

Zeitschrift: Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles
Band: 64 (1948-1950)
Heft: 274

Artikel: Considérations géologiques sur l'altimétrie de la région Sierre-Montana-
Sion après le séisme du 25 janvier 1946
Autor: Oulianoff, N.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-273974>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 19.11.2024

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

Considérations géologiques sur l'altimétrie de la région Sierre-Montana-Sion après le séisme du 25 janvier 1946

PAR

N. OULIANOFF

(Séance du 8 juin 1949)

1. INTRODUCTION.

Divers problèmes ont été soulevés par le séisme du 25 janvier 1946 dont l'épicentre se trouvait dans la région de Sierre-Montana, en Valais. Certains d'entre eux ont déjà été examinés (1, 2, 3, 4, 5, 6). La recherche des changements éventuels de niveau provoqués par les secousses séismiques appartient aussi à cette catégorie de problèmes.

C'est M. de Raemy, ingénieur en chef au Service topographique fédéral, qui a eu l'idée d'organiser les mesures de contrôle (7). Il « en a parlé à MM. les prof. Gassmann et Wanner, de Zurich, et Oulianoff, de Lausanne, qui ont vivement appuyé cette idée » (7, p. 73). « L'Etat du Valais et la Société helvétique des sciences naturelles s'étant tous deux intéressés à notre projet, nous avons répété, au cours de l'été 1947, le nivellement de la ligne principale Sion-Sierre, exécuté en 1927, et de la ligne secondaire de Sierre-Montana-Granges exécuté en 1924 pour le canton du Valais par le Service topographique fédéral ».

Le rapport de M. de Raemy présente une importante contribution aux études séismologiques dans les Alpes.

Dans les pays où l'intensité des séismes s'exprime par les numéros 11 ou 12 de l'échelle internationale et dans lesquels lors des tremblements de terre apparaissent des failles importantes, le changement de niveau de la surface topographique se manifeste brutalement. C'est le cas du Japon, de la Californie, de l'Asie Mineure, du Turkestan russe, etc. Ailleurs, les variations de niveau, après les tremblements de terre, avaient été assez longtemps contestées. Ensuite, des observations irréfutables ont été faites dans des régions situées au

bord des mers. Les changements brusques des lignes du rivage servent admirablement à faire ces constatations.

C'est ainsi que l'on a pu mesurer les dénivellations allant jusqu'à 16 mètres, survenues à la suite du séisme du mois de septembre 1899 en Alaska. Mais dans le détroit de Messine le séisme catastrophique du 28 décembre 1908 a déterminé des affaissements des côtes ne dépassant pas 60 centimètres.

Les mesures relatives aux changements du relief des fonds marins à la suite des tremblements de terre ont donné des valeurs allant jusqu'à 400 mètres. On admet, cependant, dans la littérature (SIEBERG dans le « Handbuch der Geophysik », Bd. 4, 1929, p. 585), que ces mesures sont entachées de grosses erreurs.

A l'intérieur des continents, les conditions pour effectuer de telles mesures se présentent, à première vue, plus favorablement, car on se trouve sur terre ferme. En réalité, devant l'observateur se dresse ici une importante difficulté : l'absence d'un niveau de repère fixe (niveau de mer). Pour constater le changement de la surface topographique après le séisme, on devrait pouvoir disposer de données altimétriques exactes établies antérieurement. Comme il s'agit, pour la plupart, de dénivellations extrêmement faibles — de quelques centimètres — il faut que les nivellements, antérieur et postérieur au séisme, soient d'une haute précision. Les possibilités de cette nature ne se rencontrent que très rarement, même dans les pays d'Europe.

Le cas resté classique jusqu'à nos jours est celui du séisme du 11 juin 1909 en Provence, au Nord d'Aix, avec la région épiscopale située entre Rognes et St-Cannat. Le contrôle par un nivellement de précision a relevé l'existence d'aires marquées par des surélévations allant jusqu'à 4 cm, et d'autres encore avec des affaissements dont la valeur atteint 3 cm.

« A la suite de ce tremblement de terre, le Service du Nivellement général de la France, durant le cours de l'année 1910, a réitéré, dans la zone ébranlée, le nivellement de 464 kilomètres en ligne de 1^{er}, 2^e, 3^e et 4^e ordres, une première fois nivelés en 1888 et 1908 ».

« Une première comparaison des anciens et des nouveaux nivellements a porté sur les repères situés dans la région périmétrale où l'intensité des secousses n'a pas dépassé le numéro VI de l'échelle de Rossi-Forel (vibration des meubles, sans renversement des objets dans les appartements). Cette discussion a fait ressortir, aux erreurs d'observations près, l'invariabilité, depuis leur nivellement primitif, d'un certain nombre de repères situés à Cavaillon, Arles, Miramas, Gardanne, Rians et Saint-Paul-lez-Durance » (8).

Entre ces repères réputés stables, la discordance, pour chacun des repères, de l'ancienne altitude ainsi que de la nouvelle, oscille entre -3 cm et $+4$ cm.

« Dans la région considérée, l'erreur probable des nivellements de 3^e ordre étant de ± 3 mm par kilomètre, la discordance probable, entre l'ancienne et la nouvelle opération peut dès lors être considérée comme représentant, de fait, la limite des erreurs à craindre. On est donc fondé à dire que, du fait du séisme de 1909, le sol de la Provence, dans l'ensemble, n'a subi aucun changement appréciable d'altitude. Une particularité est toutefois à signaler. Le séisme de 1909 pourrait avoir provoqué, au voisinage de l'épicentre, sur de petites plages elliptiques de 2 km à 6 km d'étendue, un léger soulèvement du sol, pouvant atteindre 4 cm au plus. Toutefois, ce dernier chiffre est trop proche de la limite des erreurs du nivellement pour que, dans la conclusion précédente, on puisse voir autre chose qu'une simple hypothèse » (8).

DE MONTESSUS DE BALLORE, dans sa « Géologie sismologique » (9, p. 63) interprète la conclusion de LALLEMAND dans les termes suivants :

« Ce que ce savant a énoncé comme une hypothèse possible en s'appuyant sur des considérations uniquement relatives aux résultats géométriques du renivellement, devient presque une certitude à la lumière des considérations géologiques (voir P. LEMOINE « Sur les relations tectoniques du tremblement de terre en Provence ». *C. R. Ac. Sc.*, 21 juin 1909). Aussi nous n'hésitons pas à ranger ce tremblement de terre parmi ceux des déformations effectuées le long d'une dislocation ».

Retenons encore ici cette opinion judicieuse que DE MONTESSUS DE BALLORE avait exprimée dans « La Sismologie moderne » (10, p. 163) :

« Des nivellements de précision peuvent seuls résoudre la question dans chaque cas particulier, et l'on sait depuis les recherches de LALLEMAND sur ce problème combien ces opérations sont délicates. Il est vraisemblable que les prétendues observations dont il s'agit se réduisent en réalité à des changements de niveau locaux, comme des tassements de plages meubles ».

