

UNIVERSITÉ DE STRASBOURG

FACULTÉ DES SCIENCES.

ANNUAIRE

de l'Institut de Physique du Globe

1920

Publié sous la direction de

E. ROTHÉ

Professeur à la Faculté des Sciences.

DEUXIÈME PARTIE :

SISMOLOGIE

STRASBOURG

IMPRIMERIE ALSACIENNE ANCT G. FISCHBACH

1922

INTRODUCTION

Au cours de 1920 aucune modification importante n'a été apportée dans l'organisation du service sismologique décrite dans l'annuaire 1919.

La présente publication contient, après l'introduction et l'indication des coordonnées et caractéristiques de la station un tableau I, catalogue des tremblements de terre inscrits à Strasbourg, établi conformément aux conventions internationales par MM. Labrouste et Mounet; les colonnes successives contiennent les dates, phases, heures, périodes des trains d'ondes M, amplitudes correspondantes, distances de l'épicentre calculées, remarques et particularités.

Une dernière colonne contient l'indication de la région probable de l'épicentre, toutes les fois que la détermination a pu en être faite par Monsieur Labrouste.

Nous sommes heureux d'adresser nos remerciements aux diverses stations qui ont bien voulu nous faire parvenir leurs observations pour l'année 1920, en outre des stations françaises et qui sont par ordre alphabétique.

Alipone	de Bilt	Lemberg	Stonyhurst
Apia	Dyce	Manille	Sydney
Athènes	Florence	Ottawa	Toronto
Barcelone	Helwan	Padoue	Valle di Pompei
Batavia	Ile Maurice	Panama	Washington
Bruxelles	Kodaikanal	Rocca di Papa	Wellington
Cambridge	La Paz	Rome (office central)	Zi-Ka-Wei
Coimbra	Le Cap	San Fernando	Zurich

Lorsqu'on indique « signalé seulement par Strasbourg » on entend par là que seule parmi les *stations étrangères signalées ci-dessus* et les stations françaises, celle de Strasbourg a enregistré le séisme considéré.

Un tableau II contient des renseignements sur l'agitation microsismique. Nous avons adopté les conventions de l'observatoire de Bruxelles: nous indiquons en microns l'amplitude des plus grandes ondes constatées dans l'intervalle de 15 minutes avant, 15 minutes après l'heure, aux heures 0, 6, 12, 18 sur les composantes NS et EW. Ce tableau a été établi d'après les inscriptions de l'appareil Wiechert par une auxiliaire, M^{lle} Kühnast.

La troisième partie est consacrée aux tremblements de terre qui ont été ressentis en France et aux Colonies; deux notes spéciales, la première de M. Mengel, Directeur de l'Observatoire de Perpignan sur les tremblements de terre de Novembre 1920 dans les Pyrénées, la deuxième de M. Mounet, assistant, sur le tremblement de terre du 7 septembre dans le sud-est de la France (Épicentre Italie) terminent cet exposé.

Le tableau IV qui suit contient quelques renseignements macrosismiques qui nous ont été adressés par nos divers correspondants, en particulier Messieurs les consuls de France, par l'intermédiaire du Ministère des affaires étrangères. Nous avons cru bon de publier ces divers renseignements dont la plupart ne figurent pas dans les bulletins des observatoires; nous y avons à dessein conservé l'heure indiquée par le correspondant.

Grâce à l'extrême obligeance des savants de l'Observatoire de Zi-ka-wei et en particulier de R. P. E. Gherzi S. J, à qui nous adressons l'expression de notre gratitude, grâce aussi aux diverses missions et aux consuls de Chine et du Thibet., nous avons reçu sur le terrible tremblement du 16 Décembre quelques renseignements inédits qui sont l'objet d'une

note spéciale, accompagnée de photographies aimablement mises à notre disposition. Ce séisme est d'ailleurs étudié en détail par un de nos collaborateurs et fera l'objet d'une publication ultérieure.

Enfin nous avons reproduit en annexe une notice relative à l'envoi des radiosismogrammes de la Tour Eiffel et du Poste Lafayette, intitulés « sismo Strasbourg » et à l'échange de télégrammes avec divers observatoires qui nous en ont fait la demande. Nous tenons à faire connaître le plus tôt possible à nos lecteurs cette organisation nouvelle.

E. ROTHE.

STATION SISMOLOGIQUE DE STRASBOURG (Jardins de l'Université)

Coordonnées géographiques : $\lambda = 7^{\circ} 45' 57'' E$
 $\varphi = 48^{\circ} 35' 5'' N$

Sous-sol : gravier

Appareils : sismographes Wiechert { Horizontal 1000 kgs
Vertical 1200 kgs

Mainka 450 kgs

Galitzine deux horizontaux
un vertical

I. Tremblements de terre inscrits.

Date	Phase	Heure h. m. s.	T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épicertrale probable	
				A _N	A _E	A _Z				
4 Janv.	e P e S ph. princ.	4 34 50 4 45 27 de 5 12 à 5 27					9530 Km	Composante verticale Composante EW id. Fin perdue dans le mouve- ment microsismique.	Vera-Cruz (Mexique) d'après La Paz	
9 "	e ph. princ. F	vers 12 ^h 00 de 12 07 à 12 11 12 16						Vertical perturbé par le mouvement microsismique		
12 "	M F	14 41 14 46						Traces, Composante EW	Sud du Japon (?)	
13 "	e (P) M F	vers 23 19 de 0 19 à 0 23						Composante verticale faible mouvement Perdu dans le mouvement microsismique	Océan Pacifique	
14 "	e ph. princ. F	4 25 30 de 4 32 à 4 35 vers 4 46						Composante verticale Fort mouvement microsismique	Signalé par Strasbourg seul- ment — rapproché	
17 "	e F	3 13 3 14						Composante vertic. (traces) id.	Affaissement du sol à Hornu Boussu, près Mons, Indiqué par Bruxelles	
22 "	e F	19 06 40 19 13 01						Composante verticale id.	Rapproché	
24 "	e F	15 23 (43) 15 46 (28)						Composante verticale id.	Rapproché	
30 "	e P M F	18 (38) 19 11 19 17						Composante verticale Composante EW traces	Colombie (La Paz indique Minas Geraes)	
2 Févr.	e P S e S R ₁ e L M ₁ M ₂ M ₃ M ₄ M ₅ M ₆ M ₇ F	11 41 19 11 53 17 11 55 32 12 00 47 12 20 12 38 13 12 38 49 12 39 59 12 44 53 12 45 14 12 48 28 12 49 37 14						Composante verticale Composante NS id. id.	Est de la Nouvelle Guinée	
7 "	e S e L M F	11 (56) 12 00 54 12 03 (48) 12 05 06 12 50					53 22 19 20 20 20 19 19	+437 -203 +297 -179 -351 -100 +100	Composante EW	Océan Atlantique (Sud du Groenland)
7 "	e L F	15 55 16 03					14	-14 +13	Traces noyées dans le mou- vement microsismique	Océan Pacifique (?)
10 "	e P i S e L M ₁ M ₂ M ₃ M ₄ F	22 17 54 22 27 00 22 38 22 44 51 22 49 29 22 51 25 22 52 20 23 55							Forte agitation microsismiq. Composante EW	Ressenti à Porto-Rico (d'après De Bilt)
20 "	e e L F	vers 0 08 0 16 0 (30)							Composante NS	

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épiscopale probable
		h.	m.	s		A _N	A _E	A _Z			
20 Févr.	P	11	50	27	11 10	-24	+29	3080 km	Composante verticale Composante NS Composante EW	Sud du Caucase	
	i	11	52	30							
	S	11	55	16							
	eL	11	57								
	M ₁	12	03	24							
22 "	M ₂	12	03	23							
	F	12	35								
	e(P)	17	47	08					Composante verticale	Sud des îles Kouriles (?)	
25 "	S	17	56	31					Important surtout sur la composante NS		
	e	17	59	05					Composante EW		
	F	18	47						Phase principale peu marquée		
25 "	e(P)	17	59	(36)					Composante verticale	Bône, Cap Rosa, La Calle	
	e	18	02	26					phases peu nettes	(Alger, d'après le service météorologique)	
	eL	18	03								
25 "	F	18	20								
	e	23	37	(05)					Composante verticale	Ressenti Volo	
	phase princ. de	23	41	39						d'après Athènes	
27 "	à	23	47								
	F	23	50								
	eP	4	00	(18)	19 16	+14	+8		Composante verticale		
	eL	4	17								
	M ₁	4	21	46							
M ₂	4	24	50								
F	4	49									
28 "	eP	15	58	01					Composante EW		
	traces	16	30								
	eP	18	54	18	22		+16		Composante verticale	Amérique centrale (?)	
M	19	32	38								
F	19	49									
28 "	e	19 ^b	51	(05)					Composante verticale	Signalé comme à 470 km	
	F	19	52						Interruption de la minute	de La Paz	
8 Mars	e	19	52						Composante vertic. et EW	séisme rapproché	
	eP	15	16	04					Compos. vertic faible séisme	Ressenti en Toscane:	
	eS	15	17	04						Florence, Sienna, Arezzo	
15 "	F	15	21							V-III°	
	e(P)	12	24	57					Composante verticale	Région des îles Fidji (?)	
	eS	12	37	2(5)					Composante NS Interrup- tion de la minute		
20 "	ph. pale de	13	28								
	à	13	39								
	F	13	45								
20 "	e	18	30						Comp. EW trèsfaibletraces		
	F	18	35								
20 "	e(P)	18	50	41	8 22 21 17 18 16 18 15 15 16 18				Composante verticale	Sud de l'île de Paques	
	e(P)	18	51	08							
	e(P)	18	53	17							
	train d'ondes										
	régul. de	18	55								
	à	19	01								
	eL	19	35								
	M ₁	19	38	38							
	M ₂	19	44	23							
	M ₃	19	48	50							
	M ₄	19	52	0(9)							
M ₅	19	53	26								
M ₆	19	55	2(0)								
M ₇	20	00	09								
M ₈	20	01	01								
M ₉	20	03	21								
M ₁₀	20	21	09								
M ₁₁	20	26	47								
F	21	01									
22 "	e(P)	20	21	08					Composante EW		
	eL	21	14						Composante EW		
	ph. princ. de	21	24								
	à	21	46								
22 "	F	22	03						Interruption de la minute		
									id.		
22 "	e(P)	20	21	08					Composante verticale		
	eL	21	14						Composante NS		
	ph. princ. de	21	24						Composante NS		
22 "	à	21	46								
	F	22	03								

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épicroentrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
2 Mai	e L M ₁ F	15	22		12-10,5	- 8	+14			Composante EW	
5 "	P eS L M F	14	43	22	6-7	74	42			Composante verticale Composante NS id.	Haut Frioul Ressenti à Venzone (VII-VIII)
7 "	eP eL M ₁ M ₂ M ₃ M ₄ M ₅ M ₆ M ₇ M ₈ F	5	55	(19)	23 19 16-21 15 17 18 17 19	-34 -8 -16 -14 -15	-26 +45 -21 +16			Composante verticale	Butuan (Mindanao) Ressenti à Tarouna, Iles Sanghi, Menado, (d'après Batavia)
7 "	eP eL M ₁ M ₂ M ₃ M ₄ M ₅ M ₆ M ₇ M ₈ M ₉ F	21	50	32	17 21,5 19 17 15 17 17-21 17 18	-19 -32 +33 +27 -33 +17 -19	+22 -03 +24				Iles Salomon ?
10 "	e PR ₁ (?) eS eL M ₁ M ₂ M ₃ F	19	08	(54)	17 20,5 15,5	+5	+9 +5			Compos. V début très faible Composante NS Composante EW	Ressenti dans les Moluques et à l'ouest de la Nouvelle- Guinée (d'après Batavia), ressenti à Darwin, N de l'Australie d'après Sydney).
12 "	eP eS ph. pr ^{le} F	22	05	38				9000 km (?)		Composante V Composante EW Composante EW	
13 "	e P R ₁ e(S) eL M ₁ M ₂ M ₃ M ₄ M ₅ M ₆ M ₇ M ₈ M ₉ F	2	08	59	22 24 20 21,5 21 20-18 15,5 16 16	-26 -38 -58 -32 -11	-43 +35 -66 +9 +9			Composante V Composante EW Composante EW	Nouvelle Guinée
13 "	e(P) F	4	42	28						Composante NS	
14 "	eP e(S) eL ph. pr ^{le} F	18	02	46						Composante V Composante EW id.	
20 "	faibles traces	de 5	35							Composante NS quelques longues ondes	

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épiscoptrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
20 Mai (suite)	faibles traces	de	5	39						Composante EW Composante V id. Composante EW Composante NS ondes régulières sur EW Composante EW Comp. NS. faible amplitude Composante V Les deux séismes du 29 et du 30 mai ont des inscriptions presque superposables (voir la photographie 9) Composante EW Composante EW Composante EW Composante NS Composante verticale Composante EW La plume est sortie de la bande La plume est sortie de la bande La plume est sortie de la bande	Nouvelles Hébrides
		à	5	40							
	eP	7	45	20							
	PR ₁	7	48	23							
	eL	8	(40)								
	M ₁	8	46	33	22		+17				
	M ₂	8	50	38,5	20		+10				
M ₃	8	50	43	19	-8						
F	9	46									
25 "	e	11	52	21							
	e F	12 04 12 11			7-8						
26 "	P	12	41	37						Est des îles Fidji (?)	
	ph. princ.	de	13	40							
	F	à	13 59 14 42								
27 "	(e P)	6	05	41							
	F	7	03								
29 "	eP	19	14	(26)						Dalmatie, d'après Zurich	
	e	19	16	32							
	F	19	30								
30 "	eP	10 ^h	12 ^m	54 ^s						id.	
	e	10	15	02							
	F	10	30								
2 Juin	e L	22	43							Composante EW Composante EW Composante EW	
	M ₁	22	48	37	20,5	-4					
	M ₂	22	55	01	15		+4				
	F	23	14								
3 "	e L	0	45							Composante EW	
	F	1	03								
4 "	P	4	47	30						Composante NS	
	e	4	51	36							
	F	4	54								
5 "	i P	4	34	16		très faible	+ 9	+1,5	9300	Région de Formose	
	S	4	44	40							
	L	5	(02)								
	M ₁	5	08	23	30	-241	+287				
	M ₂	5	08	39	30	+198	-734				
	M ₃	5	09	43	22-20,5	-441	+592				
	M ₄	5	09	54	22		>696				
	M ₅	5	10	03	22			+14			
	M ₆	5	10	05	22		+662				
	M ₇	5	10	16	22		-557				
	M ₈	5	10	27	21		+662				
	M ₉	5	10	39	19,4-21	+596	>696				
	M ₁₀	5	10	48	19		+820				
	M ₁₁	5	10	50	19,4	-683					
	M ₁₂	5	10	59	19,4	+500					
	M ₁₃	5	11	40	17	+378					
	M ₁₄	5	11	49	17	-429					
	M ₁₅	5	11	57	17	+526					
	M ₁₆	5	12	06	17	-458					
	M ₁₇	5	13	19	18,3	-397					
	M ₁₈	5	13	46	21,3			-16			
	M ₁₉	5	14	32	19		+472				
	M ₂₀	5	16	12	15		+257				
	M ₂₁	5	16	20	15		-260				
	M ₂₂	5	17	0(6)	18	-369					
	M ₂₃	5	18	17	13		>-221				
	M ₂₄	5	18	24	13		+174				
	M ₂₅	5	18	25	13,5			+24			
	M ₂₆	5	19	27	15,3			-29			
	M ₂₇	5	19	32	16	-320					
M ₂₈	5	21	16	17		+372					
M ₂₉	5	22	21	16	-155						
M ₃₀	5	24	27	16	-177						

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épiscoptrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
5 Juin (suite)	M ₃₁	5	26	29	17 14-16 14	-97	-260	-17			
	M ₃₂	5	26	33							
	M ₃₃	5	33	12							
	F	vers 7									
5 "	e L	17	29		13	très faible	+4			Ressenti à Menado (Célèbes) d'après Batavia	
	M	17	37	43							
	F	17	46								
5 "	e L	21	20		14	très faible	-8				
	M	21	29	18							
	F	21	38								
6 "	trac. (?)	20	16							Composante NS.	
7 "	traces	22	57							Composante EW.	
	F	23	03								
8 "	e P	16	14	14						Composante V	
	F	16	22							Toscane (V°) d'après Valle di Pompei	
8 "	e	17	44	59						Composante V	
	e	17	44	44						Composante NS.	
	e	17	44	46						Composante EW.	
8 "	e P	18	31	03						Composante V	
	e P	18	32	(03)						Composante NS.	
	e P	18	32	(16)						Composante EW.	
	F vers	18	37							Toscane, d'après Valle di Pompei	
9 "	e	11	49	(48)						Composante EW	
	e S	11	59	51						Le début de ce séisme manque sur la composante verticale par suite du changement de la bande	
	e L	12	28		25 17 17	+1	-1	+1		Ressenti dans les îles Amboina et Ceram (Moluques) d'après Batavia et Sydney	
	M ₁	12	33	35							
	M ₂	12	40	33,5							
	M ₃	12	40	54							
F	13	10									
10 "	e	3	16							Composante EW.	
	e L	3	25							Composante EW	
	ph. ple	3	32							Composante EW.	
	F	3	38							Philippines (?)	
10 "	e L	18	34								
	F	19									
12 "	e L	1	28	39						Composante EW traces seulement sur la compos. NS	
	F	1	33							Mer Ionienne (?)	
14 "	e	13	17							Composante NS et EW.	
	ph. ple	da 13	33								
		à 13	46								
	F	13	56								
15 "	e P	14	04	36						Composante V	
	e	14	05	05						Composante NS	
	e S	14	05	37						Composante EW	
	e L	14	06	02						Composante NS.	
	F vers	14	09							Composante NS	
16 "	e L	17	43							Composante EW (traces)	
	F	17	45								
20 "	P	12	17	04						Composante V	
	e S	12	18	47						Italie	
	F	12	31								
24 "	e P	5	53	32						Compos. V faible mouvement	
	e	6	03	11						Composante EW	
	train d'ondes assez régulières	de 6	06	38	8-11						
		à 6	08								
		à 6	18								
F											

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épicentrale probable
		h.	m.	s.		A_N	A_E	A_Z			
25 Juin	quelques faibles ondes	de 10	45							Composante EW	
		à 10	40							Composante EW id. id.	
25 "	e P	18	27	20							
	e	18	31								
	e L	18	(36)								
	F	18	47								
25 "	e ₁	21	21	25						NS. séisme rapproché	
	e ₂	21	22	07						Composante NS.	
	F vers	21	29								
26 "	e	7	41	44						Composante EW.	
	M	de 8	05							Faible amplitude	
	F	à 8	06								
		8	13								
1 ^{er} Juillet	e L	17	18							Faibles traces	
	F	17	20								
2 "	traces	6	39							Composante V	
	F	6	47								
2 "	P	9	02	54						Composante V	
	e P	9	02	55						Composante NS	
	e P	9	02	57						Composante EW	
	F	9	10								
2 "	e	18	59	(16)						Composante V (interr. de	Pacifique
	P R ₁	19	02	39						la minute)	
	e L	19	44							Faible amplitude	
	M	19	50								
	M ₁	20	01	44	21	+3,4	+7,5				
	F	20	41								
2 "	e P	20	(27)								
	F	20	31								
2 "	e	21	55	21						Composante V	Ressenti à l'île Amboina,
	P R ₁	21	58	46							(Moluques) d'après Batavia
	e S	22	06	(11)						Composante EW (interr. de	
	e L	22	(31)							la minute)	
	M	22	44								
	M ₁	22	49	31	19		+9			Composante EW	
	F	23	06								
3 "	e P	16	47	34				9470		Comp. V faible mouvement	
	e S	16	58	12						Composante EW	
	e L	17	21								
	F	17	58								
4 "	e P	0	21	07				5900		Composante V	Océan Atlantique, ouest du
	S	0	28	39						Composante EW	Golfe de Guinée
	e L	0	(31)								
	M	0	41	05	14	très faible	+5				
	F	1	18								
4 "	traces	vers 9	40								
4 "	e P	12	22	30						Composante EW	
	e	12	29	22						Composante EW	
	F	12	40								
4 "	e P	20	50	12						Composante EW	
	e (S)	20	53	42							
	M	de 20	57							Faible amplitude	
	F	à 21									
		21	10								
6 "	e P	3	20	35						Composante V	Océanie
	e (S)	3	35							Composante EW	
	qq. M	4	10							Comp. EW très faible am-	
	F	4	20							plitude	
7 "	e P	18	52	27				7600		Composante V	
	S	19	01	26						Composante EW	

