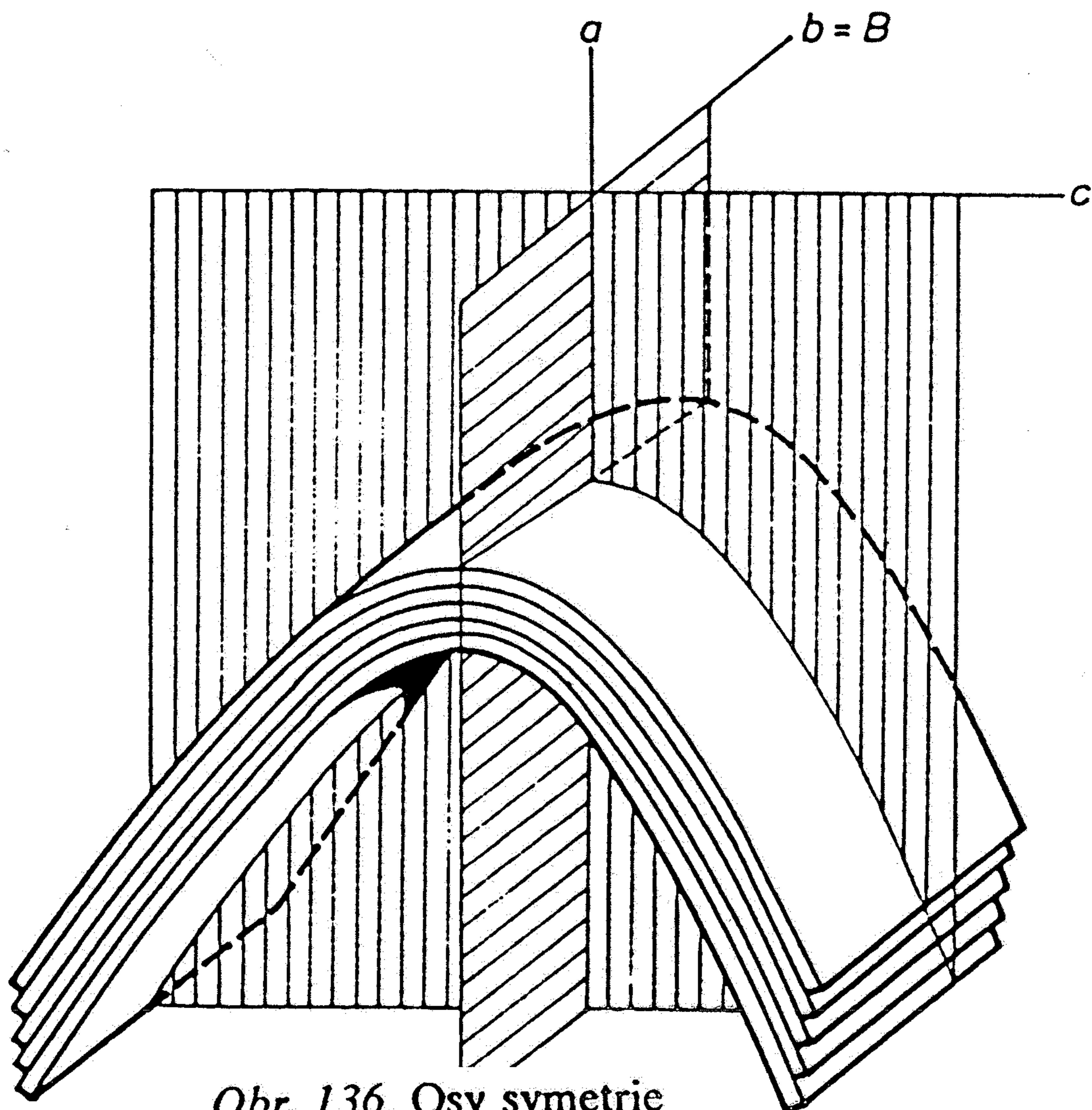
fel zu einem Rhomboid deformiert (rechts, vgl. Abb. 11.7). Die grau-schattierten Seiten der Blöcke zeigen die Deformation in der  $\epsilon_1$ - $\epsilon_3$ -Ebene. Der im Würfel eingezeichnete Kreis wird zur Deformationsellipse verformt, die durch  $\epsilon_1$  und  $\epsilon_3$  aufgespannt wird. Die Bewegungsbahnen der Teilchen in der  $\epsilon_1$ - $\epsilon_3$ -Ebene sind für beide Deformationstypen durch Pfeile veranschaulicht.



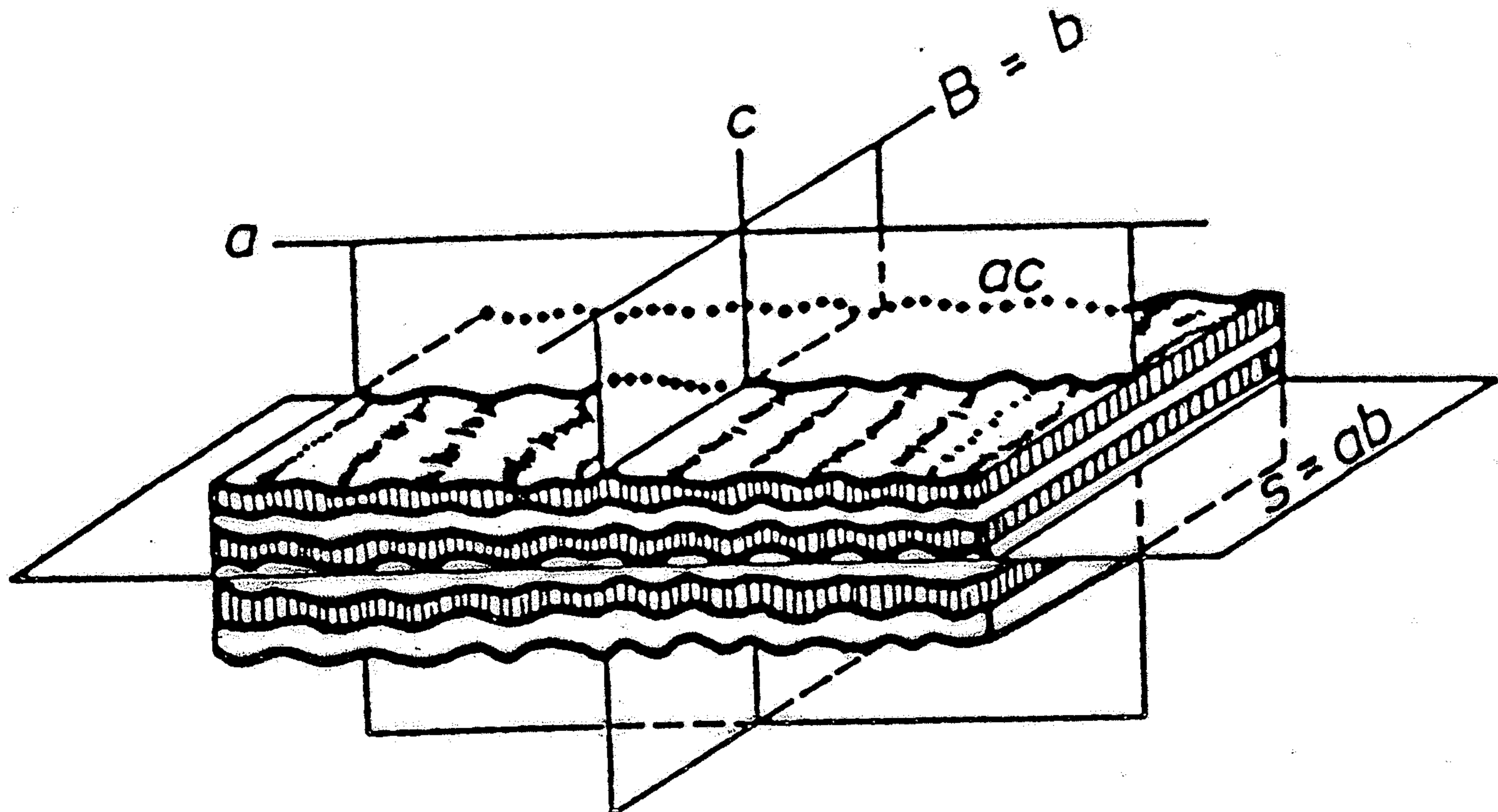
Obr. 62: a) deformace čistým smykem (pure shear), b) deformace jednoduchým střihem (simple shear)



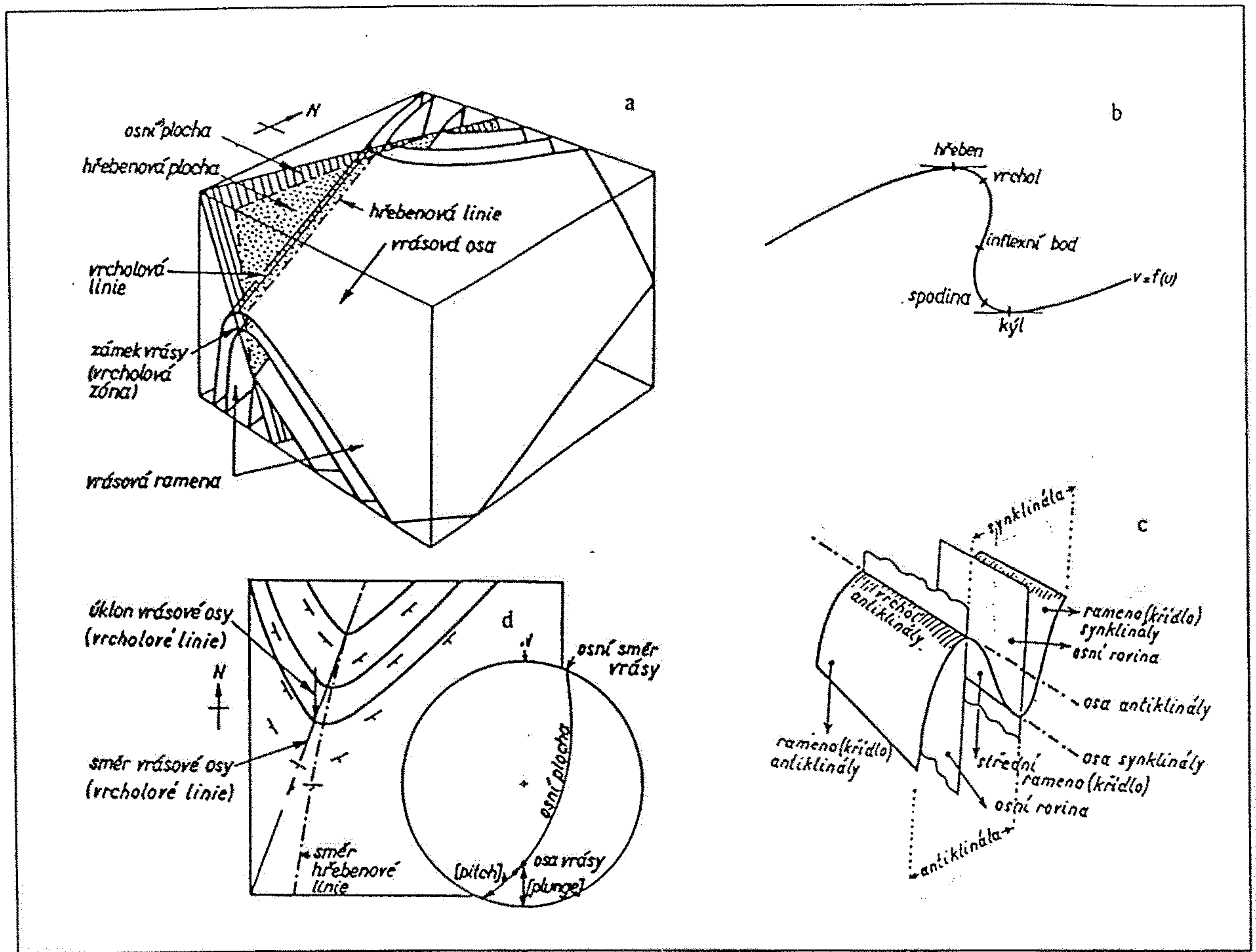




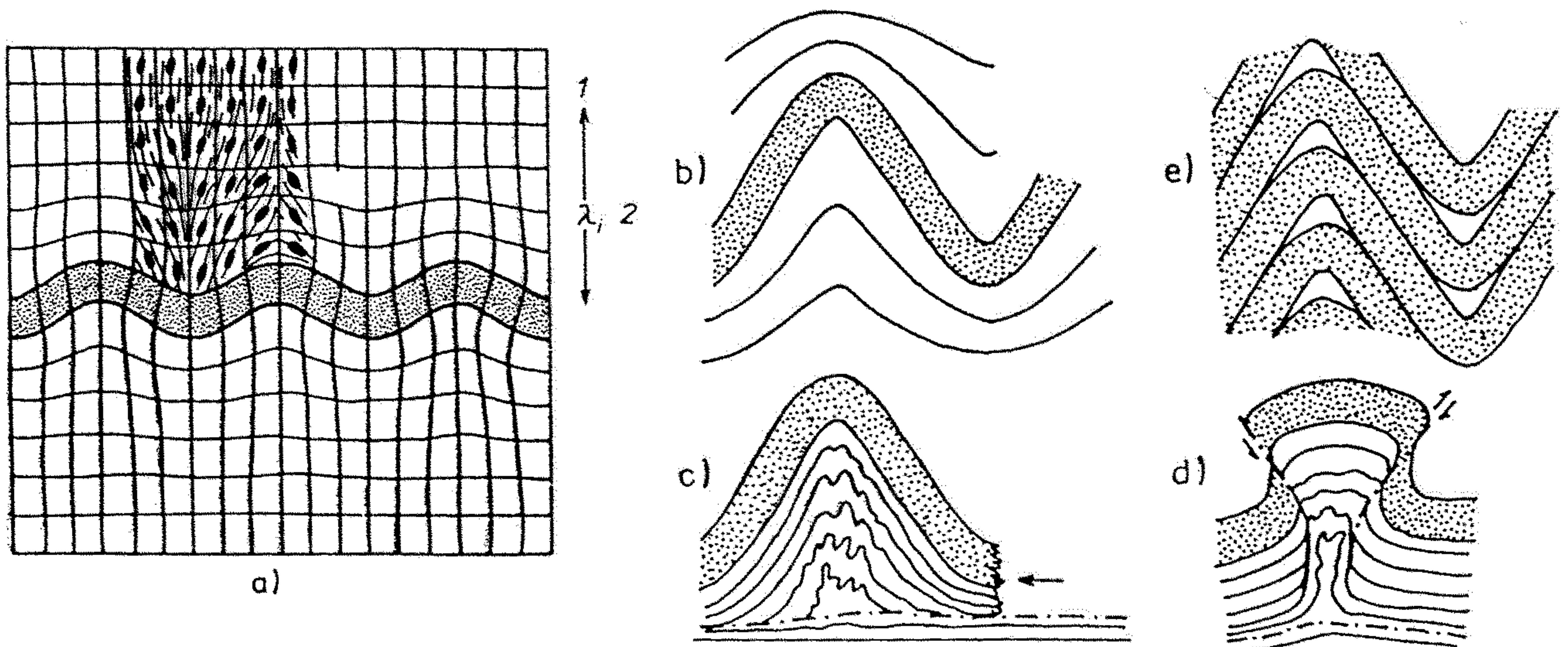
Obr. 136. Osy symetrie  
vrásky (vysvětlivky v textu)



Obr. 135. Osy symetrie  
vnitřní stavby (vysvětlivky v textu)

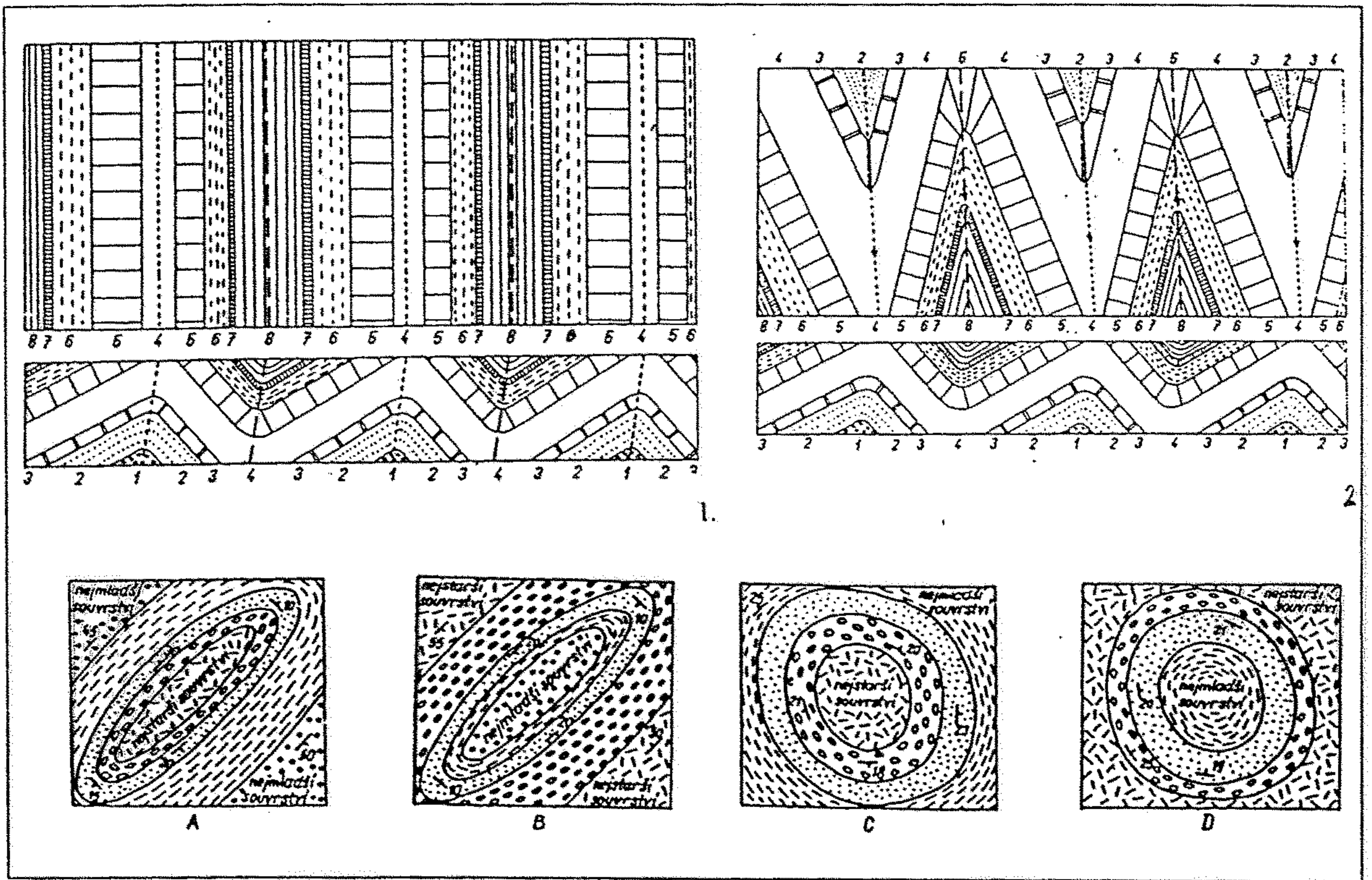


Obr. 66: Hlavní prvky vrásky v profilu (a, b, c), v geologické mapě (d) a znázornění osní roviny vrásky a osy vrásky ve stereografické projekci na spodní polokouli. (podle Jaroš, Vachtl 1978, Záruba et. al 1978)

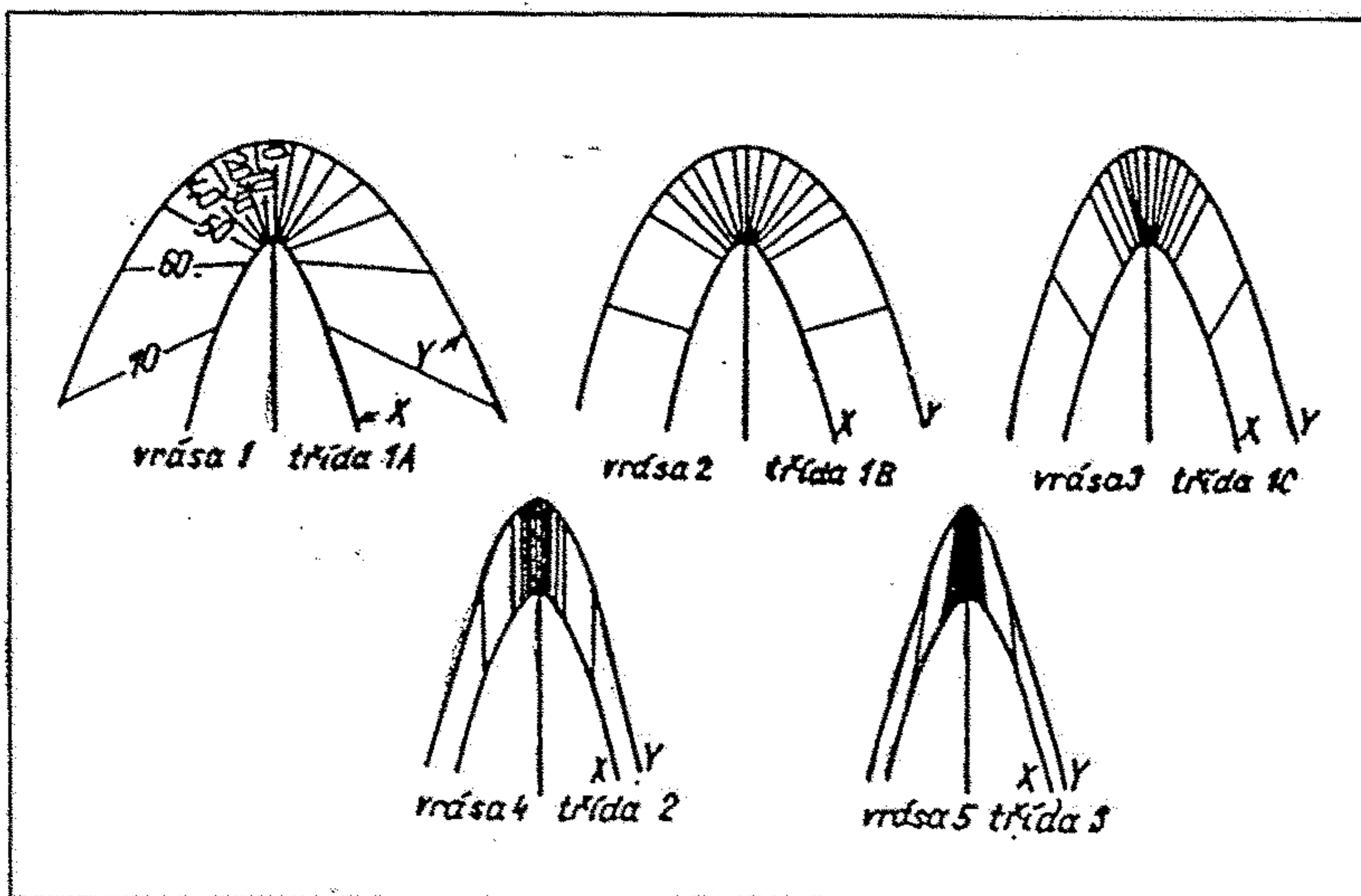


Obr. 170. Vliv zóny kontaktního přetvoření. Kompetentní polohy jsou vytečkovány (podle Ramsaye, 1967)

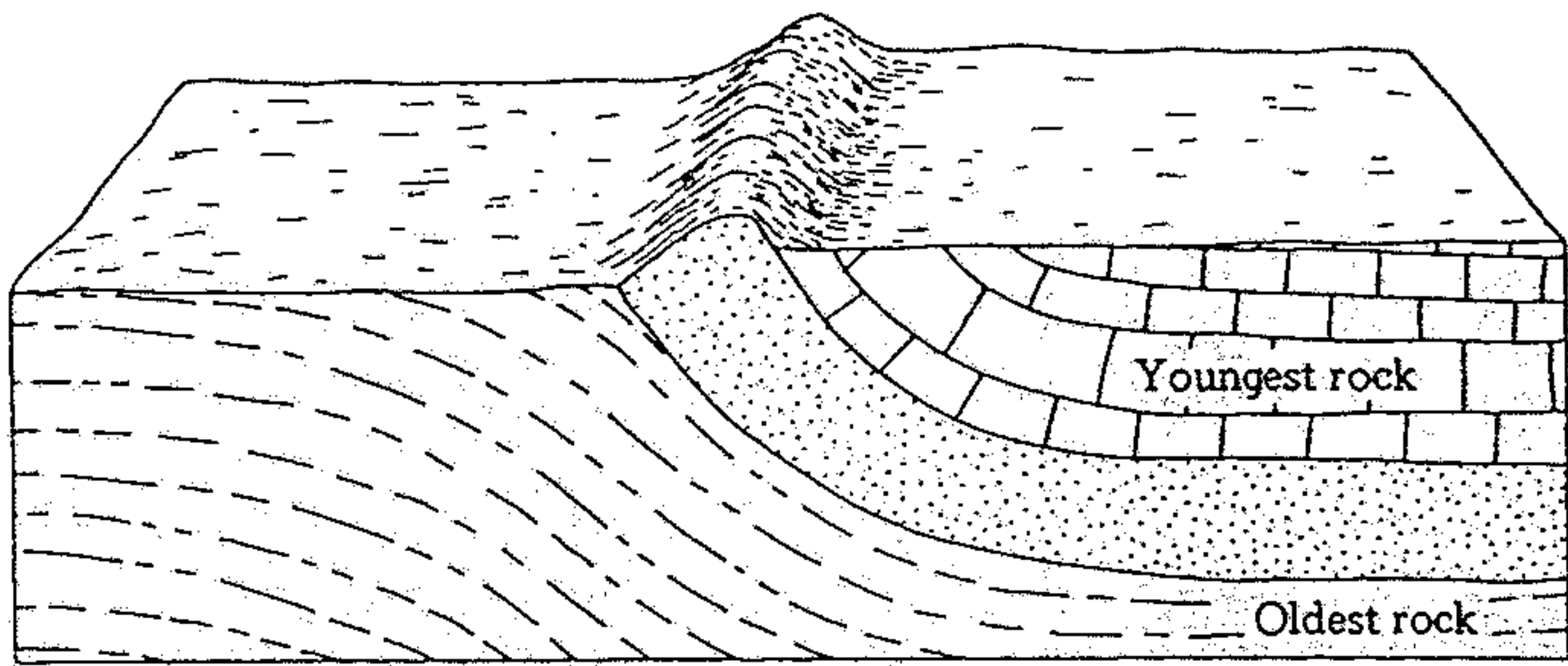
a) model (1 – homogenní přetvoření, 2 – zóna kontaktního přetvoření, vyjádřeného elipsoidy přetvoření, zasahuje do vzdálenosti  $\lambda_i$ ;  $\lambda_i$  – iniciální vlnová délka), b) až e) reálné příklady (vysvětlivky v textu)



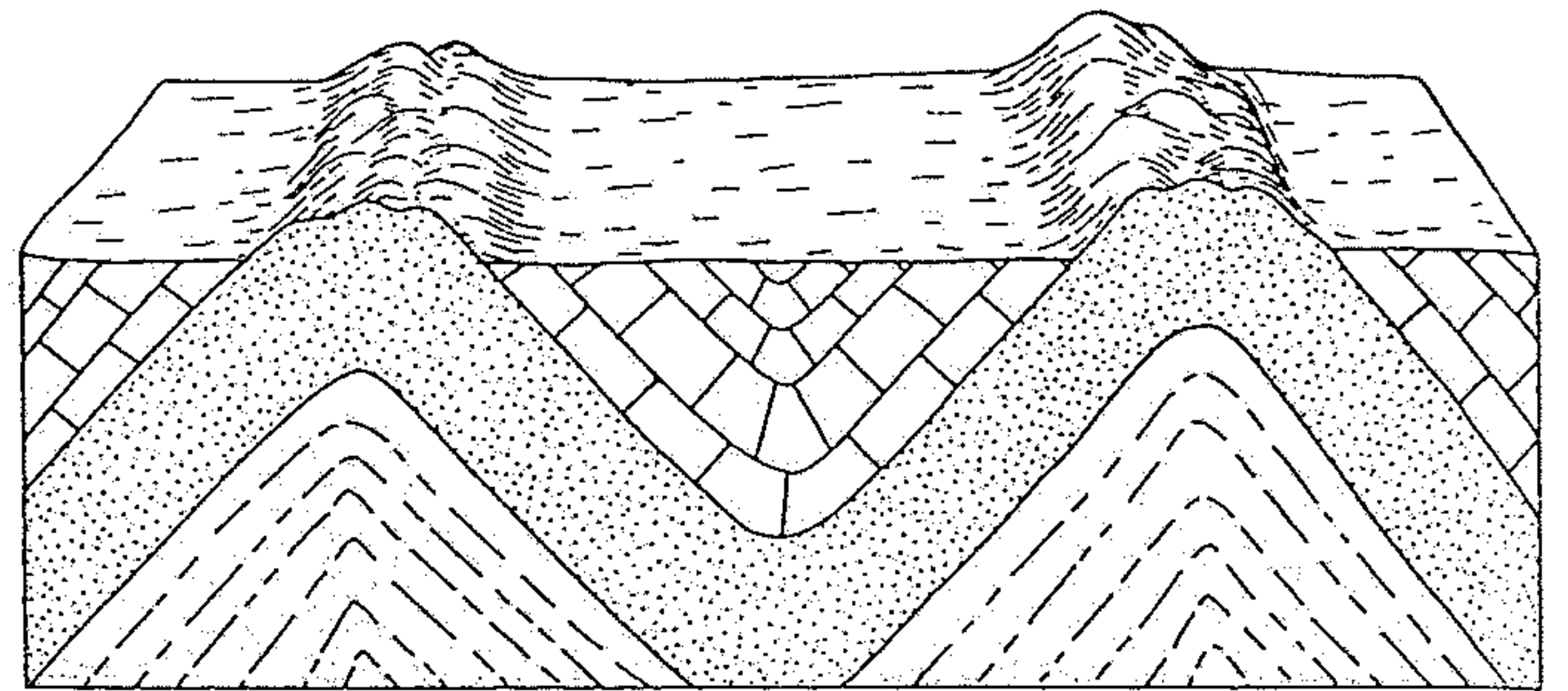
Obr. 67: Projevy různých typů lineárních a nelineárních vrás v geologické mapě. 1. vrásy lineární s osou paralelní s rovným zemským povrchem se v geologické mapě projevují pruhy paralelními s vrásovou osou, v jádrech antiklinál vystupují nejstarší vrstvy v jádrech synklinál vrstvy nejmladší; 2.) vrásy ponořující se (nelineární) v geologickém řezu a mapě. Šipka ukazuje na směr úklonu vrásové osy. Povšimněte si, že vrstvy v antiklinálních a synklinálních uzávěrech se při stejném úklonu obou struktur uzavírají na opačných stranách; (podle Homola 1981 c) schematické skicy nelineárních vrás: a) brachyantiklinála, b) brachysynklinála, c) dóm (kupole), d) mísa (pánev) - podle Billingse 1965 in Jaroš, Vachtl 1978).



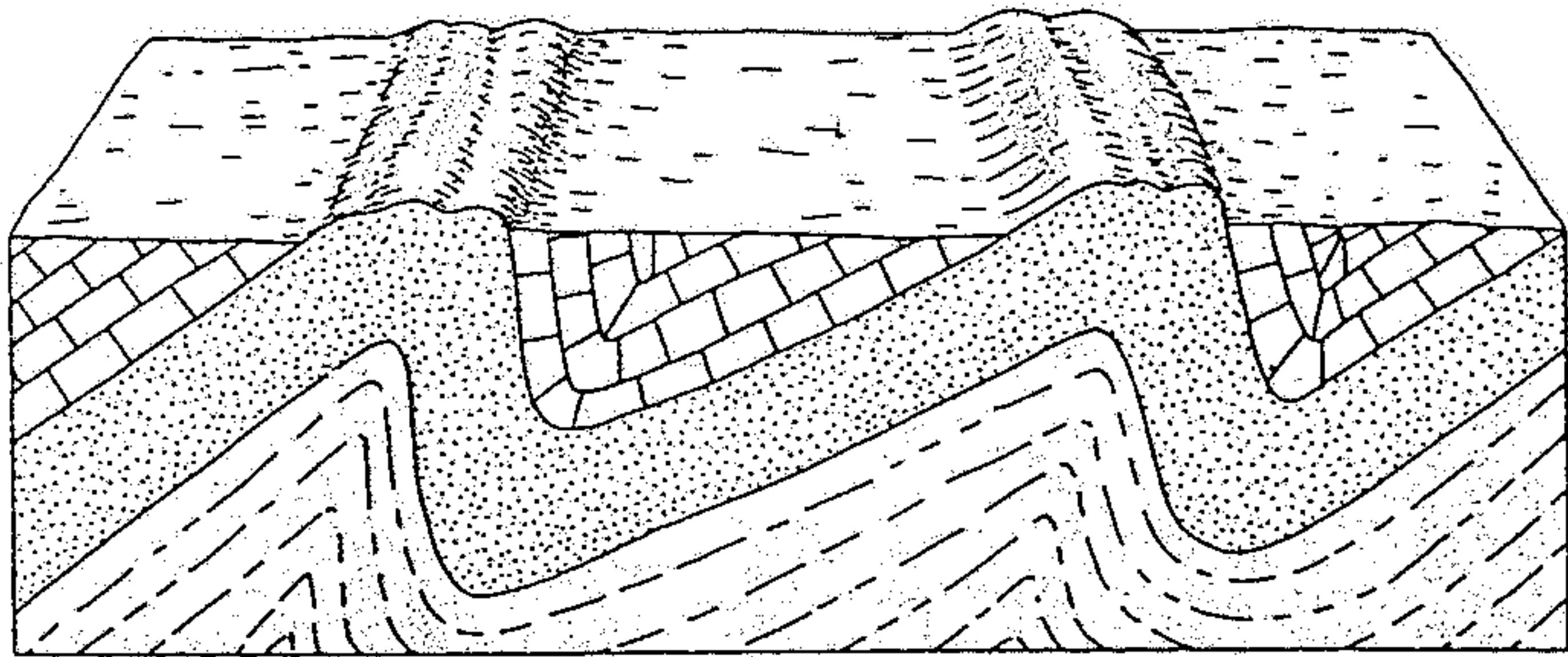
Obr. 68: Vrásové třídy podle charakteru sklonových izogon (tj. křivek, které spojují místa se stejným sklonem zvrásněných ploch); x je vnitřní, y vnější plocha ve vráse. (podle Ramsay 1967 in Jaroš, Vachtl 1978). Vrásy 1. třídy - zakřivení relativně vnitřních ploch je větší než zakřivení relativně vnějších ploch, vrásy 2. třídy - zakřivení vnitřních a vnějších ploch je stejné, 3. zakřivení vnitřních ploch je menší než zakřivení vnějších ploch. 1A - vrásy v zámcích zploštělé paralelní vrásy, 1B v čisté paralelní vrásy, 1C - v křídlech zploštělé paralelní vrásy, 2- čistě podobné vrásy, 3 zploštělé podobné vrásy.



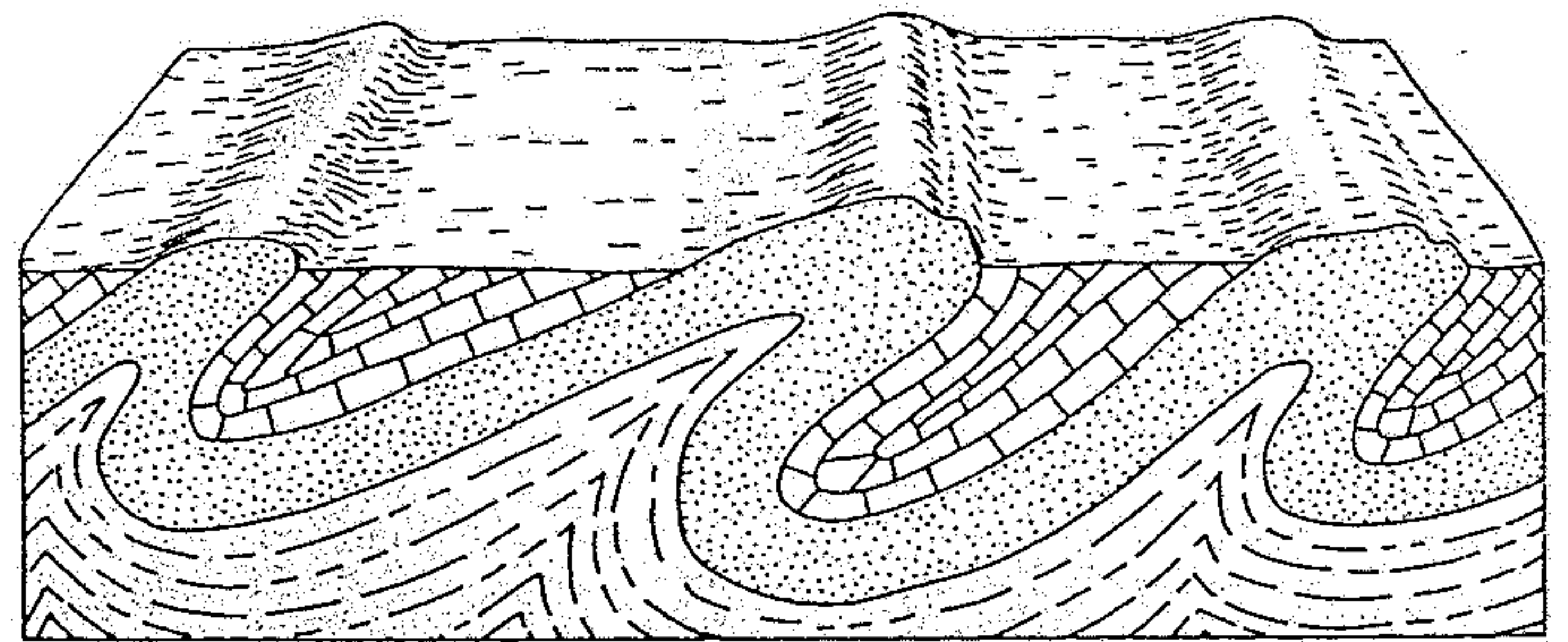
Monocline



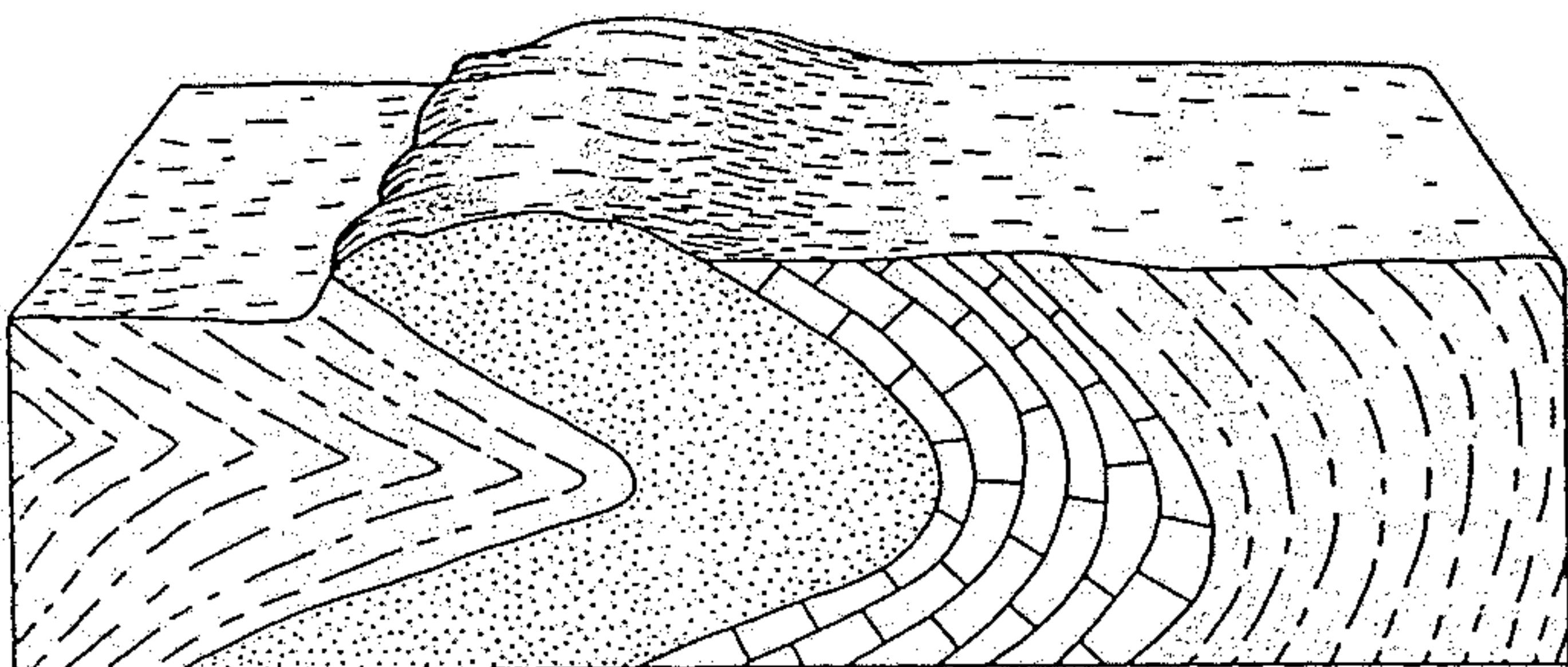
Symmetrical folds



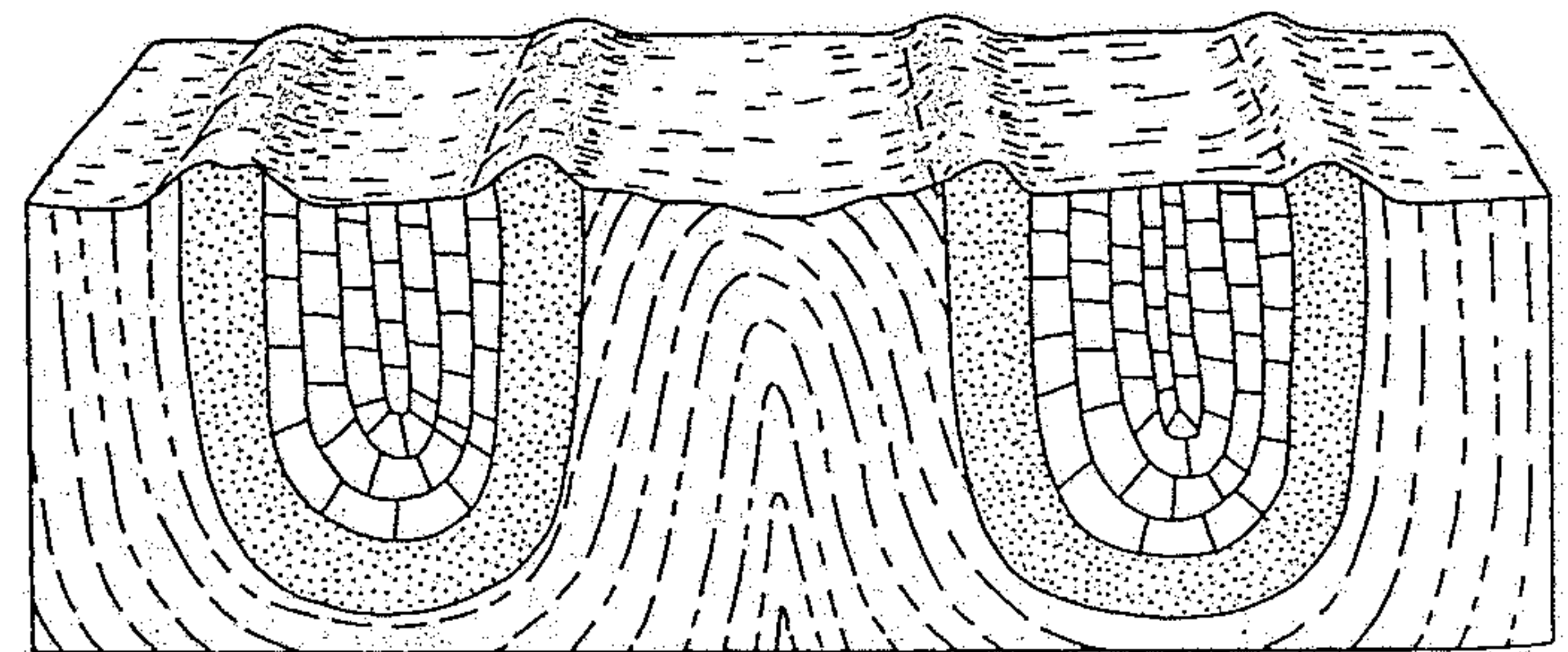
Asymmetrical folds



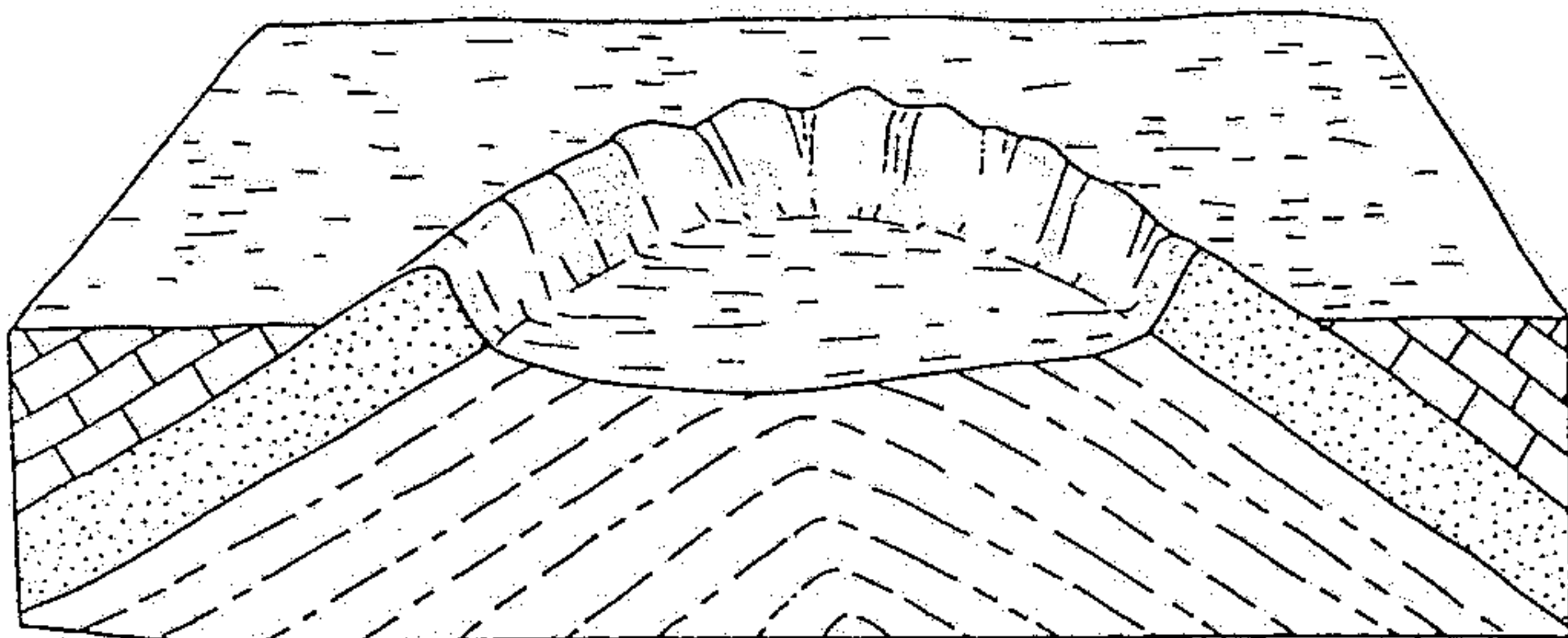
Overturned folds



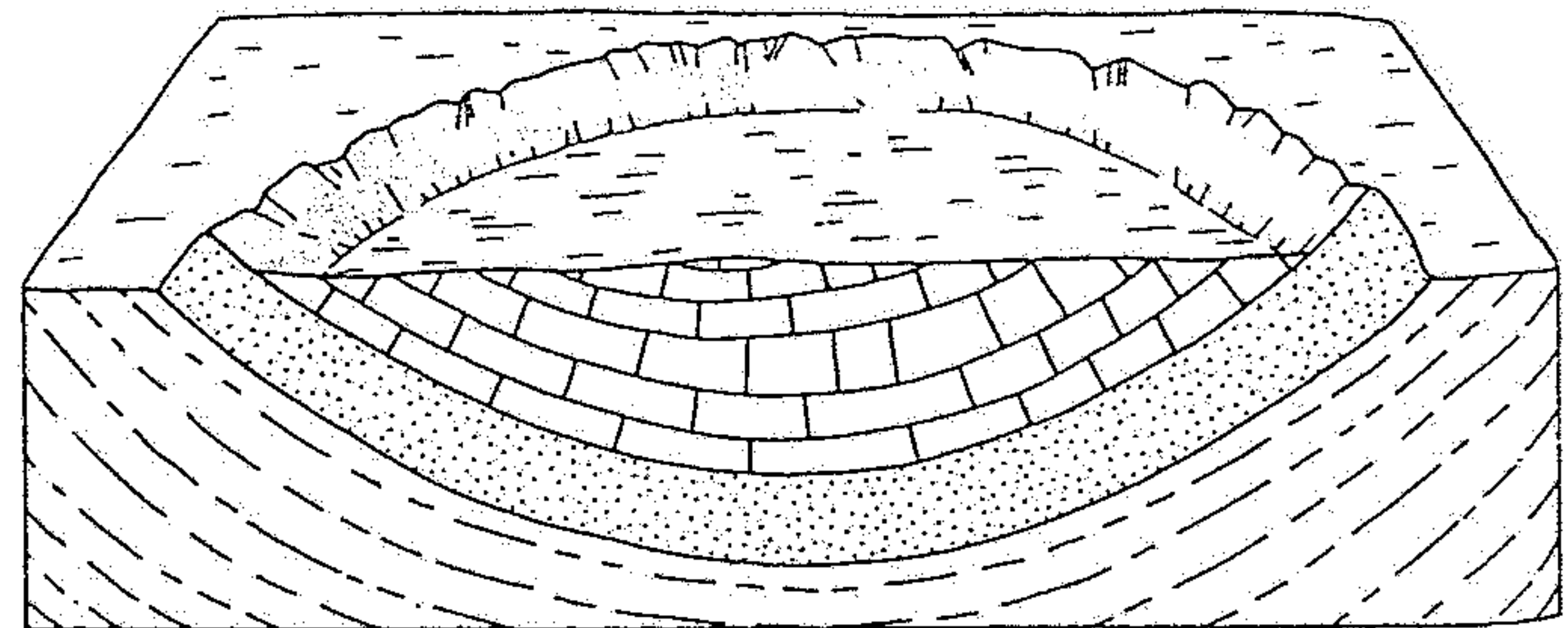
Recumbent folds



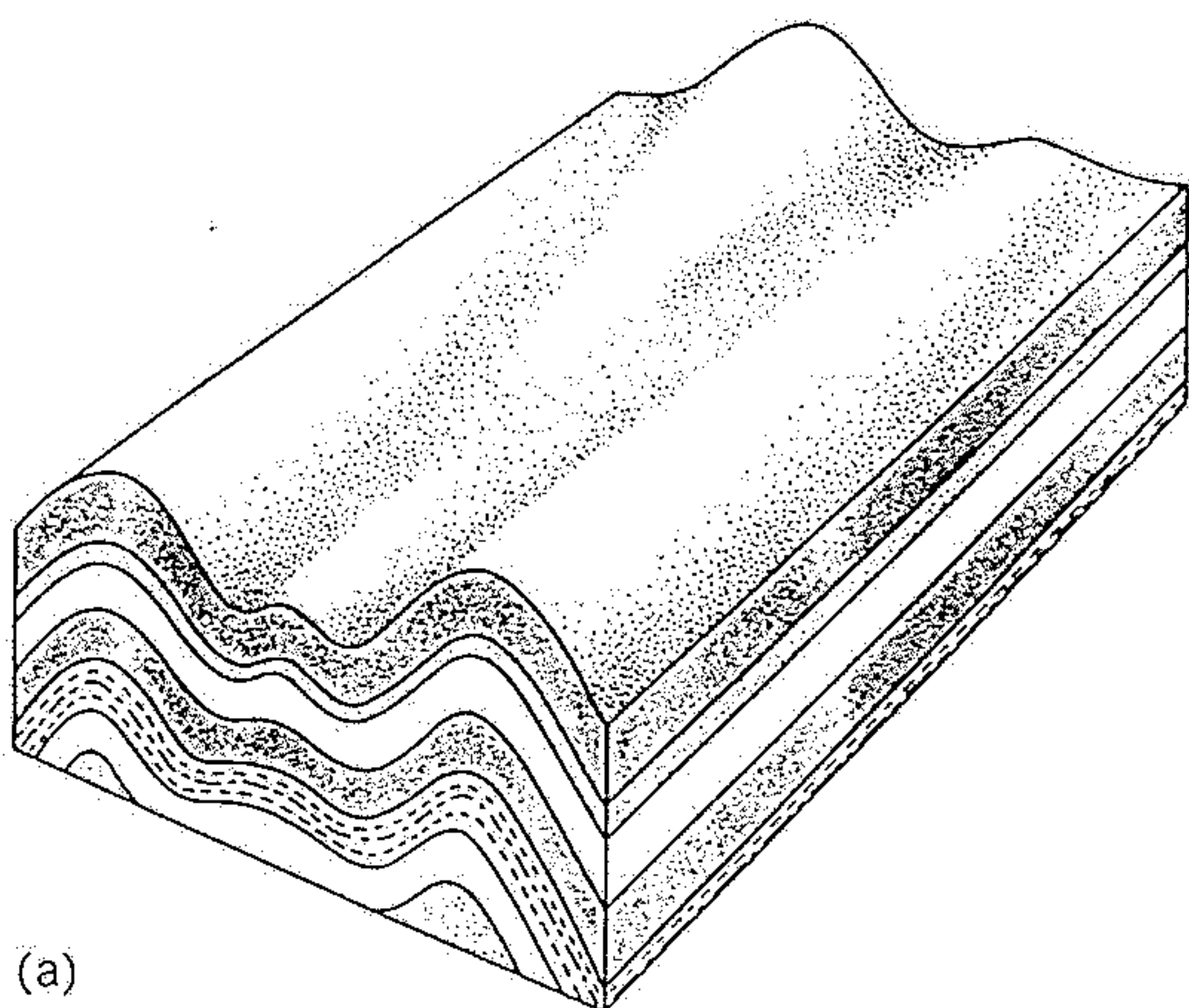
Isoclinal folds



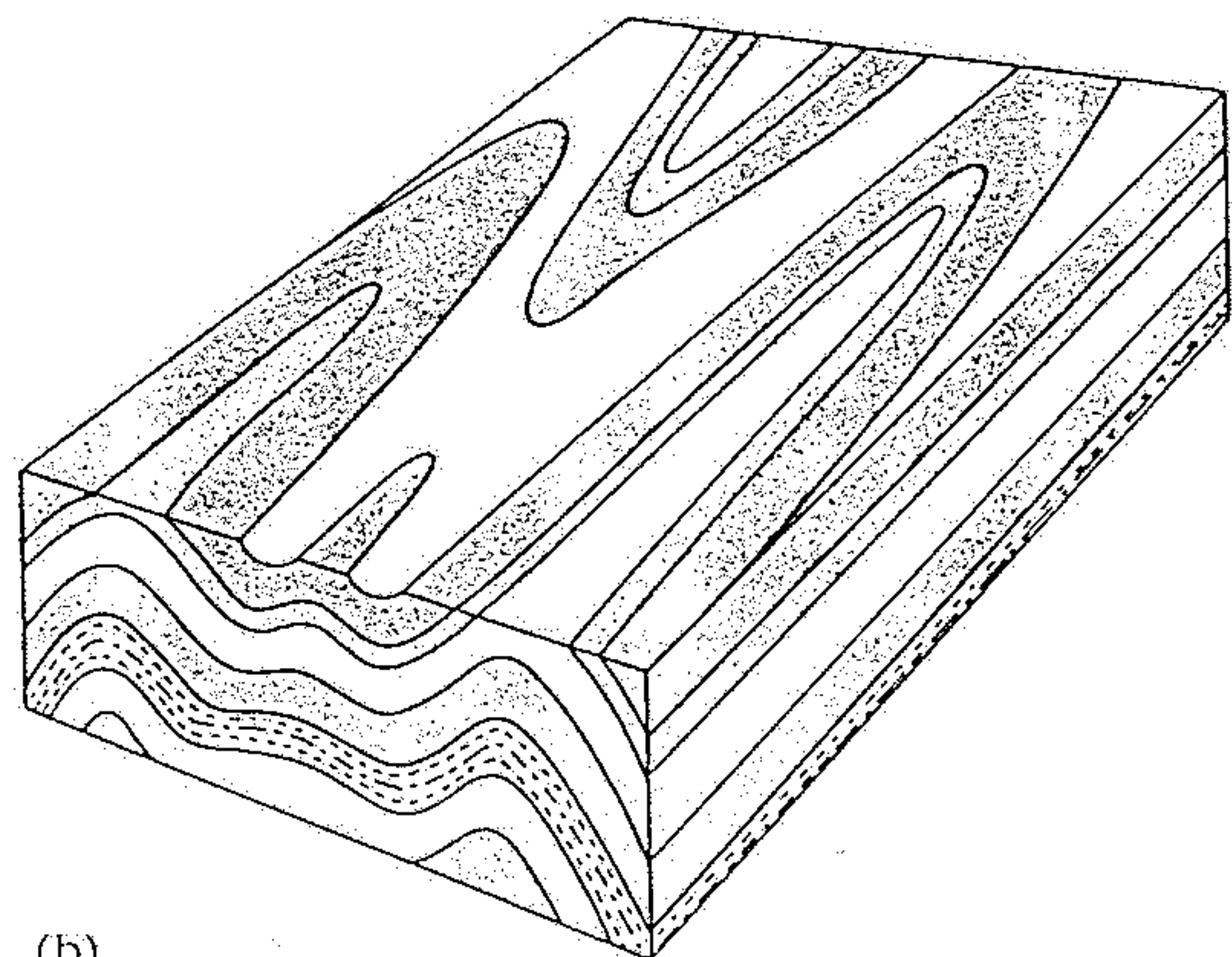
Dome



Basin

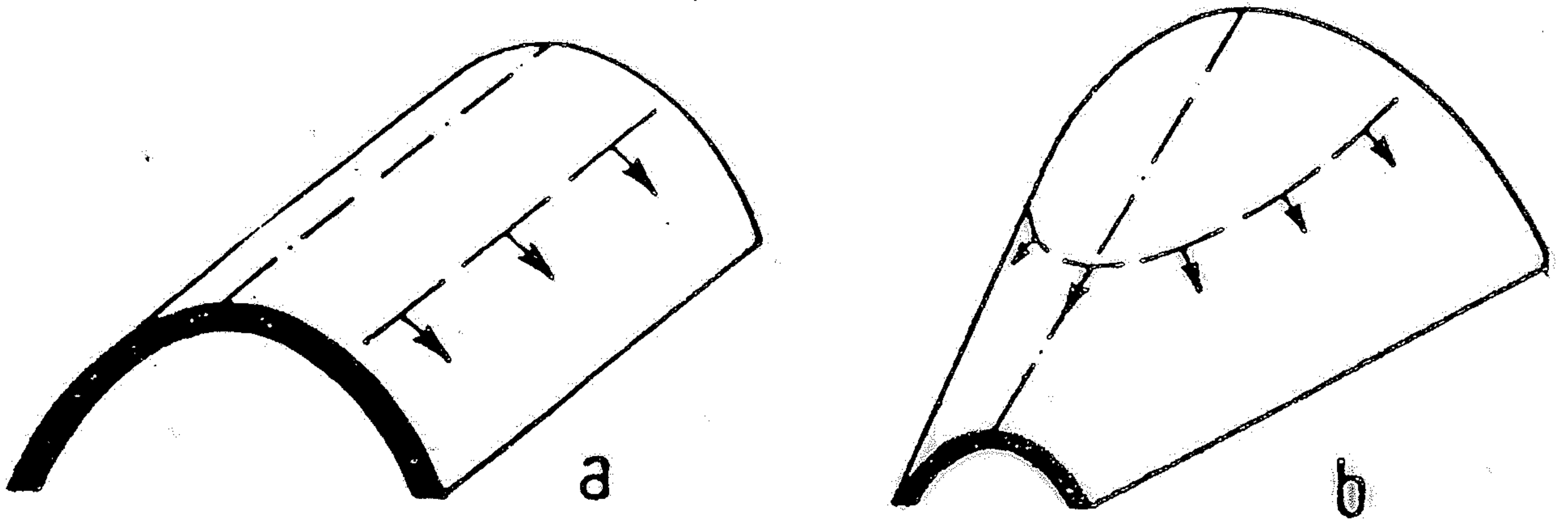


(a)



