
NOTE SUR UN PERFECTIONNEMENT

APPORTÉ AU

SISMOGRAPHE ANGOT

ET SUR

PLUSIEURS SECOUSSES SÉISMQUES RESENTIES A GRENOBLE

Par M. W. KILIAN,

Professeur à la Faculté des Sciences.

La fréquence relative des mouvements du sol dans la région alpine nous décida, dès notre arrivée dans le Dauphiné, à mettre en observation le sismographe établi par Ch. Lory dans un des sous-sols de la Faculté des Sciences de Grenoble. Pendant quelques années, et malgré les soins apportés à son entretien, cet instrument, du modèle imaginé par M. Angot, ne fournit aucune indication, quoique plusieurs tremblements de terre aient été signalés dans la région dauphinoise (Vienne, 1892, etc.).

Ayant surtout en vue la fixation de l'heure initiale des secousses séismiques, indication que le mouvement d'horlogerie qui sert à mettre en marche les rouleaux enregistreurs du sismographe Angot, ne peut fournir que *d'une façon relativement peu précise*, nous nous adressâmes à MM. BADIER & PAULIN, constructeurs à Grenoble, grâce à l'ingéniosité desquels nous pûmes, dès le commencement de l'année

1893, annexer au sismographe de la Faculté un instrument¹ qui semble compléter d'une façon assez heureuse l'instrument enregistreur que nous devons à M. Angot.

Cet appareil annexe se compose (voir planche I) :

1° D'un poids A suspendu par des ressorts à boudin RR' et pouvant glisser le long d'une tringle T. La partie inférieure de ce poids est en relations avec un levier L équilibré par un ressort à boudin ;

2° D'un pendule conique B suspendu par un fil d'acier I de 1 millimètre de diamètre. Ce pendule peut se mouvoir *dans tous les sens* ;

3° D'un mouvement d'horlogerie C mû par un ressort et pouvant indiquer l'heure, la minute et le cinquième de seconde avec exactitude. Cette horloge est semblable à celles qui sont employées dans la marine.

Les aiguilles de cette horloge sont toutes les trois à zéro (voir planche II), lorsque l'appareil est en repos, et l'échappement est enclenché par un arrêt très sensible.

Le poids A et le pendule B sont indépendants l'un de l'autre et peuvent agir simultanément ou séparément, le premier sous l'influence de mouvements *verticaux*, le second par l'effet d'oscillations *latérales*. Le poids A tient en suspension, au moyen d'une série de pointes placées en quinconce sur le levier L, un marteau placé verticalement de façon que son poids n'occasionne que peu de frottement sur les goupilles en quinconce. (Pl. II.)

Les moindres oscillations verticales du poids détermineront donc la chute de ce marteau qui déclanchera en tombant la pendule C ; celle-ci se mettra en marche aussitôt. (Pl. I.)

Une sonnerie électrique avertit en même temps le personnel de la Faculté.

Le pendule conique B est muni à son extrémité d'une tige en laiton *i* entourée d'un cercle de platine. A l'état de repos, cette tige occupe le centre d'une bague K garnie également d'un cercle intérieur de

¹ M. le Ministre de l'Instruction publique a bien voulu nous accorder un crédit extraordinaire pour subvenir aux frais de cette installation. Nous lui présentons ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

platine. L'espace vide laissé entre la pointe du pendule et la bague est d'environ 1 millimètre 5. Le pendule conique est en communication avec une pile et la bague isolée est reliée à un électro-aimant dont l'armature tient en suspension un marteau.

Dans ces conditions, les moindres oscillations latérales, quel que soit leur sens, déterminent le contact de la tige I et de la bague K ; le courant électrique actionne l'électro-aimant ; l'armature est attirée et le marteau, en tombant, déclanche l'horloge qui se met en marche ainsi que la sonnette d'avertissement.

L'appareil est fixé sur le même pilier en maçonnerie que le sismographe Angot. Le tout est entouré d'une grille fermant à clef et à l'abri des perturbations extérieures.