2. NIVELLEMENT DE CONTRÔLE SUIVANT L'ITINÉRAIRE SION-SIERRE-MONTANA-GRANGES.

CONDITIONS GÉOLOGIQUES GÉNÉRALES DE CETTE RÉGION.

Ayant reçu de M. DE RAEMY les documents du nivellement de 1947, j'ai visité, accompagné de quelques-uns de mes élèves, le cheminement effectué par le nivellement de contrôle.

En effet, l'interprétation des chiffres obtenus par ces nivellements répétés n'aboutirait à aucun résultat plausible si

Tableau comparatif des altitudes des points visités.

ALTITUDES OBSERVÉES								
N° d'ordre	Lieu	Repère	1947 Niv. de préc.	1927 Niv. de préc.	1924 Niv. second.	1916 Niv. de préc.	1895 Niv. de rep.	Différences
1	Tourbillon	T	651,098				651,098	1947-1895 0 mm
2	Sion	B	516,210	516,233		516,229		1947-1927 — 23 mm
3	—	N F 194	503,663	503,692		503,690		— 29 mm
4	—	N F 80	518,063	518,086		518,082		— 23 mm
5	—	64	517,993	518,016		518,012		— 23 mm
6	—	1619	520,993	521 018		521,016		— 25 mm
7	—	1620	521,225	521,249		521,245		— 24 mm
8	—	A	527,650	527,673		527,669		— 23 mm
9	St-Léonard	A	519,440	519,450		519,447		— 10 mm
10	—	514	523,593	523 603		523,600		— 10 mm
11	Granges	513	508,607	508,607	508,607	508,607	508,607	Référence
12	—	B	508,220	508,239	508,241	508,247		— 19 mm
13	—	47	506,514	506,516	506,516	506,517		— 2 mm
14	—	706	506,618	506,620	506,619	506,620		— 2 mm
15	—	932	510,259	510,260		510,259		— 1 mm
16	Noës	29	528,745	528,757		528,766		— 12 mm
17	—	B	527,330	527,337		527,348		— 7 mm
18	—	A	527,407	527,408		527,413		— 1 mm
19	Sierre	67	534,842	534,865		534,873		— 23 mm
20	—	68	538,341	538,353		538,358		— 12 mm
21	—	792	538,818	538,830		538,834		— 12 mm
22	—	73	546,161	546,192	546,193	546,202		— 31 mm
23	—	74	549,026	549,043		549,049		— 17 mm
24	Mura	77 A	615,065		615,088			1947-1924 — 23 mm
25	—	77 B	615,346		615,460			—114 mm
26	—	F.P. 77	616,983		617,096			—113 mm
27	Veyras	78 A	645,233		645,243			— 10 mm
28	—	78 B	644,834		644,844			— 10 mm
29	—	F.P. 78	646,237		646,246			— 9 mm
30	Venthône	79 A	803,466		803,484			— 18 mm
31	—	F.P. 79	804,862		804,885			— 23 mm
32	Laques	80 C	1024,557		1024,611			— 54 mm
33	Mollens	81 B	1069,239		1069,310			— 71 mm
34	—	81 A	1061,790		1061,865			— 75 mm
35	—	F.P. 81	1067,720		1067,774			— 54 mm
36	Randogne	82 B	1225,551		1225,720			—169 mm
37	—	82 A	1226,252		1226,382			—130 mm
38	Montana	84 A	1472,240		1472,249			— 9 mm
39	—	84 B	1473,202		1473,207			— 5 mm
40	—	F.P. 84	1474,263		1474,265			— 2 mm
41	—	85 A	1492,200		1492,235			— 35 mm
42	—	85 B	1494,866		1494,900			— 34 mm
43	—	F.P. 85	1493,212		1493,303			— 91 mm
44	Lens	88 A	1133,786		1133,804			— 18 mm
45	—	88 B	1138,521		1138,542			— 21 mm
46	—	F.P. 88	1138,427		1138,447			— 20 mm
47	Icogne	87 A	1024,899		1024,928			— 29 mm
48	—	F.P. 87	1017,385		1017,449			— 64 mm
49	Flanthey	89 B	992,942		993,037			— 95 mm
50	—	F.P. 89	995,650		995,685			— 35 mm
51	—	90 A	741,909		741,961			— 52 mm
52	—	90 B	739,113		739,166			— 53 mm
53	—	F.P. 90	740,566		740,617			— 51 mm

L'on ne connaissait pas préalablement la situation géologique de chaque repère. M. DE RAEMY lui-même, dans son rapport, s'exprime ainsi à ce sujet :

« Il semble bien que l'importance des affaissements varie de place en place en fonction de la nature du sol et en fonction des fondations sur lesquelles reposent les constructions portant les repères. Aussi croyons-nous que les géologues ne pourront déduire les conclusions certaines de ces mesures qu'après une étude approfondie sur le terrain des conditions particulières de chaque repère ayant fait l'objet d'une comparaison » (7).

C'est bien le programme que j'ai adopté pour mon travail sur le terrain.

M. DE RAEMY a donné dans son rapport le répertoire complet des 59 points pour lesquels le calcul des altitudes avait été effectué deux ou même trois fois, à la base des nivellements de précision. J'ai examiné sur place les conditions géologiques de 53 de ces repères. Le tableau de la p. 278 reproduit les données altimétriques empruntées du rapport de M. DE RAEMY, et qui correspondent respectivement à chacun des repères considérés.

Les documents essentiels qui exposent les conditions géologiques générales de la région parcourue sont : 1. La carte géologique des Hautes Alpes calcaires dressée par M. LUGEON (11), et 2. le mémoire qui accompagne cette carte (12).

Le croquis (fig. 1) indique les principales localités dont il sera question par la suite, ainsi que la situation de chaque repère du nivellement avec le numéro correspondant à celui du tableau général.

Du point de vue qui nous intéresse en ce moment, les formations géologiques de cette région peuvent être divisées en deux groupes : 1. terrains stables rocheux (roche en place) et 2. terrains meubles non consolidés, comprenant les dépôts glaciaires, éboulis ou alluvions.

Ce classement de terrains permet de partager la région examinée, en deux zones nettement différentes. A la première appartiennent les repères situés à Noës, Sierre, Mura, Veyras, Venthône, Mollens et Randogne.