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épicroentrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
7 Juillet (suite)	S M ₁ M ₂ F	19	01	30	14	très faible	3		Composante NS		
		19	20	20							
		19	25	25							
		19	52								
7 "	qq. M F	21	12						Traces sur la compos. EW		
10 "	qq. M F	16	32						Traces sur la compos. EW		
11 "	P e S M	1	42	43					Composante NS Composante EW Composante NS		
		1	52	39							
		de 2	14								
		à 2	15								
11 "	e M F	9	00						Comp. EW mouvement peut-être non sismique		
		de 9	23								
		à 9	25								
		9	27								
11 "	e e S e (L) F	vers 17	30						Composante NS Comp. EW interr. de la minute Composante NS		
		17	33	(12)							
		17	33	35							
		17	42								
13 "	M	de 14	10						Ondes peut-être non sismiques		
		à 14	13								
16 "	M	de 17	56						Ondes visibles surtout sur la composante EW	Amérique	
		à 18	05						id.		
	M	de 18	10								
		à 18	11								
18 "	M	de 23	20						Comp. NS faible amplitude		
		à 23	25								
20 "	e	0	41	(20)					Très faible sur la comp. V	Pacifique	
20 "	e P e e F	4	03	03					Composante V Composante NS Composante EW		
		4	05	58							
		4	05	59							
		4	12								
20 "	trac. de long. F	6	03						Composante EW Composante NS	Amérique du Sud	
		6	12								
21 "	P S ph. princ. F	14	33	48				2280	Composante V Composante NS	Signalé comme à 470 km d'Athènes	
		14	37	35							
		de 14	40								
		à 14	45								
		15									
24 "	e F	12	40						Composante EW. Probablement non sismique		
		13	02								
26 "	e (S) e L F	5	38							Amérique du Sud	
		5	(47)								
		6	06								
30 "	P (S) (L) F	20	08	13					Composante V		
		20	09	36							
		20	09	52							
		20	14								
3 Août	e P (R ₂) e S e S e L F	3	19	59					Comp. V faible mouvement Composante EW Composante NS Composante NS	Moluques-Célèbes	
		3	26	29							
		3	30	30							
		3	30	44							
		2	52								
		4	29								
3 "	e S e L M ₁ M ₂ M ₃	20	(14)						Composante NS Composante EW	Amérique du Sud	
		20	22	01							
		20	45								
		20	51	13	22,5				+26		
		20	51	55	21	-21					
		20	56	09	19,5				+47		

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épiscoptrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
3 Août suite)	M ₄	20	59	34	17		-17				
	M ₅	21	00	52	16	-30					
	M ₆	21	02	48	16		+25				
	M ₇	21	09	57	16		+21				
	M ₈	21	12	53	15	+6					
	M ₉	21	15	39	15		+8				
	M ₁₀	21	25	35	16		+5				
	F	22	24								
5 "	e L	19	50						Composante EW		
	F	20	09								
10 "	e P	21	08	34					Composante V très faible mouvement	Signalé par Strasb. seulement	
	F	21	12								
10 "	e F	22	02	47					Composante V		
	F	22	12								
12 "	e	6	29						Comp. V faibles traces		
13 "	e P	2	16	24					Comp. V. Mouvt très faible	Pérou Bolivie	
	e S	2	26	46					Composante EW		
	F	2	55						Absence de longues ondes		
15 "	e	7	10	(32)					Comp. V très faible mouvt		
	e L	7	37						Composante NS très faible amplitude		
	F	7	56								
15 "	P	8	35	41					Composante V	Nord des îles Fidji	
	P R ₁	8	38	45					Composante V et NS		
	e L	9	23						Composante EW		
	M	9	38								
	F	10	32								
16 "	e P	14	46	00					Composante V	Janina (Épire)	
	ph. princ.	de 14	50								
		à 14	54								
	F	15	01						Composante NS		
17 "	e	2	56	(56)					Composante V traces		
20 "	i	14	09	27					Composante V		
	F	14	15								
20 "	e P	vers 16	34					13000 (d'après S et L)	Composante EW	Ressenti au Chili depuis Osorno jusqu'à Ancud	
	e S	16	44	37					Composante EW	Epicentre 38° S, 73.5 W	
	L	17	07	25					Composante NS	(d'après La Paz)	
	M ₁	17	20	09	21	+35	+26		Ondes très régulières		
	M ₂	17	22	13	20	-33	-47		id		
	F	19	12								
21 "	e P	21	33	(48)					Comp. V très faible mouvt		
	e L	21	28	39					Composante NS		
	M	21	33						Ondes régulières NS		
	F	21	50								
25 "	e L	22	55						Comp. NS faible amplitude		
	M	22	57								
	F	23	12								
26 "	i P	23	12	05				8800	Composante V	Îles Aléoutiennes	
	i S	23	22	07					Composante EW		
	e L	23	38						id.		
	F	0	31						Composante NS		
29 "	P	11	09	13					Composante V. Très faible mouvement		
	F	11	14								
1 Sept.	e F	10	42						Faible mouvement		
	F	10	50								
1 "	e P	21	33	08					Très faible mouvement	Rapproché	
	F	21	35								
3 "	i P	3	45	(00)					Comp. V. Int. de la min.	Rapproché	
	F	3	50								

Date	Phase	Heures			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épiscoptrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
3 Sept.	e L F	vers 19 20	53 06								Bantam et Preanger (Java) (d'après Batavia)
4 "	e P e S e L	14 14	26 42	12				16000 ?	Composante NS Composante V Composante NS	Région des îles Mangareva ?	
	M ₁ M ₂	15 15	00 05	28 12	28 22	-15 -17					
4 "	M ₃ M ₄ M ₅ M ₆ M ₇ F	15 15 15 15 15 16	06 08 11 15 16 03	54 36 53 29 25	18 20-15 18 13 15	+17 -35 +9 -12	+14 +8				
6 "	i P (P) S L M ₁ M ₂ F	14 14 14 14 14 14	06 07 07 07 08 08 34	39 03 30 54 27 40	5-6 5-6	-113 -75	+58 +93		Composante V id. Composante EW	Tremblement de terre pré- monitoire: Lunigiana Gar- fagnana, Apennin septen- trional et Alpes Apuanes	
6 "	e? F	19 19	43 45						Faible trace		
6 "	e? F	23 23	29 31						Trace		
7 "	e L F	00 00	03 19						Composante NS-faible		
7 "	i P S M F	5 5 6 6	56 57 00 50	58 51 36	5		+327			Tremblement de terre désastreux: Lunigiana, Garfagnana, Apennin septentrional et Alpes Apuanes Les plumes ont été projetées hors de la bande, excepté celle de l'appareil Mainka 450 kg	
7 "	e (P) e S e L M F	8 8 8 8 8	12 13 13 13 21	12 03 23 53	5	-12	-18		Comp V faible mouvement Composante NS	Réplique du précédent	
7 "	e F	8 8	30 34						Traces		
7 "	e (P)	10	16	13					Comp. V faible amplitude	Réplique du tremblement de l'Apennin et des Alpes Apuanes	
7 "	e (P) F	11 11	28,5 32						Comp. V faible amplitude	id.	
7 "	e (P) e L F	13 13 13	33,7 34 41	48					Comp. V faible amplitude	id.	
7 "	e (P) F	18 18	44 49	00					Comp. V faible amplitude	id.	
8 "	e (P) F	1 1	20 26	07					Comp V faible amplitude	id.	
8 "	i P e (S) e L F	2 2 2	05 17 49	30 48					Comp. EW faible Composante NS Faible amplitude	Pacifique ?	
8 "	e (P) e (S) e L F	9 9 9 9	42 43 43 51	36 28 49					Comp. V faible Composante NS Composante NS	Réplique du tremblement de l'Apennin et des Alpes Apuanes	
8 "	e F	17 17	54 56						Trace		

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épicentrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
8 Sept.	e (P) e L F	18	45	36 45 50						Comp. V faible amplitude	Réplique du tremblement de terre de l'Apennin et des Alpes Apuanes
9 "	traces	9	26								
9 "	P P R ₁ M ₁ M ₂ M ₃ M ₄ M ₅ M ₆ M ₇ M ₈ M ₉ M ₁₀ F	19	15	42 40 35 17 53 00 53 25 16 54 01 54 05						Composante V	
					34	-16					
					24	+18					
					28		+17				
					26	-18					
					26	-19					
					23,5		+19				
					21	-18					
					18	-11					
					19		+16				
					18	-11					
11 "	e F	2	21	38 24						Composante NS très faible mouvement	Réplique du tremblement de terre de l'Apennin et des Alpes Apuanes
11 "	e (P) e S e L F	3	51	47 38 38 57						Comp. V faible mouvement Composante EW Composante NS	id.
11 "	e (L)	14	34	52						Comp. NS faible mouvement	id.
12 "	e P e S F	16	32	32 30 40						Comp. V faible mouvement Composante NS	id.
14 "	e (P) S e L M F	2	12	34 21 48 10 30	6	+28	+39			Composante EW	
16 "	e (P) F	4	18	09 27						Composante V très faible mouvement	Réplique du tremblement de terre de l'Apennin
16 "	e L F	15	53	09						Très faible amplitude	
16 "	e (P) F	18	30	27 35							Réplique du tremblement de terre de l'Apennin
20 "	i P S e L M ₁ M ₂ F après	14	58	43 18 45,5 55 34 21	27-28 21	-180 -113	-116 +308			Composante EW id. Plusieurs groupes d'ondes très régulières	Sud des Nouvelles-Hébrides
20 "	P vers F	17	48	55						Faible mouvement superposé au précédent	
20 "	e L F	21	10	16						Comp. EW faible amplitude	
21 "	e P ph. princ. F	0	02	56 06 26						Composante V	
21 "	e (P) vers F	2	54	20						Interr. de le minute	Région des Nouvelles-Hébrides, îles Fidji?
21 "	i P S e L M ₁ M ₂ F	17	54	32,5 46 24 37 55 32				9000			
					14,5	-15	+7				
					14,5	-7					

Date	Phase	Heure			T	Amplitudes			Δ	Remarques	Région épicroentrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
23 Sept.	i P	5	44	46	24 21,5 14	+16 -9			8500		
	e S	5	54	33							
	e L	6	12								
	M ₁	6	18	25							
	M ₂	6	20	44							
	M ₃	6	26	00							
F	7	07		+6							
23 "	e vers	20	07	06	18 18 14	-14 -19				Faible trace. Comp. V	
	e L	20	23								
	M ₁	20	25	41							
	M ₂	20	26	00							
	M ₃	20	33	26							
	F	20	55								
24 "	e P	22	07	48	25 22,5				9450	Composante NS Composante NS	Ressenti à Pénonome (Panama)
	e S	22	18	21							
	e L	22	31								
	M ₁	22	38								
	M ₂	22	39								
	F	23	07								
27 "	e L	6	11							Faible amplitude, plus marquée sur EW	
	ph. princ.	de 6	21								
	F	à 6	25								
28 "	i P	15	21	(53)	10,5 10,5	+10			2010	Comp. V Inter. de la min. Composante NS	Ressenti à l'île Chio
	e S	15	25	17							
	e L	15	27								
	M ₁	15	28	58							
	M ₂	15	29	23							
	F	15	45								
1 Oct.	e	19	13,5							Composante EW id.	
	e L	19	41								
	F	20	04								
7 "	e (P)	21	07	30	15 24				11700?	Comp. V faible amplitude Composante EW	Pérou-Bolivie
	i S	21	19	40							
	e L	21	32								
	M	21	45	26							
	F	23	00								
8 "	i P	17	03	20	21 21	faible			9100	Composante V	Amérique Centrale
	S	17	13	37							
	L	17	29								
	M ₁	17	36	05							
	M ₂	17	37	33							
	F	17	56								
12 "	P	7	04	11						Composante V Inscription faible	
	ph. princ.	de 7	24								
	F vers	à 7	27								
12 "	quelques ondes	de 9	20		12-15					Composante EW	
		à 9	22								
13 "	e P	23	15	45						Comp. V faible séisme Composante EW Faible amplitude	Ressenti à Argostoli (Cephalonie) D'après Athènes
	e S	23	18	15							
	ph. princ.	de 23	22								
	F	à 23	27								
15 "	e L	15	19		20					Composante NS Composante EW	
	F	15	38								
16 "	P	11	42	05	11	-3			2700	Composante V Composante NS id.	
	S	11	46	29							
	L	11	50	08							
	M ₁	11	51	01							
	train d'ondes régul.	de 11	52								
	F	à 11	53								
	12	37		11,25 3							

Date	Phase	Heure			T	Amplitude			Δ	Remarques	Région épicrocentrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
18 Oct.	i P	8	23	46						Iles Kouriles	
	i P	8	23	48					Composante NS		
	i S	8	33	42					Composante EW		
	i S	8	33	44					Composante EW		
	L	8	52						Composante NS		
	M ₁	8	57	32	15						
M ₂	8	57	43	24	-86		-40				
F	10	17							Composante NS		
20 "	e (P)	10	15	02						Pacifique	
	e L	10	47						Composante V		
	M ₁	10	54	51	16,5				Composante EW		
	M ₂	10	58	27	12-13	-17		+20			
	M ₃	10	59	21	14,5	-36		+36			
	M ₄	11	04	01	14,5			+14			
	M ₅	11	07	28	14,5			+12			
F	11	07	40	14,5	+13						
20 "	e L	20	02								
	ph. princ.	de 20	11						Composante EW		
	F	à 20	14								
21 "	e P	19	00	51						Destructeur près de Janina (Epire), d'après Athènes	
	e S	19	03	37					Composante V		
	e S	19	03	46					Composante NS		
	e L	19	04	21					Composante EW		
	M	19	07	02	10	-16		-18			
	F	19	20						id.		
22 "	e	11	09	40							
	F vers	11	19						Comp. V très faible trace		
22 "	e (P)?	12	22	25						Bolivie	
	e S	12	33	55					Composante V		
	e L	12	51						Composante EW		
	M ₁	13	13		16,3	8					
	M ₂	13	14		16,3			10			
	F vers	13	23						Ondes très régulières id.		
22 "	P	21	36	13							
	F	21	39						Tremblement de terre rapproché et faible		
24 "	e P	1	57	(51)							
	e P	1	58	08					Composante V et NS		
	e L	2	21						Composante EW		
	F vers	2	24						Faible ampl. Comp. EW		
26 "	e	0	06	08							
	e L	0	12						Composante V		
	F	0	18						Composante NS		
28 "	e P	7	35	(59)						8900	
	S	7	46	06					Comp. V très faible ampl.		
	ph. princ.	de 8	12						Composante NS		
28 "	F	à 8	20								
	F	8	59								
28 "	e	12	08								
	F	12	(22)						très faible trace		
28 "	e P	13	04	(17)						Destructeur à Vallenar (Chili) d'après La Paz	
	S	13	40						Comp. V très faible ampl.		
	e L	13	46		26	10		16			
	M ₁	13	46						Ondes très régulières surtout sur la comp. EW		
	M ₂ de	13	55						Ondes assez régulières		
	F a	13	59		14,5			5			
3 Nov.	e L	16	32							Ressenti à l'île Sulu et ouest de Mindanao, d'après Manille	
	F	17							Comp. EW-faible ampl.		
8 "	L	18	25	04						Ressenti à Athènes, Chalkis, Thèbes, Le Pirée et Egine, d'après Athènes	
	F	18	44						Comp. NS-faible ampl.		

Date	Phase	Heure			T	Amplitude			Δ	Remarques	Région épicentrale probable
		h.	m.	s.		A _N	N _E	A _Z			
12 Nov.	e P	5	51	45	15 16,6 10 10 11 11	7	+22	6370	Composante EW-NS	Océan Atlantique	
	i S	5	59	41							
	e L	6	10	58							
	M ₁	6	11								
	M ₂	6	12	47							
	M ₃	6	14	36							
	M ₄	6	15	29							
M ₅	6	17	10	10	-7	+8					
M ₆	6	17	19	11	+7	-10					
F	7	15						Composante EW			
15 "	P	9	25	04				2040	Composante V	Région de la terre de Banks	
	S	9	28	31							
	ph. prin.	de 9	31								
F	à 9	32						Composante V			
16 "	P	8	40	31				6270	Composante V	Région de la terre de Banks	
	e S	8	48	22,5							
	ph. princ.	de 9	02								
F	à 9	14						Composante NS			
25 "	e	8	45	30	10 11	+7	+8		Composante V	Ressenti à Corfou, d'après Athènes	
	M ₁	8	47	42							
	M ₂	8	47	46							
	F	8	56								
25 "	P	8	53	(05)	7-13	+73	-103	2300	Composante V	Destructif à Tepelenion	
	S	8	57	53							
	M	9	00	01							
	F	9	50								
26 "	e	11	43	07					Composante NS	Ressenti à Chio et à Mytilène, d'après Athènes	
	F	11	51								
27 "	e P	16	30	37					Composante V-traces	Ressenti à Chio et à Mytilène, d'après Athènes	
	e	16	37	30							
	F	16	44								
29 "	e P	8	14	(07)					Comp V forte agit. micros.	Ressenti à Corfou et à Janina, d'après Athènes	
	e(S)	8	22	18							
	ph. pr ^{le}	de 8	23								
	F	à 8	28								
29 "	e P	15	50	57	7,5 8	-21	+24	2300	Composante V	Ressenti à Corfou et à Janina, d'après Athènes	
	S	15	54	49							
	e L	15	56	19							
	M ₁	15	57	15,5							
	M ₂	15	57	18							
	F	16	12								
3 Déc.	e	9	32	(49)					Composante V	Rapproché	
	e ₁	9	33	14							
	e ₂	9	33	22							
	F	9	37								
4 "	e L	6	32		13	-2	+10		Composante EW	Ressenti au Cap-de-Bonne-Espérance, d'après Le Cap	
	M	6	42	25,4							
	F	6	52								
5 "	e P	10	10	32	14,4 14,4 14,4 12 12	+5 +9	+13 -14 +14 +24 +19		Composante V	Ressenti au Cap-de-Bonne-Espérance, d'après Le Cap	
	S	10	18	11							
	e L	10	26								
	M ₁	10	31	14							
	M ₂	10	31	20,6							
	M ₃	10	31	28,6							
	M ₄	10	34	15							
	M ₅	10	39	11,5							
F	11	14									
6 "	e L	2	21						Composante V	Ressenti au Cap-de-Bonne-Espérance, d'après Le Cap	
	ph pr ^{le}	de 2	23								
	F	à 2	26								
		2	28						très peu marquée sur NS		

