

**Zeitschrift:** Archives des sciences physiques et naturelles  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 23 (1941)

**Artikel:** Du mouvement rotatoire des coordonnées paléographiques de Sibérie  
**Autor:** Malakhov, Alexandre  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-741145>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 07.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# DU MOUVEMENT ROTATOIRE DES COORDONNÉES PALÉOGRAPHIQUES DE SIBÉRIE<sup>1</sup>

PAR

**Alexandre MALAKHOV**

Ingénieur des mines.

(Avec 10 fig.)

Le schéma de la structure zonée de la Terre, auquel E. Suess fut le premier à donner une base scientifique, a trouvé de nombreuses confirmations dans les domaines les plus variés de la Science (géologie, géophysique, sismologie, géochimie). Il a été prouvé que la densité des zones augmente lorsqu'on approche du centre de la Terre. Les opinions divergent quant au nombre, à la puissance et au caractère des différentes zones (1) <sup>2</sup>. La zone des éléments en état de transmutation (2) joue un rôle prédominant dans l'enveloppe sialique de la Terre. Elle en conditionne la constance du régime thermique et le caractère uniforme des phénomènes orogéniques au cours des temps géologiques. Ces phénomènes sont dus au déplacement horizontal des zones terrestres les unes sur les autres, fait que G. Darwin (3) fut le premier à signaler, et que les travaux d'une série de géologues ont confirmé par la suite

<sup>1</sup> Note de la rédaction: Bien que fondé sur l'existence de forces qui, au calcul, se sont révélées très faibles, cet article nous a paru intéressant comme contribution à la théorie de Wegener.

<sup>2</sup> Les chiffres entre parenthèses renvoient à l'index bibliographique à la fin de cet article.

(Wegener, Havemann, Argand, Köppen et autres, 4). Les tensions qui se créent dans le sial, lorsqu'il flotte sur le sima (plus exactement sur le sial-sima d'après Niggli), sont la cause des phénomènes d'orogénèse. La nature des forces de déplacement a été très peu étudiée jusqu'à maintenant. Il est probable qu'on a affaire ici à un complexe de forces qui sont engendrées par des pressions isostatiques et des facteurs tels que la rotation de la Terre, l'influence de la Lune, la variation de la forme de la Terre en fonction de sa vitesse de rotation. Il existe deux types de déplacements horizontaux: celui de la lithosphère dans son ensemble (Kreichgauer) et celui de lambeaux détachés du sial (Wegener Al., Havemann, Argand et autres). On a pu reconnaître *deux directions fondamentales* des forces de déplacement: vers l'ouest et vers l'équateur. Les directions fondamentales se manifestent parfois avec très peu de netteté par suite de la présence d'une série d'autres facteurs. Parmi ces facteurs, il faut citer la tension dans le sial, tension dont les causes sont: l'asymétrie des continents, les vitesses différentes de déplacement des zones latitudinales de la Terre, la plasticité inégale du sima-sial sous les continents et sous les océans, l'influence de l'inertie acquise par le sial sous l'action des abaissements et des soulèvements (fonction des vitesses différentes à différentes profondeurs), etc. Bien que ces tensions compliquent beaucoup la tectonique des diverses parties des continents, elles n'ont probablement qu'une importance secondaire et ne déterminent que des dislocations du *type adapté* (ou, comme on le dit aussi, encadré).

Ainsi, la direction des lignes tectoniques est une fonction de la position des pôles, car le mouvement vers l'équateur doit provoquer la formation des dislocations suivant les parallèles, et celui vers l'ouest — des dislocations suivant les méridiens. De nombreuses recherches paléoclimatiques ont permis de conclure à la constance du climat terrestre et des zones climatiques. La géochimie, science plus jeune, est arrivée aux mêmes résultats par une voie différente. Ainsi que le dit l'éminent géochimiste V. Vernadsky, « le climat de la terre, dans son ensemble, n'a pas varié durant tous les temps géologiques » (5). Les nombreuses contradictions qui existent entre les données

paléoclimatiques et les données géologiques disparaissent complètement et font place à un système logique lorsqu'on tient compte de la dérive des continents et du déplacements des pôles (6). Sans analyser les causes qui provoquent le déplacement de l'axe terrestre, et en l'admettant simplement comme un fait, il faut chercher aussi à dévoiler le mystère de la position des paléopôles en s'adressant aux données de la tectonique. Car on peut se représenter l'histoire de la tectonique de la Terre de la façon suivante: Lors d'un déplacement lent du sial sur le sima-sial, des tensions tangentielles se développent progressivement dans l'écorce terrestre et, ayant atteint l'état critique, déclenchent une phase d'orogénèse relativement brève, qui fixe les coordonnées terrestres au temps considéré. Vient ensuite une période de calme relatif et de prédominance de lents mouvements radiaux. Un nouveau déplacement du pôle provoque un nouvel accroissement de tension dans le sial, puis une nouvelle phase orogénique, qui laisse sur la surface de la Terre l'empreinte des coordonnées géographiques de la nouvelle position du pôle. Conséquemment, partout où elle s'est manifestée avec le plus d'indépendance, chaque phase d'orogénèse crée des lignes tectoniques formant un certain angle avec les lignes précédentes. Ainsi, à chaque phase d'orogénèse correspondent des directions caractéristiques.

\* \* \*

C'est de ce point de vue que j'ai étudié le mécanisme de la formation des chaînes de montagnes en Sibérie. La carte tectonique de la Sibérie dressée par V. Obroutchew, savant le plus versé dans la géologie de ce pays, m'a servi de matériel de recherches (7). Afin de mettre au clair le caractère des directions dominantes des lignes tectoniques, j'ai mesuré, pour les cycles géologiques que donne la carte, les déviations des dislocations par rapport aux latitudes actuelles sur le canevas des coordonnées géographiques. J'ai effectué les mesures de  $5^\circ$  en  $5^\circ$  de longitude, à partir de  $25^\circ$  de longitude W de Poulkovo, et jusqu'à  $100^\circ$  de longitude W de Poulkovo. L'angle était mesuré avec une précision de  $1^\circ 20'$ , dans le sens opposé à celui du

mouvement des aiguilles d'une montre; les longueurs étaient portées en mm, 1 mm étant égal à 15 verstes = 16 km. La projection conique de la carte de Sibérie, allongée suivant les parallèles, est une des plus réussies de cette région; les lignes tectoniques qu'on y porte ne subissent que des déformations relativement faibles, ce qui permet de tirer des conclusions plus exactes. Les résultats de toutes ces mesures sont donnés dans la table n° 1. Dans la table n° 2 j'ai groupé de  $9^{\circ}$  en  $9^{\circ}$  les dislocations dont les déviations par rapport à la latitude sont les mêmes. La première colonne indique l'intervalle des directions des dislocations que j'ai mesurées, les colonnes suivantes donnent leur longueur totale en mm, dans les limites de cet intervalle, pour différents *cycles géologiques*. Dans la mesure du possible, les dislocations plicatives (plissements) et les dislocations disjonctives (fractures) ont été envisagées séparément. Je n'ai pris en considération que les dislocations rigoureusement établies (sans point d'interrogation). La longueur totale des dislocations mesurées a dépassé 155.000 km (2).

La table n° 2 permet de constater la présence de maxima pour les directions dominantes et leur déplacement régulier de haut en bas, suivant l'âge des cycles orogéniques. Pour chaque cycle j'ai établi un diagramme qui le caractérise graphiquement (voir plus bas). Les cycles orogéniques étant formés d'une série de phases, j'ai tâché, pour autant que me le permettait le matériel, d'étudier séparément chaque phase d'orogénèse et d'établir, quand cela était possible, le diagramme correspondant.

Les dislocations précambriennes sont peu étudiées et ne sont pas différencierées sur la carte. On peut rapporter partiellement aux dislocations du cycle archéen les plissements de l'Oural (9, p. 127), d'Anabara (8, p. 41), de Taïmyr-Iénisséi, des chaînes de Tchikharev et du Kouznetski Alataou.

Le diagramme n° I caractérise les accidents du cycle éozoïque (algonien) principalement. Son maximum ( $E_1$ ) se trouve entre  $23^{\circ}$ - $31^{\circ}$  (probablement entre  $23^{\circ}$  et  $25^{\circ}$ , voir table n° 1). 2300 km environ, soit 13,6% de la longueur des dislocations éozoïques (algoniennes), se groupent autour de  $E_{01}$ , entre  $23^{\circ}$  et  $31^{\circ}$ .

A chaque phase orogénique des cycles archéen et éozoïque (algonien) correspondent des directions de forces orogéniques

TABLE no 1.