Cette *première zone* est caractérisée par une importante couverture de dépôts meubles appartenant à deux grands écroulements :

1. L'un d'eux, dit l'« Eboulement de Sierre », est interglaciaire. On voit encore, au NE de Sierre, sa niche d'arrachement ainsi que « la surface de son plan de glissement, sous forme d'une immense dalle inclinée de Malm ». La masse éboulée

forme une sorte de « rivière ». Sur la plaine alluviale surgit une série de petites collines que l'on peut poursuivre, en aval de Sierre, jusqu'à Granges et Grône. Parmi les localités qui nous intéressent, celles de *Noës* (repères NN 16, 17, 18), *Sierre* (repères NN 19 à 23), *Mura* (repères NN 24, 25, 26) et *Veyras* (repères NN 27, 28, 29) sont situées sur le matériel meuble de cet écroulement.

2. Le second « énorme écroulement descendu de la Chaux (au N de Montana et NW de Sierre) couvre d'un épais manteau de calcaire siliceux mordoré du Dogger toute la région de Randogne jusqu'à Laques » (12). Sur ce dépôt meuble se situent les agglomérations de *Mollens* (repères NN 33, 34 et 35) et de *Randogne* (repères NN 36 et 37).

Une zone à couverture glaciaire sépare les régions des deux écroulements. Ce dépôt meuble est percé, ici et là, par quelques pointements rocheux, où affleure, principalement, l'Aalénien formé de schistes argileux noirs. C'est dans cette zone que sont situées les localités de *Venthône* (repères NN 30 et 31) et de *Laques* (repère N 32). Cependant, les conditions géologiques propres à ces trois repères ne sont pas les mêmes. J'y reviendrai plus loin, lorsque je décrirai en détail chacun des repères visités.

Les repères du second groupe sont situés à l'Ouest de la région examinée ci-dessus. Dans la plupart des localités de ce groupe, les repères s'appuient sur les masses des roches en place. Toutefois, un certain nombre de repères se trouve dans les conditions caractéristiques pour les terrains meubles.

Parcourons donc, l'un après l'autre, tous les 53 repères indiqués sur la liste générale afin de les décrire plus précisément au point de vue de leur situation géologique. Cette revue est nécessaire pour aborder l'interprétation générale des résultats obtenus par les nivellements successifs.

3. DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES CONDITIONS GÉOLOGIQUES DES 53 REPÈRES DE NIVELLEMENT.

Comme introduction à cette revue, je veux donner ici quelques extraits du rapport de M. DE RAEMY (7), caractérisant les nivellements exécutés en 1916, 1924, 1927 et 1947.

« Pour chaque nivellement les altitudes sont déduites directement des observations en partant du repère 513 de *Granges* (N 11 du tableau). Ce point, scellé dans un bâtiment (Hôtel de la Gare) dont les fondations reposent directement sur le roc, semble présenter les meilleures conditions de stabilité. On remarquera que par rapport à lui, presque tous les autres repères entre Sion et Sierre marquent

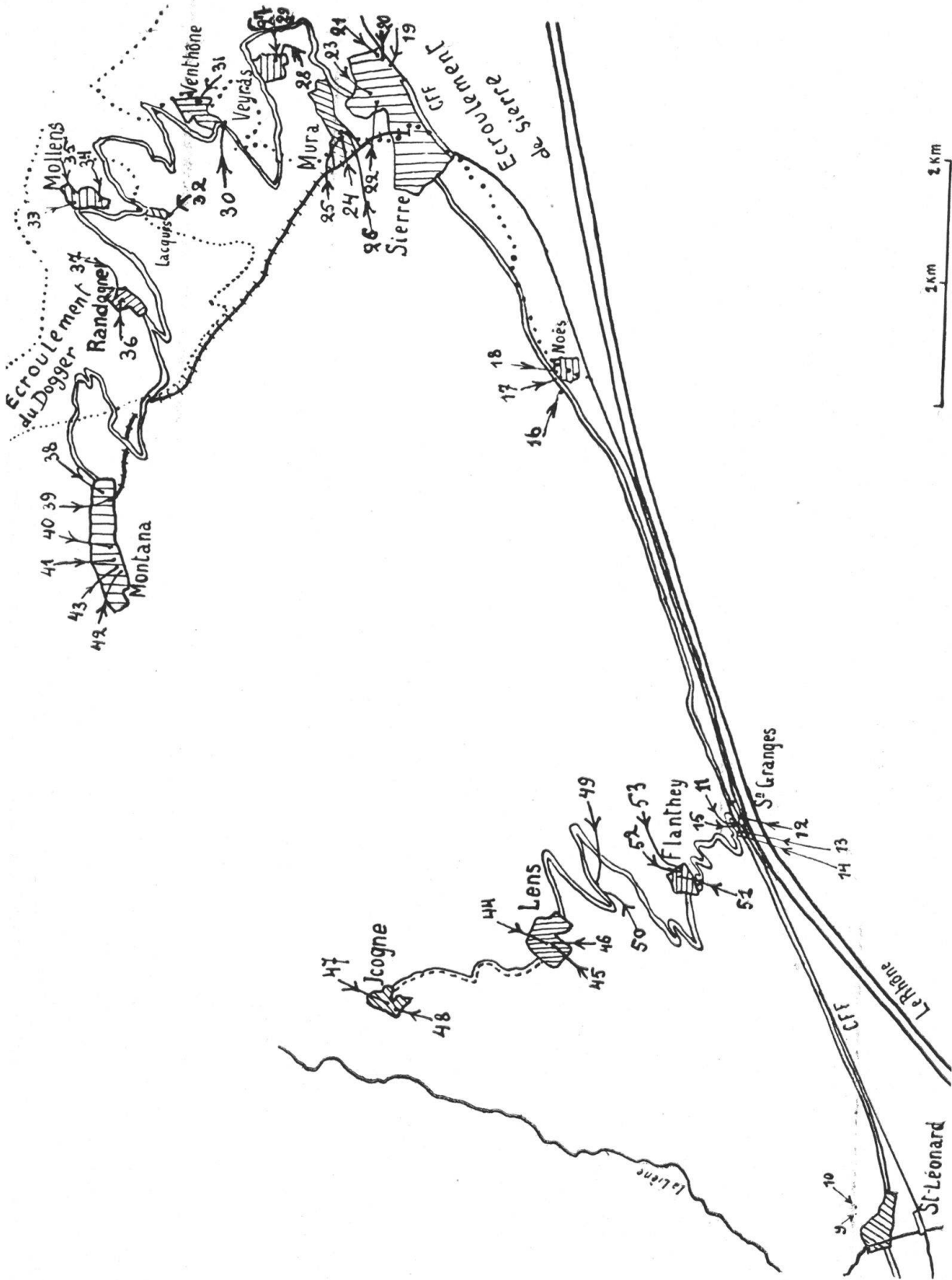


FIG. 1. — Situation des 45 repères (Nos 9 à 53 du tableau général) des nivellements de la région St-Léonard-Sierre-Montana. Les repères Nos 1 à 8 sont situés à 5 km au SW de St-Léonard.

des affaissements plus ou moins prononcés entre les nivellements de 1927 et 1947. Le point T de *Tourbillon* (N 1 du tableau), scellé dans le rocher, n'a pas été mesuré en 1927. Sa cote date du nivellement de repérage de 1895. En passant par l'intermédiaire du 47 de *Granges* qui date également du nivellement de repérage, nous avons pu comparer les altitudes respectives des points 513 et T en 1895 et 1947. Nous constatons que pendant cette période de plus de cinquante ans la différence de niveau entre ces deux points est restée absolument identique, ce qui nous confirme encore la stabilité de notre point de référence ».