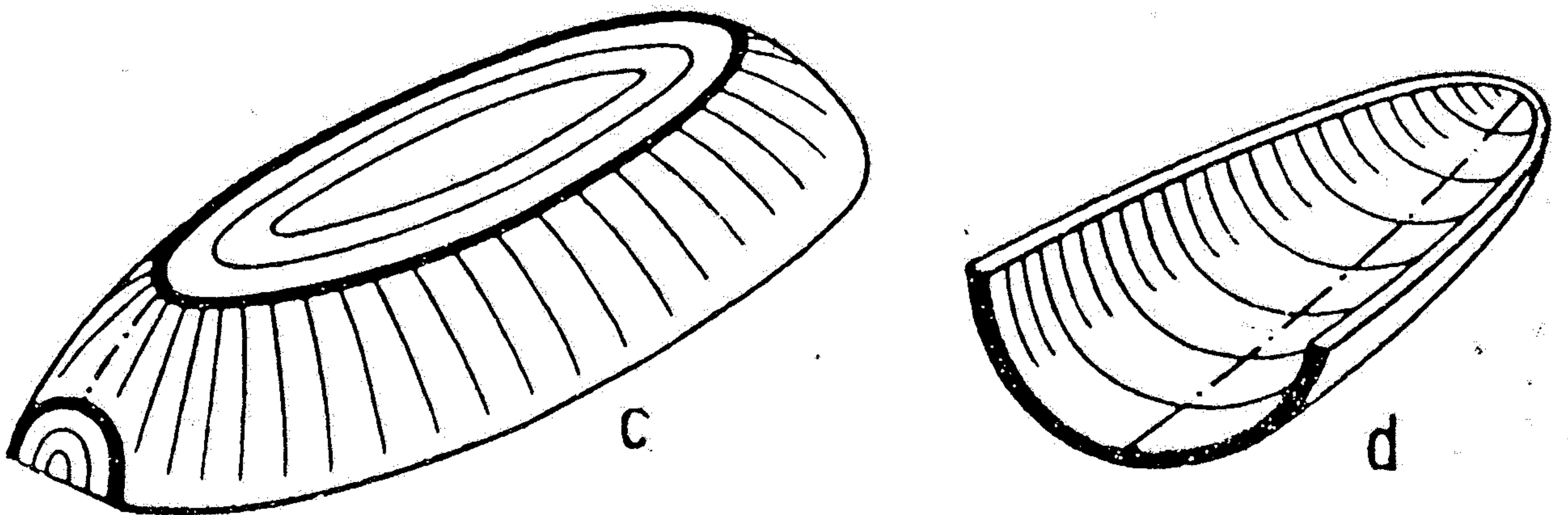
(b)

# Paralleles und umlaufendes Streichen in schematischen Raumbildern



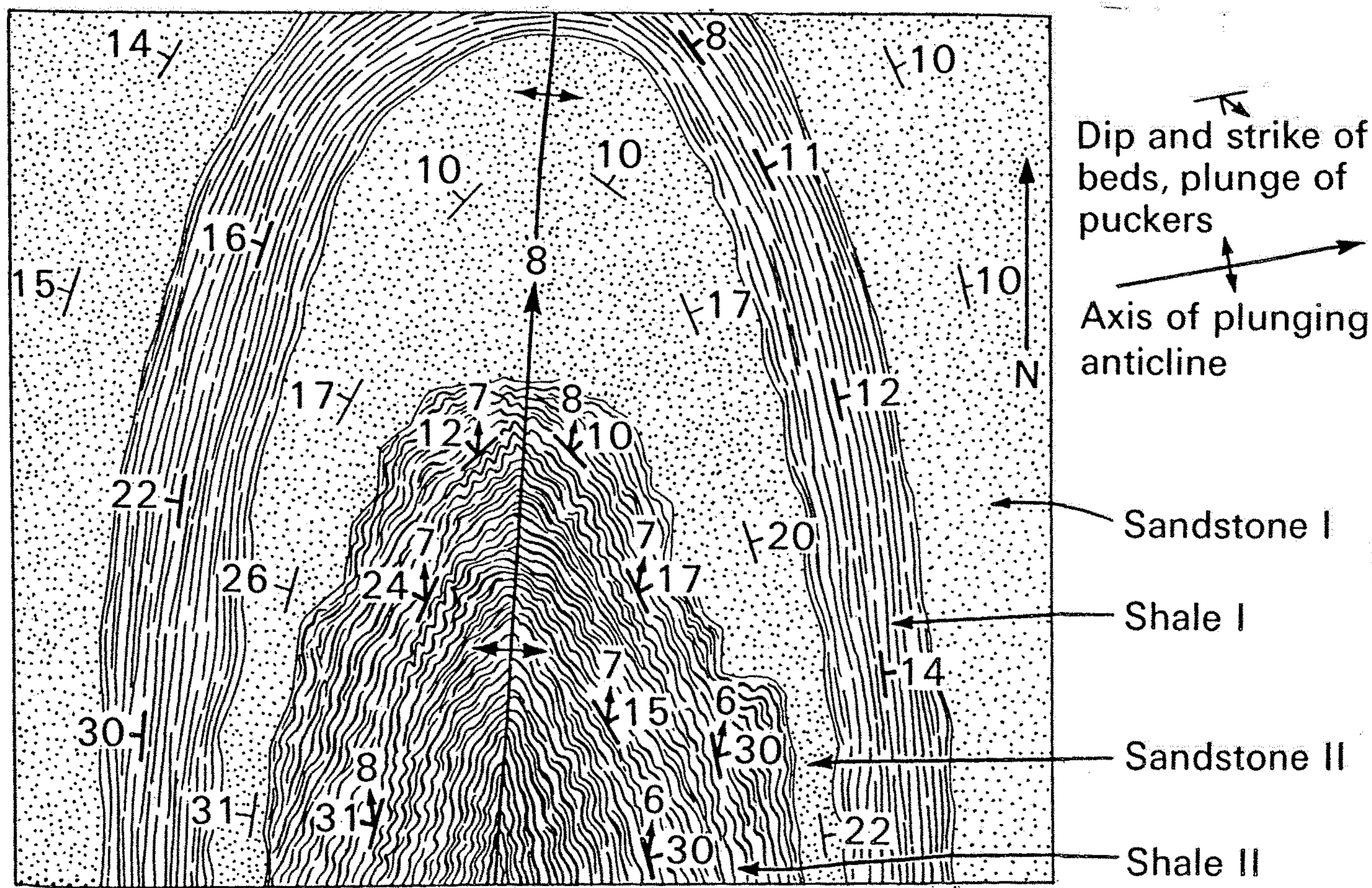
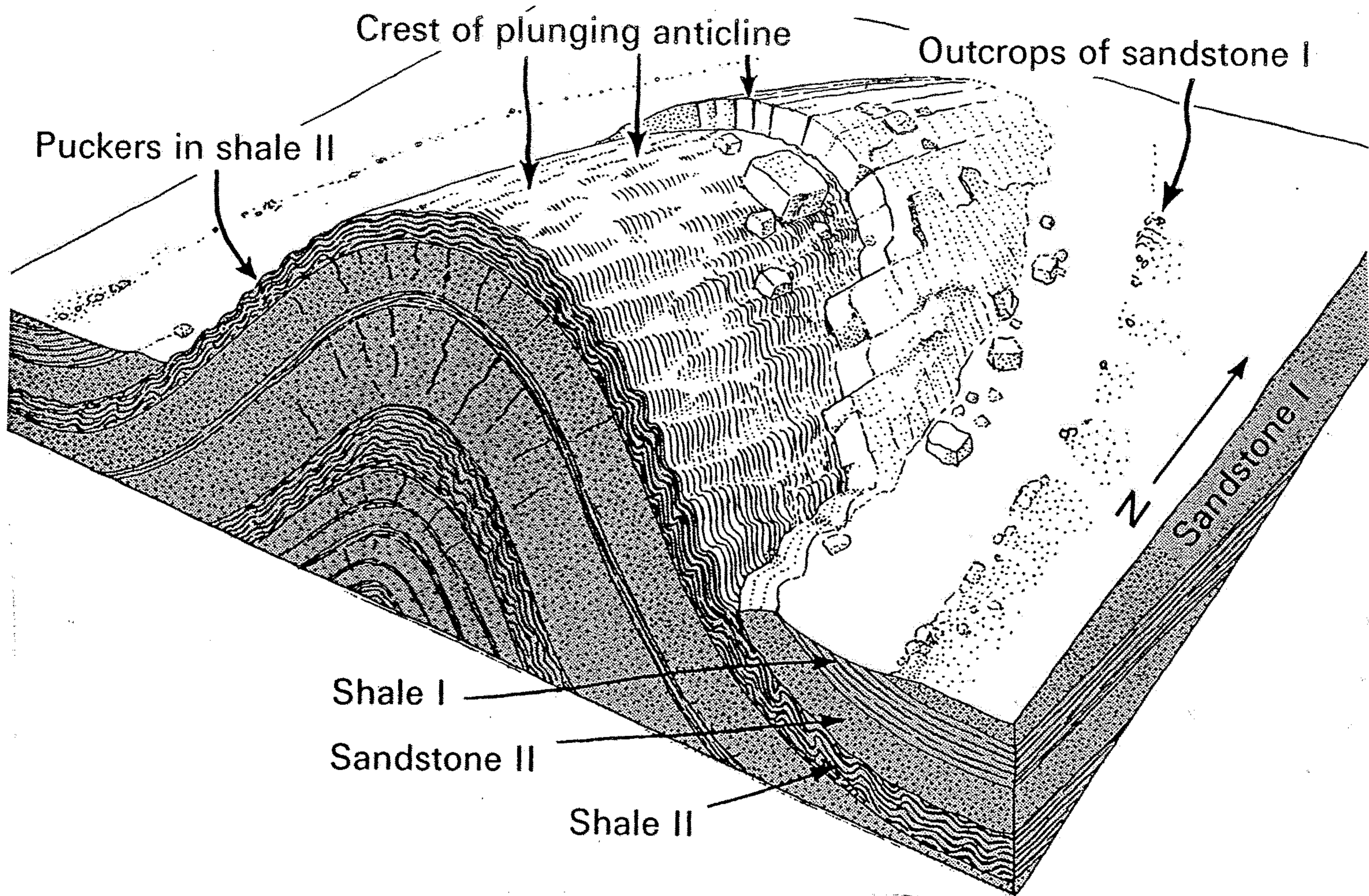
a Sattel mit waagerechter Achse und parallelem Streichen

b Sattel mit geneigter Achse und umlaufendem Streichen



c Sattel mit umlaufendem Streichen und (nach vorn und hinten) abtauchender Sattelachse

d Mulde mit umlaufendem Streichen und auftauchender Muldenachse



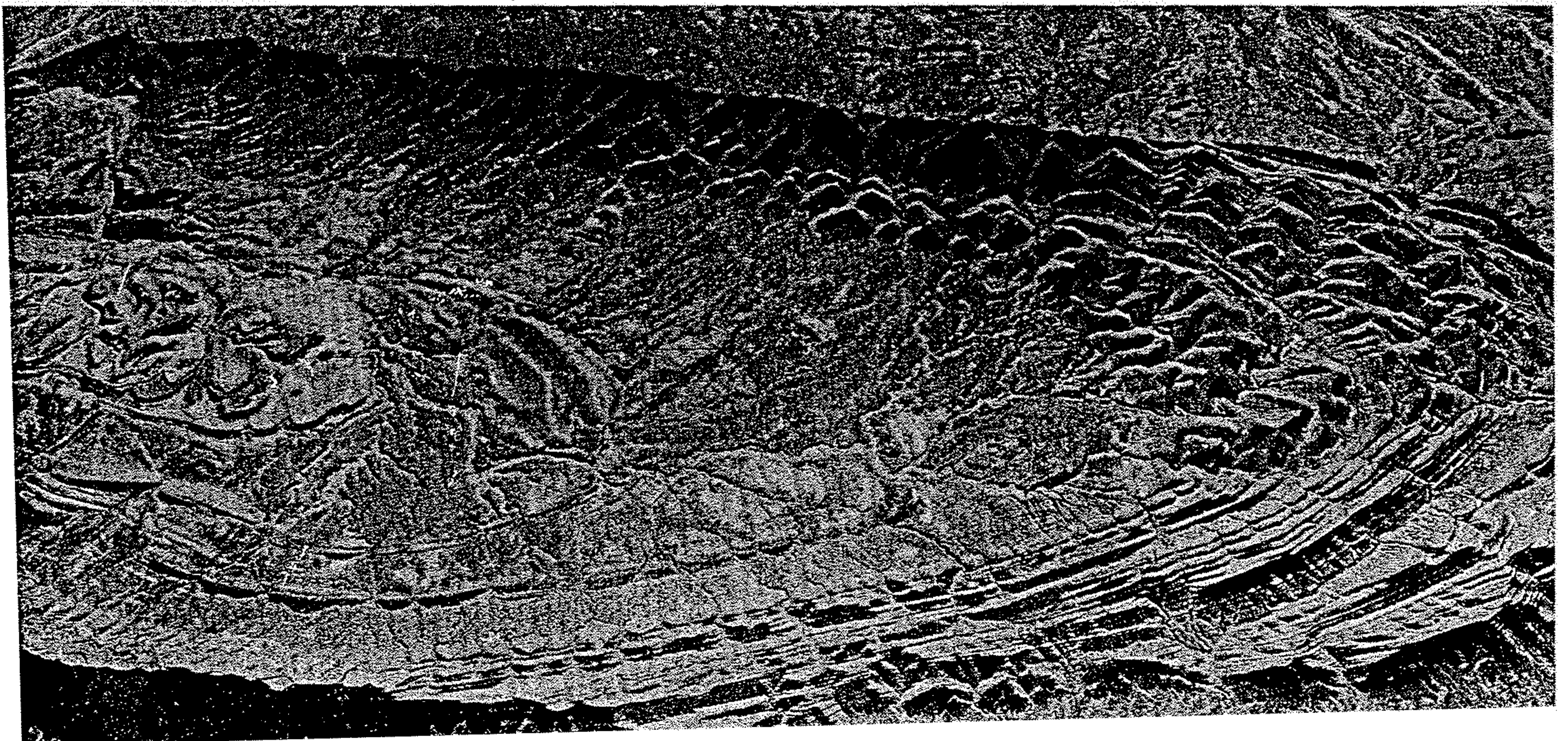
*Relief diagram and geologic map of a small fold in the*

*Jackfork Formation near Amity, Arkansas.*

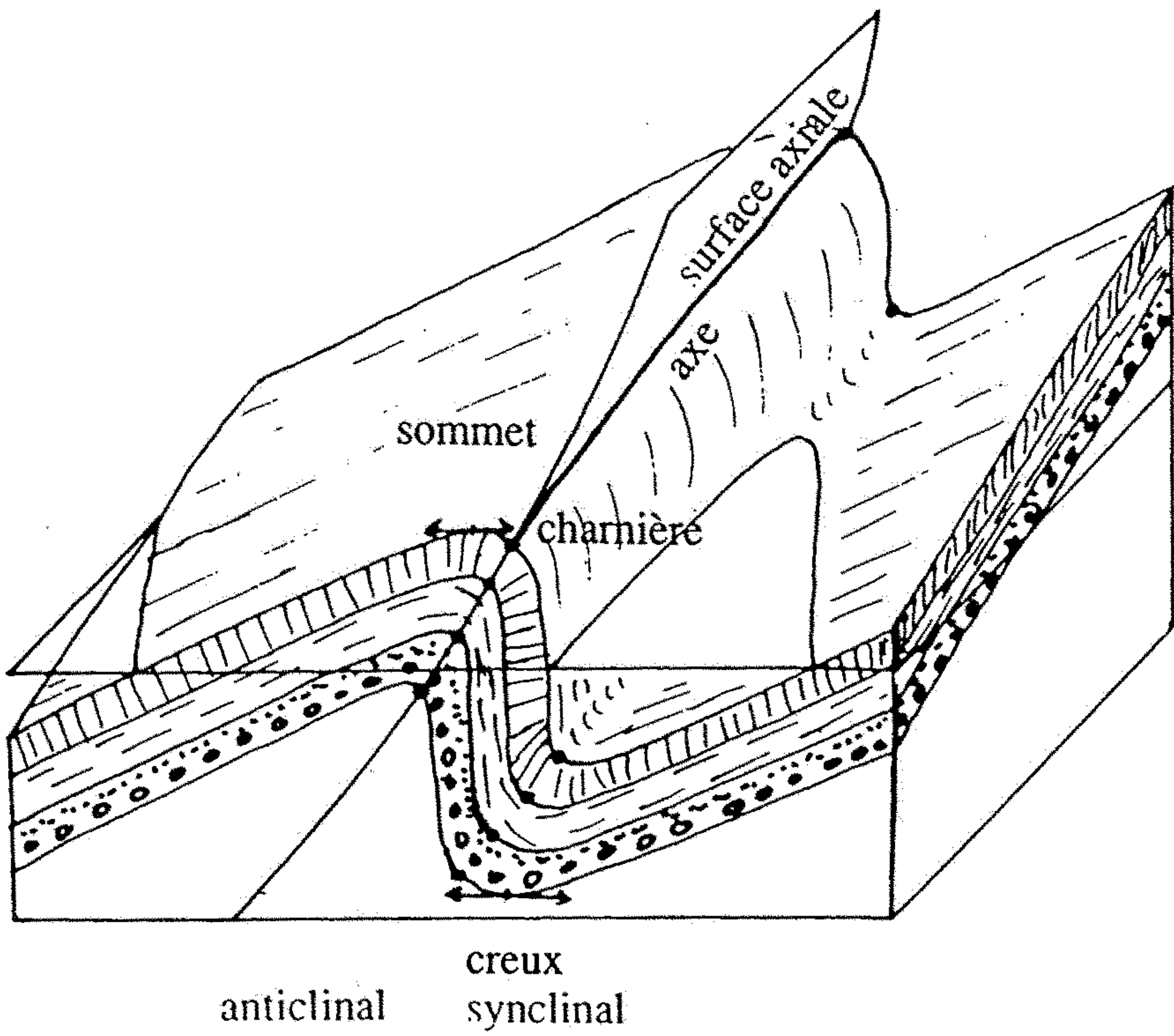


FIGURE 9-6 *Air view of an eroded, plunging anticline in Iran. The plunge is away from the camera. Note the dip of the beds away from the axis of the fold. (Photo by Aero-films, Ltd., through courtesy of John Shelton.)*

FIGURE 9-7 *Air view of an eroded, plunging syncline in northwest Africa. The plunge is to the left. Note how the ridges formed by the resistant beds indicate dips toward the trough line of the fold. (Photo by U.S. Air Force.)*

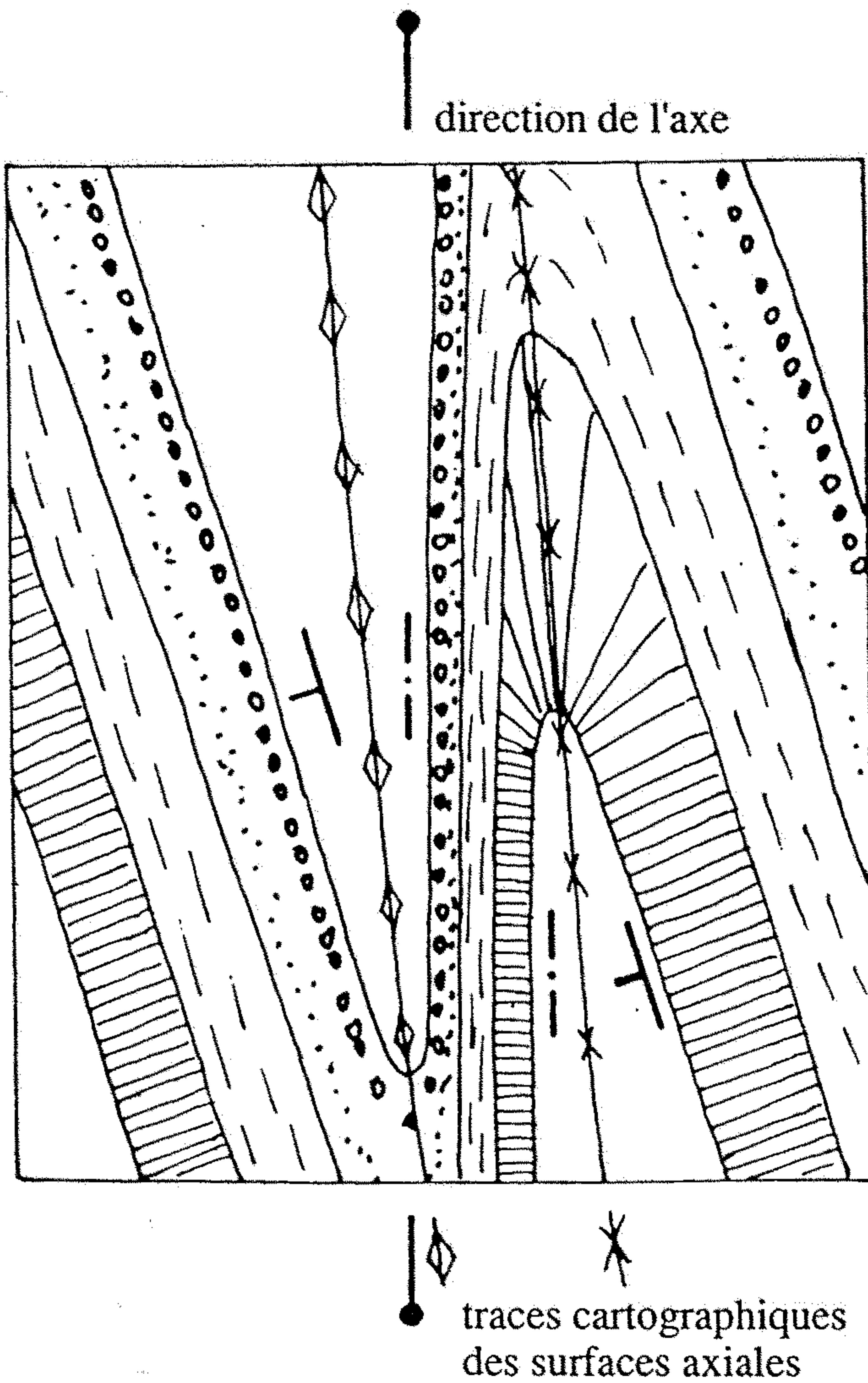






Bloc diagramme d'un pli.

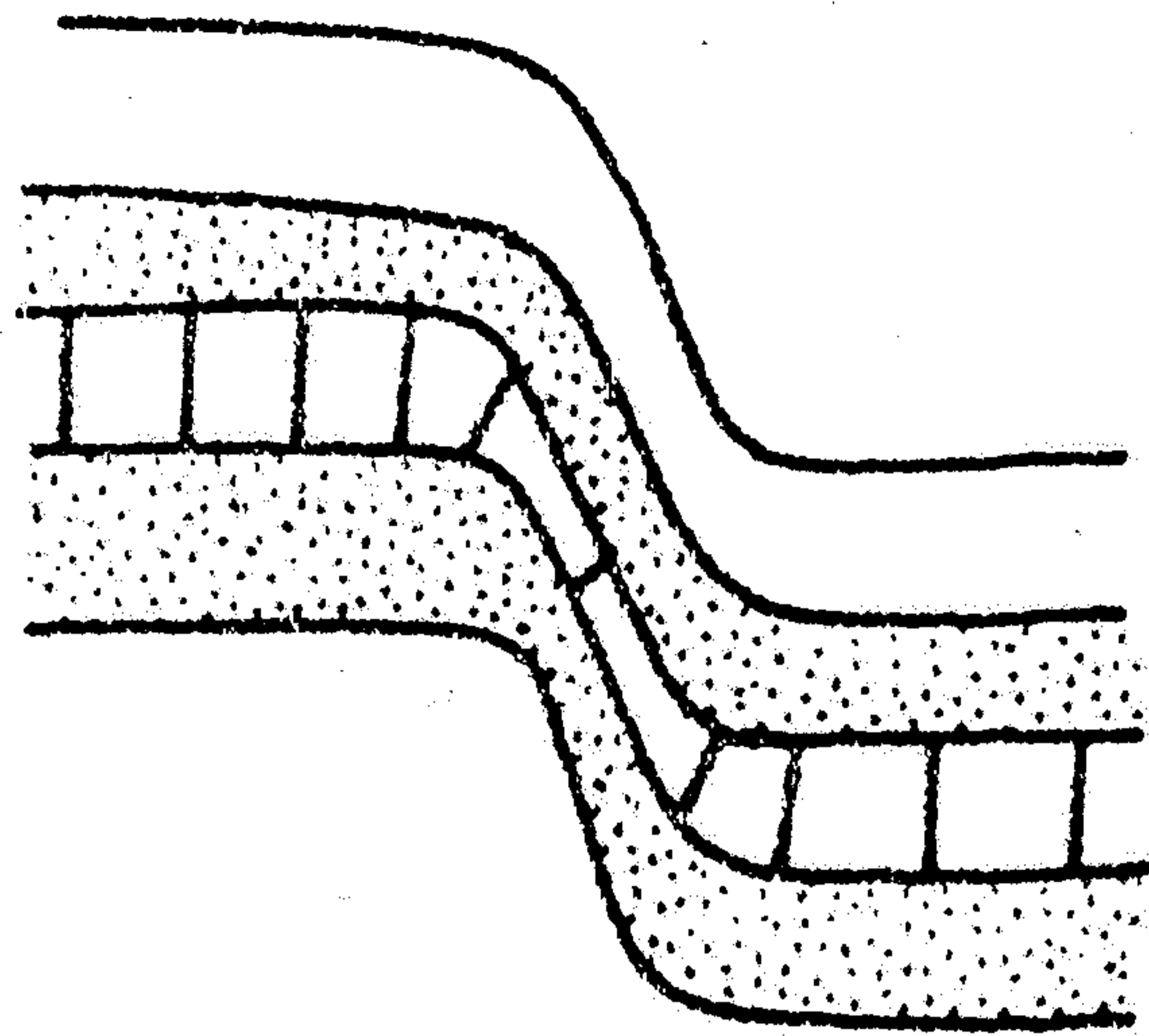
La surface horizontale est représentée en carte après érosion.



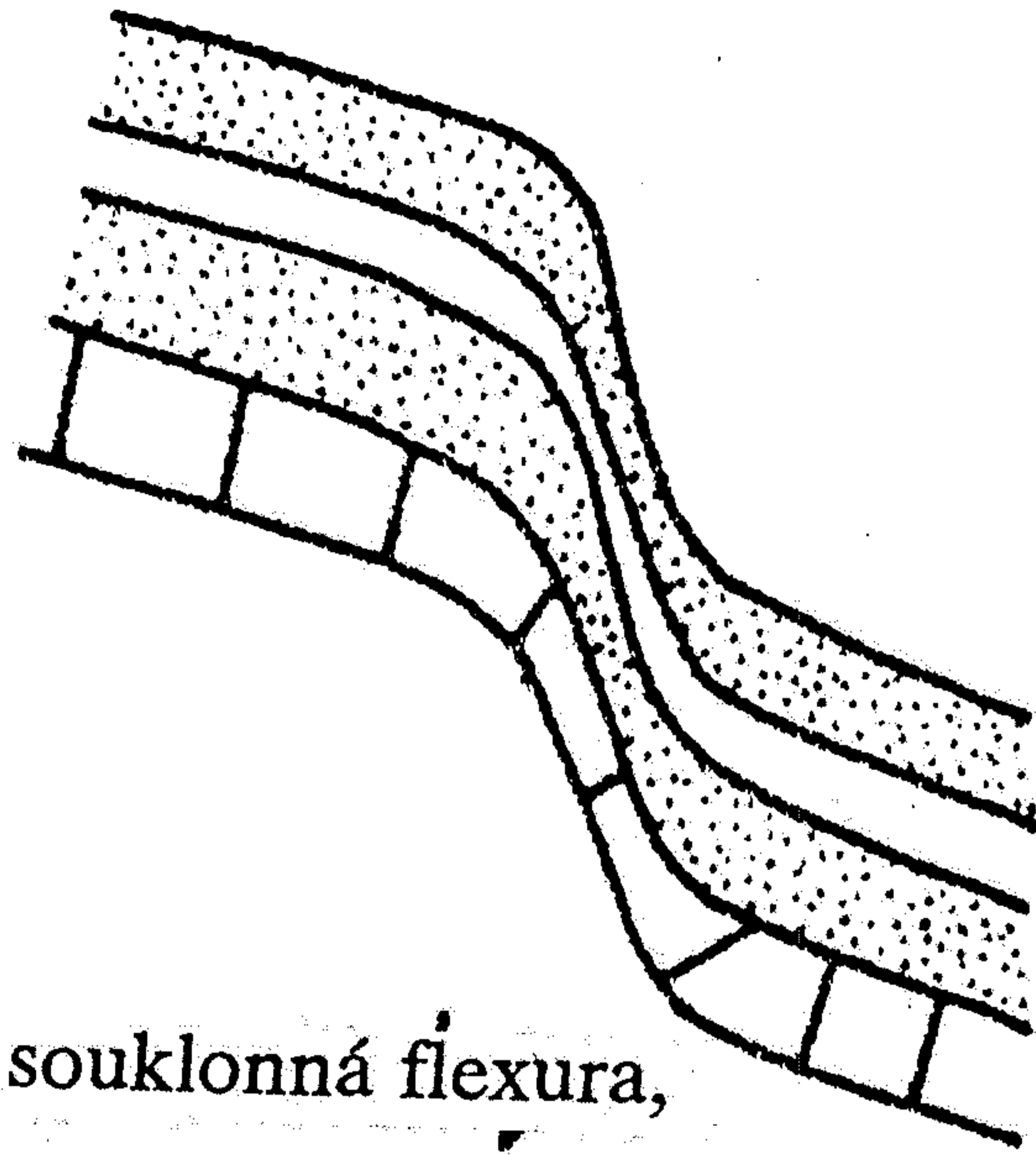


*Geology Illustrated* by J. S. Shelton. W. H. Freeman and Company. Copyright ©

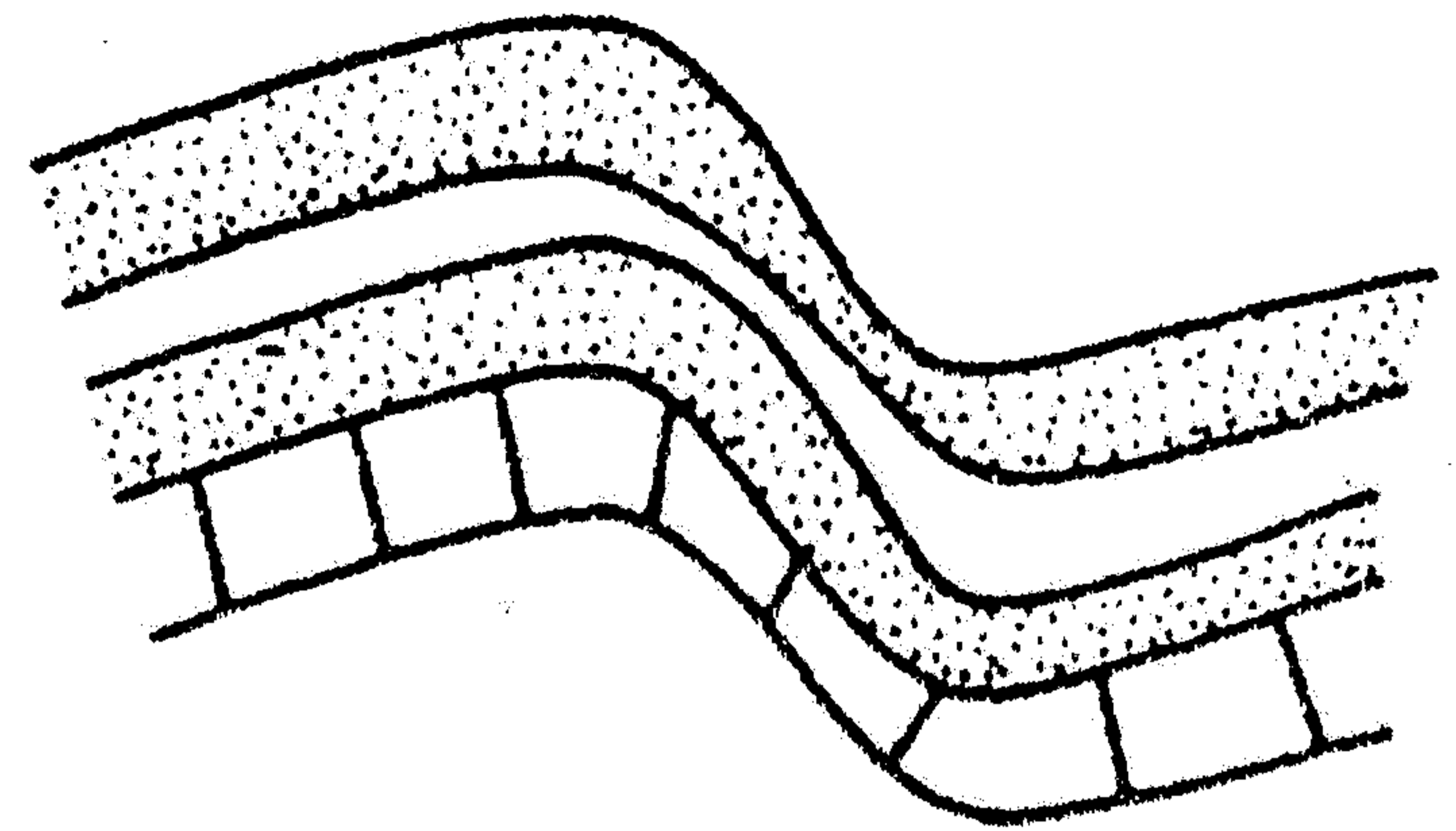
Dome in strata 6 miles east of Rawlins, Wyoming. Highway and railroad at



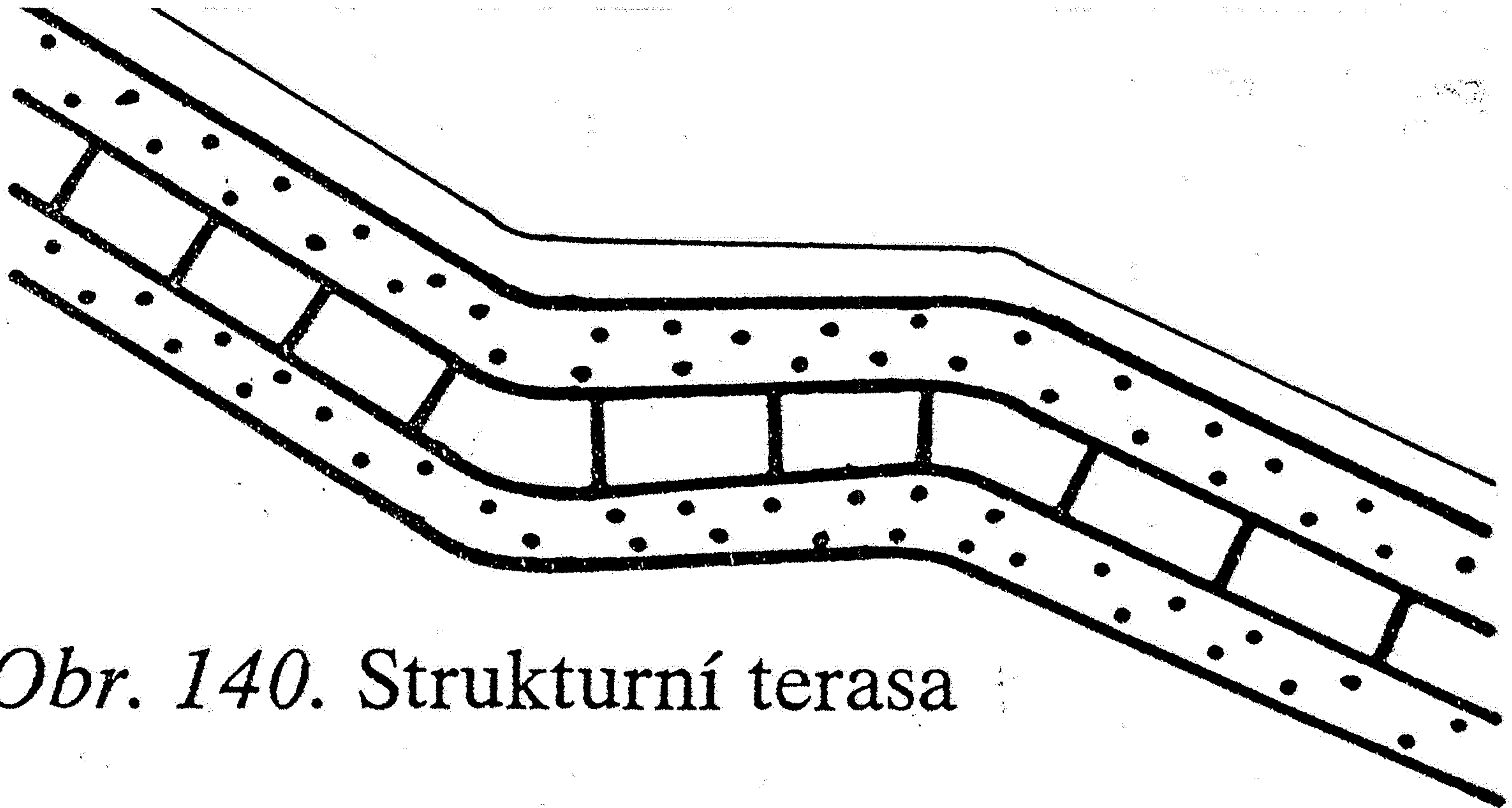
a) horizontální flexura,



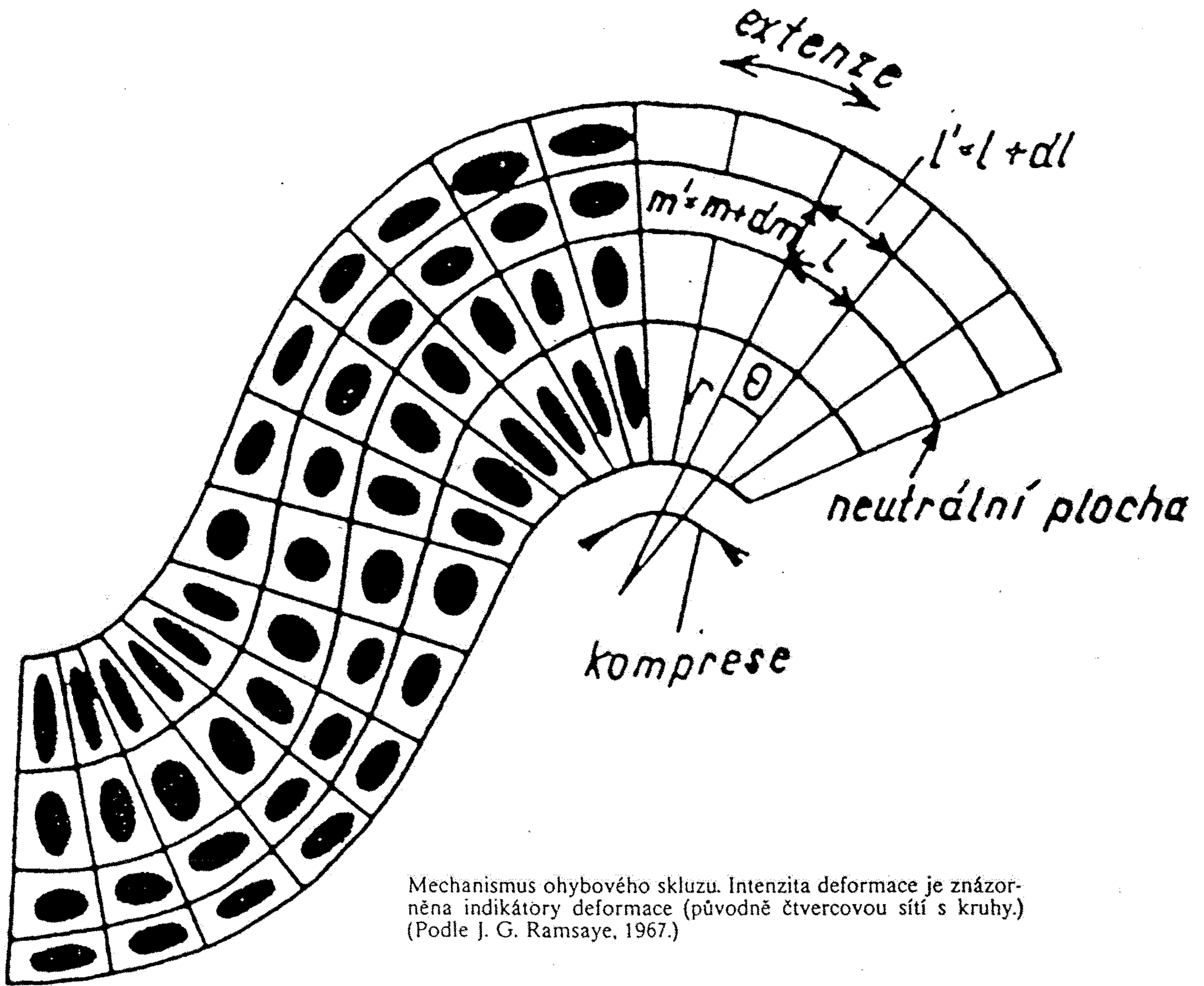
b) souklonná flexura,



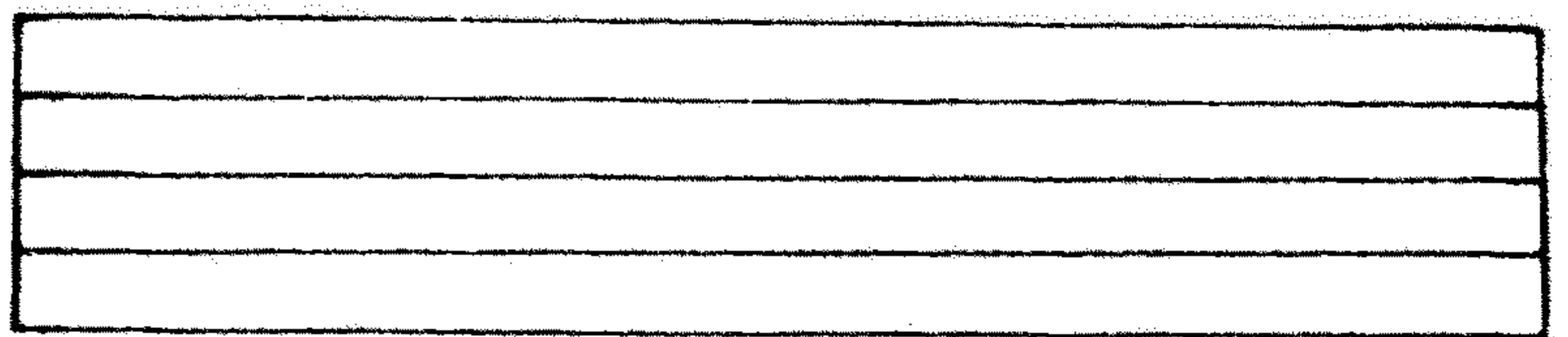
c) protiklonná flexura



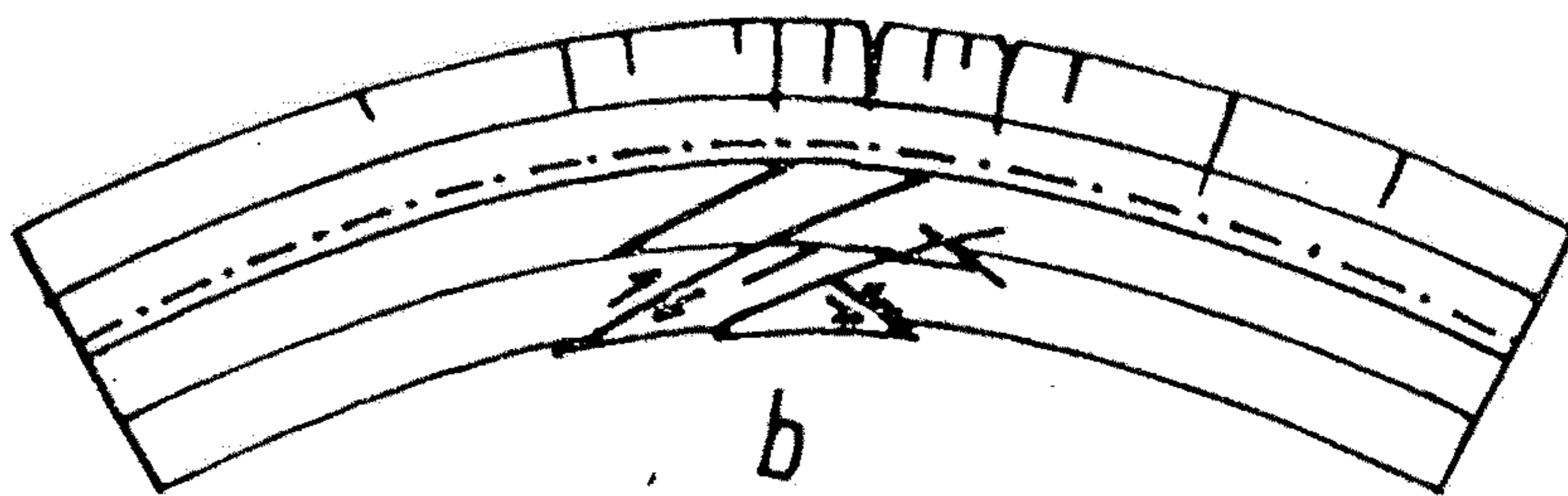
Obr. 140. Strukturní terasa



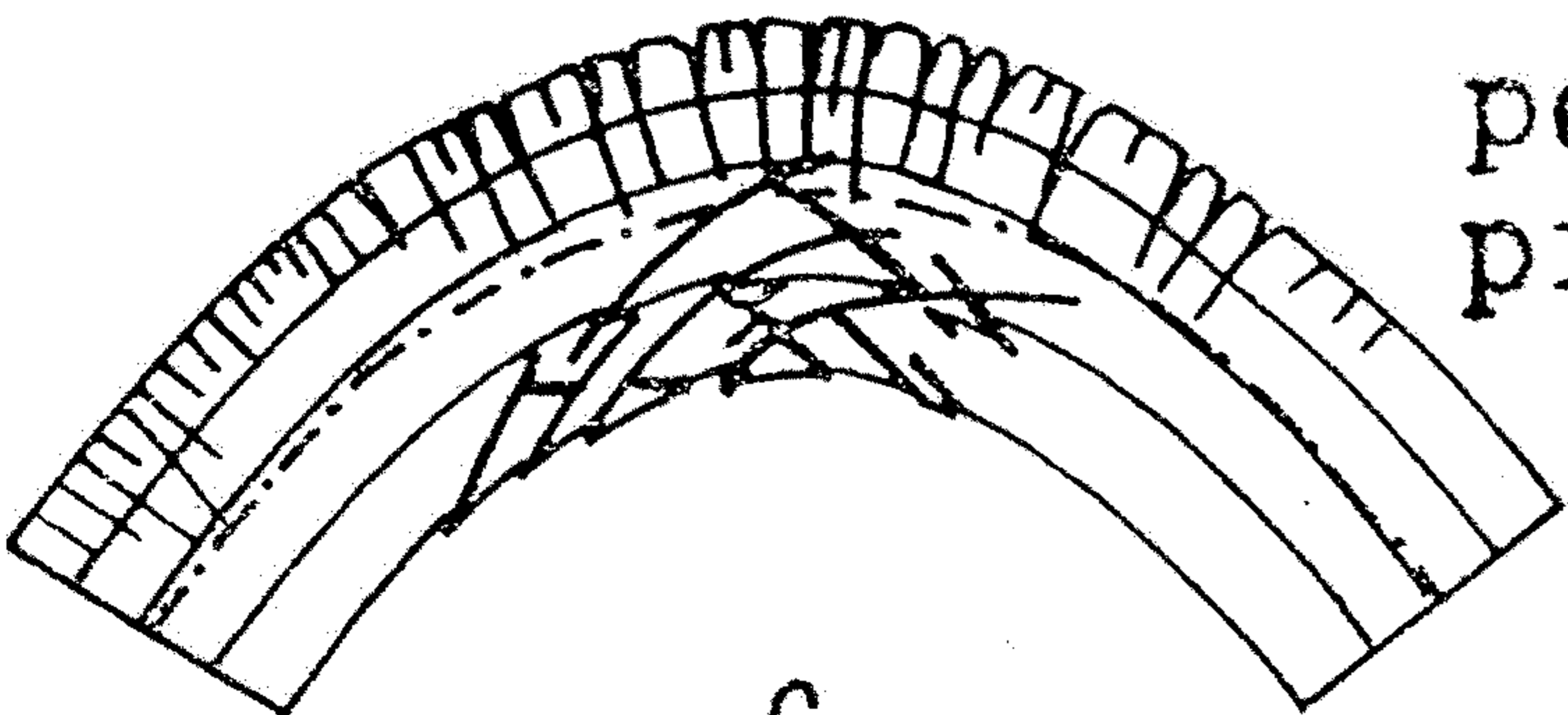
Mechanismus ohybového skluzu. Intenzita deformace je znázorněna indikátory deformace (původně čtvercovou sítí s kruhy.) (Podle J. G. Ramsaye, 1967.)



a

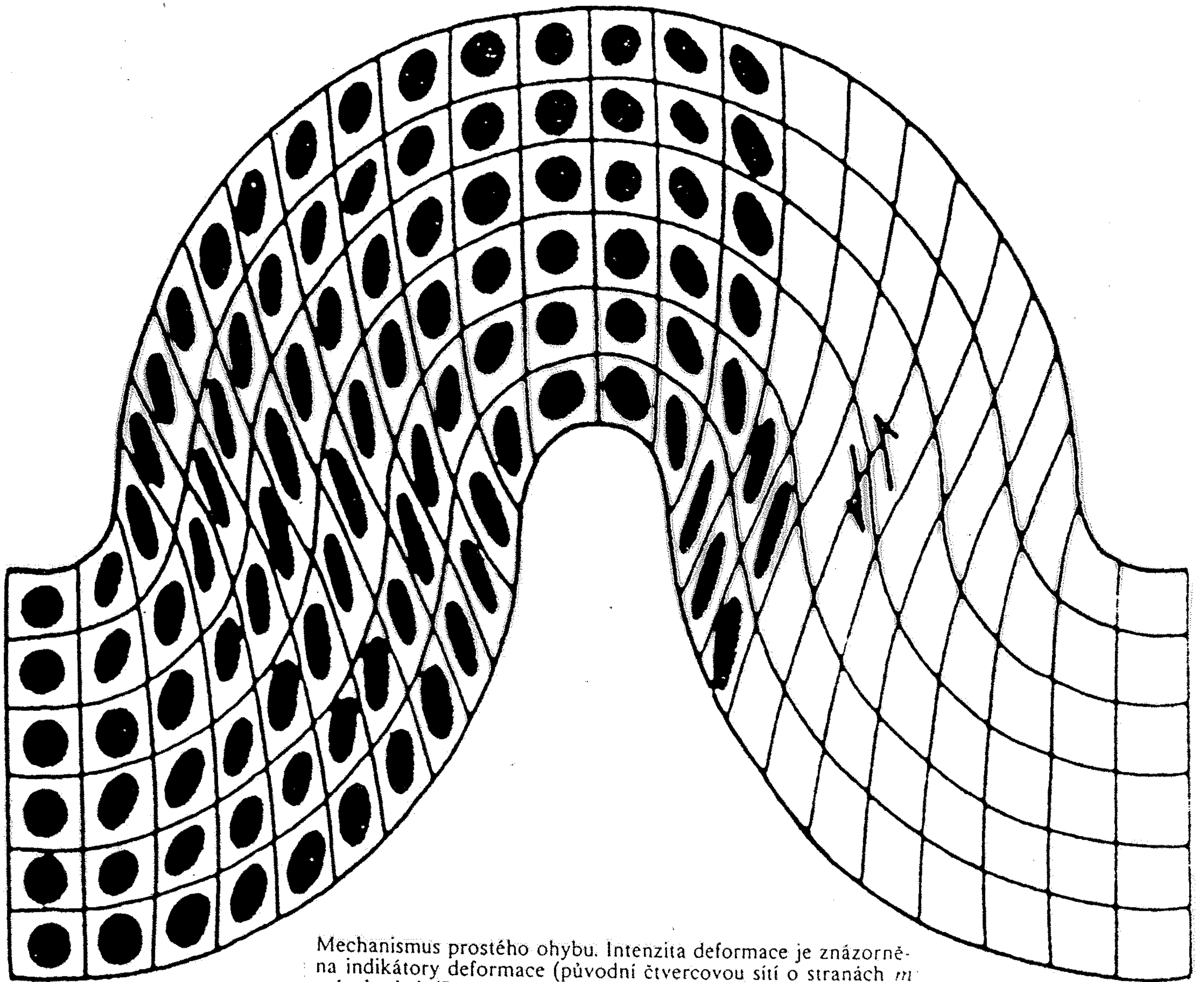


b

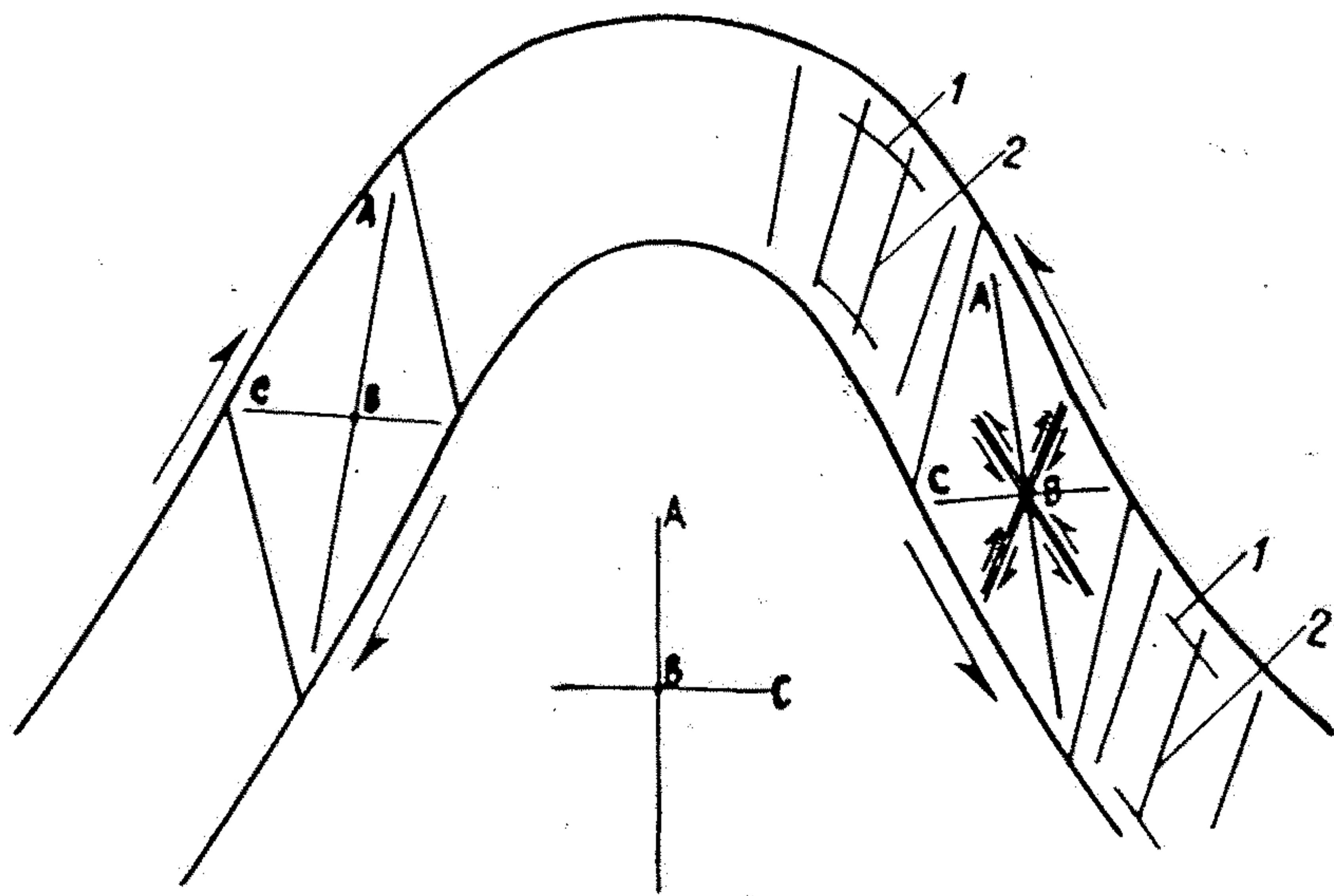


c

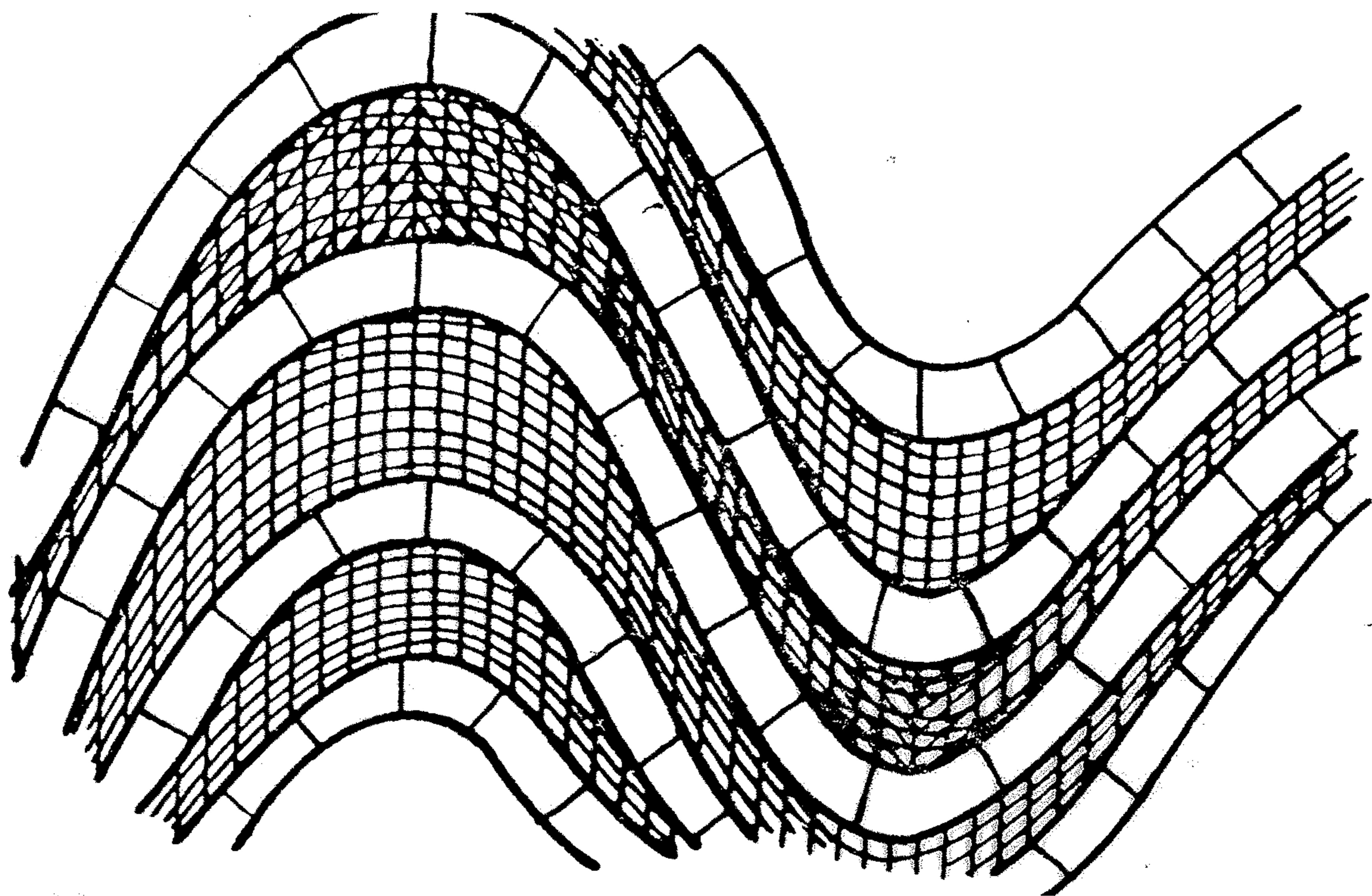
Struktury vzniklé v polohách vrásněných prostým ohybem.