Date	Phase	Heure			T	Amplitude			△	Remarques	Région éplicentrale probable
		h.	m.	s.		A _N	A _E	A _Z			
8 Déc.	e	3	59	07						Composante V Composante NS	315 km d'Athènes, d'après Athènes
	e L	4	02								
	M ₁	4	02	26	II	-6					
	M ₂	4	05	10,6	9		+8				
	M ₃	4	05	18	9		-8				
	F	4	11								
10 "	e	4	44	(47)						Compos. V — faible trace interr. de la min.	Destructeur à Villarica (Chili), d'après La Paz
	e ₁	4	54	(00)							
	L	5	17	26,4						Composante NS. Composante EW	
	L	5	17	34							
	M ₁	5	23	12	25		+37				
	M ₂	5	23	36,5	25		+30				
	M ₃	5	24	05,5	25	+26	+18				
	M ₄	5	24	13	25	-29					
	M ₅	5	24	31,4	25		+30				
	M ₆	5	28	05,7	18,75		+29				
	M ₇	5	28	15	18,75		+32				
	M ₈	5	28	24,5	18,75		-32				
	M ₉	5	28	33	18,75		+29				
	M ₁₀	5	30	18	18		+50				
	M ₁₁	5	37	32,4	18	+23	+40				
	F	6	57								
10 "	e	18	41	37						faible mouvement	Ressenti à Pyrgos et Zante, d'après Athènes
	ph. prle	de 18	44								
		à 18	47								
11 "	e P	21	35	07						Comp. V — faible amplit. Composante EW	
	e L	22	07								
	ph. prle	de 22	13								
		à 22	18								
	F	22	23								
12 "	e P	3	11	13						Comp. V faible mouvement	Rapproché
	F	3	19								
16 "	i P	12	16	49				7550		Composante V	Kan-Sou (Chine)
	m ₁	12	16	59	9		-6				
	m ₂	12	17	05	9		+14				
	m ₃	12	17	10	9		-15				
	m ₄	12	17	14	9		+27				
	m ₅	12	17	20	9		-21				
	m ₆	12	17	22	9		+13				
	m ₇	12	17	26	9		-21				
	PR ₂	12	21	08							
	S	12	25	46						Composante NS Composante EW	
	SR ₁	12	30	23						Composante NS Composante NS Composante EW. Composante NS	
	SR ₁	12	30	37							
	SR ₂	12	33	11							
	SR ₂	12	33	12							
	e L	12	36	(28)							
	M ₁	12	37	58	14		-184				
	M ₂	12	39	11	15		+285				
	M ₃	12	39	(50)	11		+282				
	M ₄	12	40	10	7,5	+270				La plume est sortie de la bande du pendule 1000 kg qui cesse de fonctionner; interr. de la min.	
	M ₅	12	40	45	6	+132					
	M ₆ vers	12	41		17		-606				
	M ₇	12	41	(47)							
	M ₈	12	42	05	6						
	M ₉	12	42	(19)	19	1370					
	M ₁₀	12	43	(54)	16	> -3539				La plume est sortie de la bande	
	M ₁₁	12	44	25	14					+330	
	M ₁₂	12	45	19	12	-2308					
	M ₁₃	12	46	29	14	-1619					
	M ₁₄	12	47	31	10	-1375					
	M ₁₅	12	48	15	16					+582	
	M ₁₆	12	49	59	16	-1322					
	M ₁₇	12	50	52	17					-273	
	M ₁₈	12	52	15	11	+547					
	M ₁₉	12	54	15	12	-577					
	M ₂₀	12	55	24	16	-727					
	M ₂₁	12	55	30	14					-238	
	M ₂₂	12	56	07	16	-727					
	M ₂₃	12	57	15	14	-634					
	M ₂₄	12	57	50	13	-587					

II. Agitation microsismique

Date	Heure	T	A _N	A _E	Date	Heure	T	A _N	A _E
1 ^{er} Janv.	0	sec	μ	μ	15 Janv.	0	sec	μ	μ
	6	6	4	3,6		6	6	4,1	3,6
	12	6	6,1	3,6		12	6	6,1	3,6
	18	6,5	8,1	5,4		18	6	4,1	3,6
2 "	0	6	10,2	7,2	16 "	0	6	3,5	3,5
	6	6	8,1	5,4		6	6	4,1	4,5
	12	6	8,1	7,2		12	8	6,8	4,9
	18	6	8,1	8,1		18	7,5	4,1	3,9
3 "	0	6	10,2	9,1	17 "	0	7,5	3,7	5,3
	6	6	10,2	7,2		6	6,5	3,8	4,7
	12	6	8,1	7,2		12	6	4,1	3,5
	18	6	6,1	7,2		18	7,5	3,5	3,1
4 "	0	6	6,1	7,2	18 "	0	6	4,1	3,5
	6	6	6,1	7,2		6	6	4,1	2,7
	12	6	4	5,4		12	6	5,1	2,7
	18	6	6,1	4,5		18	6,75	3,8	5,1
5 "	0	6	5,1	3,6	19 "	0	6	4,1	2,7
	6	6	4	3,6		6	6,75	3,8	4,5
	12	6	4,1	3,6		12	6	5,6	4,1
	18	6	4,1	3,6		18	6,75	3,8	3,6
6 "	0	6	4,5	2,5	20 "	0	6	"	2,7
	6	6	4,1	3,6		6	6	"	3,5
	12	5,5	8,4	5,8		12	6	7,1	5,4
	18	6	6,6	5,4		18	6	4,5	5,4
7 "	0	6	3,1	3,6	21 "	0	6	3,8	2,7
	6	6	4,1	3,6		6	6	4,1	3,9
	12	6,5	6,1	3,5		12	6	5,1	4,1
	18	6	4,1	3,6		18	6	6,5	5,4
8 "	0	6	5,4	4,1	22 "	0	7,5	4,4	5,4
	6	6	5,4	3,6		6	6	5,1	4,5
	12	7,5	6,3	9,4		12	7,5	7,0	5,4
	18	6	7,2	8,1		18	7,5	5,3	5,4
9 "	0	6	7,6	6,3	23 "	0	6	6,1	5,1
	6	6	6,1	5,4		6	6	6,1	3,9
	12	6	7,1	5,4		12	6,75	8,1	6,3
	18	6	7,1	7,2		18	7,5	10,2	6,4
10 "	0	6	6,1	5,4	24 "	0	6,75	8,8	7,2
	6	6	6,1	5,4		6	6,75	8,1	7,9
	12	6	6,1	6,3		12	7,5	5,3	9,7
	18	6	7,1	5,4		18	7,5	7,5	5,5
11 "	0	6	6,1	5,4	25 "	0	7,5	7,0	5,5
	6	6	7,1	7,2		6	7,5	7,0	6,8
	12	6	10,2	9,1		12	7,5	7,9	7,1
	18	7,5	11,3	7,9		18	7,5	9,7	8,3
12 "	0	6,75	11,3	9,7	26 "	0	7,5	8,8	5,9
	6	6,5	10,2	9,6		6	7,5	7,9	6,3
	12	6	8,1	5,4		12	6,75	7,6	5,1
	18	6	8,1	5,4		18	6,75	7,6	5,2
13 "	0	6	10,2	7,2	27 "	0	6,75	5,7	7,2
	6	6	8,1	7,2		6	6	5,1	3,6
	12	6,75	6,1	5,3		12	6,3	10,5	9,3
	18	6	6,1	5,4		18	7,5	11,1	9,5
14 "	0	6	6,1	5,4	28 "	0	6	11,2	7,2
	6	6	6,1	3,6		6	6	8,1	7,3
	12	6	"	3,6		12	6	7,1	5,5
	18	6	5,1	4,5		18	6	6,1	3,2

III. Les tremblements de terre en France et en Algérie

Tremblement de terre du 2 mars 1920

Une secousse sismique a été ressentie à Argelès-Gazost (Hautes-Pyrénées), le 2 mars 1920, vers 14 h. 28 minutes et la Direction de l'Observatoire du Pic-du-Midi signale une faible secousse à Bagnères-de-Bigorre, le même jour, vers 14 h.

(Voir annuaire 1919, p. 12 au sujet des tremblements de terre Pyrénéens. Voir aussi les tremblements de terre de novembre 1920 dans les Pyrénées, par O. Mengel (dans cet annuaire).

Tremblement de terre du 10 avril 1920

Bien que, d'après la presse, ce tremblement eût été ressenti à Limoges, vers 23 heures et dans quelques localités de la Dordogne, Haute-Vienne et Charente, les enquêtes faites dans ces départements n'ont pas conduit à des résultats certains et aucun rapport n'a été communiqué aux Préfets; cette absence de renseignements tient, sans doute, à l'heure tardive à laquelle le phénomène s'est produit.

C'est seulement en Corrèze que les résultats sont positifs; M. le curé Joffre, de Saint-Pardoux-Corbier, indique que la secousse a été ressentie d'une manière assez violente à Juillac, Pompadour, Uzerche, Saint-Pardoux, Lubersac, localités englobées dans une sorte d'ovale.

Les maisons ont été agitées pendant trois à quatre secondes, vers 23 h. 15 (Greenwich). Un habitant de Saint-Pardoux a entendu un bruit rappelant le tonnerre.

L'agent-voyer cantonal d'Uzerche indique que la secousse y a été trop légère pour réveiller les dormeurs; les quelques personnes encore debout ont ressenti une forte vibration et ont perçu un ébranlement de la porte et des croisées. Les objets mobiliers n'ont pas été déplacés et rien n'a été brisé. L'ébranlement a été analogue à celui que produirait une voiture automobile passant dans la rue.

Tremblement de terre de Bretagne du 27 au 28 juin

Ce tremblement de terre a été ressenti vers 1 h. 40 dans la région de Saint-Malo. Grâce à la complaisance de M. le Préfet d'Ille-et-Vilaine, de M. l'Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées et de l'empressement qu'y a mis la population, nous avons pu procéder dans ce département à une enquête détaillée qui permet de fixer sans ambiguïté la région épiscopale.

Aucune secousse n'a été ressentie dans les arrondissements de Rennes et de Fougères, tandis que dans l'arrondissement de Saint-Malo de nombreuses localités ont été affectées; tous les cantons ont fait parvenir des données positives, sauf celui de Tintiniac. La secousse n'a pas dépassé le degré III à La Boussac, Pleine-Fougères et Saint-Georges-de-Gréhaigne dans le canton de Pleine-Fougères. C'est la limite du département où l'effet macrosismique s'est fait sentir. Cet effet diminue de l'Ouest à l'Est; il semble avoir été maximum dans les localités bordant la baie de la Rance et dans la presqu'île qui s'étend entre Saint-Malo et Cancale.

D'après les observations transmises, l'intensité y aurait atteint les degrés IV à V : la direction généralement indiquée est ouest-est, des personnes endormies ont été réveillées par l'oscillation de leur lit; des meubles légers ont été secoués, des tableaux ont remué, des fenêtres ont craqué. La plupart des observateurs notent un grand bruit comparé à celui du tonnerre au loin, ou d'un camion sur une route; d'autres le rapprochent du bruit d'une explosion en mer, au nord de Saint-Malo. J'indiquerai sous toutes réserves que dans l'île de Jersey, quelques personnes ont cru subir une légère secousse; mais M. le Directeur de l'observatoire Saint-Louis n'a pu préciser ce renseignement. J'indiquerai aussi sous réserves une secousse, qualifiée d'insignifiante à Saint-Georges de Chesné, dans le canton de Saint-Aubin du Cormier, en un point très éloigné de l'épicentre supposé.

Le département de la Manche n'a fait parvenir aucun renseignement. Des Côtes du Nord nous avons reçu des renseignements positifs de Dinan où la secousse a été forte, car on y signale le soulèvement de quelques meubles.

Il n'y a eu nulle part d'arrêt de pendules; nulle part l'effet n'a franchement atteint le VI^m degré.

Il semble bien que la surface épacentrale intéresse l'anticlinal du Nord qui présente des épicentres fréquents autour de Saint-Malo et quelquefois jusqu'aux îles Anglo-Normandes.

E. ROTHÉ.

Résultats de l'enquête

Arrondissement de Saint-Malo

Canton de Saint-Malo

Saint-Malo V Ebranlement du lit, d'objets mobiliers, oscillation de tableaux (MM. Vincent, Goglin, Le Pêcheur, Bourget, le Normand, Helé, Robert).

Paramé V Bruit comparable à celui d'une forte explosion survenue en mer ou fort coup de tonnerre (MM. Dubreuil, Gœtt).

Canton de Saint-Servan

Saint-Servan V Ebranlement du lit, bruit intense.
Secousse est-ouest de 2 à 3 secondes (MM. Dault, géologue, Cau, secrétaire de la mairie, Boivin, journaliste).

Canton de Cancale

La Fresnais IV à V Effets sensibles; meubles fortement secoués pendant quelques secondes par des trépidations comparables à celles qu'aurait occasionnées le passage d'un lourd camion.

Saint-Coulomb IV Légères secousses.

Saint-Meloir des Ondes IV Légère secousse accompagnée d'une sorte de grondement comparable à une forte détonation qui se serait produite en mer en un point situé au nord de Saint-Malo et semblant se prolonger dans la direction de Jersey.

Cancale V Ebranlement des objets mobiles. Durée deux à trois secondes.

Canton de Châteauneuf

Châteauneuf IV Bruit ressemblant quelque peu au roulement du tonnerre.
Secousse légère. (M. Alain, M^{lle} Havard).

Lillemer IV Légère secousse.

Miniac Morvan IV à V Assez forte secousse ayant occasionné un tremblement de vitres et bruit sourd ayant réveillé quelques personnes.

- Saint-Père IV Effets sensibles ressentis par plusieurs personnes.
 Saint-Suliac IV à V Bruits insolites entendus par plusieurs personnes. Portes ouvertes ou fermées violemment. Meubles déplacés dans quelques habitations.
- La Ville es Nonais IV Effets ressentis.
 Lanhélin III à IV Bruit ressemblant à un assez violent coup de tonnerre.
 Tressé III à IV Légères secousses.
 Les résultats de l'enquête ont été négatifs à Combourg, Lourmais, Meillac, Saint-Léger, Saint-Pierre de Plesguin, Trémehenc.
- Canton de Dinard-Saint-Enogat**
 Dinard IV Effets sensibles ayant causé des déplacements de meubles et des ouvertures de portes. (M. Gruénais).
 La Richardais IV Forte secousse
 Saint-Briac III à IV Légère secousse (M. Adlet).
- Canton de Dol**
 Baguir-Pican IV Deux secousses ressenties par plusieurs personnes; la première légère, la deuxième beaucoup plus forte.
 Dol IV Effets sensibles pendant deux à trois secondes. (MM. Gaslaen, Debersecq, Lefrançois).
 Roz Landrieux III à IV Effets sensibles.
- Canton de Pleine Fougères**
 La Boussac II à III Secousses insignifiantes.
 Pleine Fougères II à III Légère secousse.
 St-Georges de Gréhaigne III Effets sensibles.
- Département des Côtes-du-Nord**
 Dinan V Lit ébranlé; petit lit d'enfants et paniers de jouets soulevés et déplacés. (M^{me} Fargeaud, M. Bichemin).

E. ROTHÉ.

Tremblement de terre du 3 octobre 1920

(d'après les travaux de M. A. BALDIT et GLANGEAUD)

Le 3 octobre, vers 5 heures (t. G.), un tremblement de terre a été ressenti dans le département de la Haute-Loire, principalement dans l'arrondissement de Brioude. Bien que ses effets n'aient pas été destructifs, il est important par son étendue; il intéresse une large zone qui d'après M. Glangeaud⁽¹⁾, professeur à la Faculté des sciences de Clermont-Ferrand, comprend trois départements: Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cantal. Il a été limité au nord par Clermont-Ferrand où la secousse très faible fut enregistrée à l'Observatoire par un sismographe Bosch 130 kgs à 4 h. 58 m. (Les sismogrammes de Strasbourg portent vers 5 h. 03 m. 52 s. une trace qui peut être attribuée à ce séisme dont le commencement n'aurait pas été inscrit).

A l'est, les limites sont Ambert, Montfaucon (Haute-Loire), Yssingaux, Solignac-s.-Loire; au sud, Saint-Flour et Pinols; à l'ouest, Blesle (Haute-Loire), Murat, Neussargues, Riom-ès-Montagne, Mauriac et Aurillac. Ainsi, d'après M. Glangeaud, la région ébranlée, « de forme grossièrement elliptique, couvre tout le massif volcanique du Cantal, le Cézallier, une

¹⁾ G. R. Acad. Sc. t. 172, p. 462, 1921.

« partie des Monts-Dore, le sud de la Limagne, tout le Livradois, le sud du Forez et la « portion nord du Velay. Il embrasse donc des terrains cristallins, granitiques, oligocènes et « une grande partie des régions volcaniques du massif central..... »

Il n'est pas inutile de souligner que tout le massif volcanique du Cantal, deux fois plus étendu en surface que l'Etna, trépida entièrement. La surface d'ébranlement total fut d'environ 7.000 km².

M. Baldit, secrétaire de la commission météorologique de la Haute-Loire a bien voulu réunir et communiquer à l'Institut de Strasbourg les résultats des enquêtes qu'il a faites dans son département.

« Dans l'arrondissement de Brioude, dit-il, tous les cantons ont plus ou moins vivement ressenti le séisme.

Dans l'arrondissement du Puy, la secousse est observée partiellement dans les cantons d'Allègre et de Solignac.

Dans l'arrondissement d'Yssingeaux, les cantons de Montfaucon et Yssingeaux signalent le phénomène.

C'est dans l'arrondissement de Brioude que le tremblement de terre s'est fait sentir avec son maximum d'intensité; tout autour de cette région, le mouvement s'est propagé plus ou moins loin et avec une intensité plus ou moins grande suivant la nature et la disposition des couches géologiques.

A l'aide des renseignements transmis par 24 localités de l'arrondissement de Brioude on a tracé la limite de l'aire à l'intérieur de laquelle l'ébranlement a été perceptible d'une manière continue; elle part du Mont-Mouchet entre Pinols et Saugues, passe par Prades sur l'Allier, Siaugues-Saint-Romain, Allègre, Sembadel et aboutit au delà de la Chaise-Dieu, à la limite qui sépare le département de la Haute-Loire de celui du Puy-de-Dôme. Toute la partie nord-ouest de la Haute-Loire est ainsi circonscrite.

En se reportant aux comptes rendus des observateurs, on est conduit à dresser le tableau ci-dessous, où l'intensité du phénomène est notée dans l'échelle de Rossi-Forel.

Arrondissement de Brioude

	Intensité		Intensité
Auzon	5	Saint-Beauzire.	5
Chassignoles	4	Vieille-Brioude	4
Frugères-lès-Mines	3	Sembadel	4
Sainte-Florine.	4	Langeac.	4
Lempdes	4	Prades	4
Blesle	4	Siaugues-Saint-Romain.	3-2
Espalen.	3	Chilhac.	4-5
Lorlanges	4	Saint-Georges-d'Aurac.	3
Saint-Étienne-sur-Blesle	4	Saint-Didier-sur-Doulon	3
Brioude.	5	Pinols	5

Arrondissement du Puy

Allègre.	5		Solignac	3
------------------	---	--	--------------------	---

Arrondissement d'Yssingeaux

Yssingeaux.	3		Montfaucon	4
---------------------	---	--	----------------------	---

En notant sur la carte les intensités ainsi évaluées on se rend compte que le phénomène a eu son intensité maximum (que l'on peut évaluer à 5), dans la vallée de l'Allier, probablement pour la Haute-Loire, dans la région Sainte-Florine, Auzon, Brioude.

A partir de là la secousse s'est propagée assez loin sur les bords de l'Allier en gardant une assez grande intensité et s'est amortie, au contraire, plus rapidement vers l'est et vers l'ouest. Les secousses ressenties en différents points du département, jusqu'à près de 30 kilomètres de la vallée de l'Allier, sont dues probablement à la transmission de l'ébranlement par les couches profondes du sol.

On pourrait attribuer l'intensité plus grande des secousses dans la région Brioude-Auzon à la nature des terrains superficiels meubles. Pourtant, l'ébranlement ayant été ressenti fortement à Pinols qui se trouve au milieu de terrains primitifs bien caractérisés, il semble que c'est bien l'intensité propre du tremblement de terre, et non de ses effets secondaires, qui a atteint sa plus grande valeur dans la région indiquée.

La détermination du sens de propagation des secousses présente de l'imprécision; le plus grand nombre d'observateurs indiquent soit un déplacement du nord au sud, soit un déplacement de directions voisines du nord vers des directions voisines du sud.

La direction probable du mouvement est donc probablement nord-sud et si l'origine est située dans la Haute-Loire, elle ne peut être qu'à l'extrême nord, dans la région: Brioude, Auzon, Brassac.

Le plus grand nombre des correspondants (16 sur 20) signalent une seule secousse dont la durée peut être évaluée à 2 secondes; deux observateurs cependant, celui de Brioude et celui de Vieille-Brioude en ont constaté deux, à une ou deux minutes d'intervalle; ces deux observations étant concordantes il paraît probable qu'il s'est produit en cet endroit une réplique du tremblement.

Quant à la nature des secousses, on peut dire qu'elles se sont présentées sous deux formes distinctes, qui peuvent d'ailleurs coexister. En certains endroits on a constaté une sorte de mouvement horizontal consistant en des impulsions successives, sorte de houle (Lorlanges, Brioude). En d'autres endroits on a ressenti un mouvement vertical ressemblant à une trépidation. Le premier mouvement rend compte de certains faits, portes et fenêtres, ouvertes ou fermées (Lempdes), cloches en tintement (Chilhac); le second explique d'autres particularités telles que tintement d'objets sur une plaque de marbre (Blesle).