« En 1924 le Service topographique fédéral a exécuté pour le canton du Valais un nivellement secondaire qui, partant du groupe fédéral de Sierre, s'élève par Venthône et Randogne jusqu'au plateau de Montana-Crans pour redescendre par Lens sur Granges où il se rattache à nouveau à la ligne principale de la vallée du Rhône ». « Ce nivellement n'a pas la même précision que les lignes principales. Il n'a été mesuré que dans un sens. En tenant compte de l'incertitude du mètre de la mire (à 1-2 centième de mm.) et de l'erreur de fermeture du polygone — environ 25 mm. — on peut évaluer que les altitudes des repères de Montana sont déterminées avec une précision de ± 20 à 25 mm. par rapport à celles de la vallée du Rhône ». « Le nouveau nivellement, en été 1947, a été exécuté dans les deux sens, comme nivellement de haute précision ». « L'erreur de fermeture du polygone Sierre-Montana-Granges-Sion est de 4,3 mm. ». Mais « le système de repérage de la ligne secondaire (Sierre-Montana-Granges) n'était pas très favorable, les groupes de points n'étant généralement composés que d'un seul boulon en bronze scellé dans un bâtiment et deux à trois chevilles scellées dans des objets tout à fait secondaires tels que marches d'escaliers, dalles de ciments, fontaines, etc., objets qui, faute de fondations suffisantes, ne présentent pas une bien grande garantie de stabilité ».

Voici maintenant la description des conditions géologiques des 53 repères visités.

Tourbillon.

Le repère N° 1 est situé sur l'une des deux collines, qui dominant, à l'Est, la ville de Sion. Elle est taillée dans des calcaires plaquetés de schistes lustrés.

Sion.

Les repères Nos 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 sont scellés dans des bâtiments, tous situés sur le cône de déjection de la Sionne. La stabilité de ces repères est précaire car elle dépend d'un matériel meuble non consolidé, sujet à un tassement éventuel. La comparaison des résultats des nivellements de 1916, 1927 et 1947 montre qu'entre 1916 et 1927, la région avait subi une légère élévation qui s'exprime, pour cette période, en moyenne par quelque 3,4 mm. Par contre, entre 1927 et 1947,

on a enregistré un affaissement qui s'exprime en moyenne par 24,3 mm (voir fig. 2).

Les valeurs presque identiques des changements de niveau de ces repères permettent de croire que les conditions du terrain pourraient aussi être les mêmes pour tous les points correspondants. Une hésitation surgirait seulement au sujet des Nos 2, 4 et 5. Le No 2 désigne le repère fixé sur la façade de la maison du Grand Conseil. A une distance de quelque 20 mètres, sur la même rue, est situé l'Hôtel de ville qui porte deux repères : sur sa façade ainsi que sur le seuil de l'entrée principale. Derrière ces bâtiments s'élève l'extrémité occidentale des rochers escarpés de la colline de Valère. L'inspection sur place a montré que les deux maisons, celle du Grand Conseil et cette autre de l'Hôtel de ville, sont situées sur le terrain meuble appartenant au cône de déjection de la Sionne.

St-Léonard.

La distance entre les repères Nos 9 et 10 est approximativement de 25 mètres. Il s'agit là de l'église et de la cure. Toutes les deux sont construites sur un roc taillé dans des calcaires qui font partie des schistes lustrés. Dans la période entre

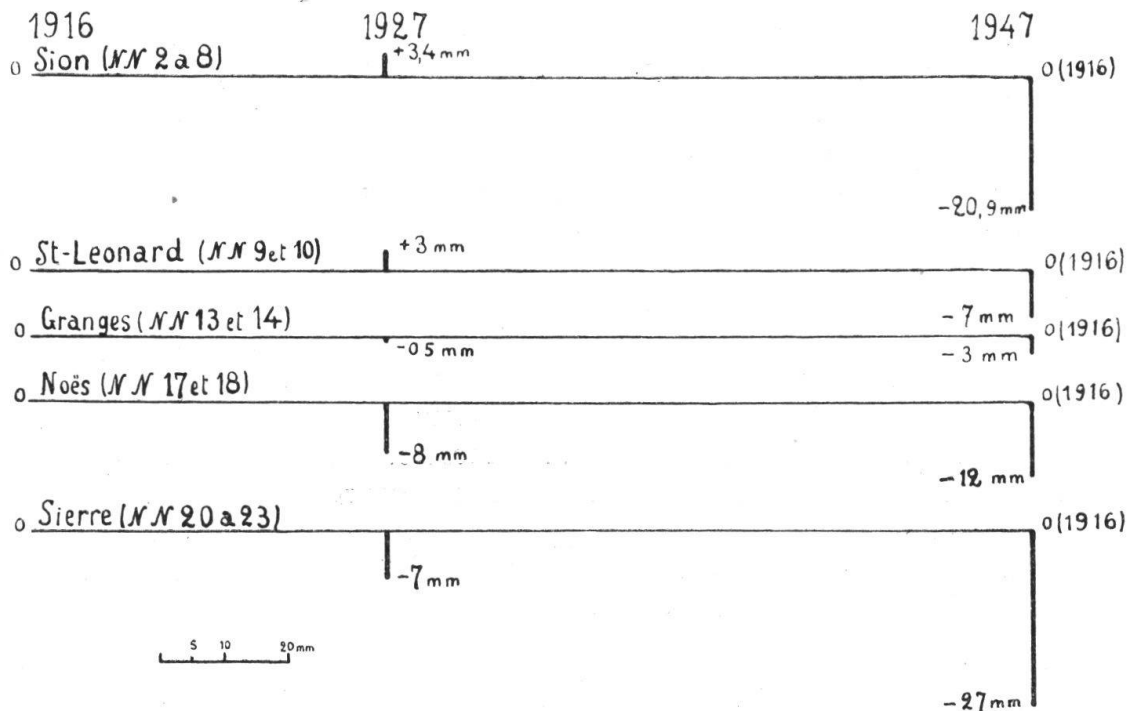


FIG. 2. — Comparaison des variations altimétriques moyennes dans la vallée du Rhône entre Sion et Sierre constatées par les nivellements de 1927 et de 1947, et rapportées aux niveaux observés en 1916.

le nivellement de 1916 et celui de 1927 ces deux repères ont montré un exhaussement de 3 mm. Par contre, la différence entre 1927 et 1947 marque, pour les deux, un affaissement de 10 mm.