Degrés	Plissements en mm (1 mm = 16 km)								Fractures en mm (1 mm = 16 km)		
	Archéens	Calédoniens	Herçyniens	Tien-Chaniens	Paléozoïques	Mésozoïques	Tertiaires	Total des plissements en mm	Pré-mésozoïques	Mésozoïques	Tertiaires
179- 1	16	—	3	—	3	10	75	104	45,5	51	60
2- 4	4	—	12	—	12	10	5,5	31,5	50	47	20,5
5- 7	10,5	7	13	—	20	9	3	42,5	67,5	23	17
8- 10	24	14	2	5	21	20	—	65	96	39	3
11- 13	49	11	12	—	23	36	33	141	87	20	7
14- 16	33	25	8	—	33	12	10	88	70	13,5	8
17- 19	30	56	28	—	84	4	—	118	69	21	6
20- 22	47	17	14	—	31	3	—	81	71	28	3
23- 25	70	22	10	—	32	43	—	143	46	18	6
26- 28	32	29	8	—	37	12	—	83	38	10	2
29- 31	41	22	39	—	61	5	—	107	67	13	2
32- 34	12	42	63	—	105	34	2	153	53	9	6
35- 37	21	25	164,5	—	189,5	35	3	248,5	44	78	10
38- 40	42,5	28	134	—	162	27	—	231	29,5	3	13
41- 43	12	34	91	—	125	—	—	137	56	19	—
44- 46	14	34	81	—	115	4	—	133	47	20	17
47- 49	21	5	44	—	49	23	17	110	39	25	5
50- 52	15,5	9	34	5	48	21	—	84,5	43	28	16
53- 55	14	6	30	—	36	34	4	88	19	112	5
56- 58	—	119	5	—	124	129	13	266	7	58	—
59- 61	23	18	2	3	23	49	—	95	36	47	17
62- 64	23	1	6	—	7	16	—	46	27	18	14
65- 67	—	—	7	—	7	—	1	8	10	13	15
68- 70	—	—	5	—	5	—	7	12	23	11	6
71- 73	2	—	15,5	—	15,5	2	—	18,5	12	36	5
74- 76	—	—	—	—	—	25	—	25	8	21	9
77- 79	4	—	5,5	—	5,5	4	—	13,5	10	30	—
80- 82	8	—	6	—	6	7,5	—	21,5	10	114	4
83- 85	36	—	11	—	11	2	—	49	15	75	—
86- 88	2	50	41	8	99	23	13	137	31	23	40
89- 91	19	2	26	—	28	8	77	132	13	17	44
92- 94	10	—	13	2	15	15	—	40	—	26	61
95- 97	15	—	8,5	—	8,5	7	—	30,5	12	34	24
98-100	3	7	—	—	7	—	3	13	8	7	15
101-103	5	19	—	—	19	7	13	44	23	3	19
104-106	18	13	10	4	27	15	4	62	—	2	—
107-109	12,5	—	—	—	—	3	—	15,5	—	—	—
110-112	9	—	—	4	4	14	—	27	20	—	4

TABLE n° 1 (*suite et fin*).

Degrés	Plissements en mm (1 mm = 16 km)								Fractures en mm (1 mm = 16 km)		
	Archéens	Calédoniens	Hercyniens	Tien-Chaniens	Paléozoïques	Mésozoïques	Tertiaires	Total des plissements en mm	Prémésozoïques	Mésozoïques	Tertiaires
113-115	13	4	16	4	24	16	2	55	2	3	3
116-118	8	76	23	3	102	—	—	110	3	21	10
119-121	23	6	11	—	17	—	—	40	12	32	5
122-124	7	15	15	2	32	8	—	47	23,5	6	—
125-127	—	3	16	3	22	—	—	22	31	3	—
128-130	15,5	50	21	18	89	—	—	104,5	15	3	—
131-133	13	34	15	2	51	55	—	119	6	—	7
134-136	10	21	21	—	42	7	—	59	3	—	—
137-139	27	8	11	4	23	10	18	78	5	13	—
140-142	19	7,5	4	36	47,5	6	8	80	13	13	—
143-145	19,5	10	—	—	10	6	—	35,5	26	3	4
146-148	27	6	10	—	16	15	—	58	—	18	—
149-151	32	18	—	—	18	16	—	66	25	9	3
152-154	2	22	14	—	36	—	—	38	27	24	24
155-158	16	25	21	2	48	—	2	66	50,5	39	17
159-160	28	—	35	19	54	—	5	87	11,5	69	25
161-163	23	38	26	—	64	—	10	97	49,5	105	25,5
164-166	7	8	20	65	93	—	—	100	48	73	17
167-169	3	76	9	58	143	—	4	150	43	112	28,5
170-172	21,5	51	4	51	106	9	2	138,5	58	93	31
173-175	23	41	3	46	90	24	—	137	82	137	37
176-178	22	7	15	4	26	33	8	89	107	82,5	38
La somme	1055,5	1141,5	1262	348	2751,5	873,5	342,5	5023	1943,5	1971	759,5

perpendiculaires aux directions précédentes. L'Archéen est caractérisé par le plissement saïnique (NW ou WNW) et le plissement baïkalique (NE ou ENE) (8, p. 18), perpendiculaires l'un à l'autre. Certaines données font conclure que les dislocations perpendiculaires entre elles n'ont pas été synchroniques. Les lignes tectoniques de direction NE (45°-55°) de l'Archéen de la région de Bargousine sont, en moyenne, plus anciennes que les lignes tectoniques de direction NNW de l'Archéen (8, p. 20). Dans l'Eozoïque (Algonkien), les plis plus anciens ayant presque la direction des méridiens (avec une déviation

TABLEAU n° 2.

Degrés	Plissements en mm (1 mm = 16 km)						Fractures en mm				Plis et fractures en mm		
	Précambriens	Caledoniens	Hercyniens	Tien-Chaniens	Paléozoïques	Mésozoïques	Ter-tiaires	Total en mm	Prémesozoïques	Mésozoïques	Ter-tiaires	Total en mm	
176-4	42	7	30	4	41	53	88,5	224,5	205,5	180,5	118,5	504,5	726
5-13	83,5	32	27	5	64	65	36	248,5	250,5	82	27	359,5	608
14-22	110	98	50	—	148	19	10	287	210	62,5	17	289,5	576,5
23-31	142	73	57	—	130	60	—	333	151	41	10	202	535
32-40	75,5	95	361,5	—	465,5	96	5	633	126,5	90	29	245,5	978,5
41-49	47	73	216	—	289	27	17	380	142	64	22	228	608
50-58	29,5	134	69	5	208	184	17	438,5	79	198	21	288	726,5
59-67	46	19	15	3	37	65	1	149	73	78	46	197	346
68-76	2	—	20,5	—	20,5	27	7	56,5	43	68	20	131	187,5
77-85	48	—	22,5	—	22,5	13,5	—	84	35	219	4	258	342
86-94	31	52	80	10	142	46	90	309	44	66	145	255	564
95-103	23	26	8,5	—	34,5	14	16	87,5	43	44	58	145	238,5
104-112	38,5	13	10	8	31	32	4	105,5	20	2	4	26	131,5
113-121	44	86	50	7	143	16	2	205	17	56	18	91	296
122-130	22,5	68	52	23	143	8	—	173,5	69,5	12	—	81,5	255
131-139	50	63	47	6	116	72	18	256	14	13	7	34	290
140-148	65,5	23,5	14	36	73,5	27	8	174	39	34	4	77	251
149-157	50	65	35	2	102	16	2	170	102,5	72	44	218,5	288,5
158-166	58	46	81	84	211	—	15	284	109	247	67,5	423,5	707,5
167-175	47,5	168	16	155	339	33	6	425,5	183	342	96,5	622,5	1048
	1055,5	1141,5	1262	348	2751,5	873,5	342,5	5024	1943,5	1971,5	759,5	4674	9698

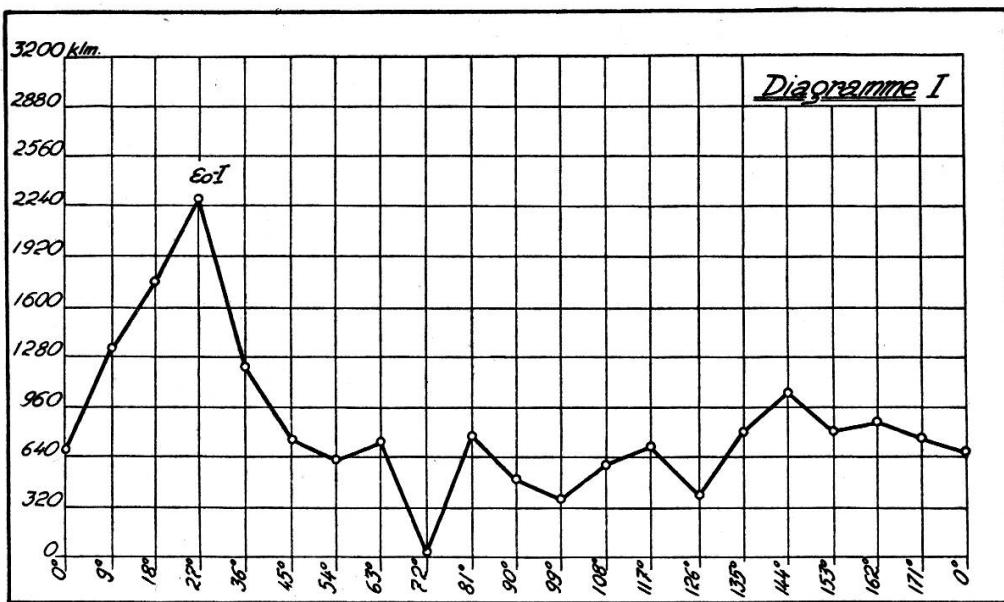


Fig. 1.  
Dislocations précambriennes.

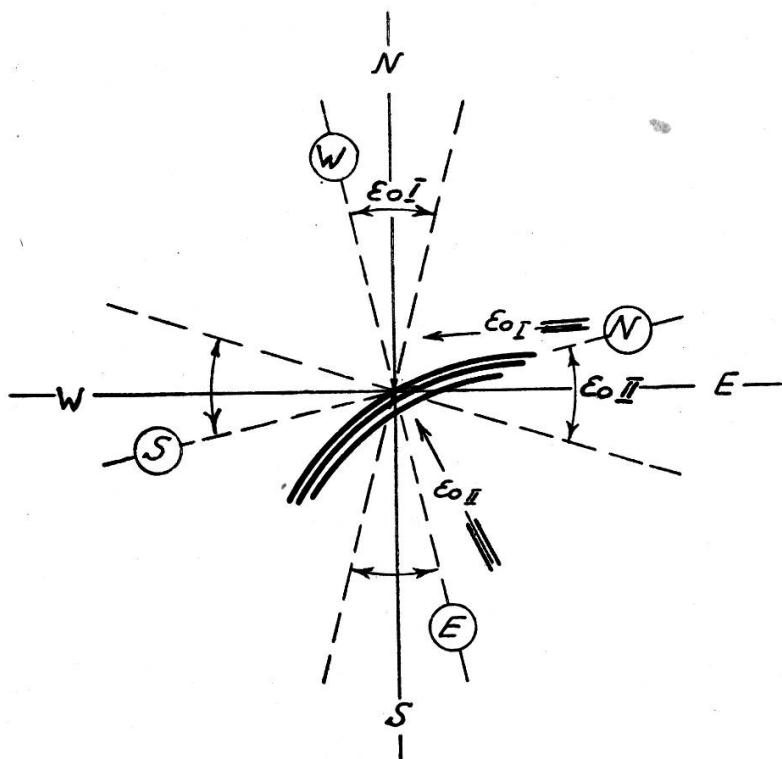


Fig. 2.  
Direction des forces orogéniques dans les monts Kentéi.