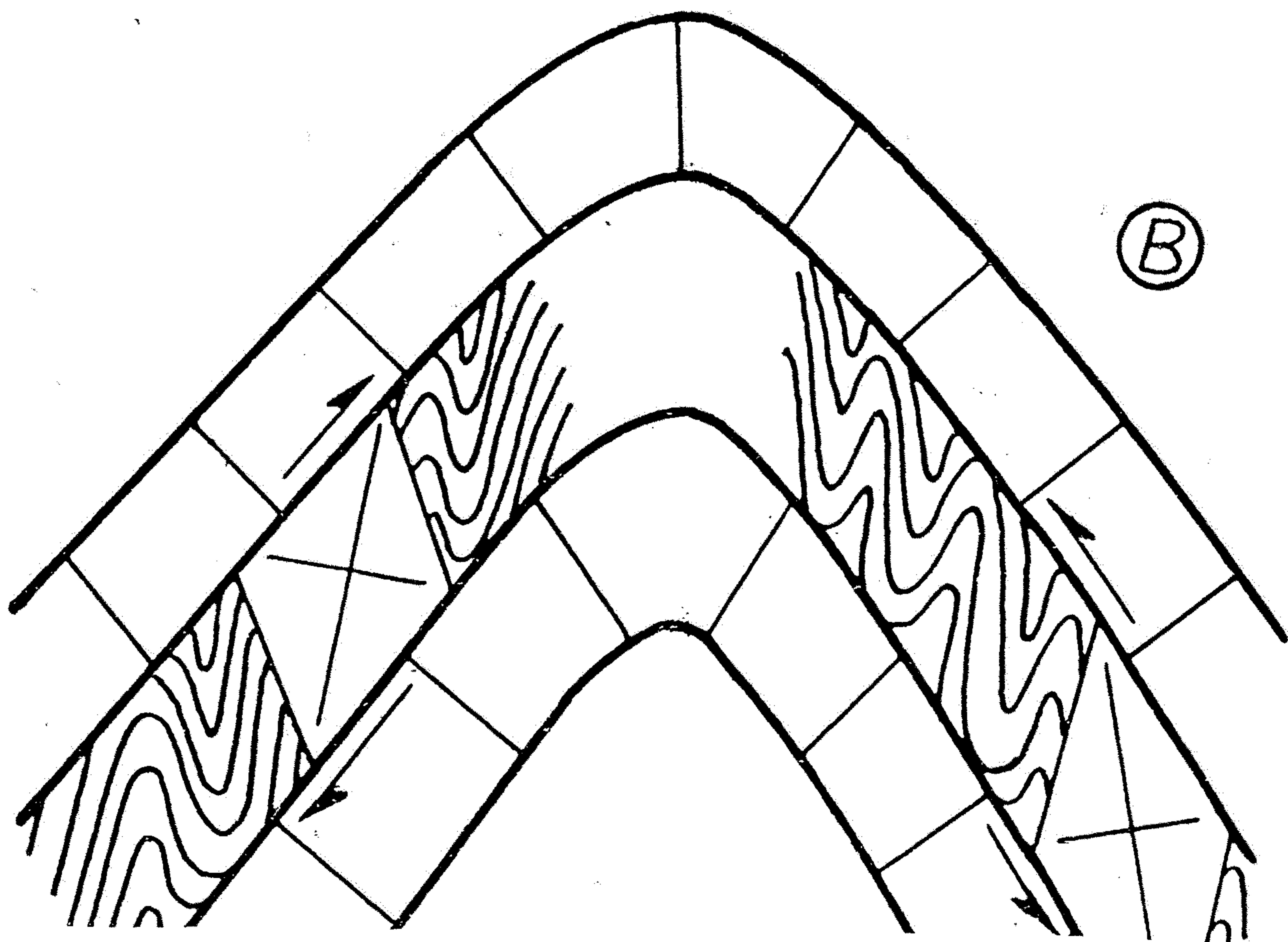
Mechanismus prostého ohybu. Intenzita deformace je znázorněna indikátory deformace (původní čtvercovou sítí o stranách  $m$  a  $l$  a kruhy). (Podle J. G. Ramsaeye, 1967.)



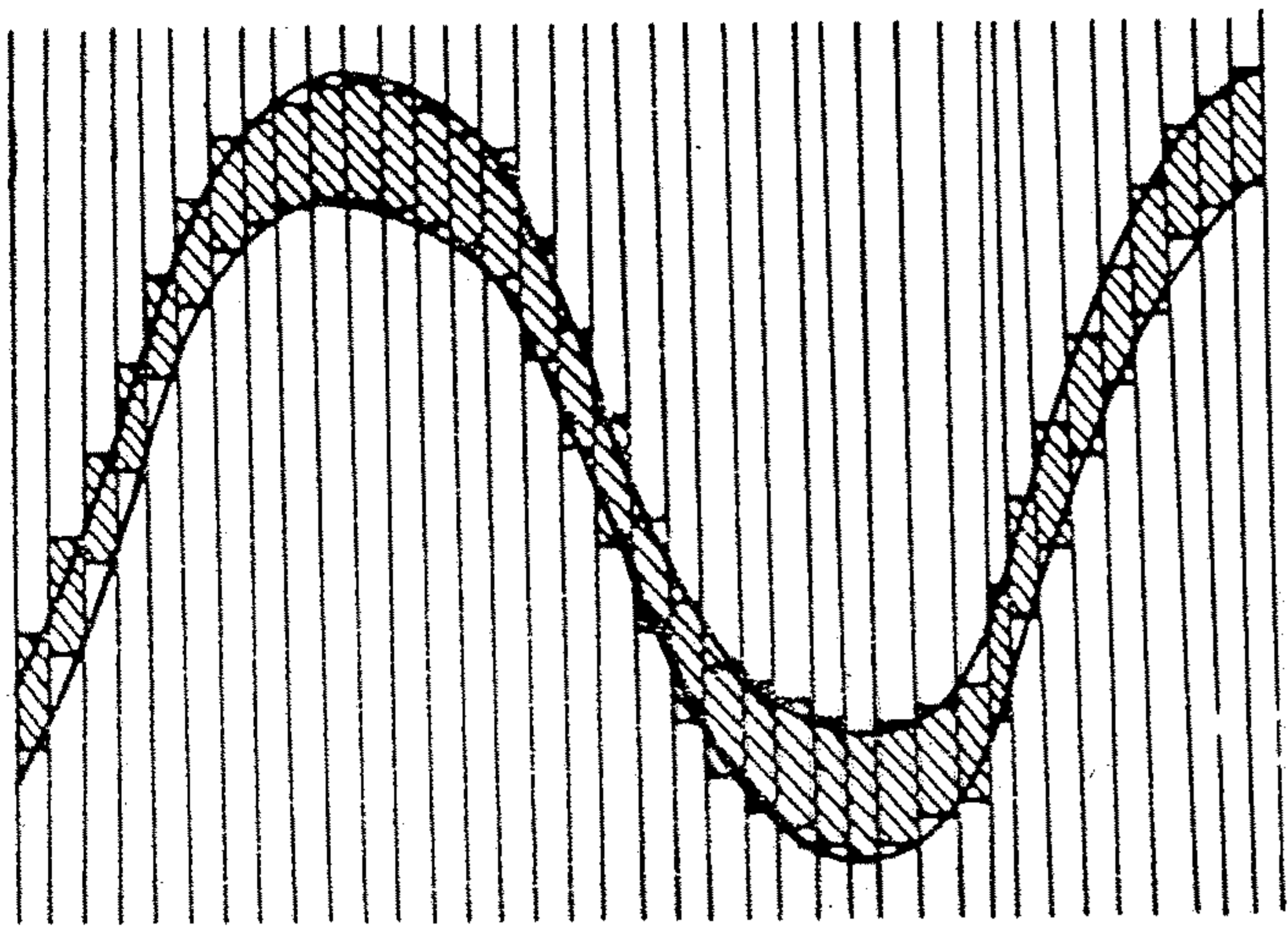
Obr.VII.65. Srovnání celkové a místní orientace hlavních os deformace ve vráse vznikající procesem ohybového skluzu. 1, 2 - párový systém smykových ploch rotovaných do polohy paralelní (1) a téměř kolmé (2) k plochám vrstevnatosti. (Podle G.D. Ažgirej, 1956, obr. VI - 11, str.247, doplněno)



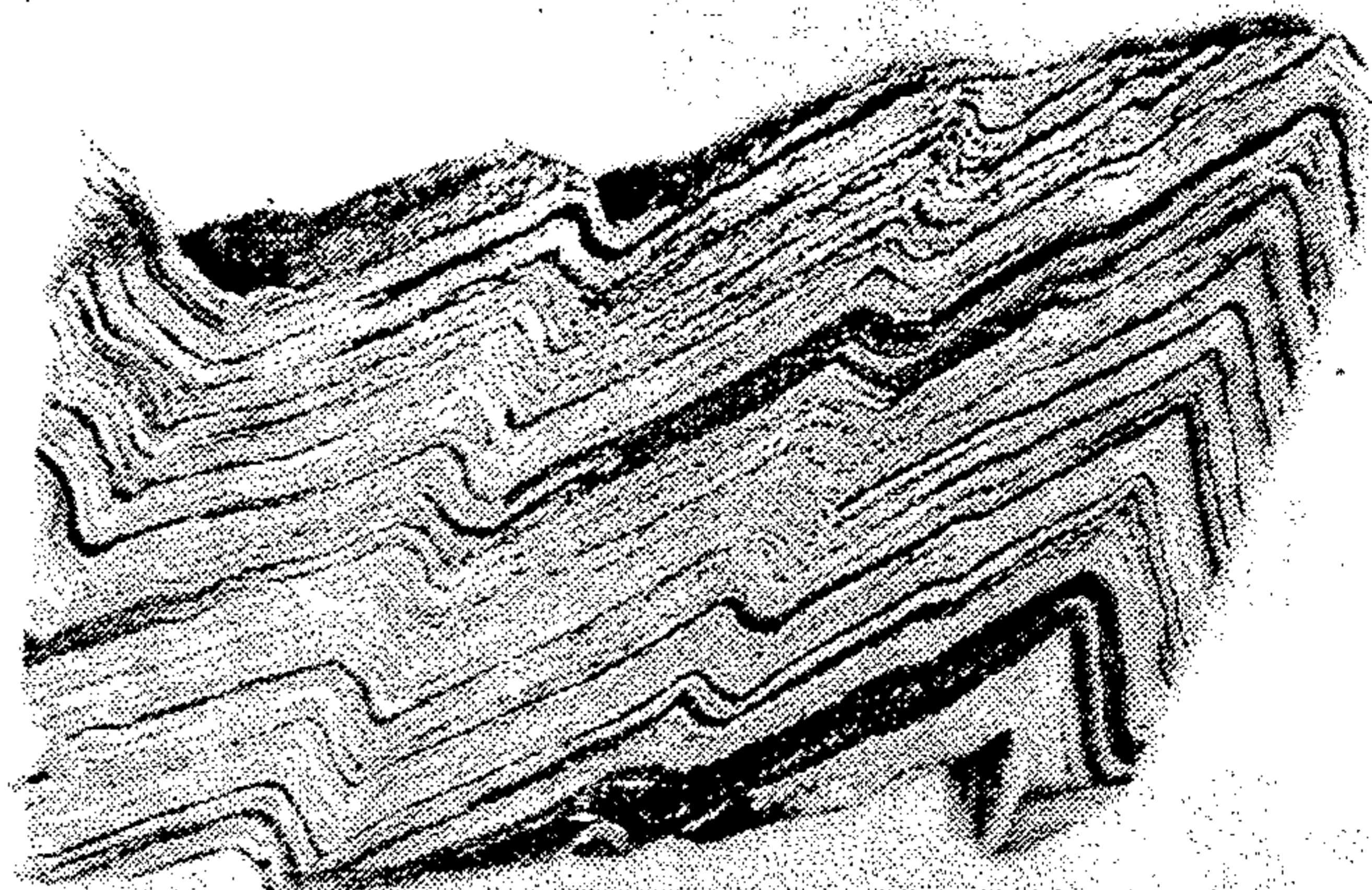
Obr.VII.77.Podobná vrása (2.typu),  
vzniklá plastickým to-  
kem nekompetentních poloh z kří-  
del do ohybů vrásky.



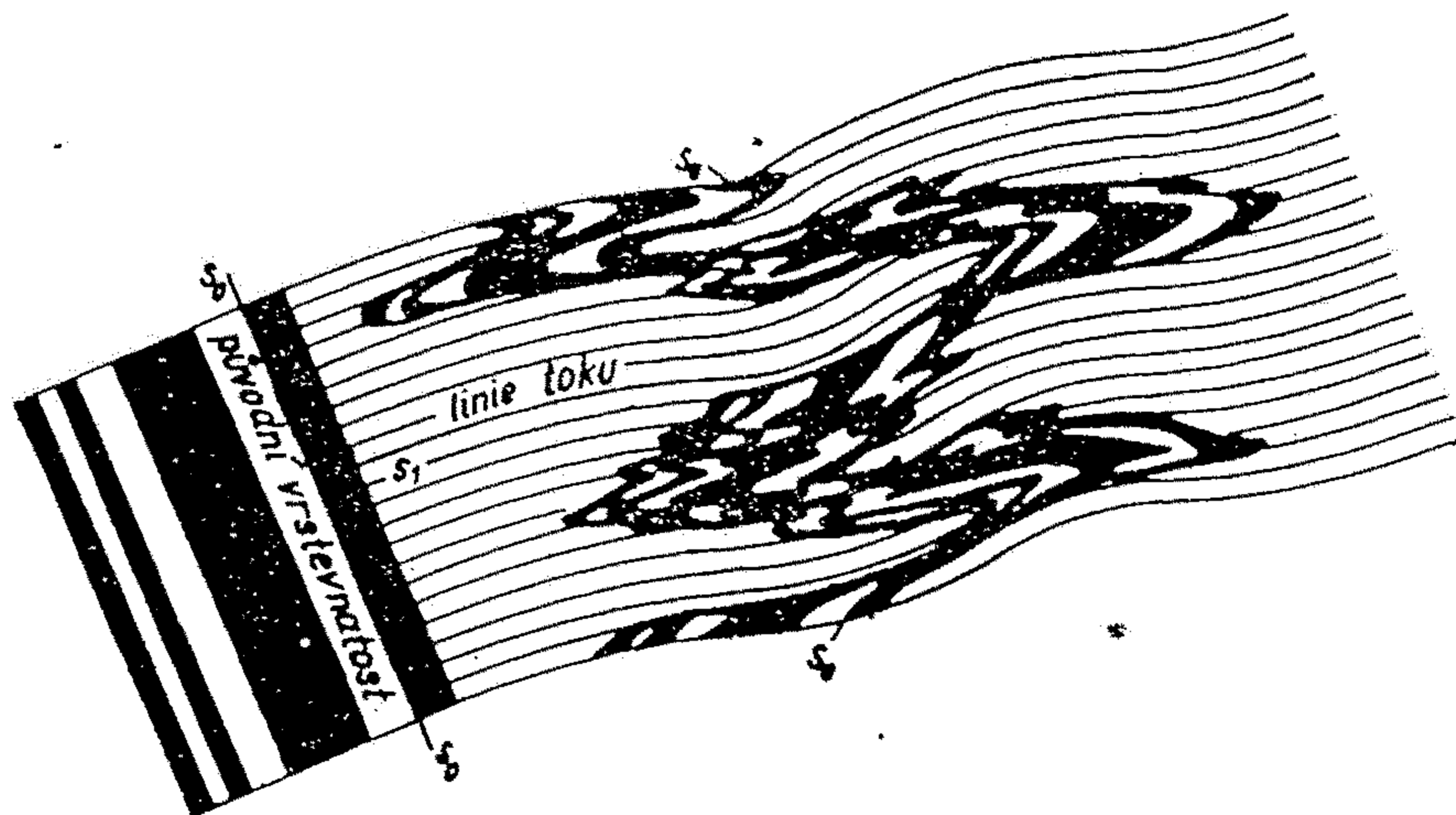
Obr.VII.101.Změny polohy hlavních  
os deformace při vrásnění  
ohybovým skluzem (A) a odpovídající  
vergence vlečných vrás (B).



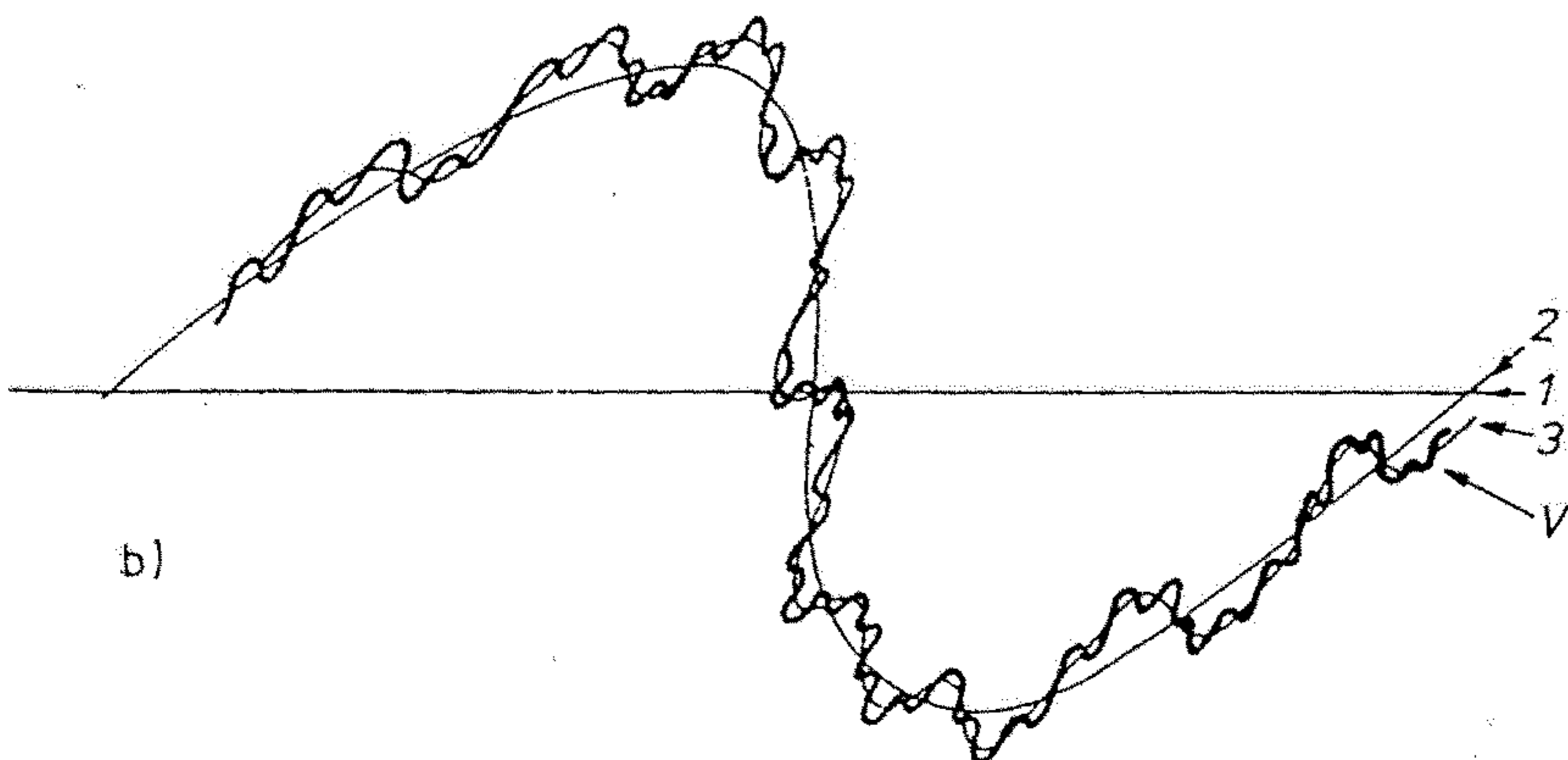
Obr.VII.82.Schema klivážové vrásky vzniklé posunem litonů na plochách osní kliváže. (Podle G.D. Ažgirej, obr.IV-21, str. 130)



Zalomené (puklinové) vrásky v páskované břidlici. Jáma Jaromír, Horní Město na severní Moravě. (Foto B. Fojt, zvětšení 2,5 x.)



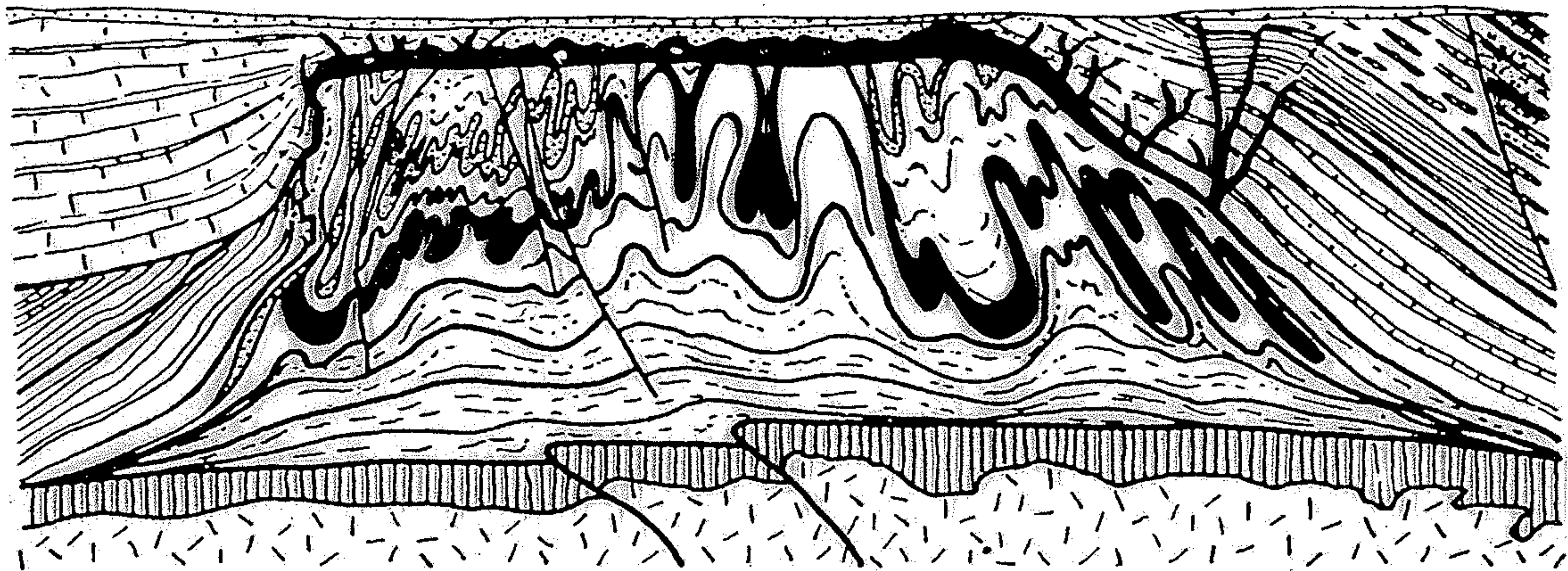
Obr.VII.97.Schema geometrie mechanismu toku při vrásnění. (Podle S.W. Carey, 1954, in E.H.T. Whitten, obr. 121, str. 142)



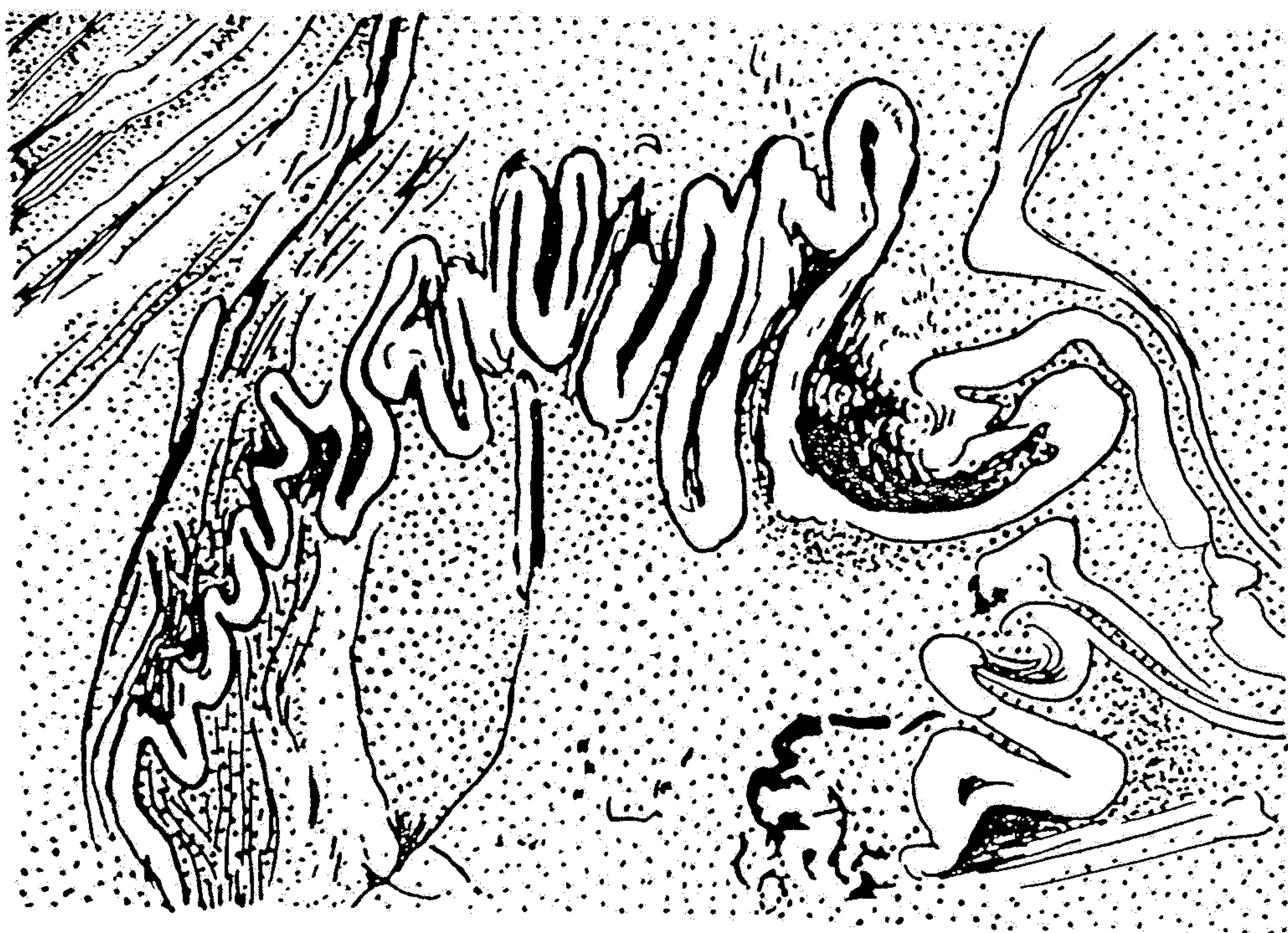
Obr. 153. Antiklinorium a synklinorium

a) pravé, b) nepravé

V – zvrásněná plocha, 1 – mediánová plocha prvního řádu, 2 – druhého řádu, 3 – třetího řádu

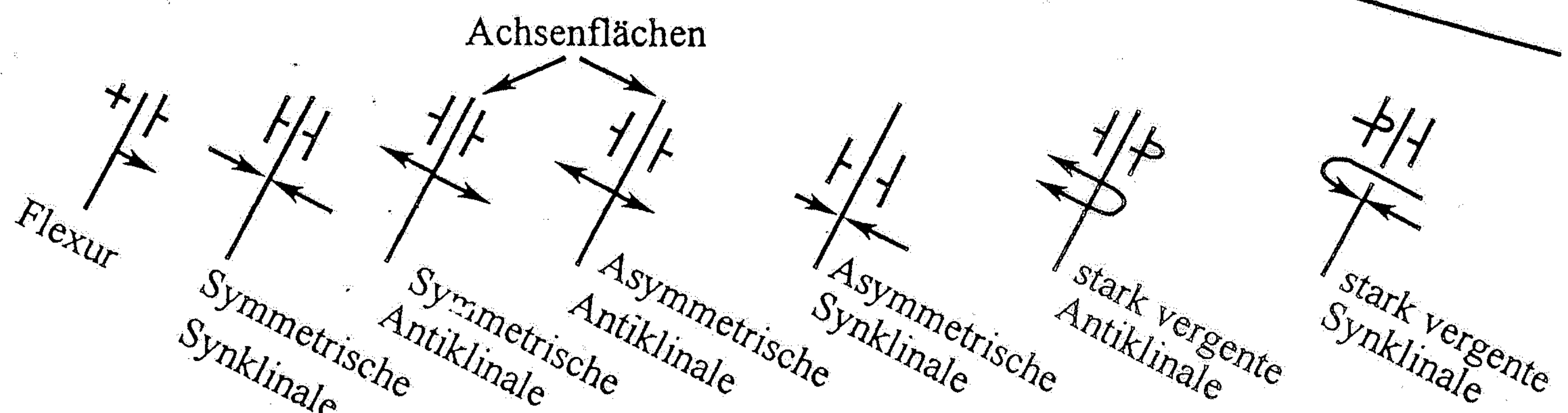
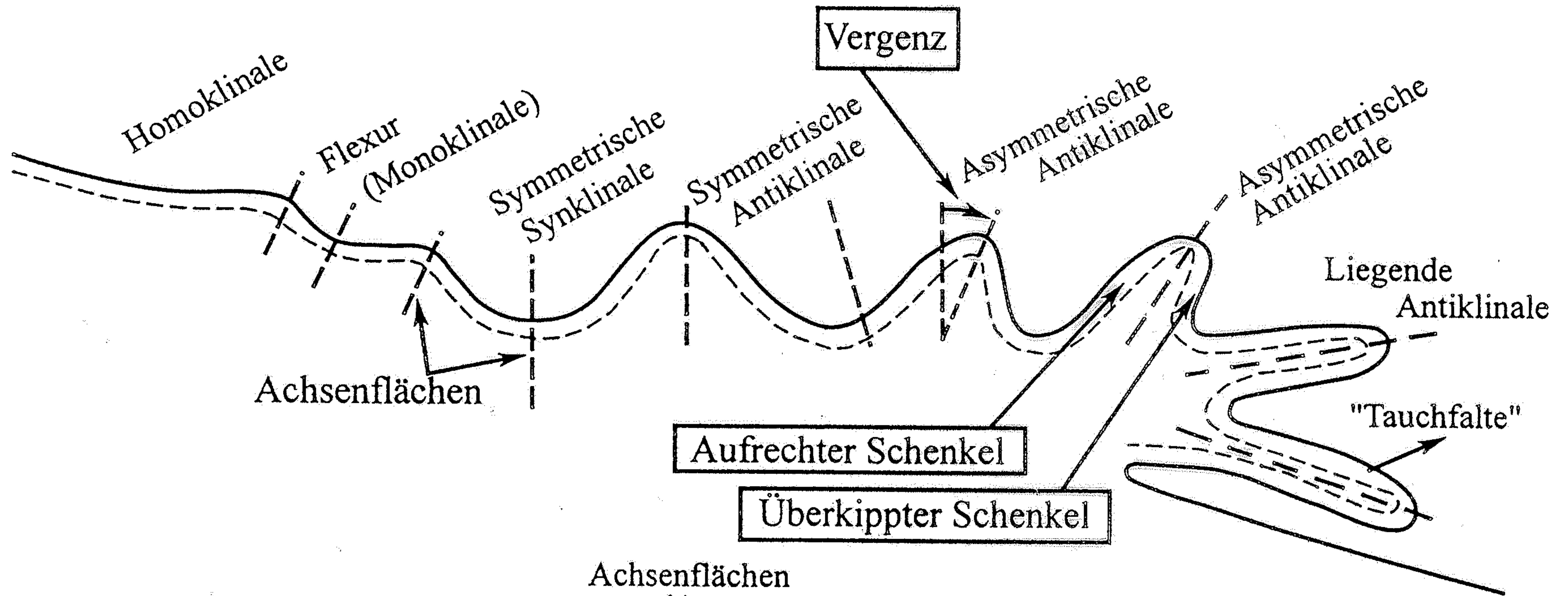


Vrásy toku (enterolotické struktury) v solném pni u Hannover, NSR. (Podle E. Seidl in R. Kettner, 1941, obr. 85, str. 106)



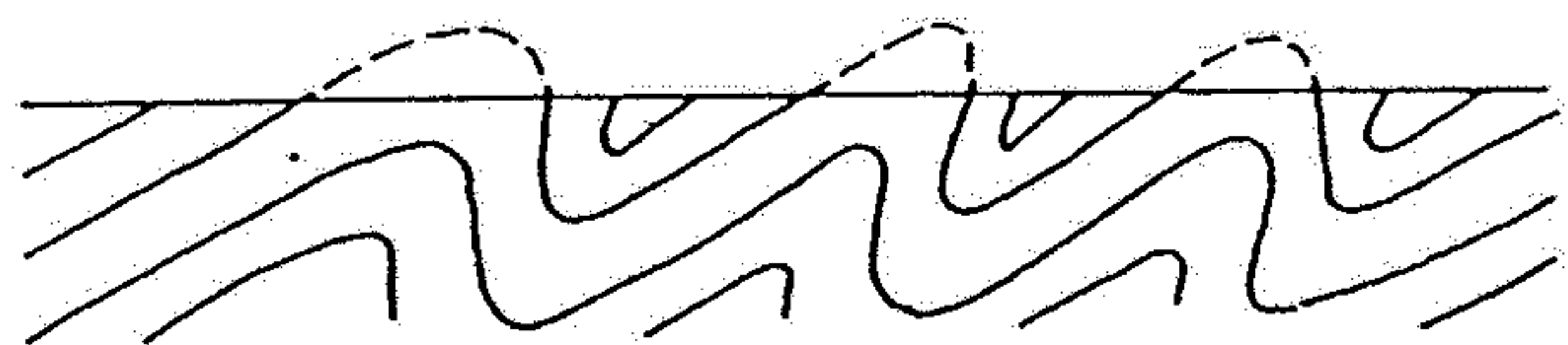
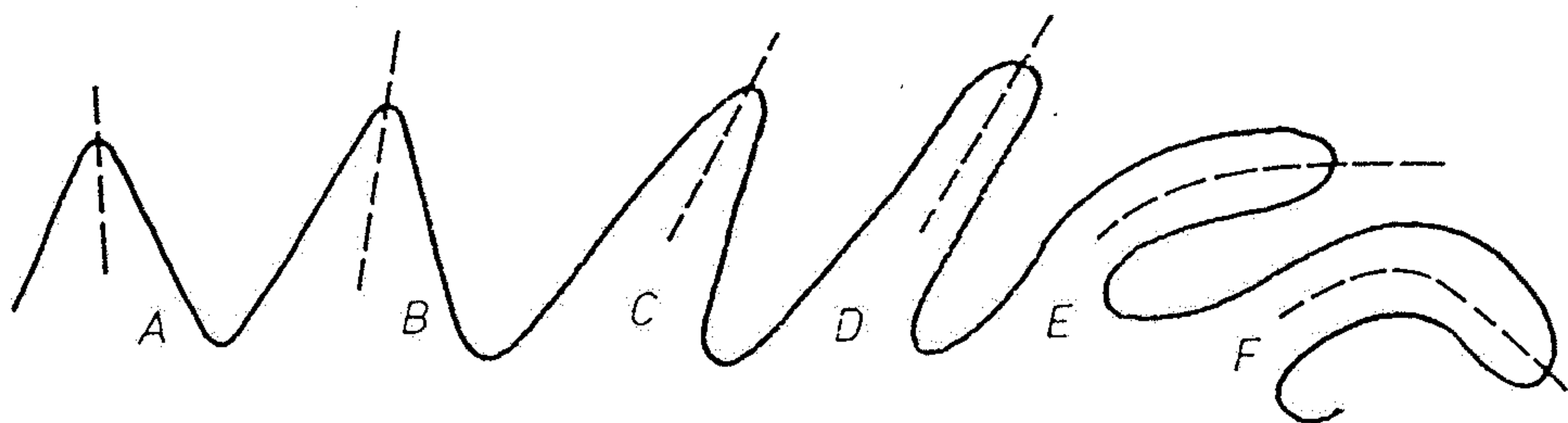
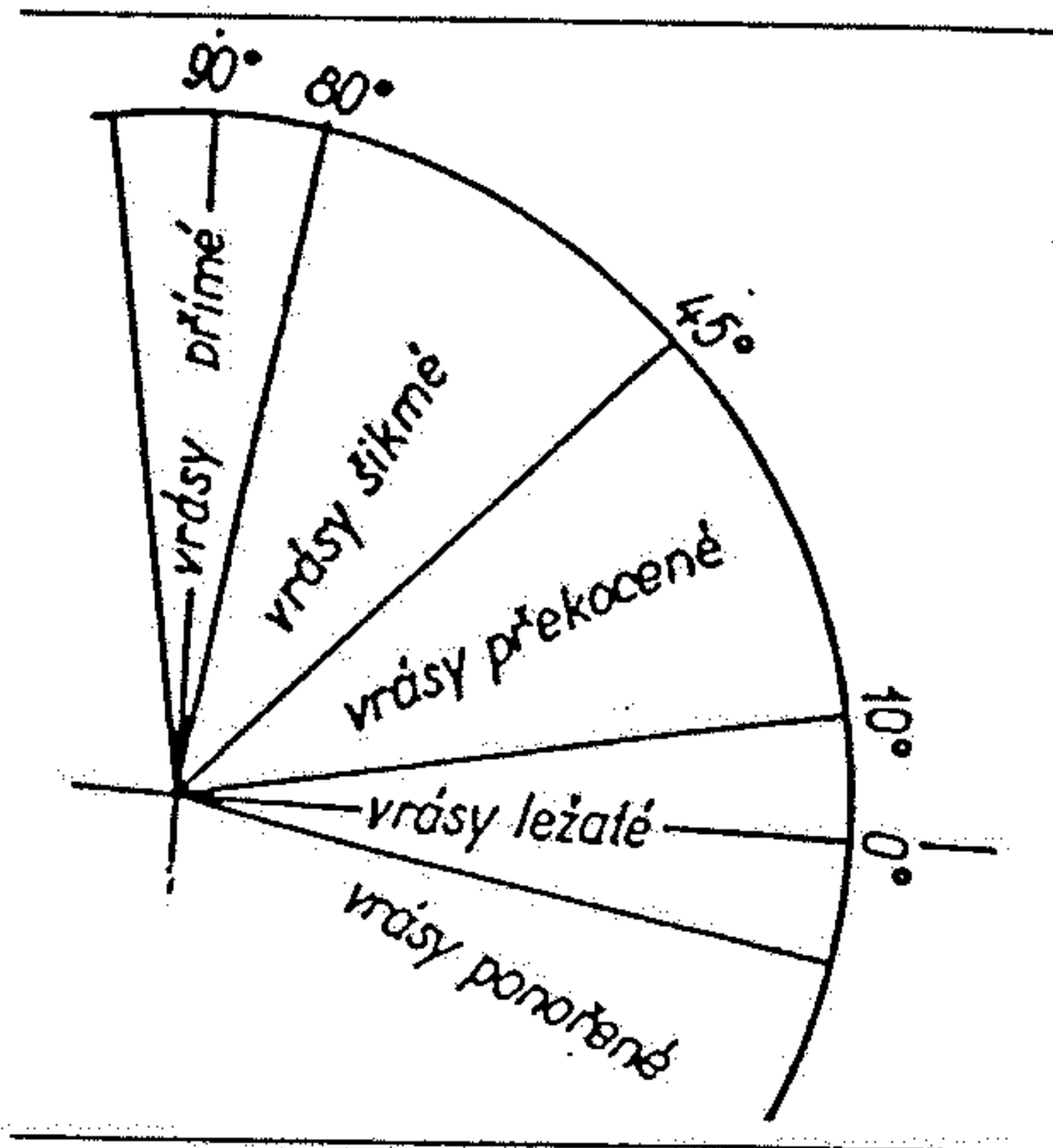
Vrásy toku v prekambriických migmatitech a aplitových žilkách u Turku, Finsko. (Podle fotografie in P. Schmidt - Thomé, 1972, obr. 19-39, str. 204).



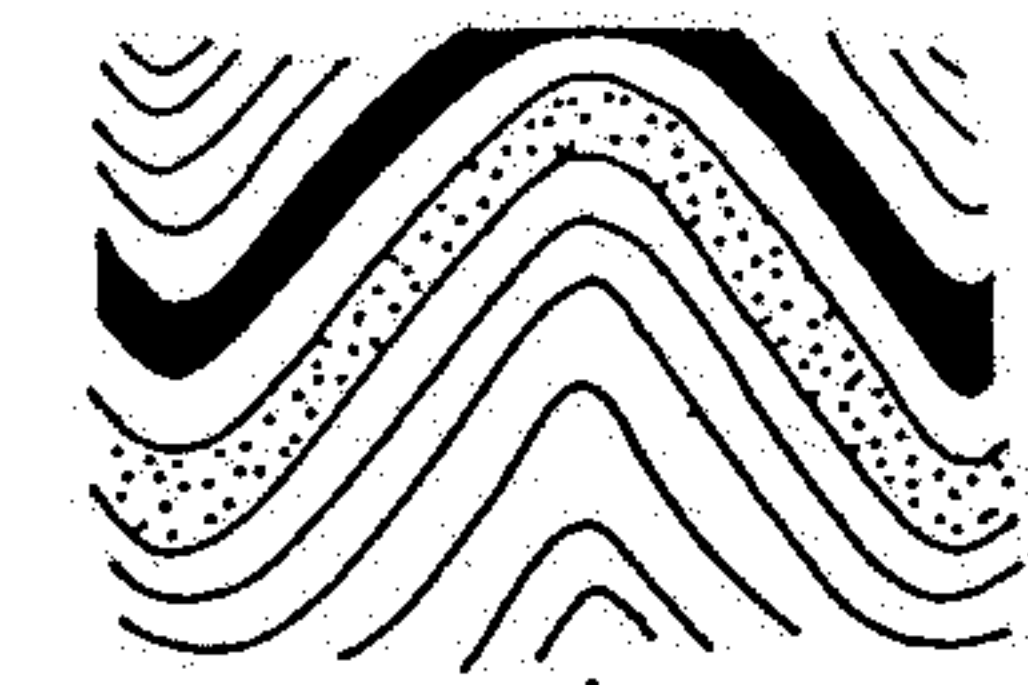


Fiktive Anordnung von Falten unterschiedlicher Vergenz (oben) und ihre Signatur in der geologischen Karte (unten) (nach EISBACHER 1991).

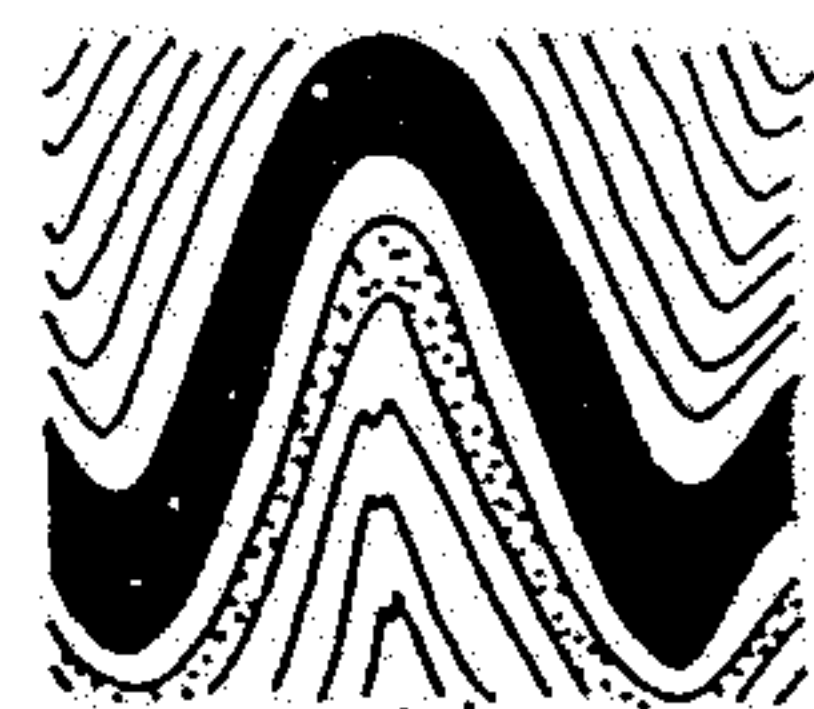




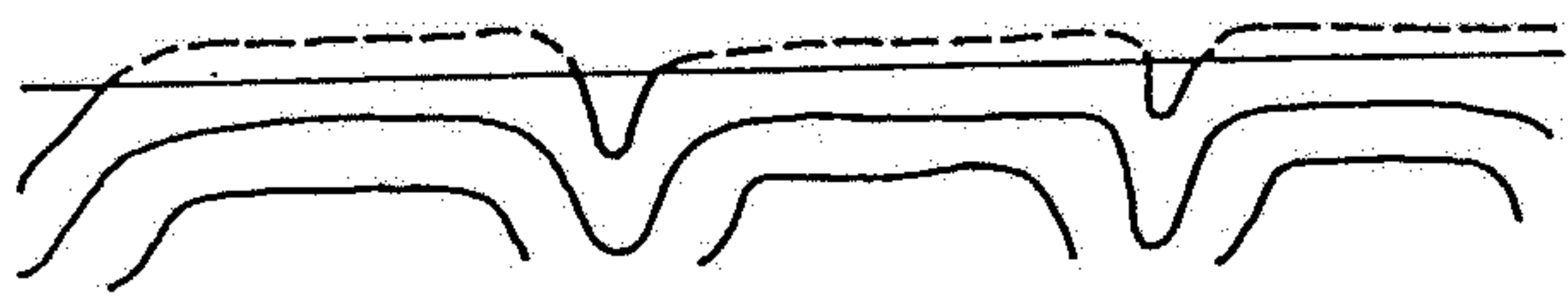
a)



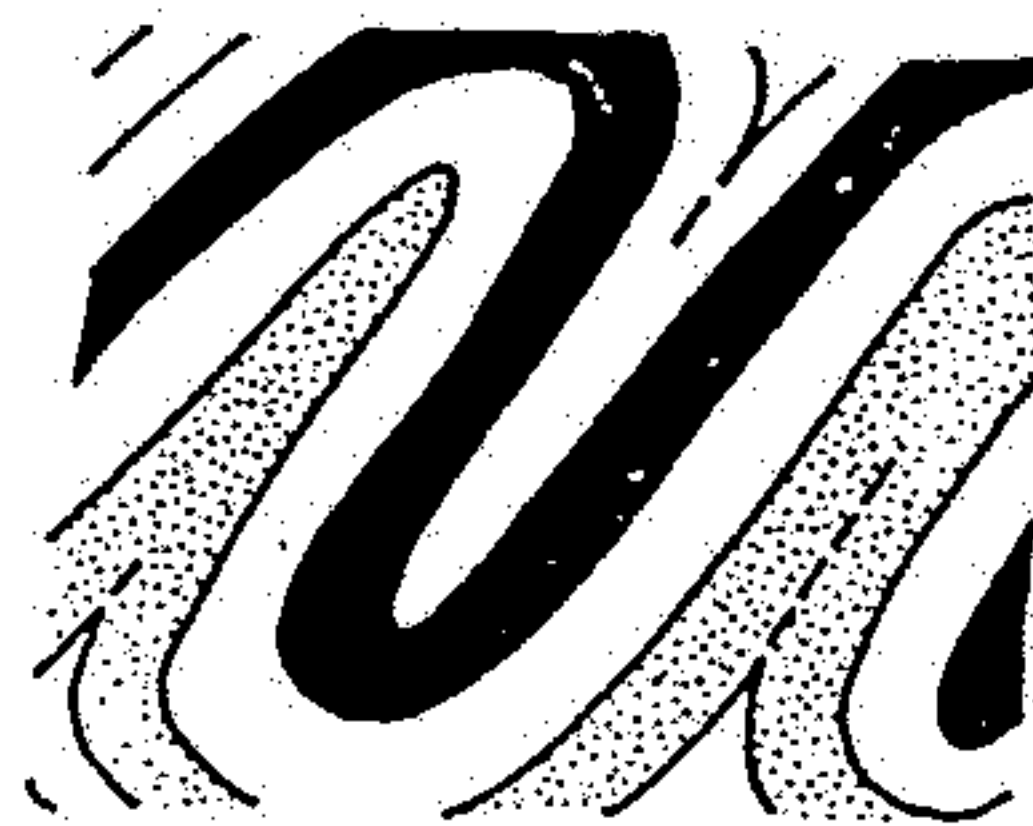
a)



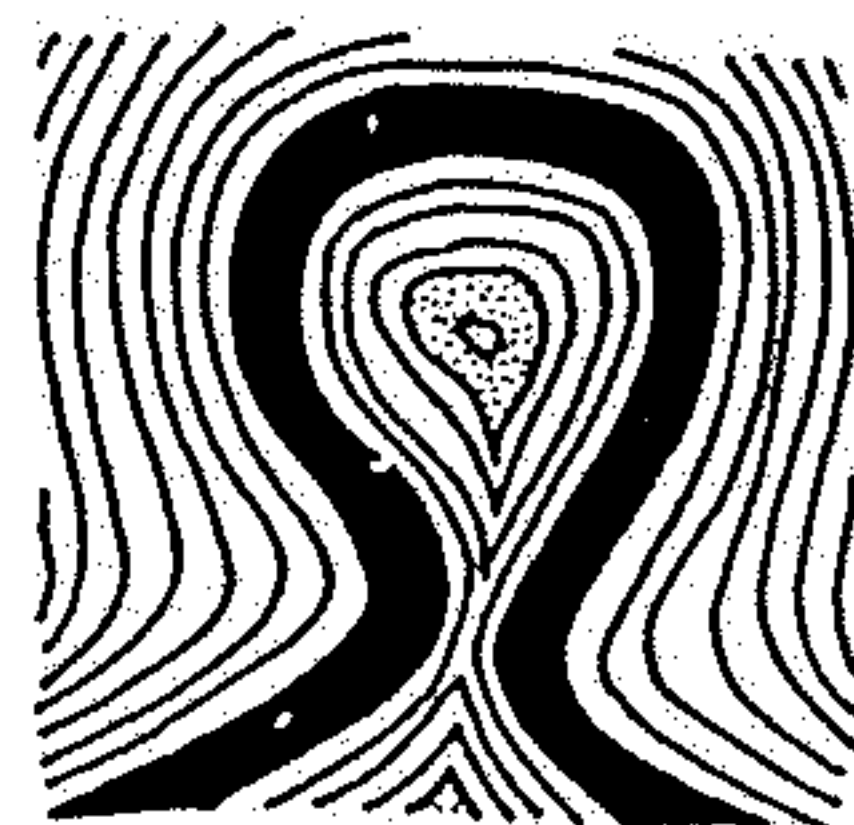
b)



b<sub>1</sub>)



c)



d)



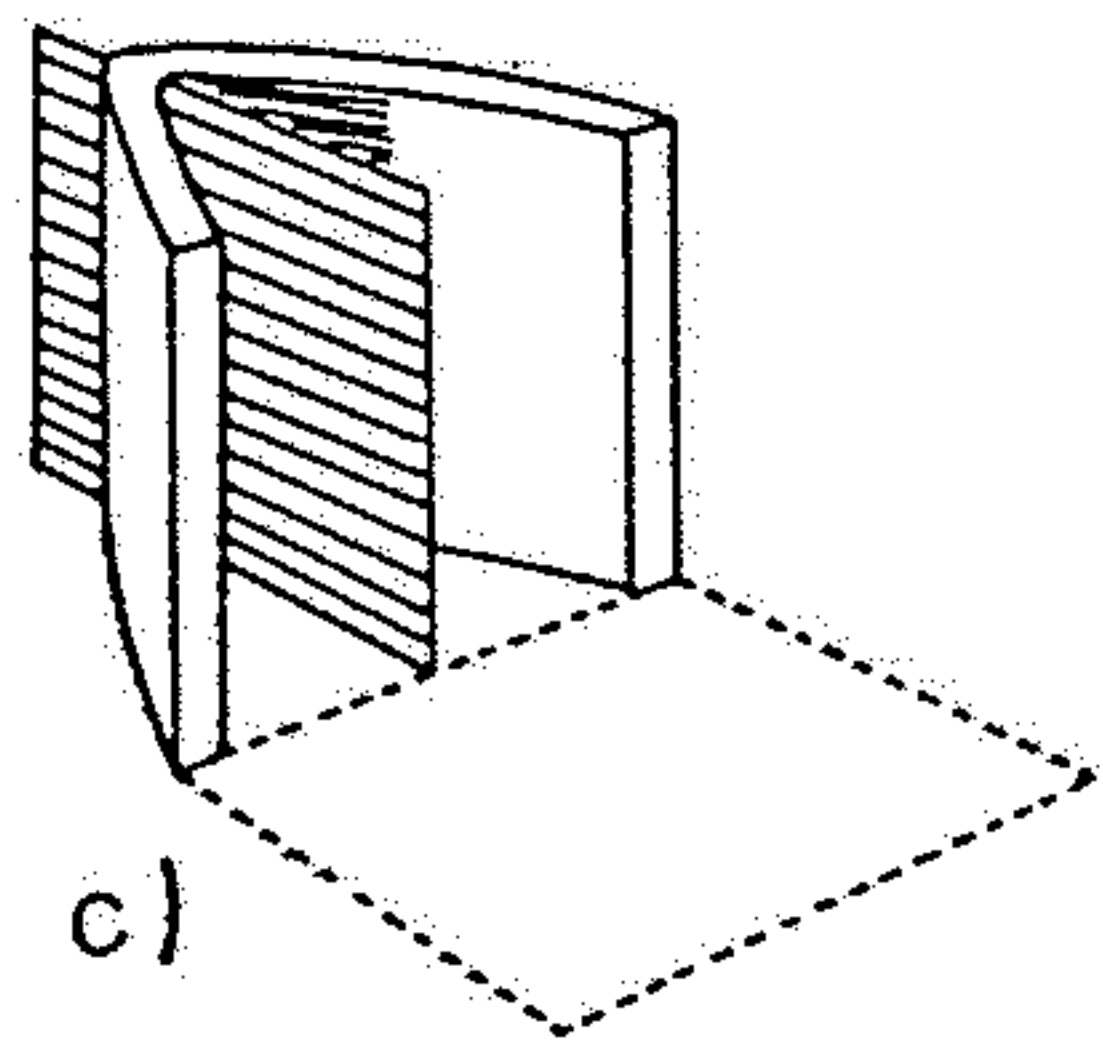
b<sub>2</sub>)