Granges.

Le N° 11 est un repère choisi comme référence lors des nivellements de 1895, de 1916, de 1924, de 1927 et de 1947, marquant toujours la même altitude de 508,607 m. Ce repère ainsi que celui indiqué sous le N° 15, sont plantés dans le mur de l'Hôtel de la Gare, qui est fondé sur une roche en place. Son mur nord-ouest, opposé à la façade, s'appuie contre un rocher.

Le N° 12 est un repère fixé dans le mur de la gare CFF. Ce bâtiment se situe sur un dépôt alluvionnaire, à une distance de quelque 20 mètres du bord du Rhône.

Le N° 14 est scellé dans le mur d'une maison, qui se trouve à une centaine de mètres de l'Hôtel de la Gare, au bord de la route et dans la direction de Sion. Un autre repère (N° 13 de la liste générale) est visible sur une marche de l'escalier de la même maison. Cette dernière, tout comme l'Hôtel de la Gare, est bâtie sur la roche en place, qui est, dans les deux cas, du calcaire plaqueté de schistes lustrés.

Noës.

Les repères Nos 17 et 18 sont fixés dans le socle de deux maisons. Le tremblement de terre de 1946 a endommagé plus ou moins tous les bâtiments de cette agglomération. On voit partout des murs lézardés. Il est caractéristique que les fentes s'élargissent vers le haut des murs. Tous ces dégâts s'expliquent par le fait que Noës est bâti sur les restes de l'éboulement de Sierre recouverts partiellement par des couches d'alluvions. Quant au repère N° 16, il est fixé sur un bloc erratique de granite. Il mesure 90×65 cm et se trouve à 1,5 m du bord de la route, sur un talus alluvionnaire. Par conséquent, la base de ce bloc est instable. La vibration de la route voisine, lors du passage des véhicules lourds, contribue certainement au tassement de ce dépôt alluvionnaire. C'est là qu'il faut chercher l'explication de la différence dans l'affaissement entre les trois repères de Noës (voir le tableau général).

Sierre.

A Sierre, tous les repères se rapportent aux constructions situées sur un grand éboulement, donc sur un terrain meuble qui pouvait subir des tassements sous l'influence de diverses causes.

Le repère N° 19 est scellé dans un grand bloc de granite qui

fait partie de la culée du pont du chemin de fer au-dessus de la route Sierre-Chippis. Les repères Nos 20 et 21 sont fixés sur une maison, à une petite distance du pont mentionné ci-dessus. La maison porte encore de nombreuses fissures produites lors du séisme de 1946. Les deux repères scellés dans cette maison ont manifesté le même affaissement de 12 mm. La différence de cette valeur avec celle de 23 mm qui caractérise le repère No 19 dépend du fait que le pont du chemin de fer est fondé sur un remblais qui repose à son tour sur le terrain meuble de l'éboulement de Sierre. Le repère No 22 est fixé dans le mur d'une vieille église qui en 1946 a particulièrement souffert. Les conditions dans lesquelles se trouvent les fondations de cette église sont les mêmes que celles de l'ancienne cure (repère No 23). La différence des affaissements (31 mm pour l'église et 17 mm pour la cure) dépend de la non-homogénéité du matériel meuble.

Mura.

Les repères Nos 24 et 26 se rapportent à l'église de Mura. Mais tandis que le No 24 est fixé sur l'escalier de l'entrée, le No 26 est scellé dans la tour au bord d'un talus assez raide et incliné vers la vallée du Rhône. La distance entre ces deux points est de 15 m environ. Comme le terrain se compose partout du matériel du grand éboulement, la différence considérable entre les affaissements du No 24 (—23 mm) et du No 26 (—113 mm) ne peut s'expliquer que par le tassement plus important du terrain qui fait partie du talus. D'autre part, dans la masse éboulée se forment, avec le temps, des niveaux argileux dus à la circulation des eaux. C'est ainsi que l'on a constaté un horizon argileux et fortement humecté à une distance de quelque 15 à 20 m de l'église, dans une excavation qu'on a creusée pour construire une citerne à benzine. Elle est proche du repère No 25 fixé sur une terrasse en béton. Le repère No 25 a subi un affaissement particulièrement grand (—114 mm).

Veyraz.

Cette localité est également située sur l'écroulement de Sierre. Les conditions des fondations y sont, par conséquent, parfaitement identiques à celles de Sierre et de Mura. Les repères Nos 27 et 29 sont fixés à une chapelle, le No 28 à une maison privée située à une distance de quelque 10 m de la chapelle. Les dénivellations des trois repères sont presque identiques (—17 mm pour le No 27, —10 mm pour le No 28 et —9 mm pour le No 29). La différence entre ces affaisse-

ments et ceux constatés à Mura ne s'explique que par la non-homogénéité du matériel meuble de la masse éboulée.

Venthône.

Le repère N° 31 est fixé sur l'église de Venthône fondée sur un dépôt morainique qui recouvre les dépôts meubles de l'écroulement de Sierre. Le repère N° 30 est placé sur le seuil d'une maison privée, bâtie sur une moraine à l'extrémité SE du village. Les affaissements constatés (— 18 mm pour le N° 30 et — 23 mm pour le N° 31) résultent, sans aucun doute, d'un tassement du matériel meuble.

Laques.

Le repère (N° 32) est fixé sur une terrasse en béton devant l'entrée de la cave d'une maison privée. Ce bâtiment est fondé sur une roche en place recouverte d'une faible épaisseur morainique. La formation rocheuse est de l'Aalénien représenté ici par des schistes argileux friables. Leur direction est NE-SW et l'inclinaison, vers le SE. La surface topographique est également inclinée vers le SE. Cette orientation rend les masses de l'Aalénien particulièrement prédisposées aux glissements. L'affaissement du repère N° 32 (—54 mm) le montre d'une façon suffisamment éloquente.

Mollens.

Mollens est situé sur les masses disloquées du Dogger (12). Cet écroulement, ainsi qu'il a été dit plus haut, est plus jeune que l'écroulement de Sierre. Par là même, il est à présumer que ces masses seraient moins tassées que celles de l'écroulement de Sierre. Le repère N° 33 est fixé sur une terrasse de ciment du bureau de poste. Le repère N° 34, sur une terrasse devant un café. Et le repère N° 35 est scellé dans le socle de la maison située vis-à-vis du bureau de poste. Tous les trois repères ont marqué un affaissement considérable allant de 54 mm à 75 mm.

Randogne.