En plusieurs endroits on a eu l'impression d'un lourd camion passant sur une route à proximité de la maison, ou d'un train roulant à grande vitesse sur une ligne ferrée dans le voisinage (Espalon, Langeac, Prades, Solignac).

Le tremblement de terre a été accompagné d'un bruit qu'un certain nombre de personnes ont rapproché de celui d'un coup de vent (Frugères-les-Mines, Sainte-Florine, Siaugues, Saint-Romain). D'autres, en plus grand nombre, l'ont comparé à un coup de tonnerre lointain (Auzon, Chassignoles, Espalon, Lorlanges, Saint-Etienne-sur-Blesle, Brioude, Sembadel-gare, Chilhac, Saint-Didier-sur-Doulon).

Il est enfin intéressant de signaler que le tremblement de terre a été nettement ressenti dans le sous-sol.

A Auzon, dans la mine de la Taupe, le tremblement de terre a été observé à plus de 400 mètres de profondeur.

M. Granouillet, instituteur à Auzon, rapporte qu'un ouvrier mineur, parmi 180 qui travaillent à la mine de la Taupe, lui a déclaré qu'il avait entendu un grand bruit semblable à un effondrement de maison et qu'en même temps il avait ressenti une violence secousse qui l'avait projeté contre un étau de galerie.

Le fait est d'autant plus intéressant à noter que les tremblements de terre ne sont pas toujours ressentis dans les profondeurs du sol. Ainsi, pendant le tremblement de terre de Provence du 11 juin 1909, le mouvement considérable à la surface du sol, ne fut nullement ressenti en profondeur; des bâtiments de la surface furent endommagés tandis que rien n'avait bougé à l'intérieur des mines sous-jacentes.

D'ailleurs, malgré la profondeur à laquelle le mouvement a été ressenti, on n'a signalé aucun dégagement de gaz, ni aucun déplacement des couches géologiques. » (Extrait d'un rapport de M. Baldit).

Cette intéressante description de M. Baldit fixe bien les conditions du phénomène dont il convient de rechercher la cause.

Dans la note citée plus haut, M. Glangeaud rappelle que le massif central de la France n'est pas une région aussi aséismique qu'on s'est plu à le répéter; cette opinion provient sans doute du fait que des observations méthodiques et régulières n'ont pas été faites ou n'ont pas été mentionnées dans des organes scientifiques.

Le très ancien massif, qui fut si tortement disloqué au permocarbonifère et pendant le tertiaire paraît maintenant constitué par une *mosaïque* presque entièrement tassée, mais qui cependant peut subir quelques ébranlements. A plusieurs reprises M. Glangeaud a signalé de ces ébranlements « le long de la grande faille occidentale de la Limagne et noté comme particulièrement curieux que la partie située à l'ouest du grand chenal houiller, aux confins des départements de l'Allier, du Puy-de-Dôme et de la Creuse, considérée comme tranquille, avait été le siège, il y a peu de temps encore, d'une succession de plus de 50 secousses, pendant 6 mois (de juin à décembre 1913). Ces séismes provoquèrent à maintes reprises la chute de murs, de cheminées, de meubles et effrayèrent les populations. Il étaient ordonnés autour du grand film quartzes (Saint-Maurice-de-Pionsat, Evaux).

D'autres territoires, comme les environs de Guéret, Ahun (Creuse) en relation avec des fractures hercyniennes avaient été également ébranlés le 27 mai 1913 ».

Le 3 octobre 1920 c'est la cuvette houillère et oligocène de Brassac-les-Mines, Auzon (Puy-de-Dôme), à Brioude, Lavaudieu (Haute-Loire), cuvette longue de 25 km, creusée dans les terrains cristallins et traversée par l'Allier suivant son axe qui est la région épacentrale. Cette vallée de l'Allier, entre Issoire, Brassac et Brioude correspond à l'axe du synclinal oligocène de la Limagne.

D'après M. Baldit, il y a dans la région Brioude, Auzon, deux failles très nettes et sensiblement parallèles; l'une, celle du sud, partant de Saint-Géron, suit assez longuement la voie du chemin de fer de Brioude à Arvant et passe par Paulhac. Prolongée, elle laisserait Brioude un peu au nord, et aboutirait à Vieille-Brioude. Son orientation est sensiblement nord-ouest, sud-est. L'autre, celle du nord, suit presque exactement la bordure du terrain houiller de Brassac-Sainte-Florine; elle a la même orientation que la première.

Ces deux failles sont parmi les plus accusées du département de la Haute-Loire, où elles sont nombreuses. Si l'on observe, dit encore M. Baldit, que ces accidents sont relativement récents, qu'ils sont contemporains des grands mouvements qui à partir de l'époque tertiaire ont modifié profondément notre pays et ont été accompagnés de grandes éruptions volcaniques, on est amené à penser que l'un de ces compartiments, l'un de ces vousoirs, puisse encore, de temps à autre, jouer par rapport aux compartiments voisins, se tasser en quelque sorte, et entraîner de temps à autre un ébranlement sensible d'une assez vaste étendue.

M. Glangeaud confirme cette manière de voir « la zone d'ébranlement épacentrale, dit-il, est une cuvette houillère, oligocène et volcanique très fracturée, située au centre et en contre-bas (390 m. à 420 m.) de régions volcaniques du plateau central (altitude de 1000 m. à 1842).... La cause du séisme est due vraisemblablement à des réajustages de compartiments de la cuvette Brassac-Brioude, puisque à 400 m. de profondeur des dégâts ont été constatés, surtout dans ce territoire. »

A cette occasion, M. Glangeaud rappelle qu'un séisme de grande étendue secoua tout le massif central, le 25 août 1892 à 22 heures et le 26 août à 4 h. 50 m. (secousse prémonitoire) et à 10 h. 10 m. (secousse principale).

Ce tremblement de terre fut relativement violent. Les dégâts en Auvergne et dans le Velay furent assez sérieux.

Il y eut arrêt des horloges, les cloches tintèrent, les meubles furent déplacés, notamment à Vichy, Clermont, Brioude, Le Puy, etc, les fenêtres et les portes s'ouvrirent, beaucoup de vaisselle fut brisée et un assez grand nombre de cheminées tombèrent, en même temps que des murs furent lézardés.

L'ébranlement de 10 heures dura 5 secondes, s'étendit au delà même du massif central, jusqu'à Mende (Lozère), Capdenac (Aveyron), Montélimar, Valence et Lyon, c'est-à-dire intéressa

environ 100.000 km². On ne signala cependant que quelques victimes. Plusieurs répliques à la secousse principale de ce séisme furent observées les 27, 28 et 29 août.

D'après les documents sur lesquels M. Glangeaud s'est appuyé, la zone épiscopale était encore la vallée de l'Allier, c'est-à-dire le synclinal de la Limagne, zone la plus profondément fracturée de tout le massif.

On peut donc conclure de l'ensemble de ces travaux que les tremblements de terre qui se produisent dans le massif central, peu dangereux en général, ont une origine tectonique; ils sont dus à des réajustages de compartiments de la mosaïque ou à des tassements plus ou moins locaux des cuvettes synclinales.

E. ROTHÉ.

Tremblement de terre du 18 octobre 1920

Une secousse sismique a été constatée à 13 heures par M. Serp, directeur d'école à Saint-Pé-de-Bigorre (Hautes-Pyrénées). (La localité de Saint-Pé-de-Bigorre est sur le gave de Pau au nord du massif de Lavedan; Argelès-Gazost (voir plus haut) est sur le même gave au sud du massif).

Le tremblement de terre du 7 septembre 1920 dans le sud-est de la France

(Epicentre en Italie)

Une secousse sismique a été ressentie le 7 septembre en diverses localités des Alpes-Maritimes, du Var et des Basses-Alpes. L'enquête à laquelle notre service a procédé dans divers départements a montré que la secousse n'a pas été sensible en Corse, dont 54 réponses, toutes négatives, nous sont parvenues. En ce qui concerne les Alpes-Maritimes, nous avons reçu, grâce à M. de Salinelles, conseiller de préfecture et correspondant de la section de sismologie de l'Union géophysique, les renseignements suivants: A Nice, d'après M. Vallot, ancien directeur de l'Observatoire du Mont-Blanc, la secousse a été enregistrée sous forme d'une elongation verticale d'environ 2 mm. par la plume du baromètre enregistreur. Elle n'a duré que deux secondes environ et a été si légère qu'elle a passé inaperçue à la plupart des habitants (*Petit Niçois* du 8 septembre 1920). A Grasse, le directeur de l'école de garçons a fait les observations suivantes: le tremblement de terre a été senti entre 6 h. 30 m. et 7 h. du matin; trois légères secousses se sont succédées à une seconde d'intervalle et n'ont été observées que par les personnes qui étaient à l'intérieur des maisons; aucun dégât. A Moulinet (700 m. d'altitude, au pied du massif de l'Authéon, près de la frontière franco-italienne), d'après M. Lanzac, garde forestier, la secousse a duré deux à trois secondes. Des réponses négatives sont parvenues de plusieurs localités situées dans l'arrondissement de Grasse: Bezaudun, Roquefort, Saint-Laurent-du-Var, Le Broc, Saint-Auban, Peymeinade; de Luceram (dans la haute vallée du Paillon); de Lantosque (sur la Vésubie); de Vallauris (sur la colline entre Cannes et Antibes); de Saint-Auban (sur l'Estéron).

Dans le département du Var, le séisme a été bien senti à Saint-Raphaël, d'après le maire de cette ville. Remarquons qu'une réponse négative est parvenue de Fréjus, situé à quelques kilomètres de la première.

Dans l'arrondissement de Draguignan, le séisme est signalé en plusieurs points; à Bauduen, par M. Giraud, propriétaire, qui était couché au 2^e étage de sa maison; à Châteaudouble, par le maire de la commune, qui était au 1^{er} étage; à Callian, par M^{me} E. Tallent. Une lettre de Claviers, dans le même arrondissement, est assez affirmative: « Certaines personnes habitant Claviers ont ressenti une légère secousse sismique et ont entendu tinter très faiblement la petite cloche qui se trouve au sommet du clocher, mais la plupart des habitants de Claviers n'ont pas observé le phénomène ». Des réponses négatives sont parvenues d'autres localités de l'arrondissement de Draguignan: Baudinard, Le Cannet; de Plan-de-La-Tour et de La-Garde-Freinet (dans les montagnes des Maures), de Salernes sur-la-Bresque, d'Aups (au nord de Salernes), de Puget-sur-Argens, de Comps-sur-Artuby, des Arcs-sur-Argens, de Gassin (près de Saint-Tropez).

Dans les Basses-Alpes, les ondes sensibles à l'homme ont été observées dans la haute vallée de la Durance, point extrême vers le N.-W. de la propagation macrosismique. Voyons les témoignages qui permettent d'affirmer ce fait. L'ingénieur des Ponts et Chaussées de Castellane a répondu ainsi au questionnaire envoyé: « Les divers subdivisionnaires me disent tous que personne n'a rien ressenti, c'est-à-dire que le tremblement de terre n'a produit aucun effet. Mais le tremblement de terre a été ressenti au moins par moi et ma fillette et c'est cette dernière qui a dit la première: c'est un tremblement de terre, au moment où j'allais faire la même remarque. Il pouvait être 6 h. 45 m. ou 7 h. Je n'ai pas remarqué la secousse initiale et ce n'est que la persistance du tremblement de terre, lequel a pu durer 4 ou 5 secondes, qui a fini par attirer mon attention. Tremblement très léger, du reste, puisque personne ne l'a ressenti à Castellane, à part ma fillette et moi. Mes appartements sont au second étage ». Plus à l'ouest, à Moustiers, près de Riez, M^{mes} E. Constant et Viguiet affirment avoir eu « la sensation que la terre tremblait » (6 h. 30 m.), à deux reprises successives, durant une seconde et demie chaque fois; elles se trouvaient au 2^e étage et une couchette a été déplacée. Enfin, plus au nord, tout près de la vallée de la Durance, à la Motte-du-Caire, M. Righini, ingénieur, a noté une secousse de 3 secondes, N.-S., à 6 h. 40 m., au 2^e étage, suffisante pour provoquer un très léger roulement du lit.

Des réponses négatives nous sont parvenues des départements des Hautes-Alpes et de la Savoie.

En résumé, dans le sud-est de la France, le séisme n'a eu qu'une faible intensité: degré III ou II de l'échelle Mercalli. Il a donc pu passer inaperçu en certains points, d'autant plus qu'en septembre, à l'heure où s'est produit le phénomène, beaucoup de personnes sont en plein air. Malgré le peu de données dont nous disposons, nous retenons que le horst ancien de la Corse n'a pas été touché par les ondes sensibles, au contraire, dans le sud-est de la France, les ondes se sont propagées le long des plis principalement secondaires qui occupent la dépression comprise entre les masses cristallophylliennes de l'Estérel et du Mercantonur.

Ce tremblement de terre a son épicentre dans l'Apennin adjacent aux Alpes-Apuanes. Il fait partie d'une période sismique commencée le 6 septembre 1920 et qui ne paraît pas encore achevée. La secousse désastreuse se produisit le 7 septembre à 5 h. 55 m. 46 s., heure de Greenwich. Les communications télégraphiques et téléphoniques furent interrompues par la violence du phénomène entre Massa et Fivizzano. Celles qui existent entre Massa et Spezia d'une part, Fivizzano et Spezia d'autre part, restèrent intactes. Le sismologue P. Guido Alfani, de Florence, put indiquer aux autorités italiennes, quelques minutes après la catastrophe, ainsi qu'il l'avait déjà fait pour le tremblement de terre désastreux du Mugello, que la région de Castelnuovo di Garfagnana avait besoin de secours. C'est là un bel exemple de l'utilité des observations sismologiques. A l'heure de cette secousse principale, la population était en grande partie occupée aux travaux des champs; d'ailleurs, avertie par la secousse de la veille (14 h. 05 m. 28 s.), elle avait en grande partie passé la nuit hors des habitations. Celles-ci étaient donc à peu près vides de leurs habitants. Malheureusement, des enfants, des malades et des vieillards qui étaient demeurés à l'intérieur, furent ensevelis sous les ruines et bien peu d'entre eux furent sauvés. Aussi ne faut-il pas juger de l'étendue du désastre

par le nombre de victimes, nombre qui eût été encore plus élevé si la secousse avait eu lieu quelques heures auparavant.

La zone circonscrite par l'isoséiste du degré IX Mercalli⁽¹⁾ n'a pas de forme géométrique bien définie, cependant elle figure dans son ensemble un ovale dont le grand axe est parallèle à la direction générale de l'Apennin septentrional et est, par conséquent, S.-E. et N.-O. Cet axe d'une longueur de 50 km. environ passe près des Monts Giovo, Prado et La Nuda, constitués par des roches d'âge Eocène inférieur (macigno). Il est jalonné par le pli faille de l'Alpe de Mommio et de Corfino, l'anticlinal de Sassalbo-Camporaghena-Passo del l'Ospedalaccio, ce dernier au nord-est de Fivizzano. Ces plis permettent de voir la nature du substratum qui semble appartenir aux Alpes Apuanes. De plus, l'axe en question se confond presque avec la ligne sismique Molinatico-Cimone que je définirai dans une étude ultérieure. Il indique bien une zone de moindre résistance où se trouvent les accidents tectoniques qui ont joué lors de cette secousse désastreuse. Celle-ci doit donc être considérée comme une faible continuation du plissement. Il résulte aussi de ce qui précède que l'épicentre est linéaire suivant l'axe de la zone pléistoséiste. Le foyer serait à égale distance des monts Tondo et Sillano, à une douzaine de kilomètres de Fivizzano à l'ouest et de Villa-Collemandina à l'est. Or, ces deux localités sont parmi les plus éprouvées.

Cette aire où l'intensité a atteint le degré X Mercalli comprend: les bassins pliocènes de Barga, de Castiglione; la haute vallée du Serchio (macigno et diabase d'âge éocène); les vallées de l'Aulella, du Taverone, du Bagnone, zone d'ennoyage des plis apuans constitués par les calcaires éocènes; la haute vallée transversale de la Secchia dont le noyau anticlinal de Muschelkalk est enveloppé par l'Eocène, avec lacune de stratification; enfin, à la limite orientale et septentrionale des Alpes Apuanes, les formations jurassiques et crétacées de Vagli di Sotto, de Careggine et de Minucciano.

Les zones successives d'intensité de plus en plus faible devraient entourer complètement cette aire centrale comme des auréoles plus ou moins dilatées dans certaines directions, plus ou moins resserrées dans d'autres. Or, s'il en est ainsi sur presque toute la périphérie de cette aire, au sud, au contraire, l'intensité passe brusquement du IX^e au VI^e degré *de l'intensité IX à l'intensité VI*. Cette région épargnée, entourée de tous côtés par des territoires plus ou moins éprouvés, est celle des Alpes-Apuanes proprement dites comprenant le noyau permien et les affleurements successifs de terrains triasiques et rhétiens qui environnent ce dernier d'un façon plus ou moins continue. Cette masse de roches anciennes, le plus souvent métamorphiques (micaschistes, gneiss, grezzoni, marbres, schistes et calcaires), a opposé un obstacle à la propagation des ondes. Il est vrai que les points habités y sont rares. Mais les localités d'Equi, d'Ajola, de Monzone, de Vinca, de Sagro, au nord, celles de Serravezza, Stazzema, au sud du massif apuan, ont ressenti à peine la secousse. La faible intensité de celle-ci est attestée par le fait que des maisons à trois étages constituées par de simples pierres superposées n'ont eu aucun dommage.

Ce tremblement de terre a été inscrit par les observatoires de Livorno, Bologna, Florence, Padoue, Siena, Venise, Montcalieri (Turin), Rocca di Papa, Zurich, Montecassino, Puy-de-Dôme, Marseille, Besançon, Strasbourg⁽²⁾, Pompéï, Barcelone, Paris, Bruxelles, De Bilt, Alger, Toledo, Athènes, Lemberg, Coïmbra Stonyhurst, San-Fernando, Dyce, Ottawa, Cambridge, La Paz, Manille, rangés dans l'ordre d'arrivée de la phase P. L'inscription n'a donné que la phase L à Washington.

P. MUNET.

(1) Envoyé sur le terrain par l'Institut de physique du globe de Strasbourg, avec une mission du Ministère de l'Instruction publique, j'ai procédé dans la zone pléistoséiste italienne à des observations qui feront l'objet d'une publication ultérieure. Je me contente dans la présente note de donner une brève description de la zone pléistoséiste.

(2) Voir les données de Strasbourg, p. 10.

Les tremblements de terre de novembre 1920 dans les Pyrénées, leur relation avec la Géotectonique

par M. O. MENGEL, directeur de l'Observatoire de Perpignan.

Des tremblements de terre se sont produits en novembre 1920 dans les Pyrénées.

Dans une note à l'Académie des sciences j'ai attiré à nouveau l'attention sur les relations qui paraissent exister entre le mode de répercussion de ces tremblements de terre et la structure géologique de la chaîne, en prenant comme type le séisme du 28-29 novembre 1920, au sujet duquel je me suis livré à une enquête fort étendue, sur les deux versants de la chaîne. Les déductions sommaires auxquelles je suis arrivé étaient basées sur la documentation que j'ai tirée de plus de 200 réponses au petit questionnaire que j'avais lancé des Pyrénées-Orientales à la Haute-Garonne d'une part, de la Catalogne-Orientale au Nord de la province de Lérida d'autre part.

Ces questionnaires ont été adressés à tous les particuliers que je savais curieux des choses de la nature ainsi qu'aux instituteurs, à titre personnel, et non sous forme de circulaire. Aussi, ai-je obtenu le maximum qu'on peut attendre de semblable enquête. Pour les régions montagneuses de l'Ariège et de la Haute-Garonne, j'ai mis à contribution le service des douanes, qui a pu me procurer par ses agents des réponses intéressantes, grâce à la simplicité du questionnaire.

