

---

RELATION  
ENTRE QUELQUES  
MOUVEMENTS MICROSEISMIQUES

ET

L'EXISTENCE, LA POSITION ET LA DISTANCE DES CYCLONES A MANILLE (PHILIPPINES),

PAR LE R. P. JOSÉ ALGUE, S. J.,

DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE MANILLE.

---

Des faits nombreux montrent cette relation de telle façon qu'actuellement on ne peut s'empêcher de considérer quelques mouvements microsismiques comme des *signes indirects* de l'existence et de l'approche d'un ouragan. D'abord, puisque cette investigation est tout à fait nouvelle, je me bornerai simplement à analyser quelques-uns de ces faits dont je tâcherai de déduire quelques conclusions pratiques qui, à ce que je crois, ne manqueront point d'intérêt.

Pendant le passage du typhon du 15-18 septembre 1894 à travers l'île de Luçon, aux Philippines, on a constaté les faits très remarquables suivants :

1° L'amplitude des oscillations microsismiques ne dépend pas de la force du vent dans la localité, puisque l'on a observé le maximum dans le tromomètre à 12<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> de la nuit, tandis que la plus grande force du vent a été enregistrée neuf heures plus tard.

2° La valeur moyenne des oscillations microsismiques est sans comparaison plus grande quand le centre traverse la terre que pendant qu'il se trouve sur la mer.

3° Les oscillations tromométriques les plus accentuées ont eu lieu quand le centre traversa les chaînes de montagnes les plus élevées de Luçon.

Des faits semblables ont été observés pendant le passage d'un autre typhon, du 27-29 juillet 1896 :

1° La plus grande agitation microsismique a eu lieu de 8<sup>h</sup> à 10<sup>h</sup> du matin le 28, c'est-à-dire quand le centre traversait la grande chaîne de Sierra Madre, au nord de Luçon, et aussi de 3<sup>h</sup> à 9<sup>h</sup> du soir le même jour, quand l'ouragan occupait l'extrémité Nord de la grande chaîne centrale de Luçon.

2° Le maximum de la force du vent a été enregistré six heures avant qu'eût lieu la plus grande oscillation microsismique.

3° L'agitation du tromomètre fut plus accentuée quand le centre traversa l'île ou en était le plus rapproché.

Pendant les deux typhons d'octobre 1896 on remarque :

1° Qu'il n'y a point de corrélation exacte entre la force du vent et l'agitation du tromomètre;

2° Que l'agitation microsismique est plus grande quand le centre traverse les montagnes;

3° Que les mouvements du tromomètre ont été décidément plus marqués quand le centre entra sur la côte orientale de Luçon;

4° Qu'entre les passages des deux typhons a prévalu une période de calme sismique presque complet.

L'analyse des mouvements microsismiques pendant le passage sur l'archipel des Philippines de deux typhons typiques offre un intérêt tout à fait spécial. Ce sont les typhons du 8 au 14 mai 1895 et du 9 au 18 mai 1896. Les faits sont enregistrés dans les tableaux A et B :

1° Le tromomètre, dans les deux cas, a commencé à s'agiter dès la première apparence du centre cyclonique dans l'archipel, le matin du 9 mai 1895 et à midi le 10 mai 1896.

2° D'autant plus près de Manille était le centre, d'autant plus grande était l'agitation microsismique, indépendamment du vent local, comme, par exemple, le soir et la nuit du 10 mai 1895 et le matin du 11, quand le vent n'atteignait pas plus de 18 kilomètres par heure.

3° De même que dans les cas antérieurs, l'agitation est plus forte quand le centre traverse les îles que quand il se trouve sur la mer.

Les faits qui précèdent suffisent à eux seuls pour nous autoriser à déduire que « les mouvements microsismiques peuvent être utilisés comme *signe indirect de cyclone* ». On peut démontrer empiriquement cette proposition par les Tables suivantes, dans lesquelles nous comparons l'oscillation angulaire du tromomètre avec la distance et la position du centre cyclonique ainsi qu'avec la force et la direction du vent.

Les quatre premières colonnes de la Table A donnent l'année, le mois, le jour et l'heure, la cinquième l'oscillation moyenne pendant l'heure indiquée, la dixième la distance moyenne en milles du centre cyclonique au tromomètre, la sixième la direction et la force du vent en kilomètres, la septième le maximum de force du vent en mètres par seconde pendant le passage du typhon, la huitième l'oscillation tromométrique au moment du maximum de la force du vent, l'oscillation maximum et la plus petite distance en milles du centre cyclonique, la neuvième la position du centre relativement à la terre et à la mer.