- $E_{0I}$  Direction des plis de la première phase orogénique.
- $E_{0II}$  » » » » deuxième » »
- (S) Points cardinaux éozoïques.
- S » » actuels.
- $E_{0I}$  et  $E_{0II}$  Directions des mouvements orogéniques des deux phases.

TABLE N° 3.  
*Plissements précambriens en mm*  
(1 mm = 16 km).

Degrés	Archéens *	Précambriens **
176- 4	—	42
5- 13	—	83,5
14- 22	—	110
23- 31	2	143
32- 40	11	75,5
41- 49	52	47
50- 58	33	29,5
59- 67	23	46
68- 76	24,5	2
77- 85	74,5	48
86- 94	106,5	31
95-103	24,5	23
104-112	45,5	37,5
113-121	61	44
122-130	22	22,5
131-139	27	50
140-148	2	65,5
149-157	—	50
158-166	—	58
167-175	—	47,5
Total en mm	508,5	1055,5

\* Archéens — dislocation de l'Oural; chaîne de Taïmir-Iénissei-Saïlugh-kem (?); Anabara.

\*\* Précambrien-archéens et éozoïques (avec la prédominance des plissements éozoïques).

TABLE 4.  
*Caractéristique des courbes des plissements précambriens.*

Système des plissements	La longueur de la dislocation						Intervalle entre les maxima	Direction dominante des mouvements *	Les maxima probables suivant la table n° 1:			
	totale		partie disposée									
	en mm	en km	entre les degrés	en mm	en % de longueur totale	degrés			latitude	longitude		
Archéen	508,5	8140	86°- 94°	106,5	20,9%	5%	?	deux: N → S E → W				
Précambrien (total, mais surtout éozoïque)	1055,5	16890	77°-103° 23°- 31° 14°- 40°+ 104°-130°	205,5 143 432,5	40,4% 13,6% 41,0%	15% 5% 30%	90°	deux: N → S E → W	120°	24°		

\* L'ordre chronologique des mouvements n'a pu être établi.

qui, à l'est, va jusqu'au NNW et, à l'ouest, jusqu'au NNE) affectant la formation de Brakhin ? à Kentéi, sont recouverts par des sédiments de la série grauwackeuse plissée dans une autre direction. Sous l'influence de cette poussée, il se forma des arcs à faible rayon de courbure, concaves vers le SSW, et qui s'étendent à l'ouest dans la direction NW 50°, et à l'Est dans la direction E ou ENE (7, p. 48). L'existence de plis perpendiculaires entre eux de l'orogénèse précambrienne fixe pour ainsi dire le déplacement de l'Eurasie: vers l'équateur c'est la première phase de l'orogénèse archéenne, vers l'ouest — sa seconde phase; dans l'Eozoïque (Algonkien), le premier plissement correspond au mouvement vers l'équateur, le plissement plus jeune — au mouvement vers l'ouest (en coordonnées géographiques précambritives). Ainsi se sont fixées alternativement les différentes latitudes et longitudes des temps les plus anciens.

Il est beaucoup plus facile de distinguer les différentes phases orogéniques du cycle paléozoïque et de reconnaître les dislocations du type indépendant et celles du type adapté. La table n° 5 illustre ces résultats.

La courbe générale intégrale des dislocations du Paléozoïque (voir diagramme II) ne donne pas une idée claire du caractère des forces orogéniques. Elle est formée de trois cycles orogéniques et d'une série de phases orogéniques, dont nous étudierons ici le plissement indépendant (voir tables n°s 6 et 6a et diagramme n° II).

La première phase orogénique s'est manifestée à la fin du Cambrien moyen. Les dislocations, qui montrent une étroite liaison avec l'orogénèse plus ancienne, se sont conformées surtout aux plis de l'Eozoïque (Algonkien) (8, p. 94).

La dislocation du Silurien, plus faible que celle du Cambrien, a eu surtout comme effet l'accentuation de cette dernière. Les plis du type indépendant sont développés le long de la Léna et du Vilioui (8, pp. 29, 91, 108), dans la chaîne de Verkhoïansk et ailleurs. Leurs caractéristiques sont données dans la table n° 6 et dans la courbe correspondante. 23,7% environ de la longueur totale de la dislocation silurienne sont concentrés autour du maximum  $S_1$ , entre 23° et 31°; 42,2%

TABLE N° 5.

Cycles orogéniques	Phases orogéniques	Lieu des manifestations orogéniques et leurs caractères	Phénomènes volcaniques	Bibliographie
Eo-paléozoïque ou plissement calédonien	A la fin du Cambrien moyen	Les dislocations du Cambrien ne sont pas très complexes; elles se distinguent manifestement de celles du Précambrien (1). Une poussée plus faible engendra des plis du type adapté le long de la bordure septentrionale du bouchier (2); les failles sont généralement parallèles aux plis du Cambrien; par places elles sont coupées (3) par des chevauchements et des charriages (8).	Faibles (20)	1 (8, p. 98) 2 (8, p. 327) 3 (8, p. 93) 4 (8, pp. 92-93)
	A la fin du Silurien moyen	Les dislocations du Silurien sont bien moins accusées que celles du Cambrien; par places, à l'E et à l'W (5) elles prennent de l'importance et deviennent plus marquées que les dislocations cambriennes (6); plis indépendants dans les bassins de la Léna et du Vilouï, dans la chaîne de Verkhoiansk près de Tomous-Khaï (7); à l'E de la Léna (8) il existe des arcs convexes vers le S.	Faibles (20)	5 (8, p. 108) 6 (8, p. 327) 7 (8, pp. 91-108) 8 (8, pp. 109-329)
Mesopaléozoïque ou plissement hercynien	Après le Dévonien moyen	Premiers faibles plissements du type indépendant dans la steppe kirghize; dans l'Altai, plis plus importants refoulés contre l'ancien bouclier (9); arcs de la dépression de Minoussinsk (10); charriage du Salair (11).	assez forts (20)	9 (8, p. 328) 10 (8, p. 140) 11 (8, p. 179) 12 (8, p. 328)
	Après le Carbonifère inférieur	Accentuation sensible des plissements dans la steppe kirghize et l'Altai; plis indépendants dans le Petit Khingan, le Sikhota-Alin (12).	Forts (20)	13 (8, p. 329) 14 (8, p. 308) 20 (7, p. 453)
Néopaléozoïque ou plissement tien-chanien	Après le Permien inférieur	Plis du type adapté dans le bassin de la Toungouska (13); mouvements locaux dans le bassin de Kouznetsk (14); forts mouvements orogéniques au S de la steppe kirghize et dans l'Altai (14); direction surtout WNW.		

TABLE N° 5a.  
*Plissements paléozoïques en mm*  
(1 mm = 16 km).

Degrés	Eopaléozoïque	Mésopaléozoïque	Tien-chaniens	Paléozoïque (total)
176- 4	7	30	4	41
5- 13	32	27	5	64
14- 22	98	50	—	148
23- 31	73	57	—	130
32- 40	95	361,5	—	456,5
41- 49	75	216	—	289
50- 58	134	69	5	208
59- 67	19	15	3	37
68- 76	—	20,5	—	20,5
77- 85	—	22,5	—	22,5
86- 94	52	80	10	142
95-103	26	8,5	—	34,5
104-112	13	10	8	31
113-121	86	50	7	143
122-130	68	52	23	143
131-139	63	47	6	116
140-148	23	14	36	73,5
149-157	65	35	2	102
158-166	46	81	84	211
167-175	168	16	155	339
Total en mm	1141,5	1262	348	2751,5

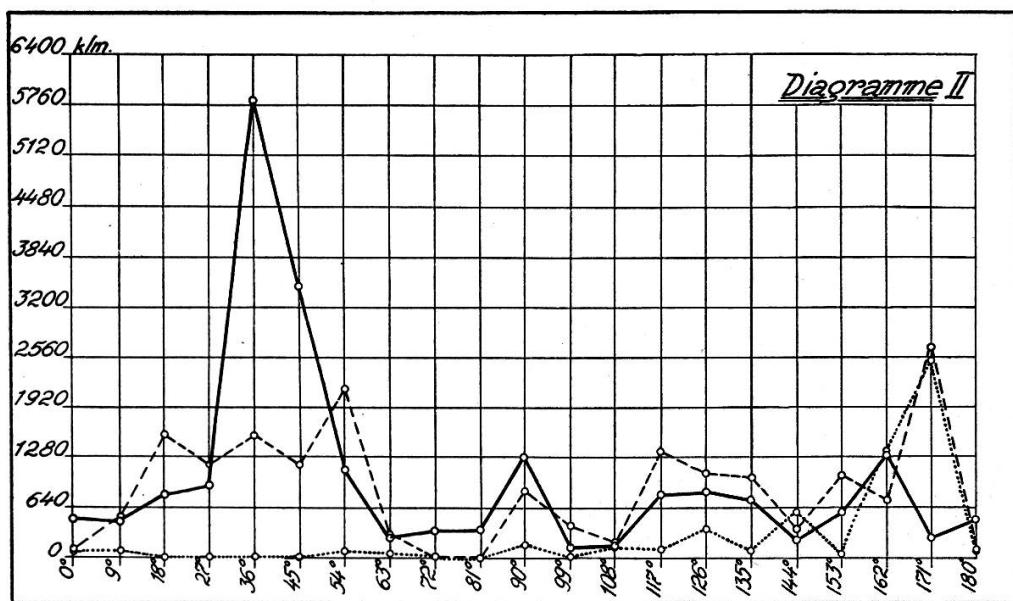


Fig. 3.  
Plissements paléozoïques.