Cette simplicité, soit dit en passant, est une condition essentielle de réussite dans ces sortes d'enquêtes. Ce petit questionnaire, en effet, ne doit qu'aider à un premier sondage qui met l'enquêteur en éveil sur les particularités de la répercussion du phénomène dans telle ou telle région. Un second questionnaire plus détaillé adressé, dans ces régions à des personnes qu'on sait capables de comprendre l'utilité scientifique des renseignements qui leur sont demandés, donnera alors les meilleurs résultats. C'est la voie nouvelle dans laquelle s'est engagé le directeur de l'Institut de physique du globe de Strasbourg, M. Rothé, chargé de la direction du bureau central sismologique français, en s'assurant dans chaque département le concours de correspondants amis de la science. Nul doute qu'elle ne le conduise à la documentation serrée qu'il désire. Je prendrai donc pour type de tremblement de terre pyrénéen celui du 28-29 novembre 1920 dont je vais exposer les caractéristiques principales. Ce sont celles de la généralité des tremblements de terre pyrénéens proprement dits.

Je dirai tout d'abord quelques mots d'un ébranlement local précurseur.

Séisme du 18-19 novembre 1920. — M. C. Flamand, de *Mauray*, me signale en cette localité une première secousse à 20 h. 45 d'intensité 4; une deuxième à 21 h. 05 moins forte; une troisième à 22 h. 40 d'intensité 5. Deux autres secousses ont eu lieu dans la nuit vers 3 h. Quelques personnes ont eu la sensation d'être ballotées du nord au sud, d'autres d'être projetées en l'air.

A *Saint-Paul-de-Fenouillet*, l'instituteur signale 5 secousses ressenties par presque toute la population: 20 h. 45, 20 h. 50, 21 h. 15, 22 h. 40, 23 h. 20, outre ces 5 secousses d'autres plus faibles ont été ressenties par plusieurs personnes. Leur direction paraissait être N.-W. à S.-E. On aurait dit que le plancher allait se soulever, les portes et les fenêtres étaient fortement secouées, des vaisselles ont été déplacées, des personnes réveillées.

A *Lesquerde*, un homme, qui a veillé toute la nuit, compta onze secousses, les plus remarquables vers 20 h. 30, 21 h., 23 h., 23 h. 30, 3 h. et 5 h. 30 le 29.

M. le directeur des mines me signale qu'il s'est produit dans les galeries d'exploitation des éboulements de blocs déjà désagrégés par les eaux.

On a remarqué, rapporte-t-il, que des eaux thermales jaillissaient avec force le lendemain de la secousse. Ces eaux avaient une température supérieure, paraît-il, à celle de

la source thermale qui se trouve au bord de la route à l'entrée des gorges de la Fou. Le fait se serait produit, dit-on, lors des précédents tremblements de terre.

A *Rasiguères, Llansac, Saint-Arnac, Ansignan* la secousse a été aussi accentuée.

A *Couxous*, près Cassagne, à *Lalour-de-France, Estagel* (une secousse à 21 h. 30 et deux autres vers 23 h. 35), à *Prats-de-Sournia, Pézilla* et jusqu'à *Sansa* (21 h. 30), le tremblement a été ressenti à des degrés divers.

Ce tremblement de terre est purement local. Il est curieux néanmoins que ces secousses correspondent, celle de plus forte intensité, à 22 h. 40, à *Maurry, Saint-Paul* et *Estagel*, et celle d'entre 23 h. 20 et 23 h. 30 aux microsismes suivants enregistrés à l'observatoire de *Tortose*, mais non enregistrés ni à Barcelone, ni à Marseille.

1° P 22 h. 41 m. 35 s., L? 22 h. 41 m. 45 s.; 2° P 23 h. 26 m. 07 s., F 23 h. 26 m. 45 s. qui d'après le directeur du dit Observatoire répondraient à un épicentre peu éloigné de *Tortose*. Il me semble difficile d'admettre qu'il y a là une coïncidence purement fortuite.

Tremblement de terre du 28-29 novembre 1920

Le 28 novembre, l'Observatoire Fabra, de Barcelone, enregistrait le microsisme suivant: P 23 h. 31 m. 35 s., L. 23 h. 31 m. 54 s., F 23 h. 33 m. et *Tortose*: P 23 h. 31 m. 51 s., L 23 h. 32 m. 22 s., F 23 h. 33 m. 30 s.

Le lendemain, notre presse régionale signalait des secousses sismiques dans l'Ariège, l'Aude et les Pyrénées-Orientales. Je me livrai aussitôt à une enquête. Elle me procura plus de 200 fiches de réponses, qui m'ont permis de situer l'aire pléistosiste de ce tremblement de terre suivant une zone elliptique dont le grand axe parallèle aux plissements pyrénéens va de *Mosset* à *Prades* (Ariège) et le petit axe de *Quillan* à *Quérigut*; le foyer hypocentrique se trouvant comme on le voit un peu à l'ouest de celui du 18-19 novembre 1919 et à l'est du foyer secondaire du séisme du 28-29 novembre 1919. On sait que le foyer principal de ce dernier se trouvait (détermination de MM. Labrouste et Fonséré) au S.-S.-E. de la *Maladetta* vers *Bohi*.

Ne pouvant narrer ici tous les détails communiqués par mes correspondants je me bornerai à donner les plus caractéristiques. Les isoséistes permettront de juger du mode de propagation des ondes sismiques.

A *Quérigut* tout le monde a été réveillé par une secousse donnant l'impression d'un effondrement; les dormeurs brusquement réveillés ont eu la sensation que le lit se dérobaient sous eux sans déplacement latéral. En 1919, au contraire, les lits ont paru basculer de l'ouest à l'est, soulevés d'abord puis abaissés tout d'un coup. Ces constatations sont absolument d'accord avec la situation de l'épicentre. Dans le séisme de 1919, l'épicentre est au S.-S.-W. de *Quérigut*, tandis que dans celui de 1920, *Quérigut* est sur l'aire pléistosiste.

A *Quillan* un bruit souterrain a été entendu par de nombreuses personnes quelques secondes avant la violente secousse de 23 h. 15 (environ). Des personnes sortant du café ont oscillé. Beaucoup ont quitté leur maison pour aller dans la rue.

D'une façon générale, les brontides me sont signalés à peu près de toutes les stations sans qu'on puisse spécifier si on les a entendus avant ou après la secousse.

Cependant, à *Les Cabanes*, le bruit a précédé la secousse. A *Thézan* (Aude), où une seule secousse a été ressentie vers 23 h. 30, on aurait perçu comme un gros coup de tonnerre une heure environ avant cette secousse. Il s'agit vraisemblablement d'un bruit de la catégorie des « mistpoeffers » de Belgique, ou des « bonniti » d'Italie, auxquels Oldham assigne un origine sismique; ils seraient dus à des modifications de tension du sol provoquant des vibrations qui se transmettent à la surface du sol sous forme de sons.

A *Saint-Paul-de-Fenouillet*, on signale 4 secousses: 21 h., 23 h. 35, 0 h. 20 et 5 h.

A *Ansignan*, une secousse à 21 h. et une seconde plus forte après, à 23 h.

A *Sournia*, le phénomène a commencé par un espèce de balancement W.-E. Une vieille maison s'est effondrée à 23 h. 40.

A *Marquixanes*, près Prades, une falaise de granite et schistes granitisés, en partie décomposés, s'est décollée sur une longueur de 300 mètres, entraînant dans sa descente, d'une seule pièce, un tronçon de route qui est resté horizontal, avec parapet et poteaux télégraphiques en position normale. Ce décrochement s'est manifesté par une faille observée au sommet de la falaise le 29 au matin. A midi tout ce qu'elle délimitait était descendu vers le lit de la Tet. Il est à remarquer qu'il n'y avait pas d'affouillement antérieur du pied de la falaise. (Photographie 8).

A *Salses*, consécutivement à la secousse du 28, des sources jaillirent un peu partout dans la campagne située entre Salses et Rivesaltes, au pied du revers S.-E. du chaînon oriental des Corbières. Les caves des métairies et de quelques maisons de Salses furent inondées. Un forage qui ne coulait plus, à la surface, depuis trente ans se remit à donner de l'eau en abondance; plus de 200 hectares de vignes étaient encore sous l'eau lors de ma visite en mars 1921. Par contre, les résurgences situées au pied des falaises calcaires du bord des étangs avaient eu une forte diminution momentanée de débit après les secousses. Les secousses du 28, quoique relativement faibles dans la région de Salses, n'en avaient pas moins troublé complètement le régime souterrain de circulation des eaux.

A *Gincla*, une seule secousse avec bruit, à 23 h. 35. Les personnes habitant la rive droite de la rivière de Boulzane ont été moins secouées que celles de la rive gauche. Même constatation à *Urbanya*. A noter que les rives gauches des deux rivières sont du côté de l'épicentre du séisme. On constaterait donc là une rupture ou une gêne de la transmission superficielle de la vibration.

A *Perpignan*, la secousse a été assez sensible, surtout dans les quartiers élevés, mais à l'Observatoire, situé sur le bord de la Tet, elle n'a réveillé personne; le sismoscope Cecchi seul l'a accusée par un trait orienté N.-W.-S.-E.

Discussion sur les tremblements de terre de la moitié orientale de la Chaîne des Pyrénées

Pour se rendre compte du mode de répercussion des tremblements de terre pyrénéens dont les foyers hypocentriques sont à l'est du méridien du Vignemale, les seuls — à part ceux de très forte intensité ayant leur foyer à l'ouest de ce méridien, tels ceux du 21 juin 1660 et du 24-25 et 26 mai 1750 — qui se propagent vers l'extrémité orientale de la chaîne, il est nécessaire d'avoir sous les yeux l'ossature de l'axe des Pyrénées. J'en donne ici le schéma que j'ai dressé, d'après M. Dalloni, pour la région au sud de Gavarnie, MM. Bresson, Carez, Doncieux et Léon Bertrand pour le versant nord et d'après mes travaux personnels pour les autres régions, schéma qui n'est que l'illustration de deux de mes dernières notes à l'Académie des sciences⁽¹⁾. Pour m'éviter les redites je prierai le lecteur de s'y reporter. J'attirerai sim-

⁽¹⁾Octave-Mengel. — *Relations de sismicité et de géotectonique dans les Pyrénées*. C. R. Ac. Sc., t. 172, p. 540, séance du 28 février 1921.

Octave-Mengel. — *Le Canigou et la Maladetta pôles de l'axe primitif des Pyrénées*. C. R. Ac. Sc., t. 173, p. 990, séance du 21 novembre 1921.

plement l'attention ici sur la répartition des massifs granitiques intrusifs qui se présentent relativement aux plissements tertiaires comme des « horsts » sur le revers sud desquels sont venus se coincer les plis poussés du sud et entre lesquels les chevauchements des terrains secondaires et tertiaires se sont avancés vers le nord en s'intriquant plus ou moins sous le Primaire. La bordure méridionale de la zone centrale offre toute une série de ces encapuchonnements. Le plus curieux est celui de Gavarnie; fort suggestif au point de vue qui nous occupe, car il crée, entre l'extrémité ouest du noyau calédonien de la chaîne et les massifs du Vignemale et du Pic-du-Midi, un détroit qui permet le passage des ondes sismiques d'un versant à l'autre. On peut remarquer que d'Amélie-les-Bains à Gavarnie cette ligne de contact anormale est jalonnée par une trainée de roches éruptives comprenant des microgranites et des orthophyres carbonifères jusqu'à Gramos et des ophites de ce dernier point au Vignemale, relayées elles-mêmes par des andésites et microgranites à l'ouest du Pic-du-Midi. Nous avons là l'indice indiscutable d'une fêlure contemporaine des plissements hercyniens qui a rejoué avec prolongation vers l'ouest, de Gramos au Vignemale, à l'époque secondaire.

La carte montre que le contact nord de la chaîne avec les chevauchements vers l'avant-pays est jalonnée également par une trainée de roches éruptives, comprenant ici à peu près uniquement des ophites et des lherzolites, avec cependant quelques microgranulites et porphyrites ophitiques dans la partie orientale des Corbières. Là encore l'instabilité ancienne est manifeste. Or, c'est précisément au voisinage de ces lignes de fracture que paraissent s'éveiller de temps en temps les épicentres des séismes pyrénéens; dans tous les cas c'est suivant ces lignes que viennent s'amortir, avec fort gradient des isoséistes, les ondes sismiques provenant des foyers hypocentriques situés soit au nord, soit au sud du *noyau calédonien* de la chaîne. Ces ondes se propagent le long de ce noyau, allongé ESE-WNW, pour le contourner normalement à la direction des plis hercyniens, sensiblement E-W, à l'arrière des pôles de ce noyau: le Canigou (région de Prades, Amélie les-Bains) à l'est; la Maladetta (région de Gavarnie) à l'ouest. Le séisme du 28-29 novembre 1919 en est un exemple tout à fait remarquable. Celui du 28-29 novembre 1920 qui, contrairement au précédent, avait son épicentre sur le versant nord de la chaîne, vérifie également cette loi, ainsi que l'indique l'isosismogramme ci-contre; mais moins fort que celui de 1919, l'ébranlement expira au détroit occidental, vers Bagnères-de-Luchon et ne se propagea par l'articulation de vousoirs située entre le Canigou et le chevauchement du Roc-de-France — passage ordinaire des séismes vers la Catalogne — que jusqu'à Massanet-de-Cambrenys (Espagne) où il ne fut d'ailleurs perçu que suivant une seule rue. Cependant on m'a signalé un ébranlement à Torroella-de-Montgri et un autre à Barcelone (ressenti par un employé de l'Observatoire Fabra), manifestations simultanées aux deux extrémités de la chaîne côtière catalane d'une même perturbation sismique.

Par contre, le champ vibratoire macrosismique s'étendit beaucoup plus vers le nord qu'en 1919. Au droit de l'épicentre on le voit, par le fait de la facile propagation des ondes entre les massifs des Trois-Seigneurs et du Monthoumet, atteindre jusqu'à la région de Castelnaudary. L'isoséiste extrême marque une inflexion rentrante à l'emplacement de la montagne d'Alaric qui semble avoir fait l'office de mur. Il en est de même du chaînon oriental des Corbières qui se dessine sur le sismogramme par une zone de repos macrosismique. A noter également l'îlot d'intensité II occupant sensiblement le versant arrière, par rapport à l'épicentre, des massifs gneissique et granitique des Trois-Seigneurs et de Saint-Barthélemy qui paraissent ainsi avoir fait l'office d'écran dégradateur.

Mais la particularité la plus intéressante de l'isosismogramme du 28-29 novembre 1920 est l'invagination de ses isoséistes, d'une part, en Cerdagne (dépression tectonique tertiaire) par la vallée de Carol, d'autre part, vers La Cassagne, au-dessous de Mont-Louis, par la vallée de la Tet (dépression également tertiaire compliquée d'un accident tectonique jalonné par les sources thermales de Vernet. Thuès, Fontpédrouse, Saint-Thomas, près La Cassagne). « L'isthme asismique » que laissent entre elles ces deux invaginations — isthme au sujet duquel, de concert avec la Compagnie des chemins de fer du Midi, spécialement intéressée à la question, je me

suis livré à la plus rigoureuse enquête — correspond à un seuil que j'ai montré antérieurement comme surexhaussé par un mouvement épirogénique du début du Quaternaire, sans spécifier si la surrection de ce seuil était le résultat de son mouvement absolu ou relatif, la géologie, seule, ne me permettant pas de préciser d'avantage. Or, les nombreuses discussions de la modalité de la répercussion des tremblements de terre en différents pays paraissent concorder pour permettre de regarder l'asismicité ou le degré plus ou moins grand de sismicité d'une région, comme une dépendance de sa structure géologique. Dans une région plissée, comme les Pyrénées, il semble que *la sensibilité sismique d'une contrée est d'autant plus développée que les mouvements tectoniques, qui ont affecté son sol, sont plus récents*. D'autre part, j'ai montré que les dépressions de la Cerdagne et du Conflent (vallée de la Tet) avaient subi des efforts tectoniques au cours des périodes glaciaires et interglaciaires. M'appuyant alors sur la réciproque de la proposition précédente je suis amené à en induire que l'exhaussement du seuil Mont Louis-Pic de Madrès — qui a troublé si profondément le régime hydrographique de la région du Carlit — n'est qu'un exhaussement par relativité, conséquence de l'affaissement, d'une part, du bassin cerdan sous la poussée posthume du front de la nappe de charriage constituant la Sierra-de-Cadi, d'autre part, de l'enfoncement de la dépression du Conflent sous un nouvel effort de chevauchement du Canigou vers le nord.

Outre ces tremblements de terre à aire sismique étendue, des secousses isolées ont été ressenties à Torreilles, dans la plaine du Roussillon, le 1^{er} mars 1920, à 22 h. 10 (faible oscillation, suivie d'une forte détonation) et à Amélie-les-Bains, le 10 septembre, à 23 h. 30. Peut-être faut-il voir dans ces secousses la répercussion à la surface du sol d'affaissements locaux en profondeur — c'est vraisemblablement le cas pour Torreilles, bâti sur des alluvions relativement récentes — ou de résonnances de séisme à épicycle lointain (la secousse Amélie paraît coïncider avec une perturbation en Italie). C'est l'explication qu'on pourrait donner aussi bien du macrosisme du 28-29 novembre 1920 ressenti à Torroella-de-Montgri et à Barcelone que du microsisme 18-19 novembre enregistré à Tortose l'un et l'autre étant considérés comme résonnances, au delà du bouclier pyrénéen, des macrosismes des Corbières. J'ai signalé d'autres exemples de ces résonnances lointaines dans une des notes précitées.

Conclusion. — De ce qui précède et de ce que j'ai dit antérieurement sur les foyers hypocentriques satellites des aires sismiques circum pyrénéennes proprement dites — tels ceux des Albères, de la région d'Olot et de la Cerdagne — il résulte que *le noyau axial Calédonien de la chaîne se présente comme relativement asismique et n'a jamais été le siège d'épicentres*. Par contre, *les rides de plissements Tertiaires de bordure sont le lieu de foyers sismiques, et les vibrations qui en émanent contournent le noyau axial en le débordant à ses pôles sur l'un ou sur l'autre versant par deux « détroits sismiques », l'un à l'ouest de la Maladetta, l'autre à l'est du Canigou*.

Elles provoquent, en outre, par résonnance physique ou mécanique, surtout dans les parties en tension de ces rides, des aires épicyentriques secondaires.

Il n'est pas téméraire d'ajouter que les mouvements sismiques pyrénéens de l'époque historique, comme ceux de nos jours, ne sont que la *survivance des efforts de plissements et de chevauchement vers le nord de la chaîne pyrénéenne*, et en quelque sorte la continuation posthume des derniers mouvements épirogéniques observables géologiquement jusqu'au début du Quaternaire.

Tremblements de terre Algériens

Au cours de 1920, il s'est produit en Algérie un grand nombre de tremblements de terre sans importance. En aucun cas le degré n'a dépassé le chiffre V. La liste ci-dessous contient tous les séismes pour lesquels des renseignements macrosismiques ont été recueillis ou qui ont été inscrits par l'Observatoire d'Alger.

Les coordonnées de cet Observatoire dirigé par M^r Gonnessiat sont: Longitude 12° 8' 4" E de Greenwich; Latitude 36° 48' 4" — Altitude 332^m. Les appareils sont des pendules horizontaux Bosch-Mainka, masse 400 kgs. Constantes: composante N et Composante E T° = 8,0 A₀ = 145:

Les noms entre parenthèses indiquent les départements dans lesquels les effets macrosismiques se font sentir.

Des indications générales sur l'instabilité de l'Algérie ont été données dans l'annuaire 1919.

Cette année c'est la région d'Alger qui a été la plus secouée. Ainsi les dix séismes locaux enregistrés en décembre semblent issus d'un même foyer. La zone d'ébranlement ne s'est guère étendue au delà d'un rayon de 20 kilomètres autour d'Alger.