TABLE A.

| Année.  | Mois.   | Jour. | Heure. | Valeur<br>moyenne<br>de l'oscill. | Direction<br>et<br>force du vent<br>en kilomètres<br>par heure. | Maximum<br>de la force<br>du vent<br>en mètres<br>par<br>seconde. | Oscillation<br>pendant<br>le max.<br>de force<br>du vent<br>et oscill. max. | Centre<br>sur terre<br>ou<br>sur mer. | Distance<br>du<br>centre<br>cyclo-<br>nique. |
|---------|---------|-------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1.      | 2.      | 3.    | 4.     | 5.                                | 6.                                                              | 7.                                                                | 8.                                                                          | 9.                                    | 10.                                          |
| 1894... | Sept.   | 15    | 2 p.   | 25"                               | SW                                                              | 14,0                                                              | 37 { 183"<br>360" max.<br>50 milles                                         | M                                     | 220                                          |
| "       | "       | "     | 8 p.   | 60                                | N                                                               | 24,5                                                              |                                                                             | M                                     | 130                                          |
| "       | "       | 16    | minuit | 150                               | SW                                                              | 19,0                                                              |                                                                             | M                                     | 72                                           |
| "       | "       | "     | minuit | 300                               | SSW                                                             | 72,5                                                              |                                                                             | T                                     | 55                                           |
| "       | "       | 17    | 9 a.   | 183                               | S                                                               | 64,5                                                              |                                                                             | T                                     | 65                                           |
| "       | "       | "     | 3 p.   | 170                               | SSE                                                             | 54,7                                                              |                                                                             | M                                     | 110                                          |
| "       | "       | 18    | midi   | 75                                | SSE                                                             | 27,0                                                              | 16 { 60"<br>105" max.<br>60 milles                                          | M                                     | 280                                          |
| "       | "       | "     | 10 p.  | 45 n.                             | ESE                                                             | 9,5                                                               |                                                                             | M                                     | 420                                          |
| 1895... | Mai     | 8     | midi   | 20 n.                             | WSW                                                             | 16,0                                                              |                                                                             | M                                     | 390                                          |
| "       | "       | "     | minuit | 105                               | SE                                                              | 2,0                                                               |                                                                             | M                                     | 280                                          |
| "       | "       | 13    | 10 n.  | 105                               | SSW                                                             | 26,0                                                              |                                                                             | T                                     | 70                                           |
| "       | "       | 14    | 9 p.   | 50                                | WSW                                                             | 26,5                                                              |                                                                             | M                                     | 420                                          |
| "       | "       | 15    | midi   | 50                                | SW                                                              | 32,0                                                              | 17 { 90-45"<br>105" max.<br>200 milles                                      | M                                     | 500                                          |
| 1896... | Mai     | 10    | 9 a.   | 30 h.                             | N                                                               | 11,5                                                              |                                                                             | M                                     | 400                                          |
| "       | "       | 11    | 3 p.   | 36                                | NNE                                                             | 8,5                                                               |                                                                             | M                                     | 210                                          |
| "       | "       | 12    | minuit | 60                                | ESE                                                             | 10,5                                                              |                                                                             | M                                     | 215                                          |
| "       | "       | 15    | midi   | 45                                | SE                                                              | 29,0                                                              |                                                                             | M                                     | 270                                          |
| "       | "       | 16    | midi   | 75                                | SE                                                              | 37,0                                                              |                                                                             | M                                     | 260                                          |
| "       | "       | 17    | 11 a.  | 60                                | SSW                                                             | 54,5                                                              |                                                                             | M                                     | 220                                          |
| "       | "       | "     | 8 p.   | 90                                | WSW                                                             | 60,5                                                              |                                                                             | T                                     | 225                                          |
| "       | "       | 18    | midi   | 60                                | WSW                                                             | 7,5                                                               | 15 { 45"<br>90" max.<br>190 milles                                          | M                                     | 420                                          |
| 1896... | Juillet | 27    | 8 a.   | 30                                | E                                                               | 44,3                                                              |                                                                             | M                                     | 341                                          |
| "       | "       | "     | 1 p.   | 45                                | SW                                                              | 12,3                                                              |                                                                             | M                                     | 270                                          |
| "       | "       | "     | minuit | 45                                | SW                                                              | 2,6                                                               |                                                                             | M                                     | 210                                          |
| "       | "       | 28    | 6 a.   | 60                                | WSW                                                             | 39,0                                                              |                                                                             | M                                     | 205                                          |
| "       | "       | "     | 10 a.  | 82                                | WSW                                                             | 44,0                                                              |                                                                             | T                                     | 215                                          |
| "       | "       | "     | 1 p.   | 75                                | SW                                                              | 31,0                                                              |                                                                             | T                                     | 230                                          |
| "       | "       | "     | 8 p.   | 90                                | S ½ SE                                                          | 15,5                                                              |                                                                             | M                                     | 240                                          |
| "       | "       | 29    | 4 p.   | 60                                | W                                                               | 19,0                                                              | 20 { 150"<br>198" max.<br>150 milles                                        | M                                     | 460                                          |
| 1896... | Octobre | 3     | 7 a.   | 30                                | NW                                                              | 7,5                                                               |                                                                             | M                                     | 325                                          |
| "       | "       | 4     | 1 a.   | 185                               | WSW                                                             | 51,5                                                              |                                                                             | T                                     | 162                                          |
| "       | "       | "     | 8 a.   | 204                               | W ½ SW                                                          | 60,5                                                              |                                                                             | T                                     | 155                                          |
| "       | "       | "     | 2 p.   | 75                                | WSW                                                             | 54,5                                                              |                                                                             | M                                     | 172                                          |
| "       | "       | 5     | 5 a.   | 60                                | calme                                                           | 6,0                                                               |                                                                             | M                                     | 370                                          |
| "       | "       | "     | 11 p.  | 25                                | calme                                                           | 1,0                                                               |                                                                             | M                                     | 520                                          |
| 1896... | Octobre | 8     | 5 a.   | 27                                | N                                                               | 13,0                                                              |                                                                             | M                                     | 525                                          |
| "       | "       | 9     | 1 a.   | 105                               | WNW                                                             | 45,0                                                              | 10 { 45"<br>150" max.<br>165 milles                                         | M                                     | 340                                          |
| "       | "       | "     | 8 a.   | 120                               | W                                                               | 43,0                                                              |                                                                             | M                                     | 260                                          |
| "       | "       | "     | 3 p.   | 120                               | W ½ SW                                                          | 51,0                                                              |                                                                             | M                                     | 205                                          |
| "       | "       | 10    | 11 a.  | 80                                | SW ½ W                                                          | 29,5                                                              |                                                                             | M                                     | 185                                          |
| "       | "       | 11    | midi   | 75 n.                             | SSW                                                             | 18,0                                                              |                                                                             | M                                     | 330                                          |
| 1896... | Octobre | "     | 6 p.   | 45 n.                             | SSW                                                             | 20,0                                                              |                                                                             | M                                     | 405                                          |