— — — Plissement éopaléozoïque.  
— — — Plissement mésopaléozoïque.  
.... Plissement tien-chaniens.

## 118 DU MOUVEMENT ROTATOIRE DES COORDONNÉES

(1.950 km) environ du plissement silurien indépendant se trouvent entre  $17^\circ$  et  $43^\circ$ . Dans la région du maximum  $S_1$ , se groupent principalement les plis situés dans le bassin de la Léna, dans celui du Vilioui et dans la chaîne de Verkhoïansk. Le plissement de la chaîne du Tomous-Khaï, qui leur est perpendiculaire, indique un mouvement du continent vers

TABLE N° 6.  
*Plis indépendants des phases orogéniques paléozoïques en mm*  
(1 mm = 16 km).

Degrés	S Silurien *	D Dévonien	C Carbonifère
176- 4	—	—	1
5- 13	—	—	—
14- 22	15	27	—
23- 31	64	42	1
32- 40	43	326,5	32
41- 49	34	76	140
50- 58	60	5	41
59- 67	—	1	6
68- 76	76	—	6
77- 85	—	—	—
86- 94	—	—	6
95-103	—	—	—
104-112	—	—	—
113-121	—	14	—
122-130	—	—	18
131-139	—	—	15
140-148	—	—	4
149-157	—	—	—
158-166	54	—	21
167-175	—	2	5
Total en mm	270	493,5	306

\* Groupés par  $9^\circ$  autour de  $21^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $39^\circ$ , etc.

l'ouest et vers l'équateur. Les plis des « arcs » confirmeraient ce mouvement si l'on admettait leur formation en deux étapes: le tronçon du Iénisséi-Angara aurait été formé par un mouvement vers l'équateur, celui de Léna-Vitim par un mouvement vers l'ouest. Il n'est pas exclu que leur extension ait été déter-

TABLE 6a.  
Caractéristique des plissements indépendants paléozoïques.

Phase orogénique	La longueur de la dislocation						Intervalle entre les maxima	Direction principale de la translation du continent	Les maxima probables suivant la table n° 1 :			
	totale		partie disposée						en % de	latitude		
	en mm	en km	entre les degrés	en mm	en % de longueur totale	degrés						
Calédonienne (Silurien ?)	270	4320	26°- 34° 17°- 43°	64 122	23,7% 42,2%	5% 15%	?	E → W	absent	30° domine		
1 <sup>re</sup> phase hercynienne	493,5	7900	32°- 40°+ 113°-121°	340,5	69,0%	10%	90°	E → W	127°	36°		
Dévonien			23°- 49°+ 113°-139°	458,5	93,0%	30%		faible	domine			
2 <sup>me</sup> phase hercynienne	306	4900	41°- 49°+ 131°-139°	155	50,7%	10%			135°	45°		
Carbonifère			32°- 58°+ 122°-148°	250	80,1%	30%	90°	E → W	faible	domine		

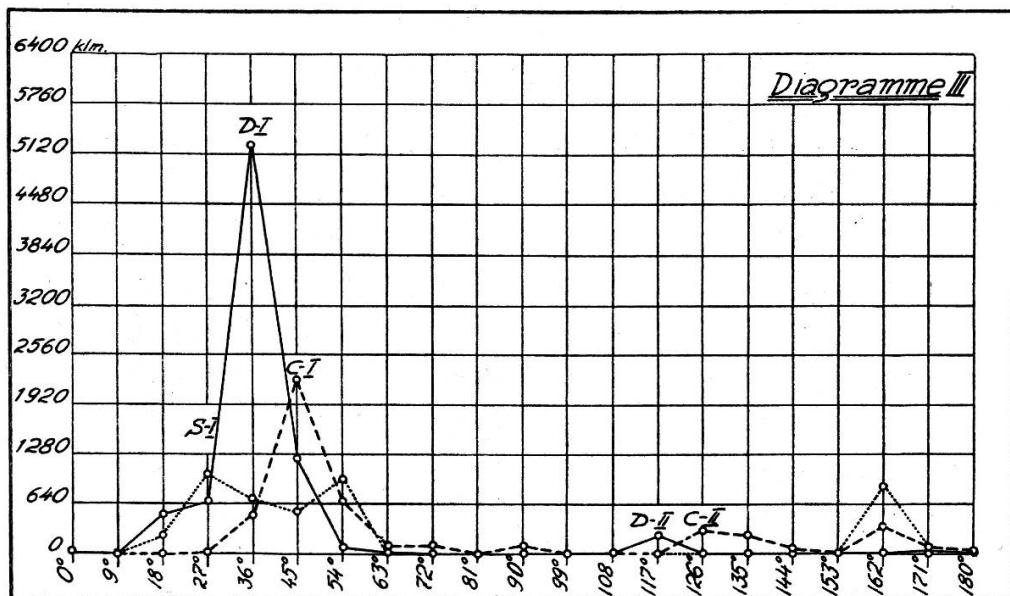


Fig. 4.  
Plissements indépendants paléozoïques.

— — — Carbonifère C.  
— — — Dévonien D.  
.... Silurien S.

minée par les limites les plus anciennes de la plate-forme de la Sibérie centrale.

Le plissement hercynien comprend les cycles orogéniques dévonien et carbonifère. Les dislocations des régions de Minoussinsk, de Kouznetsk, d'Ouriankhai et en partie de l'Altaï (8, pp. 139-140) et de l'Oural représentent des plis adaptés.

Le plissement indépendant de la phase dévonienne s'est manifesté nettement dans les steppes kirghiz, dans les monts Salaïr et au NE de ces derniers (8, pp. 139-140). Les plissements indépendants du Carbonifère sont développés dans les bassins de l'Argoun et de l'Onan, dans les chaînes du Petit Khingan, du Sikhota-Alin et dans la région de Verkhoiansk-Kolym. Les courbes construites pour les dislocations plicatives du Dévonien et du Carbonifère sont monotypiques. Il faut noter les maxima prononcés  $D_I$  et  $C_I$  et les faibles élévations  $D_{II}$  et  $C_{II}$  qui leur sont presque normales, ce qui prouve l'existence de deux poussées orogéniques perpendiculaires l'une à l'autre. Plus de 5.200 km, soit 60% des plis dévoniens, se trouvent près de  $D_I$ , entre  $32^\circ$  et  $45^\circ$  (plus exactement, vers  $36^\circ$ , voir table n° 1); plus de 70% des plis du Carbonifère sont disposés près de  $C_I$ , entre  $32^\circ$  et  $58^\circ$  (probablement vers  $45^\circ$ ). Les élévations  $D_{II}$  et  $C_{II}$  ne groupent qu'une très petite partie de la longueur totale des plis:  $D_{II}$  — 3% et  $C_{II}$  — 10%. Ainsi, les courbes D et C fixent dans leurs traits fondamentaux les méridiens mésopaléozoïques (mouvement vers l'ouest). Ce fait est confirmé par le charriage de Tomsk et celui des monts Salaïr (d'après Oussow) (8, p. 137). Le mécanisme de ces charriages a été peu étudié, mais ce qui est remarquable c'est que les directions des poussées orogéniques ont été perpendiculaires entre elles: NW-SE pour le charriage de Tomsk, SW-NE pour le charriage des monts Salaïr (8, p. 173).

Le plissement indépendant du Tien-Chan s'est manifesté très faiblement en Sibérie, n'ayant touché que la partie sud des steppes Kirghiz, où il a formé les plis de direction WNW (Saour, Tarbagataï, Tchinghiz), et dans le bassin de la Toun-gouska, où il a déterminé la formation de faibles plis du type marginal (8, pp. 328, 329). La direction WNW du plissement

indique que la rotation des forces orogéniques continue. L'orogénèse de cette phase est due probablement à une translation de l'Eurasie vers l'ouest<sup>1</sup>.

Les diagrammes n°s I et III montrent le déplacement régulier du maximum principal vers la droite, au fur et à mesure qu'on monte vers le haut à partir des horizons stratigraphiques inférieurs, selon le schéma  $E_{01} \rightarrow S_1 \rightarrow D_1 \rightarrow C_1$ . Sur la carte de V. Obroutchew, les dislocations disjonctives antémésozoïques ne sont pas différenciées. Il y a toutefois des indices montrant que, dans leur ensemble, ces dislocations sont parallèles aux plis du cycle orogénique correspondant (8, p. 331).

Le plissement mésozoïque s'est manifesté en Sibérie d'une façon moins intense et plus simple que le plissement paléozoïque (8, p. 329). La courbe des dislocations de cette ère possède quatre élévations (voir diagr. n° IV, Mésozoïque) déterminées par l'addition des dislocations des phases orogéniques kimméridgienne, jurassique supérieure et crétacée.

A la phase kimméridgienne se sont formés au NE et à l'E de la Sibérie des plis indépendants de direction NNE et ENE (8, p. 329). Il existe deux régions affectées par l'orogénèse, à savoir: la région de Verkhoïansk-Maïsk-Ioudomsk (plis entre les cours d'eau de l'Indighirka et du Kolym, ceux de la chaîne de Koullar, des goletz de Ioudomsk-Maïsk, des bassins des rivières Okhota, Goussinka, Koulbetz, ceux de la région d'Oudsk et de la chaîne de Sikhota-Alin) et le pays situé au nord de cette dernière, et qui embrasse les chaînes d'Oulakhan-Tchistaï, de Toll, de Tomous-Khaï, de Tchékanowsky, le cours inférieur de l'Olenek et l'île Kotelny (8, p. 199). Il est intéressant de noter la direction dominante NNE (jusqu'au NE et à l'ENE) dans la première région, direction qui est presque perpendiculaire au plissement de la région septentrionale; les plis de cette dernière, représentés probablement par les anciennes dislocations de la région de Maïsk-Oudsk, se sont formés au Ladinien (8, p. 199). 34,5% de la longueur totale des dislocations sont disposés entre 50-58°, autour du maximum  $T_1$  de la courbe

<sup>1</sup> Il y a partout synchronisme des coordonnées géographiques et des phases orogéniques respectives.

du plissement kimméridgien indépendant (voir tables n°s 7 et 7a, diagramme n° IV. Il est probable que c'est à la phase orogénique kimméridgienne qu'on doit rapporter le début de la formation de l'immense charriage de la partie sud de Sikhota-Alin dans le district de Vladivostok, charriage qui fixe la translation de l'Eurasie vers l'équateur.