La situation de ce village est identique à celle du village de Mollens. Il est fondé sur la masse meuble du même écroulement. Le repère N° 37 est fixé dans une marche de l'escalier de la chapelle et le N° 36 sur le bassin de la fontaine, devant la maison de l'école. Les deux repères ont subi les plus grands affaissements de la contrée examinée. Le N° 37 a marqué —130 mm, et le N° 36 —169 mm. La photographie ci-jointe (voir fig. 3) explique la valeur exceptionnelle de ces affaissements. On voit, sur la photogra-

phie, le mur de l'école à orientation NW-SE, et perpendiculaire à la façade devant laquelle se situe la fontaine (repère N° 36). De nombreuses fissures sillonne ce mur. Les fissures ont une tendance évidente à s'élargir vers le haut. On constate aussi que la partie du bâtiment la plus proche de la façade est affaissée par rapport à la partie arrière de la maison. Ainsi, le terrain entre le bâtiment de l'école et la fontaine manifeste une augmentation d'affaissement.

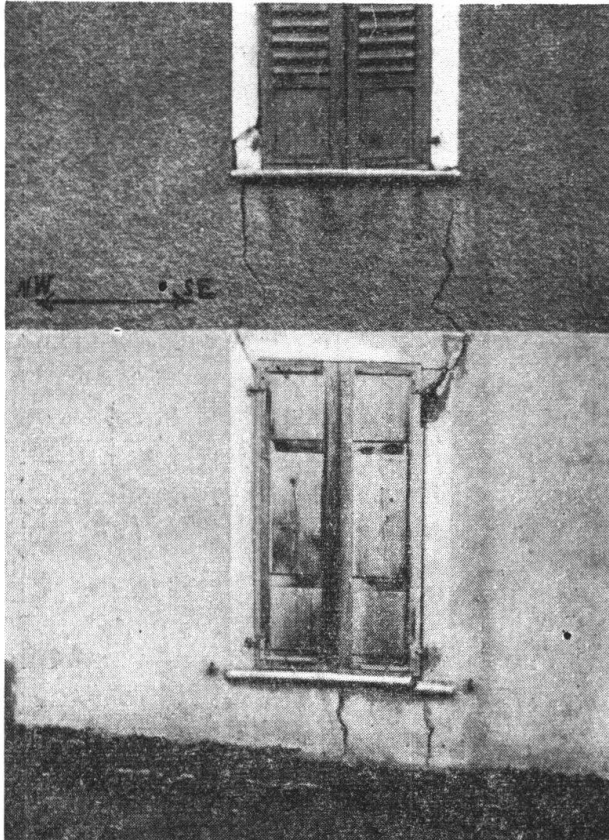


FIG. 3. — Une partie du mur de l'école à Randogne. Remarquer l'affaissement de la partie droite de l'appui de la fenêtre inférieure.

Montana.

A Montana, tous les repères sont situés sur un replat recouvert d'une mince couche de glaciaire et qui marque la limite entre les formations du Bajocien supérieur et du Bajocien inférieur. Cette dernière formation est représentée par des schistes argileux à direction NE-SW et plongeant au SE. La surface topographique marque également une pente avec inclinaison vers le SE. Une telle orientation des masses rocheuses et du relief du sol entraîne le glissement du terrain

argileux ce que l'on voit se réaliser entre le niveau passant par Bluch et le niveau occupé par Montana, où on constate des solifluctions. Sous ce rapport, la partie occidentale de l'agglomération de Montana est plus exposée que la partie orientale. Le tassement du terrain argileux est enregistré par les repères Nos 41, 42, 43 sensiblement plus que par les Nos 38, 39 et 40 (voir le tableau général). L'affaissement exceptionnellement grand (-91 mm) du repère N° 43 s'explique, selon toute évidence, par des causes purement locales. Ce repère se trouve entre les repères Nos 41 et 42, tous deux marqués par des affaissements de 35 et de 34 mm. Le repère N° 43 est situé au-dessus d'une canalisation. Il est fort probable que cette zone fortement humectée s'est montrée particulièrement sujette au tassement.

Lens.

Ce village est construit sur la roche en place (schistes lustrés). Les repères Nos 45 et 46 sont fixés dans le mur de la façade de l'église et dans le socle de la tour qui s'appuie contre l'église. Le repère N° 44 est scellé sur la terrasse de l'hôtel de Lens, également construit sur la roche en place. Devant l'entrée de l'église, les couches sont orientées NE-SW et plongent de 65° au SE. A l'intérieur de l'église quelques fissures se voient autour des fenêtres.

Icogne.

Le village est situé sur un grand dépôt glaciaire. Mais dans la partie sud du village, et, en particulier, près de l'église, cette couverture glaciaire est percée par un pointement rocheux aalénien. Les deux bâtiments sur lesquels sont fixés les repères Nos 48 et 47 (la chapelle et une maison privée), sont situés sur cette roche en place. La chapelle surmonte une sorte de promontoire rocheux taillé dans les couches dont la direction est NE-SW, et le plongement est de 40° à 60° au SE. La chapelle porte de très nombreuses fissures qui vont du socle et jusqu'au toit en la sectionnant en quatre tranches. Les sections situées plus au SW sont plus affaissées que celles situées davantage au NE. Il est clair que ce phénomène s'est produit par suite du glissement, couches par couches, de la masse aalénienne. Mais la maison avec le repère N° 47 est plus éloignée du bord du promontoire, et le tassement éventuel dans la roche argileuse aalénienne s'y fait sentir beaucoup moins.

Flanthey.

En descendant de Lens à Granges, on trouve, sur la route, deux repères (Nos 49 et 50), distants l'un de l'autre de

42 m. Le N° 50 est scellé dans la culée d'un petit pont au-dessus d'un ruisseau. Le lit de ce ruisseau est creusé dans la roche en place (schistes lustrés). Par contre, le repère N° 49, placé également sur une petite voûte destinée à laisser passer un ruisseau sous la route, se trouve en plein sur un dépôt glaciaire. A cet endroit le terrain est en voie de glissement : on y remarque les bourrelets caractéristiques ainsi qu'une niche d'arrachement large de plus de 10 m. Cette différence de situation explique le fait que le repère N° 49 marque un affaissement de 95 mm, tandis que le repère N° 50, tout proche, ne marque que 35 mm.

A Flanthey même, deux des trois repères, Nos 52 et 53, sont fixés sur l'église tandis que le troisième (N° 51) est scellé sur le perron de la cure. Ces deux édifices sont situés sur la roche en place formant promontoire et là où une bande de calcaire dolomitique du Trias se trouve être pincée entre deux zones de calcaire de schistes lustrés.

4. DISCUSSION DES RÉSULTATS OBTENUS PAR LES OBSERVATIONS SUR LE TERRAIN.

Tous les repères se classent en deux groupes distincts :

1. ceux qui appartiennent à la ligne principale du nivellement fédéral et sont situés dans la vallée du Rhône entre Sion et Sierre ;

2. ceux qui se trouvent sur l'itinéraire du nivellement secondaire Sierre-Montana-Lens-Granges.