Dans la Table B nous comparons entre elles les valeurs moyennes de la distance du centre, de l'oscillation angulaire et de la force du vent dans la localité.

TABLE B.

| Distance du<br>centre cyclonique<br>à Manilla<br>en milles. | Oscillation<br>angulaire. | Force du vent<br>en kilomètres par heure. | Nombre<br>des cas. |
|-------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|--------------------|
| 522                                                         | 26"                       | 7,0                                       | 2                  |
| 432                                                         | 48                        | 19,7                                      | 7                  |
| 349                                                         | 51                        | 22,5                                      | 6                  |
| 234                                                         | 77                        | 28,8                                      | 17                 |
| 152                                                         | 131                       | 45,8                                      | 6                  |
| 65                                                          | 184                       | 45,5                                      | 4                  |

L'examen attentif des Tables conduit aux conclusions pratiques suivantes :

*Première conclusion.* — Les oscillations tromométriques et la distance du centre cyclonique varient inversement, mais la proportion n'est pas mathématique. Il suffit de comparer les colonnes 5, 8 et 10 de la Table A et les colonnes 1 et 2 de la Table B pour s'en convaincre. La raison pour laquelle ces valeurs ne sont pas inversement proportionnelles peut s'attribuer : 1° à la différence d'énergie entre les cyclones ; 2° à la position du centre, soit sur la terre, soit sur la mer ; 3° à la commotion des eaux dans la mer autour de Luçon, laquelle dépend de la position géographique du centre.

*Deuxième conclusion.* — La force du vent dans la localité présente une certaine relation de simultanéité avec les mouvements du tromomètre, mais elle ne peut être considérée comme leur cause.