En Sibérie, le faible plissement jurassique supérieur est généralement adapté aux dislocations plus anciennes: à celles de l'Oural dans la région de Miassk-Tchéliabinsk, près de la limite orientale du district de Tourgaï, sur les pentes orientales

TABLE N° 7.  
*Fractures et plissements mésozoïques \* en mm*  
(1 mm = 16 km).

Degrés	Mésozoïque	Trias	Jurassique et Crétacé
176- 4	233	62	137
5- 13	147	55	74
14- 22	81,5	23	28,5
23- 31	101	31	63
32- 40	186	5	72
41- 49	91	59	29
50- 58	382	331	51
59- 67	143	93	50
68- 76	95	18	63
77- 85	232,5	60	163
86- 94	112	44	11
95-103	58	33	22
104-112	34	5	29
113-121	72	41	26
122-130	20	8	9
131-139	85	18	67
140-148	61	15	31
149-157	88	3	69
158-166	247	—	224
167-175	375	52	291
	2844	956	1509,5

\* Seulement les dislocations indépendantes; sont exclues: les dislocations le long de l'Oural (dépendantes du plissement hercynien), celles le long de la rivière Vilioui (dépendantes du plissement calédonien) ainsi que celles de l'amphithéâtre d'Irkoutsk (liées aux plissements calédoniens).

Toutes les fractures sont indépendantes sauf les bassins de Kouznetsk et d'Oulukème ainsi que les plissements parallèles hercyniens des Steppes Kirghizes.

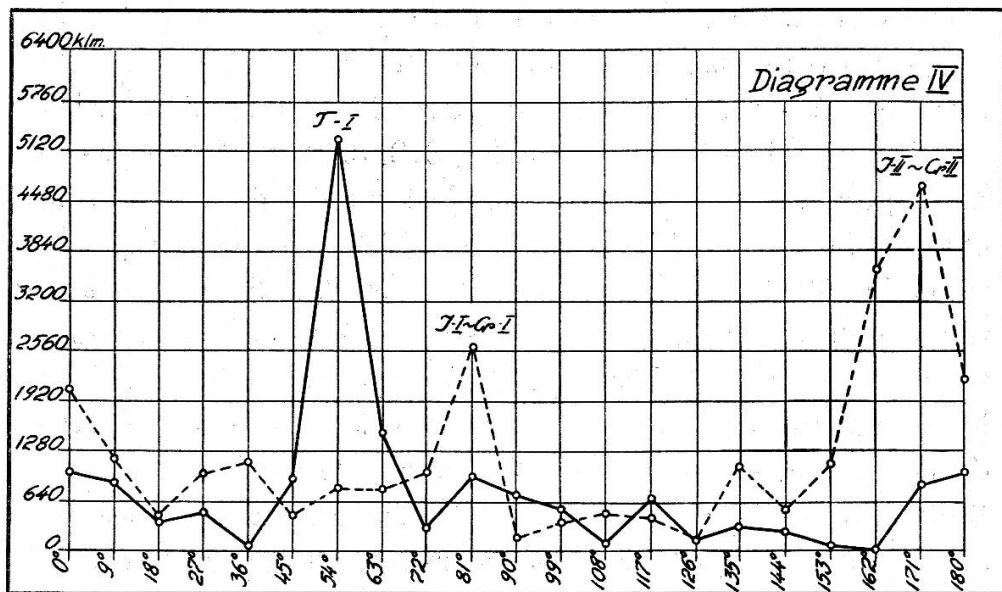


Fig. 5.

Plissements mésozoïques.

— — — Jurassique et Crétacé (J-Cr).  
 — — Trias (T).

TABLE 7a.

Caractéristique des plissements mésozoïques et des dislocations indépendantes.

Système des plissements	La longueur de la dislocation						Intervalle entre les maxima	Direction dominante de la translation	Les maxima probables suivant la table n° 1:					
	totale		partie disposée											
	en mm	en km	entre les degrés	en mm										
Mésozoïque (total)	2844	45500	50°- 58°+ 167°-175°	757	26,6 %	10 %	117°	?	174°	57°				
Trias	956	15300	41°- 67°+ 158°- 4°	1471	51,7 %	30 %	?	E → W	144° faible	57° domine				
Jurassique et Crétacé	1509,5	24160	50°- 58° 41°- 67°	331	34,6 %	5 %	90°	N → S (E → W)	174° domine	81° très prononcé				
			77°- 85°+ 167°-175°	454	30 %	10 %								
			68°- 94°+ 158°- 4°	889	58,9 %	30 %								

des monts Oural; aux dislocations saïaniques — dans le bassin houiller d'Irkoutsk; aux dislocations baïkalennes — dans la région située au delà de l'Angara, dans le domaine de l'ancien bouclier <sup>1</sup> et ailleurs (8, pp. 22, 23, 312, 329). Le faible plissement jurassique indépendant ne s'est manifesté que dans la chaîne de Prontchichtchew, entre l'Olenek et l'Anabara (direction NW) et dans la région d'Oudsk (8, p. 239). C'est à ce temps qu'il faut rapporter les puissants déplacements horizontaux qui se sont produits dans différentes parties de la Sibérie: le vaste charriage découvert par Tetiaew à la sortie de l'Angara du lac Baïkal, et qui s'étend plus loin à l'est, à travers le lac Baïkal, vers le SW de la Transbaïkalie, ainsi qu'à l'ouest et au NE dans la région des rivières Irkout, Kitoï et Belaïa et la partie saïanique du haut pays (8, p. 222), le puissant charriage de Sikhota-Alin résultant d'une forte poussée qui agissait du SSE, du côté de la mer du Japon (7, p. 334), le charriage le long de la rivière Ildigon (8, p. 223). Malheureusement, le matériel n'est pas encore suffisant pour que la courbe correspondant à cette phase puisse être construite.

Les plis du Crétacé moyen et supérieur sont bien plus accusés que les dislocations mésozoïques antérieures. Les plis du type adapté prédominent. On constate souvent qu'ils tendent à devenir indépendants. Selon la définition très juste du géologue Polevoï, «la direction du plissement mésozoïque reflète la lutte entre deux influences: la direction du plissement tertiaire, *parallèle aux méridiens*, et celle, plus ancienne, du plissement hercynien NE-SW» (8, p. 239). La direction variant de NNE-SSW au N-S caractérise les plis du Crétacé; on l'observe dans l'île de Sakhaline (8, p. 239), dans la région du cours supérieur de la Iana, près de la chaîne de Khara-Oulakh, sur les pentes sud des monts Verkhoïansk, dans la région du cours inférieur de l'Olenek (8, p. 239). Des plis dirigés sensiblement suivant les parallèles ont été découverts dans le pays de Liapine (8, p. 239). La courbe du Jurassique et du Crétacé (trait fin du diagramme n° III) caractérise l'orogénèse plicative

<sup>1</sup> D'après V. Obroutchew, les schistes cristallins archéens du vieux bouclier ont été poussés en bloc, du S vers le N, sur le Jurassique de l'amphithéâtre d'Irkoutsk.

et disjonctive du Jurassique et, de façon générale, celle du Crétacé. Les deux maxima élevés  $Cr_I - J_I$  et  $Cr_{II} - J_{II}$  se trouvent entre  $77^{\circ}$ - $85^{\circ}$  et  $167^{\circ}$ - $175^{\circ}$ , et groupent 30% de la longueur totale de ces plis. Il est intéressant de noter qu'au Jurassique et au Crétacé prédominent les dislocations plicatives du type adapté, tandis que les directions des dislocations disjonctives ont un caractère indépendant plus marqué qui détermine les deux élévations de la courbe.

Les dislocations du Mésozoïque appartiennent à deux phases orogéniques, ce qui explique l'allure compliquée de la courbe (voir diagr. n° IV). La première élévation (entre  $32^{\circ}$  et  $40^{\circ}$ ) caractérise les dislocations mésozoïques du type adapté; la deuxième marque le mouvement de l'Eurasie vers l'ouest au Trias; la troisième et la quatrième — le déplacement du continent au Crétacé vers l'ouest et vers l'équateur respectivement. Les maxima des courbes des phases orogéniques mésozoïques se déplacent aussi de gauche à droite, selon le schéma  $E_{0I} \rightarrow S_I \rightarrow D_I \rightarrow C_I \rightarrow T_I \rightarrow Cr_I$ ; pour chaque phase, nous avons de nouveau deux directions de poussées orogéniques, perpendiculaires entre elles.