Le pilier en maçonnerie est construit sur des fondations spéciales.

On conçoit aisément que le chronomètre C étant mis en marche par la première secousse, il est facile, en se procurant, par un moyen quelconque, l'heure exacte, de remonter, par un calcul très simple, à l'heure initiale du phénomène¹. Les variations du chronomètre étant connues, il est aisé également d'effectuer la correction de l'erreur causée par les variations qui ont pu se produire entre la mise en marche de l'horloge et le moment où a eu lieu la détermination de l'heure.

Ajoutons que le chronomètre C est mobile et portatif, de façon à pouvoir être transporté dans un observatoire. Il n'est nullement nécessaire, du reste, de procéder à la détermination de l'heure immédiatement après le tremblement de terre et cette observation peut être ajournée sans inconvénients sensibles.

On voit que la réunion de l'appareil précédemment décrit et du sismographe Angot permet de reconnaître :

1° L'heure exacte initiale du phénomène séismique (appareil Kilian et Paulin) ;

2° L'ordre de succession des secousses verticales et latérales (Sismographe Angot) ;

¹ On peut augmenter la rigueur de l'observation en tenant compte du temps ($1/3$ de seconde environ) que mettent à tomber et à déclancher le chronomètre, les marteaux actionnés par le poids A ou le pendule B.

3° La direction des secousses (sism. Angot);

4° La durée et la forme des secousses (sism. Angot).

Ajoutons en outre que, au moyen de la sonnerie d'avertissement, notre appareil rend possible une étude plus attentive des phénomènes qui suivent le premier ébranlement.

Les observations, dont le détail suit, montrent de plus que cet instrument, outre qu'il ajoute aux données du sismographe Angot un renseignement important en fournissant l'heure exacte de la première secousse, offre une sensibilité plus grande que ce dernier et accuse des ébranlements peu intenses que l'instrument de M. Angot est, dans son état actuel, impuissant à enregistrer (secousse du 8 avril 1893, par exemple). Il appert également de notre observation du 5 novembre que les courbes produites sur les rouleaux du sismographe Angot par les oscillations du sol s'écartent parfois si peu de la ligne droite *qu'elles peuvent échapper à un premier examen* si l'attention n'est pas éveillée par notre appareil avertisseur.

Remarquons enfin que, tel que nous venons de le décrire, l'appareil sismographique est loin de donner des renseignements complets sur la mobilité du sol. M. le professeur Forel a attiré en effet notre attention sur les récentes études effectuées au Japon, et qui montrent l'influence de la longueur des pendules sismographiques et de leur poids sur leur sensibilité. *Certaines secousses ne mettent en mouvement que des pendules d'une longueur déterminée et restent sans action sur d'autres.* Pour avoir un tableau fidèle des phénomènes séismiques dans notre région, il faudrait donc que le sismographe soit pourvu de toute une série de pendules de longueur et de poids divers. Nous étant simplement proposé de rendre *utilisable* pour la fixation exacte de l'heure, l'instrument de M. Angot, d'un usage répandu en France, nous nous estimerons heureux si notre appareil peut contribuer à obtenir des indications précises sur les phénomènes qu'enregistre cet instrument, sans chercher à obtenir un sismographe qui indique *tous* les mouvements du sol.

OBSERVATIONS.

Secousse du 8 avril 1893. (V. Comptes R. Ac. des Sc., 1^{er} mai 1893). — Le samedi 8 avril 1893 à 2 heures 7 minutes¹ du soir, le sismographe de notre Faculté a enregistré une secousse séismique dirigée sensiblement N. 86° E. (magn.).

Le professeur de géologie, chargé de l'observation de l'appareil, étant absent lorsque la sonnerie avertisseuse du sismographe a retenti, les constatations relatives au phénomène ont été faites par M. Collet, professeur d'Analyse :

Le pendule oscillait encore une heure après l'ébranlement. Il ne semble pas y avoir eu d'oscillation verticale sensible : aucune du moins n'a été accusée par les poids du sismographe qui sont, il est vrai, moins mobiles que le pendule enregistrant les mouvements latéraux.