Numéro d'ordre	Date	Phase	Heure	Pé-riode	A _N	A _E	Δ	Remarques — Epicentre — Macroséismes
1	3 jan.							Arris (SM)
2	12 fév.	P L F	10 19 33 19 38 21		(3)	(3)	40	Hakou-Féraoune (SM)
3	25 "	P S L M F	17 57 49 58 46 18 1 15	6	12	10	500	Bône, Cap Rosa, La Calle (SM) (Département Constantine)
4	9 mars		vers 2					Collo (SM) (Département Constantine) direction WE
5	29 "		vers 21 15					Maillot (SM) (Département Alger) légère secousse
6	6 avril		0 20					Guelma (SM) (Département Constantine) 12 secondes, direction NW, SE
7	6 "		23 0					Maillot (SM) (Département Alger)
8	6 "		24 15					Maillot (SM) (Département Alger)
9	10 "	P L F	0 31 54 32 4 33		(3)	(2)	80	Ameur-el-Aïn, 3 secondes, El-Affroun (SM) 3 secondes (Département Alger)
10	18 "	P L M F	14 27 47 28 5 28 30 32	4,5	1	1	140	
11	20 "	P L F	3 44 3 44 20 45 30		(1)	(1)	146	Maillot V (SM) (Département Alger) forte secousse
12	2 mai	P L F	2 21 10 21 23 23		(1)	(1)		Michelet 3 secondes Maillot (Département Alger)
13	7 "		vers 12 30					Kerrata (Département Constantine)
14	11 "	e P L M F	21 16 27 17 12 17 30 20	7	1	2		Taza (Maroc) forte secousse Bab-Morouj, M'coun
15	19 "	P L F	4 51 20 51 26 52 20		(1)	(1)	50	
16	31 "	e P F	7 11 3 12			(1)		Local

Numéro d'ordre	Date	Phase	Heure	Pé-riode	A _N	A _E	△	Remarques — Épicentre — Mécroséismes
17	15 juin	P L F	1 44 45 44 56 46		(1)	(1)	90	Michelet (SM) (Département Alger)
18	23 "	P L F	19 43 7 43 11 44		(1)	(1)	30	
19	1 juillet	P L F	22 33 16 34 24 34		(1)	(1)	60	
20	2 "	P L F	6 54 47 54 54 56		(1)	(1)	60	
21	8 "	P L F	9 3 15 3 25 4		(2)	(2)	80	
22	26 "	P F	16 52 12 53		(3)	(2)	0	Bouzaréah III (Département Alger)
23	26 "	P L F	17 52 22 52 33 53		(2)	(2)	90	
24	30 "	e P L F	3 26 22 25 55 30	2,5	2	1	250	
25	11 sept.		vers 4 15					Saint Lucien du Tiélat (SM) 2 secondes (Département Oran)
26	25 "	P L F	13 39 33 39 40 41		2	4	60	
27	25 "	P L F	18 48 38 48 44 50		2	2	50	
28	5 oct.	P L F	22 9 4 9 30 11		1	2	200	
29	7 "	P L F	7 12 38 12 52 19		(25)	(30)	110	Cherchell VI, Bouzaréah IV Blida, El Affroun, Dupperé, Lavigerie Chassériaux (SM) (Département Alger)
30	7 "		vers 18 15					Kerrata (SM) (Département Constantine)
31	9 "		vers 17 15					Kerrata (SM) (Département Constantine)
32	12 "	P L F	0 49 0 49 10 50		(13)	(13)	80	Bouzaréah IV, Haussonvillers, Bordj. Ménatél (SM) (Département Alger)
33	18 "		vers 0 40					Alger, Bouzaréah, Cap Caxine, Haussonvillers (Département Alger)
34	25 "		vers 5 15					Kerrata (SM), Amoucha. (Département Constantine)
35	9 dec	P L	20 12 2,5 12 3,0		(1)	(1)		
36	9 "	P L F	20 12 22,0 12 22,5 14		15	12		Alger, Bouzaréah IV, Cap Caxine (Département Alger)
37	9 "	P L F	20 15 39,5 15 40,0 16		(1)	(1)		
38	9 "	P L F	20 45 24,0 45 24,5 46		(3)	(3)		Alger, Bouzaréah II — (Département Alger)

IV. Macrosismes signalés

Date	Localité	Heure donnée	Mouvement			Autorité	Enregistré à	Observations
			Intensité	Durée	Direction			
Mal	Mongkong (Thibet)	4 ^h 15 (h ^{re} de Tanpa)		3 à 4 ^s	O-NO vers E-SE		P. Charrier	Nombreux accidents à Tao-Wou
Aout	San-Salvador	Le volcan de San-Miguel entre en activité et produit de nombreux dommages, J. Lardé, direct. de l'Observ. de San-Salvador.						
	Janina (Grèce)	16 ^h 42	VII	25-30 ^s	NE	Ph. Sagounys, directeur station météorologique	Athènes indique 14 ^h 43 ^m 53 ^s Epi-centre Janina	4 secousses après la 1 ^{re} chute de plaques de cheminées
	Corfou (Grèce)	16 ^h 35	IV	20 ^s	EW	Vice-consul de France à Corfou	id.	Bruits précédant la secousse
Sept.	Argostoli (Céphalonie)	2 ^h 40 (heure d'Athènes)	IV	2 à 3 ^s	EW	J. Saunders, agent consul.		
	" "	22 ^h 55 (heure d'Athènes)	II	1 ^s		"		
	Yokohama (Japon)	15 ^h	III		NS	P. Déjardin, consul de France		
	San-José (Californie)	8 ^h 45		3 ^s	NS	Prof. Newlin, Université de Santa-Clara		Forte secousse
	Livourne (Italie)	6 ^h 16 ^m 42 ^s (h ^{re} légale)	II	2 ^s	NE	Consul de France	Padova, 5 ^h 16 ^m 46 ^s temps de l'Europe centrale	Réplique du trembl. de terre à Puane Bolonia, Rocca di Papa
	Zante (Grèce)	4 ^h 25	III		SW	Dubedout, vice-consul de France à Patras		Athènes indique un trembl. à Zante Pyrgos, Ithaque 14 ^h 39 (Greenw.)
	Argostoli (Céphalonie)	4 ^h 25	II	2 ^s		J. Saunders, agent consul.		
Oct.	Le Caire (Egypte)	4 ^h 10		15 ^s		Ministère des Affaires étrangères		Ce trembl. local est le plus fort enregistré depuis la fondation de l'observatoire en 1903. Le seul comparable est celui du 22 avril 1911
	Argostoli (Céphalonie)	6 ^h 20	III	1 ^s et 2 ^s		J. Saunders, agent consul.		2 secousses
	Cindad-Bolivar (Vénézuéla)	9 ^h 20 (heure moy. locale)	IV	27 ^s	NS	Sifontes, directeur du bureau météorologique par l'agent consulaire		2 secousses horizontales. roulements caractéristiques
	Arbil (Mésopotamie)					Consulat de France en Mésopotamie		Pas de dommages
Oct	San-Salvador	18 ^h 49	IV	5 ^s	E	J. Lardé, directeur de l'Observatoire		Le foyer de ce mouvement sismique serait voisin de San-Salvador. Un correspondant de l'observatoire à Kopango, indique avoir ressenti ce tremblement dans la direction E avec une intensité de degré IV.
	Yokohama (Japon)	9 ^h	IV	quelques secondes	NS	Consul de France		secousse horizontale
	Argostoli (Céphalonie)	19 ^h 50	IV	10 ^s	EW	J. Saunders, agent consul.	Athènes, O 18 ^h 57 ^m 51 ^s	Trembl. de terre destructif près de Janina en Epire
	Janina (Grèce)	20 ^h 50	VII	12 ^s	NS	Zanina, professeur au gymnase grec par l'agent consulaire		30 secousses
	Corfou (Iles Ioniennes)	21 ^h	V	25 ^s	EW	Robiquet, vice-consul de France		
	Janina (Grèce)	22 ^h 57	IV					4 secousses
	Corfou (Iles Ioniennes)	23 ^h	IV	20 ^s	EW	id.		
	Janina (Grèce)	2 ^h 5	III		NS			3 secousses
	Zante (Grèce)	5 ^h 25	II	2 ^s	SW	Dubedout, vice-consul à Patras		
	Valparaiso	14 ^h 5	II	2 ^s	SW	id.		
		8 ^h 5		150 ^s			La Paz Ottawa, O 12 ^h 50 ^m 13 ^s Strasbg.?	Mouvement vertical. Dommages dans les ports de Copiapo et Valparaiso. Pas de perte de personnes.

Date	Localité	Heure donnée	Mouvement			Autorité	Enregistré à	Observations
			Intensité	Durée	Direction			
27 Oct.	Nouvelles éruptions du volcan de San-Miguel à San-Salvador: grandes détonations, courants de lave							
29 "								
1 ^{er} Nov.	Corfou (Iles Ioniennes)	7 ^h 15	IV	10 à 15 ^s	EW	Robiquet, vice-consul de France		
3 "	Santo-Domingo	21 ^h 40 (heure locale)	VI	15 ^s et 10 ^s	EW	Le chargé des affaires de France	La Paz, Ottava-O: 2 ^h 11	2 secousses. Bruits intenses, maisons lézardées, pierres tombées
8 "	Argostoli (Céphalonie)	14 ^h 55	III	2 ^s	EW	J. Saunders, agent consul.		
9 "	id.	13 ^h 4	IV	3 ^s	EW	id.		
18 "	San.-Salvador	Forte éruption d'un nouveau cratère du volcan Del Izalco (San Isidro)						
19 "	Janina (Grèce)	21 ^h 24	V	20 ^s	WE	Ph. Sagounis, professeur de mathématiques		Réveil général des dormeurs, renversement des objets mobiles, chutes de quelques cheminées
		22 ^h 54	IV	6 ^s	WE	par Robiquet, vice-consul de Corfou		
19 "	Grande secousse en Epire du Nord. Inondation de la ville de Tépéléné par le fleuve Viossa. Inondation de la forteresse d'Ali-Pacha et de villages de Boutza et Tipana							
24 "	Sienna	2 ^h 52 3 ^h 52 4 ^h 43 5 ^h 20 (Maximum) 5 ^h 22 (plus faible) 5 ^h 31 5 ^h 32 6 ^h 35 6 ^h 55		2 ^s	N vers W	Robiquet, vice-consul de France Consul de France à Livourne		Epicentre à proximité de Sienna. L'office central de Rome signale des secousses d'intensité V et VI en Toscane à 5 ^h 20 précédées et suivies de secousses de moindre intensité. Le même jour autre secousse à Benevento (V), à Castiglione di Stabia, Arezzo. Mouvement oscillatoire
26 "	Porto	11 ^h 45	VII			Gérant du Consulat de France	Portugal 11 ^h 40 ^m 4 ^s , Barcelone	Lézardes dans de vieilles bâtisses; chutes de plâtres. Secousse signalée à la même heure à Braga, Ceia. Tremblement ressenti dans le nord de Portugal, Viana, Porto, Valonéa côtes de Galice
	Vinhæs	11 ^h 45	VIII	10 ^s	EW		San-Fernando, 11 ^h 41 ^m 48 ^s	
	Viano do Castello			30 ^s			Coimbra, 11 ^h 38 ^m 44 ^s	
26 "	en Italie	11 ^h	V			Consul de Naples	Tous les observatoires italiens	Forte secousse. Ressenti à Arezzo, San-Sepolcro, Pisa, Lecce
3 Déc.	Iquique (Chili)	2 ^h 13 (heure légale chili.)	III à IV	10 ^s	NS	Consulat de France	La Paz, 6 ^h 56 ^m 35 ^s	Bruits prolongés, tonnerres lointains
10 "	Argostoli (Céphalonie)	20 ^h 40	IV	6 ^s	EW	J. Saunders, agent consul.		
10 "	Zante (Grèce)	20 ^h 40	IV	6 ^s	E	Comte Mercati, agent consulaire	Athènes, 18 ^h 35 ^m 59 ^s	Mouvement vibratoire
10 "	République Argentine et Amérique du Sud					Consul de France à Bahia-Blanca	La Paz-O: 4 ^h 25 ^m 42 ^s	Renseignements des divers observateurs du pays: San-Martin 0h 40s, Chiloé 0h 25s, Junin de Los Andes 0h 30s, Colonia, 16 Oct. 0h 28m 20s, Pilcaiyen 0h 17m 30s, Norquenco 0h 15m 30s, Zapala 0h 20s, Neuquen 0h 20m 15s. Séries de secousse propagées du Nord. D'autres secousses sont signalées: San-Martin de Los Andes le vendredi 10 à 18 h, samedi à 0h 34 secondes de 45s, le 11 à Bariloche dans le Nord Negro. Epicentre 39°S et 72°W. Destructeur à Villarica et Sur de C...
11 "	Zante (Grèce)	4 ^h 55 5 ^h 35 9 ^h 42	II II II	2 ^s 3 ^s 2 ^s	E E E	Comte Mercati, agent consulaire id. id.		Mouvement vibratoire id. id.

Localité	Heure donnée	Mouvement			Autorité	Enregistré à	Observations
		Intensité	Durée	Direction			
Tatsienlou (Thibet)	17 ^h 40 (heure moyenne locale)	IV	40 ^s	N-NE	A. Doublet, mission catholique		Ébranlement des portes, des fenêtres, craquements des planchers
Kiatingfou (Setchouan)	17 ^h 10	V	20 ^s		E. Pierrel, mission catholique		
Tatsienlou (Thibet)	21 ^h 30 (heure moyenne locale)	VI	50 à 60 ^s	N-NE	A. Doublet, mission catholique		Secousse précédée d'un bruit de rafale; tangage sensible remarqué par beaucoup d'observateurs
Kiatingfou (Setchouan)	environ 22 ^h	VI	environ 30 ^s	E-W	E. Pierrel, mission catholique		
Kwang-ping-l'ou (Chihli) 36°41'N 114°43'E	20 ^h 15 (h ^{re} de la Côte de Chine)	III			Lettre d'un père Jésuite		Voir la note spéciale sur le tremblement de terre de Chine
Tchentou (Setchouan)	22 ^h	III		Sud au Nord	Mission catholique de Tchentou		
Kan-Sou							Epicentre à Carrara. Monsieur Schiavazzi, directeur de la station de Livourne attribue le séisme à un rajustement du sol consécutif du fort séisme du mois de septembre
Carrara, Lucques, Livourne	17 ^h 25				Consulat de France à Livourne		
Mongkong (Thibet)	4 ^h 51	IV		SW-NE	P. Charrier, mission catholique		Pas de dégâts
" "	13 ^h 49 14 ^h 07	II			id.		
Canton	11 ^h 45	III		EW (?)	Consulat de France		id.
" "	environ 12 ^h				Presse chinoise		
Hong-Kong (colonie britannique)	11 ^h 48 à 11 ^h 50						Trois pères assis éprouvent le vertige et l'impression d'être emportés avec le plancher
Wei-hsien (Chihli) 36°59'N 115°23'E	19 ^h 15	IV	2 à 3 ^m	SW-NE	Lettre d'un père Jésuite		
Nwig-a-pao (Kan-sou)	19 ^h 15	V			Journal chinois		Chute de murs
Yerkalo (Thibet)	7 ^h 45				R. P. Goré, mission de Yerkalo		Réveil général des dormeurs, lézardes dans le murs
" "	11 ^h 15 (h ^{re} du fuseau horaire de l'Indo-Chine)	IV		SW-NE	id.	Inscrit à Zi-Ka-Wei eP 4 ^h 32 ^m 21 ^s eS 35 21 F 5 15	
" "	4 ^h 20	VI		SW-NE av. retour	id.		Violente secousse
" "	2 ^h 20	III ou IV			id.		
Mongolie Mérid Chan-Si (Sia O-Kia Pan) Chang-Hai, Peking	19 ^h 36 ^m 50 ^s (heure à 120° de Greenw.)				Observation de Zi-Ka-Wei	Inscrit à Zi-Ka-Wei iP 11 ^h 36 ^m 50 ^s eSx 39 51 eL 40 17 F 13 13 Δ = 1750 et dans tous les observatoires	Tremblement de terre très étendu (voir les données de Strasbourg)
Mongkong (Thibet)	vers 12 ^h 15	II			P. Charrier, mission catholique		

Note sur le tremblement de terre du 16 décembre 1920

Le 16 décembre 1920 à 12^h 16^m 49^{sec}, les sismographes de Strasbourg ont inscrit un des plus importants tremblements de terre qu'il leur ait été donné de noter jusqu'ici; les plumes de l'appareil horizontal Wiechert de 1000 Kgs ont malheureusement sauté après quelques minutes d'inscription; l'appareil vertical et les pendules horizontaux Mainka de 450 Kgs ont inscrit la totalité du phénomène.

Plusieurs stations en rapport d'échanges avec Strasbourg, nous ont fait parvenir leurs sismogrammes. Quelques-uns sont tout à fait remarquables: tel celui de La Paz situé à peu près à l'antipode et où les amplitudes sont énormes.

Description du Séisme

L'Observatoire de Zi-Ka-Wei ayant publié une intéressante note de sismologie: le tremblement de terre du Kan-Sou (Chine), 16 décembre 1920, par le R. P. E. Gherzi S. J. (Imprimerie de la mission catholique Zi-Ka-Wei, Chang-Hai, 1921), nous renverrons fréquemment les lecteurs à cette intéressante note.

Pourtant, afin de faire comprendre l'intensité de la catastrophe, nous reproduirons la description qui y figure du Kan-Sou, province encore très peu connue et où les dégâts du tremblement de terre furent particulièrement importants; c'est une des régions où les tremblements de terre sont les plus fréquents.

« Sa constitution géologique et surtout la tectonique nous sont encore peu connues. « Dans la partie SW qui nous intéresse on a signalé de puissants plateaux très ravinés « orientés N. NW., hauts de 2000 à 3000^m faisant peut-être suite à la chaîne du Nan-chan. « Ils séparent P'ing-liang-fou de Lan-tcheou-fou, et vont très probablement se raccorder à « l'arête centrale du Ts'in-ling-chan. D'après les derniers renseignements dûs à l'expédition « de M. M. Robert Sterling Clark et Arthur de C. Sowerby en 1908-1909, ils comportent « d'énormes assises horizontales de grès de diverses couleurs, recouverts par de grands dépôts « de *læss* ou de Hoang-t'ou. Voici quelques détails sur les environs des deux villes qui ont « particulièrement souffert du tremblement de terre: Kou-yen-tcheou et Tsing-ning-tcheou.

« Les formations sédimentaires à partir de Tchen-yuen dans la direction de l'ouest « montent constamment en altitude jusqu'à ce qu'on atteigne le Liu-p'an-chan. Cette grande « chaîne de montagnes (haute de 8000 à 10000 pieds) composée de roches cristallines et qui « s'étend du NW au SE, se trouve à l'ouest de Kou-Yuen et de Wa-t'ing, et peut être « considérée comme le bord occidental du grand bassin du Chen-si Septentrional. Les sommets « les plus élevés sont très escarpés et ressemblent quant à leur formation géologique au « K'iao-tch'eng-chan du Chan-Si Occidental. Les sommets inférieurs sont composés de « calcaire coupé par de profonds ravins.

« Kou-Yen est placé dans un immense bassin de *læss*, limité au nord, à l'est et au sud « par des collines d'origine sédimentaire et à l'ouest et au sud-est par le Liu-p'an-chan. Sur « le bord Ouest de cette chaîne on trouve surtout du calcaire à un niveau d'altitude supérieur « à celui des roches sédimentaires qui sont à l'Est.

« Immédiatement au nord de cette ville les couches calcaires sont profondément « coupées par un ruisseau qui descend du Liu-p'an-chan. A l'ouest de la ville les dépôts de « *læss* croissent énormément en épaisseur. De hautes montagnes en sont couvertes et des « ravins abrupts s'y sont formés. »

Il s'agit donc de villes et de villages situés souvent au fond de vallées resserrées et dominées par de hauts plateaux couverts d'épaisses couches de *læss*, qui descendent verticalement presque jusqu'aux bords des rivières. Or, c'est dans ces couches de *læss* que des centaines de familles ont mis leurs demeures... On comprend dès lors qu'un glissement de la couche superficielle du *læss* causé par un effondrement ou un chevauchement de strates souterrains, ait pu provoquer des désastres et des ruines multiples dans ces localités.

Les provinces de Chen-Si, de Chan-Si, la Mongolie méridionale, le Hou-Pé, le Tche-Li ont été également très éprouvées (voir la note citée ci-dessus).

D'une longue analyse des effets macrosismiques le R. P. Gherzi conclut que le séisme a eu son épicentre dans le Kan-Sou-Oriental et très probablement entre les villes de Tsing-Ning tcheou, Hai-tch'eng, K'ing-yang-fou et Pin-tcheou (Chen-si) et à titre provisoire, en groupant les noms des villes les plus éprouvées, il indique comme ligne de production du séisme, celle qui longe le versant Est de la chaîne du Liu-p'an-chan.

La note contient les isoséistes probables: la courbe X entoure Hai-tch'eng, Kou-Yuen-Tcheou, Tsing-Ning-Tcheou, P'ing-liang-fou, King-Tcheou; la courbe IX contourne Pin-Tcheou et passe près de T'sin Tcheou.