Le premier groupe présente l'avantage de comprendre les résultats des trois nivellements de précision (1916, 1927, 1947). Dans le deuxième groupe, nous ne disposons que des résultats de deux des nivellements (1924, 1947).

Dans ce second groupe il y a lieu de distinguer deux régimes, géologiquement très différents :

a) la région qui comprend les stations de Sierre, Mura, Veyraz, Laques, Venthône et Randogne, situées sur des terrains meubles de nappes d'écroulement ;

b) la région qui est située à l'W de la précédente et qui comprend les localités de Montana, Lens, Icogne et Flanthey, où les repères sont fixés sur des constructions qui s'appuient principalement sur la roche en place.

4 (1). LIGNE DES NIVELLEMENTS SION-SIERRE.

Parmi les repères visités qui se trouvent sur cette ligne (voir le tableau général) seuls les Nos 1, 9, 10, 11, 13, 14

et 15 sont scellés dans la roche en place ou bien dans des bâtiments construits sur le roc. Tous les autres repères sont scellés dans les socles de bâtiments construits sur des dépôts meubles : cône de déjection à Sion, alluvions à Granges, grand écroulement à Noës et à Sierre.

Ce sont les repères fixés dans la roche en place qui attirent en premier lieu notre attention. Les considérations de M. DE RAEMY (7) au sujet des repères N° 1 (Tourbillon) et N° 11 (Granges) sont d'une grande importance en tant qu'argument de l'invariabilité des altitudes de ces deux points. Cependant si nous admettons que dans l'intervalle entre 1895 et 1947 ces deux repères n'ont pas changé de niveau, malgré tous les chocs séismiques supportés, il n'en reste pas moins que la question de l'exhaussement, entre 1916 et 1927, des repères (N°s 2 à 8) n'a pas reçu d'explication. Tous ces repères sont situés sur les dépôts meubles du cône de déjection de la Sionne. Si lors des divers chocs séismiques, aucune élévation ni aucun abaissement du soubassement rocheux ne se sont produits sur la ligne Sion-Sierre, le seul déplacement à la suite des vibrations séismiques n'a pu être qu'un tassement dans les terrains meubles. On pourrait encore supposer que la région de Granges est caractérisée par une stabilité particulière et que pendant la période de 1916 à 1927, la surélévation dans la région de Sion était compensée par l'affaissement entre Granges et Sierre. Mais dans ce cas, l'invariabilité de l'altitude de la colline de Tourbillon serait incompréhensible. J'arrive ainsi à la conclusion que sur la ligne Sion-Sierre, les tremblements de terre, même les grands chocs de 1946, n'ont pu produire un changement notable dans le niveau des grandes étendues de la croûte terrestre. Les affaissements entre 1927 et 1947 dans la région de Sion et celle de Sierre doivent être attribués uniquement au tassement des terrains meubles.

Celui-ci se produit sous l'influence de causes multiples, mais dont la plus active est l'infiltration des eaux. Toutefois, la vibration séismique représente un facteur important. Les chocs séismiques dans la région Sion-Sierre-Montana ont été fréquents pendant toute la période de 1916 à 1947. En effet, voici la statistique (14, 15) des séismes qui ont affecté la région Sion-Sierre (avec indication, entre parenthèses, des degrés d'intensité suivant l'échelle internationale) :

1917 — point.	1920 — quatre (III), deux (IV),
1918 — quatre (III à V).	1921 — deux (III), un (IV).
1919 — trois (III), un (VI).	quatre (V), un (VI).

1922 — un (III), un (V).	1931 — quatre (III), un (IV-V).
1923 — point.	1932 — deux (III), un (IV).
1924 — trois (III).	1933 — deux (IV-V), deux (V-VI).
1925 — un (V).	1934, —5, —6, —7, —8 point.
1926, 1927 — point.	1939 — un (IV), un (V).
1928 — un (V-VI).	1940, —1, —2, —3, —4, point.
1929 — un (V).	1945 — un (IV), un (V).
1930 — deux (III), deux (IV).	1946 — le grand tremblement de terre suivi de nombreuses répliques.

Cette énumération démontre que les vibrations dans la croûte terrestre entre Sion, Sierre et Montana se manifestent fréquemment, mais que leur intensité est relativement faible. Pourtant ces secousses répétées devaient inévitablement influencer l'état de condensation des terrains meubles de ces régions, ce qui aurait dû entraîner l'affaissement des repères.

Quant à l'exhaussement des points de repères à Sion, entre les nivellements de 1916 et de 1927, il n'existe pour ce phénomène aucune explication qui puisse être fondée sur des conditions géologiques et sismologiques déjà observées.

4⁽²⁾. LIGNE DU NIVELLEMENT SIERRE-MONTANA-LENS-FLANTHEY-GRANGES.

Géologiquement, les repères sur cette ligne se classent en deux groupes, comme nous l'avons vu plus haut. On n'hésitera pas à attribuer la diminution d'altitude des repères situés sur les deux écroulements, de Sierre et de Randogne, au tassement du matériel meuble. Sans aucun doute, les tremblements de terre occupent le premier plan parmi les facteurs de ce tassement, car dans la période 1927-1947, la valeur de l'affaissement moyen est plus grande que celle pour la période 1916-1927. Si nous supposons que le tassement provient uniquement des eaux infiltrées, son importance devrait diminuer avec les années. L'augmentation de ce coefficient ne peut être attribuée qu'à l'intervention des facteurs mécaniques, notamment des vibrations violentes produites par les chocs sismiques.

Dans la partie ouest de la région que nous examinons, la plupart des repères se trouvent situés sur la roche en place.

A Montana même, la partie occidentale est caractérisée par un affaissement plus considérable que la partie orientale (voir fig. 1 et tableau général). Cela provient de ce que les roches de l'Aalénien se prêtent particulièrement à la formation des glissements (solifluctions) de cette partie de la pente en dessous de Montana.

Parmi les points qui sont situés sur la roche en place se trouvent trois repères à Lens et trois repères à Flanthey. Ceux de Lens ont marqué un affaiblissement allant de 20 mm à 29 mm. La dénivellation de ceux de Flanthey est marquée par des valeurs allant de 51 mm à 53 mm. Ce changement de niveau, relativement considérable, ne laisse pas d'étonner. A Granges, tout proche, les repères Nos 11, 13, 14 et 15 sont restés pour ainsi dire inamovibles pendant la période de 1927-1947. Pourtant les conditions géologiques de ces trois localités sont, dans les grandes lignes, identiques.