Les mouvements orogéniques tertiaires ont eu lieu au Paléocène, au Néogène et surtout à la fin du Miocène. Ils sont caractérisés par des directions suivant les parallèles et les méridiens. Les dislocations suivant les parallèles sont très développées au Sud-Ouest de la Transouralie (détroit de Tourgaï, Golodnaïa Steppe), celles suivant les méridiens — à l'Est (Anadyr (10, p. 238), île de Sakhaline, îles de la Nouvelle-Sibérie et autres endroits). Les plis du Kamtchatka, dont nous parlerons plus bas, occupent une place à part. Dans toute une série de régions, les dislocations paléocènes dirigées suivant les méridiens (jusqu'au NNE) et les dislocations néogènes suivant les parallèles (et jusqu'à l'WNW) se coupent à angle droit (district houiller de Bouren-Zavitin, détroit de Tourgaï et autres endroits). Cela montre que l'Eurasie s'est déplacée vers l'ouest au Paléocène, vers l'équateur au Néogène. Fait remarquable, les failles prédominent partout sur les plis. La cause en réside, selon A. Borissiak, dans un phénomène caractéristique du Tertiaire, et tout à fait nouveau dans l'histoire de la terre:

le morcellement des masses continentales (11, p. 336). Ce morcellement a joué un très grand rôle dans la formation du relief actuel de la Transouralie et de la configuration de ses côtes. Les failles ont déterminé les contours de l'Eurasie depuis la frontière de la Corée jusqu'à Ghichiga, des côtes de l'île de Sakhaline et du Kamtchatka, etc. (8, p. 269). Autour des deux maxima de la courbe ( $N_I$  et  $N_{II}$ ), entre  $86^{\circ}$ - $94^{\circ}$  et  $175^{\circ}$ - $4^{\circ}$ , se trouvent groupés plus de 40% des dislocations tertiaires. La courbe des fractures répète celle des plissements (voir tables nos 8 et 8a, diagr. n° V). Les maxima  $N_I$  et  $N_{II}$  sont disposés à angle droit, fixant l'empreinte des mouvements vers l'ouest et vers l'équateur. Le maximum  $N_I$  se trouve à droite de  $Cr_I$  et complète, en y ajoutant le dernier membre, le schéma Archéen<sub>I</sub> → Paléozoïque<sub>I</sub> → Mésozoïque<sub>I</sub> → Coenozoïque<sub>I</sub>.

Parmi les accidents du Quaternaire, on n'a constaté que des

TABLE N° 8.  
*Dislocations du Tertiaire en mm*  
(1 mm = 16 km).

Degrés	Toutes les dislocations	Plissements	Fractures
176- 4	207	88,5	118,5
5- 13	63	36	27
14- 22	27	10	17
23- 31	10	—	10
32- 40	34	5	29
41- 49	39	17	22
50- 58	38	17	21
59- 67	47	1	46
68- 76	27	7	20
77- 85	4	—	4
86- 94	235	90	145
95-103	74	16	58
104-112	8	4	4
113-121	20	2	18
122-130	—	—	—
131-139	25	18	7
140-148	12	8	4
149-157	46	2	44
158-166	82,5	15	67,5
167-175	103,5	6	97,5
Total en mm	1102	342,5	759,5

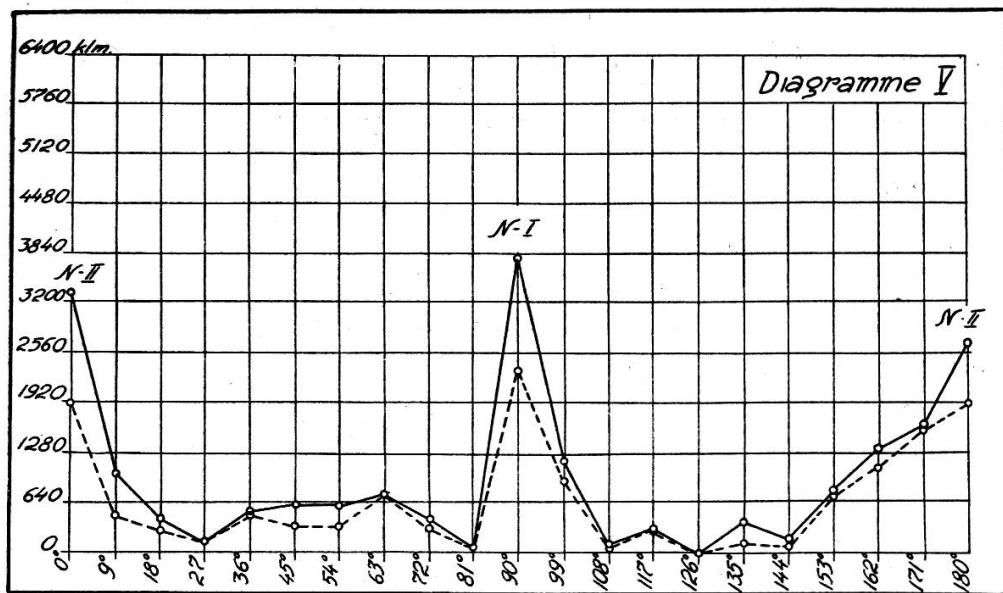


Fig. 6.

Dislocations du Tertiaire.

— Plissements et fractures.  
- - - Seulement les fractures.

TABLE 8a.  
Caractéristique des dislocations du Tertiaire.

Dislocations du Tertiaire	La longueur de la dislocation						Intervalle entre les maxima	Direction principale de la translation du continent	Les maxima probables suivant la table n° 1:				
	totale		partie disposée			en % de longueur totale	en % de degrés						
	en mm	en km	entre les degrés	en mm	degrés								
Plissements	342,5	5480	86°- 94°+	178,5	52,1%	10%	90°	N → S et E → W sensiblement avec la même intensité	180°	90°			
			176°- 4°										
Fractures	759,5	12150	158°- 13°+	236,5	69,0%	30%	90°		180°	93°			
			77°-103°										
Toutes les dislocations	1102	17630	86°- 94°+	263,5	34,6%	10%	90°		180° domine	90° domine			
			176°- 4°										
			158°- 13°+	450	59,3%	30%							
			77°-103°										
			86°- 94°+	442	40,1%	10%							
			176°- 4°										
			158°- 13°+	686,5	62,3%	30%							
			77°-103°										

TABLE N° 9.  
*Les plissements et les fractures de la Sibérie, suivant les phases orogéniques, en mm (1 mm = 16 km).*

	Degrés	Ar-chéen	Eo-zoïques	Silu-rien	Devo-nien	Carbo-nifère	Trias	Juras-sique et Cré-tacé	Ter-tiaire
1	5- 13	—	83,5	—	—	—	55	74	63
	14- 22	—	110	15	27	—	23	28,5	27
	23- 31	2	143	64	42	11	31	63	10
	32- 40	11	75,5	43	326,5	32	5	72	34
	41- 49	52	47	34	76	140	59	29	39
	50- 58	33	29	60	5	41	331	51	38
	59- 67	23	46	—	1	6	93	50	47
	68- 76	24,5	2	—	—	6	18	63	27
	77- 85	74,5	48	—	—	—	60	163	4
	86- 94	106,5	31	—	—	6	44	11	235
	95-103	24,5	23	—	—	—	33	22	74
	104-112	45,5	37,5	—	—	—	5	29	8
	113-121	61	44	—	14	—	41	26	20
	122-130	22	22,5	—	—	18	8	9	—
	131-139	27	50	—	—	15	18	67	25
	140-148	2	65,5	—	—	4	15	31	12
	149-157	—	50	—	—	—	3	69	46
	158-166	—	58	54	—	21	—	224	82,5
	167-175	—	47,5	—	2	5	52	291	103,5
	176- 4	—	42	—	—	1	62	137	207
Total		508,5	1055,5	270	493,5	306	956	1509,5	1102
2	I maximum longitude								
			24°	30°	36°	45°	57°	81°	90°
3	II maximum latitude	90°	120°					174°	180°
4*	Max. I inter. 9°	—	14%	24%	66%	46%	35%	11%	21%
5*	Max. II inter. 27°	—	31%	42%	90%	70%	51%	16%	28%
6*	Max. II inter. 9°	20%	4%	—	3%	5%	2%	19%	19%
7*	Max. II inter. 27°	40%	10%	—	3%	10%	4%	43%	35%
8*	Max. I et II inter. 27°	40%	41%	42%	93%	80%	55%	59%	63%
9	Direction de la translation du continent	N→S E→W	E→W N→S	E→W	E→W	E→W	E→W	N→S E→W	N→S E→W

\* Longueur des dislocations les plus rapprochées des maxima dans les intervalles indiqués en pourcent de la longueur totale.