Voici un tableau des dommages subis à Tsing-Shui-Shien situé au S. SW près de Liu-p'an chan au bord méridional de l'isoséiste X.

Tableau communiqué par le R. P. Gherzi

(Le nombre de traverses écroulées est une bonne indication, car les maisons sont presque toutes formées d'un rez-de-chaussée de deux pièces avec trois traverses. Il est fort rare que les maisons aient plus d'un étage).

On se rend compte par les chiffres ci-dessous de l'importance de la catastrophe: 1481 personnes, 6863 bêtes tuées dans un seul canton. Si la densité de la population avait été plus grande, la catastrophe eût sans doute dépassé toutes les précédentes. On affirme que le chiffre des morts est certainement supérieur à quarante mille indiqué au début.

Cent mille serait plus près de la vérité.

Liste des dommages à Tsing-Shui-Shien

<i>District n° 1</i> Ville	Hommes, femmes, enfants tués	Bêtes tuées	Traverses de maisons écroulées
Rue du nord	26	65	210
» du sud	13	52	672
» de l'est	31	33	230
» de l'ouest	8	38	170
» du milieu	27	101	323
Hoang-mei-tch'oan	62	260	1120
Mi-yang-tch'oan	83	351	1301
Long-chan-mias	35	236	2020
Yang-yu-pou	24	160	1610
Yoo-tchoang	13	171	182
Ou-kia-tchoang	8	67	220
Ma-kia-tchoang	4	75	232
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
<i>District n° 2</i>	334	1609	8290
Kong-moi-tchen	13	320	822
Yen-kia-tien	8	270	710
K'i-ma-ing	7	121	350
Kieou-t'chang-tchen	6	208	421
Kou-che-pouo	7	332	310
K'ang-kia-tchoang	8	291	230
Ta-miao-ho-yu	6	128	390
Fou-kia-tch'oan	9	145	210
	5	203	164
Ma-kia-tchoang	3	215	204
Cho-chon-tchoang	4	223	200
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	76	2456	4011

	Personnes tuées	Bêtes tuées	Traverses de maisons croulées
<i>District n° 3</i>			
Po-t'ouo-che	33	102	510
Hou-guen-ho	18	80	220
Song-chon-tchen	13	60	206
T'ai-guen-tch'eng	4	51	315
Siao-k'iuén-hia	7	45	541
Chon-kia-tchoang	7	66	413
Ye-fang-tchoang	9	79	331
K'i-chao-hia	16	12	292
Hoa sin-se	14	154	160
Tcheen-kia-tchoang	11	213	122
Tchou-kia-tchoang	19	306	177
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	151	1277	3287
<i>District n° 4</i>			
Pe-sa-tchen	3	51	230
Chan-mei-tchen	2	20	201
Pe-kia-tchen	4	33	363
Yu-yang-p'ou	2	45	250
Tcho-choei-tchen	5	107	321
Yang-kia-tchoang	1	52	210
T'ang-keen-tchoang	1	79	245
Sang-guen-tchoang	2	28	296
Tch'ao-kia-tchoang	1	21	242
Kin-kia-tchoang	2	19	219
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	23	455	2577
<i>District n° 5</i>			
Tchang-kia-tch'oan	261	120	725
Ma-ho-yu	223	83	510
Wan-k'inen-keon	102	85	506
To-miao-tch'oan	84	97	510
Kan-ki-tch'oan	61	94	345
Tch'ang-k'ien-tch'oan	22	112	363
Mon-ho-keon	53	105	364
P'an-tsoei-p'ou	26	120	491
Hia-ma-kia	35	123	479
K'en-tse-li	30	127	533
	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	897	1066	4826
<i>District n° 1</i>	334	1609	8290
<i>District n° 2</i>	76	2456	4011
<i>District n° 3</i>	151	1277	3287
<i>District n° 4</i>	23	455	2577
<i>District n° 5</i>	897	1066	4826
Total	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	1481	6863	22991

Une lettre du 10 mai, du Père Gherzi, m'a fait savoir qu'un Père Hollandais, le R. P. Popelier de la Congrégation belge de Scheut, ayant parcouru le Kan-Sou en revenant de T'sin-Tcheou, confirme l'exactitude de ses isoséistes par les constatations des dégâts. (Tsin-Tcheou est sur l'isoséiste IX). Peut-être les dégâts produits feraient-ils rapprocher un peu plus l'isoséiste X du Méridien 105° à l'Est de Greenwich ; la différence n'est d'ailleurs que de quelques dizaines de kilomètres. D'autres vérifications ont été faites par un autre Père Belge de la même Congrégation qui fit le voyage de Liang-Tcheou à Singan-Fou à travers le Liu P'an-Chan, la carte à la main.

« Il va de soi que sur le massif même de Liu-P'an-Chan, composé de roches cristallines, « les dégâts furent moindres que sur ses bords et sur les collines plates et allongées recouvertes de lœss autour de ce massif.

« Le lœss a coulé comme de la cire et il a chevauché à plusieurs reprises avec des « croupes de 20 à 30 mètres comme de formidables taupinières dans la direction SSE. « Il y a près de Tsing-Ning-Tcheou plusieurs rangées parallèles de ces minuscules et « nouvelles collines ».

D'après le R. P. Geisler, des missions belges de Scheut, le lœss, dans beaucoup d'endroits où le tremblement de terre a causé de grands glissements, serait posé horizontalement ou avec une légère pente sur des couches de cailloux ou galets d'anciennes alluvions épaisses d'environ 2 m. Parfois entre ce conglomérat sans adhérence et la couche proprement dite du lœss il y a une petite couche de terre noire très gluante. Il est possible que ce faciès géologique ait facilité les grands glissements des couches superficielles.

Chargé du district de K'ing-Yang-Fou (Kan-Sou) (Isoséiste IX), le R. P. Geisler a pris un certain nombre de photographies du plus haut intérêt, que le R. P. Gherzi a bien voulu me communiquer et m'autoriser à publier.

La photographie 1 représente précisément l'aspect du lœss reposant sur une petite couche de conglomérat récent sur lequel il aurait glissé facilement.

Les clichés 2 et 3 donnent l'aspect dans deux directions différentes d'une ferme construite dans le lœss.

Le cliché 4 représente encore une ferme détruite à Tchao-Kia-Tch'a.

Le cliché 5 est particulièrement instructif parce qu'il montre clairement le genre des montagnes qui ont glissé. On aperçoit au premier plan une série de fermes écroulées. Toute une famille a trouvé la mort sous les débris en ligne droite du milieu de la montagne.

Le cliché 6 donne bien l'aspect des vallées de cette région ; les collines de lœss ont été creusées par la petite rivière Sin-Kia-Ho.

L'église très endommagée de San-Cheu-Li-Pou est représentée dans le cliché 7, côté sud ; c'est une petite localité sur le Houhan-Ho, un peu au nord de Tch'in-Yan-Fou.

Parmi les très intéressants renseignements qui nous ont été transmis par les missionnaires belges de Scheut j'indiquerai encore, d'après une lettre du R. P. Gherzi, le genre particulier d'impressions qui ont été éprouvées au Kan-Sou ; ces Pères affirment avoir réellement senti ou mieux éprouvé les mouvements de rotation sur place. Une statue du Sacré-Cœur, de 1 m. 20 de haut, en plâtre creux, de leur Eglise à Tsin-Tcheou, a été retournée sur son piédestal (hauteur 1 m. 50). Au même endroit, un tableau suspendu au mur par une corde à un clou, fut complètement retourné : ce tableau est de forme rectangulaire et est attaché par un des petits côtés.

Au moment où cette note était mise sous presse une nouvelle lettre du R. P. Gherzi, datée du 12 décembre 1921, de l'Observatoire magnétique de Lu-Kia-Pang, me communiquait de nouveaux détails, provenant de Mgr. Daems, Prefet apostolique du Kan-Sou Méridional.

On ne lira pas sans émotion ce récit poignant qui montre de la façon la plus saisissante l'horreur de la catastrophe :

« Dans le sud, ou Cis-Koan-Chan, c'est T'ong-Wei-Hien qui a souffert le plus, avec « 17,000 morts, puis Ts'in-Ngan avec 2,000, puis T'sin-Chow avec un bon millier. T'ong-Wei « est situé encore dans le centre de la catastrophe avec Tsing-Ning, Hoi-Ning, Kou-Yuen

« et Hai-Tch'eng. Les autres sous-préfectures dans le Trans-Koan-Chan (est du Liu-P'an-Chan) « sont un peu comme les nôtres ici. A l'ouest, la limite des désastres est Ngan-Ting, qui n'a « plus guère souffert; à l'est, c'est Yong-Cheou-Hien. J'ai parcouru en deux sens le territoire « de T'ong-Wei; c'est absolument épouvantable, et rien, tant en ville qu'à la campagne, n'est « resté debout. Ma-Ing n'est plus qu'un monceau de ruines. C'est une destruction radicale au « ras du sol. Ainsi de T'ong-Wei, de toute la ville et du faubourg, il n'est resté qu'un pan « de pagode; les bâtiments ne se sont pas effondrés, ils ont été renversés, et quand j'y « passais on ne pouvait plus même distinguer la forme des cours et l'emplacement des maisons. « Même des murs de clôture de 2 ou 3 m. de haut au bord des champs ont été renversés. « J'ai vu des tcha-pi (enclos?), en terre battue, épais de 1 m. et parfaitement conservés, « renversés, mis en pièces.

« Partout le sol est crevassé sur des lis et des lis de distance (un li = ± 500 m.). Sur « les montagnes, l'effet a été plus terrible encore; des parties immenses de montagne ont été « comme labourées par une charrue gigantesque et toute la croûte en a été déchiquetée en « sillons presque réguliers.

« Et puis les affaissements !

« Il y en a eu des centaines, mais deux surtout que j'ai visités sont d'un terrible et « d'un grandiose qu'on ne saurait décrire. Sur une longueur de plusieurs lis la croûte de la « montagne, d'une épaisseur de plusieurs pieds, s'est *mise en marche* depuis la base jusqu'au « sommet et comme une vague immense a déferlé dans la vallée, passé la rivière, remonté « jusqu'à une certaine hauteur sur la montagne de l'autre côté, constituant un solide barrage « de plusieurs tchang d'épaisseur (tchang = 3 m. 50) et de 2 ou 3 lis de longueur. Un beau « lac d'un vert magnifique et aux formes les plus fantastiques s'est formé au-dessus du barrage. « Quand je passais il avait déjà une profondeur de plusieurs tchang. Des barrages « moindres existent un peu partout, mais ils passent inaperçus dans des vallons solitaires.

« Un vieux me disait que du temps de T'ong-Tche (de 1862 à 1874) un affaissement « de montagne s'était produit au même endroit absolument ... »

Circonstances météorologiques. — On a pu se demander si ce tremblement de terre n'était pas lié à une perturbation météorologique. M. Mesnard⁽¹⁾ a émis l'opinion que cette secousse aurait mis fin à la période de sécheresse.

Nous avons entre les mains les cartes isobares publiées chaque jour par l'Observatoire de Zi-Ka-Wei pour le service du port de Chang-Hai et de toute la côte de Chine. Les isobares tracées au moment du sinistre ont été confirmées par les observations des missionnaires de l'intérieur, du Kan-Sou et du Chien-Li: ni l'état thermométrique, ni l'état pluviométrique dans le Kan-Sou ne présentent rien d'anormal ou même de remarquable. La température moyenne est restée basse et le ciel était presque sans nuages avant comme après le tremblement de terre. Il en est de même dans le Chien-Li. Le seul événement météorologique qui suivit la grande secousse du 16 fut un grand vent de sable, comme on en a souvent dans ces provinces limitrophes de la Mongolie.

A Liang-Tcheou-Fou (Kan-Sou Occidental) cela commença le 17 décembre au matin. A San-Tao-Ho (Mongolie limitrophe de l'Ordos, le long du fleuve jaune, près de 40° lat. N et 106°, 5 long. E), le grand vent jaune commença dans la nuit du 16 au 17 et battit son plein dans la soirée du 17, venant de l'ouest. Ce phénomène s'était d'ailleurs déjà produit dans cette localité le 9 dans l'après-midi, le même mois.

La poussière atmosphérique arrivait le 18 à Chabernoor en Mongolie près de 41° de latitude et 111° de longitude, à Wei-Hai-Fou dans le Ho-Nan, à Singan-Fou dans le Chien-Si central, et dans la soirée du même jour dans d'autres localités de Chine plus éloignées comme Ta-Ming-Fou. L'arrivée de cette poussière coïncide avec une petite hausse de température de 2° à 4°.

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences. (Janvier 1921).

Troubles du bifilaire Adié à l'Observatoire magnétique de Lu-Kia-Pang

On constata à l'heure marquée (côte de Chine 120° EG), les effets suivants :

La courbe s'épaissit à 20 h. 9 m., à 20 h. 10 variation magnétique de 5 γ ; la trace disparaît de 20 h. 13 m. à 20 h. 16 m.; à 20 h. 10 m., 66 γ (?); à 20 h. 22 m., 15 γ ; à 20 h. 27 m., 14 γ ; à 20 h. 32 m., 8 γ ; à 20 h. 35 m., 4 γ ; 20 h. 53 m., 4 γ ; à 20 h. 41 m., 4 γ ; à 20 h. 45 m., 4 γ ; à 20 h. 47 m., 4 γ ; à 20 h. 50 m., 5 γ ; à 20 h. 53 m., 4 γ ; à 20 h. 57 m., 3 γ et ainsi de suite en diminuant.

N. B. — [La courbe de cet enregistreur n'est lisible que toutes les trois minutes à cause de la lenteur du développement du papier qui se déroule. Période propre du bifilaire 9^s,4; période du déclinomètre 4^s,7].

On voit que les perturbations magnétiques ont été très marquées, d'après les analyses de ces courbes qui ont été exécutées sous la direction du R. P. de Moidrey S. J., directeur de l'Observatoire magnétique de Lu-Kia-Pang (Kiang-Su, Chine) à 40 km. de Zi-Ka-Wei.

Étude des sismogrammes et détermination de l'épicentre

Les stations dont nous avons reçu les données au moment où cette note est imprimée sont :

Zi-Ka-Wei, Calcutta, Manille, Batavia, Lemberg, Helwan, Athènes, Iéna, Padoue, de Bilt, Valle-di-Pompéi, Strasbourg, Zurich, Rocca-di-Papa, Florence, Bruxelles, Besançon, Dyce, Parc-Saint-Maur, Stonhyurst, Marseille, Puy-de-Dôme, Barcelone, Alger, Sydney, Coimbra, San-Fernando, Apia, Wellington, Le Cap, Panama, La Paz⁽¹⁾.

Parmi les stations voisines, celle de Batavia indique i P et S: elle semble donc la mieux appropriée pour une bonne détermination de la distance de l'épicentre par la différence S—P. On trouve ainsi 4,800 kilomètres. En adoptant cette distance l'heure origine serait O = 12 h. 05 31.

La station de Zi-Ka-Wei indique aussi i P à 12 h. 09 16. Avec l'heure origine précédente la distance à l'épicentre serait 1,675 kilomètres.

Les coordonnées de Zi-Ka-Wei sont $\lambda = 121^{\circ} 25' 45''$ $\Delta_1 = 1,675$ ou $15^{\circ} 6'$
 $\varphi = 31^{\circ} 11' 33''$
 » Batavia » $\lambda = 106^{\circ} 49' 45''$ $\Delta_2 = 4,800$ ou $43^{\circ} 19'$
 $\varphi = 6^{\circ} 11' 0''$

En partant de ces données on est conduit à

$$\varphi_0 = 37^{\circ} \quad \lambda_0 = 105^{\circ}$$

L'Observatoire de Tokio a indiqué

$$\varphi_0 = 36^{\circ},5 \quad \lambda_0 = 106^{\circ}$$

Les résultats du calcul conduisent donc bien à la région déterminée par les observations macrosismiques.

(1) Toutes ces données servent actuellement à une étude spéciale. Nous serons particulièrement reconnaissants à ceux de nos collègues qui pourraient mettre à notre disposition des photographies de leurs sismogrammes ou nous signaler les particularités que peuvent présenter certaines phases.

Renseignements sur le Setchouan et le Thibet. Extension du Séisme

Par le très aimable intermédiaire de M. A. Bodard, consul de France à Tchentou et de son E. M. A. Boppe, ministre plénipotentiaire de la République en Chine, nous avons reçu les résultats d'enquêtes faites au Setchouan et au Thibet. Le Setchouan est à la limite de la carte publiée par l'Observatoire de Zi-Ka-Wei dans la note citée.

Dans la ville de Tchentou, à 7 h. 04 du temps local, une forte secousse du sud au nord a été ressentie pendant une ou deux minutes, ensuite le mouvement parut giratoire pendant trois ou quatre secondes pour finir par un balancement doux, comme celui d'un bateau; le tout a duré de 15 à 20 secondes.

Les missionnaires se trouvaient à table pour le dîner. La lampe suspendue à un fil de fer de 4 m. 50 balançait avec une amplitude de 4 à 5°. Une pendule dont le balancier se meut dans le plan nord-sud s'arrêta net à 7 h. 04. On peut évaluer à VI le degré d'intensité.

C'est encore une confirmation des isoséistes de Zi-Ka-Wei. A Kia-Sing-Fu, localité un peu plus au sud que la précédente, l'observateur assis dans une chambre du rez-de-chaussée a ressenti l'ébranlement des planchers, des cloisons, mais pas de bruit, ni des vitres, ni des tuiles sur les toits. Il y eut oscillation des lampes suspendues et les habitants disent avoir été pris de vertiges (E. Pierrel, missionnaire catholique).

Des témoins Chinois ont ressenti les mêmes effets à Han-Yung-Pé au nord de Kia-Ting où se tenait un marché.

D'après les renseignements recueillis jusqu'ici le tremblement n'aurait pas été ressenti ou signalé au Thibet. (Voir plus loin).

Le mouvement a, au contraire, été ressenti sur la côte de Chine. A Chang-Hai on remarqua l'arrivée de la secousse à l'oscillation assez forte des lampes suspendues. L'horloge du Consulat britannique, celle du sémaphore et celle du service de l'heure de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei ont été arrêtées, cette dernière à 20 h. 13 m. 37 s., heure de la côte de Chine.

La note de Zi-Ka-Wei signale que le paquebot anglais «Devanha» de la Compagnie P and O qui allait de Chang-Hai à Hong-Kong, ressentit en passant au large de Swatow comme un choc assez violent. Le Commandant crut qu'on avait touché une épave submergée et, à son arrivée au port de Hong-Kong, il fit inspecter la coque du navire. Ce fut pour lui une agréable surprise de savoir que tout était en bon état et qu'il ne s'agissait que d'une secousse sismique! (La distance de Swatow est de 1,600 km.)

A Pékin (Chine), M. Lepice, consul, signale à 20 h. 10, pendant cinq minutes, une secousse dont l'intensité maxima s'est manifestée de 20 h. 12 à 20 h. 13. Ce fut une oscillation horizontale à grande amplitude avec mouvement circulaire. La direction indiquée est sud-est nord-ouest. Quelques personnes assises ont éprouvé un étourdissement cérébral prononcé. M. Lepice attribue à la secousse l'intensité V.

L'agitation sismique en décembre 1920 en Chine et au Thibet

La catastrophe du 16 décembre ne pourrait être séparée de toute une série de mouvements sismiques commencés fin novembre et qui se sont prolongés jusqu'en février, comme en font foi les bulletins sismiques de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei.

Nous avons donné dans le tableau IV des renseignements macrosismiques qui nous sont parvenus par l'intermédiaire des consulats de France, relatifs au Thibet et à la Chine.

Il est fort curieux que le tremblement de terre du 16 décembre, pas plus que celui du 25 n'aient été signalés dans la région du Thibet, comme l'a déjà fait remarquer dans la note citée le R. P. Gherzi. Au contraire, un tremblement du 21 décembre dont l'épicentre est indiqué à 1,750 km. de Zi-Ka-Wei (n° 2,983 du bulletin de cet Observatoire) est signalé

NOTICE ANNEXE

RADIOTÉLÉGRAMMES ET TÉLÉGRAMMES SISMOLOGIQUES

Depuis le 5 avril 1921, le poste radiotélégraphique de la Tour Eiffel émet à 11 h. 30 à la suite du radiotélégramme météorologique, un télégramme sismologique qui commence par les mots «Sismo Strasbourg»; le plus souvent ce télégramme contient quelques mots en clair donnant des renseignements généraux sur les séismes de faible intensité ou l'agitation microsismique.