Obr. 156. Klasifikace vrás podle velikosti meziramenního úhlu

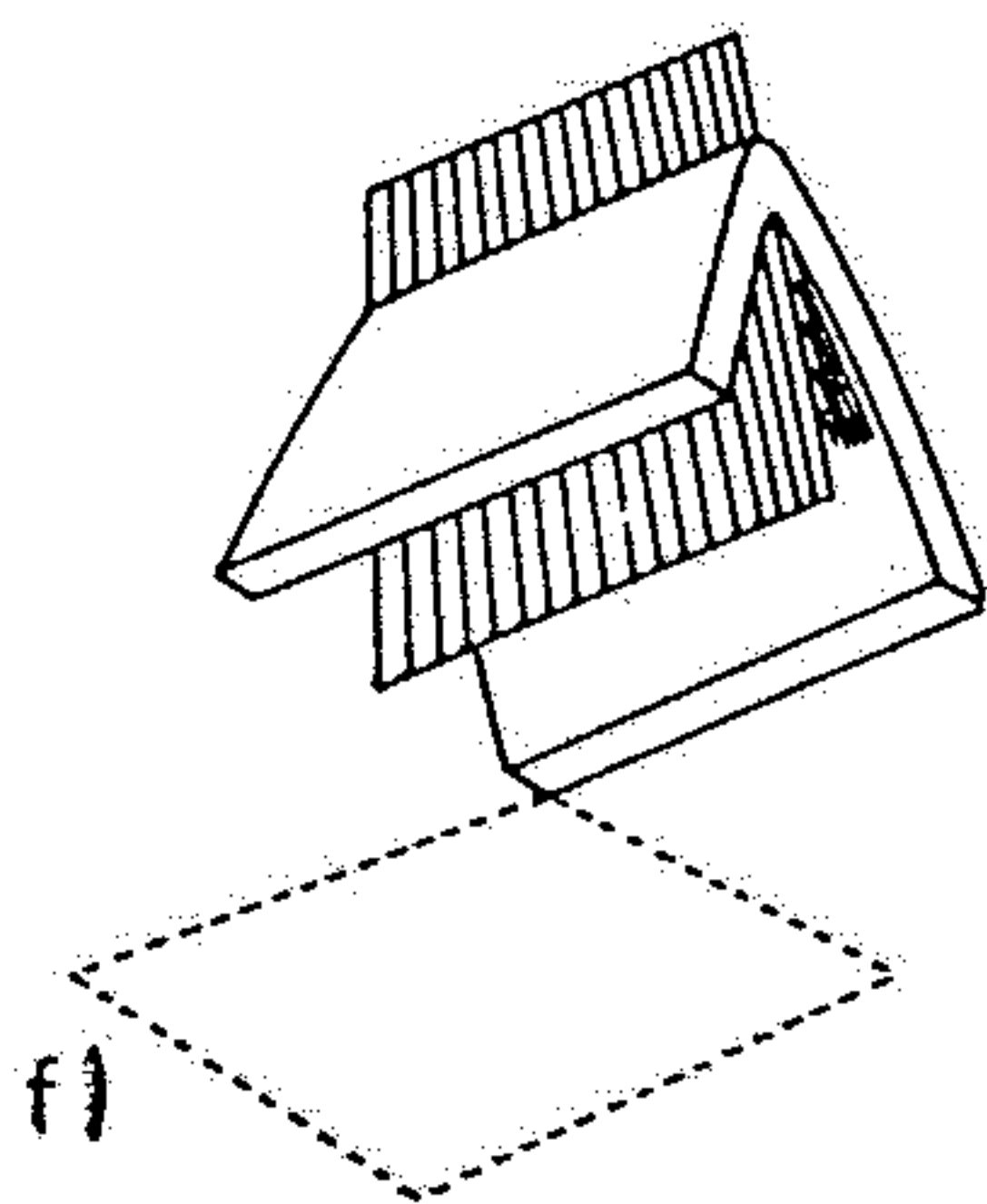
a) otevřená vrása, b) zavřená, c) izoklinální, d) zaškrcená

Obr. 166. Morfologické typy zvrásnění

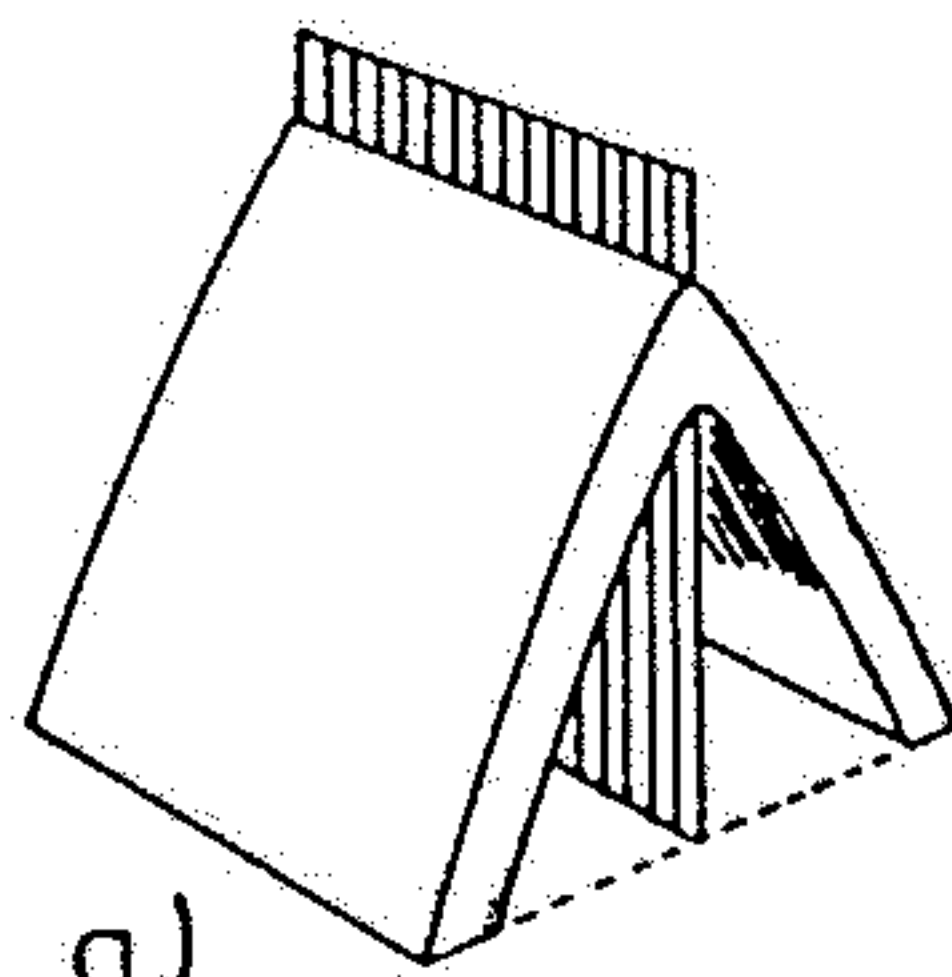
a) zvrásnění holomorfní, b) zvrásnění mediomorfní, (b<sub>1</sub>) – dejektivní, (b<sub>2</sub>) – ejektivní



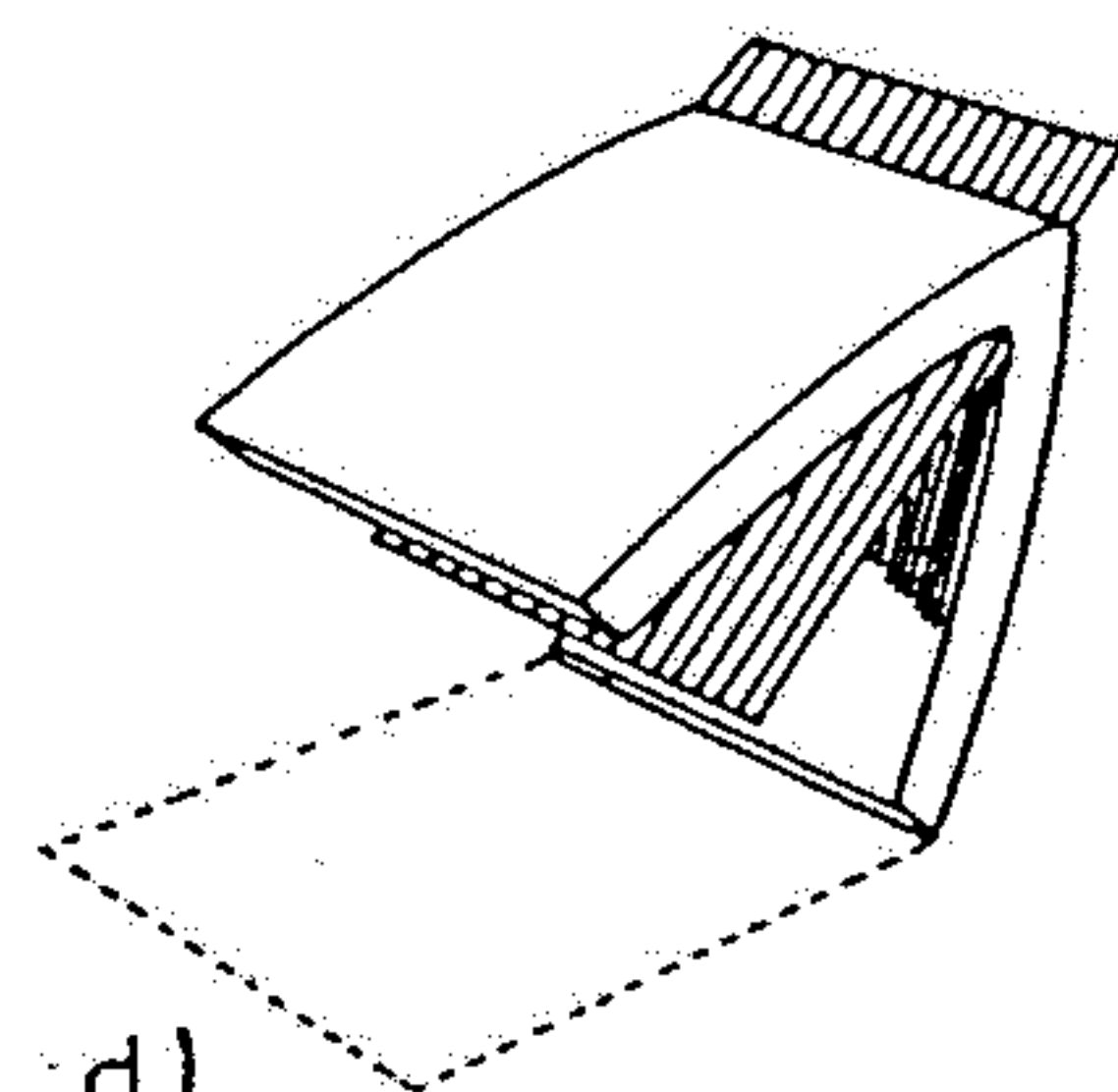
c)



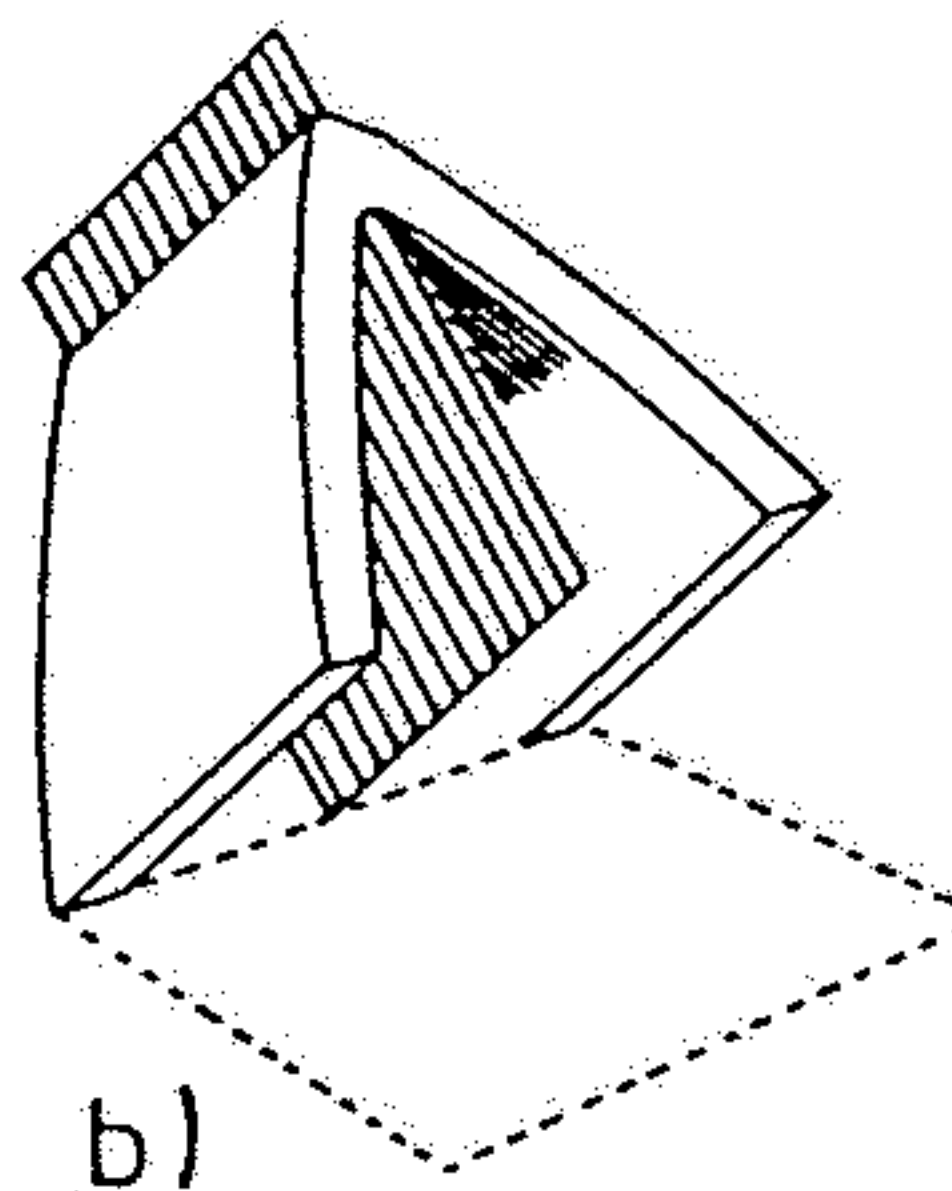
f)



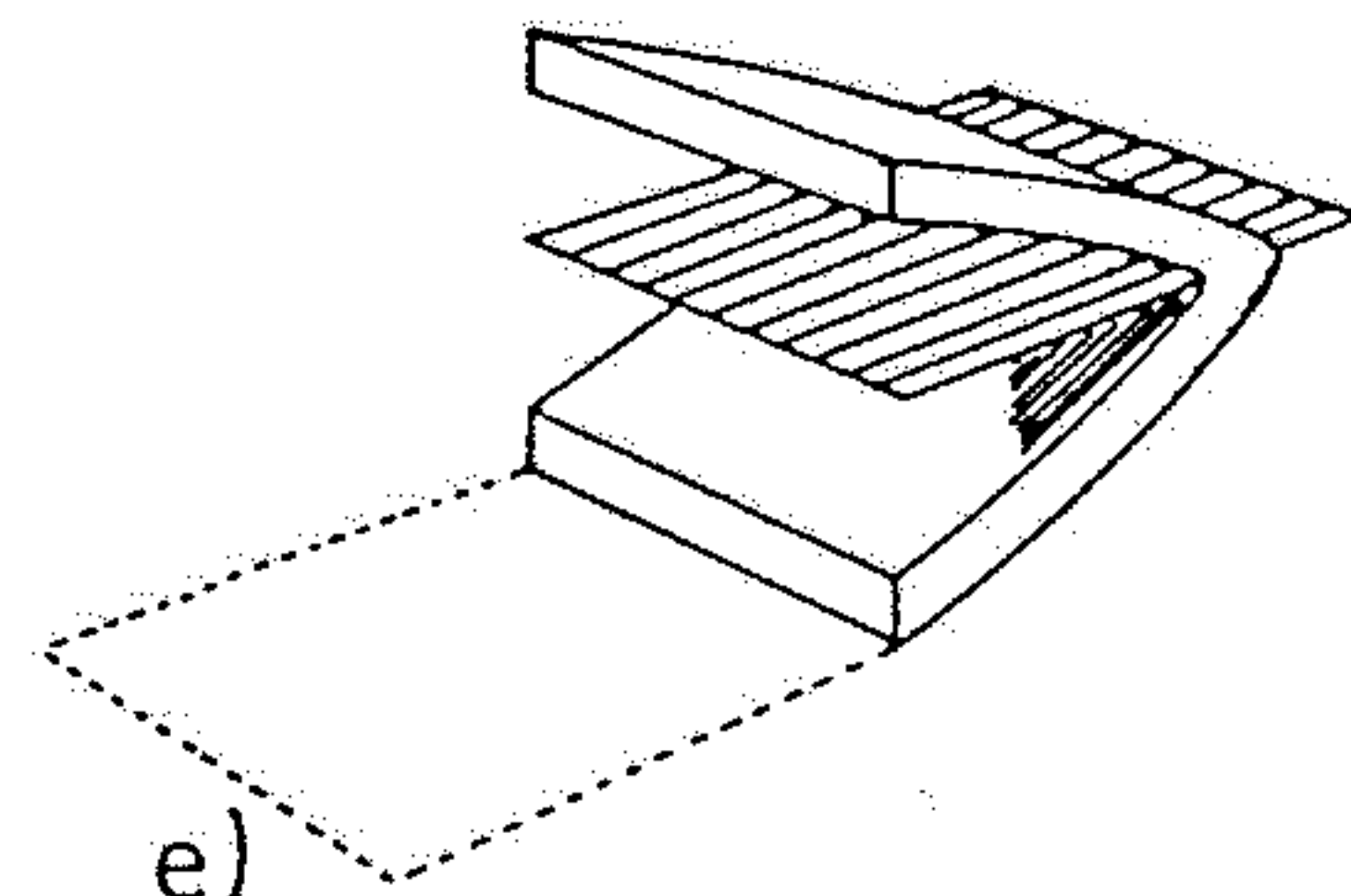
a)



d)



b)



e)

Obr. 155. Klasifikace vrás s přihlednutím k úklonu osní plochy a zámkové linie (podle Billingsse, 1947). Vysvětlivky v textu

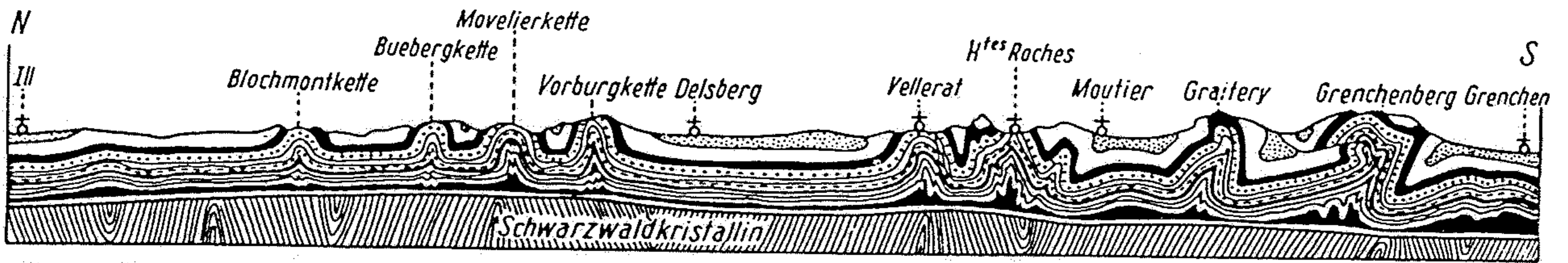


Abb. 128. Tektonischer Bau des Kettenjuras. Schichten des Mesozoikums und des Tertiärs wurden in Gestalt einer Abscherungsdecke auf das Schwarzwald-Kristallin geschoben. (Nach A. BUXTORF.)

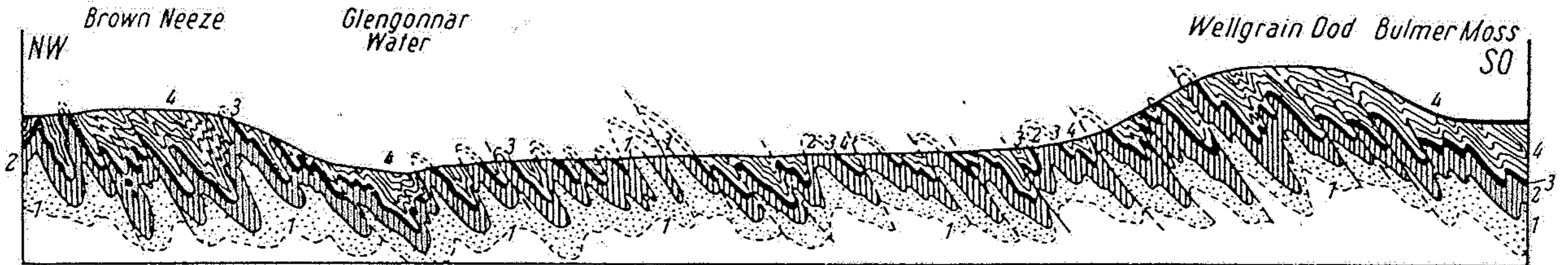


Abb. 122. Isoklinale Falten und Schuppenstruktur in den Ordoviciumsschichten des Southern Uplands-Gebirges im südlichen Schottland. (Nach B. N. PEACHE und J. HORN.)

Erklärungen: 1 vulkanische Serie des Arenigs, 2 Radiolarite (Llanvirn), 3 Glengilmschiefer (Llandeilo), 4 Caradoc.

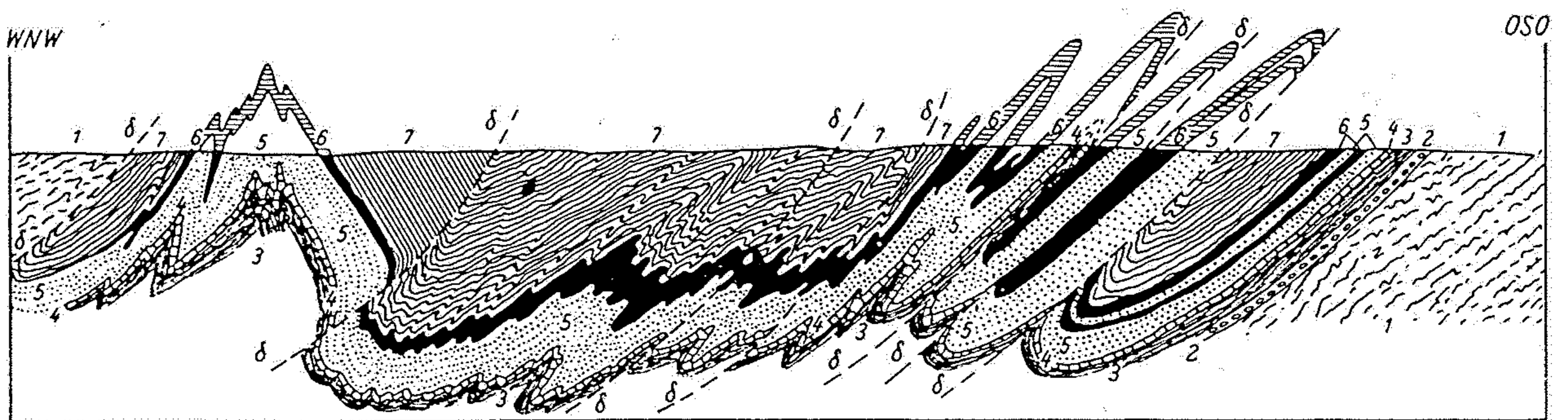


Abb. 123. Profil der Eisenerzformation von Kriwoj Rog in der Ukraine. (Zusammengestellt nach N. A. UPENSKY.) Beispiel isoklinaler Falten und schuppenförmigen Baues.

Erklärungen: 1 Gneise, 2 Arkosen, 3 Phyllite, 4 Talschiefer, 5 Chloritschiefer, 6 Jaspilit (Erzlager), 7 tonige Schiefer.

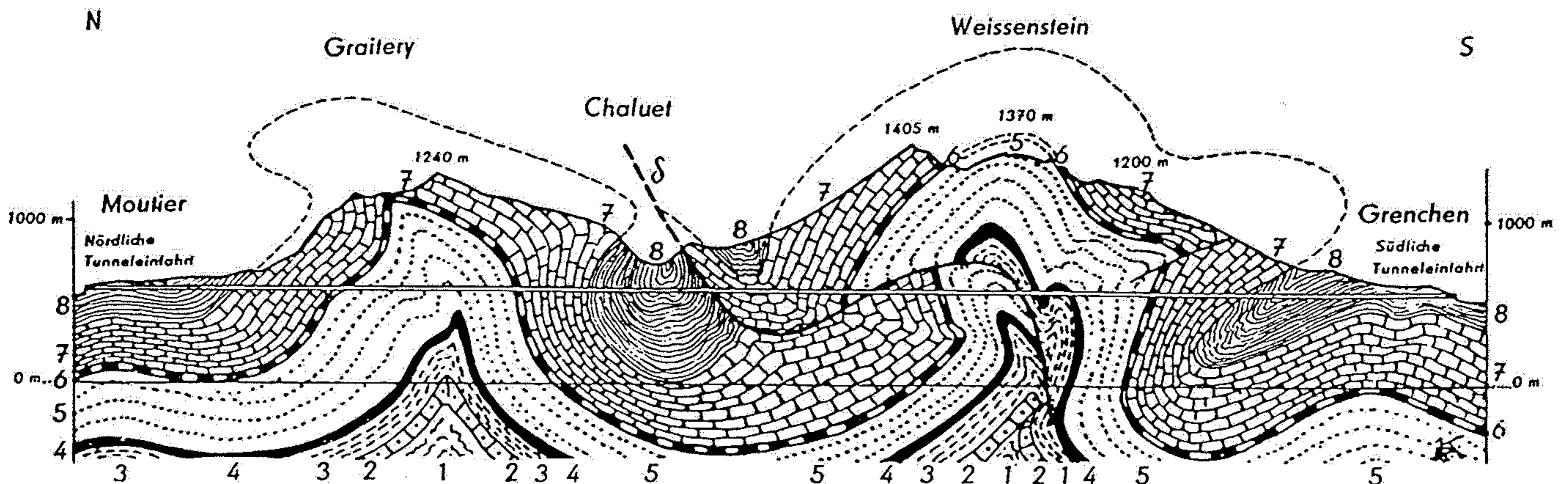


Abb. 125. Geologisches Profil durch die gefaltete Überschiebungsfläche des Weissensteintunnels im Schweizer Jura.

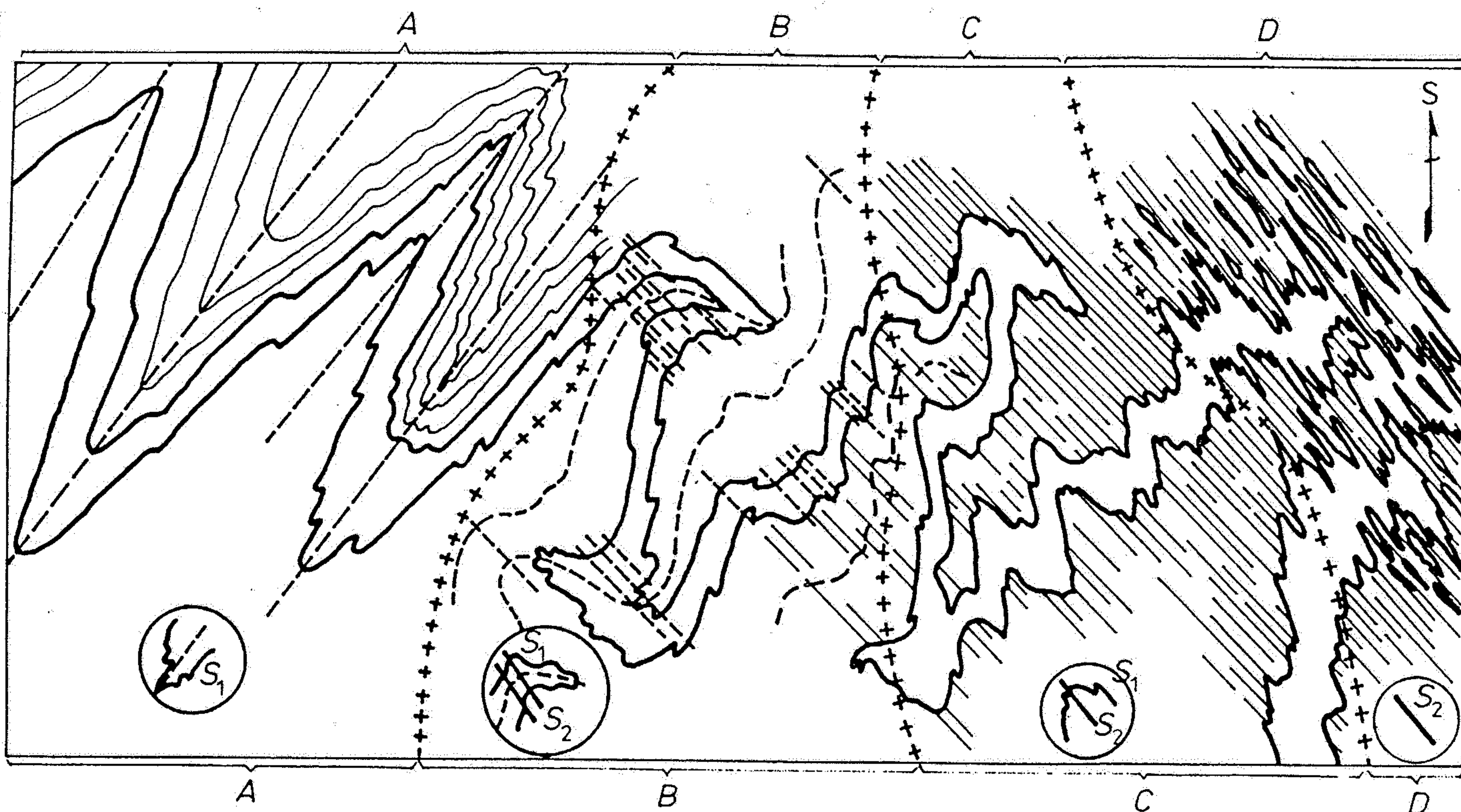
1 Trias (Salzton), 2 Trias (Hauptmuschelkalk), 3 Trias (Keuper), 4 Jura (Lias), 5 Jura (Dogger), 6 Jura (unterer Malm), 7 Jura (oberer Malm), 8 Tertiär (Molasse). (Nach A. BUXTORF.)



a)

b)

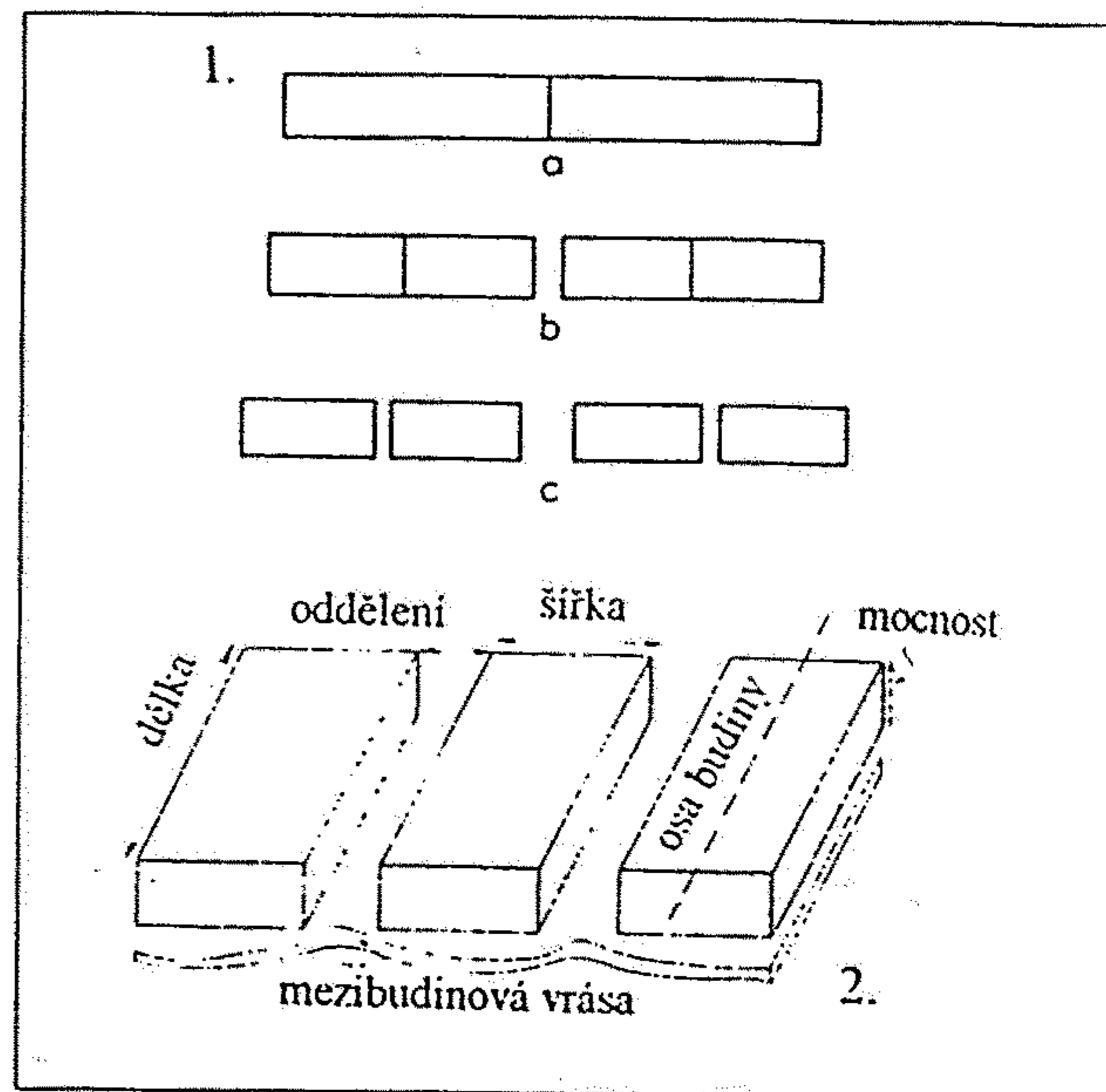
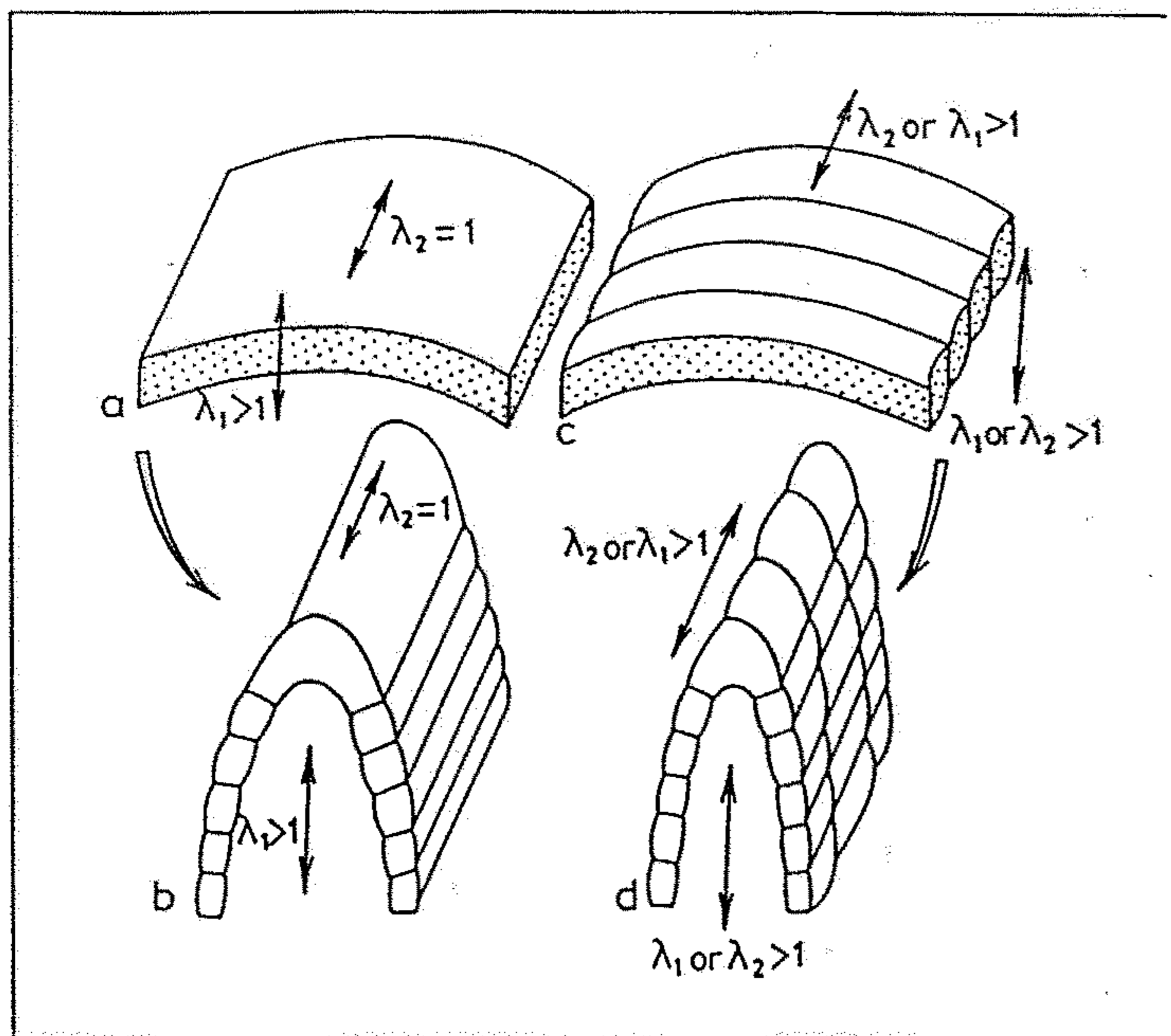
Obr. 191. Eliminace vlivu druhé generace vrás (podle Ragana, 1968)  
 a) interferenční obraz dvou vrásových systémů, b) původní obraz po odstranění vlivu superponovaného mladšího systému



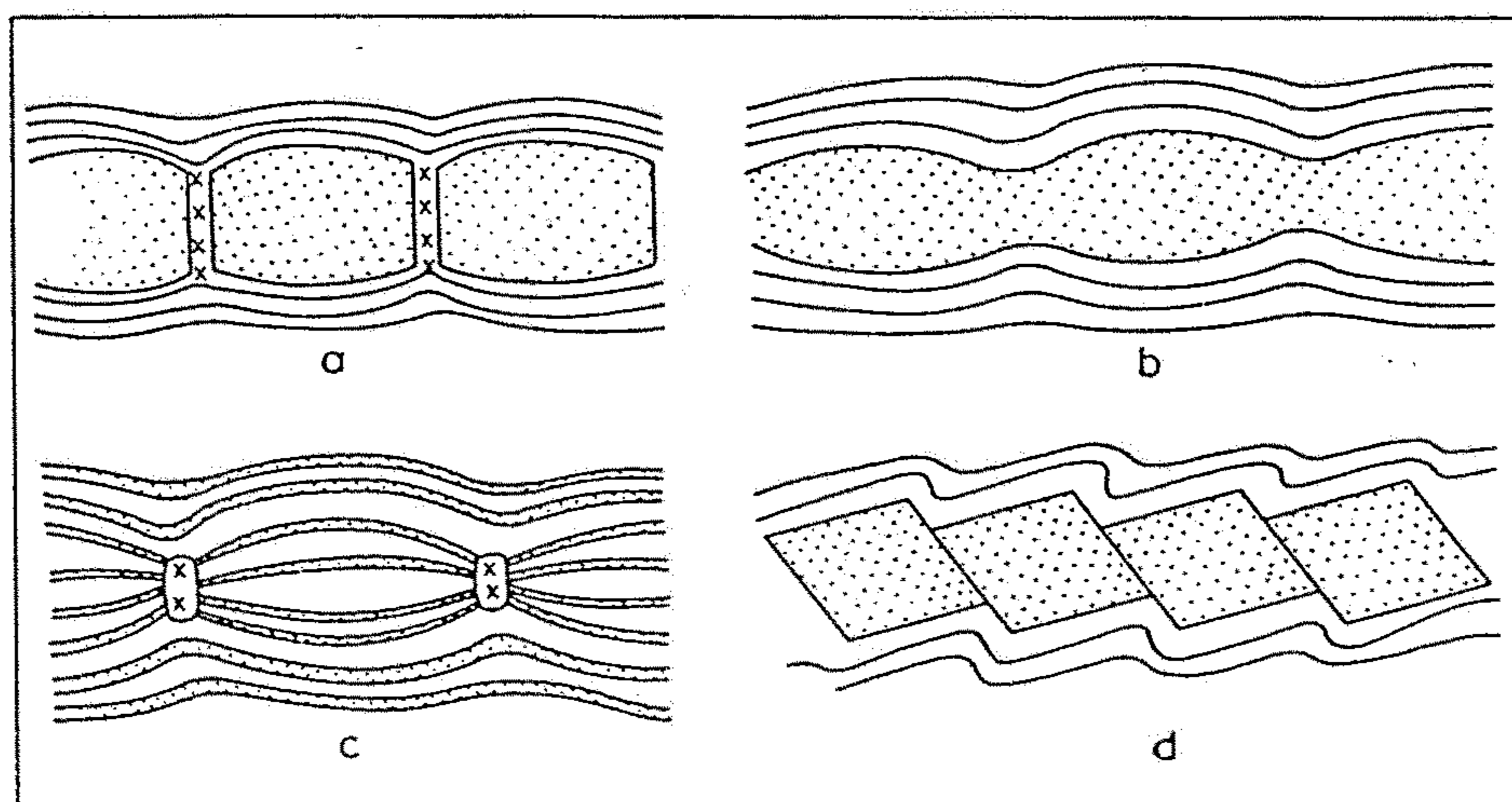
Obr. 113. Model geologické mapy území, které bylo deformováno horizontálním stlačením působícím ve směru SZ—JV a v další etapě stlačením orientovaným ve směru SV—JZ. Intenzity přetvoření druhé etapy ubývá k JZ. Výsledky první etapy přetvoření, zachované v úseku A, jsou v úseku D téměř smazány. Úsek D postupně prošel sledem stavů reprezentovaných ještě dnes stavbou úseků A, B, C (upraveno podle Turnera-Weisse, 1963)

$S_1$  — primární foliace,

$S_2$  — sekundární foliace



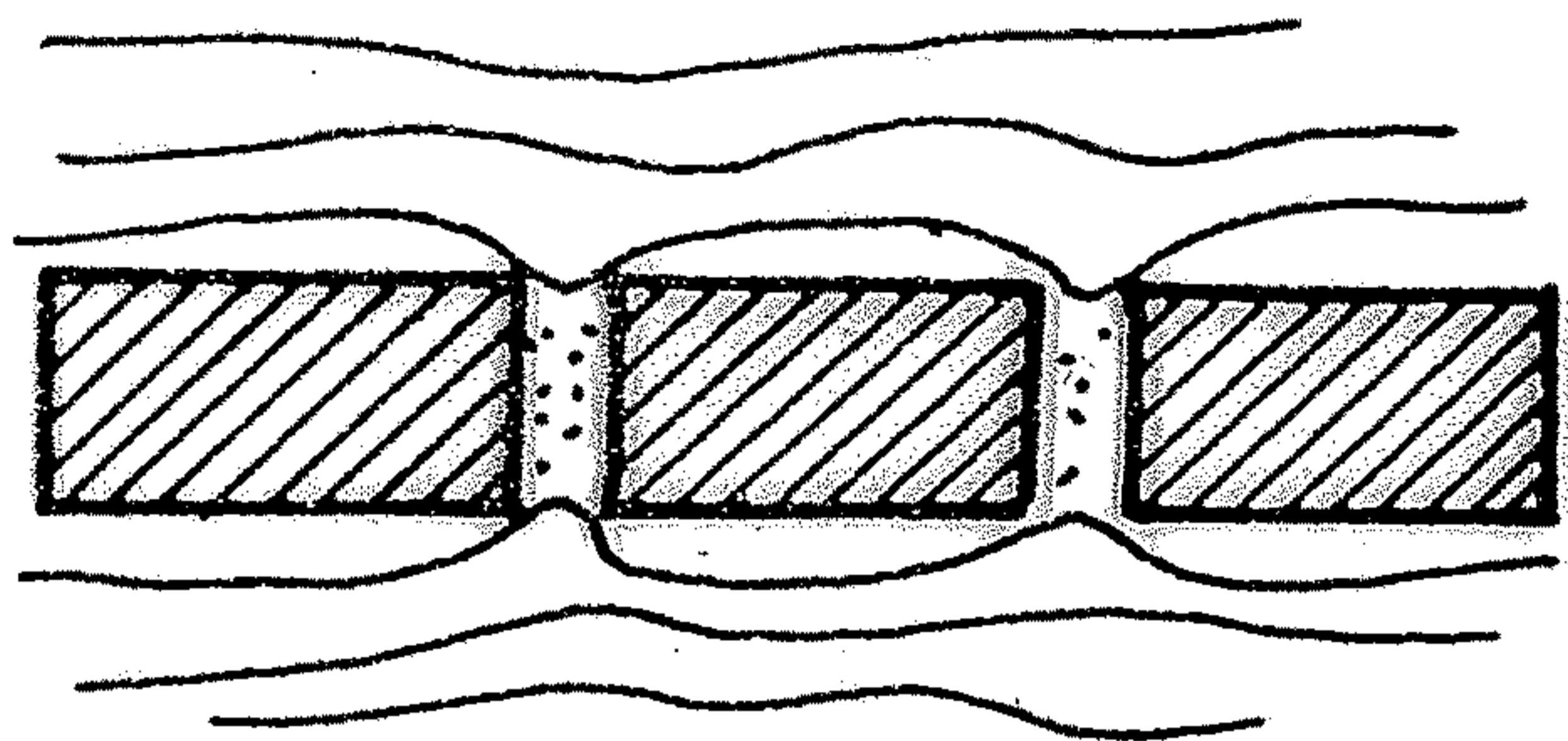
Obr. 78: Různé možnosti sepětí budináže s vývojem vrás: a) rozevřená ohybová vrása, budináž není možná, dokud se při dostatečném zploštění vrásy nedostanou ramena do pole extenze - (b); v případě rozevřených vrás je budináž možná jen v těch případech, že osa vrásy je paralelní se směrem rozpínání horniny (lineací roztážení) - (c); v případě dalšího zplošťování vrásy mohou budiny vznikat extenzí v ramenech vrásy (podle Ghosh 1993).



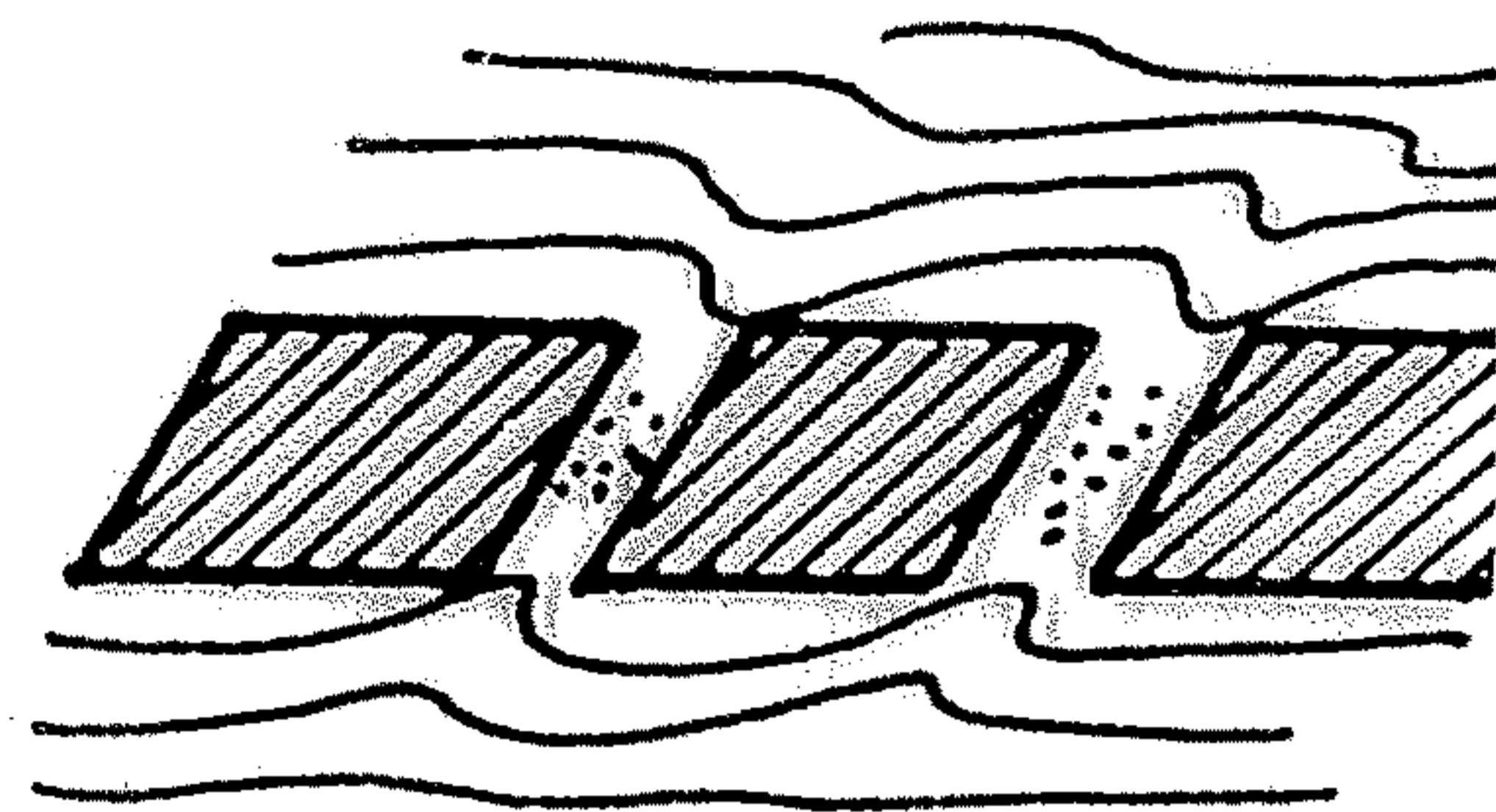
Obr. 79: Genetické typy budináže. a) extenční puklinová budináž, b) pinch-and-swell struktury (vzniká struktura podobná tabulkám čokolády c) foliační budináž, d) střižná budináž (podle Ghosh 1993)