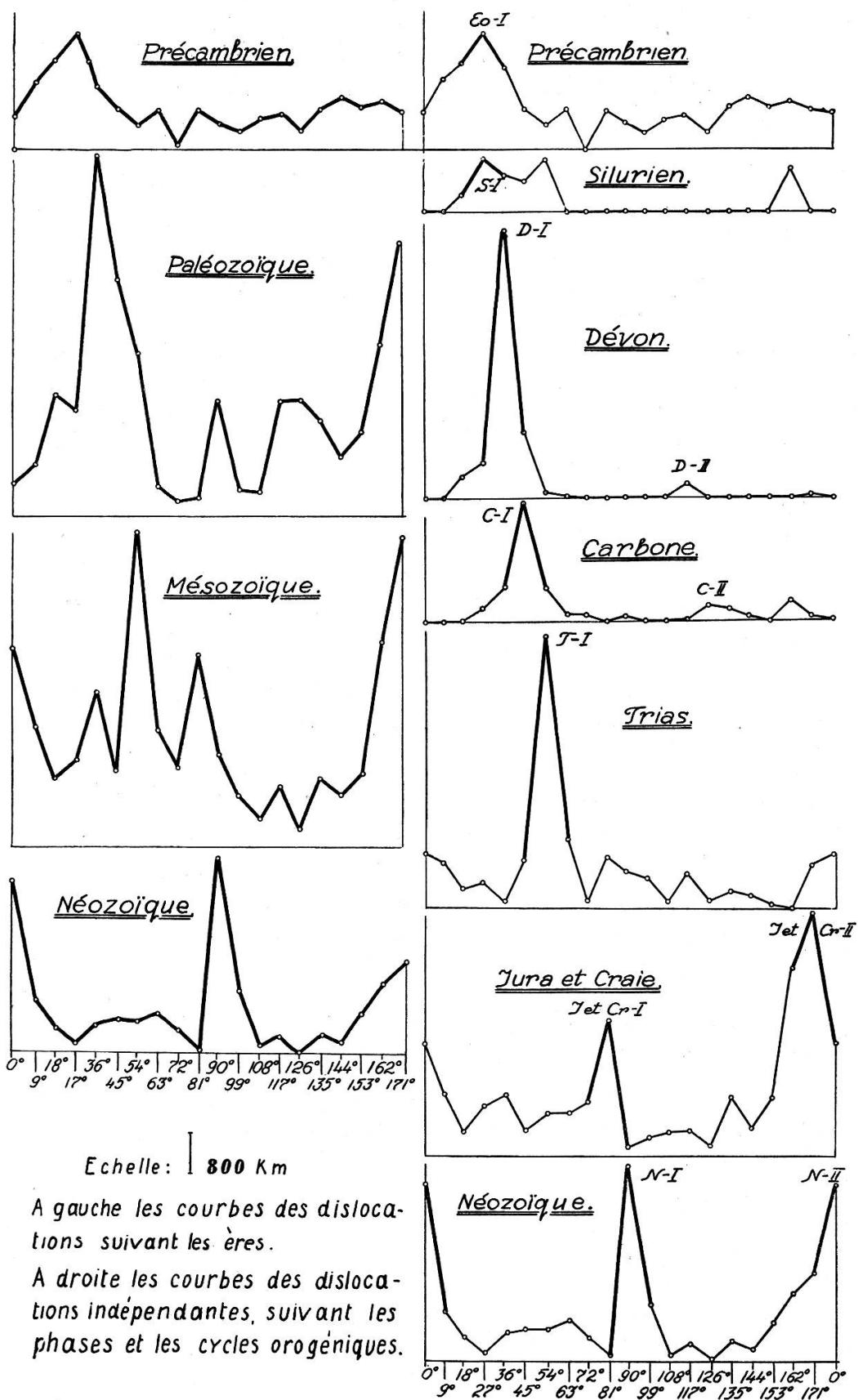


Fig. 7. Diagramme VI.

Echelle: 1 mm = 75 verstes = 80 km.

fractures, parfois très puissantes (8, p. 282). Dans la règle, leur direction coïncide avec les coordonnées géographiques actuelles. Les grandes profondeurs des fosses du Tuskarora et de l'océan Glacial arctique témoignent de la translation de l'Eurasie vers l'ouest et vers l'équateur, et les nombreuses fractures perpendiculaires entre elles qui ont pris naissance à ce temps, le confirment. Le schéma des courants existant dans le sima qui a été dressé par Havemann (12, p. 289) montre que la rotation de l'Eurasie continue — le déplacement du maximum I des courbes de gauche à droite le met en évidence. La table suivante résume les données des tables nos 3-8 et nos 4-8a concernant les manifestations indépendantes de l'orogénèse (voir table no 9).

Dans la table no 9, le trait supérieur (plein) qui s'abaisse en formant des paliers indique la position de l'élévation maximum (paléoméridien) de la phase d'orogénèse correspondante; le trait inférieur (pointillé) montre la position de la paléolatitude. La position la plus probable des maxima I et II (paléolatitudes et paléolongitudes), exprimée en degrés de leur déviation par rapport à la direction des coordonnées géographiques actuelles, est représentée sur les lignes 2 et 3; les positions des élévations bien accusées sont encadrées d'un trait épais. Les lignes 4, 5, 6, 7 indiquent le % des dislocations paléolongitudinales (4 et 5) et paléolatitudinales (6 et 7), disposées autour des maxima I et II, entre 9° et 27°. La dernière ligne représente la direction dominante des forces orogéniques pour les différentes phases. Le diagramme no VI sert d'illustration à cette table. A droite du diagramme sont tracées les courbes des dislocations indépendantes, à gauche — les courbes complexes se rapportant à l'orogénèse qui caractérise des époques entières. Les maxima des courbes de droite, passés au trait épais, déterminent la position des paléocoordonnées.

La figure no 8, montre d'une façon plus concrète le déplacement régulier des paléocoordonnées de gauche à droite. On voit que les paléocoordonnées, qui se trouvaient à 24° à l'Eocène, se sont déplacées régulièrement pour atteindre 90° au Néogène; cette dernière position est aussi celle des coordonnées actuelles.

On reconnaît nettement le mouvement rotatoire du méridien, ou, ce qui revient au même, le déplacement rotatoire de

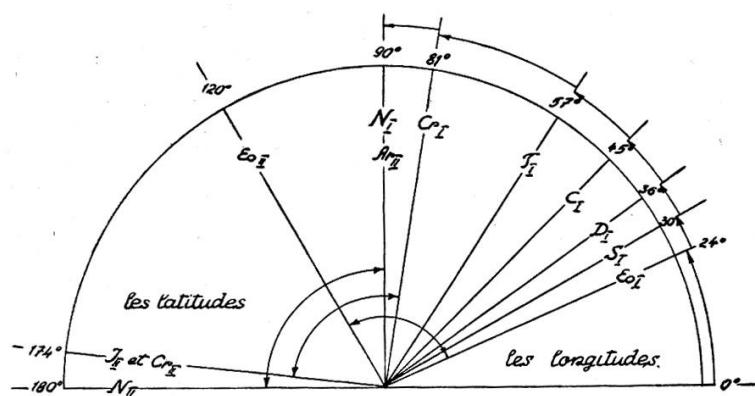


Fig. 8.

Déplacement rotatoire du méridien depuis l'Archéen.

Ar = Archéen; Eo = Eozoïque; S = Silurien; D = Dévonien; C = Carbonifère; T = Trias; Cr = Crétacé; J et Cr = Jurassique et Crétacé; N = Tertiaire.



Fig. 9.

Trajets du pôle suivant Wegener, Kreichgauer et Köppen.

Wegener 1922: 15' — Dévonien, 14' — Carbonifère, 13' — Permien, 12' — Jurassique, 11' — Crétacé, 10' — Paléocène, 9' — Eocène, 8' — Oligocène.

Kreichgauer 1925: I — Précambrien, II — Silurien, III — Carbonifère, IV — Tertiaire, V — Quaternaire.

Köppen et Wegener 1924: 1 — Carbonifère, 2 — Permien, 3 — Trias, 4 — Jurassique, 5 — Crétacé, 6 — Eocène, 7 — Miocène, 8-10 — Pliocène, 11 — Güntz, 12 — Mindel, 13 — Riss, 14 — Würm, 15 — phase Baltique.

l'Eurasie. Notons que les conclusions qui ont été faites sont confirmées par la détermination des positions du pôle à différentes périodes de l'histoire de la Terre avec application des données paléoclimatiques. Il suffit d'examiner par exemple le trajet du pôle indiqué sur les cartes de Wegener, Köppen, Krichgauer et d'autres, pour constater la même rotation des méridiens de droite à gauche (de  $0^\circ$  à  $90^\circ$ ) (voir fig. n° 9). Quoique les trajets du pôle soient indiqués de façon un peu fantaisiste, le résultat final, soit l'élévation du pôle de l'équateur jusqu'à sa position actuelle, est le même chez tous les auteurs. Les mouvements du sima selon Havemann (12) confirment également le mouvement rotatoire de l'Eurasie.

Il est intéressant d'examiner de ce point de vue la structure des côtes sibériennes de l'océan Pacifique. Coupés de profondes cassures, les parages orientaux de l'Eurasie septentrionale devraient, sous l'action de son mouvement rotatoire combiné avec un déplacement vers le sud et vers l'ouest, s'ouvrir peu à peu vers le sud en formant des proéminences de sial orientées vers le sud, et qui donneraient finalement des îles. En effet, lorsqu'on examine attentivement la carte (fig. 10), on constate une analogie complète avec ces prévisions. Au SE se trouve la mer du Japon, atteignant une grande profondeur (carte n° 2) (profondeur moyenne plus de 3 km, maximum 3.712 m) (13, p. 30), et limitée par des dislocations mésozoïques. Son isobathe de 1.000 m forme un angle aigu qui dessine un coin entre le continent et l'île de Sakhaline. Probablement au Mésozoïque déjà, l'extrémité méridionale de Sikhota-Alin pénétrait en coin, au sud, dans la mer du Japon; toutefois, par suite du déplacement du sial, elle éprouva une poussée vers le nord (en trois étapes, d'après Dounikovsky) et forma un vaste charriage. Au nord, la mer d'Okhotsk, de formation plus récente, est limitée par des cassures tertiaires; la mer est moins profonde, au SE seulement il y a des fonds dépassant 3 km; la profondeur maximum est de 3.374 m (13, p. 30). L'isobathe de 1.000 m forme une pointe qui pénètre vers le nord; les faibles plissements tertiaires du Kamtchatka, de direction NE, et la guirlande des îles Kouriles, qui émergent du prolongement sous-marin du Kamtchatka, complètent

l'analogie. Plus au NE, entre le Kamtchatka à l'ouest et le prolongement sous-marin du cap l'Olioutor à l'est, on trouve une nouvelle isobathe de 1.000 m qui décrit une pointe dirigée