La secousse du 8 avril a été enregistrée par l'appareil supplémentaire annexé au sismographe Angot (voir la description qui précède). Ce dernier n'a, en revanche, donné aucune indication.

Aucune observation comparative ne nous a été signalée.

Secousse du 5 novembre 1893. (V. Comptes R. Acad. des Sc., 6 nov. 1893). — Une nouvelle secousse fut enregistrée le 5 novembre 1893, cette fois-ci par *les deux appareils* ; les constatations furent faites par MM. Kilian et Paulin. La sonnette avertisseuse fonctionna parfaitement ; le chronomètre se mit en marche automatiquement. Le résultat obtenu par la comparaison de ce chronomètre avec celui de l'observatoire de Genève dont le directeur facilita obligeamment l'accès à M. Paulin, envoyé immédiatement en Suisse à cet effet, le service chronométrique de la Faculté de Grenoble ne fonctionnant pas à ce moment pour cause de réparation des appareils, est le suivant :

Heure initiale du phénomène : 4 heures 12 minutes 30 secondes matin (temps moyen de Paris).

¹ Heure obtenue par la comparaison de l'horloge mise en marche par la secousse avec les appareils chronométriques installés à la Faculté par M. le professeur Collet (erreur possible 11^s à 15^s). Dans un autre cas, on pourrait atteindre plus de précision en ayant recours à l'observatoire annexé à la Faculté.

L'examen des graphiques du sismographe Angot montrèrent que, des trois lignes correspondant aux mouvements verticaux et latéraux, une seule accusait une déviation à peine perceptible et correspondant à une *oscillation dirigée Nord-Sud*.

Quelques jours après ce tremblement de terre, que M. Fouqué avait bien voulu signaler de notre part à l'Académie des Sciences de Paris, l'éminent académicien¹ nous transmettait deux petites notes que lui avait envoyées, de Potsdam, le docteur Eschenhagen attaché à l'observatoire météorologique et magnétique de cette localité. D'après ces notes on aurait enregistré à l'observatoire magnétique de Potsdam et à l'observatoire de la marine de Wilhelmshaven, le 5 novembre, à 5 heures 4 minutes 50 secondes du matin (heure de Potsdam) un ébranlement séismique venant du Sud-Ouest.

M. Eschenhagen se base sur les indications fournies par notre instrument — le *seul de France* à notre connaissance qui ait enregistré le 5 novembre la secousse ressentie à Potsdam — pour calculer la vitesse de propagation du phénomène qui serait de 1 kilomètre 94 par seconde².

Secousse du 22 mars 1894. — Enfin, le 22 mars de cette année, l'appareil avertisseur et le sismographe Angot ont enregistré une oscillation Nord-Est-Sud-Ouest à 10 heures 49 minutes 3 secondes du matin (temps moyen de Paris).

On voit combien il serait désirable qu'un certain nombre de nos observatoires fussent pourvus de sismographes perfectionnés, du genre de celui que nous venons de décrire. La multiplication des stations pourra seule permettre d'effectuer un nombre d'observations comparatives suffisant pour connaître les lois qui régissent les ébranlements du sol, leur répartition et leur propagation.

¹ Nous prions M. le professeur Fouqué de recevoir l'expression de notre plus vive reconnaissance pour l'appui efficace et les conseils précieux qu'il a bien voulu nous donner.

² Ce résultat doit être quelque peu modifié, M. Eschenhagen s'étant en effet basé sur notre première indication (4 h. 13 m. 40 s., C. R. Ac. des Sc., 6 nov. 93), de l'heure qui, après correction (observatoire de Genève), se trouve reportée à 4 h. 12 m. 30 s.

Cela donne 4 h. 55 m. 25 s. heure de Potsdam. L'ébranlement a donc mis, pour franchir 956 kilomètres, de 4 h. 55 m. 25 s. à 5 h. 4 m. 50 s., soit 9 minutes 25 secondes ; ce qui fait 1 k. 692 par seconde.