# BUDINY (TVARY)

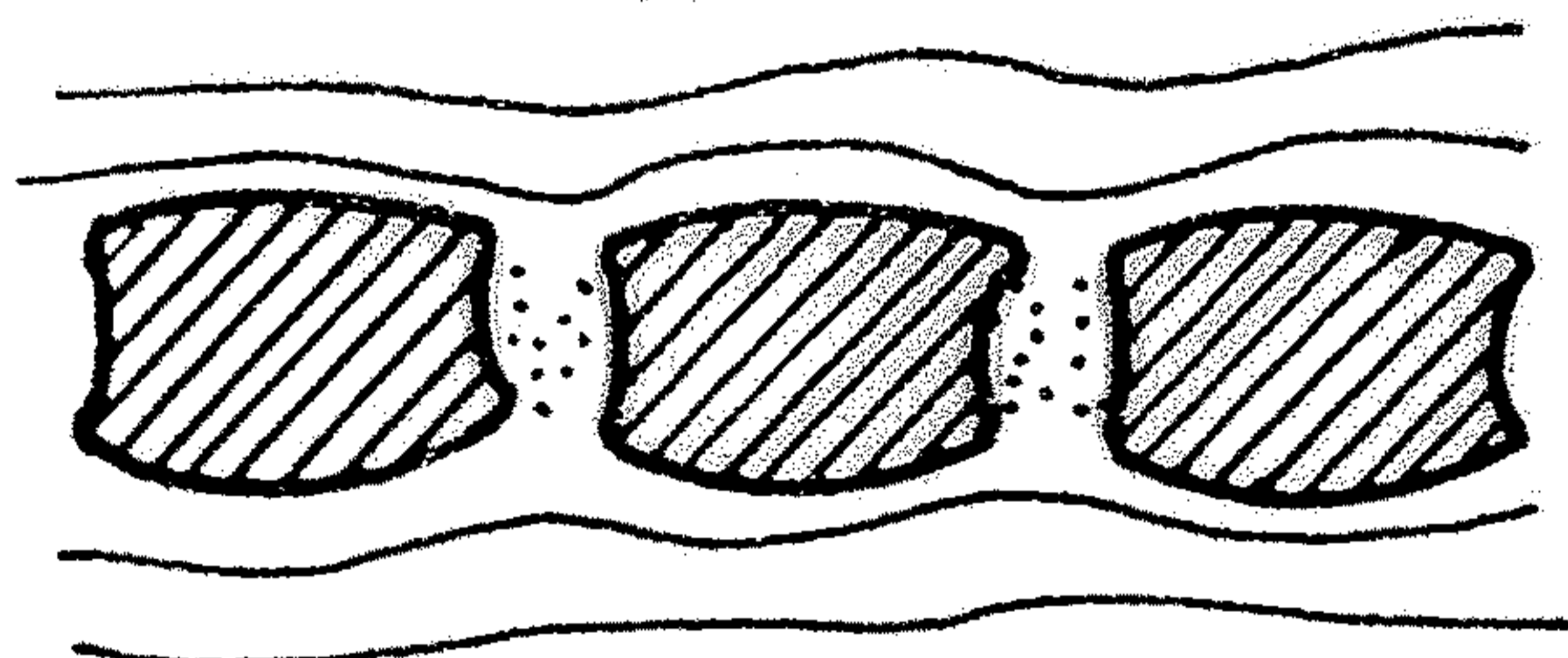
pravoúhlé



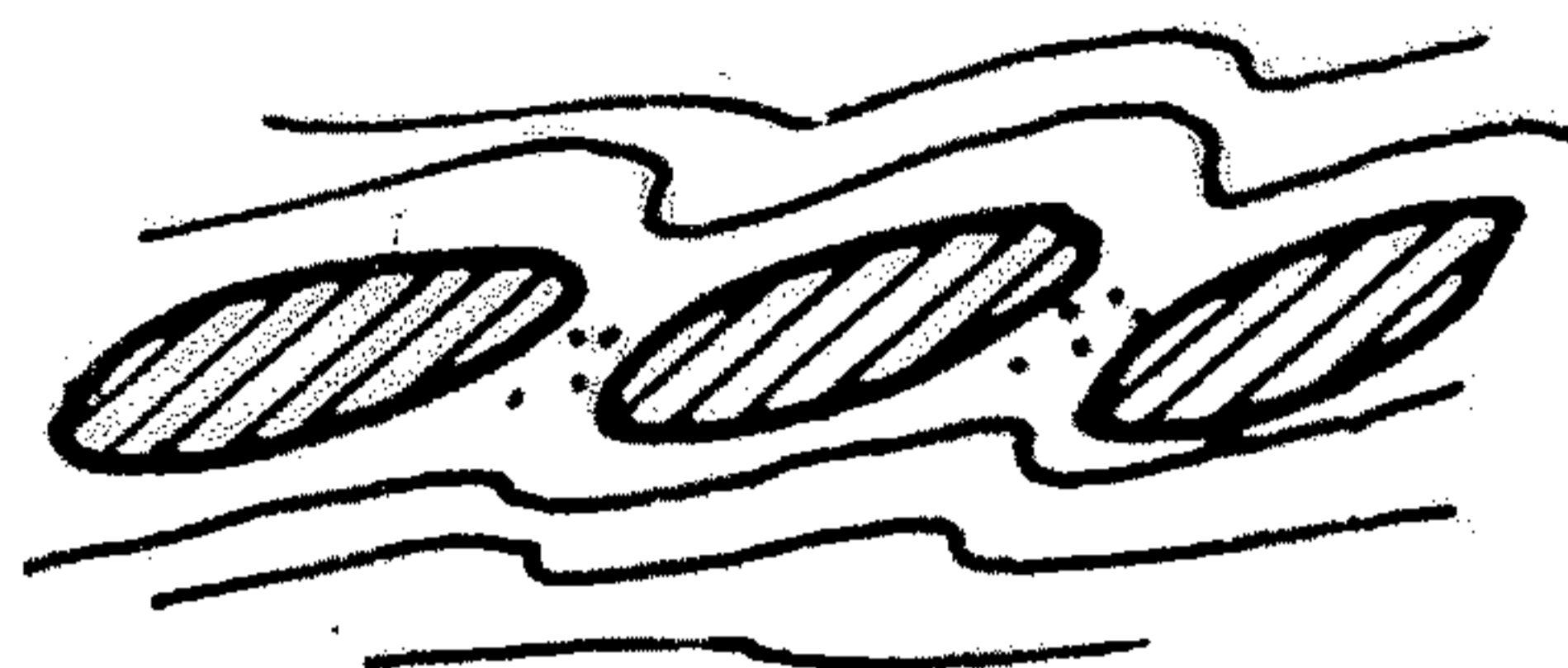
rhomboidální



soudkovité

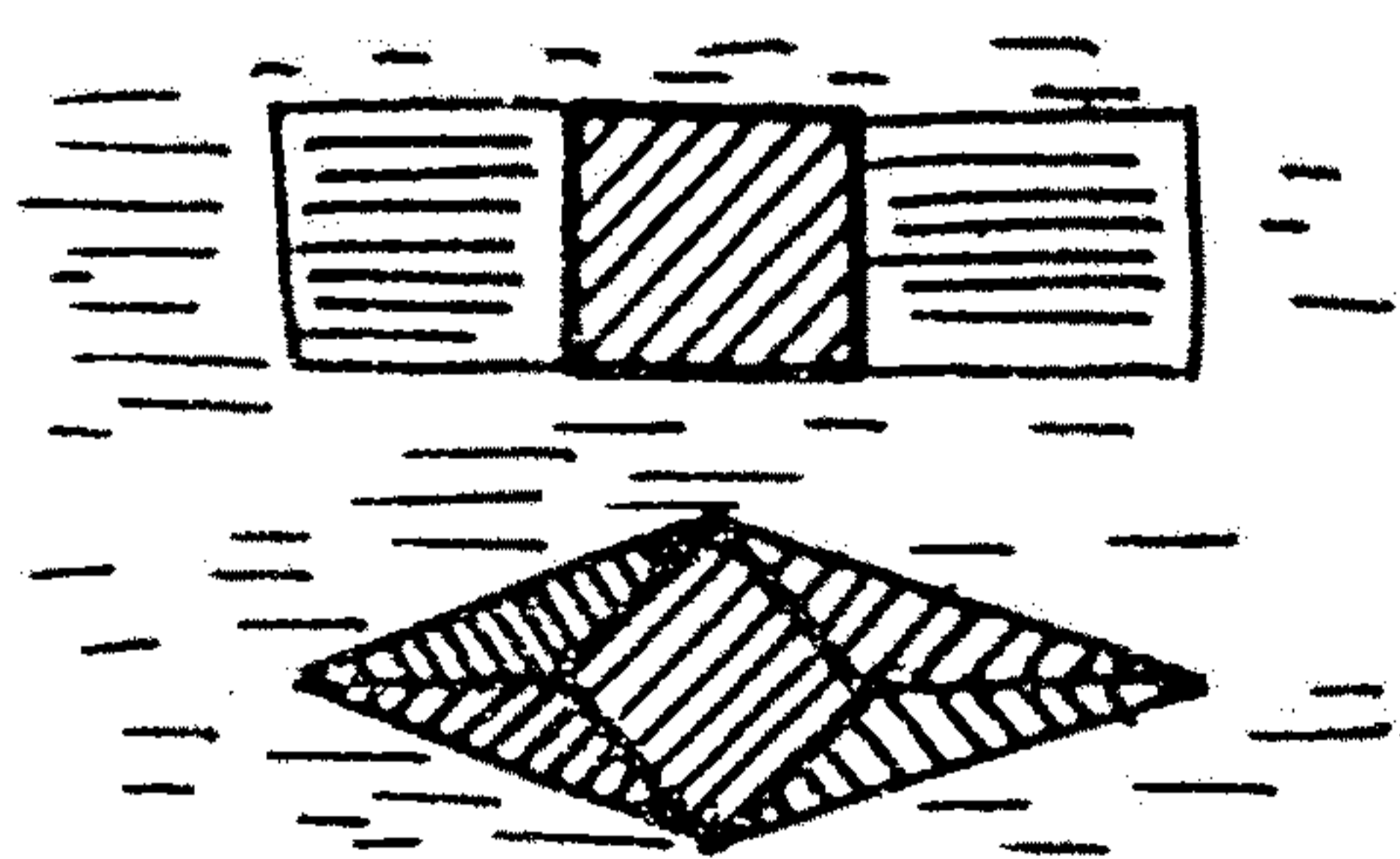


čočkovité

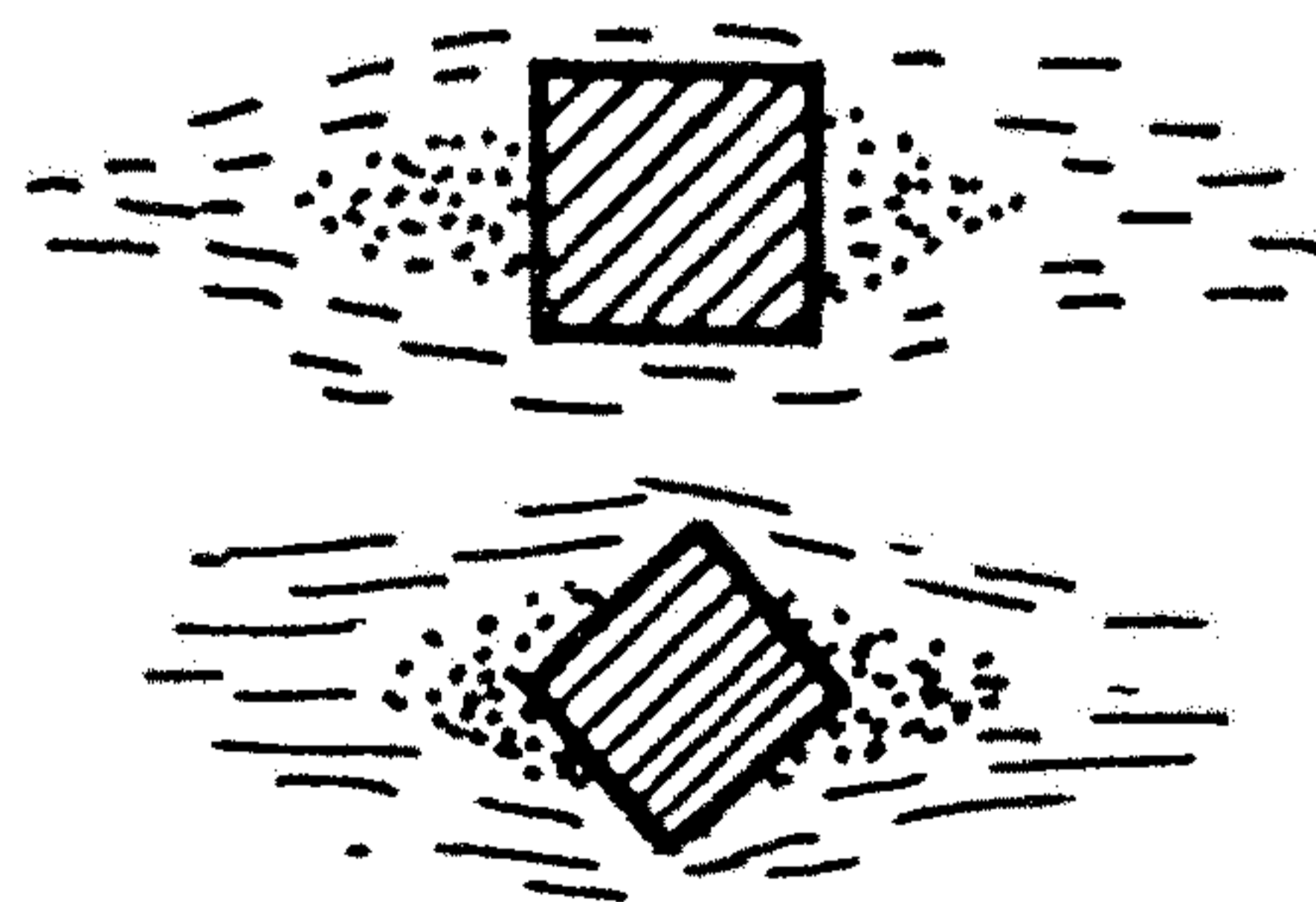


# TLAKOVÉ STÍNY (GENETICKÉ TYPY)

sekrece



m. nahrazení



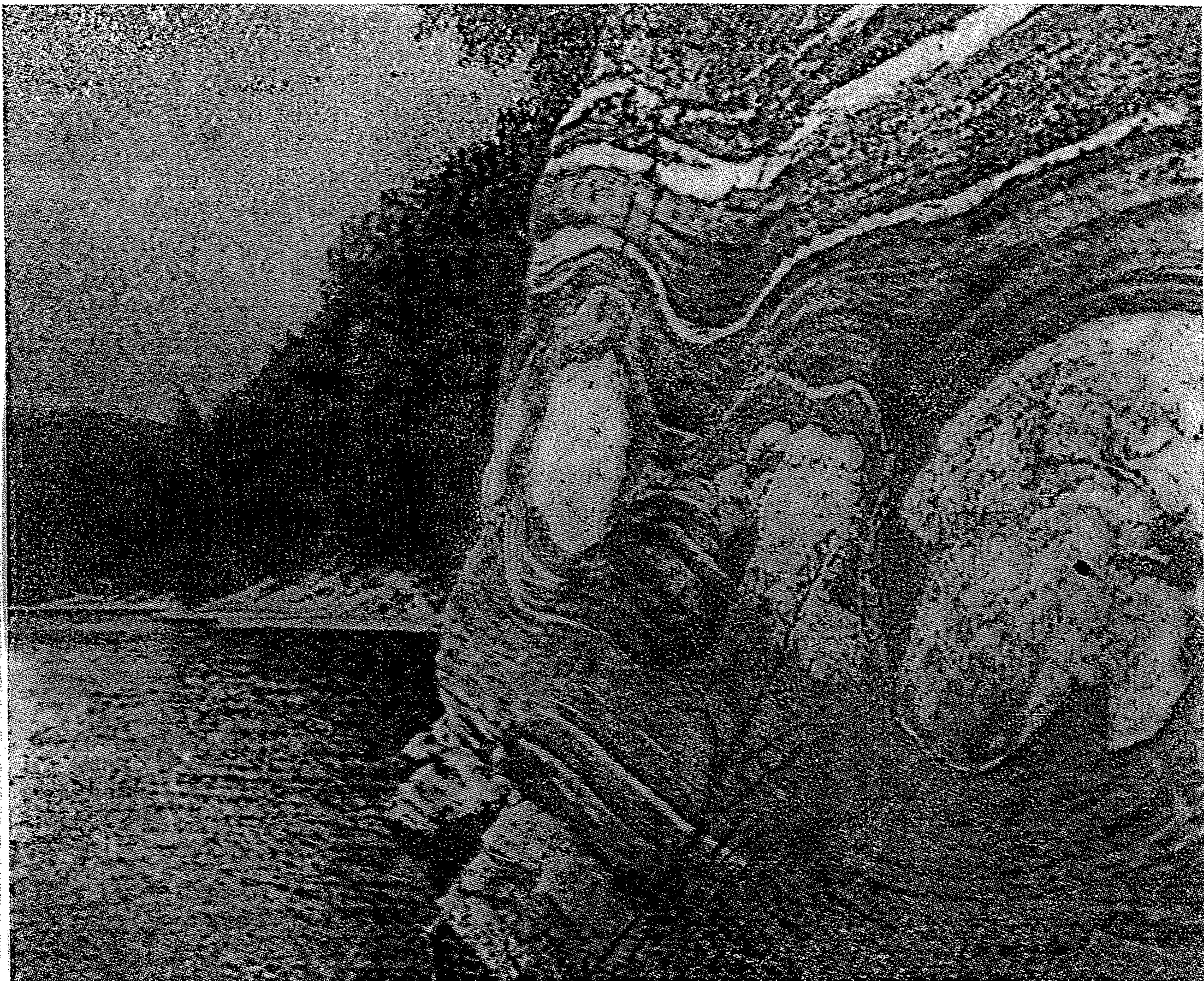
Obr. VII. 98. Typy budináže a tlakových stínů. (Podle K. J. Strömgaard, 1973, obr. 1, str. 216 doplněno).



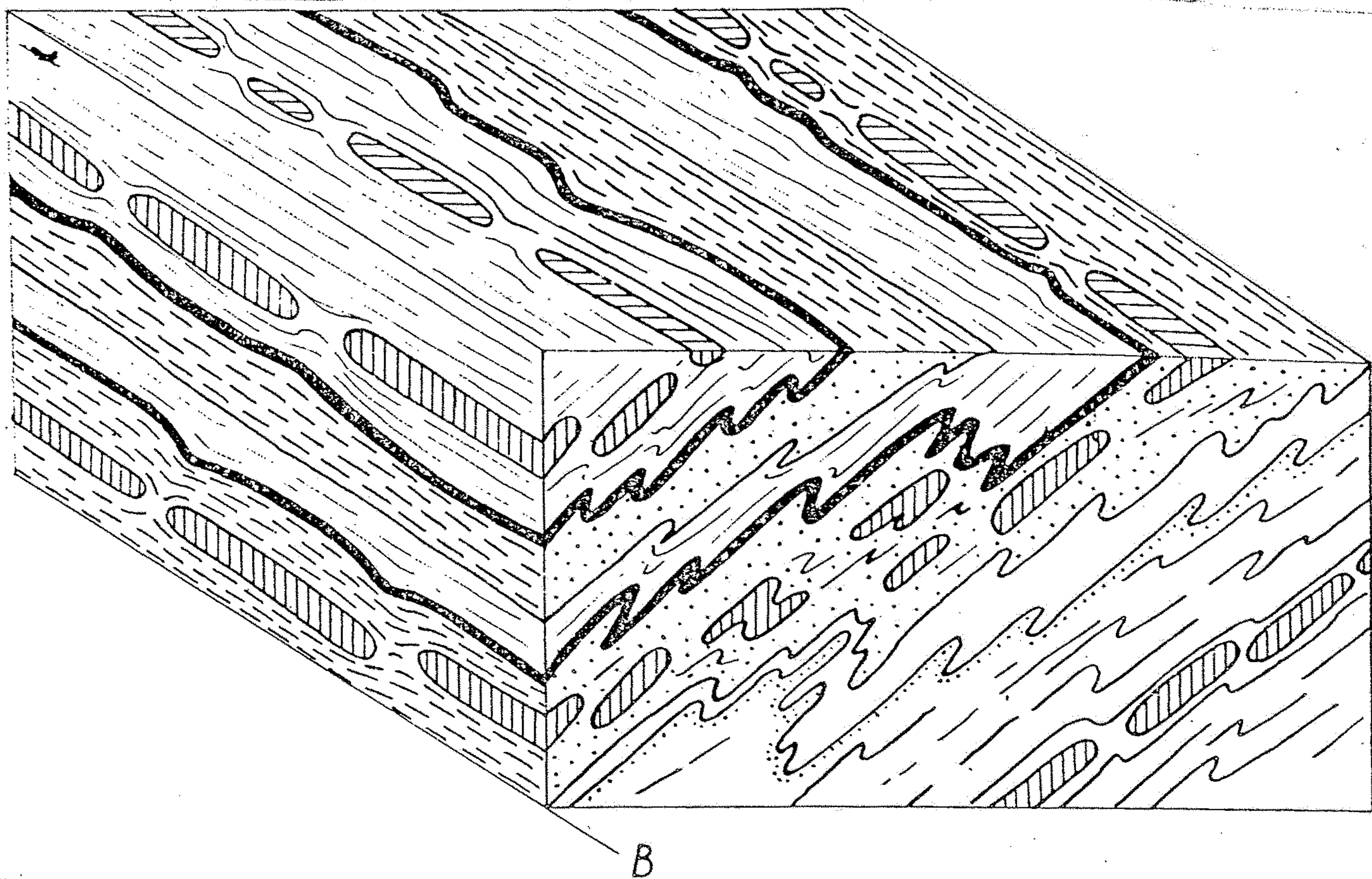
Boudinage. Quarzlage (hell), durch Zugspannung  
in kantengerundete Trümmer zerlegt.  
Dunkles Gestein: Tonschiefer. Küstenkordillere Chile



Boudinage eines magmatischen Gangs in Schiefen. Das kompetente Ganggestein ist unter Dehnung in Stücke zerlegt worden, während der inkompetente Schiefer die Gangfragmente umfloß  
(Photo G. FRANZ).

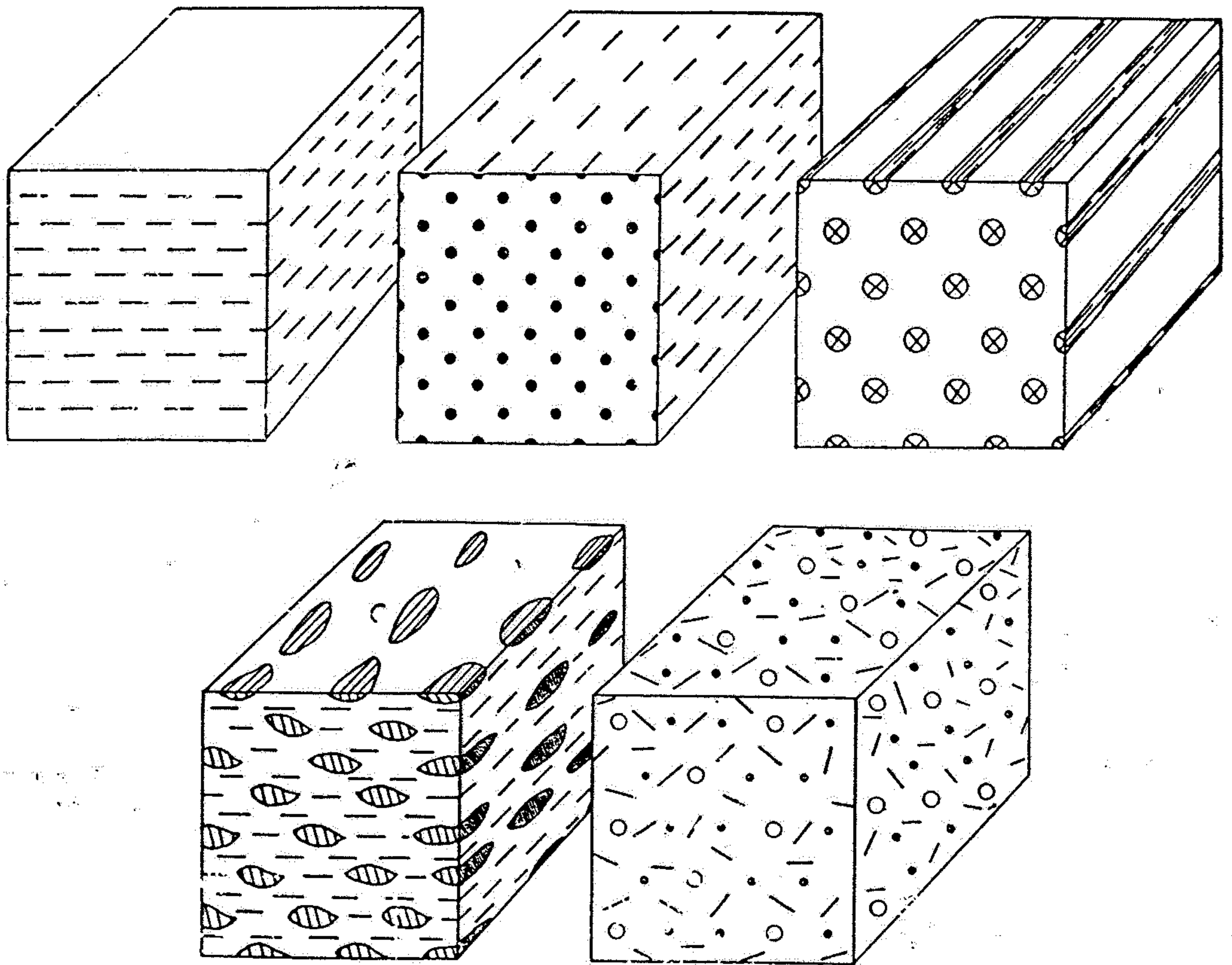


Obr. 209. Budinovaný pegmatit, Birjus. Podle G. D. Ažgireje 1956, tab. XVII.

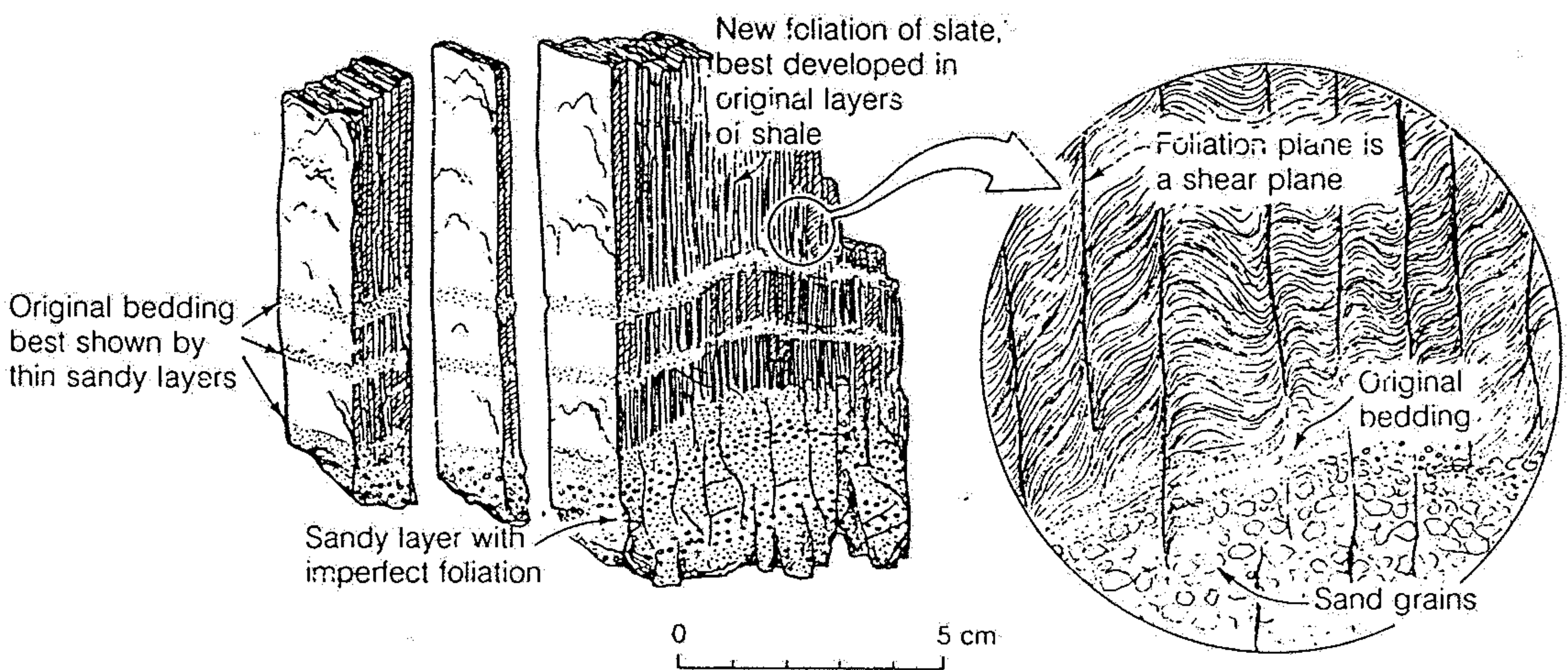


Obr. 208. Schematické znázornění budinovaných poloh. Podle N. G. Sudovikova 1955.



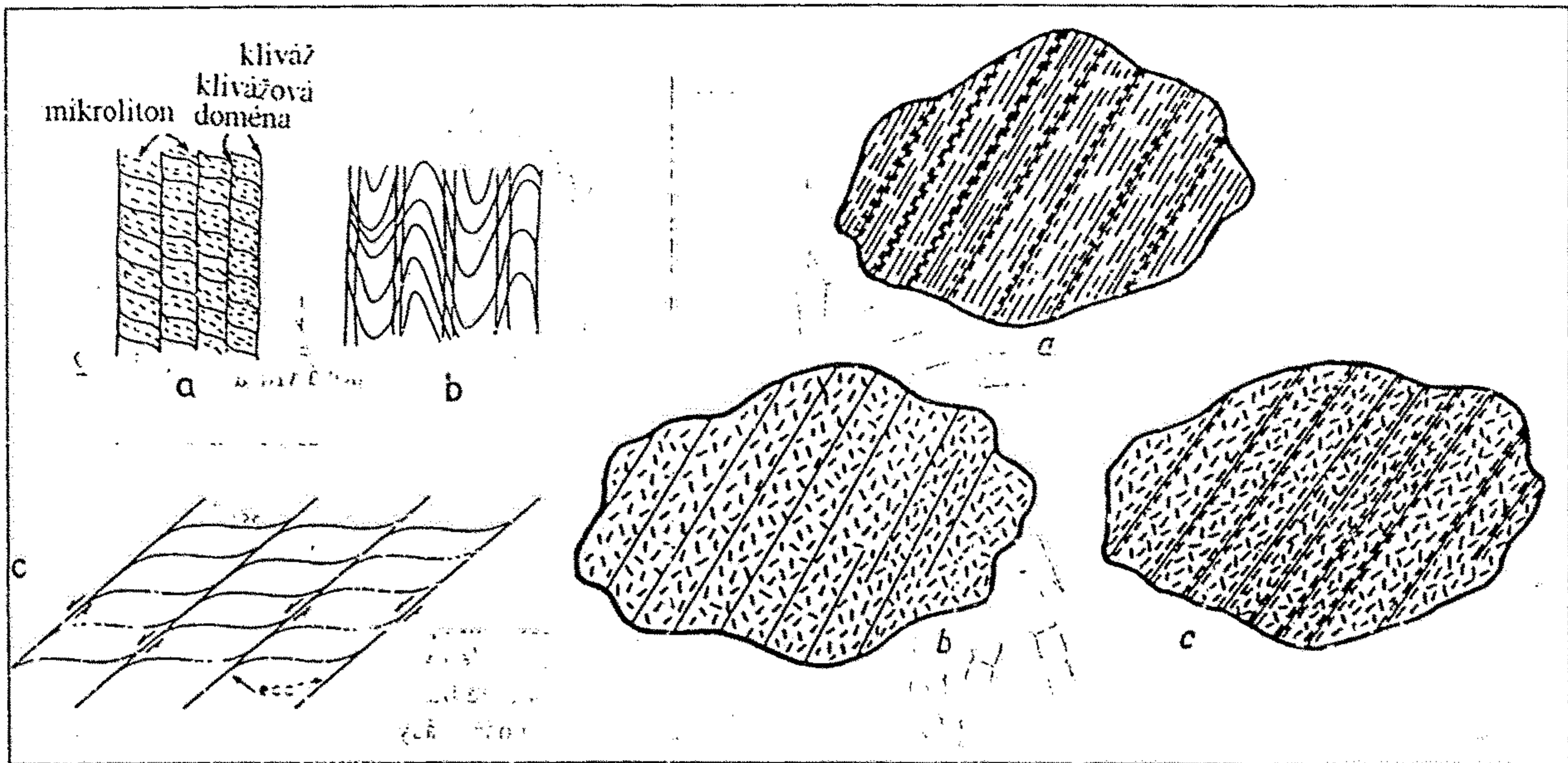


OBR. 10. Příklady textur metamorfovaných hornin: a — plošně paralelní, b — lineárně paralelní, c — stébelnatá, d — okatá, f — všesměrná (masivní).

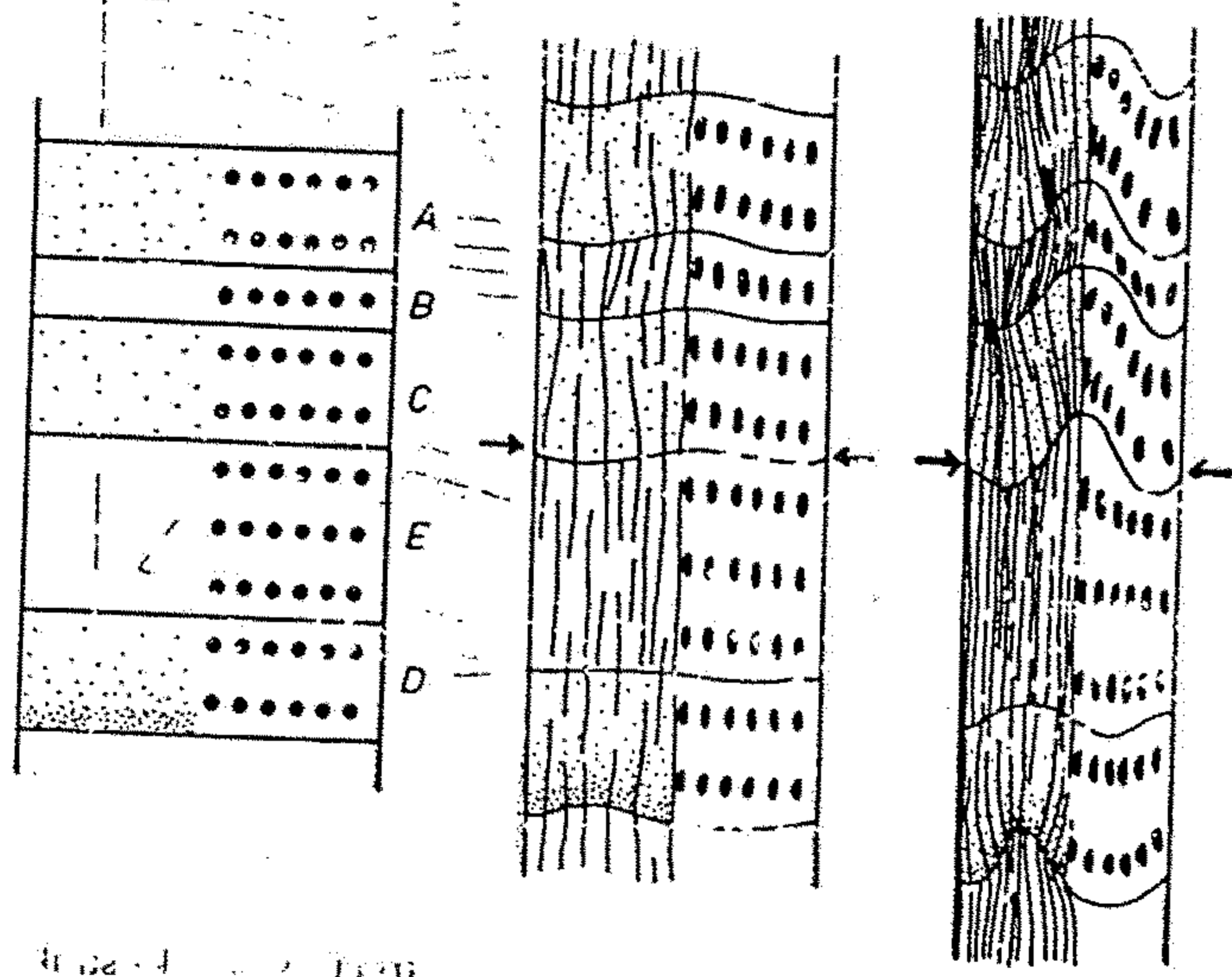


lements of slate (left) showing foliation (vertical) and relics of the original bedding. The arrangement shows small faultlike offsets of the bedding along the surfaces of foliation of the cleavage.

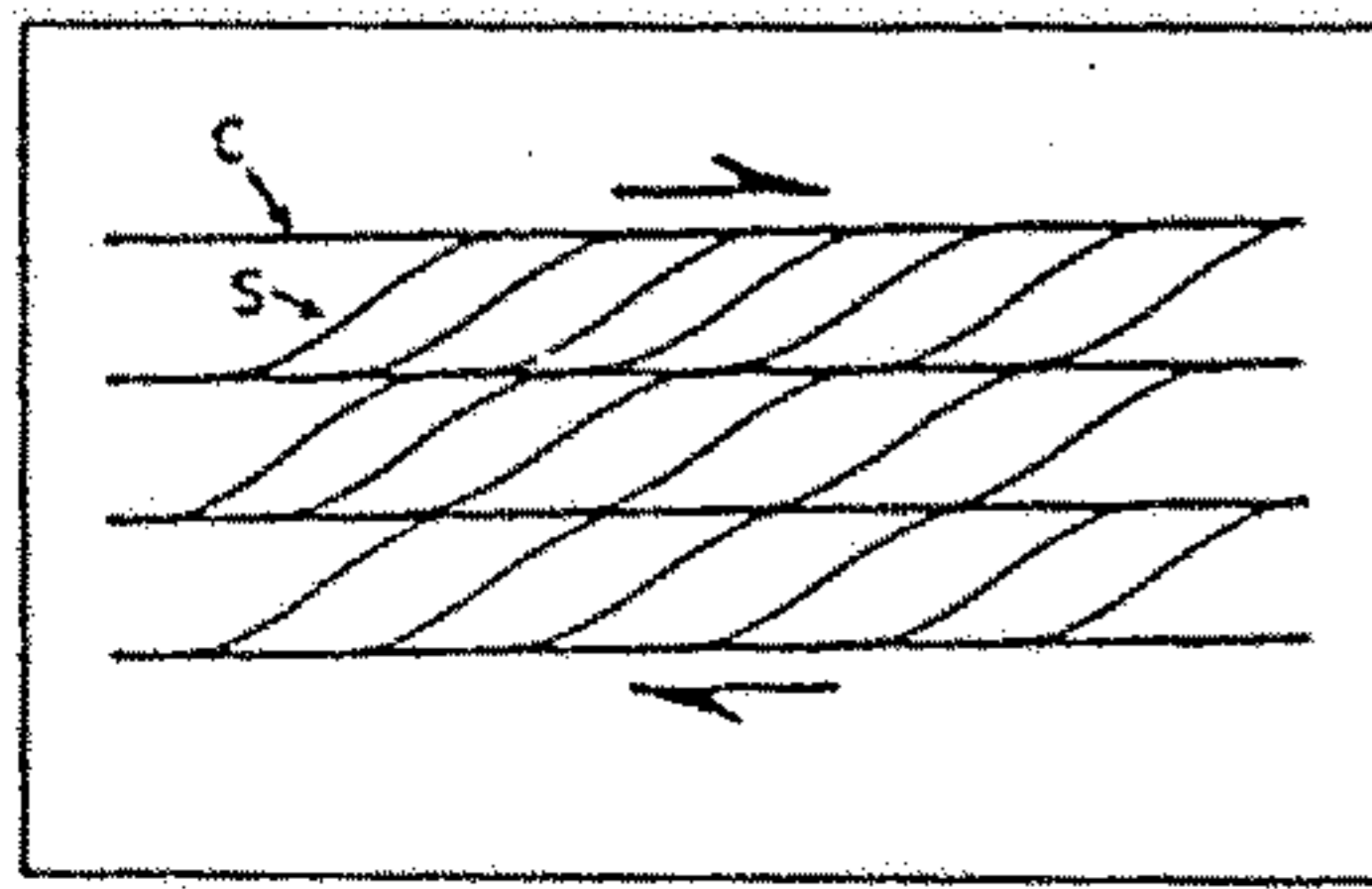
[From *Principles of Geology*, 4th ed., by J. Gilluly, A. C. Waters, and A. O. Woodford. W. H. Freeman and Company. Copyright © 1975.]



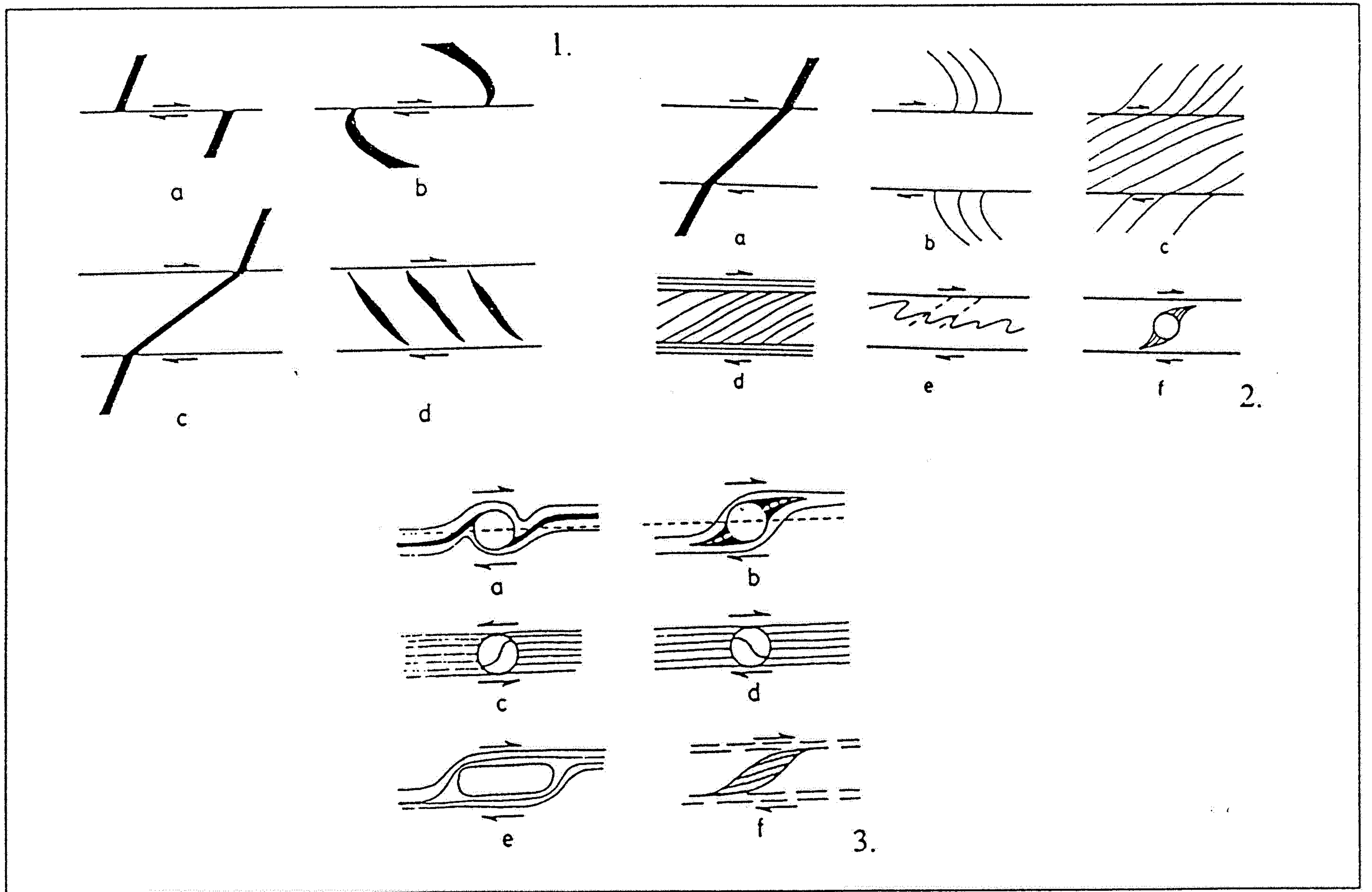
Obr. 72: Vlevo: Typy kliváží: a) diskrétní (slaběji deformované mikrolitony odděleny od silně deformovaných domén), b) zónální kliváž (deformace se koncentruje v širších zónách, c) extenzní krenulační kliváž, která vzniká rozpínáním horniny paralelně s foliací (podle Ghosh 1993) Vpravo: kinematická klasifikace kliváže (podle Ažgireje 1956 in Jaroš, Vachtl 1978): a) kliváž toku, b) kliváž puklinová, c) kliváž kluzná



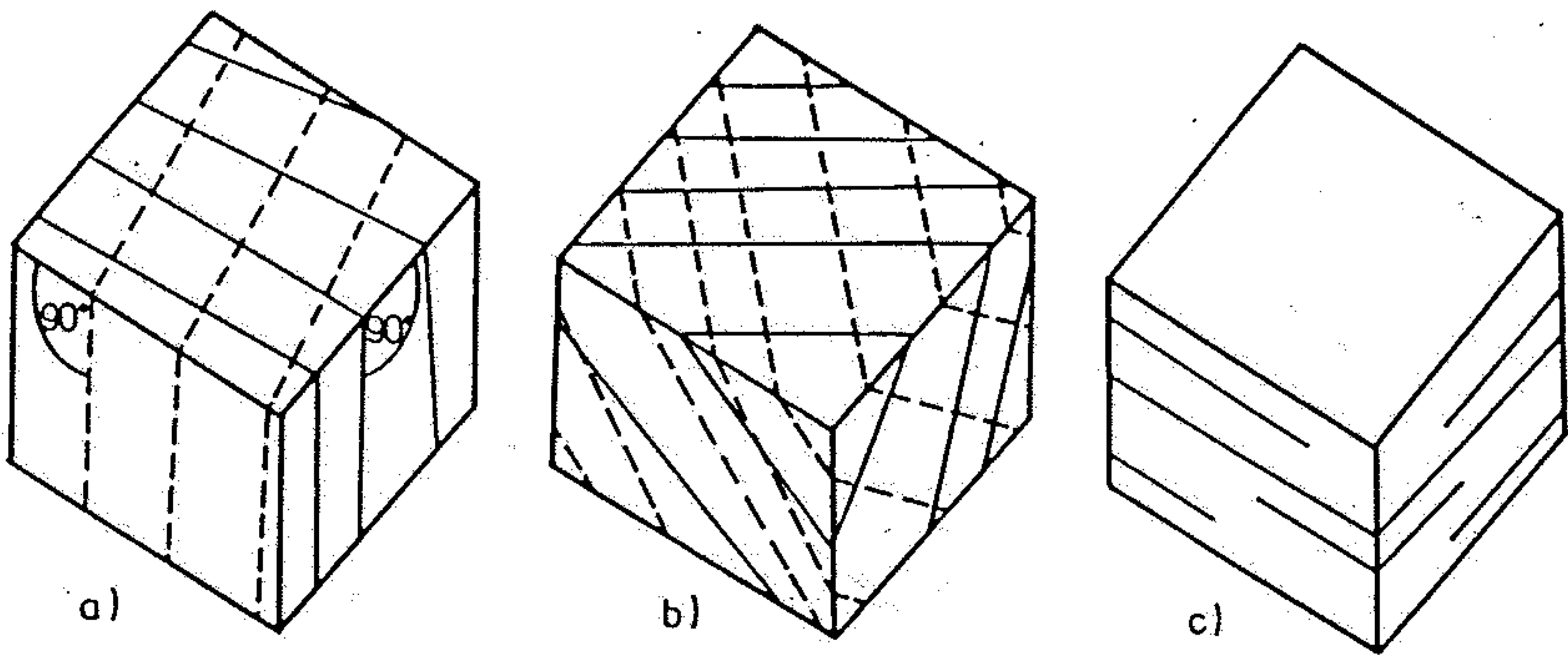
Obr. 211. Vznik kliváže v souboru poloh různé kompetence v podmínkách bočního stlačení (podle Ramsuye, 1967) A, C – kompetentní polohy, B, E – nekompetentní polohy, D – gradálně zvrstvená poloha – kombinace kompetentního a nekompetentního materiálu



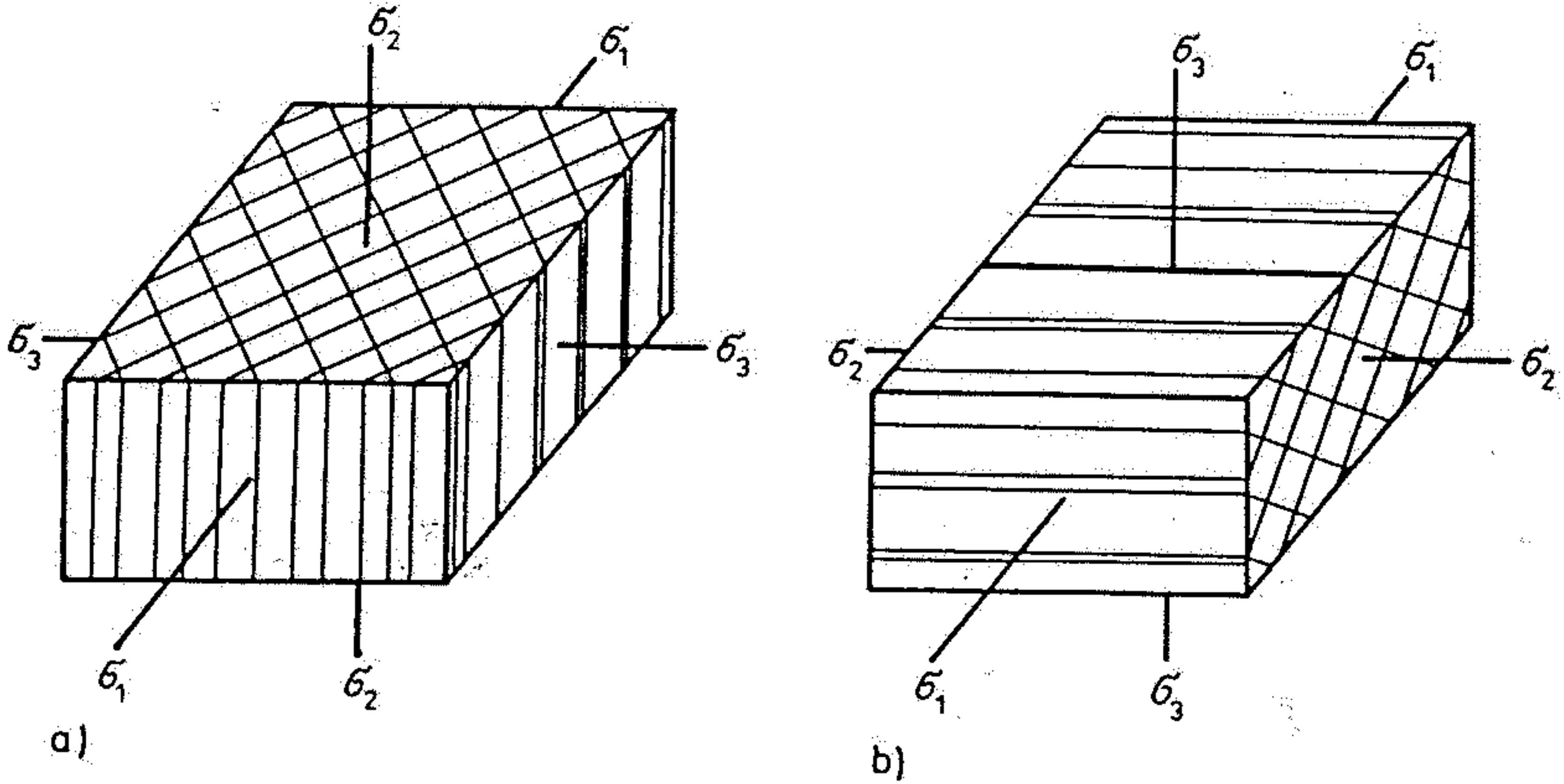
Obr.73: Stavba vznikající v subsolidu intenzivní střížnou heterogenní deformací hornin. Částice horniny definující směr původního páskování jsou protínány sekundárními tektonickými plochami (S-C) plochy, podle nichž dochází k posunu jednotlivých domén horniny vůči sobě. Ostrý úhel těchto novotvořených ploch definuje smysl stříhu a tedy i tektonického transportu.



Obr. 84: Schematické znázornění základních typů střížných zón: 1. a) křehká střížná zóna, b) křehce-duktilní střížná zóna, c) duktilní střížná zóna, d) střížná zóna s vyvinutými en echelon trhlinami, 2. různé typy indikátorů smyslu pohybu na střížné zóně: a), b) vyvlečení vrstev, c), d) orientace kliváže, e) vergence vrás, případně osní kliváže, f) asymetrické porfyroklasty. 3. různé typy porfyroblastových nebo porfyroklastových systémů, s jejichž pomocí lze určit statisticky smysl pohybu ve střížné zóně.

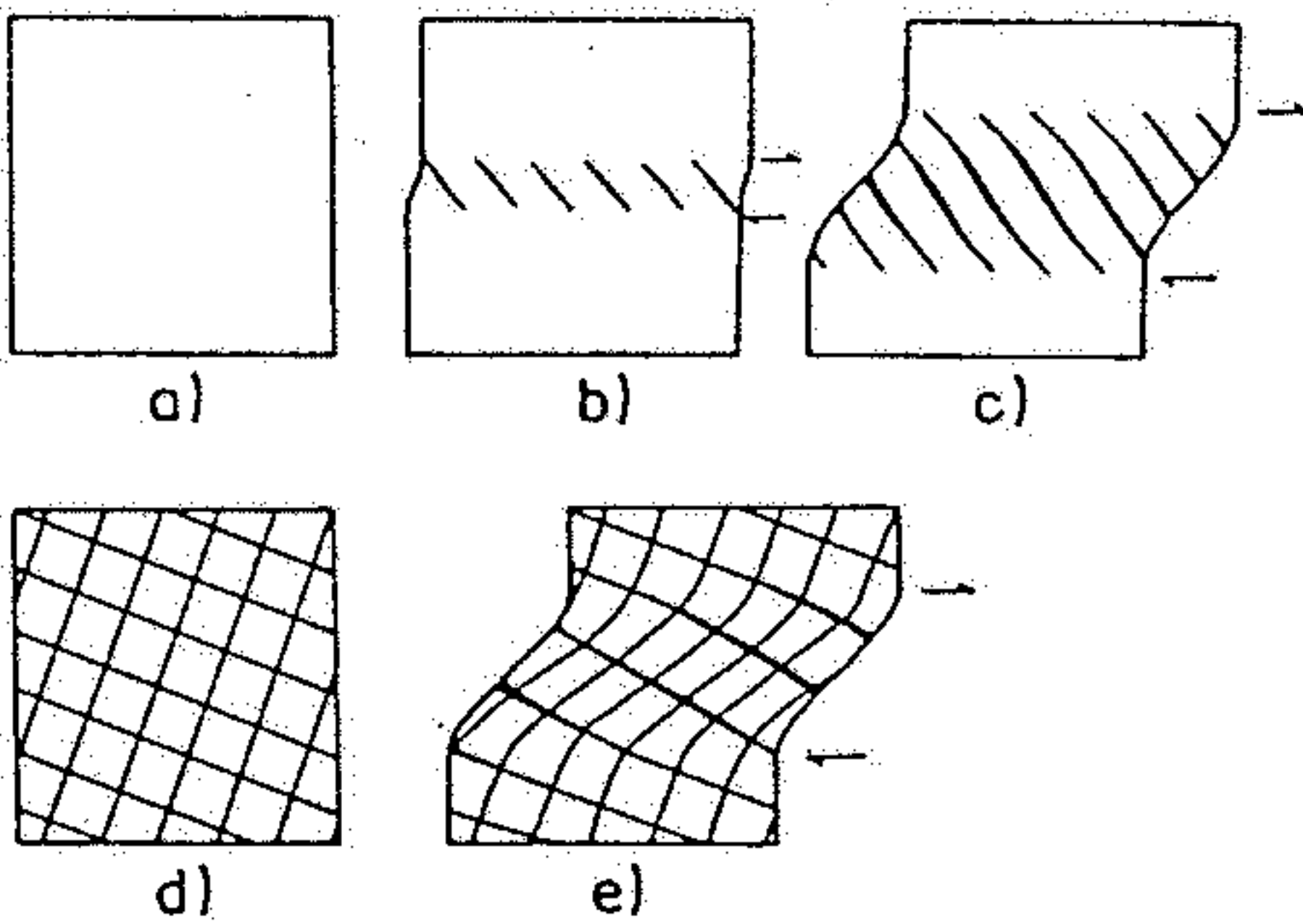


Obr. 193. Klasifikace puklin podle jejich orientace k vrstevním plochám (vysvětlivky v textu)

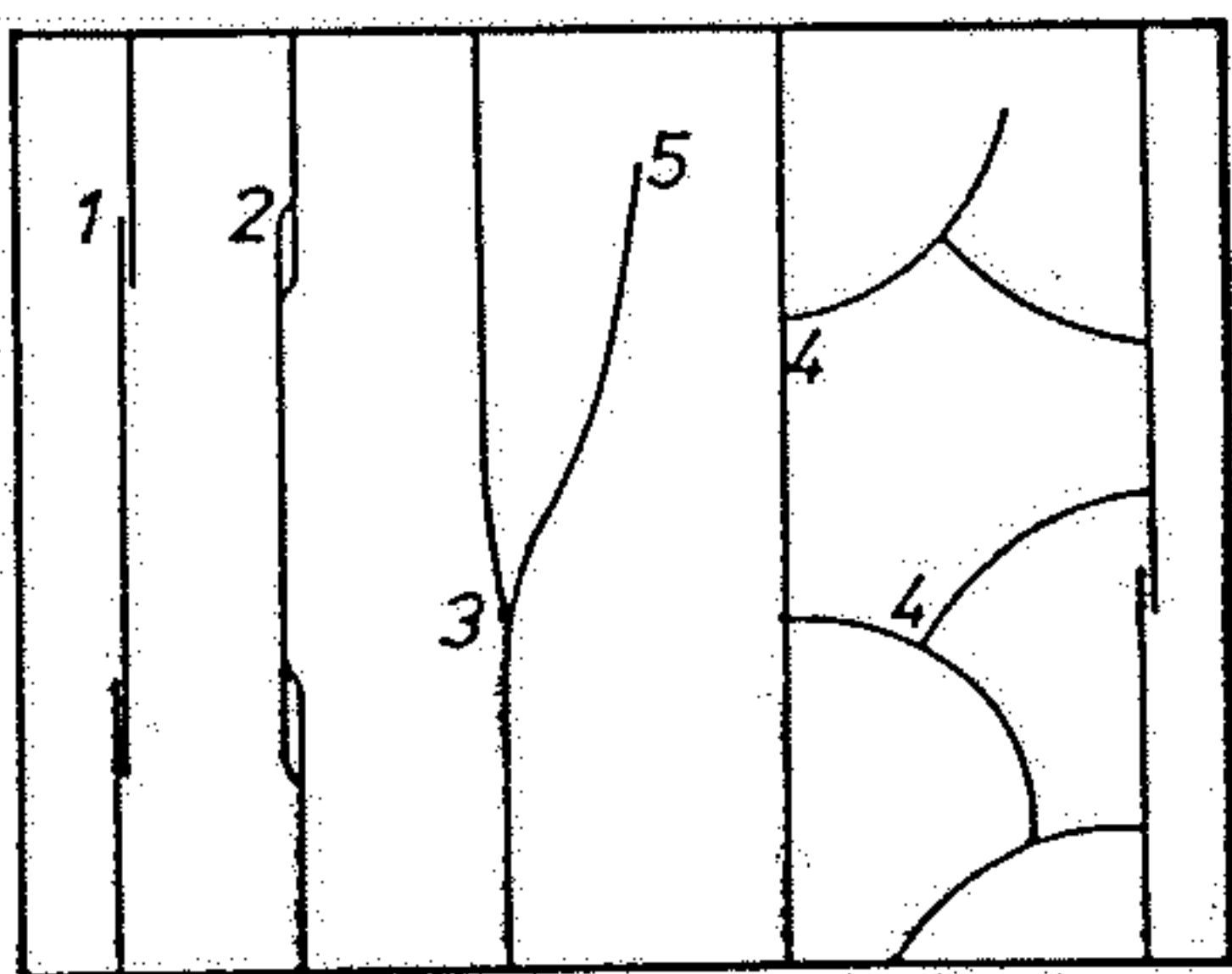


Obr. 204. Smykové pukliny

a) kolmé k vrstevním plochám, b) diagonální k vrstevním plochám

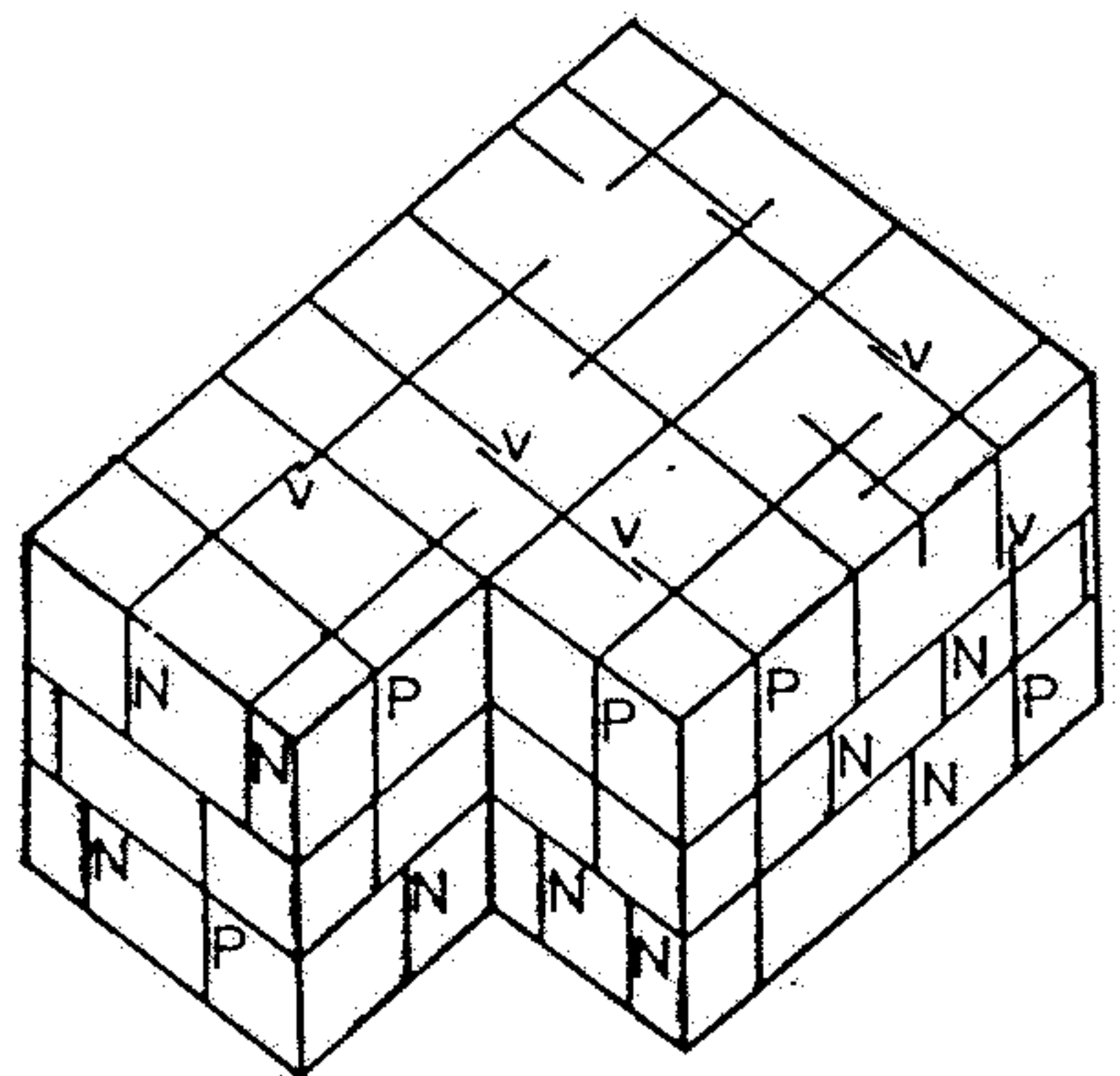


Obr. 203. Vznik, tvar a uspořádání rozevřených puklin a trhlin v zóně přetváření jednoduchým smykem (podle Ramsaye, 1967)  
a), b), c) vznik ploch odtržení, d), e) rozevření již existujícího systému puklin