Il faut donc admettre qu'ici nous avons à faire à une plage qui comprend les villages de Lens et de Flanthey et qui a subi un affaissement en bloc, tandis que la région de Granges, sur la rive droite du Rhône, est restée stable. Une hypothèse basée sur la structure géologique spéciale de cette région, pourrait donner une explication à ce phénomène. En effet, la zone entre Granges et Lens est taillée dans des schistes lustrés calcaires. Ces derniers ont une direction NE-SW et s'appuient du côté NW, sur une zone aalénienne comprenant des schistes fortement argileux. Ils sont flanqués, du côté SE, d'une large zone de gypse triasique. Les calcaires relativement compacts des schistes lustrés ont pu se déplacer en bloc grâce à la plasticité très élevée de leurs deux zones voisines. Je répète : cette explication ne peut être admise qu'en tant qu'hypothèse provisoire.

Les repères de St-Léonard se trouvent dans la même zone que ceux de Lens et de Flanthey. Mais à St-Léonard, la zone de gypse passe sous les alluvions du Rhône. Avec cela, disparaît l'appel du vide si significatif de la pente abrupte, au-dessous de Flanthey. C'est probablement dans cette structure spéciale qu'il faudrait chercher la cause de l'atténuation, à St-Léonard, des affaissements qui, à Lens et à Flanthey, sont plus intenses.

Mais il est évident que cet affaissement de la plage Lens-Flanthey-St-Léonard ne dépend que de la structure géologique locale, relativement peu étendue et peu profonde.

On ne peut y voir, en aucun cas, la manifestation d'une compensation isostatique. Une plage en mouvement isostatique, dépendant d'un foyer séismique situé à 10 ou même à 5 kilomètres de profondeur devrait pour le moins accuser une surface de quelque 200 ou 300 kilomètres carrés.

5. RÉGION DU RAWILHORN.

I. MARIÉTAN (13, p. 79) donne la description de l'éboulement qui a eu lieu le 30 mai 1946 au Rawilhorn, à 11 km, à vol d'oiseau, au NW de la gare de Sierre. On peut estimer, d'après cet auteur, à 4-5 millions de mètres cubes la masse de rochers qui s'est détachée du corps de la montagne. Ce phénomène a produit une forte impression sur les habitants de la région Sion-Sierre. Les environs de Rawil appartenant au régime des hautes montagnes, tout ce pays n'offre que de rares possibilités de faire des observations sur les effets d'un séisme, dont l'intensité ne dépasserait pas le degré IX de l'échelle internationale.

J'ai donné une explication de l'éboulement du Rawil (3), basée sur l'analyse détaillée des conditions géologiques observées sur place. Je suis arrivé à la conclusion que l'éboulement du Rawil se préparait depuis longtemps et qu'il représentait une manifestation du choc du 30 mai 1946, provenant du même centre qui s'était montré actif le 25 janvier 1946.

Le contrôle altimétrique dans les environs du Rawil était, par conséquent, très désirable.

M. DE RAEMY a fait exécuter quelques observations trigonométriques, dont le périmètre est marqué par les sommets du Wildhorn SW et NE, Schneidehorn, Mittaghorn, Ober-Laubhorn, Wildstrubel, Rothorn, Mont-Bonvin et de Six des Eaux Froides (voir l'Atlas topographique suisse au 1 : 50,000, feuilles 472 «Lenk» et 473 «Leukerbad» ou le report «Rawilpass», ou encore les feuilles 273 (déjà parues) et 263 de la carte nationale de la Suisse au 1 : 50.000).

Dans son rapport (7), M. DE RAEMY résume ainsi les résultats de ces mesures trigonométriques :

« La comparaison des directions observées en 1947 et des mêmes directions observées précédemment n'a révélé aucun changement de situation entre les différents points ». « La mesure des angles verticaux n'a pas fourni non plus de résultat positif ». « Nous pouvons dire en résumé que, dans la limite de la précision des observations, les mesures trigonométriques ne révèlent, pour les points trigonométriques situés dans la région Wildstrubel-Wildhorn, aucun déplacement horizontal ou vertical, à la suite du tremblement de terre du 25 janvier 1946 ».

Cette conclusion de M. DE RAEMY confirme mon opinion (3) sur la signification tout à fait secondaire de l'éroulement du Rawilhorn, dans l'ensemble de l'appareil sismique du Valais en 1946.

BIBLIOGRAPHIE

1. WANNER, E. — Jahresbericht 1946 des Erdbebendienstes, *Annalen der Schweizerischen meteorolog. Zentralanstalt*, 1947.
2. — Ueber den Tiefgang der Alpenfaltung. *Eclogae geol. Helvetiae.*, vol. 41 (1948), pp. 125-134.
3. OULIANOFF, N. — Le tremblement de terre du 25 janvier 1946 et la structure profonde des Alpes. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 63, 1947, et *Bull. Lab. géol., min., géophys., Musée géol., Université de Lausanne*, N° 85, 1947.
4. — Infrastructure des Alpes et tremblement de terre du 25 janvier 1946. *Bull. Soc. géol. de France*, 5^e série, t. 17, 1947.
5. — Analyse séismique des noyaux basiques des massifs granitiques Mont-Blanc-Vosges et Aar-Forêt Noire. *Bull. Soc. vaud. Sc. nat.*, vol. 64, 1948 et *Bull. Lab. géol., min., géophys., Musée géol., Université de Lausanne*, N° 91, 1948.
6. — Le tremblement de terre du 25 janvier 1946 dans ses rapports avec la structure des Alpes. *Eclogae geol. Helvetiae*, vol. 39, (1946), pp. 263-269.
7. DE RAEMY. — Rapport sur le nivellement de contrôle Sion-Sierre-Montana-Granges et sur les observations faites dans la région de Rawyl en 1947. *Bull. de la Murithienne*, fasc. 65 (1947-48), Sion.
8. LALLEMAND, CH. — Sur les changements du niveau du sol en Provence, à la suite du tremblement de terre du 11 juin 1909. *C. R. Ac. Sc.*, t. 152, 1911, pp. 1560-1562. Paris.
9. DE MONTESSUS DE BALLORE. — La géologie sismologique, Paris, 1924.
10. — La sismologie moderne, Paris, 1911.
11. LUGEON, M. — Carte géologique des Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. Echelle 1 : 50 000. Publiée par la Commission géologique suisse, 1910.
12. — Les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. Fascicule 3. *Matériaux pour la Carte géol. de la Suisse*, publiés par la Commission géol. de la Soc. Helvétique des Sc. nat., Berne, 1918.
13. MARIÉTAN, I. — Le tremblement de terre du 25 janvier 1946, *Bull. de la Murithienne*, Sion, 1946, p. 72.
14. MONTANDON, F. — Les séismes de forte intensité en Suisse. *Revue pour l'étude des calamités*, Fasc. 18-19 (1942) et 20-21 (1943), Genève.
15. *Annalen der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt*. Jahrgänge 1916-1946, Zurich.

Le présent travail et les travaux mentionnés, dans la Bibliographie ci-dessus, sous les Nos 3, 4, 5 et 6 ont été entrepris grâce aux subsides versés par le Fonds M. Agassiz.