La coexistence du vent et de l'agitation microsismique peut être démontrée par la comparaison des colonnes 2 et 3 de la Table B et de la Table A. On comprend d'ailleurs aisément cette simultanéité, puisque le mouvement cyclonique est la cause commune, et de l'agitation de l'air ou de la force du vent, et du mouvement de la terre ou des mouvements microsismiques. On voit par les colonnes 5 et 6 l'existence de mouvements microsismiques remarquables sans vent local, et l'on peut constater aussi que, pour un même vent local, il y a eu des mouvements microsismiques différents.

Il semble que la direction du vent a une légère influence sur les mouvements tromométriques. Sans doute parce que la direction du vent dépend de l'orientation du centre cyclonique et peut influencer sur le mouvement et l'agitation des eaux de la mer.

*Troisième conclusion.* — L'agitation graduelle du tromomètre constitue un signe indirect de l'existence et de l'approche d'un centre cyclonique, signe qui n'a qu'une valeur scientifique relative dépendant de l'expérience des mouvements microsismiques propres à chaque localité et aussi de la

fréquence des mouvements microséismiques produits par des causes endogènes.

Nous embrassons trois points importants dans cette conclusion. Premièrement l'agitation microséismique est un signe indirect de cyclone, comme on peut le déduire des conclusions qui précèdent, et aussi parce que quelquefois l'agitation extraordinaire a eu lieu même quand le baromètre indiquait haute pression ou pression normale. Nous indiquons ces faits dans la colonne 5 de la table A par les lettres *h* = haute pression et *n* = pression normale.

En second lieu la valeur scientifique de ce signe est purement relative et dépend de l'expérience des mouvements microséismiques de chaque localité. On comprend d'abord que la position géographique, la constitution topographique et même les conditions géologiques du sol jouent un grand rôle pour faciliter ou empêcher la transmission des mouvements mécaniques produits par les forces cycloniques ainsi que les conditions générales du terrain, selon qu'on se trouve sur des continents ou dans des îles. Toutes ces circonstances sont de nature telle qu'il faut déterminer leur influence dans les mouvements microséismiques par la voie empirique.

Enfin, la valeur scientifique des mouvements microséismiques comme signe de cyclone dépend de la fréquence des mouvements microséismiques produits par des causes endogènes dans chaque localité. C'est la cause principale qui empêche les mouvements microséismiques d'avoir une valeur absolue. Un observateur isolé n'a pas de moyens pour connaître si l'agitation du tromomètre est due à des causes extérieures ou à des mouvements endogènes; il ne peut donc former un jugement définitif sans le secours d'autres signes de typhon. Il faut néanmoins avouer que, la microséismicité étant différente dans les différentes zones du globe, la valeur de ce signe sera plus ou moins avantageuse à différentes localités. La microséismicité peut être seulement déterminée empiriquement. Il est bon d'ajouter à cet égard que l'effet des causes endogènes dans le tromomètre semble être généralement plus brusque, comme provenant de forces passagères, tandis que les mouvements microséismiques résultant des forces cycloniques sont plus durables et persistent comme leur cause. La seule inspection des tracés graphiques de mai 1895 met bien en lumière ce point important. L'agitation soudaine qu'on observa vers minuit, le 16, était l'effet d'un tremblement de terre qui agita à la même heure la province de Batangas, Mindoro, Marinduque, plusieurs îles Bisayas et le nord de l'île de Mindanao. Avant 7<sup>h</sup> du matin, le 17, il y eut dans l'Archipel un tremblement qui agita brusquement le tromomètre. Les autres mouvements brusques observés les 9, 11 et 16 sont sans doute l'effet des tremblements faibles du sol. Nous pouvons donc en conclure que, même dans un pays d'activité séismique reconnue, le tromomètre peut donner des indications d'une valeur pratique au point de vue météorologique.

J'ajouterai en finissant que l'expérience de l'effet des cyclones sur les appareils microséismométriques de l'observatoire de Manille peut jeter quelque lumière sur les conditions les plus appropriées, dans une localité, pour l'installation d'un tromomètre comme appareil indicateur de l'existence et de la distance des cyclones tropicaux.



A la Havane, aux Antilles, à San-Juan dans l'île de Puerto-Rico, dans les îles plus à l'est du golfe du Mexique; dans les ports des États-Unis du côté de l'Atlantique, surtout de la Floride; dans les ports du golfe du Mexique, au Mexique, aux États-Unis et, en Extrême-Orient, dans les ports de la Cochinchine, du Tonkin, de la Chine et du sud du Japon; aux Açores pour donner le signe d'alarme à l'Europe; dans tous ces endroits, un tromomètre bien installé pourrait rendre des services précieux au point de vue de la météorologie.

---