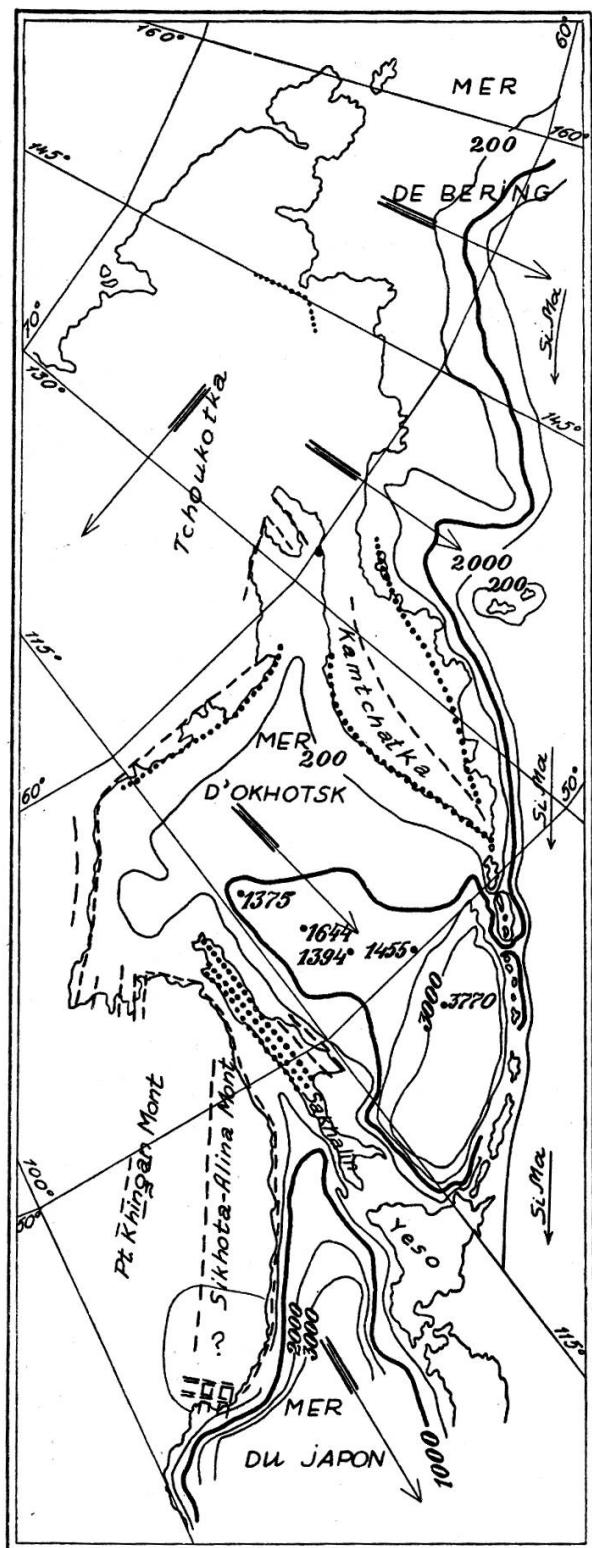


Fig. 10.  
Côtes sibériennes du Pacifique.  
Dislocations tertiaires.  
Mouvement du sima.  
Translation du continent.  
Isobathes mésozoïques, suivant Hawemann.  
? Charriage.

vers le nord. On est donc en présence de trois phases de formation des guirlandes insulaires: la plus ancienne, celle de Sakhaline et du Japon, engendrée au Mésozoïque, se trouve au stade le plus avancé de séparation; le groupe suivant, tertiaire, est représenté par le Kamtchatka et les îles Kouriles; enfin, dans la mer de Behring on voit apparaître les linéaments de la séparation du sial sous forme du groupe d'Olioutor-îles du Commandeur (le décollement de ces dernières du continent est lié aux fractures posttertiaires, 8, p. 282).

Il est fort probable qu'en calculant les courbes des directions d'après des cartes plus détaillées et plus récentes on obtiendrait des résultats un peu différents, et que les maxima se trouveraient déplacés de quelques degrés à gauche ou à droite. Toutefois, le riche matériel accumulé au cours des cent dernières années et classé systématiquement par V. Obroutchev fait croire que les découvertes ultérieures n'apporteront pas de modification fondamentale à l'ensemble de la tectonique de la Transouralie. La grande quantité de dislocations mesurées (plus de 140.000 verstes) met en valeur les déductions faites ici en permettant d'y appliquer la loi du grand nombre. Il serait intéressant d'étendre la méthode proposée ici à d'autres régions de la Terre pour tâcher de jeter quelque lumière sur les causes de l'orogénèse.

#### RÉSUMÉ.

Le déplacement du sial flottant sur le sima vers l'ouest et vers l'équateur constitue une des causes principales de l'orogénèse. Il existe une relation entre la direction des dislocations et la direction des forces qui les engendrent: des dislocations suivant les méridiens prennent naissance lors du mouvement du sial vers l'ouest, des dislocations principalement suivant les parallèles lors du mouvement vers l'équateur. L'auteur a étudié de ce point de vue les dislocations plicatives et, là où le permettait le matériel, les dislocations disjonctives de Sibérie. Les dislocations du *type indépendant* ont été rangées dans un groupe à part, d'après le temps de leur formation. L'auteur a dressé une série de tables et construit des diagrammes pour les différentes phases d'orogénèse. Les tables donnent les longueurs des dislocations (en mm; 1 mm = 16 km) de

9° en 9° à partir de la latitude est dans le sens contraire au mouvement des aiguilles d'une montre.

Il y a lieu de distinguer deux genres de courbes de dislocations plicatives du type indépendant: avec un maximum (I) et avec deux maxima (I et II), séparés par un intervalle de 90° ou à peu près. De façon générale, les dislocations disjonctives s'adaptent aux dislocations plicatives; là où il a été possible de construire un diagramme, on a constaté que leur caractère est identique (phase tertiaire). Les diagrammes des courbes des dislocations réunis en un seul tableau montrent une régularité remarquable dans le déplacement des maxima I et II vers la droite selon le schéma Archéen ( $E_0$ ) → Silurien (S) → Dévonien (D) → Carbonifère (C) → Trias (T) → Crétacé (Cr) → Tertiaire (N). L'intervalle de 90° entre les maxima I et II permet de supposer que ces directions dépendent des coordonnées géographiques actuelles; leur déplacement régulier vers la droite et la coïncidence de  $N_I$  et  $N_{II}$  avec les longitudes et les latitudes actuelles indiquent que nous avons affaire ici aux paléolongitudes (I) et paléolatitudes (II) dont l'empreinte resta figée sur la face de la Terre.

Le sens uniforme de la rotation des paléocoordonnées, qui est toujours celui des aiguilles d'une montre, prouve que l'Eurasie a eu un mouvement de rotation en sens inverse, ou, ce qui revient au même, que le pôle a eu un mouvement ascendant et que, parti de l'équateur actuel, il gagna sa position d'aujourd'hui. Il est intéressant de noter que Havemann est arrivé par une voie différente aux mêmes conclusions quant à la rotation de l'Eurasie. En se basant sur les données paléoclimatiques, Al. Wegener, Krichgauer, Köppen et d'autres auteurs ont signalé depuis longtemps déjà le déplacement du pôle à partir de l'équateur jusqu'à sa position actuelle.

Ainsi, la méthode de mesure des directions et des longueurs des lignes tectoniques a confirmé une fois de plus les conclusions faites antérieurement. L'auteur n'a malheureusement pas la possibilité d'étudier de ce point de vue la tectonique des autres parties du monde. Il est probable que leur analyse jette-rait une lumière nouvelle sur les paléopositions du pôle et élargirait considérablement l'horizon de nos connaissances géologi-

ques concernant la structure et le caractère du mouvement des continents au cours des dernières ères géologiques. L'analyse des intervalles angulaires entre les maxima des différentes phases de l'orogénèse posera peut-être de nouveaux jalons facilitant l'évaluation de la durée des périodes géologiques.

#### BIBLIOGRAPHIE

1. LINCK, G., *Aufbau des Erdballs*, Rektor-Rede, Jena, 1924. — CLARKE, F. W. et WASHINGTON, H. S., *Composition of the Earth's Crust*. Prof. Paper U.S. — BERG, G., *Das Vorkommen der chemischen Elemente auf der Erde*, Verl. Barth, 1932. — FERSMAN, A., *Structure et constitution de la Terre envisagée comme corps cosmique* (en russe), Naoutchnoïé Slovo 1928, nos 6-7, pp. 23-62. — GUTENBERG, B., *Der Aufbau der Erde*, Berlin, 1925, pp. 1-155. — VERNADSKY, W., *Histoire des minéraux de la croûte terrestre* (en russe), Léningrade, 1925, pp. 25-65. — VERNADSKY, W., *Geo-chemie in ausgewählten Kapiteln*, Leipzig, 1930, pp. 1-370. — Travaux de GOLDSCHMIDT, V. M., NIGGLI, P., DALY, R. A. et d'autre auteurs.
2. FREDERICKS, G., *Evolution et révolution dans l'histoire géologique de l'Oural* (en russe), Izvestia Vses. Geol.-Razv. Obied. L, fasc. 75, 1931.
3. DARWIN, G. H., *Les marées et les phénomènes apparentés dans le système solaire* (en russe), Moscou, 1923.
4. WEGENER, A., *Die Entstehung der Kontinente und Ozeane*, Braunschwe., 1929. — WEGENER, A., *idem* (traduction russe), Berlin, 1923. — KREICHGAUER, D., *Die Äquatorfrage in der Geologie*, Steyl, 1925. — KÖPPEN, W., WEGENER, A., *Die Klimate der geologischen Vorzeit*, Berlin, 1924. — LITCHKOW, B. L., *Mouvements des continents et climats dans le passé de la Terre* (en russe), Léningrade, 1931, pp. 92-132. — LITCHKOW, B. L., *Du mécanisme des mouvements horizontaux de l'écorce terrestre* (en russe), « Priroda », 1930, no 1, pp. 57-78. — BORISSIAK, A. A., *Cours de géologie historique* (en russe), M.-L.-Novosibirsk, Gornoneftéizdat, 1934; ainsi que de nombreux autres travaux.
5. VERNADSKY, W. I., *Histoire des minéraux de la croûte terrestre* (en russe), t. II, 1<sup>re</sup> partie, fasc. 1, Léningrade, 1933, p. 37, ainsi que d'autres ouvrages du même auteur.
6. Voir 4.
7. OBRUTSCHEW, W., *Geologie von Sibirien*, Berlin, 1926.
8. OBROUTCHEW, W. A., *Aperçu géologique de la Sibérie* (en russe), Moscou-Léningrade, 1927.
9. ARKHANGELSKY, A. D., *Introduction dans l'étude de la géologie de la Russie d'Europe*, 1<sup>re</sup> partie (en russe), 1923.
10. PANFILIEW, G. I., *Géographie de la Russie*, 1<sup>re</sup> partie (en russe), fasc. 2, Odessa, 1923.
11. BORISSIAK, A. A., *Cours de géologie historique* (en russe), Moscou, 1931.
12. HAWEMANN, Neues Erklärungsmoment zum Mechanismus der Kontinentalverschiebungen, *Die Naturwissenschaften*, 1929.
13. CHOKALSKY, J. M., *Les profondeurs de l'océan et de ses mers* (en russe), 1931.