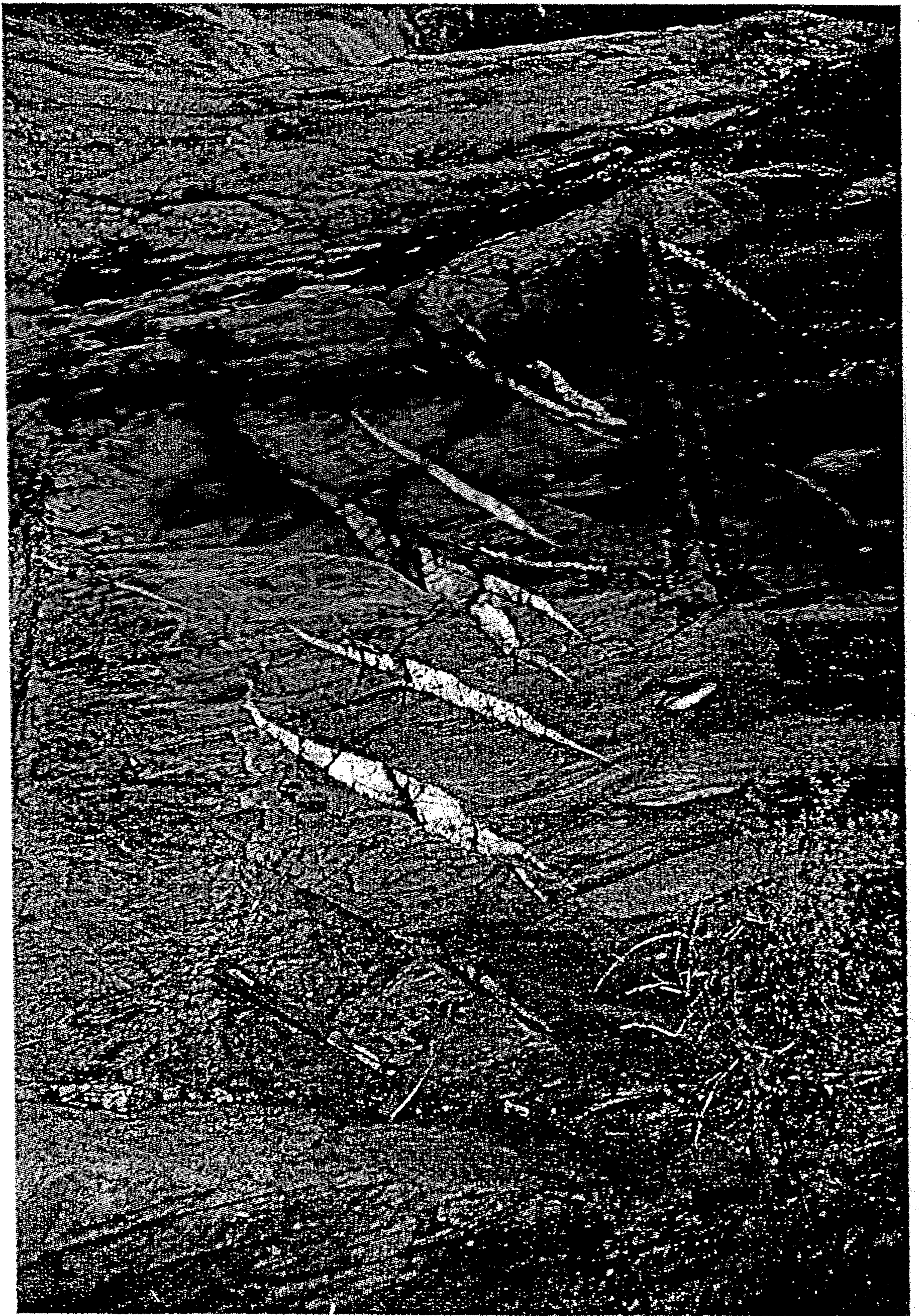


Obr. 195. Způsob zakončení puklin v jejich směrném průběhu

1 – vyznění v ploše s návazností vikarováním v zóně napojení, 2 – vyznění se stočením s návazností v zóně napojení, 3 – rozštěpení do dvou větví, z nichž jedna (5) vyznívá, 4 – ukončení na jiné puklině, 5 – prosté vyznění

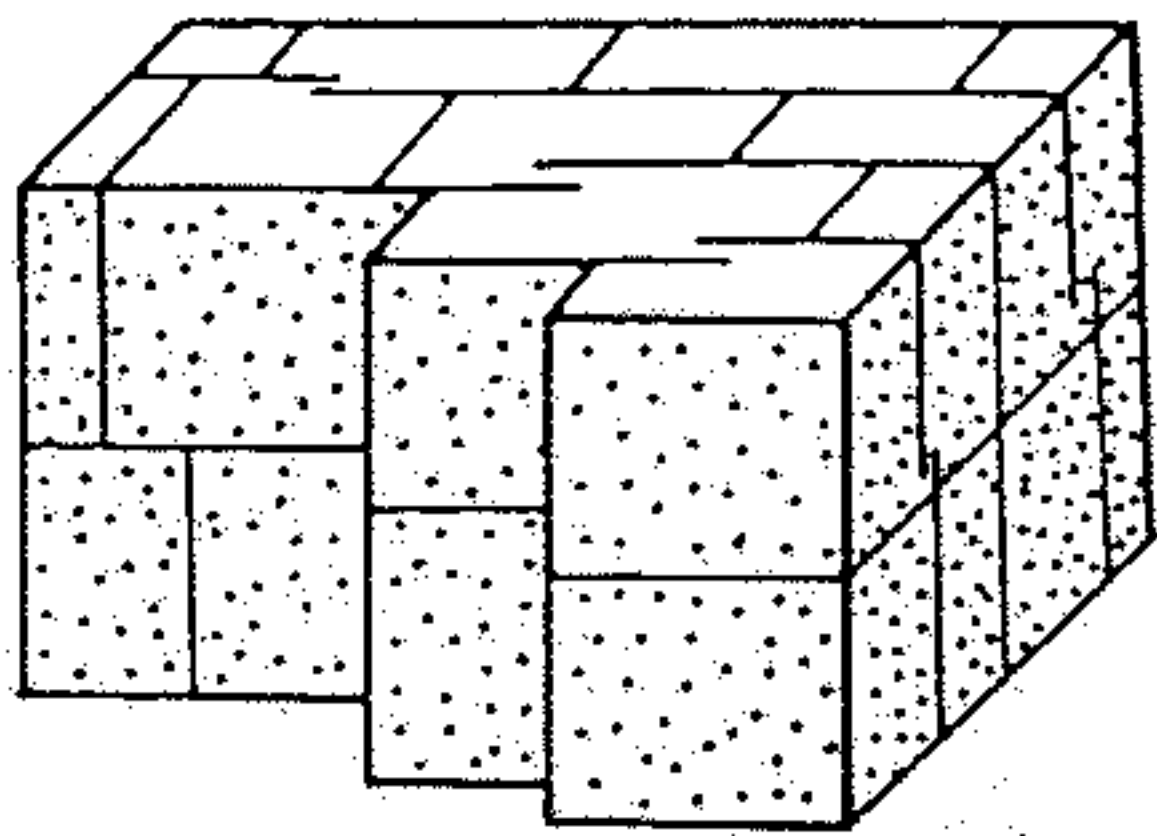


Obr. 194. Dva systémy průběžných (P) a neprůběžných (N) puklin kolmých k vrstevním plochám. Zóny napojení puklin vikarováním (v) lze sledovat ve vrstevní ploše i na bočních stranách vrstev

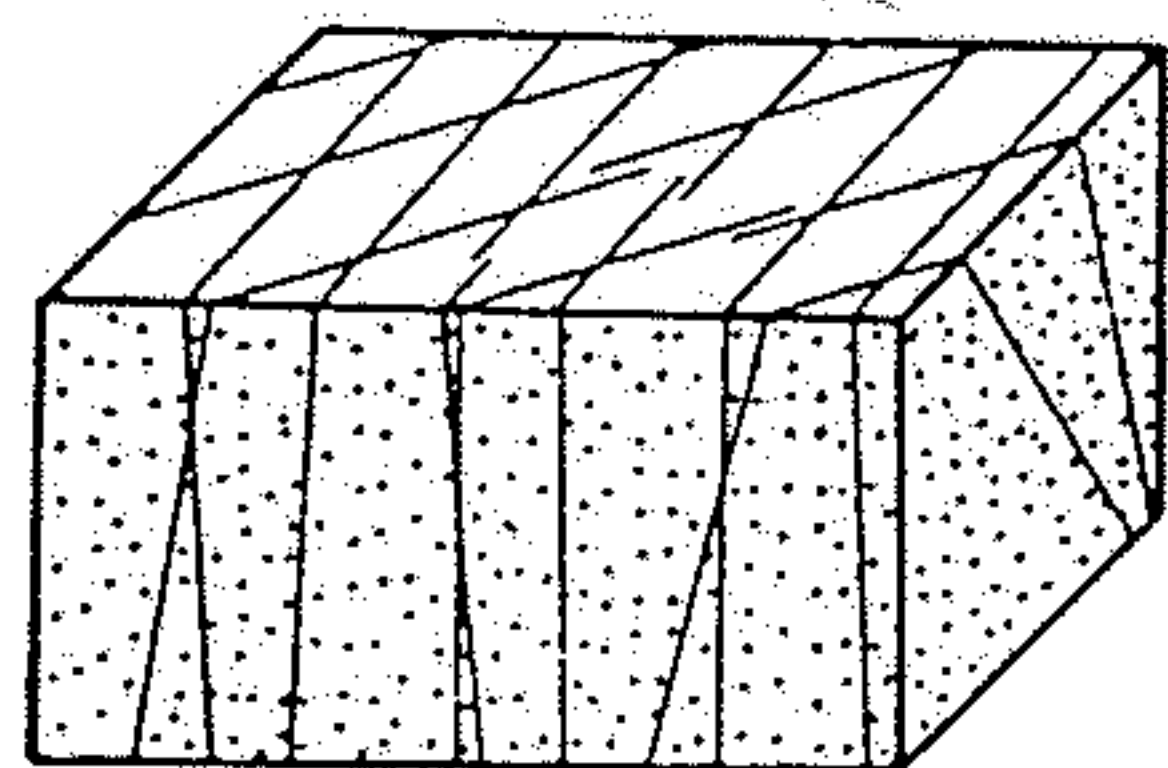
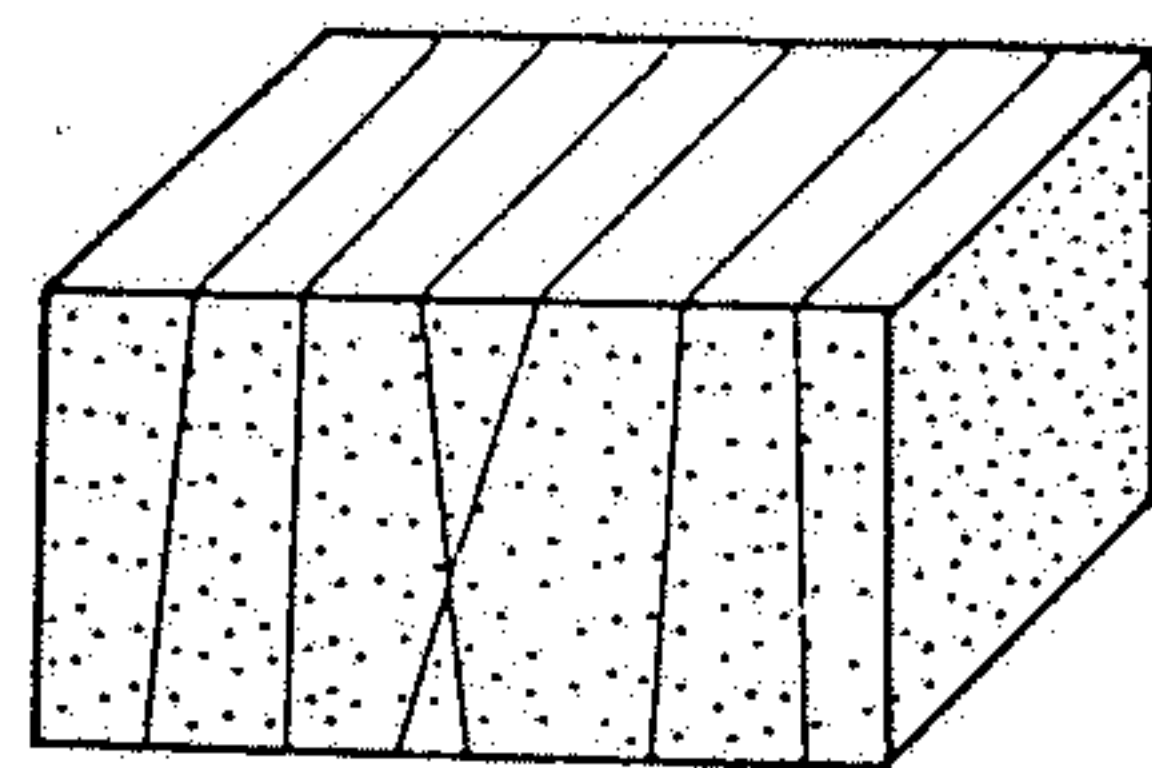
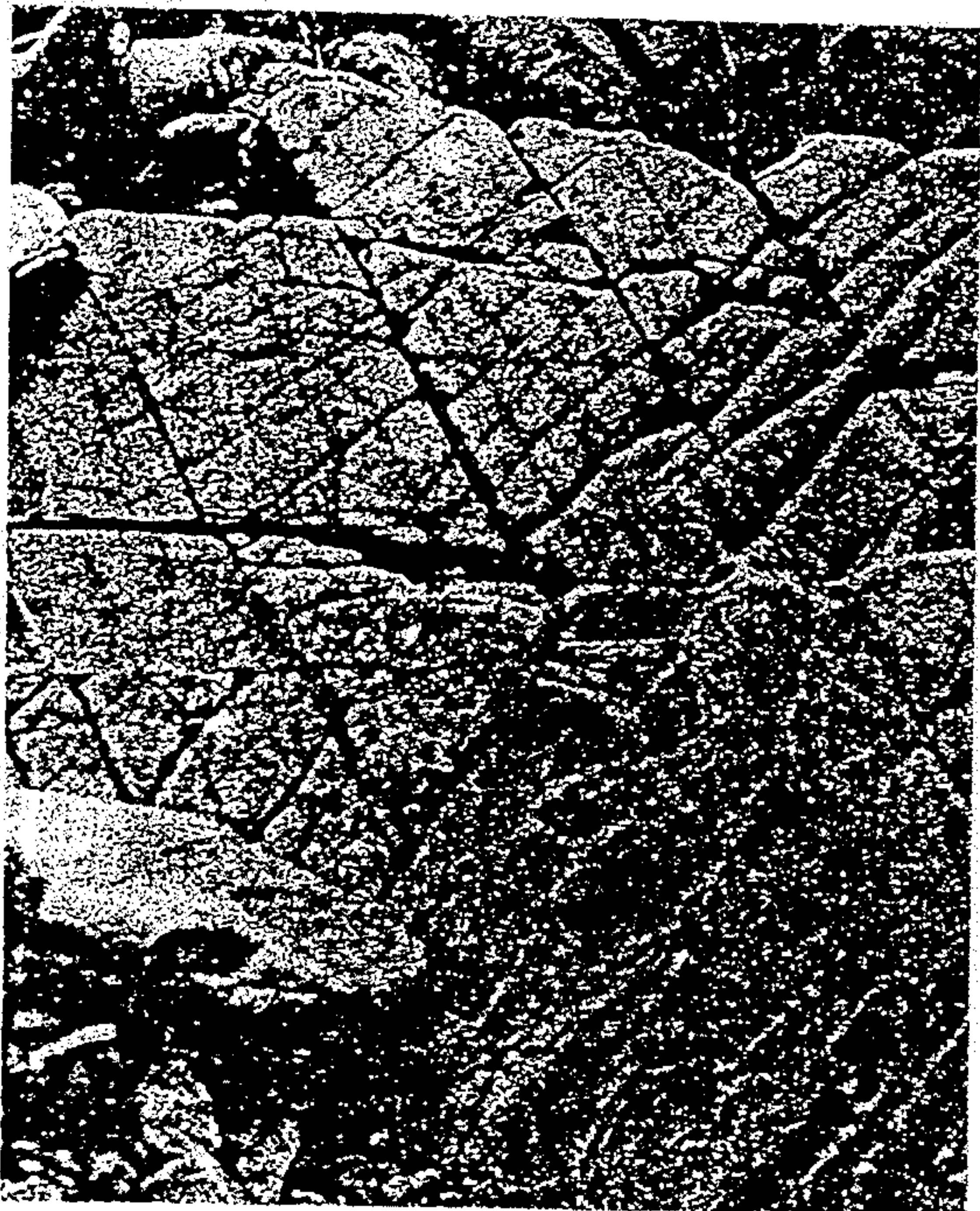
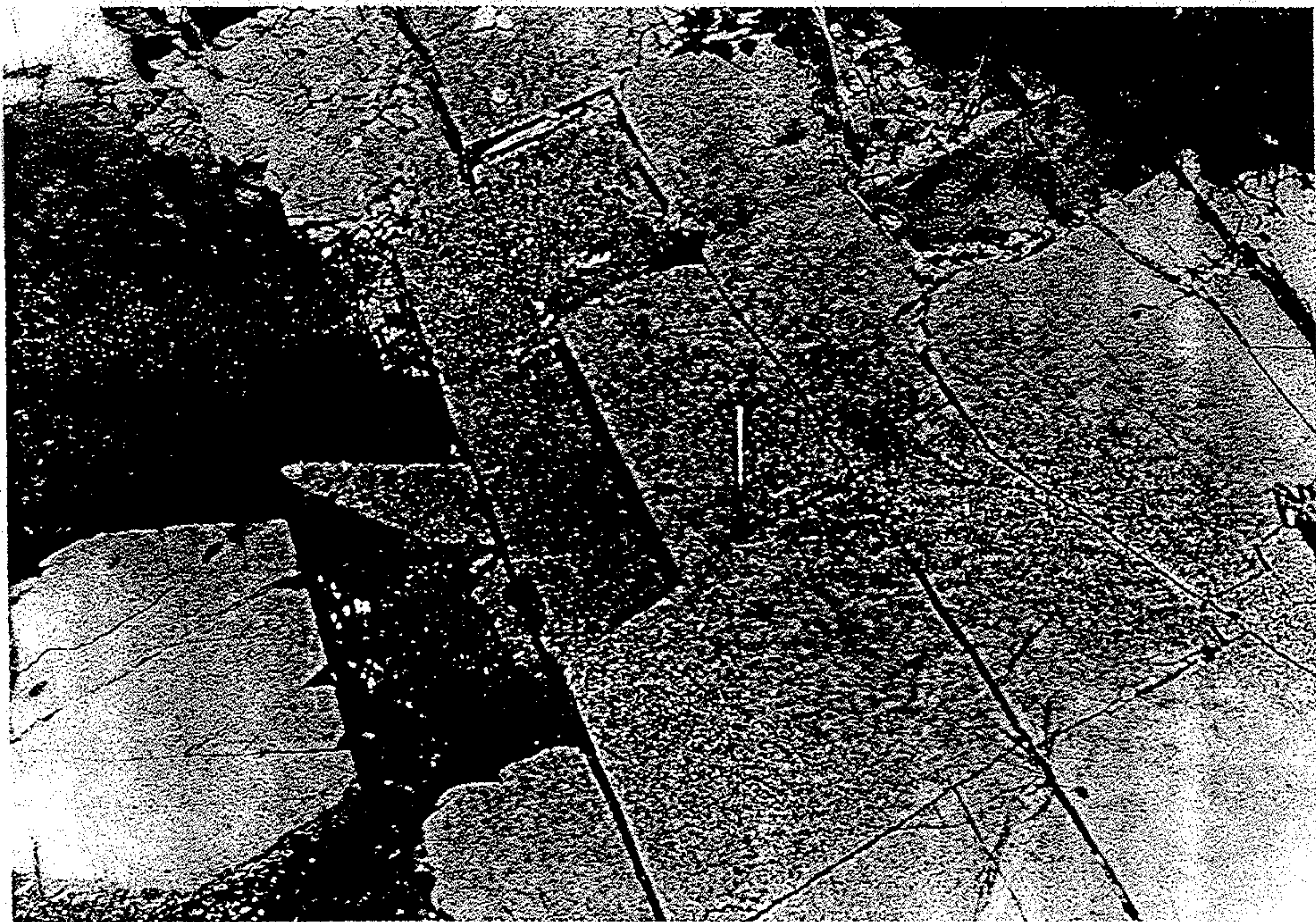


**Abb. 11.20**

Mit Calcit verfüllte Dehnungsklüfte (Riedel-Klüfte) in Sandstein; diese Dehnungsklüfte sind durch eine relative Abwärtsbewegung der im Bild links befindlichen Scholle entstanden.



Obr. 199. Vztah příčných (spojovacích) a systematických puklin (blokdiagram podle Hodgsona, 1969, foto J. Foldyna)



Obr. 198. Vzájemný poměr systematických puklin v rámci jednoho (nahore) a dvou (dole) systémů (podle Hodgsona, 1961). Snímek odpovídá spodnímu blokdiagramu, navíc s třetím systémem, který má povahu příčných spojovacích puklin (foto J. Foldyna)

# Plutonismus

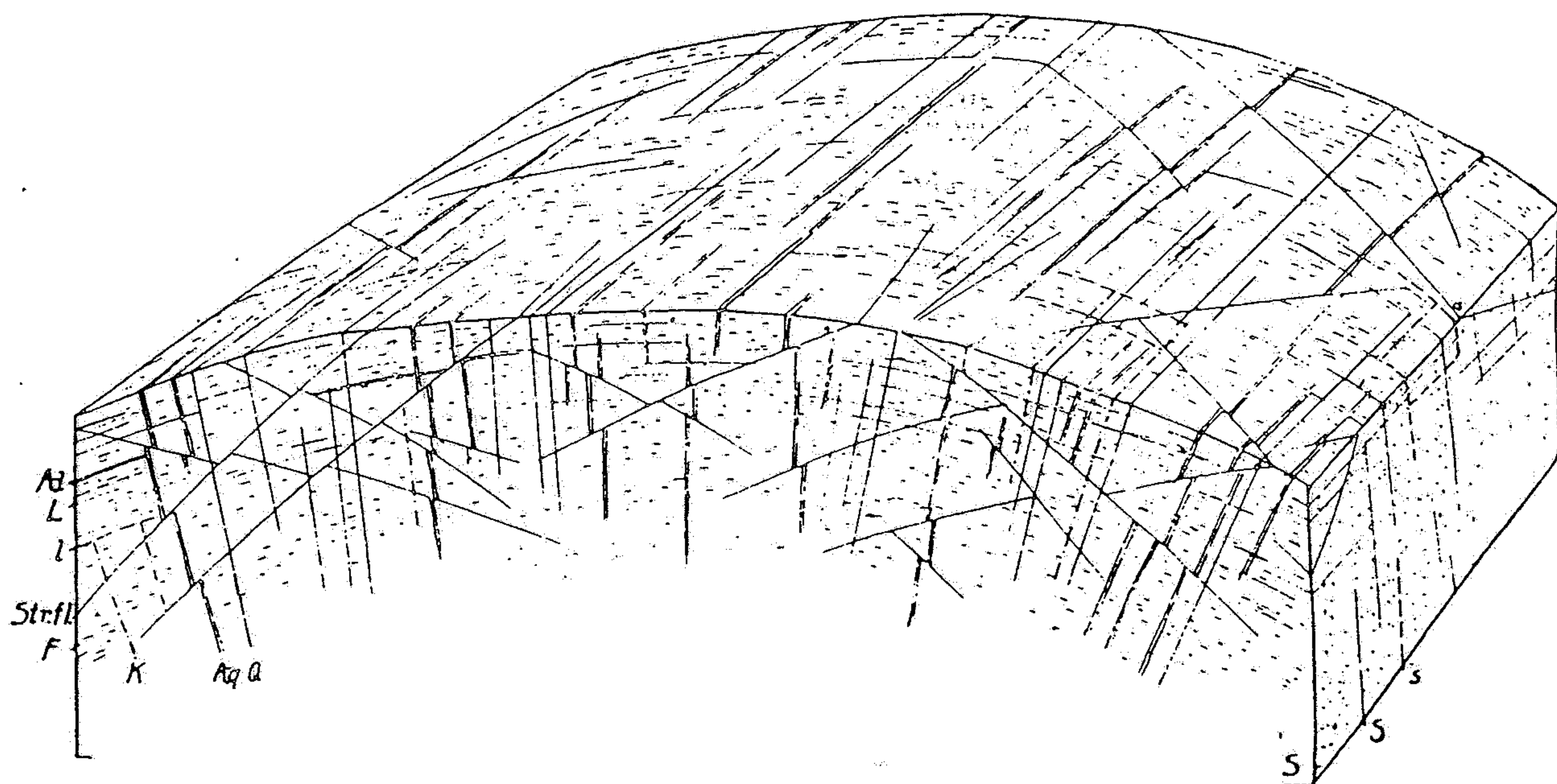


Abb. 182 Gefügeschema eines Plutons. Lineares Fließgefüge, Quer- oder Q-Klüfte (Q), z. T. mit Gangfüllung (Aq), Längs- oder S-Klüfte (S), Diagonalklüfte (F), Teilbarkeit (s und k) (nach H. Cloos)

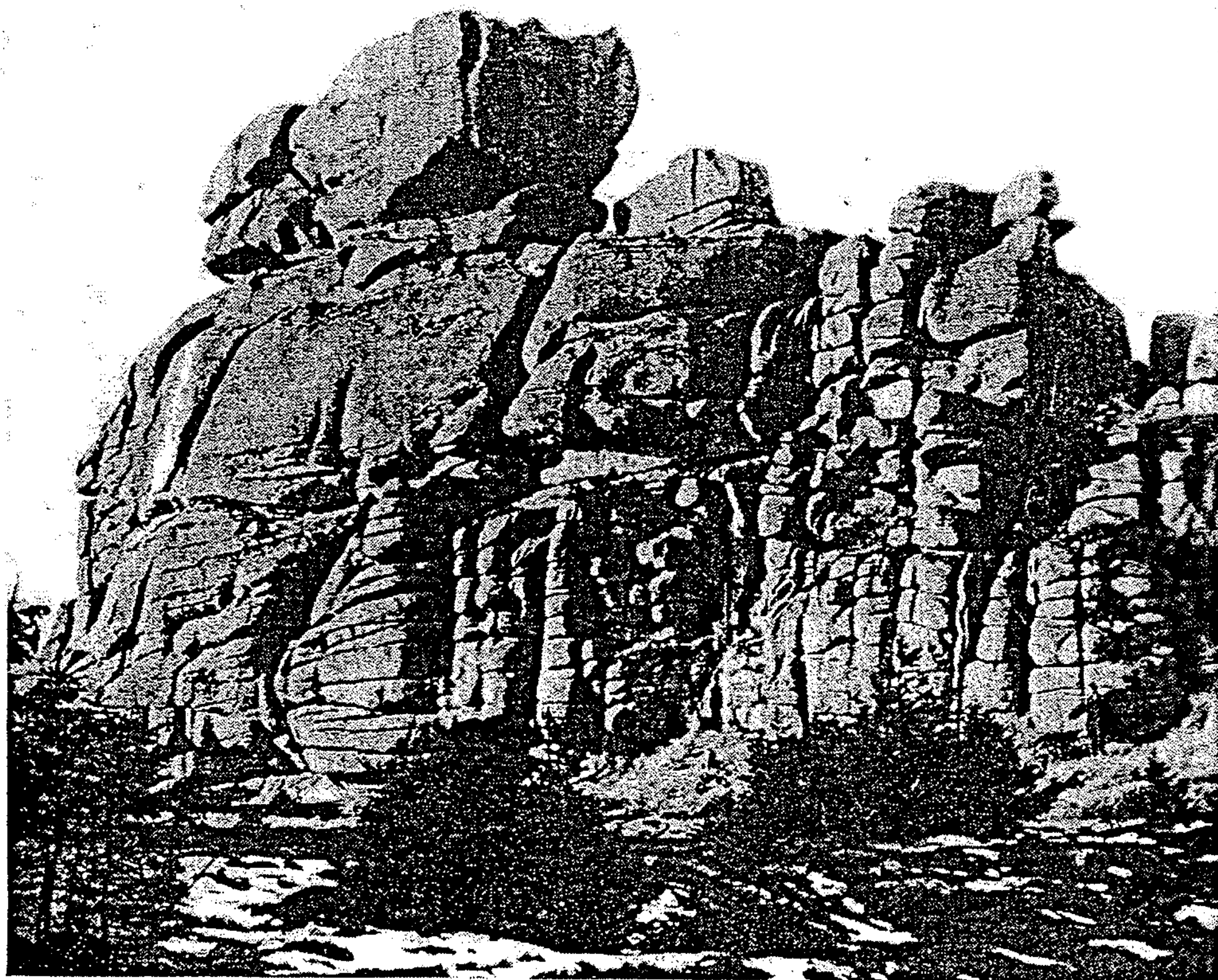
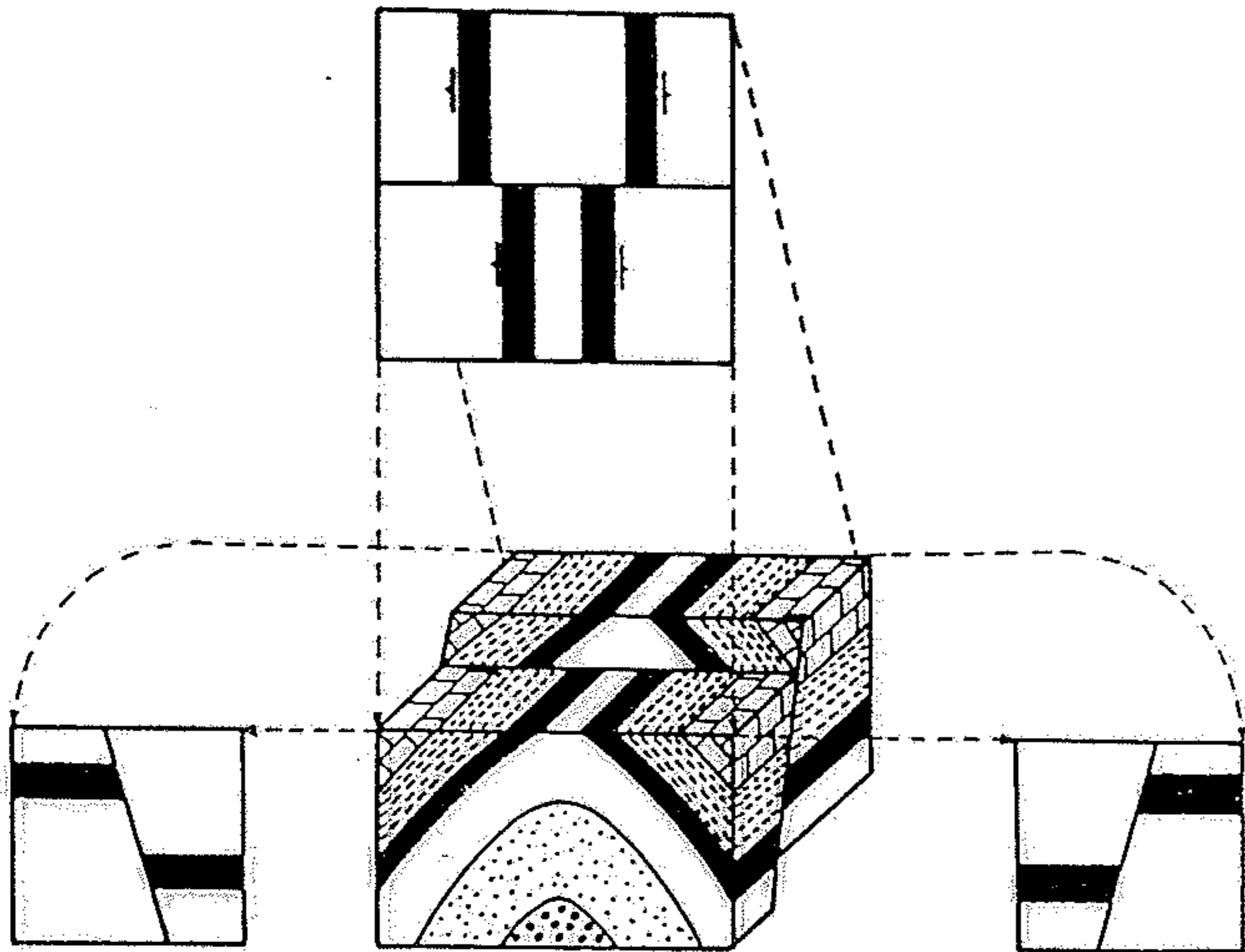
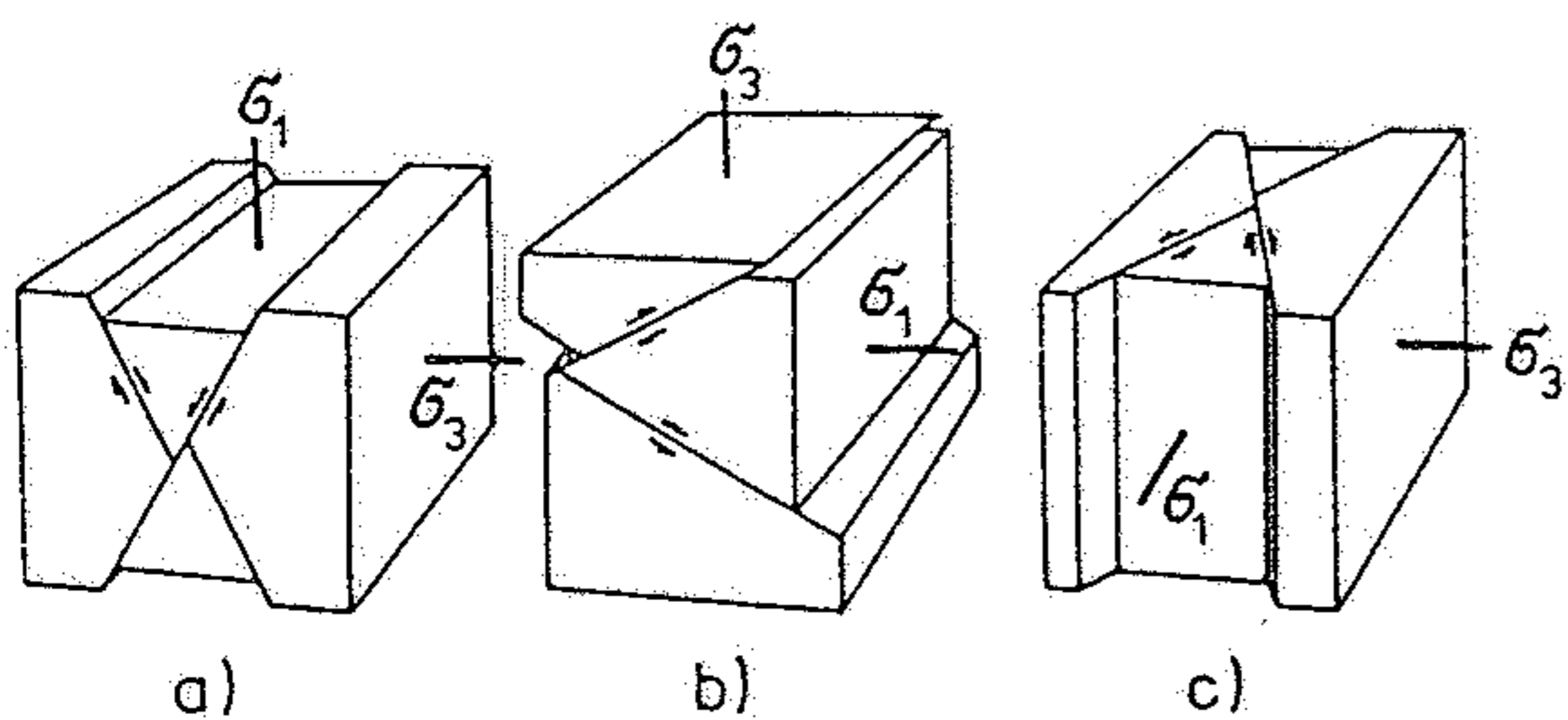


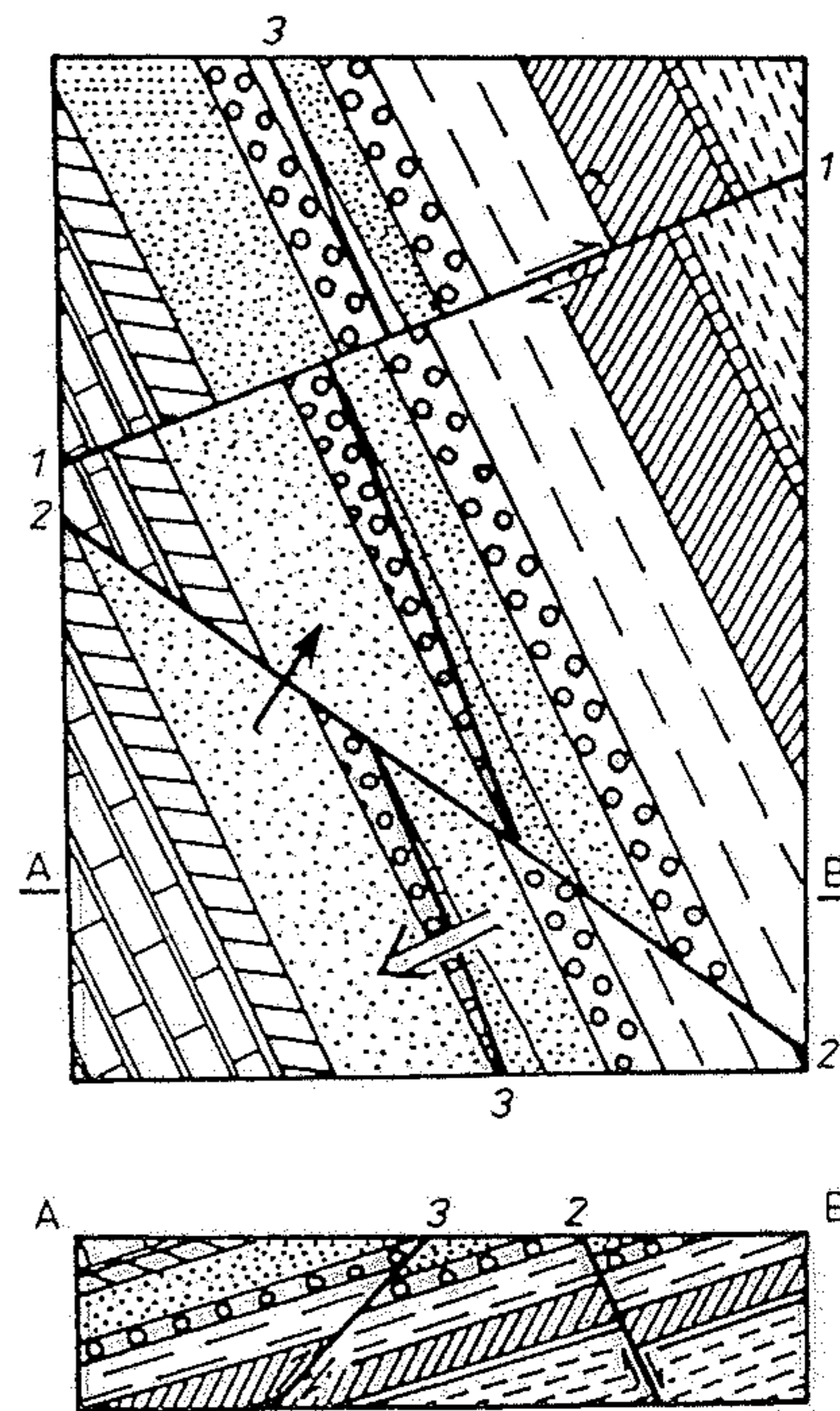
Abb. 183 Wollsackverwitterung von Granit, der von flachen Lagerklüften und steilen S-Klüften durchsetzt ist. Drei-  
steine, Riesengebirge (Foto H. Cloos)



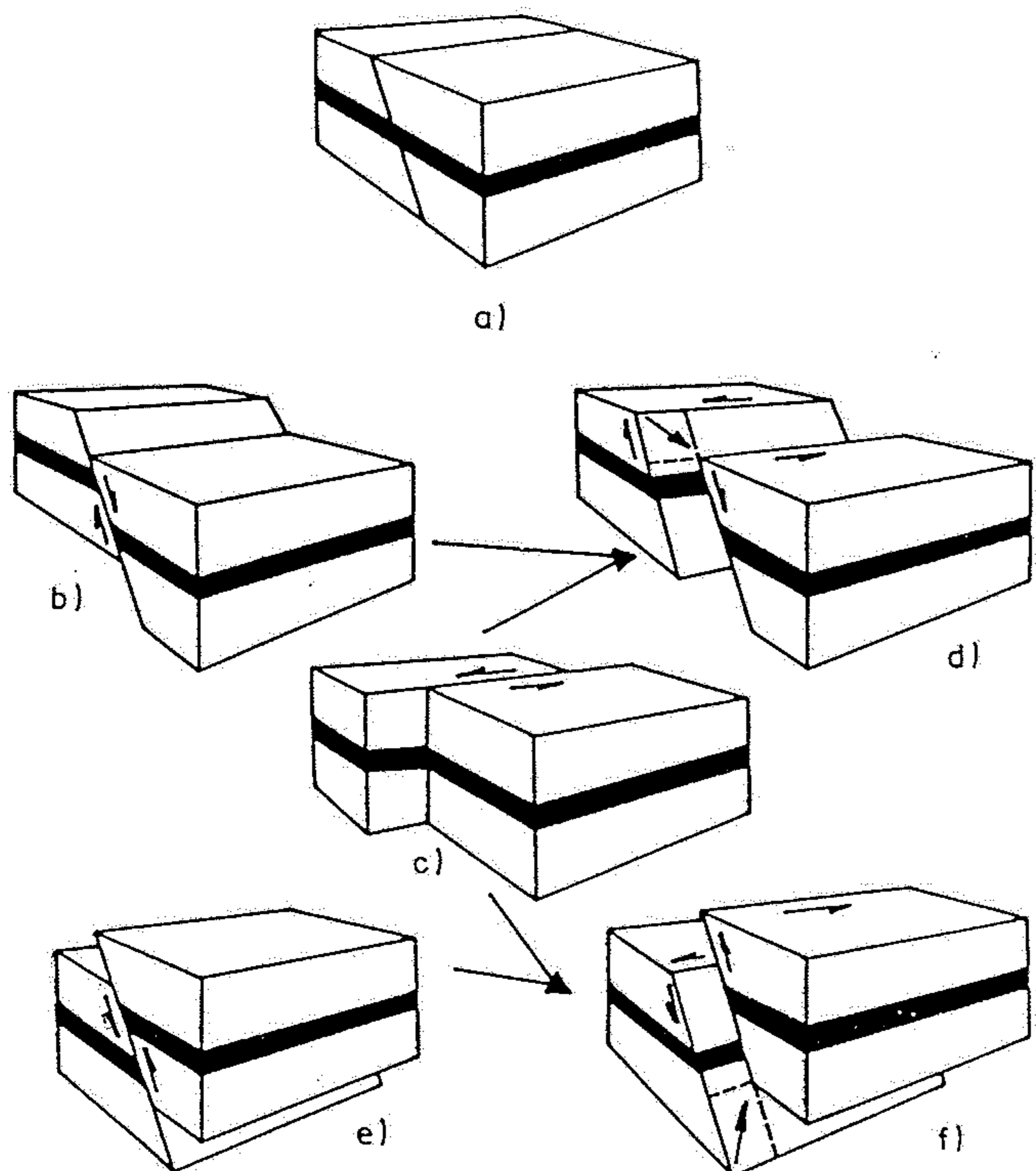
Obr. 243. Obrázek přemístění srovnávacího horizontu vyvolaný v horizontálním řezu příčným poklesem, který porušuje antiklinální strukturu



Obr. 219. Orientace základních typů střížných zlomů vzhledem k osám hlavních napětí  
a) pokles, b) přesmyk, c) horizontální posun

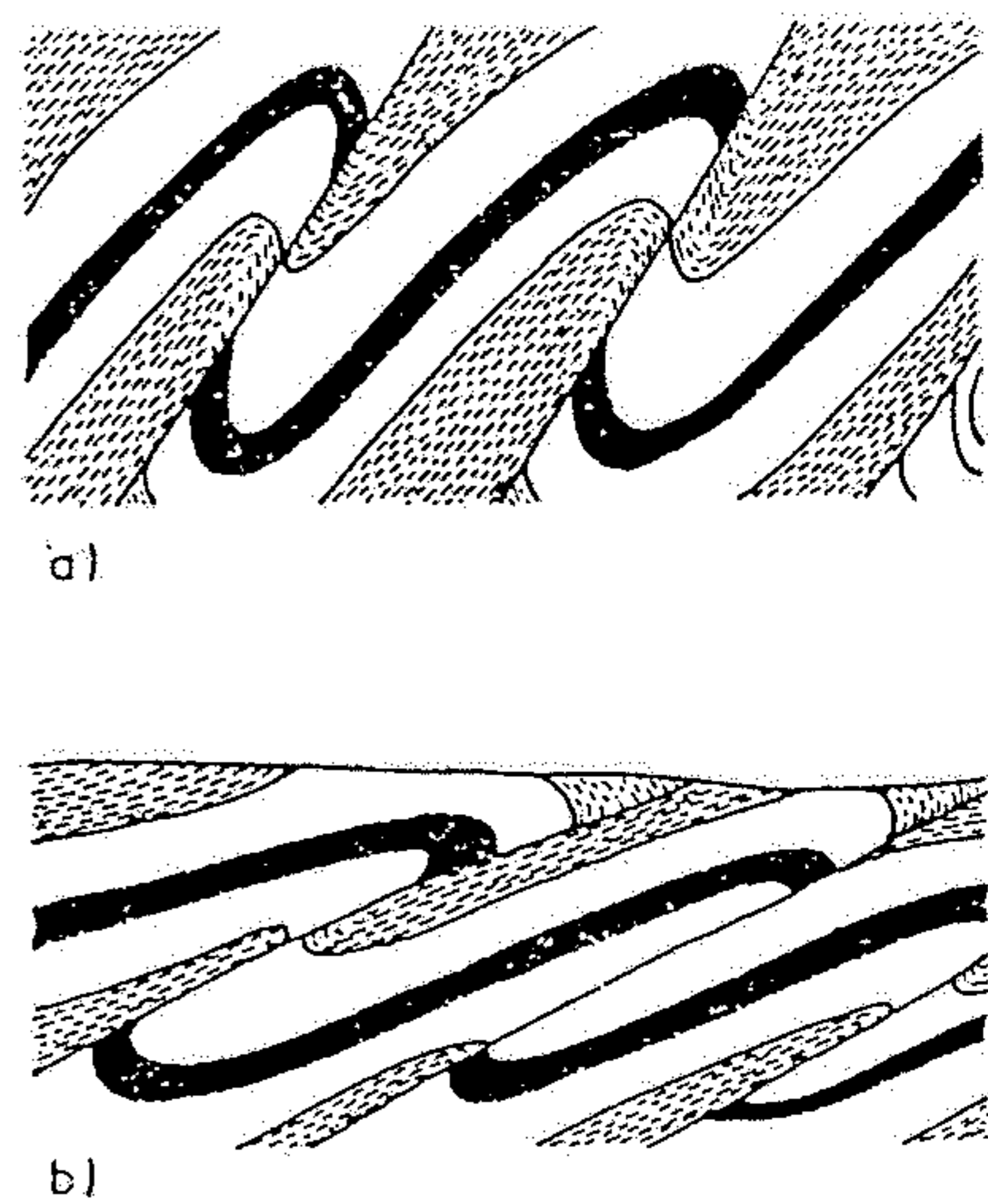


Obr. 212. Klasifikace zlomů podle jejich směru vzhledem ke směru vrstev a podle směru úklonu zlomů vzhledem ke směru úklonu vrstev  
1 – zlom příčný, 2 – zlom kosý, protiklonný, 3 – zlom směrný, souklonný



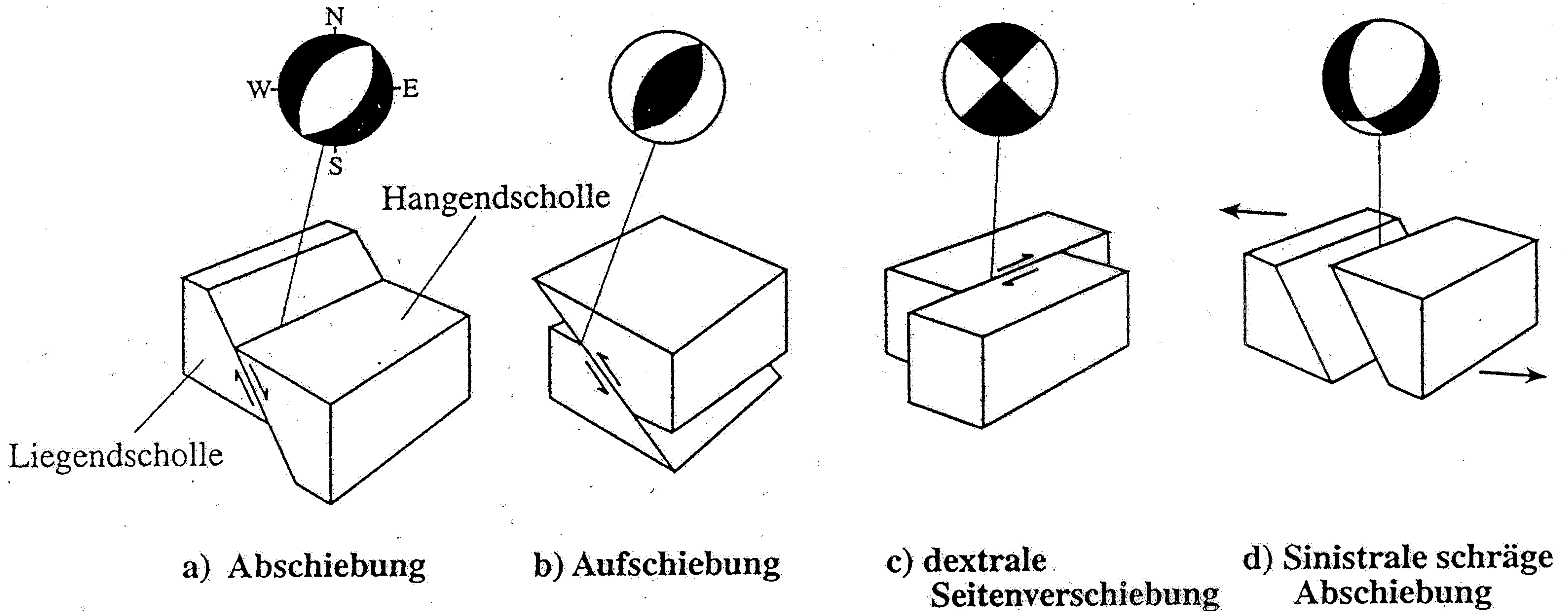
Obr. 218. Translační zlomy podle orientace vektoru přemístění (upraveno podle Menarda, 1974)

a) výchozí situace, b) pokles, c) sinistrální horizontální posun, d) šikmý pokles – kombinace b) + c), e) přesmyk, f) šikmý přesmyk – kombinace c) + e)



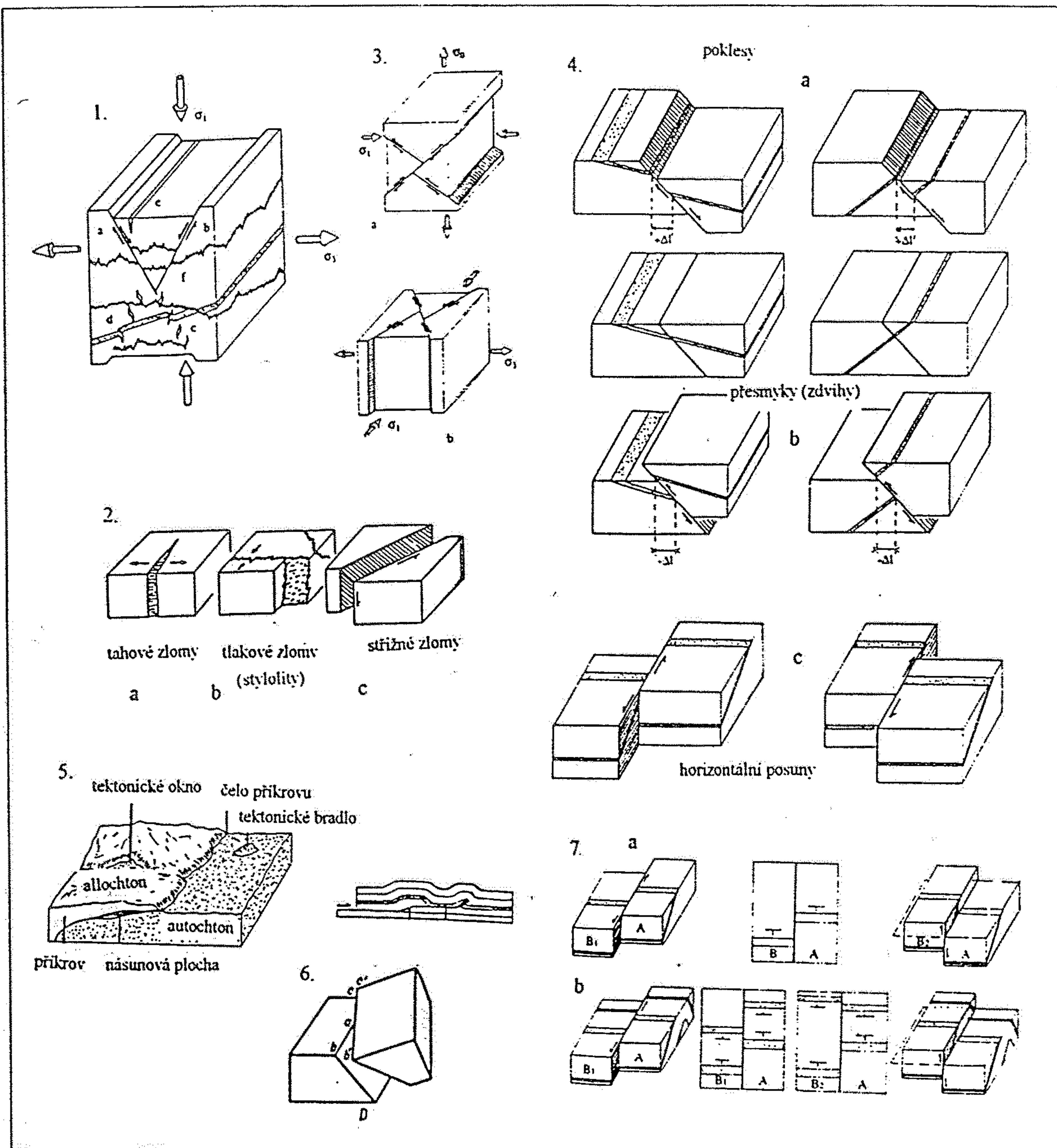
Obr. 236. Struktury vzniklé kombinací přesmyků. Nahoře model doškovité (a) a šupinovitě (b) stavby, dole doškovitá stavba ve fuzitu (mikrofoto J. Kraussová)





**Abb. 11.18**

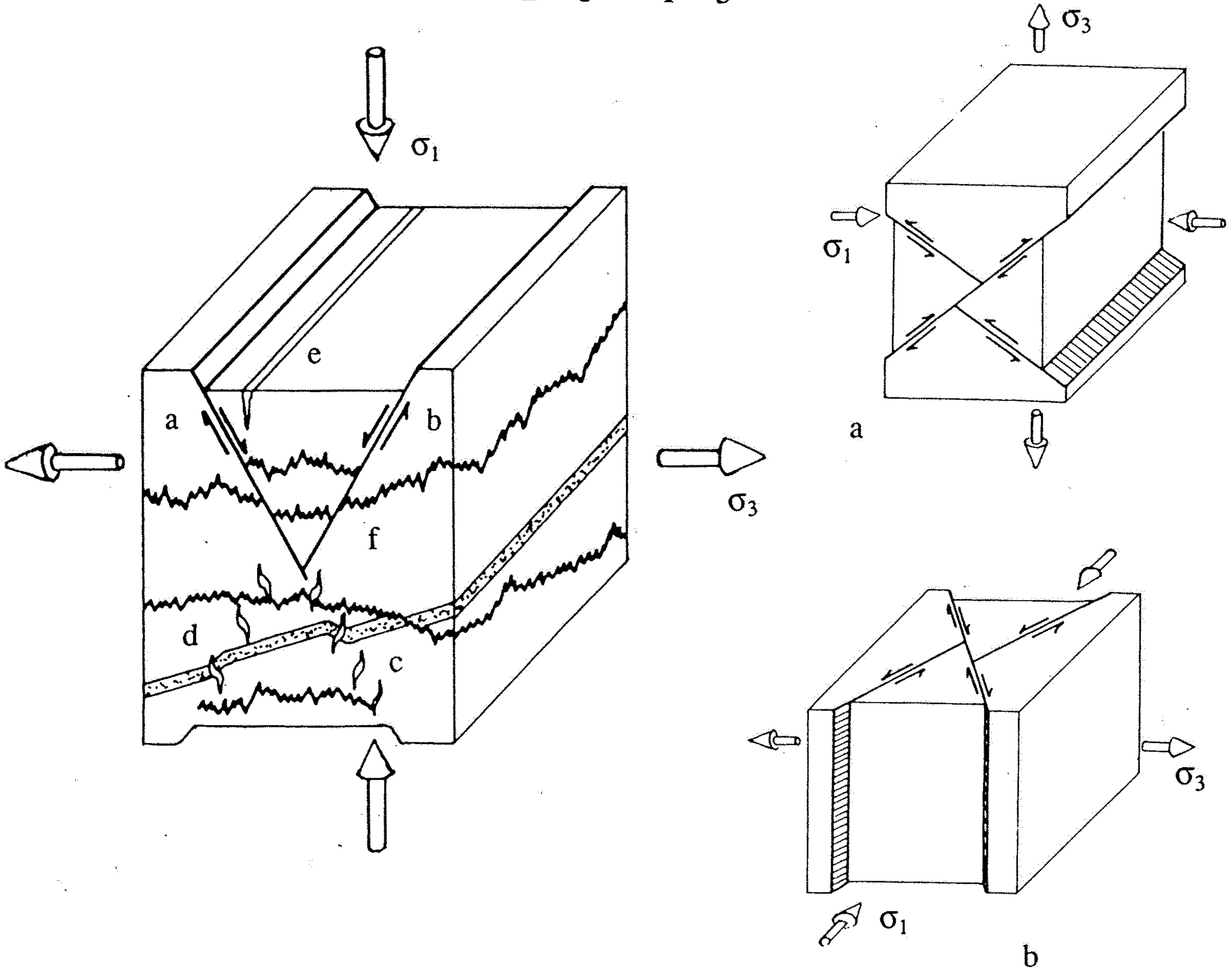
Abschiebung (a), Aufschiebung (b), Blattverschiebung (c) und Blattverschiebung mit einer Abschiebungskomponente (d). Zu jeder Zeichnung sind Herdflächenlösungen ('Focal plane solutions') von Erdbeben dargestellt, welche durch die Störungsbewegung verursacht werden. Rund um den Herd gibt es zwei Raumquadranten, in denen die erste vom Herd ausgehende P-Wellenfront kompressiv ist, und zwei Raumquadranten, in denen die ersten Impulse dilatativ sind. Bei günstiger Anordnung von Seismographen zu beiden Seiten der Störung läßt sich die Lage der Quadranten ermitteln (Kasten 9.1). Sie wird in der unteren Hemisphäre der Lagekugelprojektion (Kompression = schwarz, Dilatation = Weiß) dargestellt (vgl. Abb. 11.2). Zum besseren Verständnis sind in der – im englischen salopp als Beach ball bezeichneten – Projektion in (a) die Himmelsrichtungen eingezeichnet.