Exemple: Le 28 mai — Longues ondes vers 20^h 12 — Max NS 20^h 26 — Séisme lointain 21^h 05^m 46^s. Max 21^h 44^m.

Du 6 au 7 juin agitation croit légèrement

La station de Strasbourg ayant été désignée comme station centrale Française et recevant les communications de toute la France, certains radios peuvent être conçus comme il suit:

Exemple: Le 3 mai Briançon signale secousse du degré 4, durée 2 sec. à 8^h 20^m.

En cas de séisme important le télégramme se compose de quatre groupes de cinq chiffres :

ddaap phmm ssddd D₁D₁DDD

dd = jour du mois

aa = azimut du foyer de 10° en 10° compté à partir du N par E (01 à 36).

La détermination de cet azimut repose sur des indications du sismogramme jugées suffisamment sûres. Quand l'azimut est incertain de $\pm 180^\circ$, on ajoute 50 aux chiffres précédents (51 à 86); quand la détermination de l'azimut n'est pas certaine et qu'on estime ne pouvoir l'indiquer que de 45° en 45° seulement, on emploie les chiffres de 91 à 98; quand cette détermination n'est pas encore faite, on emploie la notation 99; quand on la juge impossible, on l'indique par 00.

pp = nature des phases P et S. Le premier chiffre de 1 à 4 concerne la phase P :

1 impetus très net des ondes P, soit i P

2 les ondes P et \bar{P} (P soulignées) sont nettes

3 les ondes P sont nettes mais sans impetus

4 le début des ondes P est mal défini, soit e P

Le second chiffre de 5 à 8 concerne la phase S :

5 impetus très net des ondes S, soit i S

6 les ondes S sont nettes

7 le début des ondes S est mal défini, soit e S

8 la détermination des ondes S est incertaine

En employant le chiffre 9 soit pour la phase P soit pour la phase S, on indique que la phase correspondante a été troublée par le commencement de la minute.

On peut résumer dans le tableau ci-après les indications relatives aux deux chiffres pp.

1	2	3	4	Phase P	9
i P	P et \bar{P}	P	e P		Troublée par interruption de minute
5	6	7	8	Phase S	9
i S	S	e S	incertain		Troublée par interruption de minute

hhmmss = heure, minutes, secondes, du début (temps moyen Greenwich)

ddd = différence en secondes des heures des S et P, ou temps S-P en secondes

D_1D_1 = différence en secondes pour les séismes rapprochés des heures correspondant aux \bar{P} et aux P ou temps $\bar{P}-P$ en secondes; dans le cas où cette différence n'est pas nette, D_1D_1 sont remplacés par 99

DDD = distance en kilomètres des séismes rapprochés.

Quand les séismes sont éloignés, il n'y a pas lieu d'envisager $\bar{P}-P$, et dans ce cas

D_1D_1DDD = distance en kilomètres des séismes lointains.

Toutes les fois que ce sera possible, on indiquera en clair la région épiscopentrale. On donnera aussi des indications sur l'intensité du séisme d'après l'aspect des sismogrammes.

Le poste Lafayette, de Croix d'Hins près de Bordeaux répète les dépêches importantes immédiatement après les signaux horaires de 20 heures.

Exemple: 20991 50051 33393 04830 Turkestan signifie
le 20 (du mois, ici mai) Azimut non encore déterminé, impetus des P , impetus des S , début à 0 heure 51 minutes 33 secondes — Différence $S-P$ = 393 secondes — Distance 4830 kilomètres — Epicentre Turkestan.

Le code ci-dessus est également employé pour les télégrammes par fil que l'Institut de Strasbourg adresse en cas de séismes importants aux observatoires qui lui en ont fait la demande et qui pour la plupart envoient également leurs données à Strasbourg par télégraphe.

L'adresse télégraphique de l'Institut est «Geophyse, Strasbourg».

La réception de ces télégrammes permet de procéder à une détermination rapide de l'épicentre.

Un bulletin d'échanges, contenant toutes les données reçues par Strasbourg, est aussitôt envoyé à tous les correspondants et la désignation de l'épicentre est annoncée par la Tour Eiffel dans le «sismo» le plus rapproché possible.

Le Directeur.

Tremblement de terre du Kan-Sou (16 décembre 1920)

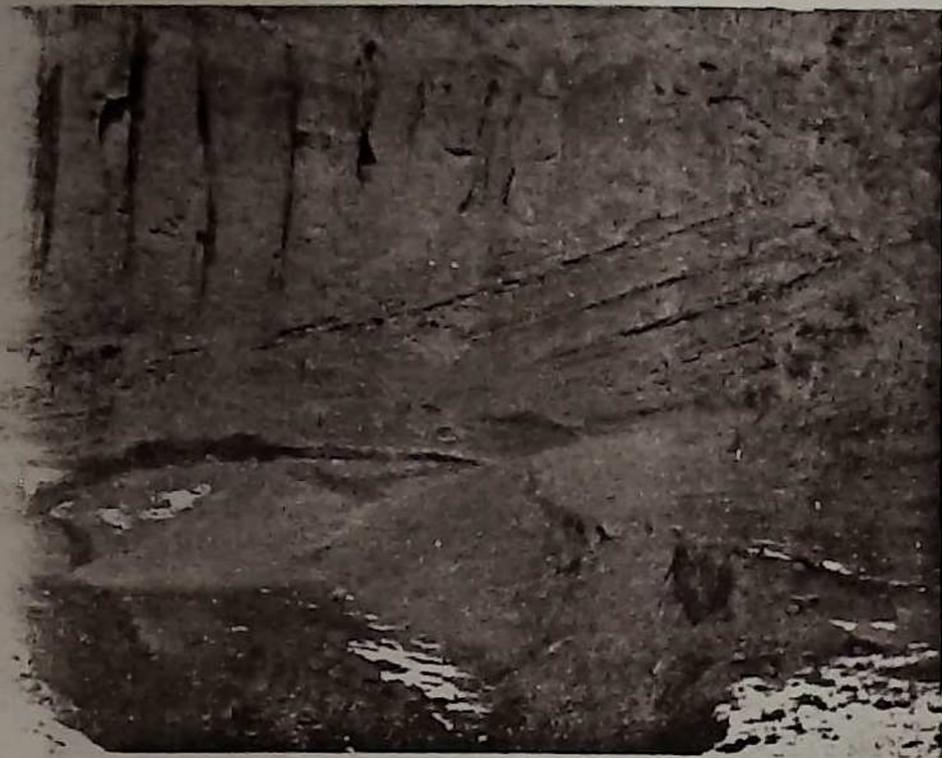


Fig. 1

Aspect du lœss reposant sur une petite couche de conglomérat récent



Fig. 2

Une ferme (vue de gauche)



Fig. 3

Une ferme (vue de droite)

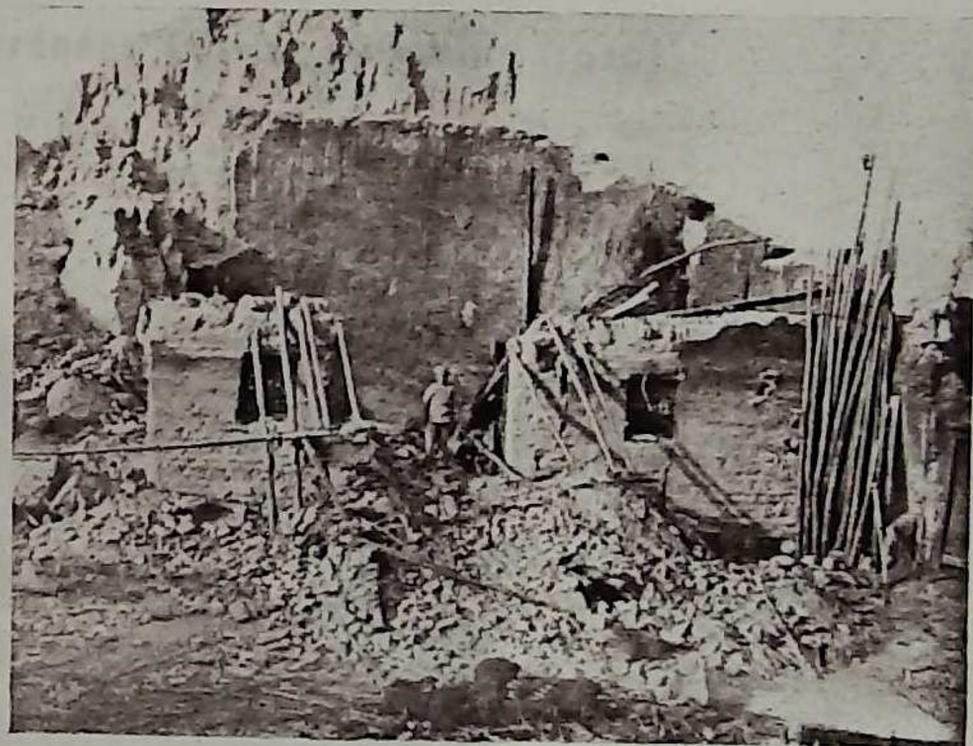


Fig. 4

Ferme détruite à Tchao-Kia-Tch'a



Tremblement de terre du Kan-Sou (16 décembre 1920)



Fig. 6

Collines de loess creusées par la petite rivière Sin-Kia-Hô



Fig. 7

Église de San-Cheu-li-p'on

Tremblement de terre des Pyrénées (28-29 novembre 1920)



Fig. 8

Tronçon de route entraîné à Marquixanes

Tremblements de terre des 29-30 mai 1920

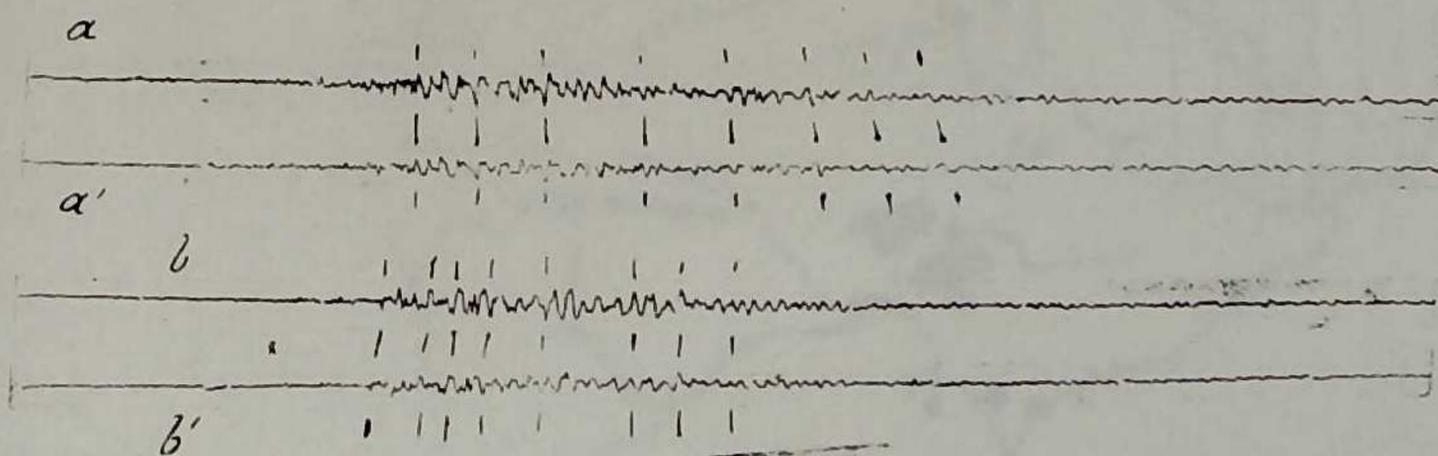
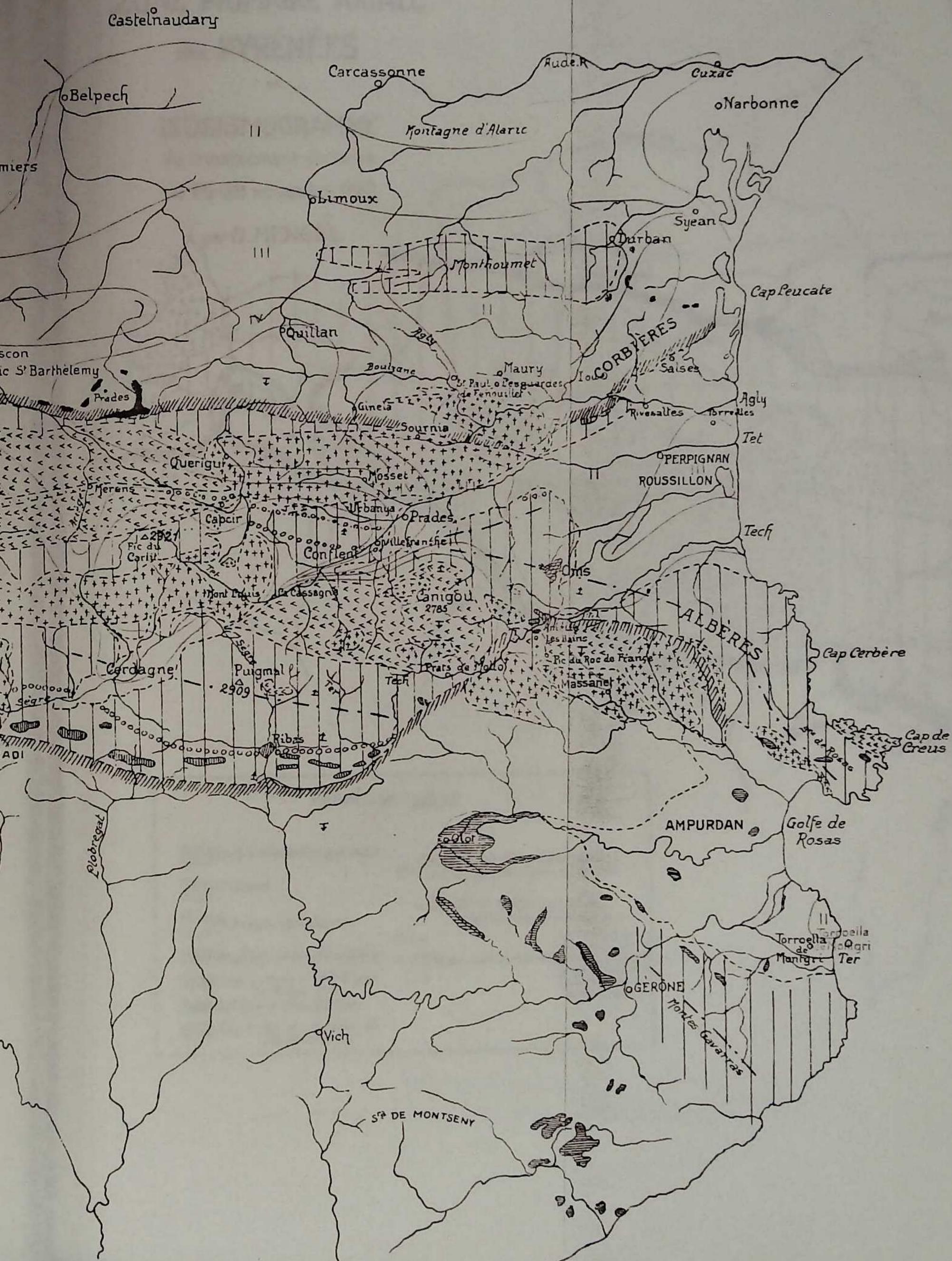


Fig. 9

Sismogrammes analogues des 29 et 30 mai 1920



ZÔNE PRIMAIRE AXIALE

des PYRÉNÉES

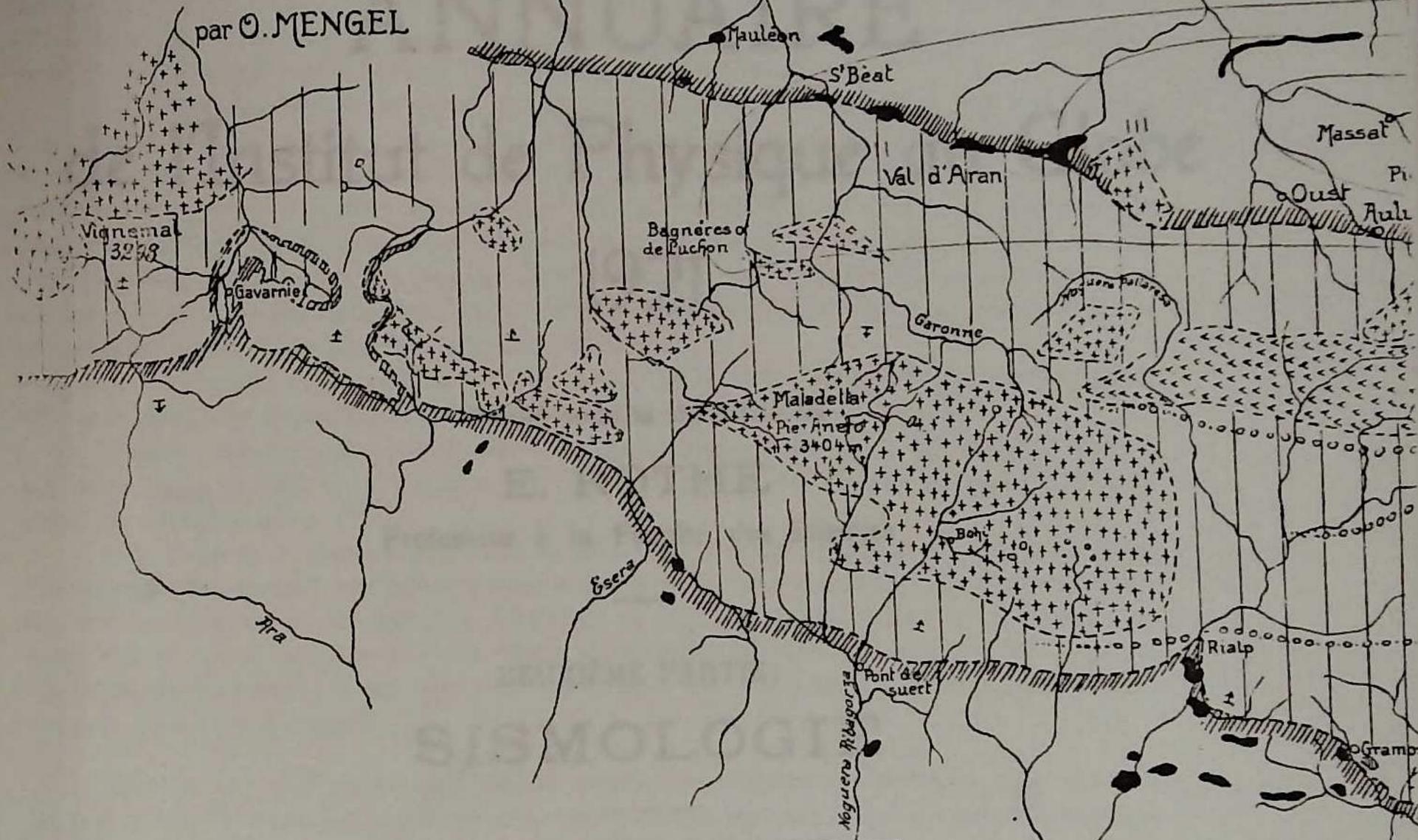
et

ISOSISMOGRAMME

du tremblement de terre

du 28-29 novembre 1920

par O. MENGEL



Echelle au $\frac{1}{500000}$

- | | | | | |
|---|---|---|--|---|
|  | Gneiss et schistes gneissifiés |  | Limite des chevauchements tertiaires avec l'axe primaire | |
|  | Granite |  | Direction des principaux plissements hercyniens | |
|  | Primaire autochtone |  | Rides calédoniennes | |
|  | Porphyres anté-carbonifères |  | | poudingues ordoviciens
grès grossiers
grès fins et inclusions dans les zones de métamorphisme |
|  | Microgranites et Orthophyres du Carbonifère |  | | |
|  | Ophites et Lherzolites | | | |
|  | Basaltes pliocènes et quaternaires | | | |