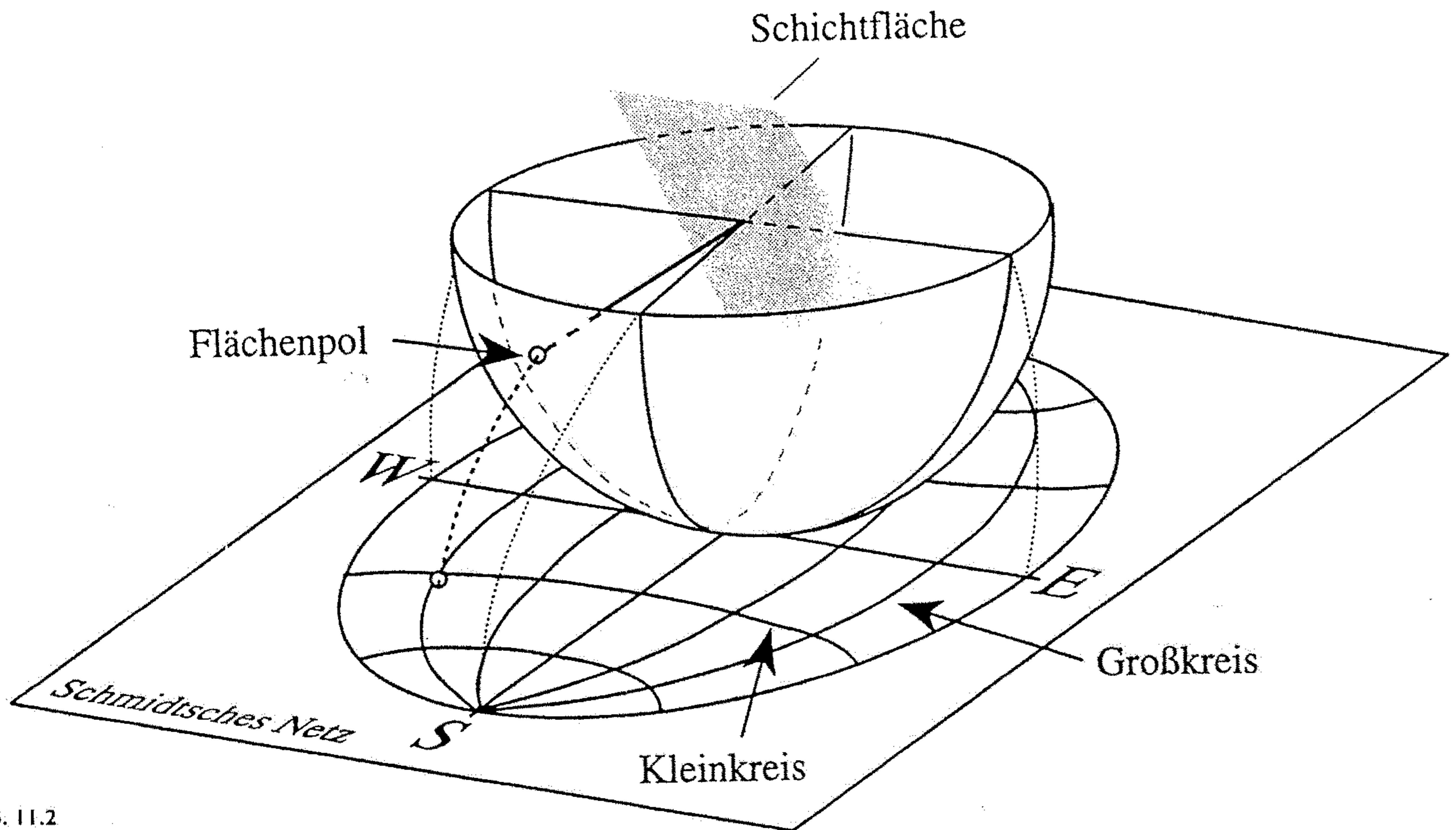


Obr. 80: Základní typy zlomů a jejich projevy v geologické mapě: 1. možná rozložení napěťových polí v zemské kůře a z nich vyplývající zákonitě orientované struktury; největší napětí označeno velkým hrotem, nejmenší malým,  $\sigma_2$ , kolmé k oběma zbývajícím, není v obrázku zobrazeno; a), b) dva konjugované systémy střížných zlomů viz také 2c; c), d) tahové (en eschelon trhliny- viz také 2a; e) tahová puklina, f) stylolity (vznikají tlakovým rozpouštěním- viz také 2b; 3. orientace hlavních napětí způsobujících přesmyky - a, horizontální posuny- b; 4. blokdiagramy znázorňující hlavní typy střížných zlomů : a) pokles - dole: původní poloha ukloněné vrstvy, nahoře po poklesu nadložní kry; dochází k obnažení podložní kry, mladší vrstvy v nadložní kře zůstávají uchráněny před denudací. b) přesmyk - dochází ke zkrácení prostoru, vyzdvižená nadložní kra je denudována, c) horizontální posuny - pravostranný a levostranný (vysvětlení viz text). 5. schematické znázornění příkrovu; 6. kloubový zlom, 7. projevy některých typů zlomů, porušujících různým způsobem uložené vrstvy: a) ke směru vrstev příčný horizontální posun se v monoklinálně uložených vrstvách projeví jejich posunem, velikost posunu je dána vzdáleností sobě si odpovídajících vrstev, stejným posunem se projeví i pokles v monoklinálně uložených vrstvách, b) horizontální posun porušující antiklinálu, projeví se posunem vrstev, vzdálenost sobě si odpovídajících vrstev zůstává stejná, zatímco pokles jedné kry příčně porušující antiklinálu se v mapě projeví zvětšením vzdálenosti sobě si odpovídajících vrstev ve vyzdvižené antiklinální části.

## Associations de fractures

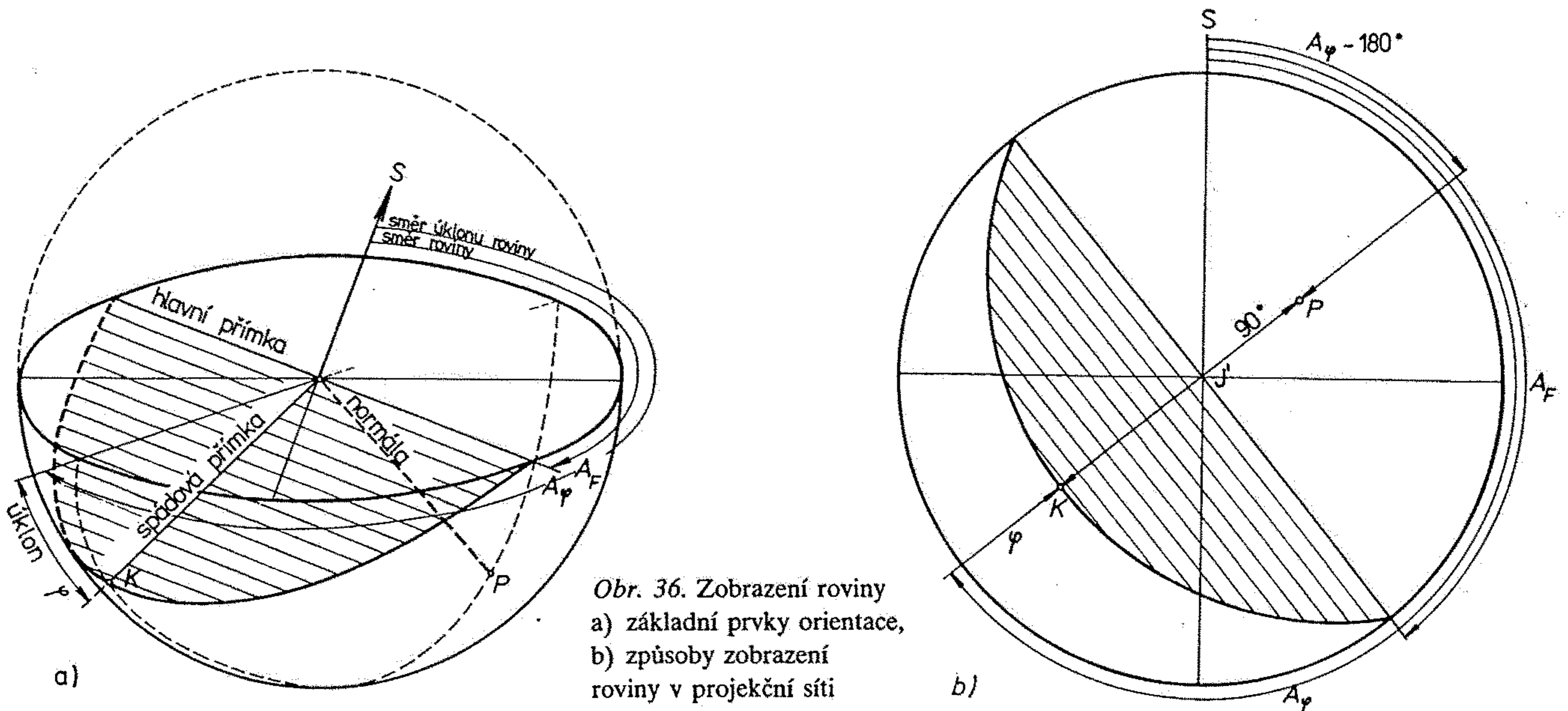
Un même état de contrainte peut produire ou faire rejouer différents types de fractures. Lorsque les déplacements restent faibles, l'analyse de population de fractures permet de déterminer l'orientation des contraintes principales  $\sigma_1$  (maximale),  $\sigma_2$  (intermédiaire) et  $\sigma_3$  (minimale), ainsi que le rapport  $(\sigma_2 - \sigma_3) / (\sigma_1 - \sigma_3)$ .





**Abb. 11.2**  
 Das hier gezeigte Schmidtsche Netz ist eine flächentreue 2D-Projektion einer nach oben offenen Halbkugel (Lagekugeldarstellung). Zur Darstellung von Winkelbeziehungen, z.B. auf Kristalloberflächen, wird das winkeltreue Wulfsche Netz verwendet. Die Schnittlinie einer Fläche (Schicht, Schieferungsfläche, Störungsfläche) mit der Halbkugel ergibt einen Großkreis, vorausgesetzt der Mittelpunkt der (Halb-)Kugel liegt auf der Fläche (vgl. Abb. 10.21). Häufig wird die Normale auf der Fläche (Flächenpol) als Durchstichpunkt durch die Halbkugel dargestellt.

Genauso können Lineamente (z.B. Faltenachsen oder Einregelungsrichtungen von länglichen Geröllen in einem Konglomerat etc.) als Durchstichpunkte durch die Halbkugel eingetragen werden. Die flächentreue Projektion läßt eine statistische Auswertung der Meßwerte zu. So können beispielsweise anhand von vielen Messungen einer unregelmäßigen Schichtoberfläche deren durchschnittliche Einfallrichtung und -winkel ermittelt werden.



**Obr. 36.** Zobrazení roviny  
 a) základní prvky orientace,  
 b) způsoby zobrazení roviny v projekční síti

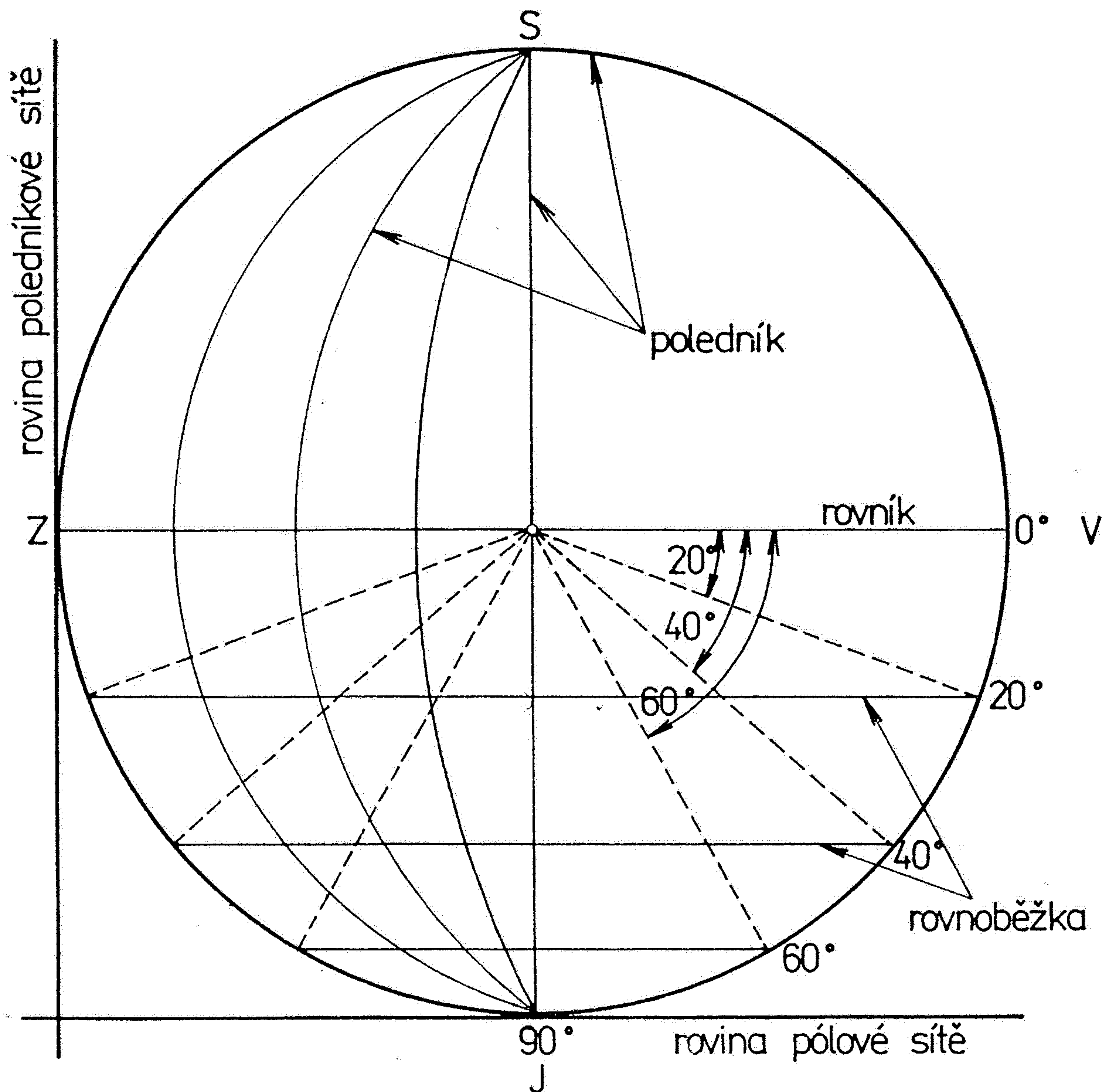
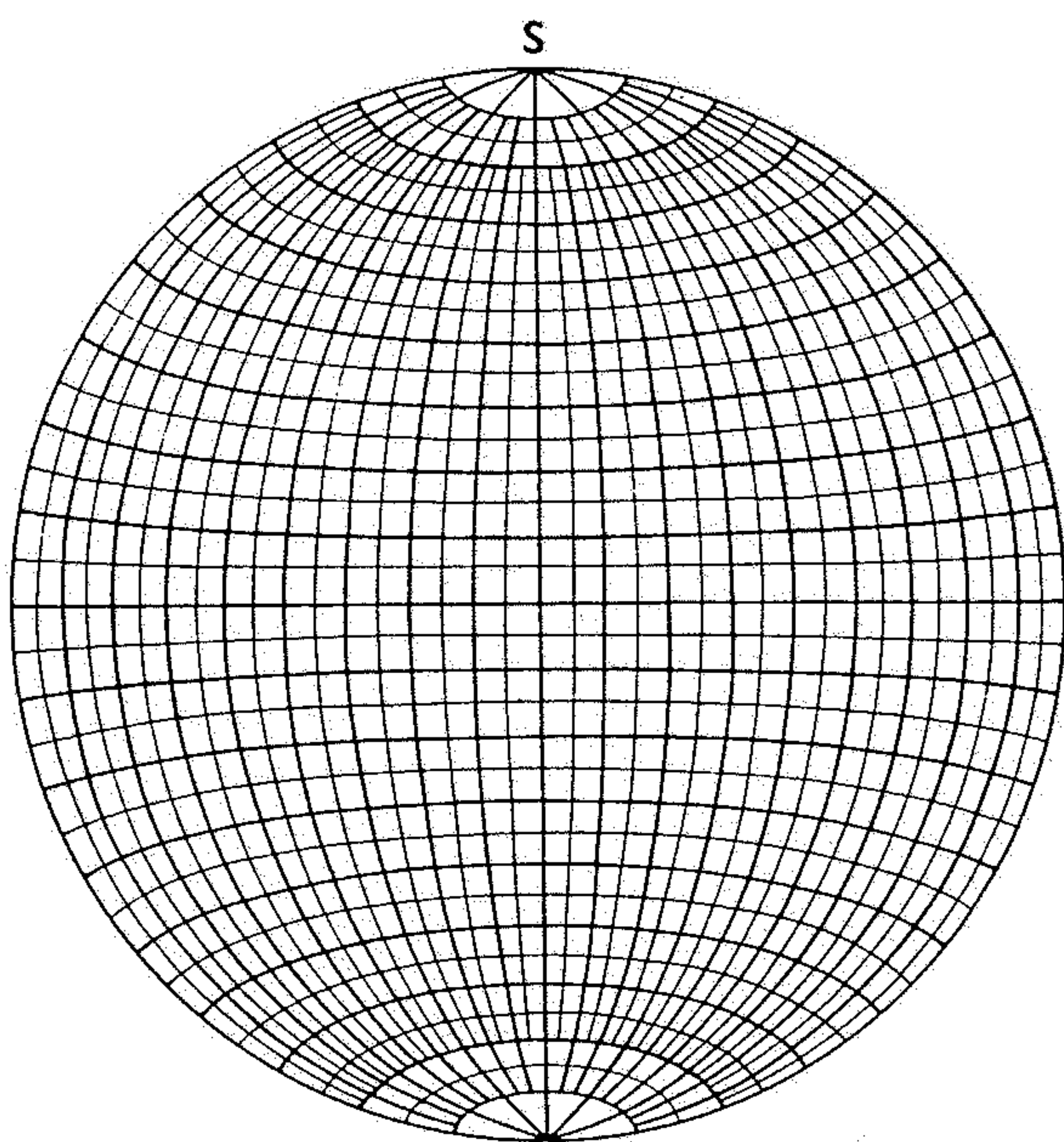
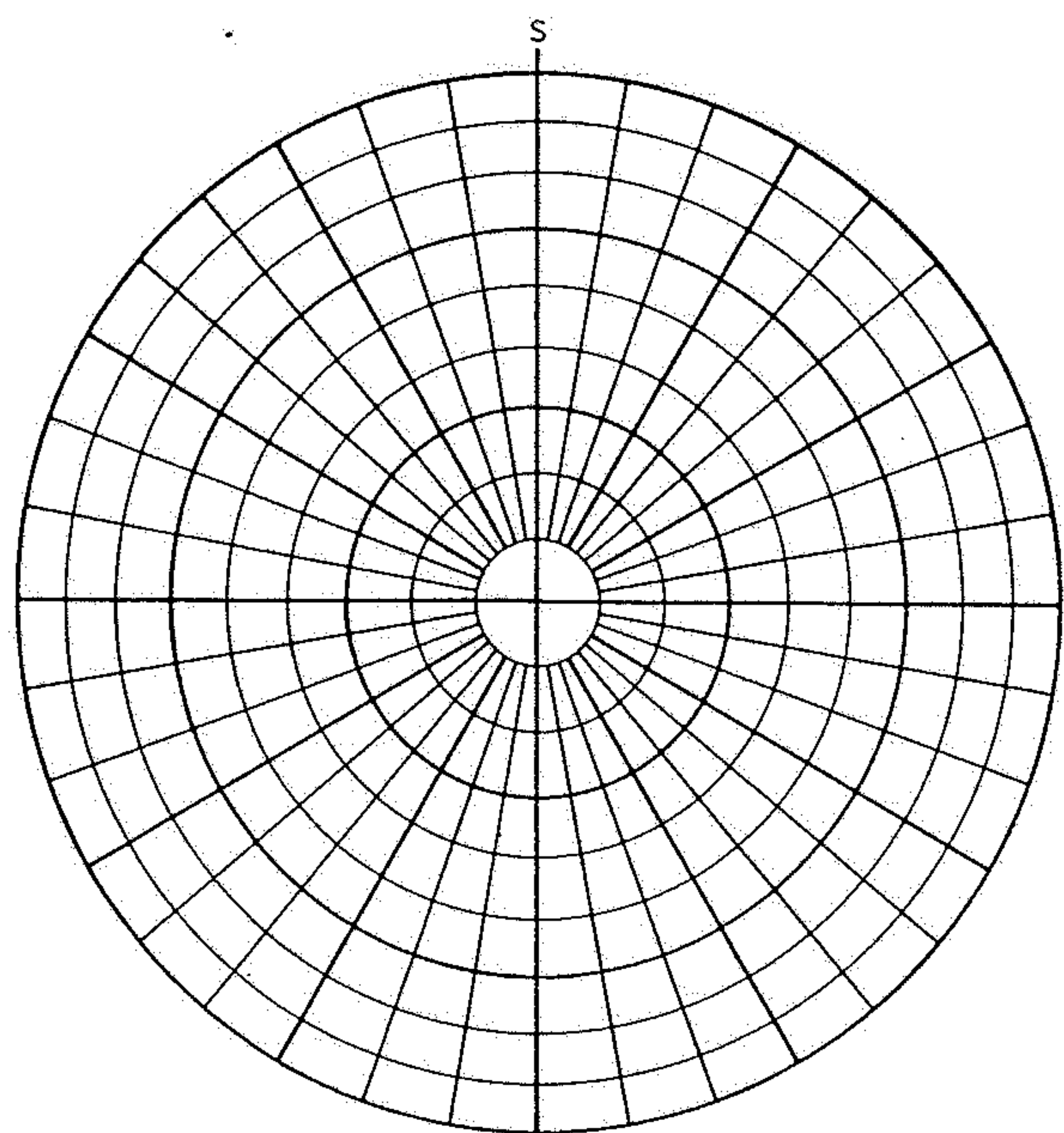
### Zobrazení roviny

Může být provedeno trojím způsobem (obr. 36):

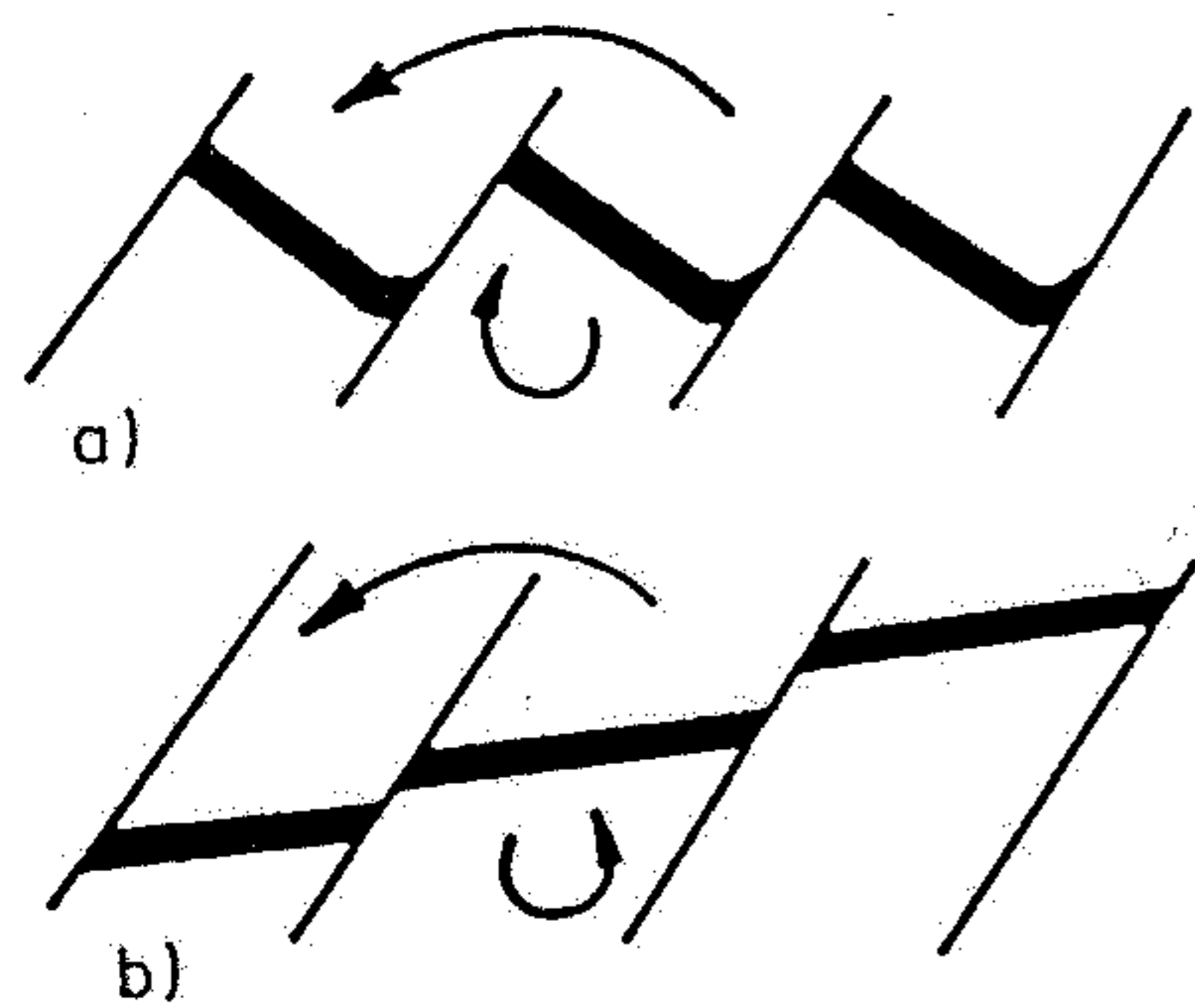
- bodem reprezentujícím průsečík spádové přímky roviny s kulovou plochou,
- bodem reprezentujícím průsečík normály k rovině vedené středem koule; tento průsečík normály s kulovou plochou nazýváme *pól roviny P*,
- velkým obloukem reprezentujícím průsečnici roviny se spodní polokoulí.

Pólová (ekvatoriální) úhlojevná  
zobrazovací síť – Wulfova projekce

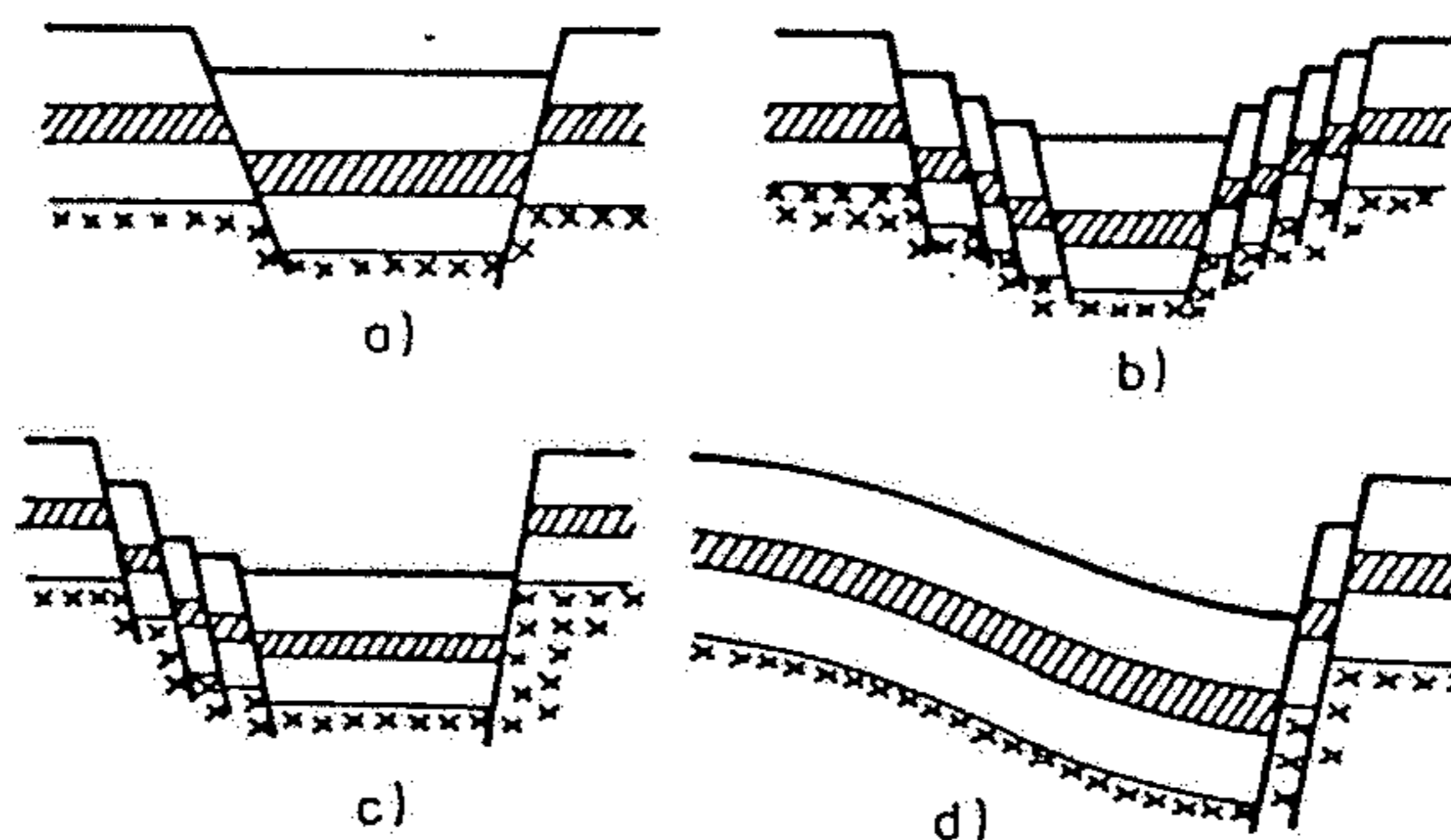
Poledníková (meridionální) plochojevná  
zobrazovací síť – Schmidtova projekce.



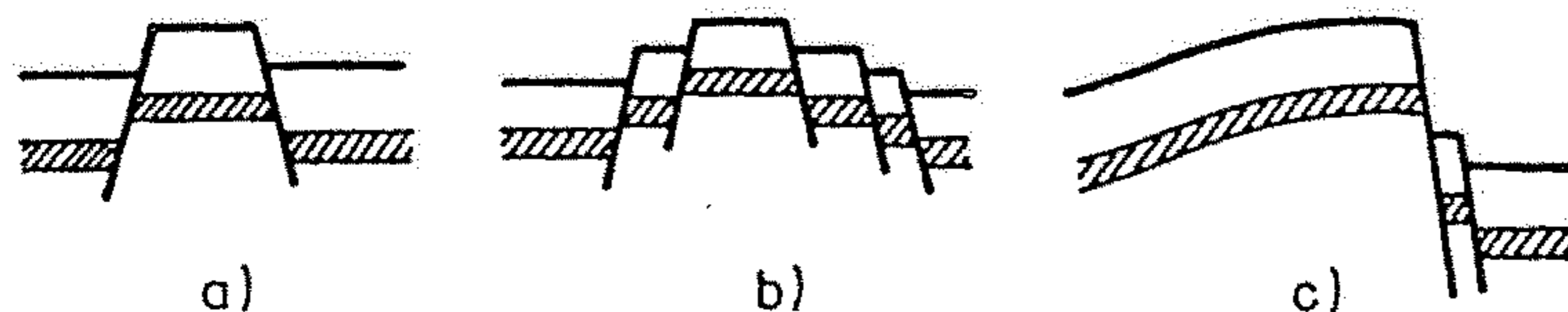
Obr. 31. Umístění projekčních rovin při tvorbě základních zobrazovacích sítí



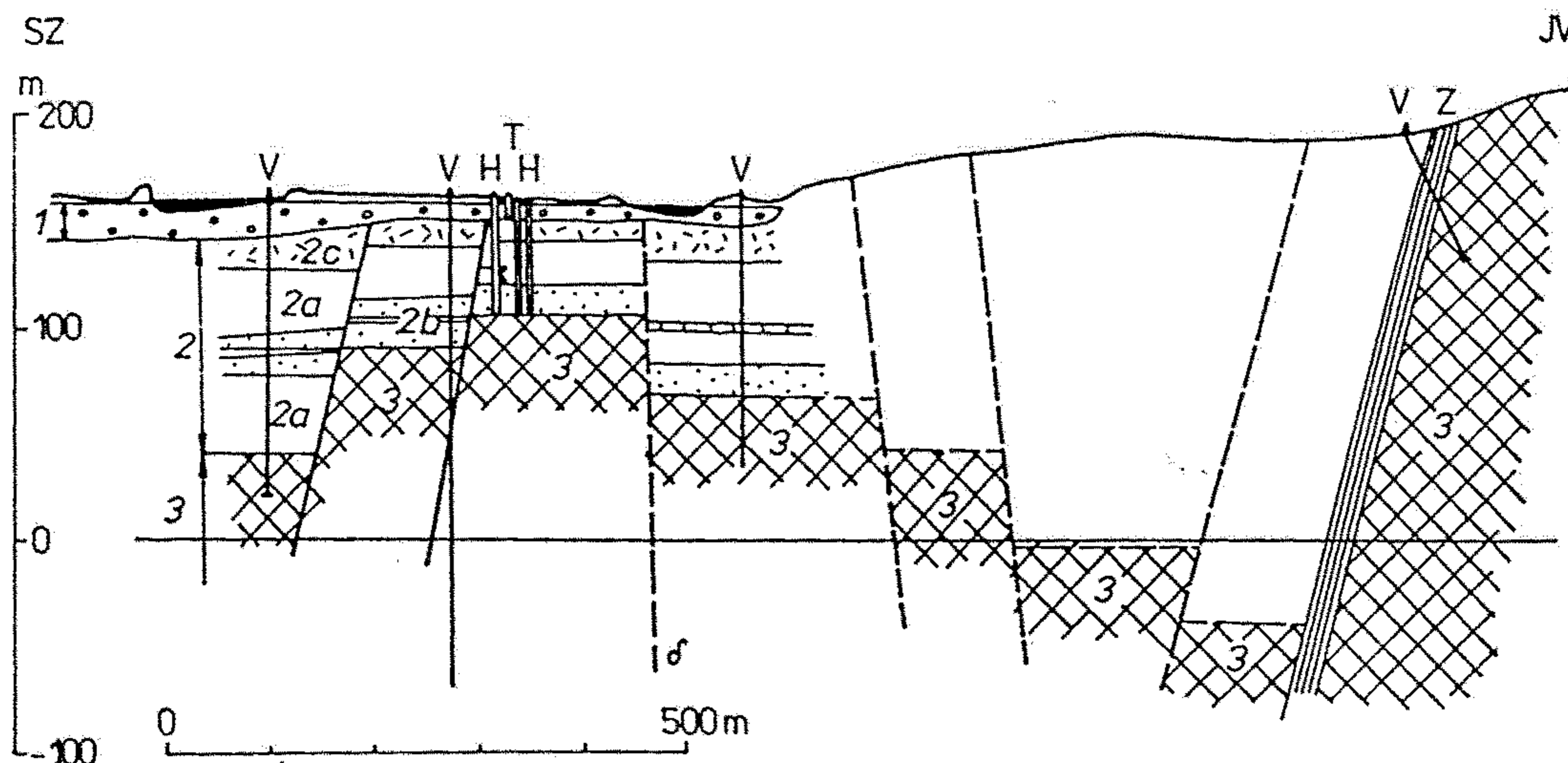
Obr. 224. Poklesy  
a) antitetické, b) syntetické



Obr. 225. Typy  
příkopových propadlin  
a) jednoduchá symetrická,  
b) stupňovitá symetrická,  
c) stupňovitá asymetrická,  
d) jednostranný asymetrický  
příkop



Obr. 227. Typy hrástí  
a) jednoduchá,  
b) stupňovitá,  
c) jednostranná



Obr. 228. Hrásťová struktura, nad níž jsou lokalizovány vývěry termálních vod v Piešťanech (podle O. Hynieho, M. Dovolila)

1 – kvartér, 2 (a, b, c) – neogén, 3 – mezozoikum, Z – okrajový zlom, V, H, T – vrty a studny

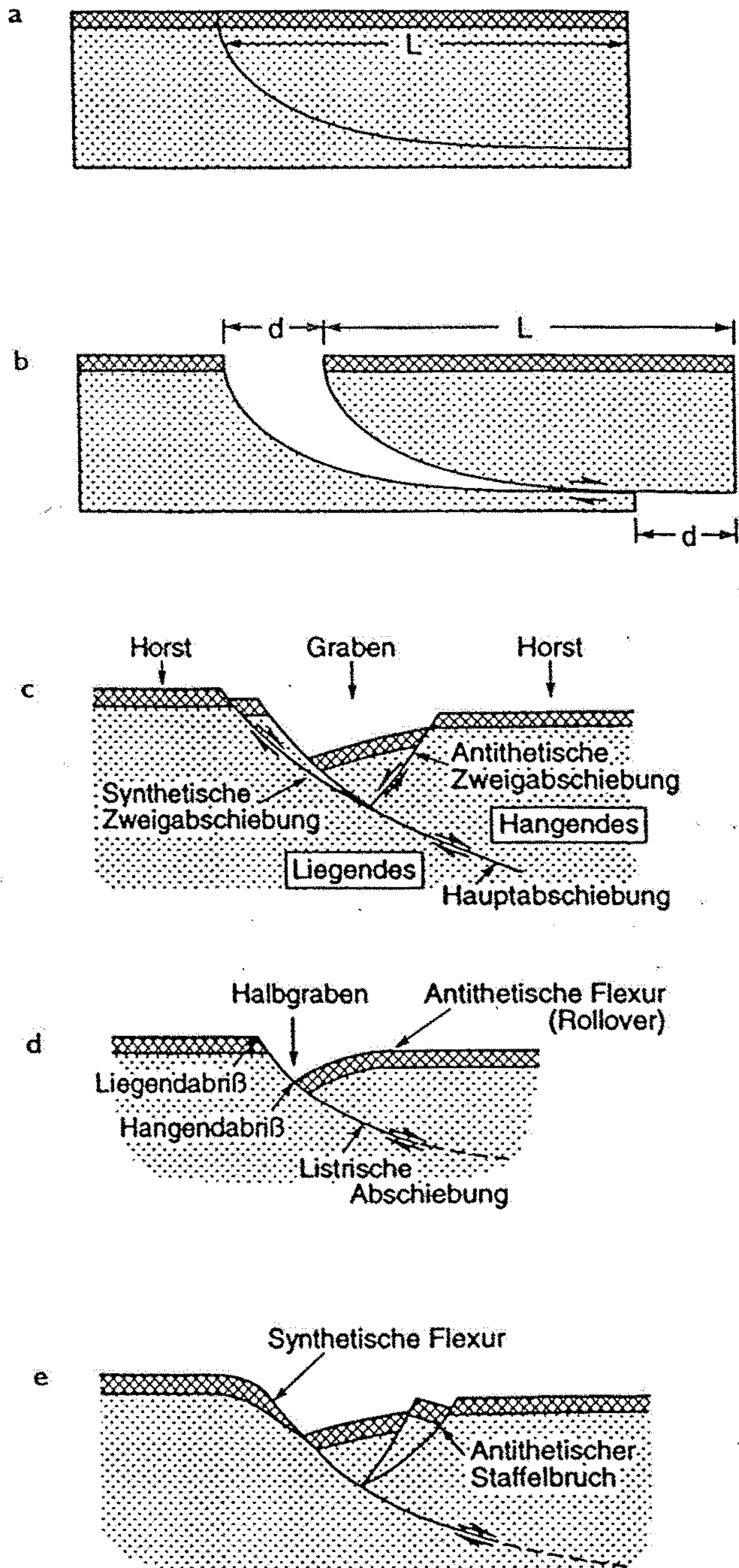
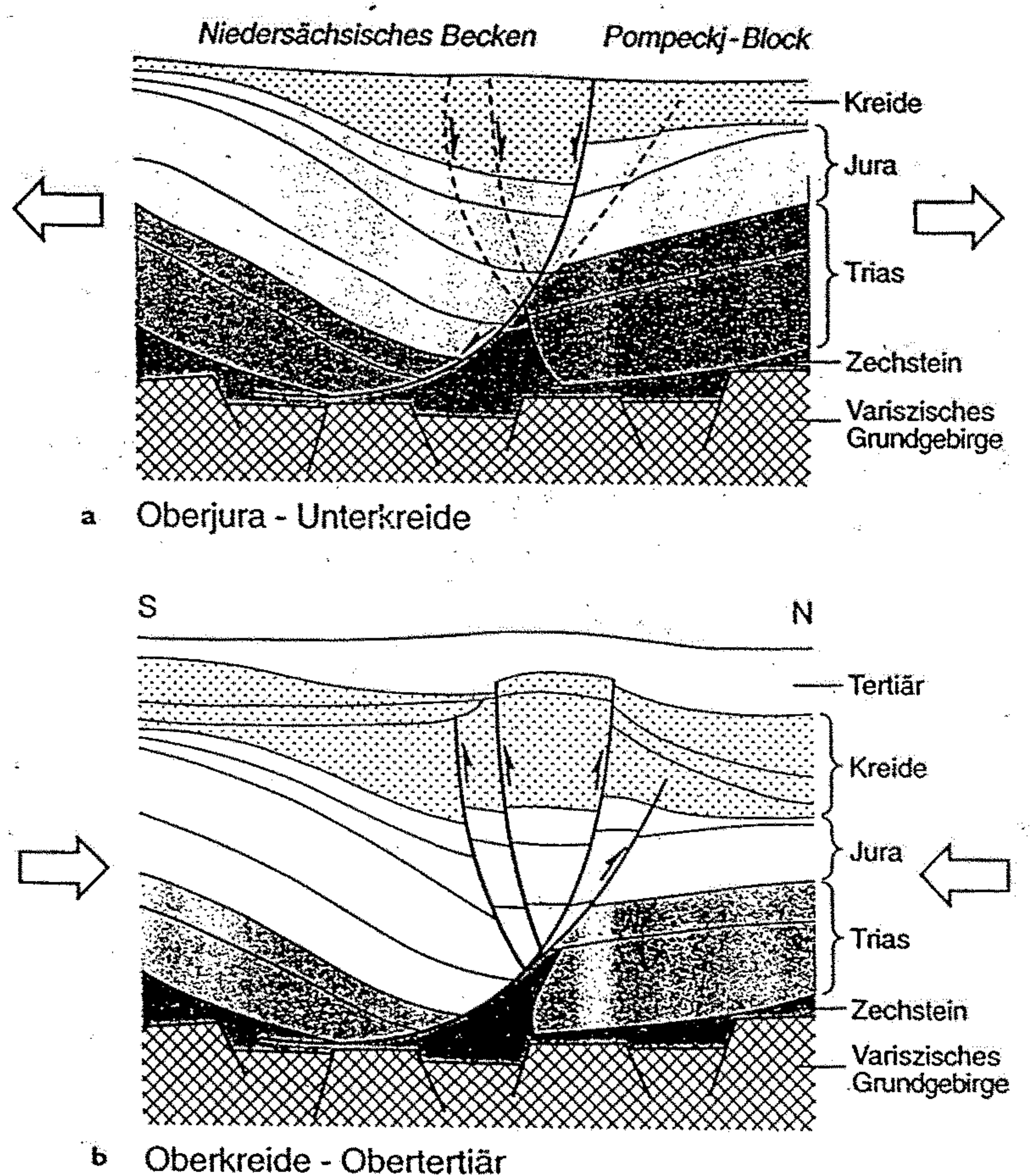


Abb. 11.26

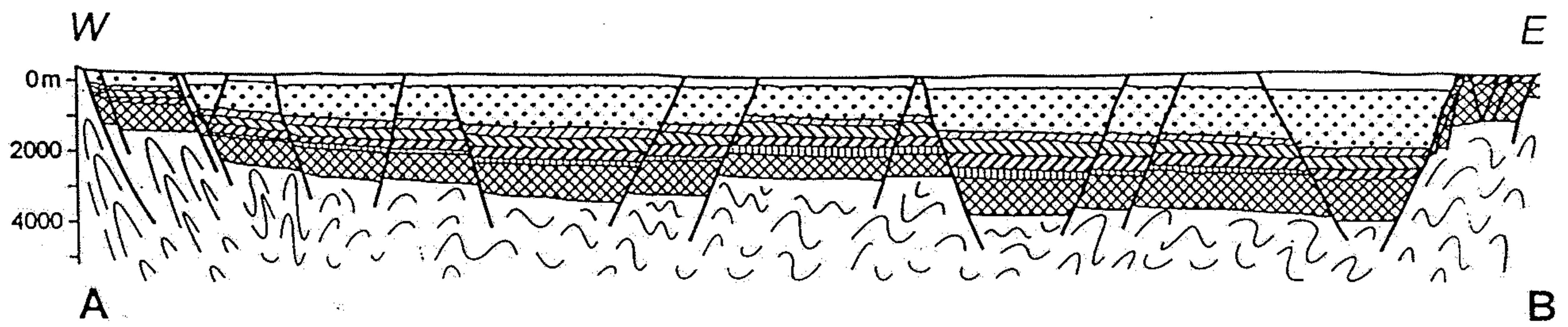
Entstehung von dehnungsbedingten Gräben und Halbgräben und ihre tektonischen Elemente: a) Krustenstück vor der Dehnung (die kreuzschraffierte Schicht an der Erdoberfläche dient als Orientierung für die Schollenbewegungen in den Abb. b–e). b) In einer Welt ohne Gravitationskraft könnte nach einer Dehnung eine solche geologisch unsinnige Lücke entstehen. In der Realität sackt die Hangendscholle während der Abschiebung kontinuierlich nach. Je nach Kompetenz und Geometrie der Gesteins- oder Sedimentkörper in den beteiligten Schollen einerseits und der Geometrie der Hauptabschiebung andererseits können daraus Gräben und Halbgräben mit oder ohne Flexuren (Verbiegungen) sowie Schollenrotationen entstehen. In der Natur finden sich oft Kombinationen der in c–e getrennt gezeigten Tektonik (vgl. Abb. 11.27 und Abb. 11.28) (verändert nach EISBACHER, 1996).

Abb. 11.23

Inversionstektonik im Norddeutschen Becken. Im oberen Bild (a) ist ein Halbgraben mit einer nach Süden gerichteten Hauptabschiebung dargestellt. Deutlich ist die größere Mächtigkeit der Schichten in der Hangendscholle relativ zur Liegendscholle zu sehen (mehr dazu in Abb. 11.26). Im Zuge oberkretazisch-untertertiärer Kompression fand entlang der ehemaligen Abschiebung nun Aufschiebung statt, was als Inversionstektonik bezeichnet wird. Abbildung (b) zeigt den heutigen Zustand, sie basiert auf reflektionsseismischen Daten (aus BETZ et al., 1987).



b Oberkreide - Obertertiär



0 5 km

- Pliozän und Quartär
- Miozän
- Oberoligozän
- Mitteloligozän
- Unteroligozän
- Eozän
- Mesozoikum
- Paläozoikum

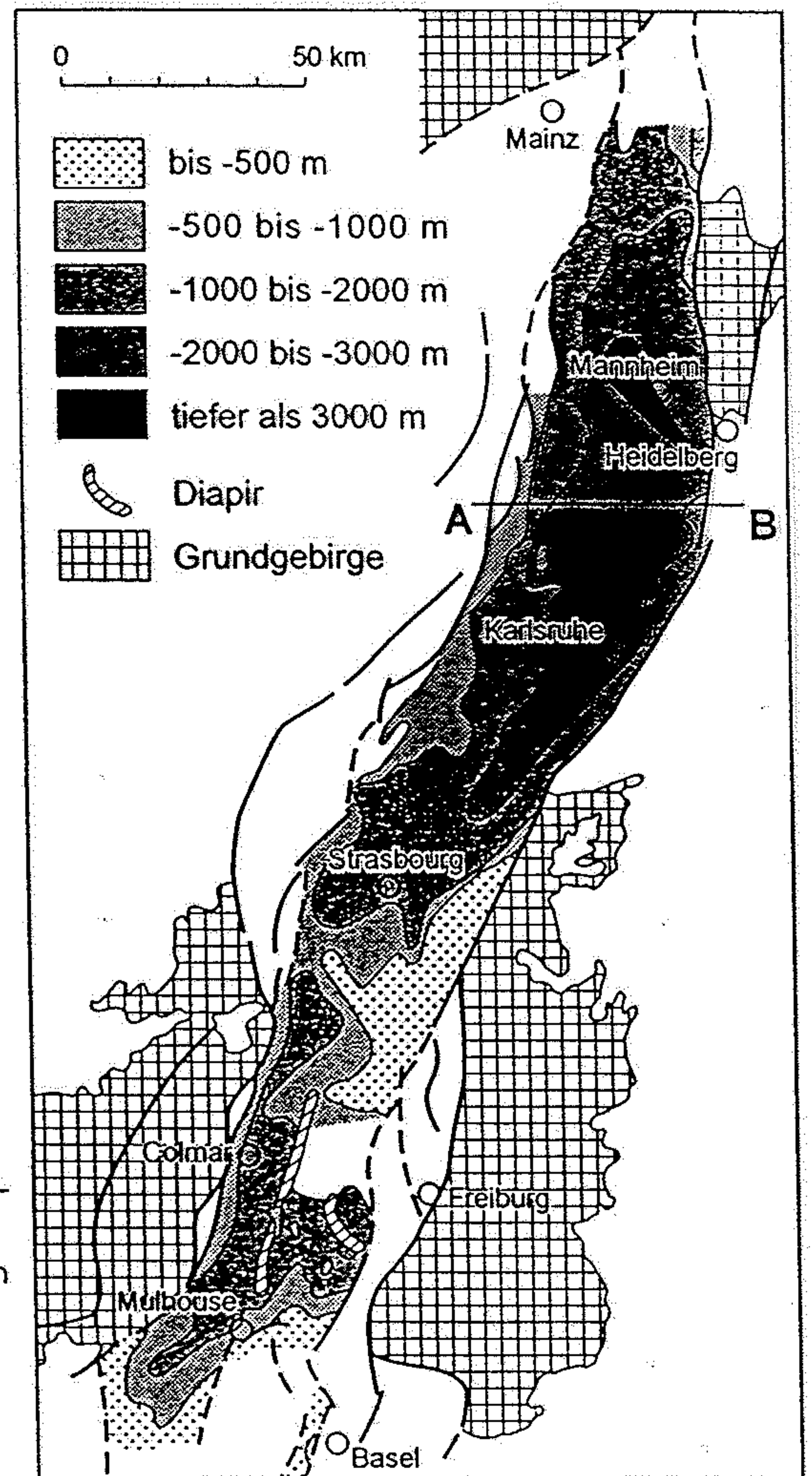


Abb. 11.28

Im Gegensatz zur Nordsee ist der Grabencharakter des Oberrheintals als Landschaftsform offensichtlich. Der im Alttertiär entstandene Oberrheingraben ist durch gestaffelte Randbrüche zu Schwarzwald und Odenwald auf der einen und zu Vogesen und Pfälzerwald auf der anderen Seite begrenzt. Das Querprofil südlich von Speyer zeigt, daß auch das Grabeninnere durch kleinere Horste und Gräben untergliedert ist. Die Karte zeigt, daß der Oberrheingraben mehrere Depozentren hat, in denen örtlich über 3000 m Sedimente akkumulierten. Im Süden sind alttertiäre Salze in bis zu 1000 m hohen Diapiren aufgestiegen (vgl. auch Abb. 12.30 und 14.3)(nach PFLUG, 1982).

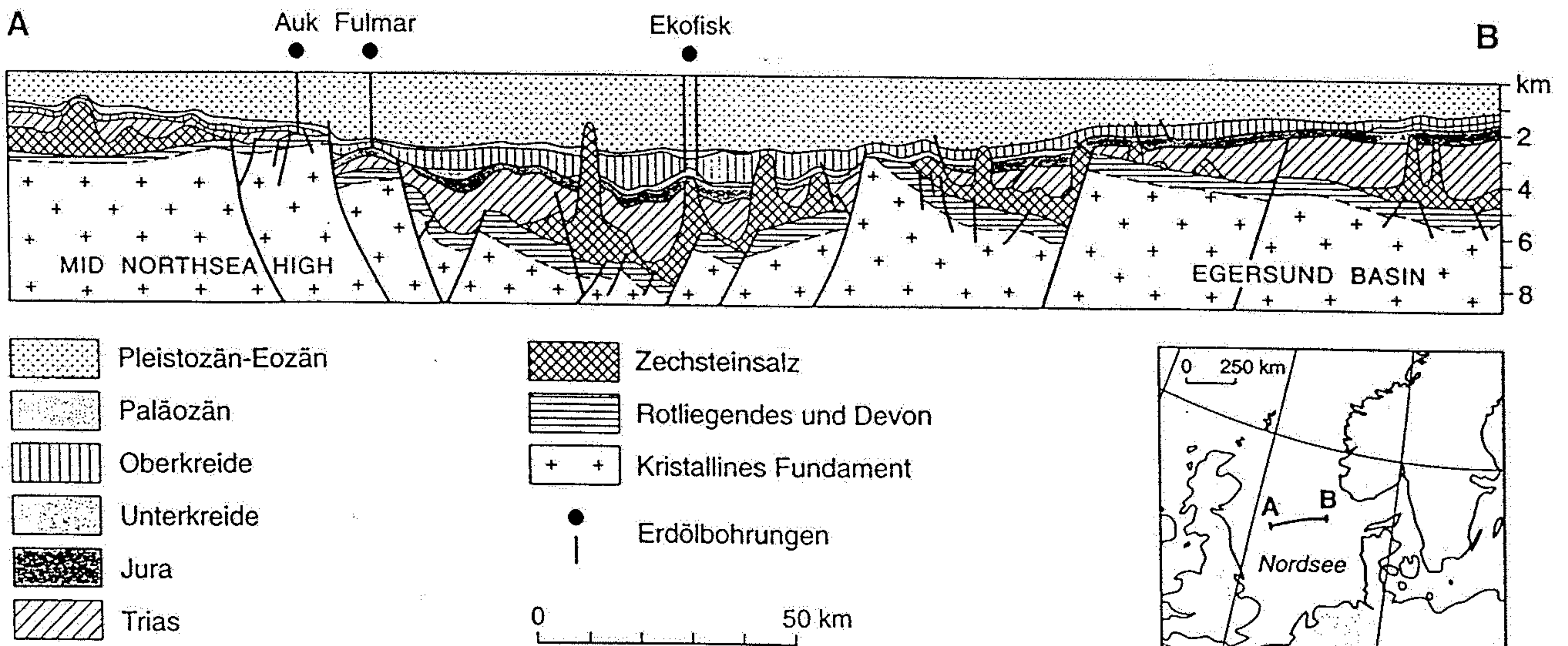


Abb. 11.27

Im Zusammenhang mit dem Zerfallsbeginn des Superkontinents Pangäa im Perm (mehr dazu in Abschn. 14.1) entstand in Europa ein Netz von Grabenstrukturen und Pull-apart-Becken (Abb. 11.31). Dies war auch die Geburtsstunde der Nordsee. Durch die intensive Erdölexploration wurde die komplexe Struktur des Nordseegrabens und seiner sedimentären Füllung offengelegt. Die Dehnungstektonik verlief mehrphasig über einen Zeitraum vom Perm bis in die Oberkreide. Im Bereich des gezeigten Profils A-B ist eine Gesamtextension der Zechsteinbasis von ca. 25 km errechnet worden. Das heutige Nordseebecken wird überwiegend von Sedimentauflast-Subsidenz kontrolliert (dazu mehr in Abschn. 11.2). Die wichtigsten Erdöl- und Erdgaslagerstätten sind an Diapire des Zechsteinsalzes gebunden (vereinfacht aus ZIEGLER, 1990).



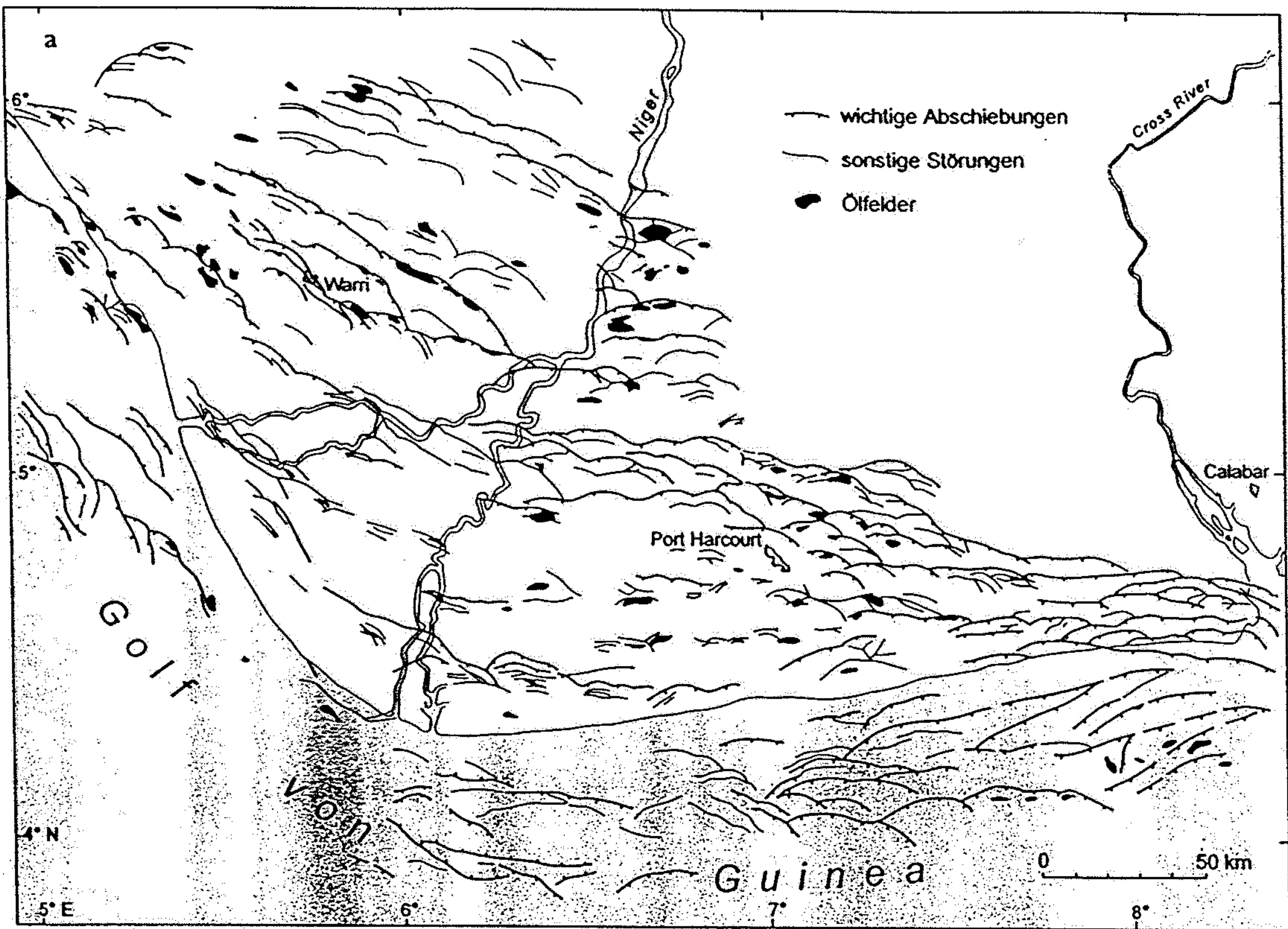
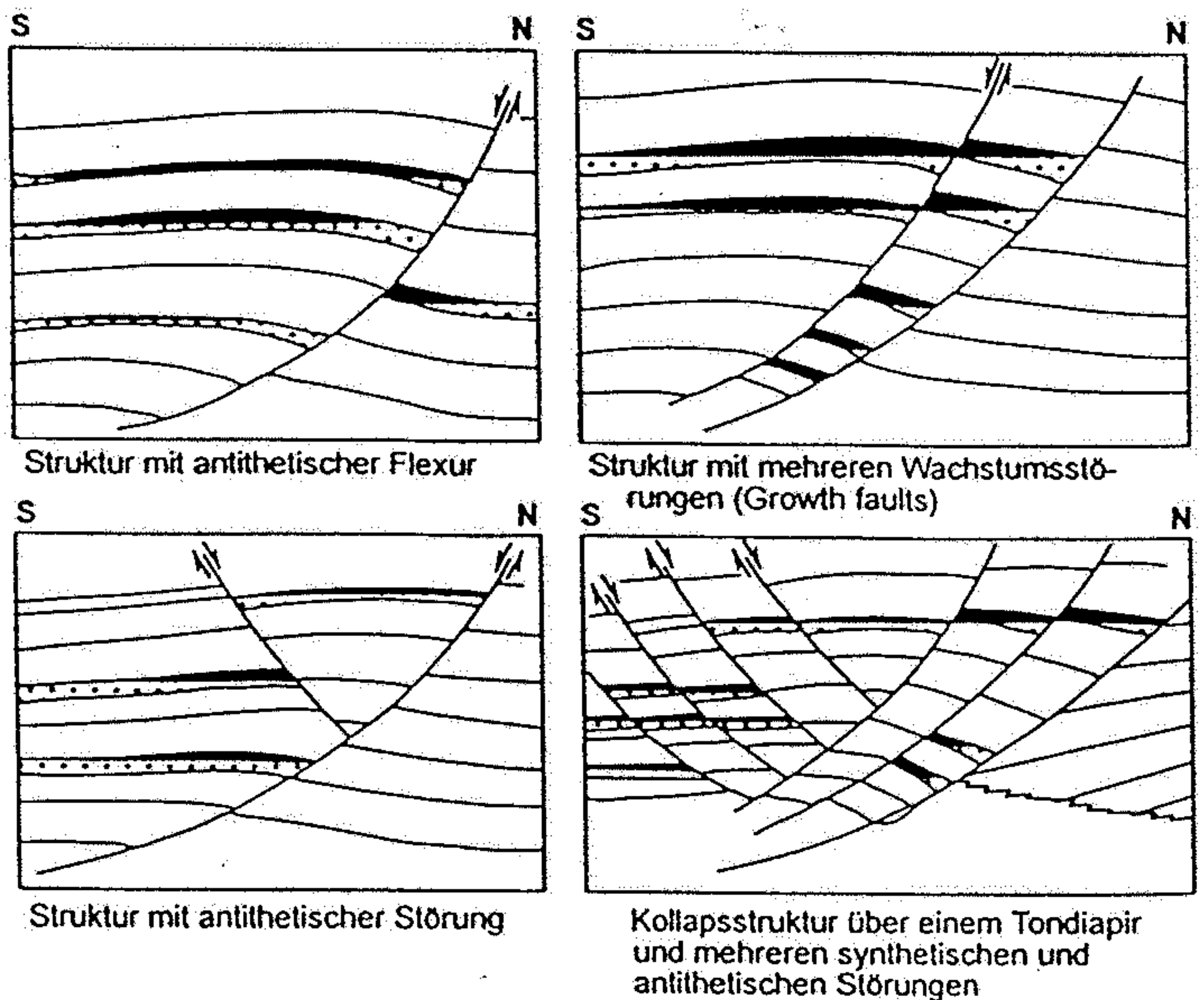
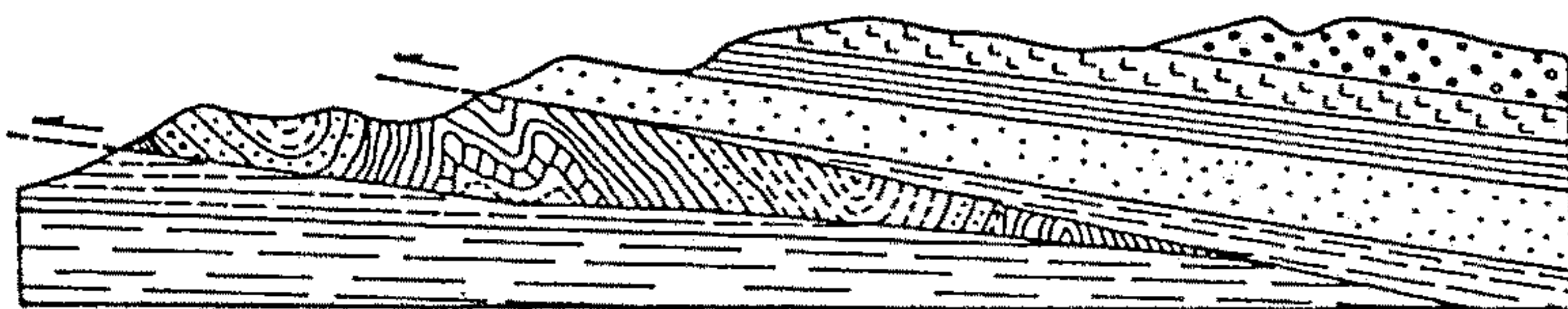


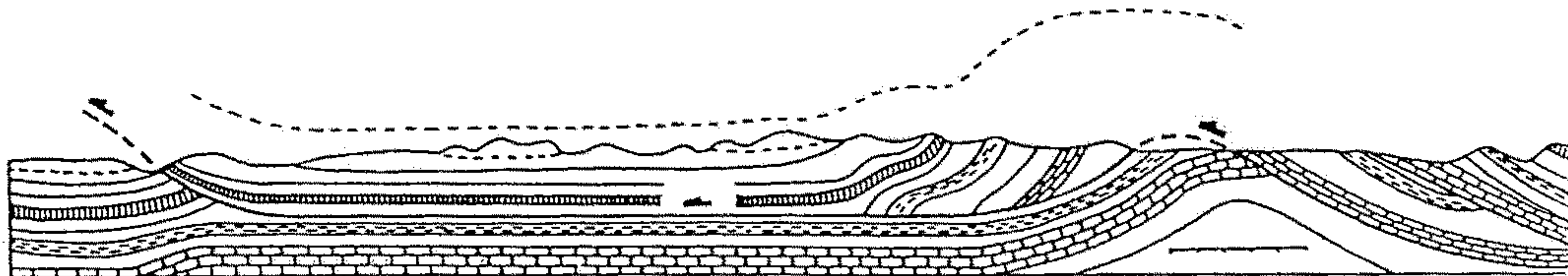
Abb. 11.32

a) und b) Kartenskizze und Profil durch das Nigerdelta, das seit dem Alttertiär in Form von drei überlagernden, diachronen Fazieskörpern geschüttet wird: 1. Deltafront/tiefmarine Tone (bis 7000 m!), 2. Deltafazies sensu strictu = erdöhlöffige Wechsellagerung aus Deltafront- und -topset sowie fluviodeltatische Fazies: Sand, Silt und Ton; 3. fluviatile Ablagerungen (vgl. Abschn. 5.2). Im zentralen Bereich des Deltas sind 12 km Sediment akkumuliert, was einem Drittel der Krustenmächtigkeit entspricht! c) Unterschiedliche Typen von synsedimentären Abschiebungen in den paralischen Sequenzen des Nigerdeltas und die damit assoziierten Erdölfällen. Mutter-sediment des Erdöls sind die Deltasedimente selbst. Das Nigerdelta ist eines der großen Erdölfördergebiete der Erde (nach DOUST & OMATSOLA, 1989, mit freundl. Genehmigung der American Association of Petroleum Geologists, AAPG © 1989).



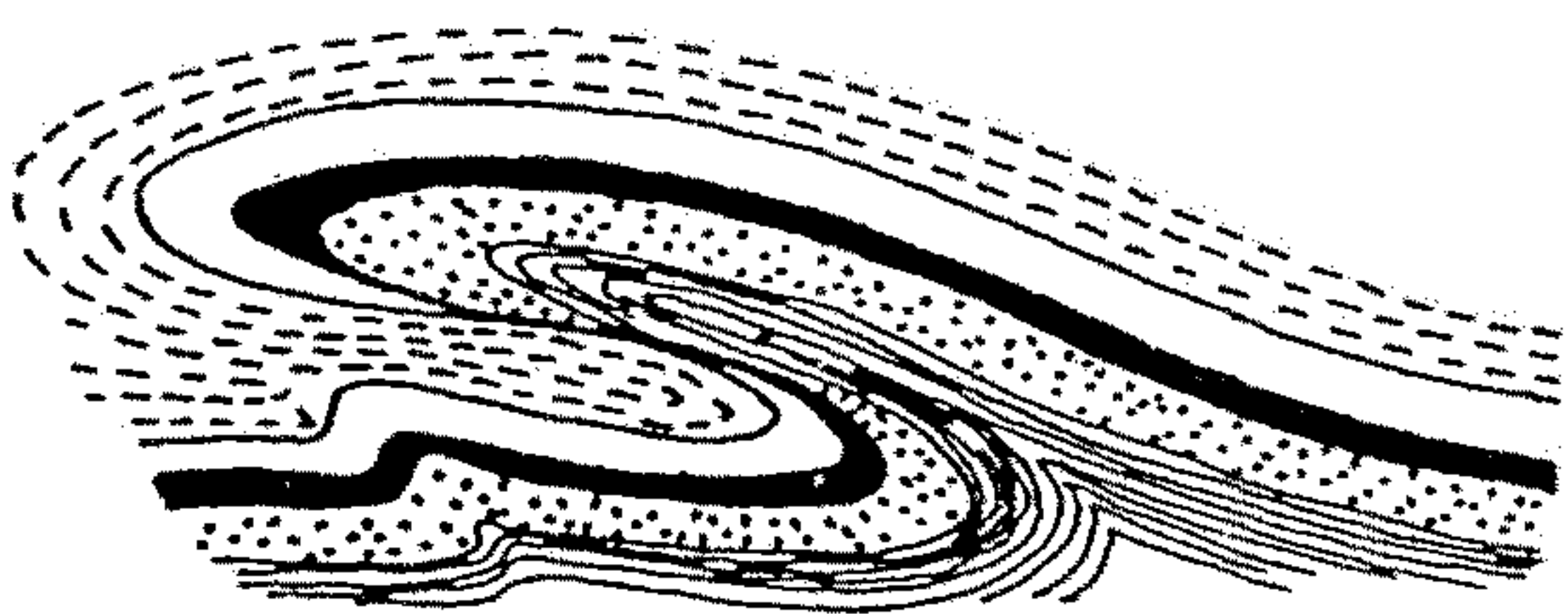


a)

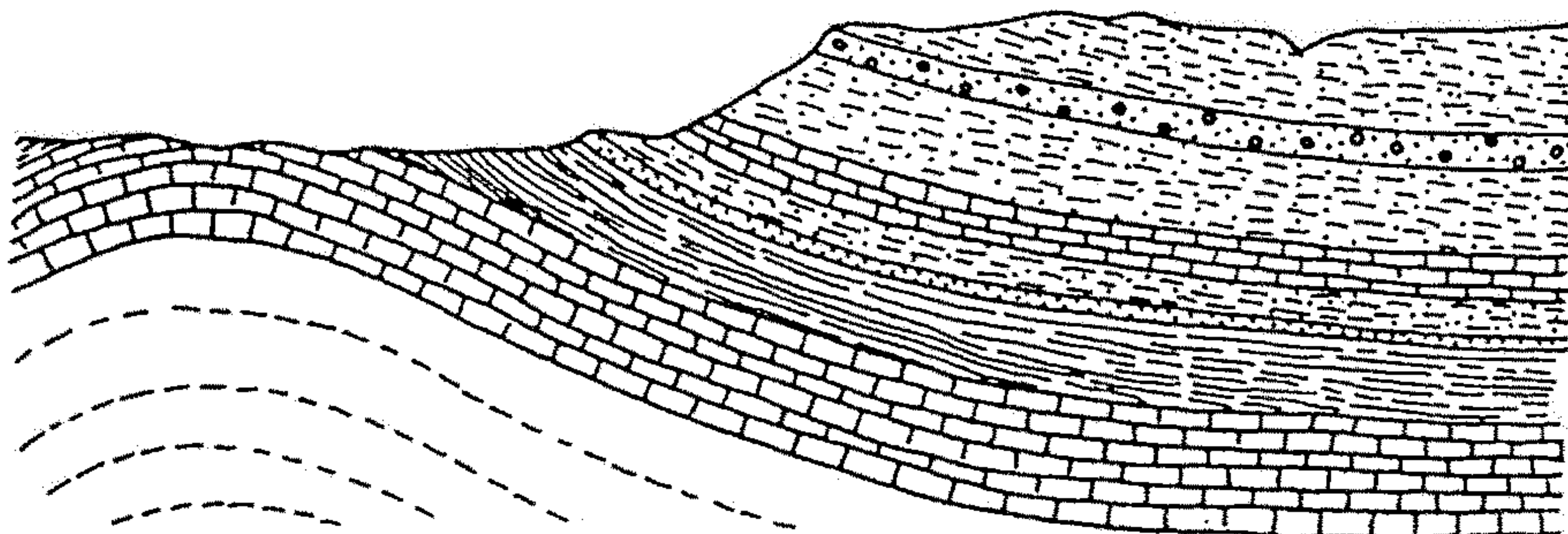


b)

Obr. 248



c)



d)

Obr. 248. Příklad

a) kosého odštížení, b) odlepení kombinovaného s kosým odštížením (podle *M.* 1955), c) vrásový (podle *Kettnera*, 1941), d) reliéfový (podle *Baileyho*, 1893)

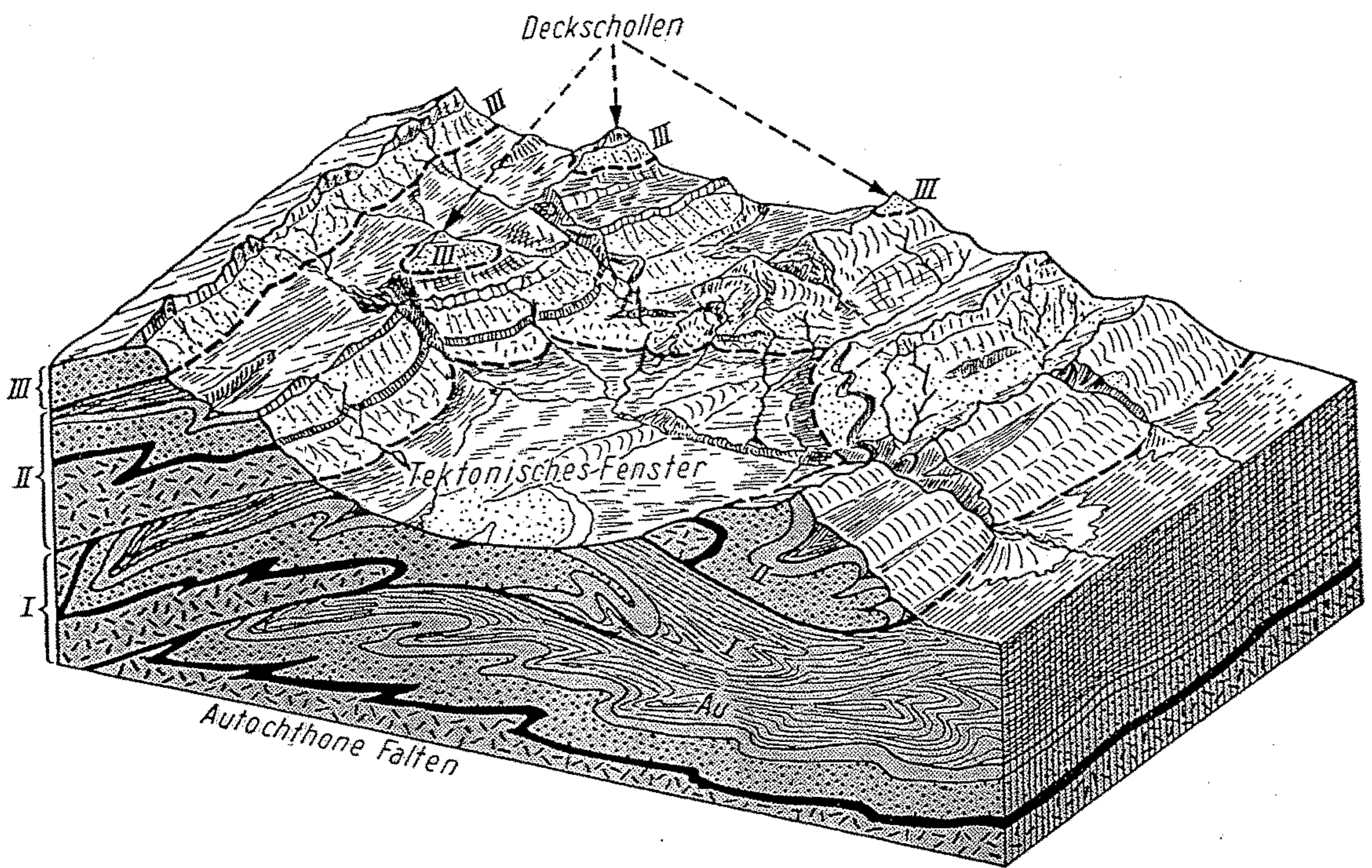


Abb. 137. Terminologisches Blockdiagramm eines Gebirges mit Deckenbau, dem Autochthon und drei Decken, die den Begriff des tektonischen Fensters und der Deckenschollen veranschaulichen (Decke III). (Original.)

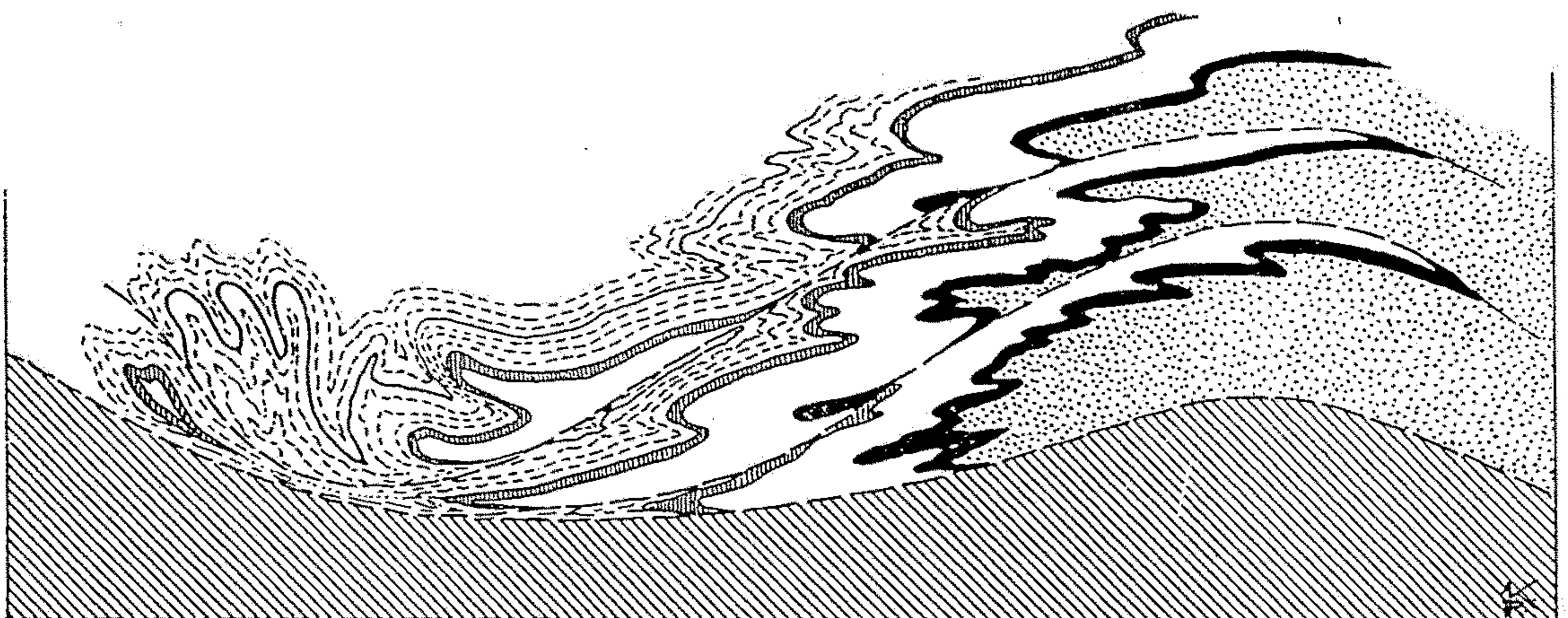


Abb. 142. Bei der Überschiebung von Teildecken übereinander bleiben die Deckenkerne zurück und die jüngeren Serien schieben sich, je weiter, um so mehr nach vorn. (Zusammengestellt nach A. HEIM.)

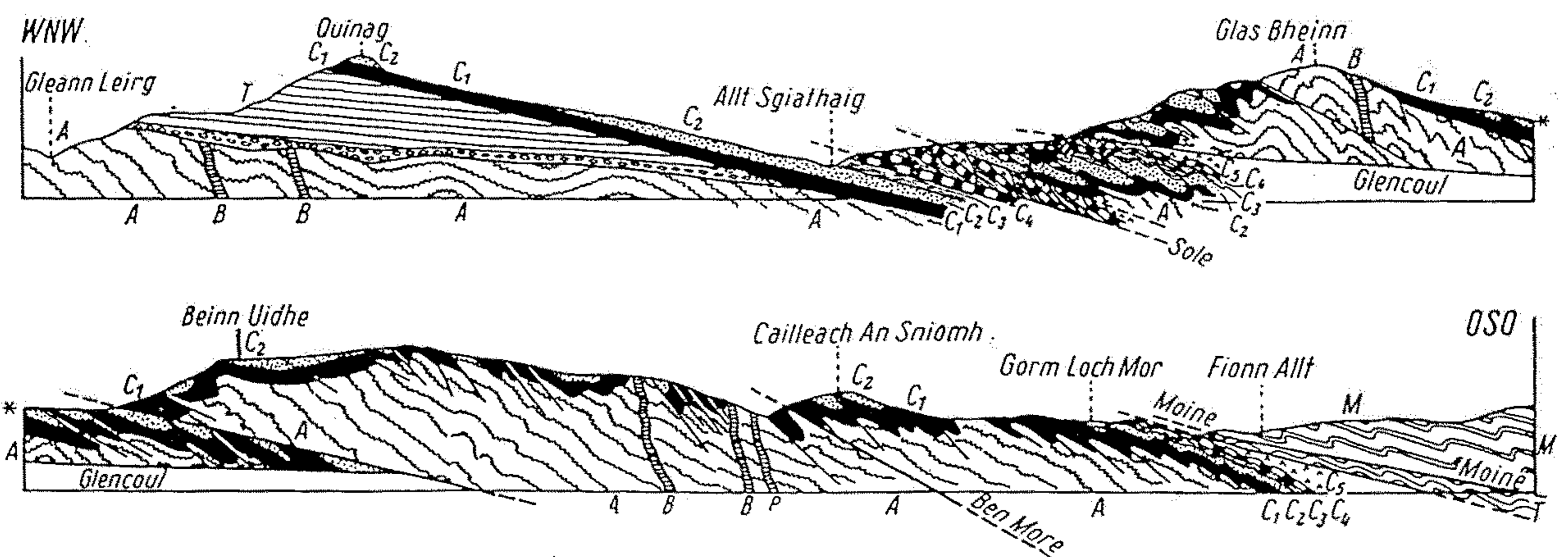
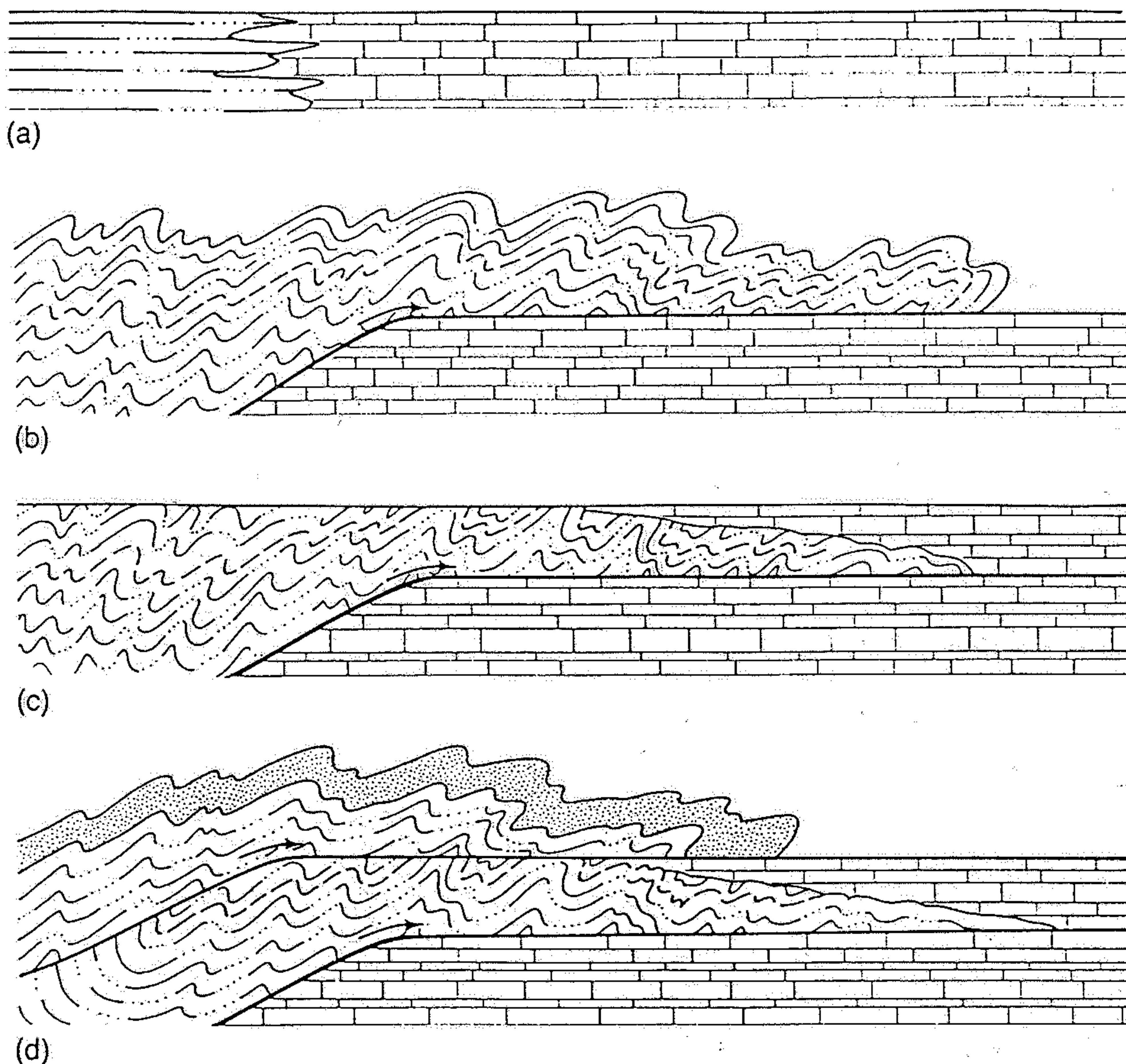


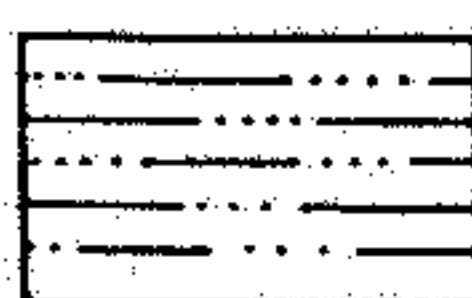
Abb. 127. Querschnitt durch das kaledonische Gebirge im nordwestlichen Schottland mit Abscherungsdecken (Sole, Glencoul, Ben More und Moine) und Schuppenbau. A Gneise des Lewisian (Archaikum), B basische Gänge in Gneisen, T Torridonsandstein mit basalem Konglomerat (Proterozoikum), C<sub>1</sub> basaler kambrischer Quarzit, C<sub>2</sub> „Pipe-rocks“, C<sub>3</sub> Fukoidenschichten, C<sub>4</sub> Serpulitsandstein, C<sub>5</sub> Kalkstein, C<sub>1</sub>—C<sub>5</sub> alles Kambrium, M Moinian (östl. Gneise), augenscheinlich archaisch. (Nach B. N. PEACHE und J. HORN.)

West

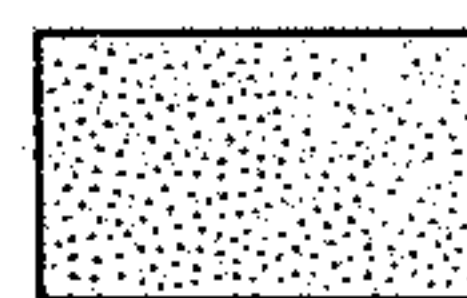
East



Miogeosynclinal  
Paleozoic  
rocks



Eugeosynclinal  
Paleozoic  
rocks



Triassic rocks

**Figure 21-13**

Structural history of north-central Nevada. (a) Deposition of eugeosynclinal and miogeosynclinal formations during Early to Middle Paleozoic time. (b) Eastward thrusting of eugeosynclinal over miogeosynclinal deposits in Middle Paleozoic time. (c) Renewed miogeosynclinal deposition over thrust sheets during Pennsylvanian and Permian time. (d) Renewal of eastward thrusting during Mesozoic time. In many parts of the Cordillera thrust sheets are made up of displaced terranes, foreign fragments accreted to margins of the craton during plate-collision episodes. [After *The Evolution of North America* by P. B. King. Copyright © 1977 by Princeton University Press. Redrawn with permission.]

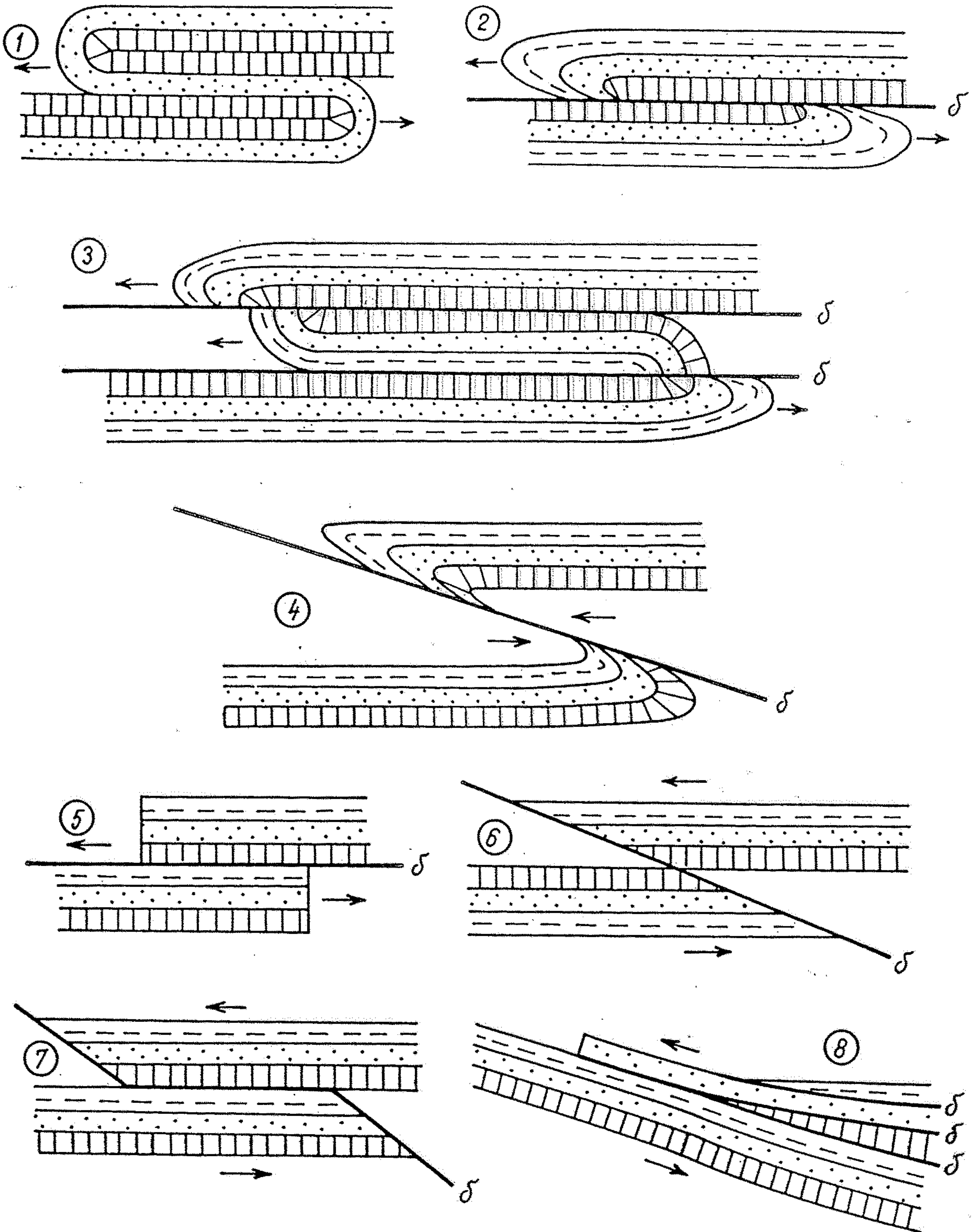
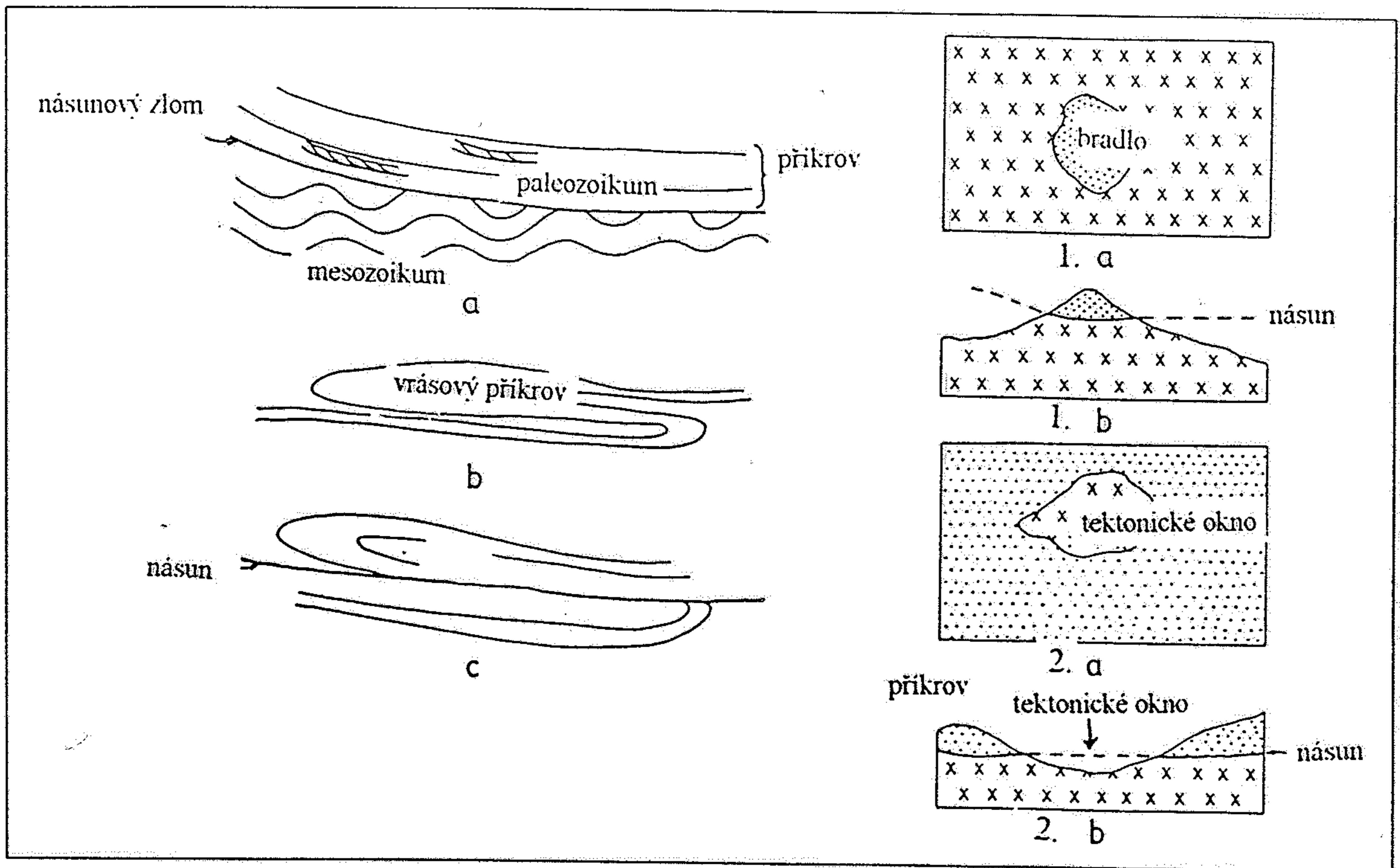


Schéma hlavních typů příkrovů podle jejich stavebního stylu. (Podle A. Tollmanna, 1973, doplněno.)  
 1–3. vrásové příkrovy: 1. vrásový příkrov; 2. redukovaný vrásový příkrov; 3. inverzní příkrov; 4. kerně vrásový příkrov; 5–8. kerné příkrovy: 5. příkrov odlepení, 6. příkrov odstřížení, 7. kombinace příkrovu odlepení a odstřížení – přechodný typ, 8. interkutánní příkrov.



Obr. 82: Schematické znázornění základních typů příkrovů: a) kerný příkrov, b) vrásový příkrov. Znázornění tektonického bradla v mapě - 1.a) a profilu - 1b; znázornění tektonického okna v mapě - 2a, a v profilu - 2b.

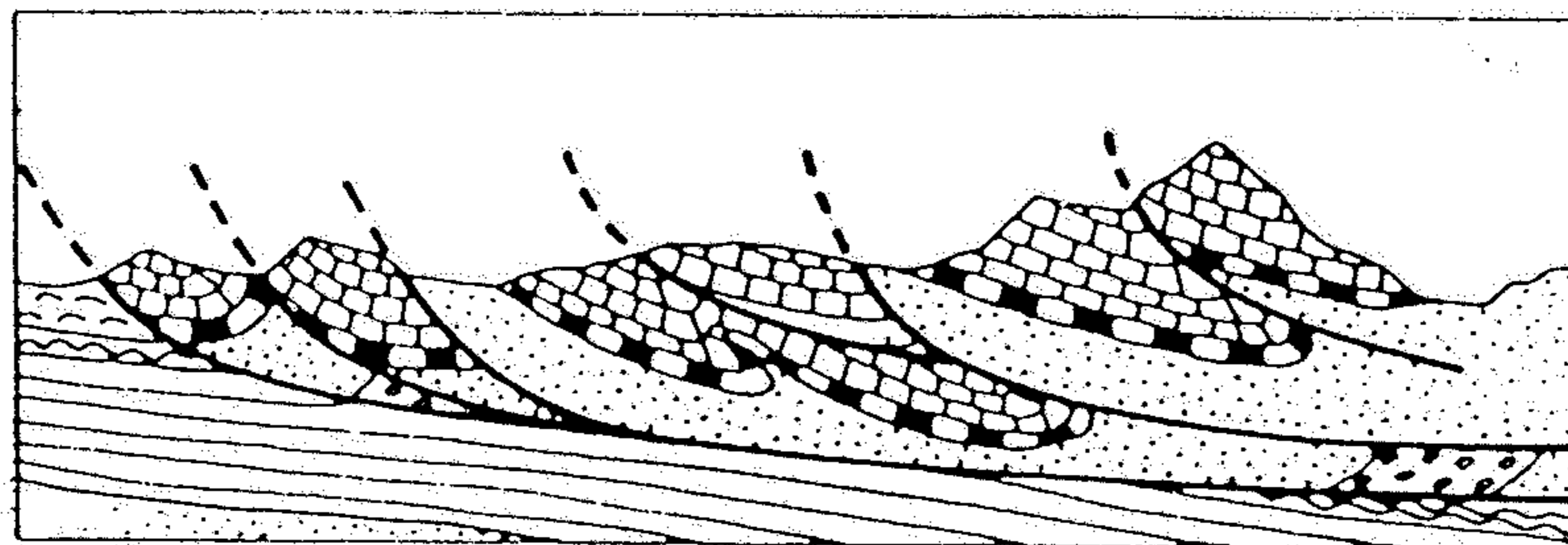


Schéma listrických ploch. (Podle A. Tollmanna, 1973.)

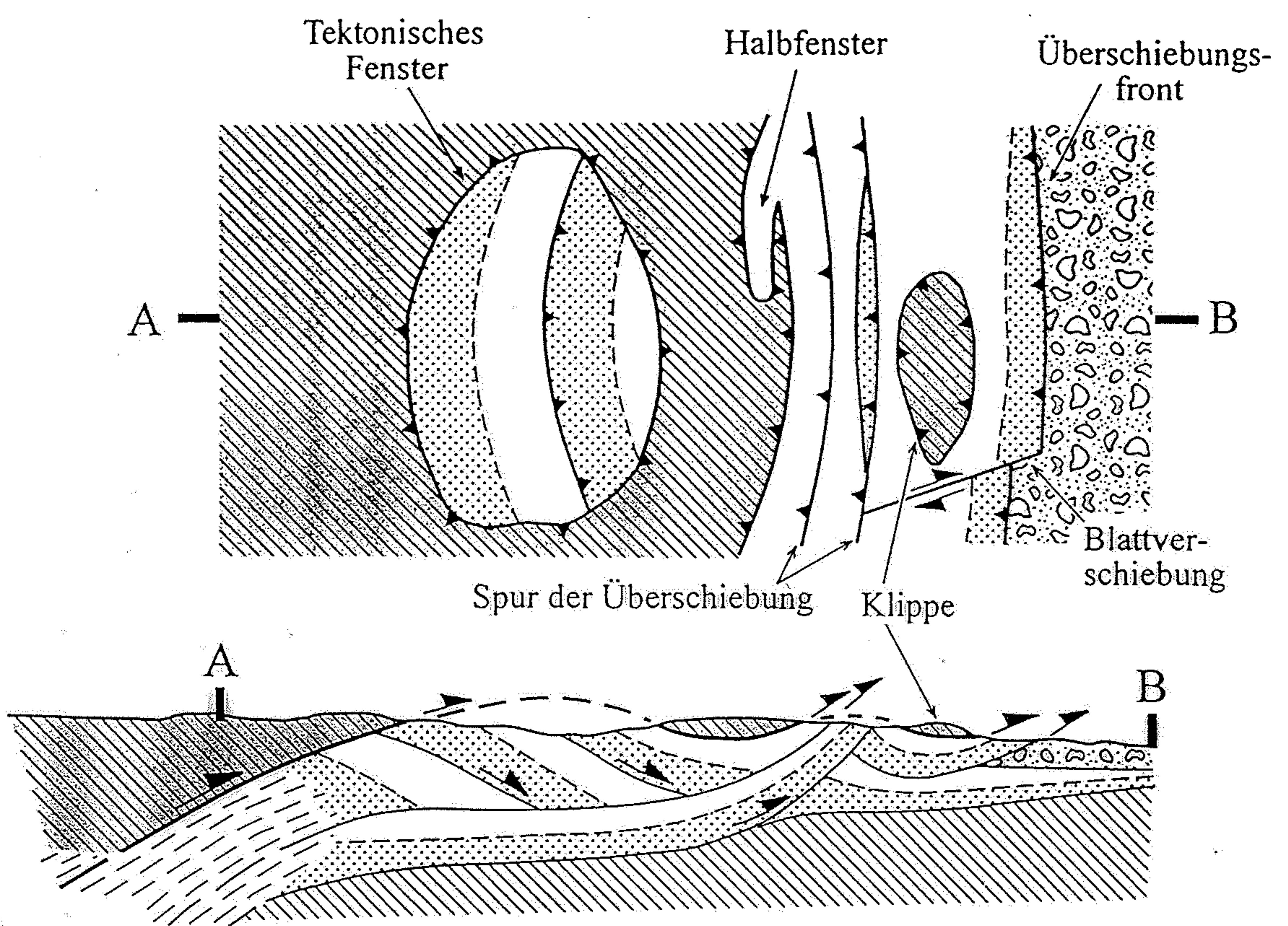







Abb. 11.38

Inventar von Orogenen: Das Schema zeigt ein fiktives Kartenbild (oben) und Profil (unten) einer großen Überschiebung; die Grenzen tektonischer Decken werden im Kartenbild durch dicke Linien mit Zähnen dargestellt, wobei die Zähne in die überlagernde Decke weisen; die gestrichelten Linien stellen inzwischen erodierte Teile einer Deckenbasis dar; weitere Erläuterungen im Text; (nach EISBACHER, 1996).

-  Tone und Karbonate
-  klastische Sedimente
-  synorogene Klastika des Vorlandes
-  Kristallingesteine des Sockels
-  Bereich duktiler Deformation

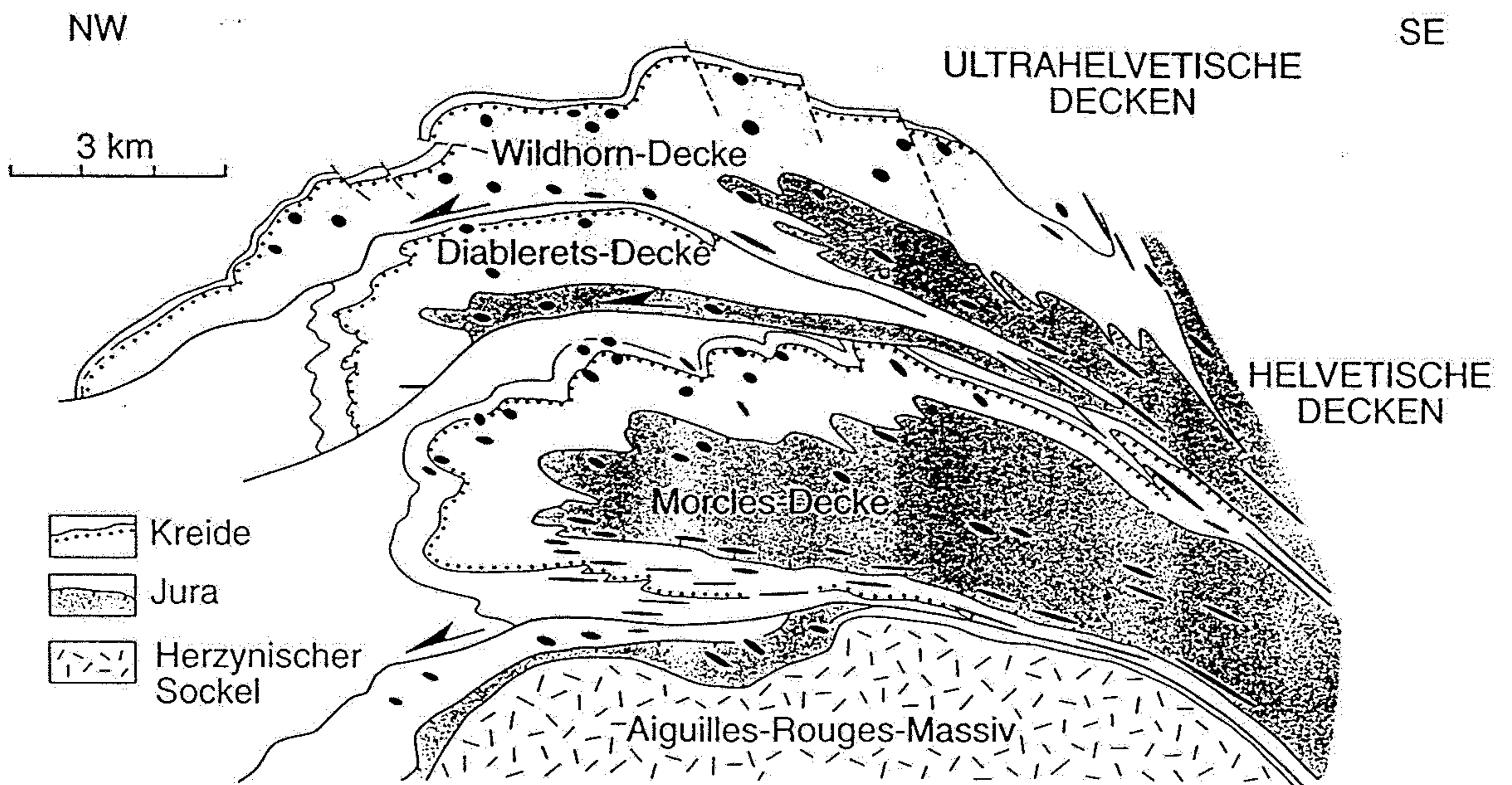


Abb. 11.40

Zusammengesetzter Profilschnitt durch einen Teil der Helvetischen Decken in der Westschweiz. Die Deformation wurde anhand von verformten Ooiden (Abb. 8.13c) rekonstruiert („natürliche Deformationsellipsen“: schwarze Ellipsen). Die Basis der Decken ist von starker Scherung gekennzeichnet (vgl. Abb. 11.39); der Begriff herzynisch wird synonym zu variszisch verwendet (nach EISBACHER, 1996).

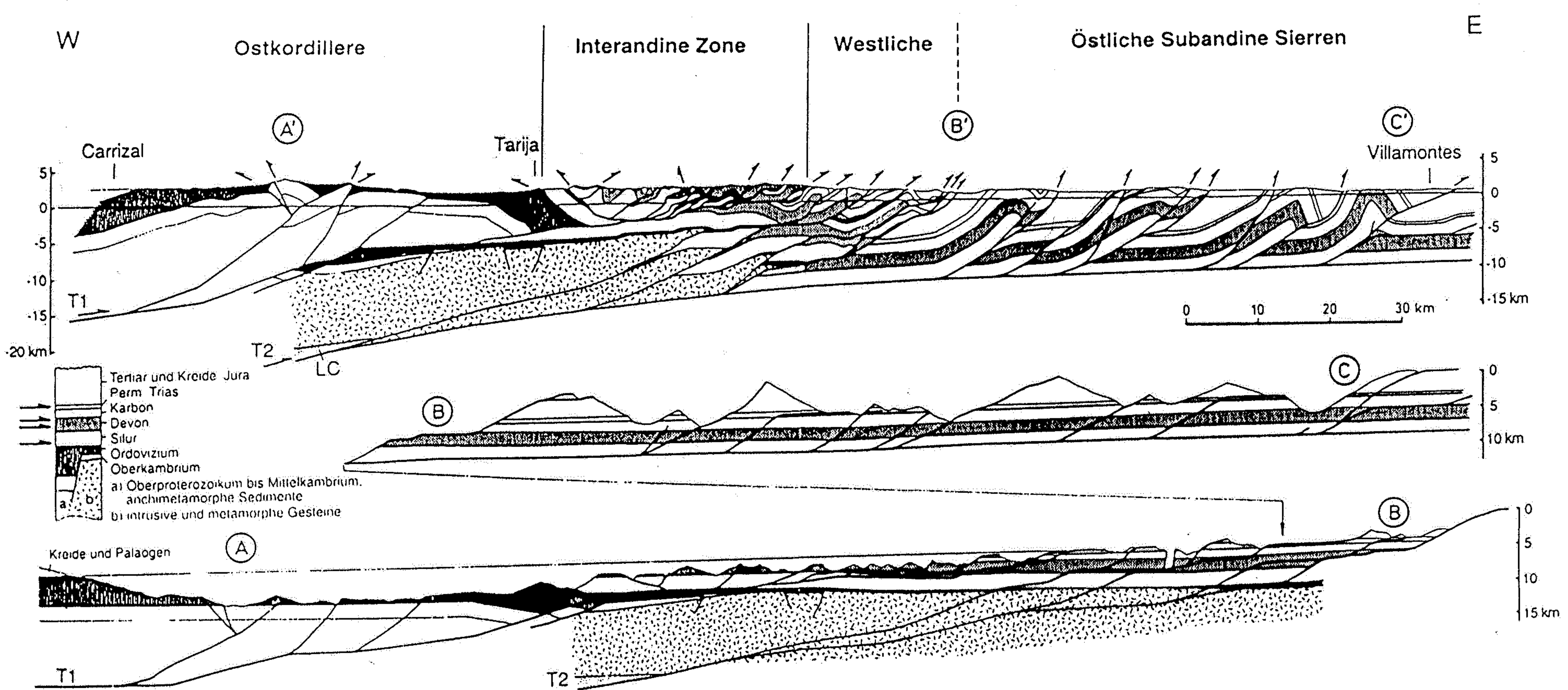


Abb. 11.37

Seit dem Miozän ist die krustale kompressive Deformation in den Zentralen Anden auf die Ostkordillere und das Subandin konzentriert. Dort ist ein Falten- und Überschiebungsgürtel entstanden. In seinem externen Abschnitt bilden silurische Tonschiefer das basale Décollement und die Einengung hat zur Ausbildung komplexer Duplexstrukturen geführt (vgl. Abb. 11.22). Im Westen sind auch tiefere paläozoische und präkambrische Schichten in die Deformation einbezogen. Im unteren Teil der Abbildung ist ein bilanziertes Profil dargestellt ('Balanced cross section'), in dem die vermutete Tektonik rückgeformt wurde. Die Abwicklung der Strukturen ergibt im gezeigten Beispiel eine Gesamtverkürzung von ca. 83 km (nach KLEY et al., 1996).